



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Ekonomist
Modul: Organizator poslovanja

PREDNOSTI VITKE LINIJE V PROIZVODNIH PODJETJIH

Mentorica: doc. dr. Marjeta Horjak
Lektorica: Manja Plohl, univ. dipl. slov.

Kandidatka: Ana Pustovrh

Kranj, maj 2026

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Marjeti Horjak za pomoč, strokovno vodenje, usmerjanje in koristne nasvete pri pripravi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Manji Plohl, univ. dipl. slov., ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študentka Ana Pustovrh izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Marjete Horjak.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole in v institucionalnem oz. nacionalnem repozitoriju (COBISS).

Dne: 26. 05. 2026

Podpis: _____

POVZETEK

Vitka proizvodnja postaja vse pomembnejši pristop v sodobnih proizvodnih podjetjih, saj se ta soočajo z naraščajočo konkurenco, krajšimi dobavnimi roki in večjo variabilnostjo naročil. V takšnem okolju postaja optimizacija proizvodnih procesov ključnega pomena za izboljšanje učinkovitosti, zmanjšanje stroškov ter povečanje kakovosti izdelkov. Diplomsko delo obravnava prehod iz klasične organizacije proizvodnje v vitki proizvodni sistem ter analizira njegov vpliv na produktivnost, pretočni čas in stroške v izbranem proizvodnem podjetju. Raziskava temelji na analizi internih podatkov podjetja, normativnih časov in opazovanju proizvodnega procesa. Obravnavan je reprezentativen izdelek, ki poteka skozi ključne faze proizvodnje, pri čemer je bila izvedena primerjava med obstoječim klasičnim sistemom in predlaganim vitkim sistemom. Rezultati analize kažejo, da vitka proizvodnja omogoča pomembne izboljšave ključnih kazalnikov uspešnosti. Produktivnost se poveča za približno 40 %, kar je posledica boljše organizacije dela, zmanjšanja izgub in učinkovitejše izrabe virov. Hkrati se pretočni čas bistveno skrajša, in sicer z 3,5 dni na 1,2 dni, predvsem zaradi zmanjšanja časa čakanja in bolj enakomernega toka materiala. Poleg tega vitki sistem prispeva k zmanjšanju medfaznih zalog, nižjemu deležu izmeta ter izboljšani preglednosti proizvodnega procesa. Analiza stroškov kaže, da uvedba vitkih principov omogoča tudi občutno zmanjšanje skupnih stroškov, predvsem zaradi optimizacije dela, zmanjšanja izgub in boljše izrabe kapacitet. Na podlagi ugotovitev lahko zaključimo, da vitka proizvodna linija predstavlja učinkovito rešitev za izboljšanje učinkovitosti in konkurenčnosti proizvodnih podjetij, vendar njena uvedba zahteva sistematičen pristop, podporo vodstva ter aktivno vključevanje zaposlenih.

KLJUČNE BESEDE

- Vitka proizvodnja
- Produktivnost
- Pretočni čas
- Optimizacija procesov
- Stroški

ABSTRACT

Lean manufacturing is becoming an increasingly important approach in modern production companies, as they face growing competition, shorter delivery times, and greater variability in customer demand. In such an environment, optimizing production processes is essential for improving efficiency, reducing costs, and increasing product quality. This thesis examines the transition from a traditional production system to a lean manufacturing system and analyzes its impact on productivity, lead time, and costs in a selected manufacturing company. The research is based on the analysis of internal company data, standard times, and direct observation of the production process. A representative product passing through all key production stages was analyzed, and a comparison was made between the existing traditional system and a proposed lean system. The results show that lean manufacturing enables significant improvements in key performance indicators. Productivity increases by approximately 40%, mainly due to improved work organization, waste reduction, and more efficient use of resources. At the same time, lead time is significantly reduced, from 3.5 days to 1.2 days, primarily due to reduced waiting times and improved material flow. In addition, the lean system contributes to reduced work-in-progress inventory, lower defect rates, and improved process transparency. The cost analysis indicates that the implementation of lean principles leads to a noticeable reduction in overall costs, mainly due to better resource utilization and elimination of inefficiencies. Based on the findings, it can be concluded that lean manufacturing represents an effective approach for improving efficiency and competitiveness in manufacturing companies, although its implementation requires a systematic approach, strong management support, and active employee involvement.

KEYWORDS

- Lean manufacturing
- Productivity
- Lead time
- Process optimization
- Costs

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	2
1.3	Predstavitev okolja.....	2
1.4	Predpostavke in omejitve	3
1.5	Metode dela.....	4
2	TEORETIČNA IZHODIŠČA PROIZVODNJE	5
2.1	Prehod iz klasičnih v vitke proizvodne sisteme	6
3	VITKI PROIZVODNI SISTEMI	8
3.1	Vitka proizvodnja.....	8
3.2	Temeljna načela vitke proizvodnje	10
3.3	Izgube v proizvodnem procesu.....	11
3.4	Orodja in elementi vitke proizvodnje.....	12
3.4.1	Metoda 5S	12
3.4.2	Standardizirano delo.....	13
3.4.3	Kaizen	13
3.4.4	Kanban in vlečni sistemi	14
3.4.5	SMED	15
3.4.6	Vizualno vodenje	16
3.4.7	TPM in vzdrževanje opreme	16
3.5	Vpliv vitke proizvodnje na učinkovitost, stroške in kakovost	17
3.6	Vloga vodstva, zaposlenih in organizacijske kulture	17
3.7	Izzivi in nevarnosti pri prehodu v vitko proizvodnjo.....	18
3.8	Vitka proizvodnja in sodobni razvojni trendi.....	19
3.9	Pomen vitke proizvodnje za proizvodna podjetja	19
4	PRAKTIČNI DEL	20
4.1	Obstoječe stanje v proizvodnem podjetju	20
4.1.1	Posnetek stanja	20
4.2	Kritična analiza	21
4.2.1	Prednosti obstoječega sistema.....	22
4.2.2	Slabosti in omejitve sistema	22
4.2.3	Povezava z izgubami v proizvodnji (muda)	23
4.3	Metodološka izhodišča za primerjavo klasičnega in vitkega sistema ...	24
4.4	Primerjava sistemov	25
4.5	Analiza produktivnosti in pretočnega časa	26
4.6	Analiza stroškov.....	27
4.7	Preverjanje hipotez	28
4.8	Povzetek raziskave.....	29
5	ZAKLJUČEK	31
5.1	Omejitve raziskave	32
5.2	Praktične in teoretične implikacije	32

5.3	Predlogi za nadaljnje raziskave	33
6	LITERATURA IN VIRI	34

KAZALO SLIK

Slika 1: 5S program v praksi	13
Slika 2: Kaizen orodja	14
Slika 3: Kanban sistem.....	15
Slika 4: Prisotnost izgub v proizvodnem procesu.....	23

KAZALO TABEL

Tabela 1: Klasični sistemi proti vitkim sistemom	7
Tabela 2: Posnetek obstoječega stanja proizvodnje.....	21
Tabela 3: Analiza obstoječega proizvodnega sistema	25
Tabela 4: Primerjava klasičnega in vitkega sistema	26
Tabela 5: Primerjava produktivnosti.....	26
Tabela 6: Primerjava pretočnega časa	27
Tabela 7: Primerjava stroškov.....	27

KRATICE IN AKRONIMI

5S:	Metoda urejenosti in standardizacije delovnega mesta
IoT;	Internet of Things (internet stvari)
JIT:	Just-in-Time
Kaizen:	stalno izboljševanje
PDCA:	Plan–Do–Check–Act
SMED:	Single Minute Exchange of Die
TPM:	Total Productive Maintenance
TPS:	Toyota Production System

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Vsako proizvodno podjetje za izvajanje svoje osnovne dejavnosti potrebuje človeške vire in tehnološko opremo. Ker so ti viri večinoma dostopni podjetjem pod podobnimi pogoji, konkurenčna prednost ne izhaja zgolj iz lastništva opreme ali razpoložljivosti delovne sile, temveč predvsem iz načina organiziranosti proizvodnih procesov. Ključni dejavnik, ki podjetja razlikuje med seboj, je izbrana proizvodna metodologija, ki neposredno vpliva na stroškovno učinkovitost, pretočne čase, fleksibilnost ter kakovost končnih izdelkov (Bhamu in Sangwan, 2018). V sodobnem poslovnem okolju, ki ga zaznamujejo globalna konkurenca, hitre spremembe povpraševanja in pritisk na zniževanje stroškov, postaja optimizacija proizvodnih procesov ključnega pomena za dolgoročno uspešnost podjetij. Tradicionalni proizvodni sistemi pogosto temeljijo na potisnem principu (angl. push system), kar vodi v prekomerno proizvodnjo, visoke zaloge, daljše pretočne čase in večje število napak. Posledično so takšni sistemi manj prilagodljivi in manj učinkoviti pri odzivanju na potrebe trga (Durakovic idr., 2018).

Kot odgovor na omejitve klasičnih proizvodnih pristopov se je razvila vitka proizvodnja (angl. Lean Production), ki temelji na sistematičnem odpravljanju vseh vrst izgub (muda), optimizaciji procesnih tokov ter ustvarjanju vrednosti za kupca z minimalnimi viri. Raziskave (Anttila idr., 2021; Maware idr., 2021) kažejo, da podjetja, ki uvajajo vitke principe, dosegajo boljše poslovne rezultate v primerjavi s podjetji, ki uporabljajo tradicionalne metode. Vitka proizvodnja omogoča zmanjšanje zalog, skrajšanje pretočnih časov, zmanjšanje napak in izboljšanje izkoriščenosti virov, kar se neposredno odraža v večji produktivnosti in konkurenčnosti podjetij (Lukežič, 2020; Abu idr., 2019). Poleg operativnih izboljšav vitka proizvodnja vpliva tudi na organizacijsko kulturo in vlogo zaposlenih. Uspešna implementacija vitkih pristopov zahteva aktivno sodelovanje zaposlenih, stalno izboljševanje procesov (Kaizen) ter učinkovito vodenje, ki spodbuja inovativnost in odgovornost na vseh ravneh organizacije (Alefari idr., 2017; Hernandez-Matias idr., 2019). V zadnjih letih se vitka proizvodnja vse pogosteje povezuje tudi s koncepti digitalizacije in Industrije 4.0, pri čemer sodobne tehnologije (npr. digitalni dvojčki, internet stvari) dodatno podpirajo optimizacijo procesov in odločanje v realnem času. Raziskave kažejo, da kombinacija vitkih principov in digitalnih tehnologij prinaša še večje izboljšave v operativni učinkovitosti podjetij (Buer idr., 2021; Sony, 2018). Kljub številnim dokazanim prednostim pa uvedba vitke proizvodnje za podjetja predstavlja tudi pomemben izziv. Pogoste ovire vključujejo odpor zaposlenih do sprememb, pomanjkanje znanja, neustrezno organizacijsko kulturo ter nezadostno podporo vodstva (Maware in Parsley, 2022). Zato je ključno raziskati, v kolikšni meri uvedba vitke proizvodne linije

dejansko prispeva k izboljšanju učinkovitosti, zmanjšanju stroškov in izboljšanju kakovosti v konkretnem proizvodnem okolju.

Na podlagi navedenega je osrednji problem diplomske naloge usmerjen v analizo razlik med klasično in vitko proizvodno organizacijo ter v ugotavljanje, ali prehod na vitko proizvodno linijo prinaša merljive koristi za podjetje z vidika produktivnosti, časa in stroškov.

1.2 Cilji naloge

Namen diplomskega dela je celovito raziskati vpliv uvedbe vitke proizvodne linije v proizvodnem podjetju na ključne vidike poslovanja, predvsem na učinkovitost proizvodnega procesa, stroškovno optimizacijo in kakovost izdelkov. Poseben poudarek bo namenjen analizi, kako sprememba organizacije proizvodnje iz klasičnega v vitki pristop vpliva na pretočnost procesov, izkoriščenost virov ter zmanjševanje izgub.

Cilj diplomskega dela je opredeliti in analizirati ključne prednosti vitke proizvodnje v primerjavi s tradicionalnimi proizvodnimi sistemi. V okviru naloge bo izveden sistematičen pregled strokovne in znanstvene literature ter analiza primerov dobrih praks, s katerima bomo ugotovili, kateri elementi vitke proizvodnje najbolj prispevajo k izboljšanju učinkovitosti podjetij. Poleg tega so cilji dela tudi:

- analizirati vpliv vitkih principov na ključne kazalnike uspešnosti, kot so produktivnost, pretočni čas, kakovost in stroški,
- primerjati delovanje klasične in vitke proizvodne linije ter ugotoviti bistvene razlike med njima,
- identificirati ključne dejavnike uspešne implementacije vitke proizvodnje v proizvodnem okolju,
- preučiti vpliv vitke proizvodnje na organizacijsko kulturo, vključenost zaposlenih in procese stalnega izboljševanja,
- oblikovati konkretna priporočila za uvedbo vitkih principov v slovenska proizvodna podjetja.

1.3 Predstavitev okolja

Obravnavano podjetje je manjše proizvodno podjetje, ki deluje na območju Gorenjske regije in se ukvarja z izdelavo kovinskih komponent za avtomobilsko in elektroindustrijo. Podjetje ima dolgoletno tradicijo ter zaposluje približno 40 do 50 zaposlenih, pri čemer večino predstavljajo proizvodni delavci, vključeni v različne faze obdelave materialov, montaže in kontrole kakovosti. Proizvodni proces podjetja temelji na serijski proizvodnji, ki vključuje več zaporednih operacij, kot so rezanje, obdelava, sestavljanje in končna kontrola izdelkov. Zaradi razmeroma omejenih

prostorskih in kadrovskih virov se podjetje sooča z izzivi, kot so neoptimalna razporeditev delovnih mest, nepotrebni premiki materiala, daljši pretočni časi ter občasni zastoji v proizvodnji. Poleg tega se podjetje prilagaja zahtevam kupcev po manjših serijah, krajših dobavnih rokih in visoki kakovosti izdelkov, kar dodatno povečuje kompleksnost organizacije proizvodnje. Podjetje deluje v konkurenčnem okolju, kjer so pritiski na zniževanje stroškov in povečanje produktivnosti vse večji. Zaradi tega vodstvo podjetja išče možnosti za optimizacijo proizvodnih procesov ter izboljšanje učinkovitosti. Ena izmed potencialnih rešitev je uvedba vitkih proizvodnih principov, ki omogočajo boljšo organizacijo dela, zmanjšanje izgub in izboljšanje pretočnosti proizvodnje. Poseben izziv za podjetje predstavlja tudi organizacijska kultura, saj prehod na vitko proizvodnjo zahteva spremembo načina razmišljanja zaposlenih, večjo vključenost v procese izboljševanja ter boljšo komunikacijo med posameznimi oddelki. Kljub temu podjetje prepoznava priložnost v postopni uvedbi vitkih orodij, kot so 5S, standardizacija dela in vizualno vodenje, s katerimi želi dolgoročno izboljšati svojo konkurenčnost. Zaradi svoje velikosti, prilagodljivosti in razvojne usmerjenosti predstavlja podjetje primerno okolje za preučevanje učinkov uvedbe vitke proizvodne linije ter analizo njenega vpliva na produktivnost, stroške in kakovost proizvodnega procesa.

1.4 Predpostavke in omejitve

Glavni problem, ki ga obravnava diplomsko delo, je neučinkovitost klasične proizvodne organizacije, ki povzroča višje stroške, daljše pretočne čase in slabšo izkoriščenost virov. Klasična proizvodnja pogosto temelji na potisnem principu, kar vodi do prekomernega kopičenja zaloga, večjega števila napak in počasnega odzivanja na spremembe v povpraševanju. V nalogi želimo raziskati, ali prehod iz klasične v vitko proizvodno linijo prinaša merljive prednosti za podjetje. Vitka proizvodnja je po številnih raziskavah dokazano bolj učinkovita, saj temelji na odpravi izgub, vlečnem principu in neprestanem izboljševanju procesov. Skozi kvantitativno primerjavo kazalnikov (čas, stroški, učinkovitost) bomo ocenili, ali je vitka linija v obravnavanem podjetju dejansko bolj produktivna od klasične.

Hipoteze, ki smo jih postavili v diplomskem delu, so:

- Hipoteza 1: Vitka linija je produktivnejša kot klasična proizvodna linija.
- Hipoteza 2: Preureditev klasične linije v vitko bi zvišala produktivnost proizvodne linije.
- Hipoteza 3: Proizvodni čas na vitki liniji je krajši kot na klasični proizvodni liniji.

Omejitve predstavljajo objektivne ovire, ki preprečujejo dostop do podatkov oziroma omejujejo področje raziskovanja (raziskava velja le za določeno okolje in podjetje).

1.5 Metode dela

V teoretičnem delu diplomskega dela smo uporabili deskriptivno metodo, s katero smo pregledali, povzeli in analizirali obstoječo strokovno in znanstveno literaturo s področja vitke proizvodnje. Poseben poudarek smo namenili identifikaciji ključnih principov vitke proizvodnje, kot so odprava izgub, izboljševanje pretočnosti in ustvarjanje vrednosti za kupca. Uporabili smo tudi komparativno metodo, s katero smo primerjali vitko proizvodnjo s klasičnimi proizvodnimi pristopi. Pri tem smo analizirali razlike z vidika učinkovitosti, stroškov, kakovosti in organizacije proizvodnega procesa. Vključena literatura izhaja pretežno iz zadnjih let, kar zagotavlja aktualnost in relevantnost obravnavane tematike.

V empiričnem delu smo izvedli kvantitativno neeksperimentalno raziskavo v izbranem proizvodnem podjetju na Gorenjskem. Podatke smo zbirali na podlagi internih evidenc podjetja, kot so proizvodni časi, normativi, število zaposlenih, izmet ter stroški proizvodnega procesa. Izvedli smo primerjalno analizo med klasično organizacijo proizvodnje in predlagano oziroma delno uvedeno vitko proizvodno linijo. Osredotočili smo se na ključne kazalnike uspešnosti, kot so produktivnost, pretočni čas, izkoriščenost virov in stroški. Zbrane podatke smo obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel, kjer smo pripravili ustrezne izračune, tabele in grafične prikaze. Uporabili smo osnovne metode opisne statistike, ki so omogočile pregledno interpretacijo rezultatov in primerjavo med obema proizvodnima pristopoma.

Pri jezikovnem in pravopisnem pregledu besedila je bilo uporabljeno orodje ChatGPT (OpenAI), dne 10. 5. 2026. Orodje je bilo uporabljeno izključno za slovnične in slogovne popravke, vsebina naloge pa je avtorsko delo študentke.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA PROIZVODNJE

V tem poglavju predstavljamo osnovne značilnosti proizvodnih sistemov s poudarkom na klasičnih pristopih organizacije proizvodnje. Razumevanje teh sistemov je pomembno, saj predstavljajo izhodišče za razvoj sodobnih pristopov, kot je vitka proizvodnja, ki bo obravnavana v nadaljevanju naloge (Bhamu in Sangwan, 2018; Das in Dixon, 2024).

Klasični proizvodni sistemi temeljijo na tradicionalnih pristopih organizacije proizvodnje, ki so se razvijali predvsem v obdobju industrijske množične proizvodnje. Njihov glavni cilj je bil doseganje visoke produktivnosti z maksimalno izkoriščenostjo strojev, opreme in delovne sile. V ospredju je bila optimizacija posameznih delov procesa, pogosto brez celovitega pogleda na celoten tok vrednosti (Bhamu in Sangwan, 2018; Das in Dixon, 2024). Ena izmed ključnih značilnosti klasičnih proizvodnih sistemov je potisni (push) princip proizvodnje. V takšnem sistemu proizvodnja temelji na vnaprej pripravljenih planih, napovedih povpraševanja ali dolgoročnih proizvodnih programih. Izdelki se proizvajajo ne glede na dejansko trenutno potrebo naslednje faze procesa ali končnega kupca. Posledično se material in polizdelki »potiskajo« skozi proizvodni proces, kar pogosto vodi v kopičenje zalog med posameznimi operacijami (Sanders idr., 2016; Mayr idr., 2018). Zaradi takšnega načina delovanja so za klasične proizvodne sisteme značilne tudi večje zaloge. Podjetja ustvarjajo varnostne zaloge surovin, nedokončane proizvodnje in končnih izdelkov, da bi se zaščitila pred negotovostjo v dobavi ali povpraševanju. Čeprav zaloge lahko začasno zmanjšajo tveganje zastojev, hkrati povzročajo številne negativne učinke, kot so večji stroški skladiščenja, vezava kapitala, večja potreba po prostoru ter slabša preglednost dejanskega stanja v procesu (Bai idr., 2019; Bhamu in Sangwan, 2018).

Poleg tega klasični proizvodni sistemi pogosto temeljijo na funkcionalni razporeditvi delovnih mest, kjer so stroji in delovna mesta organizirani glede na vrsto operacije (npr. vsi stroji za obdelavo na enem mestu, montaža na drugem). Takšna organizacija sicer omogoča specializacijo, vendar pogosto povzroča daljše transportne poti, več čakanja med operacijami ter slabšo pretočnost materiala skozi proces (Yadav idr., 2020; Maware idr., 2021). Pomembna slabost klasičnih proizvodnih sistemov je tudi daljši pretočni čas. Ker material pogosto čaka med posameznimi fazami, se celoten čas od začetka do konca proizvodnje podaljšuje. To negativno vpliva na odzivnost podjetja, saj se težje prilagaja spremembam v naročilih ali zahtevah kupcev. Poleg tega daljši pretočni časi otežujejo odkrivanje napak, saj se te pogosto pokažejo šele v kasnejših fazah procesa (Palange in Dhatrak, 2021; Costa idr., 2014). V klasičnih sistemih se kakovost pogosto zagotavlja z ločeno kontrolo na koncu procesa, namesto da bi bila vgrajena že v sam potek dela. To pomeni, da se napake odkrijejo razmeroma pozno, kar povečuje stroške popravil ali izmeta. Takšen pristop je manj

učinkovit v primerjavi s sodobnimi sistemi, ki poudarjajo preprečevanje napak že v zgodnjih fazah proizvodnje (Netland, 2016; Das in Dixon, 2024).

Kljub omenjenim slabostim imajo klasični proizvodni sistemi tudi določene prednosti. V stabilnih okoljih z enakomernim povpraševanjem in standardiziranimi izdelki lahko omogočajo visoko stopnjo izkoriščenosti opreme ter razmeroma enostavno planiranje proizvodnje. Prav zato so bili dolgo časa prevladujoč model organizacije proizvodnje v številnih industrijah (Durakovic idr., 2018; Bhamu in Sangwan, 2018). Vendar sodobno poslovno okolje, za katero so značilne hitre spremembe, večja raznolikost izdelkov in višja pričakovanja kupcev, vse bolj razkriva omejitve klasičnih pristopov. Podjetja se zato usmerjajo k fleksibilnejšim in učinkovitejšim proizvodnim sistemom, kot je vitka proizvodnja, ki temelji na drugačnih načelih organizacije dela in upravljanja procesov (Yadav idr., 2020; Maware idr., 2021).

Razumevanje klasičnih proizvodnih sistemov je ključno, saj predstavlja izhodišče za razumevanje sodobnih pristopov. Prav kontrast med potisnim in vlečnim principom, med velikimi zalogami in pretočnim tokom ter med lokalno in celostno optimizacijo jasno pokaže prednosti vitke proizvodnje, ki bo podrobneje predstavljena v naslednjem poglavju (Netland, 2016; Das in Dixon, 2024).

2.1 Prehod iz klasičnih v vitke proizvodne sisteme

Razvoj proizvodnih sistemov je v zadnjih desetletjih potekal v smeri večje fleksibilnosti, učinkovitosti in prilagodljivosti potrebam kupcev. Klasični proizvodni sistemi, ki temeljijo na potisnem principu, večjih zalogah in optimizaciji posameznih delov procesa, so se izkazali kot manj primerni v sodobnem poslovnem okolju, kjer so ključnega pomena hitra odzivnost, kratki dobavni roki in visoka stopnja prilagodljivosti (Bhamu in Sangwan, 2018; Yadav idr., 2020). Z naraščajočo globalno konkurenco, večjo raznolikostjo izdelkov in hitrejšimi spremembami povpraševanja so podjetja začela prepoznavati omejitve tradicionalnih pristopov. Velike zaloge, dolgi pretočni časi in slaba preglednost procesov niso več predstavljali varnosti, temveč oviro za učinkovito poslovanje. Namesto tega se je pojavila potreba po sistemih, ki omogočajo boljši nadzor nad procesi, hitrejše odkrivanje težav ter zmanjševanje izgub (Maware idr., 2021; Palange in Dhattrak, 2021).

Kot odgovor na te izzive se je razvila vitka proizvodnja, ki temelji na drugačni logiki organizacije dela. Namesto potisnega principa uvaja vlečni (pull) sistem, v katerem proizvodnja poteka glede na dejanske potrebe naslednje faze ali kupca. Namesto velikih zalog poudarja pretočnost in minimalne medfazne zaloge. Namesto lokalne optimizacije posameznih delov procesa se osredotoča na celoten tok vrednosti (Sanders idr., 2016; Mayr idr., 2018). Ključna razlika med klasičnimi in vitkimi proizvodnimi sistemi je tudi v pristopu k reševanju problemov. Medtem ko klasični sistemi pogosto težave prikrivajo z zalogami ali dodatnimi kontrolami, vitki pristopi

spodbujajo njihovo zgodnje odkrivanje in odpravljanje vzrokov. S tem podjetja ne izboljšujejo le trenutnega stanja, temveč dolgoročno povečujejo stabilnost in učinkovitost procesov (Netland, 2016; Das in Dixon, 2024).

Prehod iz klasičnih v vitke proizvodne sisteme zato ne pomeni zgolj uvedbe novih orodij, temveč predvsem spremembo načina razmišljanja in organizacijske kulture. Podjetja morajo preiti od razmišljanja, usmerjenega v maksimalno izkoriščenost posameznih virov, k razmišljanju, usmerjenemu v ustvarjanje vrednosti za kupca in optimizacijo celotnega procesa. Ta prehod predstavlja temelj za razumevanje vitke proizvodnje, ki bo podrobneje obravnavana v naslednjem poglavju (Buer idr., 2018; Iranmanesh idr., 2019).

Klasični sistem	Vitki sistem
Push proizvodnja	Pull proizvodnja
Velike zaloge	Minimalne zaloge
Dolgi pretočni časi	Kratki pretočni časi
Lokalna optimizacija	Optimizacija celotnega toka
Napake se odkrivajo na koncu	Napake se preprečujejo sproti

Tabela 1: Klasični sistemi proti vitkim sistemom

(Vir: Bhamu in Sangwan , 2018; Netland, 2016; Sanders idr., 2016)

3 VITKI PROIZVODNI SISTEMI

V tem poglavju predstavljamo teoretična izhodišča vitke proizvodnje, njena temeljna načela, najpogostejše izgube v proizvodnem procesu ter ključna orodja za izboljševanje učinkovitosti. Posebna pozornost je namenjena vplivu vitke proizvodnje na stroške, kakovost, organizacijsko kulturo in sodobne razvojne trende.

3.1 Vitka proizvodnja

V sodobnem poslovnem okolju so proizvodna podjetja izpostavljena vse večjim pritiskom globalne konkurence, hitrim spremembam na trgu, zahtevam po visoki kakovosti izdelkov ter potrebi po hitrem prilagajanju proizvodnje kupčevim zahtevam. Klasični proizvodni sistemi, ki pogosto temeljijo na večjih zalogah, daljših pretočnih časih, funkcionalni razporeditvi delovnih mest in potisnem principu proizvodnje, vse težje zagotavljajo zadostno stopnjo učinkovitosti in prilagodljivosti. Podjetja zato iščejo organizacijske in tehnološke pristope, s katerimi bi lahko izboljšala produktivnost, zmanjšala stroške ter hkrati povečala kakovost in zanesljivost svojih procesov. Eden izmed najpomembnejših sodobnih pristopov na tem področju je vitka proizvodnja (Bhamu in Sangwan, 2018; Anttila idr., 2021). Vitka proizvodnja predstavlja način organizacije proizvodnje, katerega temeljni namen je ustvariti čim večjo vrednost za kupca ob čim manjši porabi virov. Njeno bistvo je v odpravljanju vseh aktivnosti, ki ne prispevajo k dodani vrednosti izdelka ali storitve. To pomeni, da vitka proizvodnja ni usmerjena le v zniževanje stroškov, temveč predvsem v sistematično izboljševanje procesov, zmanjševanje izgub, večjo pretočnost dela in večjo zanesljivost proizvodnje. V tem smislu je vitka proizvodnja mnogo več kot le skupek operativnih orodij; gre za celovito poslovno filozofijo, ki posega na področje organizacije dela, vodenja ljudi, standardizacije procesov, reševanja problemov in organizacijske kulture (Das in Dixon, 2024; Netland, 2016).

Pomen vitke proizvodnje se je dodatno povečal v obdobju, ko podjetja ne tekmujejo več samo s ceno, temveč tudi s hitrostjo odzivanja, fleksibilnostjo, zanesljivostjo dobav in sposobnostjo prilagajanja individualnim potrebam kupcev. V takšnih razmerah velikost proizvodnih kapacitet sama po sebi ne zagotavlja konkurenčne prednosti. Mnogo pomembneje je, kako učinkovito podjetje uporablja razpoložljive vire, kako hitro prepoznava težave v procesu in kako uspešno odpravlja vzroke za neučinkovitost. Prav tukaj se pokaže pomen vitke proizvodnje, saj podjetjem omogoča, da s premišljenim oblikovanjem procesov dosegajo boljše rezultate brez nujno velikih dodatnih vlaganj v opremo ali delovno silo (Palange in Dhattrak, 2021; Bai idr., 2019). V strokovni literaturi se vitka proizvodnja pogosto povezuje z razvojem Toyota Production System, ki velja za izhodišče sodobnih vitkih pristopov. Čeprav se je koncept skozi desetletja razširil in prilagodil različnim industrijam ter organizacijskim okoljem, ostajajo njegova temeljna načela enaka: osredotočenost na

kupca, odprava izgub, standardizacija dela, stalen tok materiala in informacij ter neprestano izboljševanje procesov (Das in Dixon, 2024; Anttila idr., 2021). Sodobna podjetja teh načel ne prevzemajo zgolj zaradi zgodovinske uspešnosti Toyote, temveč predvsem zato, ker raziskave potrjujejo, da dosledna uporaba vitkih principov vodi k boljšim operativnim in poslovnim rezultatom.

Vitka proizvodnja se tako bistveno razlikuje od tradicionalnega razumevanja proizvodnje. Medtem ko klasični sistemi pogosto delujejo po logiki maksimiranja izkoriščenosti posameznih strojev ali oddelkov, vitka proizvodnja izhaja iz logike celotnega toka vrednosti. To pomeni, da ni najpomembnejše, ali posamezen stroj deluje ves čas, temveč ali celoten proces od prejema naročila do končnega izdelka poteka hitro, zanesljivo in brez nepotrebnih izgub. Posamezno lokalno optimiziranje, ki je pogosto značilno za klasično proizvodnjo, lahko namreč povzroča ozka grla, čakanje med fazami, kopičenje medfaznih zalog in slabšo preglednost procesa. Vitki pristop pa si prizadeva uskladiti vse aktivnosti tako, da material in informacije tečejo čim bolj neprekinjeno in čim bolj skladno s potrebami kupca (Bhamu in Sangwan, 2018; Yadav idr., 2020).

Vitka proizvodnja temelji na prepričanju, da je mogoče skoraj vsak proces izboljšati. V ospredju je ideja, da neučinkovitost ni nekaj samoumevnega ali neizogibnega, temveč je posledica pomanjkljivo zasnovanih procesov, neustrezne organizacije dela, slabega pretoka informacij ali pomanjkanja standardov. Zato vitka proizvodnja od podjetij zahteva kritičen pogled na obstoječe stanje. Podjetje mora prepoznati, kje v procesu nastajajo izgube, zakaj prihaja do zastojev, od kod izhajajo napake in zakaj določeni postopki trajajo dlje, kot bi bilo potrebno. Šele ko organizacija začne sistematično opazovati svoje procese in meriti njihove rezultate, lahko vzpostavi trdne temelje za izboljšave (Maware in Parsley, 2022; Netland, 2016). Pomembna prednost vitke proizvodnje je tudi v tem, da podjetjem omogoča doseganje izboljšav na več ravneh hkrati. Na operativni ravni se kaže v krajših časih ciklov, manjšem številu napak, boljši razporeditvi delovnih mest in učinkovitejši uporabi delovne opreme. Na organizacijski ravni se izraža v večji transparentnosti procesov, boljši komunikaciji med oddelki in večji vključenosti zaposlenih v izboljšave. Na poslovni ravni pa se odraža v nižjih stroških, boljši kakovosti, večji zanesljivosti dobav in posledično večji konkurenčnosti podjetja (Iranmanesh idr., 2019; Abu idr., 2019).

Vitka proizvodnja je posebej pomembna za manjša in srednje velika proizvodna podjetja, ki imajo pogosto omejene finančne, prostorske in kadrovske vire. Prav v takšnih podjetjih so lahko izgube zaradi neurejenih delovnih mest, nepotrebnih premikov, slabega planiranja in dolgih nastavitvev še posebej izrazite. Z uvedbo vitkih principov lahko taka podjetja brez velikih investicij pomembno izboljšajo organizacijo dela in učinkovitost procesov. To potrjujejo tudi raziskave, ki ugotavljajo, da je vitka proizvodnja uporaben okvir za izboljšave v različnih industrijskih panogah, ne glede na velikost podjetja ali vrsto proizvodnje (Abu idr., 2019; Maware idr., 2021).

Pomembno je poudariti, da vitka proizvodnja ni enkratni projekt, ki bi ga bilo mogoče hitro uvesti in zaključiti. Gre za dolgoročen proces organizacijskega učenja, pri katerem mora podjetje razviti nove načine razmišljanja in delovanja. Če podjetje vitko proizvodnjo razume zgolj kot skupek tehnik za znižanje stroškov, bodo rezultati praviloma omejeni in kratkotrajni. Če pa jo razume kot celovit sistem stalnega izboljševanja, lahko vitki pristop postane pomemben temelj dolgoročnega razvoja podjetja (Lukežič, 2020; Rajšp, 2021).

3.2 Temeljna načela vitke proizvodnje

Razumevanje vitke proizvodnje zahteva poznavanje njenih temeljnih načel, saj prav ta predstavljajo osnovo za uvajanje konkretnih metod in orodij v prakso. Čeprav različni avtorji poudarjajo nekoliko različne vidike vitkosti, se večina strinja, da je jedro vitke proizvodnje v ustvarjanju vrednosti za kupca, odpravljanju izgub, zagotavljanju neprekinjenega toka, vzpostavitvi proizvodnje po dejanskih potrebah ter stalnem izboljševanju procesov (Bhamu in Sangwan, 2018; Das in Dixon, 2024).

Prvo načelo vitke proizvodnje je osredotočenost na vrednost. Vrednost določa kupec, kar pomeni, da niso vse aktivnosti znotraj podjetja enako pomembne. Aktivnosti, za katere kupec ni pripravljen plačati oziroma ne prispevajo h kakovosti, funkcionalnosti ali zanesljivosti izdelka, ne ustvarjajo dodane vrednosti. Takšne aktivnosti predstavljajo potencialne izgube, zato jih mora podjetje prepoznati in jih po možnosti odpraviti. Takšen način razmišljanja zahteva spremembo perspektive: podjetje mora proces opazovati ne z vidika notranjih navad, temveč z vidika tega, kaj zares prispeva h kupčevi zaznani vrednosti izdelka (Abu idr., 2019; Das in Dixon, 2024).

Drugo načelo je analiza toka vrednosti. To pomeni, da podjetje ne opazuje zgolj posameznih operacij, temveč celotno zaporedje aktivnosti od vhodnega materiala do končnega izdelka. Pri tem identificira korake, ki dodajajo vrednost, in tiste, ki je ne dodajajo. Analiza toka vrednosti je pomembna zato, ker se izgube pogosto ne skrivajo samo znotraj posameznega delovnega mesta, temveč predvsem v prehodih med procesi, v čakanju, transportu, nepotrebnih administraciji in neusklajenosti med oddelki. Vitko podjetje zato ne optimizira le izoliranih delov procesa, ampak skuša izboljšati celoten tok dela (Yadav idr., 2020; Maware idr., 2021).

Tretje načelo je vzpostavitev neprekinjenega toka. V praksi to pomeni, da morajo material, informacije in delo skozi proces potekati čim bolj enakomerno, brez nepotrebnih zastojev, vračanj, čakanja ali kopičenja zaloga. Neprekinjen tok je pomemben, ker zmanjšuje pretočne čase, povečuje preglednost in omogoča hitrejše odkrivanje težav. Če se material v procesu zadržuje, to pogosto pomeni, da nekatere obstaja neučinkovitost, ki jo je treba raziskati. Vitka proizvodnja zato spodbuja oblikovanje procesov, v katerih je tok dela čim bolj linearen, jasen in pregleden (Palange in Dhattrak, 2021; Costa idr., 2014).

Četrto načelo je vlečni princip proizvodnje. Namesto da bi podjetje proizvajalo na zalogo ali po internem planu brez neposredne povezave s povpraševanjem, vitki pristop zagovarja proizvodnjo glede na dejanske potrebe naslednje faze procesa ali končnega kupca. S tem se zmanjšuje nevarnost prekomerne proizvodnje, ki je v literaturi pogosto označena kot ena najresnejših oblik izgube, saj sproža tudi številne druge izgube, kot so presežne zaloge, dodaten transport, skladiščenje in večje tveganje zastaranja izdelkov (Sanders idr., 2016; Mayr idr., 2018).

Peto načelo je stalno izboljševanje. V vitki proizvodnji izboljšave niso enkratni dogodek, temveč neprekinjen proces, ki vključuje vsakodnevno iskanje boljših rešitev. Organizacija mora zato razviti kulturo, v kateri zaposleni aktivno opazujejo delo, zaznavajo probleme, predlagajo izboljšave in sodelujejo pri uvajanju sprememb. Stalno izboljševanje zahteva disciplino, merjenje rezultatov, preverjanje učinkov ukrepov in pripravljenost na sprotno učenje. Prav zaradi tega je vitka proizvodnja tesno povezana s konceptom Kaizen, ki poudarja pomen postopnih, a stalnih izboljšav (Lukežič, 2020; Rajšp, 2021).

3.3 Izgube v proizvodnem procesu

Eden izmed temeljnih konceptov vitke proizvodnje je odpravljanje izgub. Izguba pomeni vsako aktivnost, ki porablja čas, prostor, material, energijo ali delo, ne da bi pri tem ustvarjala vrednost za kupca. V klasičnih proizvodnih okoljih se izgube pogosto sčasoma normalizirajo, saj postanejo del vsakodnevne rutine. Zaposleni se navadijo na čakanje na material, nepotrebne premike med delovnimi mesti, medfazne zaloge, ponavljanje določenih kontrol ali iskanje orodij in dokumentacije. Vitka proizvodnja pa izhaja iz predpostavke, da je takšne pojave treba prepoznati kot problem in jih sistematično odpravljati (Bhamu in Sangwan, 2018; Das in Dixon, 2024).

Med najpogosteje opredeljene izgube sodijo prekomerna proizvodnja, čakanje, nepotreben transport, nepotrebni premiki zaposlenih, prekomerne zaloge, nepotrebna ali preveč zapletena obdelava ter napake. Mnogi avtorji dodajajo še osmo izgubo, in sicer neizkoriščen potencial zaposlenih, saj podjetja pogosto ne vključujejo dovolj njihovih predlogov, znanja in izkušenj v izboljševanje procesov (Maware idr., 2021; Abu idr., 2019). Prekomerna proizvodnja velja za eno najnevarnejših izgub, ker pogosto povzroča nastanek drugih izgub. Če podjetje proizvaja več, kot je potrebno, se povečujejo zaloge, zaseda se prostor, povečuje se potreba po skladiščenju, težje je odkrivati napake, poleg tega pa se zmanjšuje prilagodljivost ob spremembah naročil. Čakanje predstavlja izgubo, kadar zaposleni, material ali stroji niso v uporabi zaradi neusklajenosti procesov, zastojev ali slabe organizacije dela. Nepotreben transport in nepotrebni premiki povečujejo čas izdelave, obremenjujejo zaposlene in ne prispevajo k vrednosti izdelka (Palange in Dhattrak, 2021; Costa idr., 2014).

Presežne zaloge so pogosto posledica nezaupanja v proces, slabe povezanosti med fazami proizvodnje ali predolgih nastavitvev in menjav. Če podjetje med posameznimi operacijami ustvarja velike varnostne zaloge, s tem sicer začasno zakrije težave, vendar jih ne odpravi. Ravno nasprotno: zaloge pogosto prikrivajo neučinkovitost procesa. Vitka proizvodnja zato spodbuja zmanjševanje zalog, saj ravno manjše zaloge hitreje razkrijejo odstopanja, napake in nestabilnost v procesu (Mayr idr., 2018; Sanders idr., 2016). Napake in popravila predstavljajo izgubo ne samo zaradi dodatnega časa in materiala, temveč tudi zato, ker zmanjšujejo zanesljivost procesa in zaupanje kupcev. V vitki proizvodnji kakovost ni razumljena kot rezultat končne kontrole, temveč kot značilnost stabilnega procesa. Zato je cilj vitkih sistemov napake preprečevati čim bolj zgodaj in jih odpravljati pri izvoru, ne šele na koncu procesa (Costa idr., 2014; Netland, 2016).

Odpravljanje izgub je možno le, če podjetje razvije sposobnost njihovega prepoznavanja. To zahteva sistematično opazovanje dela, analizo podatkov, sodelovanje zaposlenih in jasno določene kazalnike uspešnosti. Izgube namreč pogosto niso takoj vidne v računovodskih podatkih, ampak se kažejo v izgubljenem času, nepotrebni gibanjih, neizkoriščenem prostoru in obremenjenosti zaposlenih. Zato vitka proizvodnja spodbuja uporabo vizualnega vodenja, standardizacije dela, merjenja pretočnih časov in neposrednega opazovanja procesov na mestu nastanka vrednosti (Hernandez-Matias idr., 2019; Lukežič, 2020).

3.4 Orodja in elementi vitke proizvodnje

Vitka proizvodnja se v praksi uresničuje s pomočjo različnih metod, orodij in organizacijskih pristopov. Ta orodja podjetjem ne služijo sama sebi, ampak so namenjena temu, da se vitka načela pretvorijo v konkretne izboljšave v delovnem okolju. Čeprav nobeno posamezno orodje samo po sebi ne zagotavlja vitkosti, pravilna kombinacija in dosledna uporaba orodij pomembno prispevata k večji stabilnosti procesov, boljši kakovosti in večji produktivnosti (Costa idr., 2014; Das in Dixon, 2024).

3.4.1 Metoda 5S

Metoda 5S sodi med osnovna orodja vitke proizvodnje, saj je usmerjena v urejenost, preglednost in standardizacijo delovnega mesta (slika 1). Urejeno delovno okolje zmanjšuje iskanje orodij, nepotrebne premike, nevarnost napak in možnost zastojev. Poleg tega omogoča hitrejše zaznavanje nepravilnosti in ustvarja osnovo za nadaljnje izboljšave. V podjetjih se 5S pogosto uporablja kot prvi korak v vitki preobrazbi, saj zaposlenim konkretno pokaže, kako lahko že z organizacijo delovnega prostora izboljšajo učinkovitost dela (Rajšp, 2021; Bokun, 2016).



Slika 1: 5S program v praksi
(Vir: Bokun, 2016)

3.4.2 Standardizirano delo

Standardizacija dela pomeni, da podjetje za posamezne operacije določi najboljši znani način izvedbe, ki postane skupno izhodišče za delo. Standardizirano delo je pomembno, ker zmanjšuje variabilnost, omogoča lažje usposabljanje zaposlenih in ustvarja osnovo za primerjavo rezultatov. Brez standarda je težko oceniti, ali je določena sprememba res izboljšava. Zato standardizacija v vitki proizvodnji ne pomeni togosti, temveč stabilno izhodišče, iz katerega se lahko proces nato načrtno izboljšuje (Netland, 2016; Lukežič, 2020).

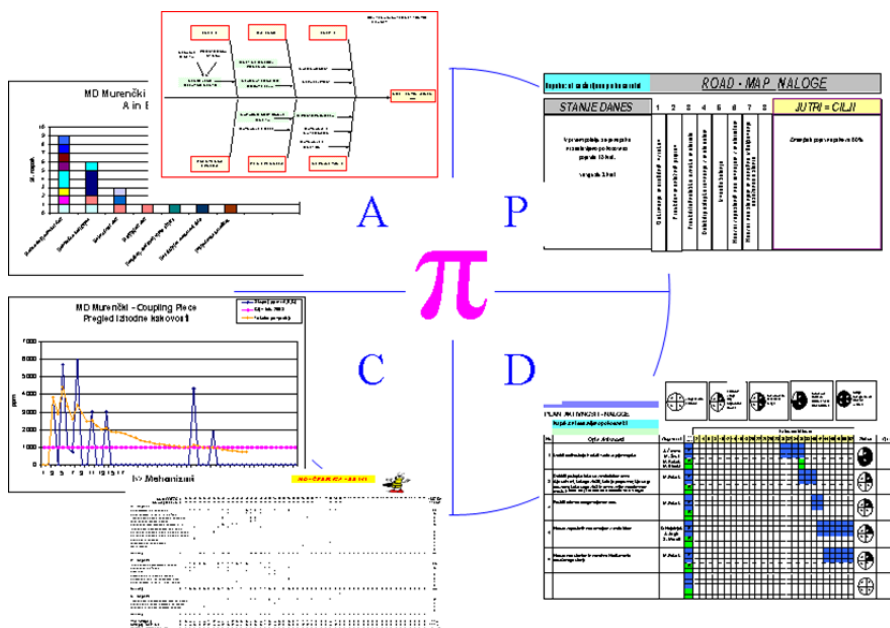
3.4.3 Kaizen

Kaizen pomeni stalno izboljševanje in je eden ključnih elementov vitke filozofije. Njegovo bistvo je v tem, da izboljšave niso rezervirane samo za vodstvo ali zunanje svetovalce, temveč so del vsakodnevnega dela vseh zaposlenih. Kaizen spodbuja kulturo, v kateri zaposleni predlagajo izboljšave, opozarjajo na izgube in sodelujejo pri uvajanju rešitev. Takšna organizacijska kultura pomembno vpliva na dolgoročno uspešnost vitke transformacije, saj izboljšave ne temeljijo samo na enkratnih posegih, ampak na trajnem učenju organizacije (Rajšp, 2021; Iranmanesh idr., 2019).

Eno izmed najpomembnejših orodij v okviru pristopa Kaizen je PDCA krog (Plan–Do–Check–Act) (slika 2), ki predstavlja osnovni model za sistematično uvajanje izboljšav v podjetju. Gre za ciklični proces, s katerim organizacija načrtuje spremembe, jih preizkusi v praksi, preveri njihove učinke ter na podlagi ugotovitev sprejme nadaljnje ukrepe. Bistvo PDCA pristopa je, da izboljševanje ni enkratni dogodek, temveč neprekinjen proces učenja, prilagajanja in izpopolnjevanja delovnih postopkov, zato ga literatura pogosto obravnava kot eno izmed osrednjih operativnih orodij Kaizena in stalnega izboljševanja procesov (Lukežič, 2020; Rajšp, 2021; Das in Dixon, 2024).

PDCA krog se začne s fazo P – Plan (načrtuj), v kateri podjetje prepozna problem, opredeli trenutno stanje, določi cilje izboljšave in pripravi načrt aktivnosti. V tej fazi se zbirajo podatki, analizirajo vzroki problema ter določijo nosilci in roki izvedbe. Sledi faza D – Do (izvedi), v kateri se načrtovane aktivnosti prenesejo v prakso, pogosto najprej v omejenem obsegu, da se preveri njihova uporabnost v realnem procesu. Tretja faza je C – Check (preveri), v kateri podjetje primerja dosežene rezultate z zastavljenimi cilji ter oceni uspešnost izvedenih ukrepov s pomočjo kazalnikov, tabel, grafov ali drugih analitičnih orodij. Zadnja faza je A – Act (ukrepaj), v kateri se uspešne rešitve standardizirajo in vključijo v redni delovni proces, v primeru neuspeha pa se ponovno analizirajo vzroki in pripravi nov načrt izboljšav (Lukežič, 2020; Rajšp, 2021).

Pomembna značilnost PDCA kroga je njegova ponovljivost, saj se po zaključku enega cikla proces izboljševanja ne konča, ampak se nadaljuje na višji ravni. Prav zato je PDCA posebej pomemben v proizvodnem okolju, kjer omogoča strukturirano reševanje problemov na področju kakovosti, pretočnosti, stroškov in organizacije dela. Njegova prednost je v tem, da izboljšave temeljijo na načrtnem pristopu, preverjanju rezultatov in učenju iz prakse, ne pa na naključnih odločitvah, kar bistveno prispeva k razvoju kulture stalnih izboljšav v podjetju (Netland, 2016; Maware in Parsley, 2022).



Slika 2: Kaizen orodja
(Vir: Aichouni idr., 2021)

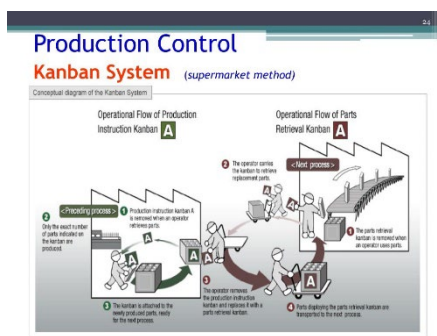
3.4.4 Kanban in vlečni sistemi

Kanban je eno izmed ključnih orodij vitke proizvodnje, ki podpira vlečni (pull) princip proizvodnje. Njegova osnovna naloga je usklajevanje toka materiala in informacij

tako, da posamezna faza procesa proizvaja le tisto, kar zahteva naslednja faza, in sicer v točno določeni količini ter ob pravem času. Na ta način se preprečuje prekomerna proizvodnja, ki predstavlja eno izmed največjih izgub v proizvodnih sistemih. Kanban sistem temelji na vizualnih signalih, najpogosteje v obliki kartic, oznak ali elektronskih signalov, ki sprožijo proizvodnjo ali premik materiala med posameznimi delovnimi mesti (Mayr idr., 2018; Sanders idr., 2016).

V nasprotju s potisnim (push) sistemom, v katerem proizvodnja temelji na napovedih in planih, Kanban omogoča, da proizvodnjo dejansko »vleče« povpraševanje iz naslednje faze procesa. To pomeni, da vsaka delovna operacija deluje kot dobavitelj naslednji operaciji, ki predstavlja njenega notranjega kupca. Takšen pristop bistveno izboljša pretočnost materialnega toka, zmanjša nepotrebne zastoje in omogoča boljšo preglednost stanja v proizvodnji (Buer idr., 2018; Netland, 2016). Pomembna prednost Kanban sistema je tudi zmanjševanje medfaznih zalog, saj se material proizvaja in premika le po potrebi. S tem podjetja zmanjšujejo vezavo kapitala v zalogah, optimizirajo izrabo prostora in izboljšujejo odzivnost na spremembe v povpraševanju. Poleg tega Kanban prispeva k večji transparentnosti procesov, saj omogoča hitro zaznavanje ozkih grl, zastojev ali odstopanj v proizvodnji (Maware idr., 2021; Mayr idr., 2018).

Kanban se pogosto uporablja v povezavi s konceptom Just-in-Time (JIT), pri katerem je cilj zagotoviti pravo količino materiala ob pravem času in na pravem mestu. V praksi se Kanban sistem lahko izvaja na različne načine, od fizičnih kartic do digitalnih rešitev, vendar je osnovno načelo vedno enako – proizvodnja se sproži šele, ko obstaja dejanska potreba. Na ta način Kanban predstavlja pomembno orodje za doseganje večje učinkovitosti, nižjih stroškov in boljše organiziranosti proizvodnih procesov v sodobnih podjetjih (Maware idr., 2021).



Slika 3: Kanban sistem
(Vir: Kamble idr., 2020)

3.4.5 SMED

SMED predstavlja eno ključnih orodij vitke proizvodnje, namenjeno sistematičnemu skrajševanju časov menjav in nastavitvev proizvodnih strojev. Dolgi nastavitveni časi

pogosto vodijo podjetja v proizvodnjo večjih serij, saj želijo zmanjšati pogostost menjav. Posledično to povzroča povečanje zalog, zmanjšano fleksibilnost ter slabšo odzivnost na spremembe tržnega povpraševanja, kar negativno vpliva na konkurenčnost podjetja (Bhamu in Sangwan, 2018; Durakovic idr., 2018). Z uporabo metode SMED podjetja analizirajo posamezne korake nastavitvenega procesa ter ločujejo notranje aktivnosti (ki zahtevajo zaustavitev stroja) od zunanjih (ki jih je mogoče izvesti med delovanjem). S tem pristopom je mogoče bistveno skrajšati čase menjav, povečati razpoložljivost opreme in izboljšati pretočnost proizvodnje. Krajši časi nastavitve omogočajo prehod na manjše proizvodne serije, ki so bolj usklajene z dejanskimi potrebami kupcev (Mayr idr., 2018; Costa idr., 2014). Raziskave kažejo, da uvedba SMED prispeva tudi k zmanjšanju operativnih stroškov, izboljšanju izkoriščenosti virov ter večji agilnosti podjetij, kar je v sodobnem dinamičnem poslovnem okolju ključnega pomena (Palange in Dhatrak, 2021; Irfan idr., 2025).

3.4.6 Vizualno vodenje

Vizualno vodenje (visual management) je pomemben element vitke proizvodnje, ki temelji na uporabi vizualnih signalov za hitro in enostavno razumevanje stanja procesov. Vključuje uporabo tabel, grafov, barvnih oznak, signalnih luči, označenih delovnih območij in drugih vizualnih pripomočkov, ki zaposlenim omogočajo takojšen vpogled v potek dela (Rajšp, 2021; Costa idr., 2014). Glavni namen vizualnega vodenja je povečati transparentnost procesov ter omogočiti hitro prepoznavanje odstopanj. Težave postanejo vidne že v začetni fazi, kar omogoča takojšnje ukrepanje in preprečevanje večjih motenj v proizvodnem procesu. Takšen pristop zmanjšuje odvisnost od kompleksnih poročil in povečuje učinkovitost komunikacije med zaposlenimi (Bhamu in Sangwan, 2018). Poleg tega vizualni sistemi spodbujajo standardizacijo dela, večjo disciplino in odgovornost zaposlenih, saj jasno prikazujejo cilje, rezultate in odstopanja. S tem prispevajo k izboljšanju operativne učinkovitosti ter razvoju kulture stalnega izboljševanja v organizaciji (Hernandez-Matias idr., 2019; Iranmanesh idr., 2019).

3.4.7 TPM in vzdrževanje opreme

Celovito produktivno vzdrževanje (TPM) je ključen pristop za zagotavljanje zanesljivega delovanja proizvodne opreme v vitkem proizvodnem sistemu. V vitki proizvodnji so nepredvideni izpadi strojev posebej problematični, saj povzročajo motnje v toku procesa, povečujejo stroške in zmanjšujejo kakovost izdelkov (Das in Dixon, 2024; Maware in Parsley, 2022). TPM temelji na preventivnem in avtonomnem vzdrževanju, pri katerem poleg vzdrževalnega osebja sodelujejo tudi operaterji. Ti izvajajo osnovna vzdrževalna dela, kot so čiščenje, pregledovanje in manjša popravila, kar povečuje njihovo odgovornost za opremo in zmanjšuje verjetnost okvar. Takšen pristop prispeva k večji stabilnosti proizvodnih procesov in izboljšani učinkovitosti (Costa idr., 2014; Jayanth idr., 2020). Raziskave potrjujejo, da TPM

pomembno vpliva na zmanjšanje izgub, izboljšanje razpoložljivosti opreme ter povečanje produktivnosti podjetij. Poleg tega prispeva tudi k izboljšanju kakovosti izdelkov in varnosti delovnega okolja, kar je ključno za dolgoročno uspešnost organizacij (Abu idr., 2019; Yadav idr., 2020).

3.5 Vpliv vitke proizvodnje na učinkovitost, stroške in kakovost

Eden glavnih razlogov za uvedbo vitke proizvodnje je izboljšanje učinkovitosti proizvodnega procesa. Učinkovitost se v tem kontekstu ne nanaša le na hitrost dela, temveč na sposobnost podjetja, da z določenimi viri dosega čim boljše rezultate. Vitki pristopi prispevajo k izboljšanju učinkovitosti predvsem s skrajševanjem pretočnih časov, zmanjšanjem nepotrebnih aktivnosti, boljšo izrabo opreme ter večjo usklajenostjo med posameznimi fazami procesa (Palange in Dhattrak, 2021; Buer idr., 2021). Na področju stroškov vitka proizvodnja učinkuje predvsem posredno, vendar zelo izrazito. Z zmanjšanjem napak se zmanjšajo stroški popravil in izmeta. Z zmanjšanjem zalog se zmanjšajo stroški skladiščenja in vezanega kapitala. Z boljšim pretokom materiala se zmanjšajo stroški notranjega transporta. Z boljšo organizacijo delovnega prostora in standardizacijo dela pa se zmanjšujejo izgube časa in delovne obremenitve. Tako podjetje ne znižuje stroškov zgolj s pritiskom na cene materiala ali dela, temveč predvsem z odpravo neučinkovitosti znotraj lastnih procesov (Bai idr., 2019; Iranmanesh idr., 2019).

Vitka proizvodnja pomembno vpliva tudi na kakovost. V vitkem sistemu kakovost ni razumljena kot ločena funkcija kontrole, temveč kot rezultat dobro organiziranega in stabilnega procesa. Če je proces standardiziran, pregleden in nadzorovan, je možnost nastanka napak manjša. Poleg tega vitki sistemi omogočajo hitrejšo odkrivanje odstopanj, saj manjše zaloge in boljši tok hitreje razkrijejo težave, ki bi v klasičnih sistemih ostale prikriti. Zato se kakovost v vitki proizvodnji izboljšuje ne samo z več kontrolami, ampak predvsem z boljšo zasnovo samega procesa (Netland, 2016; Costa idr., 2014).

3.6 Vloga vodstva, zaposlenih in organizacijske kulture

Uspešna uvedba vitke proizvodnje ni odvisna zgolj od uporabe tehničnih orodij, temveč tudi od ljudi, ki te spremembe izvajajo. Več avtorjev poudarja, da je prav podpora vodstva eden odločilnih dejavnikov uspeha ali neuspeha vitke transformacije. Vodstvo mora jasno opredeliti cilje, zagotoviti potrebne pogoje za spremembe, podpirati usposabljanje zaposlenih in spodbujati kulturo odprtega reševanja problemov (Alefari idr., 2017; Netland, 2016).

Zaposleni imajo pri vitki proizvodnji posebno pomembno vlogo, saj prav oni najbolj poznajo vsakodnevne težave v procesu. Če jih podjetje dojema le kot izvajalce navodil, izgubi dragocen vir znanja in izkušenj. Če pa jih aktivno vključuje v analizo

težav in iskanje izboljšav, se povečujeta tako kakovost rešitev kot tudi njihova pripravljenost za sodelovanje pri spremembah. Zato vitka proizvodnja spodbuja timsko delo, vizualno komuniciranje ciljev, povratne informacije in redno spremljanje rezultatov na ravni delovnih skupin (Hernandez-Matias idr., 2019; Rajšp, 2021).

Organizacijska kultura je pri tem ključnega pomena. Če v podjetju prevladuje kultura skrivanja težav, iskanja krivcev in pasivnega odnosa do sprememb, bo vitka transformacija težko uspela. Če pa podjetje spodbuja učenje, odprto komunikacijo in prevzemanje odgovornosti za izboljšave, se možnosti za uspešno uvedbo vitkih principov bistveno povečajo. Vitka proizvodnja je zato pogosto opisana kot kulturna sprememba in ne zgolj operativna reorganizacija (Iranmanesh idr., 2019; Lukežič, 2020).

3.7 Izzivi in nevarnosti pri prehodu v vitko proizvodnjo

Kljub številnim prednostim uvedba vitke proizvodnje ni enostavna. Podjetja se pri prehodu pogosto srečujejo z različnimi ovirami, ki lahko upočasnijo ali celo preprečijo uspešno uvedbo vitkih principov. Med najpogostejšimi izzivi so odpor zaposlenih do sprememb, pomanjkanje podpore vodstva, nejasno definirani cilji, nezadostno znanje o vitkih pristopih ter napačno razumevanje vitke proizvodnje kot zgolj nabora orodij za zniževanje stroškov (Maware in Parsley, 2022; Abu idr., 2019). Odpor do sprememb je razumljiv, saj vitka proizvodnja pogosto poseže v ustaljene delovne navade, organizacijo prostora, odgovornosti zaposlenih in način spremljanja rezultatov. Če zaposleni spremembe razumejo kot dodaten pritisk ali kot grožnjo, se lahko pojavi pasiven ali aktiven odpor. Zato je pomembno, da podjetje vitko proizvodnjo uvaja postopno, transparentno in z jasno razlago koristi za organizacijo in zaposlene (Alefari idr., 2017; Maware in Parsley, 2022).

Nevarnost predstavlja tudi površinska uvedba vitkih orodij. Nekatera podjetja uvedejo 5S, vizualne table ali Kaizen obrazce, vendar brez resnične spremembe v razumevanju procesov in brez dolgoročne podpore vodstva. V takšnih primerih vitki pristopi pogosto postanejo formalnost brez dejanskega vpliva na rezultate. Podjetje lahko sicer kratkoročno doseže nekatere manjše izboljšave, vendar brez systemskega pristopa rezultati praviloma niso trajni (Netland, 2016; Yadav idr., 2020). Poleg organizacijskih in človeških dejavnikov lahko izzive predstavljajo tudi tehnične in procesne posebnosti podjetja. Proizvodna podjetja se razlikujejo glede na vrsto izdelkov, velikost serij, avtomatizacijo, razporeditev opreme in zahteve kupcev. Zato ni mogoče pričakovati, da bo ista rešitev enako učinkovita v vseh okoljih. Uspešna vitka transformacija zahteva prilagoditev načel in orodij konkretnemu proizvodnemu okolju, njegovim omejitvam in razvojnim možnostim (Yadav idr., 2020; Maware idr., 2021).

3.8 Vitka proizvodnja in sodobni razvojni trendi

V zadnjih letih se vitka proizvodnja vse pogosteje povezuje z digitalizacijo in konceptom Industrije 4.0. Sodobne tehnologije, kot so internet stvari, pametni senzorji, podatkovna analitika, digitalni dvojčki in avtomatizirani sistemi spremljanja proizvodnje, lahko pomembno podpirajo cilje vitke proizvodnje. Njihova vloga je predvsem v tem, da omogočajo hitrejši dostop do podatkov, boljši nadzor procesov in hitrejše zaznavanje odstopanj (Buer idr., 2018; Sony, 2018). Pomembno pa je, da digitalizacija sama po sebi ne more nadomestiti vitkega razmišljanja. Če podjetje digitalizira neučinkovit proces, ta proces ostane neučinkovit, le da je zdaj podprt z novo tehnologijo. Zato več avtorjev poudarja, da so najboljši rezultati doseženi takrat, ko podjetje najprej stabilizira in poenostavi procese po vitkih principih, nato pa jih nadgradi z digitalnimi rešitvami (Sanders idr., 2016; Buer idr., 2021; Mayr idr., 2018). Povezava med vitkostjo in digitalizacijo je za proizvodna podjetja posebej pomembna, ker omogoča kombinacijo procesne discipline in tehnološke podpore. Vitki principi prispevajo k preglednosti, stabilnosti in zmanjšanju izgub, digitalne tehnologije pa omogočajo hitrejše merjenje, boljšo sledljivost in učinkovitejše odločanje. Takšna kombinacija lahko dodatno izboljša operativno uspešnost in konkurenčnost podjetij v sodobnem industrijskem okolju (Kamble idr., 2020; Varela idr., 2019).

3.9 Pomen vitke proizvodnje za proizvodna podjetja

Na podlagi pregleda literature je mogoče ugotoviti, da vitka proizvodnja predstavlja enega izmed najbolj celovitih in praktično uporabnih pristopov za izboljšanje delovanja proizvodnih podjetij. Njena vrednost je v tem, da povezuje organizacijo dela, upravljanje procesov, vključevanje zaposlenih, standardizacijo in stalno izboljševanje v enoten sistem. S tem podjetjem omogoča, da izboljšujejo rezultate ne samo na posameznih delovnih mestih, ampak na ravni celotnega proizvodnega toka. Za proizvodna podjetja, ki se soočajo z omejenimi viri, pritiski na stroške, zahtevami po večji kakovosti ter potrebo po krajših dobavnih rokih, je vitka proizvodnja še posebej pomembna. Z njeno pomočjo je mogoče zmanjšati izgube, povečati produktivnost, skrajšati proizvodne čase in izboljšati organizacijsko kulturo. Prav zato jo sodobna literatura obravnava kot pomemben vir konkurenčne prednosti v industrijskem okolju (Bai idr., 2019; Iranmanesh idr., 2019; Buer idr., 2021).

4 PRAKTIČNI DEL

4.1 Obstoječe stanje v proizvodnem podjetju

V proizvodnem podjetju si vodstvo nenehno prizadeva za izboljšanje učinkovitosti proizvodnega procesa, zmanjšanje stroškov ter povečanje kakovosti izdelkov. Zaradi naraščajoče konkurence, krajših dobavnih rokov in večje raznolikosti naročil postaja optimizacija proizvodnje ključnega pomena za dolgoročno uspešnost podjetja. V okviru teh prizadevanj podjetje preučuje možnosti uvedbe vitkih proizvodnih principov, ki bi lahko izboljšali pretočnost procesov in zmanjšali izgube. Trenutno proizvodni proces še vedno temelji na klasični organizaciji proizvodnje, kar pomeni, da proizvodnja poteka po potisnem (push) principu. Čeprav tak pristop omogoča stabilno izvajanje proizvodnje, se v praksi pojavljajo številne neučinkovitosti, ki negativno vplivajo na produktivnost in fleksibilnost podjetja.

4.1.1 Posnetek stanja

Proizvodni proces v obravnavanem podjetju temelji na serijski proizvodnji kovinskih komponent, ki se uporabljajo v avtomobilski in elektroindustriji. Proizvodnja poteka v več zaporednih fazah, ki vključujejo pripravo materiala (rezanje), mehansko obdelavo (struženje, rezkanje), sestavljanje komponent ter končno kontrolo kakovosti. Proces je organiziran linearno, vendar zaradi funkcionalne razporeditve delovnih mest tok materiala ni neprekinjen, temveč vključuje številne prekinitve.

Materialni tok se začne v skladišču surovin, kjer se material pripravi glede na proizvodni plan. Nato se premika skozi posamezne proizvodne faze, pri čemer se med operacijami pogosto začasno skladišči. Tak način dela povzroča nastanek medfaznih zalog, ki zmanjšujejo preglednost nad proizvodnjo in podaljšujejo skupni pretočni čas izdelka. Planiranje proizvodnje v podjetju temelji na potisnem (push) principu. Proizvodnja se izvaja na podlagi vnaprej pripravljenih planov in napovedi, ne pa na podlagi dejanskih potreb naslednje faze ali kupca. Posledično se posamezne operacije izvajajo neodvisno druga od druge, kar vodi v neskladja med delovnimi mesti, kopičenje materiala in občasna ozka grla v procesu.

Delovna mesta so organizirana funkcionalno, kar pomeni, da so stroji iste vrste združeni na istem območju (npr. vsi stružni stroji skupaj, vsi rezkalni stroji skupaj). Takšna organizacija omogoča visoko stopnjo specializacije, vendar povzroča daljše transportne poti in večkratno premeščanje materiala. V praksi to pomeni, da se izdelek med proizvodnjo večkrat premika med različnimi oddelki, kar povečuje čas izdelave in obremenjuje zaposlene.

Dodaten izziv predstavlja neenakomerna obremenjenost delovnih mest. V določenih fazah proizvodnje prihaja do zastojev, medtem ko so druge faze premalo izkoriščene. To povzroča čakanje materiala in zaposlenih ter zmanjšuje skupno učinkovitost proizvodnega sistema. Na področju kakovosti podjetje uporablja predvsem končno kontrolo izdelkov. Kontrola se izvaja po zaključku proizvodnega procesa, kar pomeni, da se napake pogosto odkrijejo šele na koncu. Takšen pristop povzroča dodatne stroške popravil ali izmeta ter ne omogoča pravočasnega odkrivanja vzrokov napak.

Pomemben vidik obstoječega stanja je tudi organizacija delovnega prostora. Delovna mesta niso standardizirana, kar pomeni, da razporeditev orodij, materiala in opreme ni enotna. Posledično zaposleni pogosto izgubljajo čas z iskanjem potrebnih sredstev za delo, kar dodatno zmanjšuje produktivnost. Podjetje se sooča tudi z omejenimi prostorskimi kapacitetami, kar vpliva na razporeditev opreme in skladiščenje materiala. Zaradi tega so nekatere delovne površine preobremenjene, kar otežuje nemoten potek dela in zmanjšuje varnost. V Tabeli 2 je prikazan podrobnejši pregled trenutnega stanja proizvodnega procesa z vidika organizacije, toka materiala in učinkovitosti.

Področje	Značilnosti
Tip proizvodnje	Serijska
Organizacija dela	Funkcionalna razporeditev
Način planiranja	Push sistem
Tok materiala	Prekinjen, z medfaznimi zalogami
Transport materiala	Pogost, med oddelki
Pretočni čas	Podaljšan zaradi čakanja
Obremenjenost delovnih mest	Neenakomerna
Kontrola kakovosti	Pretežno končna
Organizacija delovnega mesta	Nestandardizirana
Preglednost procesa	Omejena
Fleksibilnost	Nizka do srednja
Prostorske omejitve	Prisotne

*Tabela 2: Posnetek obstoječega stanja proizvodnje
(Vir: Podjetje X, 2025)*

4.2 Kritična analiza

Na podlagi posnetka stanja v obravnavanem proizvodnem podjetju je mogoče ugotoviti, da trenutni proizvodni sistem temelji na klasičnih načelih organizacije proizvodnje, ki sicer omogočajo stabilno delovanje, vendar hkrati povzročajo številne neučinkovitosti. Analiza obstoječega sistema razkriva ključne prednosti in

pomanjkljivosti, ki vplivajo na produktivnost, stroške in fleksibilnost podjetja. Ključne ugotovitve analize:

- Način planiranja proizvodnje: proizvodnja temelji na potisnem (push) principu, kar vodi v proizvodnjo na zalogo in kopičenje medfaznih zalog.
- Tok materiala: tok materiala ni neprekinjen, temveč prekinjen z več fazami čakanja in skladiščenja.
- Organizacija delovnih mest: funkcionalna razporeditev povzroča daljše transportne poti in večkratno premikanje materiala.
- Obremenjenost delovnih mest: prisotna je neenakomerna obremenitev, kar vodi v ozka grla in zastoje.
- Kakovost: kontrola kakovosti se večinoma izvaja na koncu procesa, kar pomeni pozno odkrivanje napak.
- Organizacija delovnega okolja: pomanjkanje standardizacije povzroča izgubo časa zaradi iskanja orodij in materiala.

4.2.1 Prednosti obstoječega sistema

Obstoječi proizvodni sistem ima poleg ugotovljenih pomanjkljivosti tudi določene prednosti:

- Stabilnost proizvodnje: sistem omogoča relativno enostavno planiranje in predvidljivo izvajanje proizvodnih procesov.
- Specializacija delovnih mest: funkcionalna razporeditev omogoča visoko strokovnost zaposlenih na posameznih operacijah.
- Visoka izkoriščenost opreme: stroji delujejo z visoko stopnjo obremenitve, kar povečuje kapaciteto proizvodnje.
- Primernost za večje serije: sistem je učinkovit pri proizvodnji večjih količin standardiziranih izdelkov.

4.2.2 Slabosti in omejitve sistema

Ne glede na navedene prednosti analiza kaže, da obstoječi sistem vsebuje številne pomanjkljivosti, ki omejujejo njegovo učinkovitost:

- Visoke medfazne zaloge: posledica push sistema, kar povzroča večje stroške in slabšo preglednost.
- Dolgi pretočni časi: material pogosto čaka med posameznimi fazami, kar podaljšuje čas izdelave.
- Nepotreben transport: funkcionalna razporeditev povečuje premike materiala in zaposlenih.
- Ozka grla v procesu: neenakomerna obremenitev delovnih mest povzroča zastoje.
- Pozno odkrivanje napak: kontrola na koncu procesa povečuje stroške popravil in izmeta.

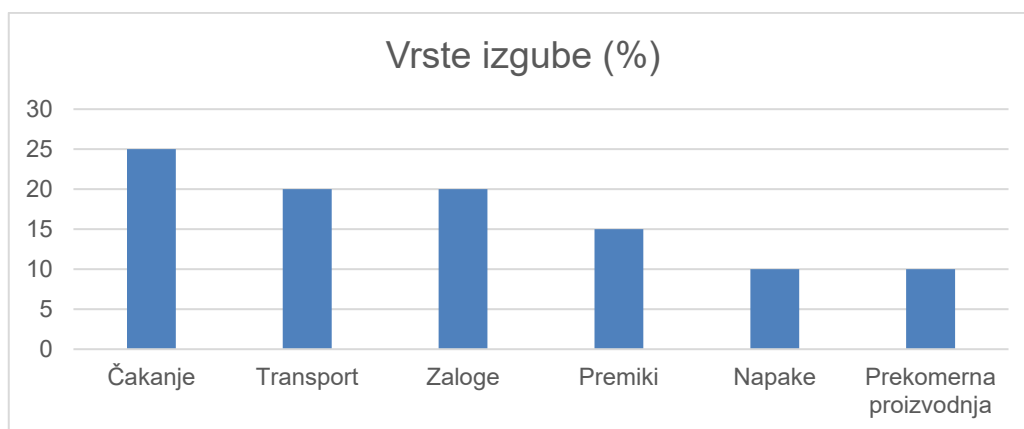
- Nizka fleksibilnost: sistem se težje prilagaja manjšim serijam in spremembam naročil.
- Nepreglednost procesa: velike zaloge prikrivajo dejanske probleme v proizvodnji.

4.2.3 Povezava z izgubami v proizvodnji (muda)

Analiza obstoječega stanja jasno kaže prisotnost več vrst izgub, značilnih za klasične proizvodne sisteme:

- Prekomerna proizvodnja – proizvodnja na zalogo zaradi push sistema
- Čakanje – zastoji med operacijami
- Transport – nepotrebni premiki materiala
- Nepotrebni premiki – gibanje zaposlenih
- Zaloge – visoke medfazne zaloge
- Napake – pozno odkrivanje in popravljanje
- Neizkoriščen potencial zaposlenih – omejena vključenost v izboljšave

Na Sliki 4 je prikazana ocenjena prisotnost posameznih vrst izgub (muda) v obravnavanem proizvodnem procesu. Najbolj izrazite so izgube zaradi čakanja, transporta in medfaznih zalog, kar je posledica funkcionalne razporeditve delovnih mest in potisnega načina planiranja proizvodnje. Manjši, vendar še vedno pomemben delež predstavljajo napake ter nepotrebni premiki zaposlenih. Ugotovljene izgube so med seboj povezane in se medsebojno krepijo, kar dodatno povečuje negativne učinke na učinkovitost proizvodnega procesa.



Slika 4: Prisotnost izgub v proizvodnem procesu
(Lastni vir)

Na podlagi izvedene analize je mogoče ugotoviti, da obstoječi proizvodni sistem sicer omogoča stabilno delovanje podjetja, vendar ne izkorišča v celoti potenciala za izboljšanje učinkovitosti. Prisotne so številne izgube, ki negativno vplivajo na

pretočnost, stroške in kakovost proizvodnega procesa. Analiza potrjuje, da trenutni sistem ustreza značilnostim klasične proizvodnje, ki je manj primerna za sodobno poslovno okolje, kjer so ključnega pomena fleksibilnost, hitra odzivnost in optimizacija procesov. Ugotovitve predstavljajo jasno izhodišče za uvedbo vitkih proizvodnih principov, ki bodo obravnavani v nadaljevanju naloge.

4.3 Metodološka izhodišča za primerjavo klasičnega in vitkega sistema

V praktičnem delu diplomskega dela smo analizirali obstoječi proizvodni proces v obravnavanem podjetju ter ovrednotili vpliv uvedbe vitke proizvodne linije na ključne kazalnike uspešnosti. Namen analize je bil ugotoviti, ali prehod iz klasične organizacije proizvodnje v vitki pristop prinaša merljive izboljšave na področju produktivnosti, pretočnega časa, stroškov in kakovosti.

Za izračune smo uporabili povprečne vrednosti na dnevni ravni, ki smo jih na podlagi 20 delovnih dni preračunali na mesečno in letno raven, kar omogoča boljše primerljivost rezultatov.

Analiza temelji na internih podatkih podjetja, ki zajemajo proizvodne evidence, normativne čase, podatke o izmetu ter organizaciji dela. Podatki se nanašajo na obdobje enega meseca (20 delovnih dni), kar omogoča dovolj reprezentiven vpogled v delovanje proizvodnega sistema. Poleg analize dokumentacije je bilo izvedeno tudi neposredno opazovanje proizvodnega procesa, s katerim smo identificirali dejanske čase čakanja, transporta in obdelave.

Za potrebe analize smo izbrali reprezentativen izdelek (kovinsko komponento), ki poteka skozi vse ključne faze proizvodnje (rezanje, mehanska obdelava, sestavljanje in kontrola kakovosti). Na podlagi teh podatkov smo najprej analizirali obstoječe stanje (klasični sistem), nato pa oblikovali simulacijo vitke proizvodne linije.

Predlagane spremembe v vitkem sistemu vključujejo:

- prehod iz funkcionalne v linijsko razporeditev delovnih mest,
- zmanjšanje velikosti proizvodnih serij,
- uvedbo vlečnega (pull) sistema,
- zmanjšanje medfaznih zalog,
- standardizacijo delovnih postopkov,
- bolj uravnoteženo razporeditev dela med delovnimi mesti.

Rezultati vitkega sistema predstavljajo simulacijo izboljšane proizvodnega procesa in temeljijo na prilagoditvi obstoječih podatkov ob predpostavki uvedbe vitkih principov.

V nadaljevanju so predstavljeni ključni kazalniki obstoječega proizvodnega sistema, ki služijo kot osnova za primerjavo s predlaganim vitkim sistemom.

Tabela 3 prikazuje ključne kazalnike obstoječega proizvodnega sistema, ki temelji na klasični organizaciji proizvodnje. Iz podatkov je razvidno, da proizvodnja poteka v relativno velikih serijah, kar vodi v povečano količino medfaznih zalog in posledično slabšo pretočnost procesa. Posebej izstopa razmerje med časom dodajanja vrednosti (45 minut) in celotnim pretočnim časom (3,5 dni), kar pomeni, da dejanska obdelava predstavlja le majhen delež celotnega časa izdelave. Največji delež pretočnega časa predstavlja čakanje (2,8 dni), kar jasno kaže na prisotnost sistemskih neučinkovitosti, kot so neuskkljenost med delovnimi mesti, ozka grla in neoptimalno planiranje proizvodnje. Relativno visok delež izmeta (6 %) dodatno nakazuje na pomanjkljivosti v procesu zagotavljanja kakovosti, saj se napake najverjetneje odkrivajo prepozno. Visoka izkoriščenost opreme (85 %) sicer nakazuje na dobro zasedenost strojev, vendar lahko hkrati pomeni tudi manjšo fleksibilnost sistema in večjo občutljivost na motnje.

Parameter	Vrednost
Dnevna količina proizvodnje	480 kosov
Število zaposlenih	12
Povprečni pretočni čas izdelka	3,5 dni
Čas dodajanja vrednosti	45 minut
Čas čakanja	2,8 dni
Število medfaznih zalog	5
Povprečna velikost serije	120 kosov
Izmet	6 %
Izkoriščenost opreme	85 %

Tabela 3: Analiza obstoječega proizvodnega sistema
(Lastni vir)

4.4 Primerjava sistemov

Na podlagi ugotovitev analize obstoječega stanja smo oblikovali predlog vitke proizvodne linije, ki temelji na linijski razporeditvi delovnih mest, zmanjšanju velikosti serij, uvedbi vlečnega (pull) sistema ter standardizaciji dela. Cilj predlaganih sprememb je izboljšanje pretočnosti, zmanjšanje izgub ter povečanje učinkovitosti proizvodnega procesa.

Tabela 4 prikazuje primerjavo ključnih kazalnikov med klasičnim in vitkim proizvodnim sistemom. Iz podatkov je razvidno, da vitki sistem omogoča povečanje dnevne proizvodnje ob hkratnem zmanjšanju števila zaposlenih, kar nakazuje boljše

organizacijo dela in večjo učinkovitost. Pomembna sprememba je tudi bistveno skrajšanje pretočnega časa (z 3,5 dni na 1,2 dni), kar pomeni izboljšanje odzivnosti podjetja. Zmanjšanje medfaznih zalog in velikosti serij omogoča boljši nadzor nad procesom ter zmanjšanje čakanja. Poleg tega se zmanjša delež izmeta, kar kaže na izboljšanje kakovosti in večjo stabilnost procesa. Nekoliko nižja izkoriščenost opreme je posledica bolj uravnoteženega proizvodnega toka in večje fleksibilnosti sistema. Rahlo zmanjšanje časa dodajanja vrednosti je posledica standardizacije dela, boljše razporeditve delovnih mest ter zmanjšanja nepotrebnih premikov zaposlenih in materiala. Podatki za vitki sistem predstavljajo simulacijo izboljšane stanja ob predpostavki uvedbe predlaganih vitkih ukrepov.

Parameter	Klasični sistem	Vitki sistem
Dnevna proizvodnja	480 kosov	560 kosov
Število zaposlenih	12	10
Pretočni čas	3,5 dni	1,2 dni
Čas dodajanja vrednosti	45 min	40 min
Čas čakanja	2,8 dni	0,9 dni
Medfazne zaloge	5	2
Velikost serije	120 kosov	40 kosov
Izmet	6 %	3 %
Izkoriščenost opreme	85 %	80 %

Tabela 4: Primerjava klasičnega in vitkega sistema
(Lastni vir)

4.5 Analiza produktivnosti in pretočnega časa

Produktivnost predstavlja enega ključnih kazalnikov učinkovitosti proizvodnega sistema. Izračunana je bila kot razmerje med številom proizvedenih izdelkov in številom zaposlenih. Tabela 5 prikazuje primerjavo produktivnosti med obema sistemoma. Iz rezultatov je razvidno, da se produktivnost v vitkem sistemu poveča za približno 40 %, kar pomeni, da podjetje z manjšim številom zaposlenih dosega večji obseg proizvodnje. To izboljšanje je predvsem posledica zmanjšanja izgub, boljše organizacije dela in večje pretočnosti procesa.

Sistem	Produktivnost (kos/zaposlenega/dan)
Klasični	40
Vitki	56

Tabela 5: Primerjava produktivnosti
(Lastni vir)

Poleg produktivnosti je pomemben tudi pretočni čas, ki neposredno vpliva na odzivnost podjetja. Tabela 6 prikazuje strukturo časa v obeh sistemih. Iz podatkov je razvidno, da v klasičnem sistemu največji delež predstavlja čakanje, medtem ko se v vitkem sistemu ta delež bistveno zmanjša. Skrajšanje pretočnega časa omogoča hitrejšo izvedbo naročil in boljšo prilagodljivost podjetja.

Vrsta časa	Klasični sistem	Vitki sistem
Čas obdelave	45 min	40 min
Čakanje	2,8 dni	0,9 dni
Skupaj	3,5 dni	1,2 dni

Tabela 6: Primerjava pretočnega časa
(Lastni vir)

4.6 Analiza stroškov

Tabela 7 prikazuje primerjavo stroškov med klasičnim in vitkim proizvodnim sistemom, pri čemer so ocenjeni letni stroški. Iz podatkov je razvidno, da vitki sistem omogoča občutno zmanjšanje skupnih stroškov, predvsem zaradi boljše organizacije dela in zmanjšanja izgub. Največji prihranki izhajajo iz zmanjšanja stroškov dela, kar je posledica manjše potrebe po zaposlenih. Pomemben vpliv ima tudi zmanjšanje izmeta, kar pomeni manj odpadnega materiala in manj dodatnega dela. Poleg tega zmanjšanje zalog prispeva k nižjim stroškom skladiščenja in manjši vezavi kapitala.

Kategorija	Klasični sistem	Vitki sistem
Stroški dela	360.000 €	300.000 €
Stroški izmeta	28.800 €	14.400 €
Stroški zalog	50.000 €	20.000 €
Skupaj	438.800 €	332.600 €

Tabela 7: Primerjava stroškov
(Lastni vir)

Na podlagi primerjalne analize je mogoče ugotoviti, da predlagani vitki sistem izboljšuje ključne kazalnike uspešnosti proizvodnega procesa. Največje izboljšave se kažejo v krajšem pretočnem času, višji produktivnosti, manjšem deležu izmeta in nižjih skupnih stroških. Rezultati tako potrjujejo, da bi uvedba vitkih principov lahko pomembno prispevala k večji učinkovitosti in konkurenčnosti obravnavanega podjetja.

4.7 Preverjanje hipotez

V nadaljevanju smo na podlagi izvedene analize preverili postavljene hipoteze, ki se nanašajo na vpliv uvedbe vitke proizvodne linije na produktivnost in pretočni čas proizvodnega procesa. Preverjanje hipotez temelji na primerjavi ključnih kazalnikov med klasičnim in predlaganim vitkim proizvodnim sistemom, predstavljenih v Tabelah 3–6.

Hipoteza 1 (H1): Vitka linija je produktivnejša kot klasična proizvodna linija.

Za preverjanje hipoteze smo analizirali produktivnost, izraženo kot število proizvedenih kosov na zaposlenega na dan. Tabela 5 prikazuje primerjavo produktivnosti med klasičnim in vitkim proizvodnim sistemom. Iz podatkov je razvidno, da v klasičnem sistemu en zaposleni proizvede povprečno 40 kosov na dan, medtem ko v vitkem sistemu produktivnost naraste na 56 kosov na zaposlenega na dan. To predstavlja približno 40 % povečanje produktivnosti. Povečanje je posledica boljše organizacije dela, zmanjšanja izgub (čakanje, transport, nepotrebni premiki) ter boljše pretočnosti proizvodnega procesa. Poleg tega vitki sistem omogoča učinkovitejšo razporeditev delovnih mest in boljše izkoriščanje časa zaposlenih.

Na podlagi teh ugotovitev lahko zaključimo, da je hipoteza H1 potrjena, saj vitka proizvodna linija dosega višjo produktivnost kot klasična proizvodna linija.

Hipoteza 2 (H2): Preureditev klasične linije v vitko bi zvišala produktivnost proizvodne linije.

Hipotezo smo preverjali na podlagi primerjave skupne dnevne proizvodnje in števila zaposlenih (Tabela 4). Tabela 4 prikazuje, da se dnevna proizvodnja poveča s 480 kosov v klasičnem sistemu na 560 kosov v vitkem sistemu, kljub zmanjšanju števila zaposlenih z 12 na 10. To pomeni, da preureditev proizvodne linije ne le poveča produktivnost na zaposlenega, temveč tudi skupno proizvodno zmogljivost sistema. Povečanje učinkovitosti je posledica uvedbe linijske razporeditve, zmanjšanja velikosti serij, boljšega uravnoveženja delovnih mest ter uvedbe vlečnega (pull) sistema, ki zmanjšuje kopičenje zalog in omogoča bolj usklajen tok materiala. Rezultati jasno kažejo, da reorganizacija proizvodnega sistema v smeri vitke proizvodnje pozitivno vpliva na učinkovitost celotnega procesa. Na tej osnovi lahko zaključimo, da je hipoteza H2 potrjena, saj preureditev klasične proizvodnje v vitko vodi do povečanja produktivnosti.

Hipoteza 3 (H3): Proizvodni čas na vitki liniji je krajši kot na klasični proizvodni liniji.

Za preverjanje hipoteze smo analizirali pretočni čas in njegovo strukturo (Tabela 6). Tabela 6 prikazuje primerjavo časa obdelave in časa čakanja med obema sistemoma. Iz podatkov je razvidno, da se skupni pretočni čas v vitkem sistemu bistveno zmanjša, in sicer s 3,5 dni na 1,2 dni, kar predstavlja približno 66 % skrajšanje. Ključni razlog za izboljšanje je zmanjšanje časa čakanja (z 2,8 dni na 0,9 dni), ki v klasičnem sistemu predstavlja največji delež celotnega proizvodnega časa. Čas dodajanja vrednosti se sicer rahlo zmanjša (s 45 minut na 40 minut), vendar je bistvena sprememba predvsem v zmanjšanju neproduktivnega časa. Skrajšanje pretočnega časa omogoča hitrejšo izvedbo naročil, večjo odzivnost podjetja ter boljše prilagodljivost spremembam v povpraševanju. Na podlagi analize lahko zaključimo, da je hipoteza H3 potrjena, saj je proizvodni čas v vitkem sistemu bistveno krajši kot v klasičnem sistemu.

4.8 Povzetek raziskave

V diplomskem delu smo analizirali vpliv uvedbe vitkih proizvodnih principov v obravnavanem proizvodnem podjetju ter primerjali njihovo učinkovitost s klasično organizacijo proizvodnje. Analiza temelji na internih podatkih podjetja, normativnih časih in opazovanju proizvodnega procesa. Obravnavan je bil reprezentativen izdelek, ki poteka skozi ključne faze proizvodnje, pri čemer so bili podatki zbrani za obdobje enega meseca (20 delovnih dni).

Rezultati analize obstoječega stanja kažejo, da proizvodni proces temelji na potisnem (push) principu, funkcionalni razporeditvi delovnih mest in relativno velikih proizvodnih serijah. Takšna organizacija povzroča kopičenje medfaznih zalog, podaljšan pretočni čas ter neenakomerno obremenjenost delovnih mest. Posebej izstopa razmerje med časom dodajanja vrednosti in celotnim pretočnim časom, saj večji del časa predstavlja čakanje med posameznimi operacijami.

Na podlagi ugotovitev smo oblikovali predlog vitke proizvodne linije, ki vključuje linijsko razporeditev delovnih mest, uvedbo vlečnega (pull) sistema, zmanjšanje velikosti serij ter standardizacijo dela. Primerjalna analiza med obema sistemoma kaže, da vitki pristop omogoča povečanje dnevne proizvodnje ter hkrati zmanjšanje števila zaposlenih, kar se odraža v višji produktivnosti. Produktivnost se poveča za približno 40 %, kar je predvsem posledica zmanjšanja izgub in boljše organizacije dela.

Pomembna razlika se kaže tudi pri pretočnem času, ki se skrajša s 3,5 dni na 1,2 dni. Krajši pretočni čas je predvsem posledica zmanjšanja časa čakanja in bolj

enakomernega poteka proizvodnje. Poleg tega se zmanjšajo medfazne zaloge ter delež izmeta, kar izboljšuje preglednost in stabilnost proizvodnega procesa.

Na podlagi izvedene analize lahko potrdimo, da je vitka proizvodna linija učinkovitejša od klasične, saj omogoča višjo produktivnost, krajši pretočni čas in boljšo izrabo virov. Ugotovitve raziskave potrjujejo, da uvedba vitkih proizvodnih principov predstavlja smiselno usmeritev za izboljšanje učinkovitosti, pretočnosti in konkurenčnosti obravnavanega podjetja.

5 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo analizirali vpliv uvedbe vitkih proizvodnih principov na učinkovitost proizvodnega procesa v obravnavanem podjetju. Namen raziskave je bil ugotoviti, ali prehod iz klasične organizacije proizvodnje v vitki pristop prinaša izboljšave na področju produktivnosti, pretočnega časa in stroškov.

Rezultati empirične analize so pokazali, da vitki proizvodni sistem omogoča višjo produktivnost, krajši pretočni čas ter boljšo izrabo virov v primerjavi s klasičnim sistemom. Ugotovitve potrjujejo, da zmanjšanje izgub, uvedba vlečnega (pull) sistema, manjše serije in boljša organizacija delovnih mest pomembno prispevajo k izboljšanju učinkovitosti proizvodnega procesa. Ti rezultati so skladni z ugotovitvami številnih raziskav, ki poudarjajo pozitiven vpliv vitke proizvodnje na operativno uspešnost podjetij (Santos Bento in Tontini, 2018; Yadav idr., 2020).

Analiza je prav tako pokazala, da vitka proizvodnja ne vpliva le na tehnične vidike procesa, temveč tudi na širši organizacijski kontekst. Uspešna implementacija zahteva ustrezno vodenje, vključevanje zaposlenih ter spremembo organizacijske kulture, kar potrjujejo tudi ugotovitve raziskav o pomenu vodstva in organizacijskih dejavnikov pri uvajanju vitkih pristopov (Alefari idr., 2017; Antony idr., 2017). Brez teh elementov lahko uvedba vitkih orodij ostane površinska in ne prinese trajnih rezultatov.

Pomemben vidik sodobnega razvoja proizvodnih sistemov je tudi povezava vitke proizvodnje z digitalizacijo in konceptom Industrije 4.0. Raziskave kažejo, da kombinacija vitkih principov in naprednih tehnologij omogoča dodatno izboljšanje učinkovitosti, preglednosti in odločanja v realnem času (Pagliosa idr., 2019; Tortorella in Fettermann, 2018). V tem kontekstu se kot pomembna razvojna smer kaže tudi uporaba digitalnih dvojčkov in naprednih analitičnih orodij, ki podpirajo optimizacijo proizvodnih procesov (Rožanec idr., 2021).

Poleg operativnih izboljšav ima vitka proizvodnja pomembno vlogo tudi pri doseganju širših ciljev podjetij, kot so inovativnost, trajnost in konkurenčnost. Raziskave poudarjajo, da vitki pristopi v kombinaciji z inovacijami prispevajo k večji prilagodljivosti podjetij ter boljšemu odzivanju na spremembe v okolju (Ghobadian idr., 2020). Prav tako so vitki pristopi pomembni za zmanjševanje okoljskih vplivov in učinkovitejšo rabo virov, kar postaja vse pomembnejše v sodobnem poslovnem okolju. V regionalnem kontekstu raziskave kažejo, da se vitka proizvodnja vse pogosteje uveljavlja tudi v srednjeevropskih in balkanskih državah, vendar se podjetja še vedno soočajo z izzivi pri njeni implementaciji, predvsem zaradi organizacijskih in kulturnih dejavnikov (Gošnik idr., 2014). To potrjujejo tudi ugotovitve obravnavanega

podjetja, kjer uvedba vitkih principov zahteva postopno prilagajanje procesov in zaposlenih.

Na podlagi vseh ugotovitev lahko zaključimo, da vitka proizvodnja predstavlja učinkovito usmeritev za izboljšanje delovanja proizvodnih podjetij. Vendar pa njena uvedba zahteva sistematičen pristop, dolgoročno usmeritev ter podporo vodstva in zaposlenih. Nadaljnje raziskave bi lahko vključevale dejansko implementacijo vitkih rešitev v podjetju ter spremljanje njihovih učinkov v daljšem časovnem obdobju.

5.1 Omejitve raziskave

Kot pri vsaki empirični raziskavi se tudi obravnavana raziskava sooča z določenimi omejitvami. Prva pomembna omejitev je povezana z obsegom raziskave, saj analiza temelji na enem proizvodnem podjetju. Zaradi tega rezultatov ni mogoče v celoti posplošiti na vsa proizvodna podjetja, saj se organizacija proizvodnje, velikost podjetja in vrsta proizvodnje med podjetji razlikujejo.

Druga omejitev izhaja iz narave podatkov, saj del analize temelji na simulaciji vitkega proizvodnega sistema. Predlagane izboljšave temeljijo na prilagoditvi obstoječih podatkov in teoretičnih predpostavkah vitke proizvodnje, zato lahko dejanski rezultati ob implementaciji deloma odstopajo od ocenjenih vrednosti.

Tretja omejitev se nanaša na časovni okvir raziskave, ki zajema obdobje enega meseca. Daljše časovno spremljanje bi omogočilo bolj zanesljivo oceno stabilnosti procesa, vpliva sezonskih nihanj ter dolgoročnih učinkov uvedbe vitkih principov. Poleg tega raziskava ne vključuje podrobne analize stroškov implementacije vitkih orodij (npr. reorganizacija delovnih mest, usposabljanje zaposlenih), kar bi lahko vplivalo na celovito ekonomsko oceno uvedbe vitke proizvodnje.

5.2 Praktične in teoretične implikacije

Rezultati raziskave imajo pomembne praktične in teoretične implikacije. Na praktični ravni potrjujejo, da lahko proizvodna podjetja z uvedbo vitkih principov bistveno izboljšajo učinkovitost svojih procesov, predvsem z zmanjšanjem izgub, krajšanjem pretočnih časov in boljšo organizacijo dela. Ugotovitve nakazujejo, da so ključni dejavniki uspeha predvsem ustrezna razporeditev delovnih mest, zmanjšanje velikosti serij ter uvedba vlečnega sistema.

Raziskava prav tako poudarja pomen vključevanja zaposlenih in podpore vodstva pri uvajanju vitkih sprememb, saj tehnični ukrepi sami po sebi niso dovolj za doseganje trajnih izboljšav. V tem kontekstu imajo pomembno vlogo organizacijska kultura, komunikacija in sistematično uvajanje sprememb. Na teoretični ravni raziskava potrjuje ugotovitve literature, da vitka proizvodnja pozitivno vpliva na produktivnost,

pretočnost in stroškovno učinkovitost proizvodnih sistemov. Poleg tega prispeva k razumevanju povezave med organizacijo proizvodnje in operativno uspešnostjo v manjših proizvodnih podjetjih.

5.3 Predlogi za nadaljnje raziskave

Na podlagi ugotovitev raziskave se kot smiselne kažejo različne smeri nadaljnega raziskovanja. Ena izmed pomembnih usmeritev je izvedba podobnih analiz v večjem številu podjetij in različnih industrijah, kar bi omogočilo boljše primerljivost rezultatov ter njihovo širšo uporabnost.

Nadalje bi bilo smiselno spremljati dejansko implementacijo vitke proizvodnje v daljšem časovnem obdobju, saj bi takšna longitudinalna analiza omogočila oceno trajnosti doseženih izboljšav ter vpliva vitkih principov na dolgoročno poslovno uspešnost podjetij.

Pomembno področje nadaljnjih raziskav predstavlja tudi podrobnejša analiza stroškov uvedbe vitkih rešitev, ki bi vključevala investicije v reorganizacijo proizvodnje, izobraževanje zaposlenih in uvajanje digitalnih orodij, s čimer bi bilo mogoče oblikovati celovitejšo ekonomsko oceno prehoda na vitki sistem.

Dodatno se kot aktualna raziskovalna smer izpostavlja povezava med vitko proizvodnjo in digitalizacijo (Industrija 4.0), zlasti z vidika uporabe naprednih tehnologij, kot so sistemi za spremljanje proizvodnje v realnem času, podatkovna analitika in digitalni dvojčki, ki lahko pomembno prispevajo k nadaljnji optimizaciji proizvodnih procesov.

6 LITERATURA IN VIRI

Abu, F., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Zakuan, N. in Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and applications. *Journal of Cleaner Production*, 234, 660–680.

Aichouni, A. B. E., Ramlie, F. in Abdullah, H. (2021). Process improvement methodology selection in manufacturing: A literature review perspective. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 8(3), 12–20.

Alefari, M., Salonitis, K. in Xu, Y. (2017). The role of leadership in implementing lean manufacturing. *Procedia CIRP*, 63, 756–761.

Antony, J., Snee, R. in Hoerl, R. (2017). Lean Six Sigma: Yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(4), 1073–1093.

Anttila, T., Oinas, T. in Mustosmäki, A. (2021). Lean in Europe and the USA – A new dominant division of labour? In T. Janoski & D. L. Knox (Eds.). *The Cambridge International Handbook of Lean Production* (str. 167–185). Cambridge University Press.

Bai, C., Satir, A. in Sarkis, J. (2019). Investing in lean manufacturing practices: An environmental and operational perspective. *International Journal of Production Research*, 57(4), 1037–1051.

Bhamu, J. in Sangwan, K. S. (2018). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(1), 1–30.

Bokun, T. (2016). *Uvajanje vitke miselnosti v proizvodno podjetje*. Diplomsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede.

Buer, S. V., Semini, M., Strandhagen, J. O. in Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976–1992.

Buer, S.-V., Strandhagen, J. O. in Chan, F. T. S. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924–2940.

Costa, E. M., Antonio, N., Bento, P. in Ramos, A. L. (2014). Action-research methodology to improve performance using lean production tools. *International Journal of Advanced Engineering Applications*, 7(3), 5–13.

Das, K. in Dixon, M. (2024). *Lean manufacturing and service: Fundamentals, applications, and case studies*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003121688>

Durakovic, B., Demir, R., Abat, K. in Emek, C. (2018). Lean manufacturing: Trends and implementation issues. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6(1), 130–143.

Ghobadian, A., Talavera, I., Bhattacharya, A., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A. in O'Regan, N. (2020). Examining legitimatisation of additive manufacturing in the interplay between innovation, lean manufacturing and sustainability. *International Journal of Production Economics*, 219, 457–468.

Gošnik, D., Beker, I. in Kavčič, K. (2014). Lean Six Sigma in Slovenian and Serbian manufacturing companies. *International Journal of Industrial Engineering and Management* 5(3), 123-130.

Hernandez-Matias, J. C., Ocampo, J. R., Hidalgo, A. in Vizan, A. (2019). Lean manufacturing and operational performance: Interrelationships between human-related lean practices. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 12(8), 23–46.

Iranmanesh, M., Zailani, S., Hyun, S. S., Ali, M. H. in Kim, K. (2019). Impact of lean manufacturing practices on firms' sustainable performance: Lean culture as a moderator. *Sustainability*, 11(4), 1112.

Irfan, A. M., Setiawan, A., Fauzy, A. N. in Muslihun, M. (2025). Literature review: Benefits of lean manufacturing on industry performance and proposed implementation in manufacturing. *Journal of Management and Innovation Entrepreneurship (JMIE)*, 3(1), 288–296.

Jayanth, B. V., Prathap, P., Sivaraman, P., Yogesh, S. in Madhu, S. (2020). Implementation of lean manufacturing in electronics industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 23–28.

Kamble, S., Gunasekaran, A. in Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1319–1337.

Lukežič, G. (2020). *Analiza uvedbe konceptov vitke proizvodnje v storitveno podjetje*. Magistrsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.

Maware, C. in Parsley, D. (2022). The challenges of lean transformation and implementation in the manufacturing sector. *Sustainability*, 14(10), 6287.

Maware, C., Okwu, M. O. in Adetunji, O. (2022). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(3), 521–556.

Mayr, A., Weigelt, M., Kühn, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M. in Franke, J. (2018). Lean 4.0 – A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 72, 622–628.

Netland, T. H. (2016). Critical success factors for implementing lean production: The effect of contingencies. *International Journal of Production Research*, 54(8), 2433–2448.

Pagliosa, M., Tortorella, G. in Ferreira, J. C. E. (2019). Industry 4.0 and lean manufacturing: A systematic literature review and future research directions. *Journal of Manufacturing Technology Management*.

Palange, A. in Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing: A vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736.

Podjetje X (2025). *Interni podatki podjetja*. Kranj, Slovenija.

Rajšp, J. (2021). *Dvig produktivnosti z uporabo izbranih metod vitke proizvodnje*. Diplomsko delo, Maribor: Višja strokovna šola Academia.

Rožanec, J. M., Vodopivec, N., Debeljak, M. in Camarinha-Matos, L. M. (2021). *Actionable cognitive twins for decision making in manufacturing*. arXiv preprint arXiv:2103.12854.

Sanders, A., Elangeswaran, C. in Wulfsberg, J. P. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in Industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811–833.

Santos Bento, G. D. in Tontini, G. (2018). Developing an instrument to measure lean manufacturing maturity and its relationship with operational performance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(9–10), 977–995.

Sony, M. (2018). Industry 4.0 and lean management: A proposed integration model and research propositions. *Production & Manufacturing Research*, 6(1), 416–432.

Tortorella, G. L. in Fettermann, D. (2018). Implementation of Industry 4.0 and lean production. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2925–2940.

Varela, L., Araújo, A., Ávila, P., Castro, H. in Putnik, G. (2019). Evaluation of the relation between lean manufacturing, Industry 4.0, and sustainability. *Sustainability*, 11(5), 1439.

Yadav, G., Luthra, S., Huisingh, D., Mangla, S. K., Narkhede, B. E. in Liu, Y. (2020). Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118726.