



STRATEGIJE IN PRISTOPI VEČANJA ODPORNOSTI IN PROŽNOSTI OSKRBOVALNIH VERIG

UREDNIK

Matevž
Obrecht



Univerza v Mariboru

Fakulteta za logistiko

Strategije in pristopi večanja odpornosti in prožnosti oskrbovalnih verig

Urednik
Matevž Obrecht

April 2025

Naslov <i>Title</i>	Strategije in pristopi večanja odpornosti in prožnosti oskrbovalnih verig <i>Strengthening Supply Chains: Strategies for Resilience and Agility</i>
Urednik <i>Editor</i>	Matevž Obrecht (Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko)
Recenzija <i>Review</i>	Borut Jereb (Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko)
	Marko Budler (Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta)
Lektoriranje <i>Language editing</i>	Mateja Forte (Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko)
Tehnični urednik <i>Technical editor</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Oblikovanje ovitka <i>Cover designer</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Grafika na ovitku <i>Cover graphic</i>	Logistics web, avtor: Gerd Altmann, pixabay.com, 2023
Grafične priloge <i>Graphic material</i>	Viri so lastni, razen če ni navedeno drugače. Avtorji prispevkov in Obrecht (urednik), 2025
Založnik <i>Published by</i>	Univerza v Mariboru Univerzitetna založba Slomškov trg 15, 2000 Maribor, Slovenija https://press.um.si , zalozba@um.si
Izdajatelj <i>Issued by</i>	Univerza v Mariboru Fakulteta za logistiko Mariborska cesta 7, 3000 Celje, Slovenija https://www.fl.um.si , info.fl@um.si
Izdaja <i>Edition</i>	Prva izdaja
Vrsta publikacije <i>Publication type</i>	E-knjiga
Dostopno na <i>Available at</i>	http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/951
Izdano <i>Published at</i>	Maribor, april 2025

Ime projekta Vzpostavitev okolja za izobraževanje zelene in digitalne logistike ter oskrbovalnih verig
Project name

Financer projekta Projekt sofinancirata Republika Slovenija, Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in inovacije, in Evropska unija - NextGenerationEU. Projekt se izvaja skladno z načrtom v okviru razvojnega področja Pametna, trajnostna in vključujoča rast, razponite Krepitev kompetenc, zlasti digitalnih in tistih, ki jih zahtevajo novi poklici in zeleni prehod (C3 KS), za ukrep investicija F. Izvajanje pilotnih projektov, katerih rezultati bodo podlaga za pripravo izhodišč za reformo visokega šolstva za zelen in odporen prehod v Družbo S.O: projekt Pilotni projekti za prenovo visokega šolstva za zelen in odporen prehod. Projekt je del sheme NOO (Načrt za okrevanje in odpornost)



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,
ZNANOST IN INOVACIJE



© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba
/ University of Maribor, University Press

Besedilo / *Text* © avtorji prispevkov in Obrecht (urednik), 2025

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav 4.0 Mednarodna. / *This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercialNoDerivs 4.0 International License.*

Uporabnikom je dovoljeno reproduciranje brez predelave avtorskega dela, distribuiranje, dajanje v najem in priobčitev javnosti samega izvirnega avtorskega dela, in sicer pod pogojem, da navedejo avtorja in da ne gre za komercialno uporabo.

Vsa gradiva tretjih oseb v tej knjigi so objavljena pod licenco Creative Commons, razen če to ni navedeno drugače. Če želite ponovno uporabiti gradivo tretjih oseb, ki ni zajeto v licenci Creative Commons, boste morali pridobiti dovoljenje neposredno od imetnika avtorskih pravic.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

658.286(082)(0.034.2)

STRATEGIJE in pristopi večanja odpornosti in prožnosti oskrbovalnih verig
[Elektronski vir] / urednik Matevž Obrecht. - 1. izd. - E-zbornik. - Maribor :
Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2025

Način dostopa (URL): <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/951>

ISBN 978-961-286-973-1 (PDF)

doi: 10.18690/um.fl.3.2025

COBISS.SI-ID 232140035

ISBN 978-961-286-973-1 (pdf)
978-961-286-974-8 (trda vezava)

DOI <https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025>

Cena Brezplačni izvod
Price

Odgovorna oseba založnika prof. dr. Zdravko Kačič,
For publisher rektor Univerze v Mariboru

Citiranje Obrecht, M. (ur.). (2025). *Strategije in pristopi večanja odpornosti in*
Attribution prožnosti oskerbovalnih verig. Univerza v Mariboru, Univerzitetna
založba. doi: 10.18690/um.fl.3.2025

Kazalo

1	Logistika in oskrbovalne verige skozi igro <i>Logistics and Supply Chains Through the Game</i> Uroš Kramar	1
2	Strategija povečanja odpornosti oskrbovalnih verig v 5. korakih <i>How to Increase Strategic Supply Chain Resilience in 5 Steps</i> Matevž Obrecht	19
3	Oblikovanje nabavnih strategij za večjo odpornost oskrbovalnih verig <i>Designing Procurement Strategies for Greater SC Resilience</i> Uroš Kramar	43
4	Mestna logistika - zapleten, a obvladljiv sistem <i>City Logistics – A Complex, Yet Manageable System</i> Tina Cvahte Ojsteršek	59
5	Kako distribuirati produkte? O optimalni in trajnostni distribucijski strategiji <i>How to Distribute Products? On an Optimal and Sustainable Distribution Strategy</i> Tina Cvahte Ojsteršek, Darja Topolšek	77
6	Načrtovanje hibridnih delovnih mest človek-stroj skozi vidika vitkosti in ergonomije <i>Designing Hybrid Human-Machine Workplaces</i> Brigita Gajšek	97

LOGISTIKA IN OSKRBOVALNE VERIGE SKOZI IGRO

UROŠ KRAMAR

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
uros.kramar@um.si

V sodobnem dinamičnem svetu so logistika in oskrbovalne verige ključne za delovanje družbe in gospodarstva. Igre in simulacije ponujajo interaktiven pristop ter omogočajo udeležencem, da raziskujejo in razvijajo logistične koncepte ter rešitve za izboljšanje. Te igre, osredotočene na premagovanje ključnih izzivov logistike, spodbujajo inovativnost in prepoznavanje izgub. V okviru oskrbovalnih verig igre prikažejo kompleksne povezave med deležniki ter izzive, ki se pojavijo zaradi morebitnih motenj. Med priljubljenimi igrami najdemo igro distribucije piva, izdelavo papirnatega ali lego letala, igro žogic ali penice in testenine. Skozi sestavek ugotovimo, da so igre in simulacije dragocena orodja za raziskovanje in boljšanje logistike in oskrbovalnih verig ter močno prispevajo k boljšemu razumevanju ključnih procesov sodobnega načina življenja.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.1](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.1)

ISBN
978-961-286-973-1

Ključne besede:
logistika,
oskrbovalne verige,
izobraževalne igre,
resne igre,
vitka logistika



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.1](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.1)

ISBN
978-961-286-973-1

Keywords:
logistics,
supply chains,
educational games,
serious games,
lean logistics

LOGISTICS AND SUPPLY CHAINS THROUGH THE GAME

UROŠ KRAMAR

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
uros.kramar@um.si

In today's dynamic world, logistics and supply chains are key to the functioning of society and the economy. Games and simulations offer an interactive approach and allow participants to explore and develop logistics concepts and solutions for improvement. Focused on overcoming key logistics challenges, these games encourage innovation and waste recognition. In the context of supply chains, the games show the complex connections between different nodes and the challenges that arise due to potential disruptions. Among the popular games we can find the Beer distribution game, Paper or lego airplane game, Scum ball Game or Marshmallow Challenge. Through the text, we find that games and simulations are a valuable tool for researching and improving logistics and supply chains and greatly contribute to a better understanding of the key processes of the modern way of life.



1 Uvod

Logistika, opredeljena kot proces, ki načrtuje, organizira, vodi in nadzoruje pretok virov (materiala, ljudi, informacij, energije, kapitala in znanja), ima v sodobnem svetu in vsakdanjem življenju izjemen pomen. S sistematičnim upravljanjem pretoka virov se doseže dodano vrednost v končnem izdelku ali storitvi, ki zadovolji končne uporabnike in poveča učinkovitost in uspeh organizacije. V bistvu logistika usmerja gibanje ključnih komponent, ki podpirajo tako poslovne operacije kot potrošniške izkušnje.

Pomen logistike lahko opazujemo skozi tri vidike. **Prvi vidik** je preko vrednosti panoge glede na bruto domači proizvod. Po podatkih Statiste (2023) je bila logistična industrija po vsem svetu, kot ena od hrbtenic mednarodne trgovine, vredna več kot 8,4 bilijona evrov (8.400 milijard). Temu primerno so skupni globalni logistični stroški leta 2020 narasli na devet bilijonov ameriških dolarjev. To predstavlja 10,7 odstotkov svetovnega bruto domačega proizvoda (BDP) v višini 85,24 bilijona ameriških dolarjev tistega leta (Statista, 2023).

Učinkovito upravljanje logistike je ključnega pomena za zmanjšanje stroškov logistike, ki zajemajo transport, skladiščenje, nadzor zalog in druge kritične elemente. Z optimizacijo logističnih procesov lahko podjetja zmanjšajo stroške, premišljeno razporedijo sredstva in pridobijo konkurenčno prednost na trgu.

Drugi vidik, ki prikazuje pomembnost logistike v sodobnem svetu, je njena ključna vloga pri dodajanju oziroma ustvarjanju vrednosti. Tako med drugim preko zniževanja stroškov in kakovostno opravljene storitve premagovanja prostora in časa neposredno vpliva na zadovoljstvo strank. Izboljšanje uporabniške izkušnje s pravočasnimi in učinkovitimi dobavami, natančnim izpolnjevanjem naročil ali zanesljivimi poprodajnimi storitvami, kar je dokaz vrednosti, ki jo logistika prinaša tako podjetjem kot potrošnikom.

Tretji vidik je njena osrednja vloga pri omogočanju široke palete gospodarskih dejavnosti. Kot že rečeno, tvori hrbtenico svetovne trgovine z omogočanjem gibanja surovin, vmesnih proizvodov in končnih izdelkov po različnih regijah. Kot pravi Waters (2003), nič se ne proizvede, noben material se ne premakne, nobena operacija

se ne opravi, noben produkt ne more biti dostavljen kupcu in noben kupec ne more biti oskrbljen brez logistike

Glede na pomemben vpliv logistike na gospodarstvo in življenje ljudi je ključno dobro poznavanje njenih zakonitosti. Posamezniki, opremljeni z znanjem na področju logistike, lahko učinkoviteje upravljajo tokove in povezave med posameznimi členi celotne oskrbovalne verige, zmanjšajo stroške in povečajo operativno učinkovitost. Poleg tega učenje o logistiki opremi strokovnjake s kritičnimi veščinami reševanja problemov in sposobnostjo obvladovanja zapletenih logističnih izzivov, zaradi česar postanejo dragocen vir v različnih panogah.

Kot učinkovit način spoznavanja logistike pa tudi oskrbovalnih verig, ki so močno prepletene s področjem logistike, se vedno bolj uveljavljajo **pristopi preko igranja in simulacij**. Uporaba iger in simulacij omogoča bolj učinkovito razumevanje logistike z interaktivnim pristopom. Igre in simulacije omogočajo praktično izkušnjo simuliranih logističnih scenarijev, kar pripomore k boljši osvojitvi teoretičnega znanja. S poglobljenim sodelovanjem v praktičnih izzivih logistike lahko uporabniki iger in simulacij razvijajo kritično razmišljanje, spretnosti odločanja in boljše razumevanje kompleksnosti logističnih procesov. Na ta način postanejo boljše pripravljene za dinamično in zahtevno okolje logistike v realnem svetu.

V nadaljevanju bomo podrobneje spoznali ključne značilnosti logistike in oskrbovalnih verig ter izpostavili pomembnost vključevanja iger in simulacij v izobraževanje o logistiki in oskrbovalnih verigah. Poleg tega bomo predstavili konkretne primere uporabe iger za boljše razumevanje logističnih konceptov in njihove praktične implementacije.

2 Kaj le logistika

Že v uvodu smo predstavili, da predstavlja logistika proces, ki upravlja **pretok virov** na način, da doseže dodano vrednost končnega produkta (zadovolji končnega uporabnika) in poveča učinkovitost ter uspešnost organizacije. Predstavili smo tudi njeno ključno vlogo v svetu, v nadaljevanju pa povzamemo, kaj so njene ključne naloge in cilji.

2.1 Temeljna vloga

Pojmovanje pomembnosti logistike v svetu in življenju, ki nas obdaja, bomo bolje razumeli, če osvetlimo njeno ključno nalogo. Najpogosteje se kot temeljna naloga logistike izpostavlja premagovanje razkorakov med ponudniki in povpraševalci. Ti razkoraki vključujejo prostorski, časovni, količinski, informacijski in razkorak raznolikosti.

Prostorski razkorak se nanaša na fizično oddaljenost med ponudniki in uporabniki virov. Časovni razkorak se pojavi, ko nastane časovna razlika med ponudbo vira (izdelka ali storitve) ter željo povpraševalca po tem viru. Količinski razkorak nastane zaradi razlike med količino, ki je na voljo in količino, ki jo želi povpraševalec. Razkorak raznolikosti se pojavi, ko povpraševalci želijo večjo raznolikost proizvodov, kot je na voljo - od posameznega ali različnih ponudnikov. Informacijski razkorak pa predstavlja razliko med željami povpraševalcev po informacijah ter dostopnostjo informacij na strani ponudnikov in obratno.

Pri reševanju ključne naloge logistike, ki je premagovanje ali zmanjševanje teh razkorakov, se postavlja vprašanje, kako to narediti čim bolje. Tukaj se pokaže ključni cilj logistike, ki je omogočiti zagotavljanje dostopnosti pravega produkta, v pravi količini, pravem stanju, na pravem mestu, ob pravem času, za pravo stranko, za pravo ceno in ob pravem vplivu na okolje. Vendar pa se ob tem moramo vprašati, kaj pomeni "prav". Ta "prav" določa povpraševalec (kupec, potrošnik), ki lahko glede na različne situacije zahteva različne specifikacije. Logistika mora zato biti organizirana tako, da na najboljši način izpolnjuje ali celo presega pričakovanja povpraševalcev (kupcev) bodisi znotraj organizacije bodisi zunaj nje.

2.2 Iskanje načinov za premagovanje razkorakov – 8 izgub v logistiki

Nadaljnje raziskovanje logistike nas pripelje do spoznanja, da je potrebno opravljati logistične procese in aktivnosti na način, da se dosega in/ali presega pričakovanja potrošnikov. To je mogoče storiti z izvajanjem procesov, ki v očeh potrošnika predstavljajo neko korist in ustvarjajo dodano vrednost. Korist pa bo ustvarjena takrat, ko bomo kar najbolj premagali prej omenjene razkorake in eliminirali izgube, ki se pri tem pojavljajo. Pogosto govorimo o osmih izgubah logistike. Gre za koncept, ki je namenjen prepoznavanju in odpravljanju izgub oziroma odpravljanju

neučinkovitosti pri izvajanju logističnih procesov. Koncept izhaja iz Kaizen filozofije, ki poudarja nenehno izboljševanje in odpravljanje nepotrebnih aktivnosti ter procesov v organizaciji¹. Osem izgub logistike tvorijo naslednje izgube:

1. izguba zaradi prekomernih zalog; imeti preveč zalog je lahko finančno in operativno neučinkovito.
2. Izguba zaradi premikov in manipulacij (gibanja); nepotrebni premiki in manipulacije med prevozom in skladiščenjem lahko povzročijo izgubo časa in energije.
3. Izguba zaradi čakanja; čas, porabljen zaradi čakanja na surovine, izdelke ali informacije, je izguba učinkovitosti.
4. Izguba zaradi nepotrebnih transportov; nepotrebni prevozi lahko privedejo do višjih stroškov in podaljšanja časa dostave.
5. Izguba zaradi prekomernih procesov; nepotrebni ali zapleteni procesi lahko vodijo do prekomerne porabe časa in virov.
6. Izguba zaradi neizkoriščenega človeškega potenciala; slabo izkoriščanje znanja, izkušenj in sposobnosti zaposlenih je izguba za organizacijo.
7. Izguba zaradi napak; nepotrebni popravki, ponovno delo in izdelki z napakami lahko povzročijo izgubo časa in materiala.
8. Izguba zaradi prekomerne proizvodnje, kar je vzrok za preostale izgube.

Prepoznavanje in odprava teh izgub sta pomembna koraka pri učinkovitejšemu delovanju logistike, nižjim stroškom, višji kakovosti in večjemu zadovoljstvu povpraševalcev (kupcev).

3 Logistika in oskrbovalne verige

Ko govorimo o logistiki, ne moremo mino pojma oskrbovalne verige. Najpogosteje se ju povezuje na način, da predstavljajo oskrbovalne verige širši pogled, kjer je logistika ključni sestavni del.

Glavni poudarek koncepta oskrbovalnih verig je na medsebojnem povezovanju, sodelovanju, zaupanju in čim bolj usklajenemu delovanju posameznih udeležencev oskrbovalne verige.

¹ Kaizen je japonski koncept, ki se osredotoča na postopno in stalno izboljševanje v vseh vidikih poslovanja.

Je celotno omrežje različnih subjektov, ki so direktno ali indirektno povezani in soodvisni pri zadovoljevanju istega kupca ali potrošnika. Prične se z neobdelanimi surovinami in konča s končnim kupcem, ki uporablja končni produkt in pri tem povezuje mnoga podjetja med seboj (*CSCMP Glossary*, 2013; *SCM Definitions and Glossary of Terms*, n.d.).

Struktura oskrbovalne verige (OV) obsega ključne tokove, ki preko različnih procesov in funkcij povezujejo različne akterje, vključno s končnim uporabnikom (potrošnikom, kupcem, stranko), od trenutka, ko se produkt začne razvijati in od začetnega dobavitelja, pa vse do končne dostave končnemu kupcu. Pomembno je tudi poudariti, da je končni uporabnik bistveni del celotne oskrbovalne verige.

Ključni tokovi, ki tvorijo OV, so:

- materialni tok in tok storitev poteka pretežno v smeri od dobaviteljev preko proizvajalcev in trgovcev do končnih kupcev. V nasprotni smeri poteka tok vračil proizvodov, servisne storitve in razbremenjevanje podjetij z odpadki.
- Informacijski tok omogoča prenos naročil in koordinacijo materialnega toka blaga. Poleg tega zagotavlja sledljivost blaga.
- Finančni tok poteka v obratni smeri kot tok blaga in zagotavlja poravnavo obveznosti za nabavljeno in storitve od drugih členov v verigi.
- Tok znanja, ki običajno poteka v obe smeri. Primer toka znanja sta na primer izmenjava izkušenj ali skupno raziskovanje.

Tokovi potekajo med posameznimi akterji (vozlišči, subjekti, tudi stopnjami), ki se povezujejo z namenom zadovoljevanja končnega uporabnika (kupca, stranke, potrošnika). Med ključne akterje sodijo:

- končni uporabnik (kupec),
- trgovec,
- distributer (ali trgovec na debelo – veletrgovec),
- proizvajalec
- dobavitelj.

Samo oskrbovalno verigo lahko še razširimo s ponudniki storitev. Tukaj govorimo o celih vrstah kategorij podjetij, ki ponujajo storitve v oskrbovalni verigi. Storitve izvajajo na področjih, kot so: prevoz, skladiščenje, finance, tržne raziskave, razvoj produktov, tehnologija, zavarovanje, javne storitve, trajnost in razbremenilna logistika. Poudarimo še, da se vse stopnje ne pojavljajo v vseh oskrbovalnih verigah.

Kot tretji element, ki tvori oskrbovalne verige, omenimo še procese v organizaciji, preko katerih se posamezni akterji povezujejo v verigo in tvorijo prej omenjene tokove. Kot ključne procese lahko navedemo:

- planiranje,
- nabavo (oskrbo),
- proizvodnjo,
- prodajo z distribucijo in
- povratno logistiko.

4 Vloga iger pri razumevanju logistike in OV

Učenje, ki temelji na igrah in simulacijah, se je v zadnjih 15 letih močno uveljavilo na mnogih področjih, med njimi tudi na področju logistike in oskrbovalnih verig. Gre za vrsto različnih tako imenovanih resnih iger, ki vključujejo različne pristope in uporabo različnih medijev. Najpogosteje so to namizne igre, igre vlog, igre s kartami, lego kockami, športne ali digitalne igre (William et al., 2018).

Igre imajo močan potencial, da nadgradijo tradicionalen način izobraževanja (Ruben, 1999). Kot poudarjajo Pacheco-Velazquez in soavtorji (2023), nove generacije potrebujejo učitelje/predavatelje/profesorje, ki prepoznajo svoje občinstvo in uporabljajo različne metode poučevanja, preko katerih vključijo študente v učni proces. Podobno ugotavljata Monaco in Martin (2007), da imajo študentje raje vidnejšo vlogo pri učenju, saj metodologije, ki omogočajo le enosmerni prenos informacij, niso ne prijetne ne ustvarjalne. Delavnice in predavanja, kjer se gradi na igrah, pa posredujejo udeležencem takojšnje povratne informacije in omogočijo svobodo pri raziskovanju obravnavanega področja (Vanany & Syamil, 2016).

V literaturi je zaslediti mnogo raziskav, ki poudarjajo prednosti uporabe iger na področju izobraževanja (Hou, 2015; Pacheco-Velazquez et al., 2023; William et al., 2018).

- Spodbuja se aktivno oziroma akcijsko učenje [38].
- Izboljša se učenje in razumevanje kompleksne vsebine [39].
- Krepi se angažiranost in motivacija ter prepoznavanje in reševanje problemov.
- Izboljša se odločanje in pospeši razvoj socialnih veščin.
- Izboljša se razumevanje in učenje znanstvenih spoznanj.
- Igre nudijo praktično izkušnjo, kjer morajo igralci načrtovati ustrezne strategije, na podlagi svojega znanja in spretnosti izvajati te strategije v simulacijskem okolju in se odzvati na posledice svojih strategij. Tako z uporabo iger igralci lažje prenesejo teoretična znanja v praktično okolje.

Dodana vrednost uporabe iger v izobraževanju se prenaša tudi na področje logistike in oskrbovalnih verig.

Uporaba iger spodbuja aktivno učenje, izboljšuje razumevanje kompleksnih logističnih konceptov ter povečuje angažiranost, motivacijo in sposobnost reševanja težav, kar je ključno za dinamično logistično okolje.

Igre tudi omogočajo boljše razumevanje kompleksnih povezav znotraj oskrbovalnih verig, saj igralci v simuliranem okolju načrtujejo strategije, izvajajo odločitve ter se odzivajo na posledice svojih dejanj. Raznolikost iger, prilagojenih različnim generacijam in predznanju, odpira vrsto možnosti za učinkovito vključevanje iger v učni proces. V nadaljevanju bomo raziskali nekaj konkretnih primerov iger, ki se lahko uporabijo v različnih izobraževalnih kontekstih.

5 Primeri iger

5.1 Igra distribucije piva

Igra distribucije piva (»Beer game«) je igra, ki simulira materialne in informacijske tokove v proizvodno-distribucijskem sistemu. Namen igre je prikaz upravljanja oskrbovalne verige in učinka volovskega biča, ki je povezan s prenosom informacij

po oskrbovalni verigi. Gre za eno najbolj znanih iger, ki so jo v šestdesetih letih razvili na MIT z namenom študentom, managerjem in vodstvenim delavcem nazorno prikazati, kako težko je upravljati dinamične sisteme – v tem primeru je dinamični sistem oskrbovalna veriga, ki dostavlja pivo od pivovarne do končnega potrošnika.

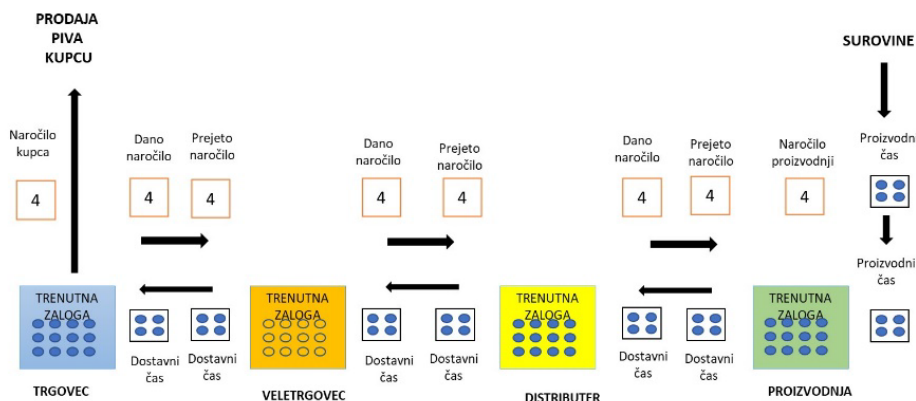
Osnovna ideja te simulacijske igre je bila razumeti vedenjski vzorec ljudi pri upravljanju oskrbovalne verige, pomen izmenjave informacij in delovanja distribucije v oskrbovalni verigi (Mitrea, 2020). Tako je bila sprva razvita za razumevanje sistemske dinamike, kasneje pa se je prenesla na področje prikaza delovanja oskrbovalnih verig. Tako se najpogosteje uporablja za:

- ponazoritev učinka volovskega biča,
- prikaz, kako posamezni deli v sistemu vplivajo drug na drugega,
- prikaz, v čem se individualno mišljenje razlikuje od sistemskega razmišljanja in
- prikaz možnosti optimizacije sistemov in prednosti uporabe informacijskih sistemov.

Kar dela igro tako zanimivo in uporabno, je, da so strukture oskrbovalne verige in pravila igre preprosti, pa vendar je posledično vedenje precej zapleteno. Igra distribucije piva je tudi dobro dokumentirana v različnih virih (Grasl, 2015).

Cilj igre je doseči čim manjše stroške celotne oskrbovalne verige. Standardna igra distribucije piva ima štiri igralce: trgovca na drobno, veletrgovca, distributerja in proizvodnjo piva. Povpraševanje kupcev (po sodih piva) nastane pri trgovcu na drobno, ki dopolnjuje svoje zaloge pri veletrgovcu, veletrgovec pri distributerju in distributer pri proizvajalcu piva. V vsakem obdobju se morajo člani verige odločiti, koliko, če sploh, bodo naročili pri svojih dobaviteljih, proizvodnja piva pa se mora odločiti, koliko, če sploh, bo proizvedla. Pri pošiljanju materiala iz ene lokacije na drugo obstajajo dobavni roki za prevoz in dobavni roki za proizvodnjo v tovarni. Medtem ko material teče od proizvodnje proti kupcu, informacije tečejo v nasprotni smeri preko oddaje naročil. Od trenutka, ko je naročilo oddano, do trenutka, ko dobavitelj prejme naročilo, obstaja zakasnitev pri obdelavi naročila ali dobavni čas za informacije.

Sama igra se lahko odigra v uri in pol. Igro distribucije piva lahko kot rečeno igrajo minimalno štirje igralci, lahko pa oblikujemo več skupin po štiri v skupini.



Slika 1.1: Igralna površina za igro distribucije piva

Vir: lasten

5.2 Igra žogic

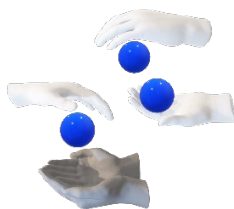
Igra žogic spada v področje, ki prikazuje, kako lahko izboljšamo procese, ki so povezani s premagovanjem prostora in časa. Prostorski in časovni razkorak sta dva izmed osnovnih razkorakov, s katerimi se ukvarja logistika. Igra se tako ukvarja z iskanjem idej, kako zmanjšati tako prostorski kot časovni razkorak in narediti proces čim bolj vitek in agilen. Govorimo o iskanju in odpravljanju izgub in nenehnem izboljševanju procesov, kar spada v področje KAIZEN filozofije.

Spretnosti, orodja in tehnike, pri katerih vam igra z žogo lahko pomaga, vključujejo komunikacijo, nenehno izboljševanje, tok, PDCA (planiraj, izvedi, preveri, ukrepaj), SCRUM pristop, timsko delo in osem izgub v logistiki.

Ta igra je lahko simulacija kateregakoli procesa. Od transporta do skladiščenja ali dela s strankami. Žoga predstavlja nalogo, gibanje pa predstavlja, kako se odgovornost prenaša s člana na člana ekipe.

Cilj igre je podati čim več žogic iz točke A preko celotne ekipe nazaj do toče A in to v dveh minutah. Opcija je, da za cilj merimo, koliko časa potrebujejo udeleženci, da določeno količino žogic spravijo skozi proces. Običajno se za to uporabljajo teniške žogice, žogice za namizni tenis ali plastične otroške žogice, lahko pa uporabimo tudi druge žogice. Lahko se oblikuje več skupin ali pa igra samo z eno skupino.

Smiselno je igro popestriti s kakšno zgodbo. Ekipi na primer povemo, da proizvajajo čarobne krogle. Čarovnija je dodana žogi šele, ko se je vsi dotaknejo. Če se dve osebi istočasno dotakneta žoge, se čarovnija razprši. Poleg tega magnetna polja pomenijo, da podajanje žoge neposrednemu sosеду prav tako prepreči dodajanje magije. Začetna/končna oseba je stranka, ki želi, da se žogicam doda čarovnija. To doda dodaten element zabave in omogoča lažje razumevanje/upoštevanje pravil igre.



Slika 1.2: Igra žogic

Vir: lasten.

Igra se lahko prilagodi različnim skupinam; tako osnovnošolcem, dijakom ali študentom kot tudi različnim organizacijam in različnemu predznanju s področja logistike, OV in vitkih procesov. Igra se glede na starostno strukturo in predznanje ustrezno prilagodi. Prav tako se prilagodi razlaga namena in uporabnosti igre.

Sestavljanje letala

Igra sestavljanja letala lahko poteka s pomočjo papirja (izdelava papirnatega letala) ali s pomočjo lego kock (lego letalo).

Oba pristopa prikazujeta vidik vitke proizvodnje, ki temelji na »push« (potisni) in »pull« (povleči) procesih. Prav tako lahko preko igre spoznavamo pomen pretočnega časa in časa cikla, kakovosti, vpliv delovne razporeditve na procese in iskanje izgub v logistiki.

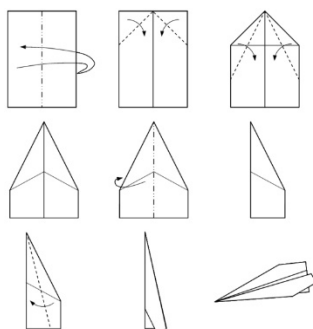
Cilji igre je ponazoriti znatno zmanjšanje izgub v procesih, predvsem preko medfaznih zalog in časa pretoka z uporabo tako imenovanega »pull« procesa vlečenja, Kanbana, ozkega grla, časa cikla, časa nedejavnosti, ravnovesja linije in ponazoritve vedenja delavcev v operativnem okolju.

Ena izmed variant igre uporablja štiri delovna mesta v procesu izdelave letala. Naloge so razporejene tako, da procesi niso časovno enakomerno razporejeni in da prihaja do ozkih grl (na primer na tretjem delovnem mestu).

Simulacijska igra poteka tako, da udeleženci skozi različne korake spoznavajo, kako se lahko oblikuje proces proizvodnje. Tako na primer v prvem koraku vsak za sebe izdeluje letalo, nato v drugem koraku razdelimo naloge na vnaprej definirana delovna mesta in operacije, kjer se ponazori »push« proces in vsak udeleženec dela v standardnem pristopu potiskanja, dokler je zaloga na voljo in jih ne skrbi kopičenje zaloge. V tretjem koraku preoblikujemo proces tako, da se proizvaja le eno letalo naenkrat.

Pride do zmanjšanja zalog in pretočnega časa, kar na nazoren način prikaže vpliv vitkih procesov in Kanban sistema. Če v igro vključimo še izdelavo letal različnih barv, ki ponazarjajo različno povpraševanje na strani kupcev, lahko močno popestrimo samo simulacijsko igro. Prav tako lahko v igri poudarimo vlogo kakovosti izdelave letala v navezavi s samimi procesi, tako da vključimo kontrolo, ki nadzoruje kakovost izdelanih letal.

Za igro potrebujemo med 20 in 90 minut in vsaj 4 igralce.



Slika 1.3: Primer izdelave papirnatega letala

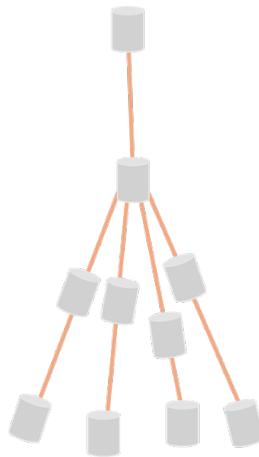
Vir: (Čerin, 2013)

5.4 Igra lego gradnje

Igra lego gradnje simulira logistične procese v oskrbovalni verigi. Gre za demonstracijo težav, ki se pojavljajo pri premagovanju prostora in časa. Cilj igre je preko različnih deležnikov v verigi zgraditi objekt, identičen začetnemu objektu, kot ga na primer zahteva kupec. Igro lahko izvedemo v več variantah. Ena izmed variant predvideva enega udeleženca (raziskovalca kupčevih potreb in želja, ki opazuje že izgrajen objekt iz lego kock (zahteva kupca) in informacije o izgledu in sestavi posreduje po verigi naprej naslednjim soigralcem (različnim členom v oskrbovalni verigi, npr. maloprodaja, veletrgovec, distributer, proizvodnja, dobavitelj ali členom v podjetju, prodajnik, projektant, proizvajalec, skladiščnik). Skozi igro lahko spoznavamo različne motnje, ki se pojavijo skozi oskrbovalno verigo.

5.5 Penice in testenine (Marshmallow Challenge)

Dobo uveljavljena igra ima za cilj, da v 18 minutah s pomočjo špagetov, lepilnega traku, vrvic in penice zgradimo najvišji samostojeci stolp s penico na vrhu. Igra spodbuja razmišljanje izven okvirjev, timsko delo, pristop PDCA ter spoprijemanje z motnjami v procesih, skupinsko komunikacijo, dinamiko vodenja, sodelovanje, inovativnost in strategijo reševanja problemov. Uči vitkega pristopa k obvladovanju tveganja in vrednosti nenehnega eksperimentiranja – za zmanjšanje izgub.



Slika 1.4: Igra penice in testenine

Vir: lasten.

5.6 Izdelava papirnate verige (veriga papirnatih obročkov)

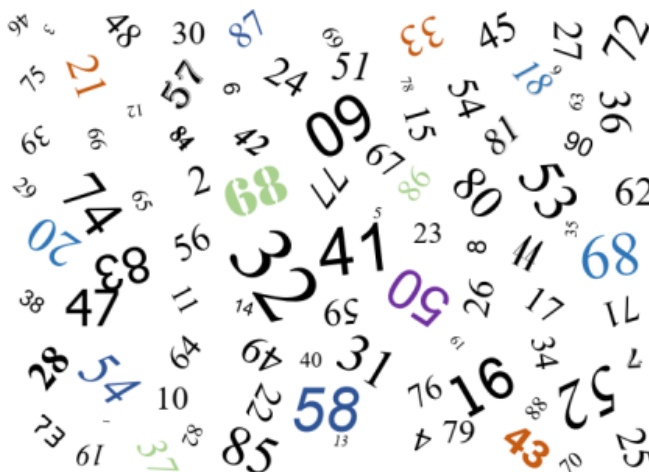
Poudarek igre je na spoznavanju, kako timsko in organizirano delo vpliva na končni rezultat nekega procesa. Poudarja se vpliv na krajšanje procesnega časa (časovni razkorak), pretok informacij (informacijski razkorak), zadovoljevanje potreb končnega kupca in zmanjševanje izgub v logistiki.

5.7 Hoja po galaksiji

Cilj igre je s pomočjo papirnatih krožnikov premagati prostorski razkorak na način, da vsi igralci ekipe pridejo iz točke A v točko B. Pri tem lahko stopijo samo na papirnati krožnik. Če nihče ne stoji na krožniku, le-ta odleti v vesolje. Sprava lahko igralcem razdelimo več krožnikov (na primer vsakemu tri, nato pa zmanjšujemo število krožnikov – motnja v oskrbi s krožniki).

5.8 Simulacija metode 5S

Igra besed simulira metodo 5S, ki se pogosto uporablja za oblikovanje visoko organiziranega delovnega prostora. Igra s pomočjo števil prikazuje uporabnost petih korakov metode, kjer se prikaže proces stalnega izboljševanja procesov.

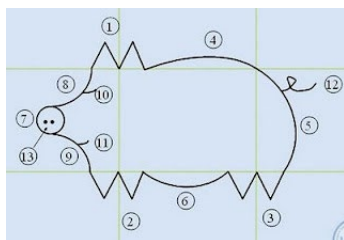


Slika 1.5: Simulacijska igra števila 5S metode

Vir: lasten

5.9 Risanje pujsa ali ribe

Igra je namenjena prikazu pomena standardizacije v procesih in prizadevanju za nenehne izboljšave, kar je osnova vitkih procesov in odpravljanja izgub v logistiki. Cilj igre je narisati standardnega pujsa ali ribo. Tako dobi vsak udeleženelec papir z narisano mrežo in pisna navodila, ali pa nekdo navodila prebere skupini, kako narisati standardnega pujsa ali ribo.



Slika 1.6: Igra standardni pujs

Vir: (Standard Pig, n.d.)

Predstavljene igre so le delček iger, ki se lahko uporabijo pri spoznavanju logistike in oskrbovalnih verig. V literaturi lahko najdemo še veliko podobnih iger, ki poleg zabavnega načina simulacij na praktičen način omogočajo udeležencem iskanje rešitev za učinkovitejšo logistiko in oskrbovalne verige.

Literatura

- Čerin, A. (2013, September 20). Preprosta in atraktivna igra: Spušcanje papirnatih letal. *PREPROSTOST - Aleš Čerin*. <https://preprostost.si/2013/09/20/preprosta-in-atraktivna-igra-spuscanje-papirnatih-letal/>
- CSCMP Glossary. (2013).
- Grasl, O. (2015). *Understanding the Beer Distribution Game*. Transentis. <https://www.transentis.com/>
- Hou, H.-T. (2015). Integrating cluster and sequential analysis to explore learners' flow and behavioral patterns in a simulation game with situated-learning context for science courses: A video-based process exploration. *Computers in Human Behavior*, 48, 424–435. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.010>
- Mitraa, A. (2020). *Beer game in Supply Chain Management*. <https://www.linkedin.com/pulse/beer-game-supply-chain-management-arnavb-mitraa/>
- Monaco, M., & Martin, M. (2007). The Millennial Student: A New Generation of Learners. *Athletic Training Education Journal*, 2(2), 42–46. <https://doi.org/10.4085/1947-380X-2.2.42>
- MTarnowski. (2017, October 30). Ball Point Game—Introducing Agile By The Fun Way • Plays-In-Business. *Plays-In-Business*. <https://www.plays-in-business.com/ball-point-game-introducing-agile-by-the-fun-way/>

- Pacheco-Velazquez, E., Ramirez Montoya, M. S., & Salinas-Navarro, D. (2023). Serious Games and Experiential Learning: Options for Engineering Education. *International Journal of Serious Games*, 10(3), 3–21. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v10i3.593>
- Ruben, B. D. (1999). Simulations, Games, and Experience-Based Learning: The Quest for a New Paradigm for Teaching and Learning. *Simulation & Gaming*, 30(4), 498–505. <https://doi.org/10.1177/104687819903000409>
- SCM Definitions and Glossary of Terms*. (n.d.). Retrieved 23 September 2023, from https://cscmp.org/CSCMP/Academia_and_Awards/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921
- Spaghetti and Marshmallow Tower*. (n.d.). Retrieved 23 September 2023, from <https://www.madaboutsience.com.au/shop/science-extra/post/spaghetti-and-marshmallow-tower>
- Standard Pig*. (n.d.). Retrieved 23 September 2023, from <https://www.leansimulations.org/2010/05/standard-pig.html>
- Statista. (2023). *Topic: Logistics industry worldwide*. Statista. <https://www.statista.com/topics/5691/logistics-industry-worldwide/>
- Vanany, I., & Syamil, A. (2016). Teaching Supply Chain Management Using an Innovative Practical Game: *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, 9(4), 82–99. <https://doi.org/10.4018/IJISSCM.2016100105>
- Waters, C. D. J. (2003). *Logistics: An introduction to supply chain management*. Palgrave Macmillan.
- William, L., Rahim, Z. B. A., Souza, R. D., Nugroho, E., & Fredericco, R. (2018). Extendable Board Game to Facilitate Learning in Supply Chain Management. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 3(4), 99–111. <https://doi.org/10.25046/aj030411>

STRATEGIJA POVEČANJA ODPORNOSTI OSKRBOVALNIH VERIG V 5. KORAKIH

MATEVŽ OBRECHT

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
matevz.obrecht@um.si

Zavedanje, da je zanesljivost oskrbe na globalnem trgu že nekaj časa tvegana, je v času izrednih razmer postalo neizpodbitno dejstvo. Veliki mednarodni igralci na parketu oskrbovalnih verig se že več kot desetletje ukvarjajo z nezanesljivimi dobavami. V kolikor želimo, da je naša oskrbovalna veriga odporna, se je potrebno najprej zavedati, da je za večjo odpornost treba predvideti možne motnje ter si izdelati scenarije, kako z njimi upravljati. Za večjo odpornost na motnje ter prilagodljivo oskrbovalno verigo je torej ključnega pomena, da ima podjetje najprej jasno opredeljeno strategijo oskrbovalne verige, osnovano na analizi tveganj, vrednostni verigi, modelu zrelosti in primerjavi s konkurenco, kar nam pomaga opredeliti prednostne ukrepe in akcijski načrt za doseganje večje odpornosti in prilagodljivosti, ki postajata temelj poslovanja v družbi 5.0.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.2](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.2)

ISBN
978-961-286-973-1

Ključne besede:
odpornost,
upravljanje oskrbovalnih
verig,
analiza tveganj,
prednostna matrika,
vrednostna veriga



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.2](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.2)

ISBN
978-961-286-973-1

Keywords:
resilience,
supply chain management,
risk analysis,
prioritisation matrix,
value chain

HOW TO INCREASE STRATEGIC SUPPLY CHAIN RESILIENCE IN 5 STEPS

MATEVŽ OBRECHT

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
matevz.obreht@um.si

Recognizing that the reliability of the supply on the global market has been risky for some time has become an undeniable fact in times of disruptions. Big international supply chain players have been dealing with this issues for over a decade. If we want our supply chain to be resilient, we must be aware that to enhance resilience, we need to forecast potential disruptions and develop scenarios how to manage them. For flexible and resilient supply chain it is crucial to have clearly defined supply chain strategy based on a) Risk analysis; b) Value chain analysis and c) Maturity model and benchmarking. This helps us to identify priority measures and to develop an action plan to achieve greater resilience and adaptability, which are becoming foundation of business in the 5.0 society.



1 Uvod

Oskrbovalna veriga (OV) zajema »processe življenjskega cikla, ki vključujejo fizične, informacijske, finančne in tokove znanja, katerih namen je zadovoljiti potrebe končnih uporabnikov z izdelki in storitvami več povezanih dobaviteljev«. V skladu s to definicijo je oskrbovalna veriga sestavljena iz procesov dobave, proizvodnje, transporta, distribucije, prodaje izdelkov ter storitev. (Ayers, 2000) Oskrbovalno verigo sestavljajo vsi deležniki, ki neposredno ali posredno sodelujejo pri izpolnjevanju zahtev strank (Chopra & Meindl, 2007). Oskrbovalna veriga je torej skupek treh ali več organizacij ali posameznikov, ki so neposredno vključeni v pretoke izdelkov, storitev, financ in/ali informacij od izvora do stranke (Mentzer et al., 2001). Tipična OV predstavlja tudi omrežje materialov, informacij in storitev, ki opredeljujejo povezave z značilnostmi oskrbe, preoblikovanja in povpraševanja (Chen & Paulraj, 2004). V kolikor želimo, da je naša oskrbovalna veriga odporna, se je potrebno najprej zavedati, da je za večjo odpornost treba najprej predvideti možne motnje ter si izdelati scenarije, kako z njimi upravljati. Zakaj pa tega ne naredijo kar vsa podjetja? Ker preprosto to ni tako enostavno, saj je v strategijo za večjo odpornost potrebno vključiti različne deležnike OV in ne le enega podjetja.

Določeni avtorji izpostavljajo, da se življenjski cikel lahko nanaša tako na tržni življenjski cikel kot na življenjski cikel uporabe, ki pa nista enaka za trajno blago in storitve, zato postane poprodajna storitev za stranke pomemben sestavni del OV.

OV ima lahko različne stopnje kompleksnosti glede na število členov in raznolikost poslovnega procesa, a po navadi ima eno osrednjo vlogo in upravlja celoten proces oskrbe. Tri stopnje kompleksnosti OV (Mentzer et al., 2001):

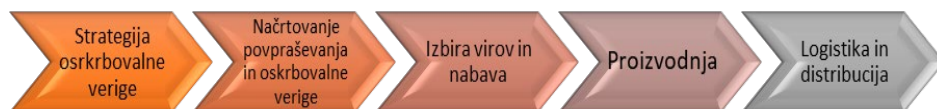
- neposredna OV – sestavljajo jo osrednje podjetje, njegovi dobavitelji in stranke,
- razširjena OV – poleg zgoraj naštetega vsebuje še dobavitelje neposrednega dobavitelja in stranke neposrednih strank,
- končna OV – vključuje vsa podjetja, ki sodelujejo v vseh tokovih izdelkov, storitev, financ in informacij - od končnih dobaviteljev do končnih strank ter funkcionalne posrednike, kot so zunanji izvajalci storitev (angl. Third Party Logistics, 3PL).

Upravljanje oskrbovalnih verig ali management oskrbovalnih verig - MOV (angl. supply chain management - SCM) predstavlja temeljni in sestavni del poslovanja – lahko izboljša storitve za stranke in posledično njihovo zadovoljstvo, zmanjša operativne stroške in hkrati izboljša finančni položaj podjetja (Orozco-Romero et al., 2020), zaradi česar ima bistveno vlogo ne le v logistiki, ampak na splošno v gospodarstvu (Liu et al., 2022). Prilagajanje OV je postalo nuja, a večini podjetij to predstavlja izziv zaradi pomanjkanja razpoložljivosti podatkov v realnem času in odzivnosti sistemov za načrtovanje (Marmolejo-Saucedo et al., 2020). Nenehno izboljševanje MOV sistemov je spodbudilo razvoj različnih digitalnih orodij za avtomatizacijo poslovanja (Marmolejo-Saucedo et al., 2020) in tako se OV premikajo v smeri od tradicionalnih hierarhičnih struktur k »mrežam vrednosti«, za katere so značilni zapleteni, medsebojno povezani in soodvisni odnosi (Kajba et al., 2023). Zato na pomenu pridobivajo tudi tokovi znanja, učenje in sodelovanje, ki ponekod že konkurirajo bolj znanim tokovom izdelkov, nadzoru in usklajevanju (Kalaboukas et al., 2021).

2 Faze upravljanja oskrbovalne verige

Proces upravljanja OV je sestavljen iz petih faz (glej sliko 2.1):

1. strategija OV,
2. načrtovanje povpraševanja in OV,
3. izbira virov in nabava,
4. proizvodnja,
5. logistika in distribucija.



Slika 2.1: Faze procesa upravljanja OV

Vir: Obrecht, b. d.

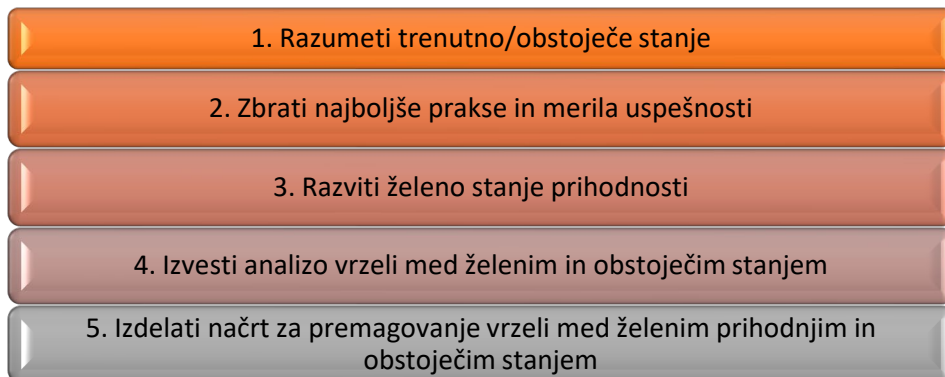
Za večjo odpornost na motnje ter prilagodljivo OV je ključnega pomena, da ima podjetje najprej jasno opredeljeno strategijo OV, zato se bomo posvetili predvsem tej fazi.

2.1 Faza 1: Strategija oskrbovalne verige¹

2.1.1 Ključni koraki in aktivnosti

Opredelitev robustne strategije OV po navadi predstavlja tri do šest-mesečni projekt, ki je pogosto oddan svetovalnemu podjetju, s čimer se lahko podjetje izogne navzkrižju interesov. Lahko pa ga podjetje izvede tudi samostojno in mora pri tem izvesti naslednjih pet korakov (glej sliko 2.2):

1. razumeti trenutno/obstoječe stanje,
2. zbrati najboljše prakse in merila uspešnosti,
3. razviti želeno stanje prihodnosti,
4. izvesti analizo vrzeli med želenim in obstoječim stanjem,
5. izdelati načrt za premagovanje vrzeli med želenim prihodnjim in obstoječim stanjem.



Slika 2.2: Ključni koraki strategije OV

Vir: Obrecht, b. d.

V nadaljevanju so podrobneje predstavljeni posamezni koraki skozi njihove aktivnosti:

¹ Povzeto po Obrecht, b. d.

1. Razumeti trenutno/obstoječe stanje:

- določitev ključnih podatkov, ki jih je potrebno zbrati,
- sestava in priprava vprašalnikov,
- izbira ključnih deležnikov, ki jih je potrebno intervjuvati,
- izvedba intervjujev,
- uporaba zbranih podatkov/informacij praviloma s pomočjo informacijske tehnologije (IT),
- preučitev, razumevanje/pojmovanje in dokumentiranje obstoječega stanja,
- potrditev obstoječega stanja s strani podjetja.

2. Zbrati najboljše prakse in merila uspešnosti:

- določitev ustreznih meril in najboljših praks, ki jih je potrebno zbrati,
- izbira in analiziranje ustreznih meril, analiza zrelosti podjetja ter identifikacija najboljših praks,
- intervju s strokovnjaki in pridobitev razumevanja specifične industrije.

3. Razviti stanje prihodnosti:

- razvoj modela zrelosti upravljanja OV,
- ocenjevanje zrelosti upravljanja OV podjetja,
- definiranje zelenega stanja prihodnosti na osnovi:
 - obstoječega stanja,
 - zbranih meril uspešnosti in najboljših praks,
 - zrelosti upravljanja OV podjetja,
 - strateške vizije podjetja.

4. Izvesti analizo vrzeli med zelenim prihodnjim in obstoječim stanjem:

- primerjanje zelenega obstoječega stanja in stanja prihodnosti,
- identificiranje morebitnih pobud, ki jih je potrebno izvesti, da preidemo iz obstoječega stanja v zeleno stanje prihodnosti.

5. Izdelati načrt za premagovanje vrzeli med želenim prihodnjim in obstoječim stanjem:

- Izkoristiti vse možne pobude, ki so bile prepoznane v prejšnjem koraku, vključno z:
- prikazom, kako bo pobuda pomagala, da se približamo ciljnemu stanju,
- analizo stroškov in koristi,
- določitev prednostnih pobud,
- sestavitev načrta, vključno s prednostnimi pobudami in jasnim časovnim načrtom,
- učinkovito izvajanje pobud,
- sledenje in merjenje napredka.

Posamezne korake lahko organizacija izvede brez posebnega truda, za druge je potrebne več energije. Izjemnega pomena sta identifikacija in analiza potencialnih tveganj, torej možnih motenj, ki bi lahko ogrozile delovanje OV.

Zavedanje, da je zanesljivost oskrbe na globalnem trgu že nekaj časa tvegana, je v času izrednih razmer, kot jih je npr. povzročil korona virus, postalo neizpodbitno dejstvo. Veliki mednarodni igralci na parketu oskrbovalnih verig se že več kot desetletje ukvarjajo z nezanesljivimi dobavami. Podobne motnje v oskrbovalnih verigah so namreč že doživeli s preteklimi pandemijami (SARS, ebola idr.), jedrskimi katastrofami (Fukušima), naravnimi nesrečami (poplave na Balkanu, tsunami v Aziji, orkan v ZDA itd.), vojaškimi spopadi (bližnji vzhod, Sirija, Somalijski pirati, Ukrajina itd.), trgovinskimi vojnami in mednarodno diplomacijo (omejevanje ekonomske ekspanzije Kitajske, embargo Irana ...) in t. i. revolucijami, kot je Afriška pomlad. Res pa je, da motnje še nikdar niso prizadele toliko držav na različnih kontinentih in sočasno prizadele celotne mreže konkurentov. Premislek o poslovnih modelih prihodnosti, ki bodo bolj aktivno vključevali možnosti prekinitev dobav in možnost aktivnejše intervencije, je zmeraj bolj na mestu.

Fokus in drastičnost sprememb poslovanja sta v največji meri odvisna od časa trajanja motenj in ocene o možnosti ponovitve situacije. V kolikor je neka motnja le kratkotrajna (t. i. optimistični scenarij), jo organizacije včasih prehitro pozabijo in na dolgi rok ponovno postanejo manj previdne. Npr. svoje izdelke ponovno opremijo

z globalnimi poceni komponentami vprašljivega izvora, izdelanih v vprašljivih delovnih okoljih in brez vpogleda na okoljske vplive v celotni oskrbovalni verigi. V kolikor je kriza ali motnja daljša, lahko pričakujemo, da bodo odgovorna podjetja dajala več poudarka presoji izvora surovin in svojih dobaviteljev; ne toliko zaradi izboljšanja okoljske trajnosti, temveč za povečanje same varnosti oskrbe in večanja odpornosti. Iskanje alternativnih dobaviteljev na geografsko različnih delih sveta, ki teoretično pomenijo manjšo možnost sočasnih izpadov dobav, se poslužuje zmeraj več globalnih igralcev. A to zaenkrat v svetu nabave še ni samoumevno in velikokrat podjetja iz EU niti ne vedo ne kdo ne kje so njihovi primarni dobavitelji materiala, kaj šele, da bi poznali npr. razmere za pridobivanje ali način pridobivanja surovin ter možna tveganja dobav.

V zadnjem času je trend usmerjen tudi k dobaviteljem iz bližine, ki omogočajo krajše transportne poti. Le-te omogočajo večjo odzivnost v primeru izrednih dogodkov. To je nenazadnje lahko tudi priložnost za dolgoročno ustvarjanje večje dodane vrednosti, ponovne oživitve proizvodnega gospodarstva v EU in utemeljevanje vrednosti izdelka v očeh končnega kupca. Dodatno v evro-območju ni valutnih tveganj, bolje je urejena delovna zakonodaja in upoštevan družbeni dejavnik (praktično ni otroškega dela, prisilnega dela), priča smo tudi višji stopnji kontrole kakovosti. Po drugi strani pa to pomeni velik premik nazaj, de-globalizacijo poslovanja itd. ter dodatne vzroke za globalne nemire ob gradnji zidov, saj nas žal nič ne povezuje tako kot denar.

3 Nasveti in predloge za večjo odpornost OV

3.1 Ocena in zmanjšanje tveganj

Za pravilno ocenjevanje korporativnih ali projektnih tveganj je pomembna uporaba sledečih dimenzij:

- verjetnost – kolikšna je verjetnost, da se bo tveganje zgodilo,
- vpliv – kakšen je potencialni vpliv tveganja na poslovanje oz. na delovanje organizacije.

Za ocenjevanje verjetnosti tveganja se lahko uporabi lestvica verjetnosti, ki naj tudi grafično prikazuje stopnje verjetnosti, da se posamezen dogodek zgodi (prikazano na tabeli 2.1).

Tabela 2.1: Definiranje lestvice verjetnosti

Lestvica verjetnosti	Definicija
Skoraj gotovo	Več kot 90 % možnosti, da se zgodi.
Verjetno	Med 60 % in 90 % možnosti, da se zgodi.
Možno	Med 20 % in 60 % možnosti, da se zgodi.
Malo verjetno	Med 5 % in 20 % možnosti, da se zgodi.
Redko	Manj kot 5 % možnosti, da se zgodi.

Vir: Obrecht, b. d.

Tudi za ocenjevanje potencialnega vpliva tveganja uporabimo lestvico, ki grafično prikazuje stopnje vpliva (prikazana na Tabeli 2.2).

Tabela 2.2: Definiranje lestvice vpliva

Lestvica verjetnosti	Definicija
Izreden	Tveganje bo povzročilo neuspeh projekta ali propad podjetja.
Velik	Tveganje bo vplivalo na uspeh projekta ali podjetja.
Zmeren	Tveganje lahko vpliva na uspeh projekta ali podjetja.
Manjši	Skoraj brez vpliva na uspeh projekta ali podjetja.
Mejen	Brez vpliva na uspeh projekta ali podjetja.

Vir: Obrecht, b. d.

Tveganje nato izračunamo tako, da pomnožimo dimenzijo »verjetnosti« z dimenzijo »vpliva« in dobimo »vrednost tveganja« za preučevano organizacijo. V kolikor je tveganje visoko in je vpliv na organizacijo velik, se je potrebno pripraviti nanj in razviti scenarij odziva na potencialno motnjo oz. tveganje. Podjetja, ki se bolje pripravijo, so v času motenj zmagovalci, tista, ki ne predvidijo potencialnih stanj prihodnosti, praviloma porabijo preveč časa za prilagajanje ali pa se sploh niso sposobna prilagoditi, zato izgubljajo na trgu ali pa celo propadejo.

Tabela 2.3: Izračun vrednosti tveganja

Verjetnost		Vpliv		Vrednost tveganja
Kakšna je verjetnost, da se zgodi tveganje?	×	Kakšen je potencialni vpliv tveganja?	=	Matrika tveganj pomaga enostavno izračunati vrednost tveganja.

Vir: Obrecht, b. d.

Na podlagi izračuna in podatka o »vrednosti tveganja« za vsako posamezno tveganje na projektu ali v podjetju se določijo prioritete aktivnosti, s katerimi določimo, kako pomembno je, da določeno tveganje obravnavamo in se nanj pripravimo (Tabela 2.3 in tabela 2.4).

Tabela 2.4: Definiranje lestvice vrednosti tveganja

Vrednost tveganja	Definicija
Zelo visoko	Tveganja, ki jih je potrebno obravnavati kot <u>prednostno nalogo št. 1.</u>
Visoko	Tveganja, ki jih je potrebno obravnavati kot <u>prednostno nalogo št. 2.</u>
Srednje	Tveganja, ki jih je potrebno obravnavati kot <u>prednostno nalogo št. 3.</u>
Nizko	Tveganja, ki jih je potrebno obravnavati kot <u>prednostno nalogo št. 4.</u>
Zelo nizko	Tveganja, ki jih je potrebno obravnavati kot <u>prednostno nalogo št. 5.</u>

Vir: Obrecht, b. d.

Koraki, katerim je potrebno slediti v želji po ugotovitvi vrednosti tveganja, so:

1. korak: navedba tveganj v tabeli (ali v obsežnejšem excelovem listu), imenovani »Predloga registra tveganja« (Tabela 2.5).
2. korak: razporediti tveganja v predlogo matrike tveganj (Tabela 2.6 in tabela 2.7).

Tabela 2.5: Predloga registra tveganj (primer delno izpolnjene predloge)

Št. tveganja	Ime tveganja	Opis tveganja	Verjetnost	Vpliv
1	Nižja hitrost spletne strani	Izboljšanje ločljivosti naših slik bo povečalo velikost naših slik, kar lahko skrajša čas nalaganja strani našega spletnega mesta.	Verjetno	Velik
2	Na naš trg vstopa nov konkurent	Vnesite opis tveganja	Vnesite svoje besedilo	Vnesite svoje besedilo
3	Vnesite naziv tveganja	Vnesite opis tveganja	Vnesite svoje besedilo	Vnesite svoje besedilo
4	Vnesite naziv tveganja	Vnesite opis tveganja	Vnesite svoje besedilo	Vnesite svoje besedilo
5	Vnesite naziv tveganja	Vnesite opis tveganja	Vnesite svoje besedilo	Vnesite svoje besedilo
6	Vnesite naziv tveganja	Vnesite opis tveganja	Vnesite svoje besedilo	Vnesite svoje besedilo
7	Vnesite naziv tveganja	Vnesite opis tveganja	Vnesite svoje besedilo	Vnesite svoje besedilo

Vir: lasten

Tabela 2.6: Predloga matrice tveganj 3 × 3 (primer predloge)

Verjetnost	Verjetno	– Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta	– Vnesite ime projekta	– Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta
	Možno	– Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta		– Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta
	Malo verjetno		– Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta	Vnesite ime projekta Vnesite ime projekta Vnesite ime projekta
		Manjši	Zmeren	Velik
		Vpliv		

Razlaga:

Prednostna naloga tveganja #3	Prednostna naloga tveganja #2	Prednostna naloga tveganja #1
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Vir: lasten

Tabela 2.7: Predloga matrice tveganj 5 × 5 (primer predloge)

Verjetnost	Skoraj gotovo	– Vnesite ime projekta	– Vnesite ime projekta			– Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta
	Verjetno	– Vnesite ime projekta				– Vnesite ime projekta – Vnesite ime projekta
	Možno	– Vnesite ime projekta	– Vnesite ime projekta	– Vnesite ime projekta	– Vnesite ime projekta	
	Malo verjetno					
	Redko				– Vnesite ime projekta	
		Izreden	Velik	Zmeren	Manjši	Mejen
		Vpliv				

Razlaga:

Prednostna naloga tveganja #5	Prednostna naloga tveganja #4	Prednostna naloga tveganja #3	Prednostna naloga tveganja #2	Prednostna naloga tveganja #1
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Vir: lasten

3.2 Najboljše prakse in primeri

V tabeli 2.8 so predstavljeni tudi primeri podjetij in scenarijev, kaj storiti ob posameznem tveganju.

Tabela 2.8: Primer tveganj in ukrepov

Tveganje	Ukrepi
1. VISOKO TVEGANJE PRI DOBAVI KOMPONENT (npr. proizvajalec v Ukrajini, na Kitajskem)	1. Iskanje nadomestnega dobavitelja (-ev). 2. Sklepanje pogodb z obstoječimi dobavitelji za nadomeščanje izpadov. 3. Priprava seznama substitutov.
2. NEZANESLJIV DOBAVITELJ	4. Ocenjevanje dobaviteljev (čas, stroški, % realizacije, zanesljivost, fleksibilnost).
3. VISOKE CENE ELEKTRIKE/ENERGIJE (zakaj skokovita cena plina vpliva na ceno električne energije?)	5. Dolgoročne pogodbe. 6. Investicija v samooskrbo. 7. Izboljšati energetske učinkovitost. 8. Znižati odvisnost od posameznega vira energije.
4. OBRESTNA MERA (Kako vpliva na realizacijo projekta?)	9. Povečanje stanja dobičkonosnosti projekta. 10. Najem financiranja s fiksno obrestno mero. 11. Najem financiranja v domači valuti. 12. Iskanje alternativnih virov financiranja.
5. OKOLJSKA TVEGANJA (ESG) (npr. izdelki iz palmovega olja)	13. Pridobitev ISO 14000. 14. Predstavitev in vključitev ESG v strateško upravljanje. 15. Trajnostno poročanje. 16. Izračun ogljičnega odtisa. 17. Strategija trajnostnega razvoja. 18. Izogibanje tveganim surovinam. 19. Priprava seznama substitutov.

Vir: lasten

Za izvedbo tovrstne analize tveganj, zrelosti, konkurence in okoljskih vplivov, so bistvenega pomena pravi podatki. Ko upoštevamo koncept OV in življenjskega cikla izdelka znotraj nje, se podatki zbirajo popolnoma drugače, kot, če želi podjetje izvesti analizo samo na osnovi podatkov podjetja. Zbirajo se namreč po vseh členih in na vseh nivojih OV. Želeni tok informacij lahko vključuje tudi občutljive poslovne podatke (npr. marže dobavitelja), za katere imajo podjetja popolnoma legitimen interes, da jih zadržijo zase. Komponenta sodelovanja in partnerski odnosi so zato ključni.

Pri preučevanju in monitoringu tveganj pa se je potrebno zavedati problema »repa«, ki opisuje izziv, da je določeno tveganje opredeljeno kot dogodek, ki se praktično skoraj ne more zgoditi, če se zgodi, pa lahko ima izjemno velik vpliv na poslovanje,

oskrbovalno verigo in gospodarstvo ter družbo v celoti. Tipičen primer je COVID-19 pandemija, ki je svetovno gospodarstvo in družbo zadela z do tedaj nepredstavljalivimi ukrepi, pa čeprav je bila verjetnost za globalno pandemijo skoraj nična.

3.3 Zrelostni model in primerjava s konkurenco

Naslednji korak pri pripravi strategije za večjo odpornost oskrbovalnih verig je razviti model zrelosti upravljanja OV, ki je prikazan s pomočjo dveh primerov (Tabela 2.9 in Slika 2.3) spodaj. Z njim ocenimo, katera področja imamo v organizaciji dobro razvita, kje smo nadpovprečni in kje zaostajamo za našimi konkurenti.

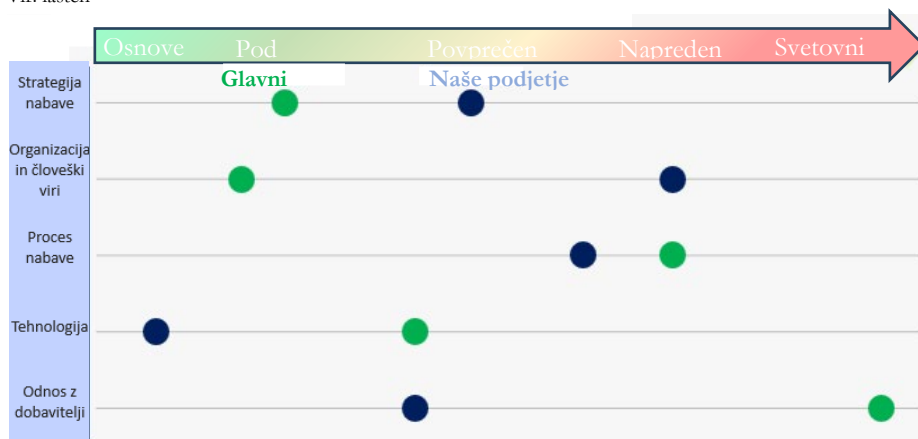
Tabela 9: Primer zrelostnega modela

	Osnoven	Pod povprečjem	Povprečen	Napreden	Svetovni razred
Strategija nabave	<ul style="list-style-type: none"> – Strategija nabave za celotno podjetje komaj obstaja. – Strategija javnih naročil ni bila sporočena. – Nabava ni priznana kot akter pri pridobivanju virov. – Pogajanja z dobavitelji temeljijo predvsem na ceni. 	<ul style="list-style-type: none"> – Obstaja strategija javnega naročanja za celotno podjetje, vendar ni celovita. – Formalno komuniciranje strategije nabave z dobavitelji in nekaterimi deli organizacije. – Nabava priznana kot akter pri pridobivanju virov. – Pogajanja z dobavitelji začnejo preseči ceno. 	<ul style="list-style-type: none"> – Strategija nabave za celotno podjetje obstaja in je zelo obsežna. – Formalno posredovanje strategije nabave dobaviteljem in celotni organizaciji. – Nabava priznana kot vodilna pri nabavi. – Optimizirana storitev za stranke in stroškovna uspešnost s tesnimi odnosi z dobavitelji. 		
Organizacija in človeški viri	<ul style="list-style-type: none"> – Nabava se obravnava kot podporna funkcija. – Nabava je taktično osredotočena. – Nabavo vključuje predvsem nizko kvalificirane vire. 	<ul style="list-style-type: none"> – Na nabavo se začne gledati kot na kritično funkcijo v organizaciji. – Nabava postane bolj strateško vodena. – Ekipa za nabavo začne ponujati spodbude za privabljanje vrhunskih talentov z napredno izobrazbo. 	<ul style="list-style-type: none"> – Nabava sedi za mizo kot cenjen partner. – Nabava je strateško vodena. – Nabavna ekipa vključuje visoko usposobljene vire z napredno izobrazbo. 		

	Osnoven	Pod povprečjem	Povprečen	Napreden	Svetovni razred
	<ul style="list-style-type: none"> Karierne poti so nejasne. 				<ul style="list-style-type: none"> Karierne poti so jasno opredeljene s pričakovani uspešnosti na vsaki ravni. Nabava vključuje večino področij porabe podjetij.
Proces nabave	<ul style="list-style-type: none"> Malo ali nič formalnih postopkov. Nakup operacijskih enot brez posebnih navodil. Formalna pogajalska strategija ni določena. 	<ul style="list-style-type: none"> Pisni procesi, ki so znani in jih zaposleni večinoma upoštevajo. Nakup operacijskih enot po posebnih smernicah. Procesi pregledani le izjemoma. Lastništvo procesov, ki še niso na eni in centralizirani lokaciji. 			<ul style="list-style-type: none"> Formalno usposobljeni zaposleni poznajo in sledijo zapisanim procesom. Operativne enote kupujejo po posebnih smernicah, ki se nenehno izboljšujejo. Procesi se nenehno pregledujejo, da se zagotovi uporaba in razpoložljivost najboljših praks. Lastništvo na eni in centralizirani lokaciji.
Tehnologija	<ul style="list-style-type: none"> Ni globalnega sistema javnih naročil. Ročni in delovno intenzivni sistemi. Uporabljeni predvsem podatki v "tiskani obliki". 	<ul style="list-style-type: none"> Globalni sistem javnih naročil, vendar ni vedno enostaven za uporabo. Identificirane rešitve za nabavo IT, vendar večina še ni implementiranih. Glavni poudarek je na avtomatizaciji transakcij. 			<ul style="list-style-type: none"> Globalni sistem nabave, ki je uporabnikom intuitiven. Identificirane in implementirane rešitve IT za nabavo. Glavni poudarek je na avtomatizaciji interakcij.
Odnos z dobavitelji	<ul style="list-style-type: none"> Sprejeta miselnost "zmaga-izguba". Nezaupanje in kontradiktorni odnosi z dobavitelji. Pomanjkanje sodelovanja z dobavitelji. 	<ul style="list-style-type: none"> Miselnost "zmagam-zmagam" se vse bolj uveljavlja. Zavedanje zaupanja vrednih odnosov. Določene so smernice in cilji sodelovanja. Merila za izbiro dobaviteljev vključujejo stroške, tehnologijo, dobavljivost, prilagodljivost. 			<ul style="list-style-type: none"> Sprejeta miselnost "Win-Win". Izvedene pogodbe o sodelovanju in uresničene koristi. Obstajajo strateška zavezištva z dobavitelji, ki si delijo tveganje in priliko.

	Osnoven	Pod povprečjem	Povprečen	Napreden	Svetovni razred
	– Pogajanja z dobavitelji temeljijo predvsem na ceni.				– Dobavitelji obravnavani kot virtualni podaljšek organizacije.

Vir: lasten



Slika 3: Primer zrelostnega modela

Vir: lasten

Kot je razvidno iz Slike 3, je manj smiselno vlagati v “Organizacijo in človeške vire”, saj smo tam že sedaj nadpovprečno razviti in bistveno boljši kot naša konkurenca. Vidimo pa, da nam šepata “Odnos z dobavitelji” in “Tehnologija”. Torej je bolj smiselno, da se organizacija osredotoča v izboljšave na področju “Odnosov z dobavitelji” in razvoju/integraciji “tehnologije” v poslovne procese, saj bomo s tem povečali odpornost in sposobnost našega delovanja v času motenj.

3.4 Analiza vrednostne verige

Znotraj priprave strategije OV je potrebno pozornost posvetiti tudi vrednostni verigi. Vrednostna veriga opisuje posamezne člene, aktivnosti, ki nam omogočajo dodajanje vrednosti za kupca. V kolikor se preveč enakomerno osredotočamo na vse člene in aktivnosti, nam lahko zmanjka časa, energije in financ za izboljšave na ključnih področjih. Zato je potrebno najprej opredeliti ključna področja dodajanja

vrednosti ter tem nameniti več pozornosti, kot pa preostalim, morda podpornim, morda nepotrebnim aktivnostim. V podjetjih se včasih srečujemo z izzivom pomanjkanja časa, kar pa lahko uspešno rešimo tako, da opredelimo ključna področja, ki so bistvenega pomena in izločimo tista, ki nam jemljejo preveč časa in nam ne prinašajo toliko koristi, kot bi si je želeli. Vrednostna veriga je torej tista, ki nam omogoča kreiranje marže (glej Sliko 2.4).



Slika 2.4: Grafični prikaz vrednostne verige

Vir: lasten

Primer mlečne industrije npr. nakazuje, da so v večjem slovenskem mlečno-predelovalnem podjetju ugotovili, da jim določeni izdelki (kot sta sir in maslo) prinašajo bistveno večjo dodano vrednost kot na drugi strani jogurt. Njihovo maslo in sir sta tudi bolj poznana in v njuno trženje ni potrebno vlagati toliko, kot v trženje jogurta. Ugotovili so, da bi ob trenutnem povpraševanju lahko prodali bistveno večje količine masla in sira, a nimajo zadostnih proizvodnih kapacitet. Jogurt po drugi strani prinaša nižjo maržo, višje stroške in zanj ne verjamejo, da bi ga lahko prodali več. Kaj storiti v takšnem primeru? V omenjenem podjetju so se odločili, da umaknejo jogurt in dajo prednost siru in maslu. Z umikom jogurta iz proizvodnje so pridobili proste kapacitete za proizvodnjo masla in sira, znižali stroške trženja ter povečali maržo. To so lahko naredili relativno hitro, saj gre za podobne izdelke, katerih proizvodnja zahteva podobno znanje delovne sile in podobne stroje.

S tem so optimizirali poslovanje, znižali variabilnost proizvodnje, poenostavili procese in dosegli večjo dodano vrednost. So pa po drugi strani tudi zmanjšali odpornost, saj so znižali variabilnost svoje proizvodnje. V kolikor se npr.

Povpraševanje po siru ali maslu zmanjša, pa bi bila namreč odločitev vprašljiva. Seveda je v omenjenem primeru verjetnost za to izjemno nizka, zato je bila odločitev smela, v kolikor pa bi proizvajali klasični in veganski sir, pa bi bilo tudi z nižjo dodano vrednostjo še zmeraj smiselno proizvajati veganski sir, saj so trendi na področju rastlinske prehrane izrazito v porastu. To pomeni, da je potrebno upoštevati tudi bodoče stanje in ne le trenutnega.

3.5 Ocena prioriternih področij

Pomembno je ustvariti preprosto matriko za prednostno razvrščanje vseh potencialnih pobud, ki jih je treba izvesti, da preidejo iz obstoječega stanja v želeno stanje prihodnosti.

Dve merili, uporabljeni v večini prednostnih matrik, sta (Tabela 2.10):

Tabela 2.10: Dejavniki, ki jih uporabimo pri izboru prioriternih aktivnosti

Vpliv	Trud
Pobuda z velikim vplivom bi pomenila eno od naslednjih: <ul style="list-style-type: none"> – pobuda se mora zgoditi za doseg želenega stanja prihodnosti, – pobuda bo znatno zmanjšala stroške ali povečala prihodke. 	Merilo »Trud« je ocenjeno na podlagi spremljanja: <ul style="list-style-type: none"> – enostavnost izvedbe, – potreben je časovni okvir, – potrebni viri (število ljudi, kapitalaska naložba itd.)

Vir: lasten

Osredotočiti se je treba na pobude, ki imajo največji učinek in zahtevajo najmanj truda (Tabela 2.11 in Tabela 2.12).

Tabela 2.11: Prednostna matrika

Vpliv	Visok	Dolgoročne pobude <i>(aktivno si prizadevajte za zmanjšanje potrebnega truda)</i>	Prednostne pobude
	Nizek	Nepriprivlačne pobude <i>(ne zasledujemo)</i>	Pobude nizke vrednosti <i>(zasledujemo oportunistično)</i>
		Visok Trud	Nizek

Vir: lasten

Tabela 2.12: Matrika predlogov za prednostne naloge

Vpliv	Visok	1. Vpišite ime pobude	1. Vpišite ime pobude
		2. Vpišite ime pobude	2. Vpišite ime pobude
Nizek	Visok	3. Vpišite ime pobude	3. Vpišite ime pobude
		4. Vpišite ime pobude	4. Vpišite ime pobude
		5. Vpišite ime pobude	5. Vpišite ime pobude
		1. Vpišite ime pobude	1. Vpišite ime pobude
		2. Vpišite ime pobude	2. Vpišite ime pobude
Nizek	Nizek	3. Vpišite ime pobude	3. Vpišite ime pobude
		4. Vpišite ime pobude	4. Vpišite ime pobude
		5. Vpišite ime pobude	5. Vpišite ime pobude
		1. Vpišite ime pobude	1. Vpišite ime pobude
		2. Vpišite ime pobude	2. Vpišite ime pobude
		Visok	Nizek
		Trud	

Vir: lasten

Za izvedbo tovrstne analize tveganj, zrelosti, konkurence in okoljskih vplivov, so bistvenega pomena pravi podatki. Ko upoštevamo koncept OV in življenjskega cikla izdelka znotraj nje, se podatki zbirajo popolnoma drugače, kot če želi podjetje izvesti analizo samo na osnovi podatkov podjetja. Zbirajo se namreč po vseh členih in na vseh nivojih OV. Želen tok informacij lahko vključuje tudi občutljive poslovne podatke (npr. marže dobavitelja), za katere imajo podjetja popolnoma legitimen interes, da jih zadržijo zase. Komponenta sodelovanja in partnerski odnosi so zato ključni.

3.6 Razvoj poslovne študije primera

Vsak projekt, ki se ga organizacija loti, je dobro opredeliti tudi iz vidika ciljev doseganja zelenega stanja na področju večje odpornosti oskrbovalnih verig. Določeni projekti v podjetjih se izvajajo na strateški ravni, določeni pa bolj spontano in na osnovi zaznane poslovne priložnosti. Koliko je katerih, je odvisno predvsem od organizacijske kulture in vrednosti podjetja – kaj podpira. Ne glede na to pa se je potrebno zavedati, da določeni nestrateški projekti sicer prinašajo finančne koristi, a tudi bremenijo organizacijske vire, nase vežejo finančna sredstva, zahtevajo človeški kapital. V kolikor so skladni s strateškimi usmeritvami in zmožnostmi organizacije, so seveda dobrodošli, v kolikor pa morda tudi nehote večajo izpostavljenost tveganjem in motnjam ter negativno vplivajo na odpornost, je smiselno dodatno presoditi, ali začeti z realizacijo ali ne (glej Tabelo 2.13). V kolikor bi omenjeno mlečno-predelovalno podjetje ugotovilo, da se jim odpira trg veganskih sirov, bi bil projekt verjetno smiseln, saj bi večal njihovo odpornost, diferenciacijo,

diverzifikacijo dobaviteljev, segmentov in omogočil nove kupce v zelo trendovskem segmentu. Če bi pa se odločali o tem, da bi namesto jogurta, ki se slabo prodaja, razvili manj masten in sadne variacije jogurtov, pa bi bilo seveda vprašanje, ali je to smiselno. Podobno se mlečno-predelovalno podjetje ne bo lotilo prodaje avtomobilov, čeprav so bile prodajne številke v letu 2022 odlične, saj nima dovolj znanja, informacij, virov in pa predvsem to ni njegova strateška usmeritev.

Tabela 2.13: Cilj poslovnega primera

Cilj	Delni cilji
Cilj poslovnega primera je dokončati natančno analizo potencialnega projekta, da se olajša odločitev o tem, ali naj se projekta loti.	Ugotovite, ali projekt podpira celotno poslovno strategijo.
Poslovni primer je diferencialna analiza, ki naredi primerjavo med trenutnim stanjem (kot je) in ciljnim stanjem kot rezultatom projekta (biti).	Določite potencialno vrednost in dejavnike vrednosti projekta.
Vir: lasten	Opredelite stroške in pričakovane koristi projekta.
	Določite časovno razporejen učinek neto denarnega toka, donosnost naložbe in vračilno dobo projekta.

Zaradi redkih in omejenih virov, tako surovin kot energije in človeškega kapitala, se podjetja zmeraj bolj zavedajo, da je prihodnja dobrobit organizacije kot tudi družbe v celoti povezana s tem, kako bomo danes uspeli rešiti izzive trajnostnega razvoja. Ekonomska komponenta več ne more biti ločena ali kontradiktorna okoljski in družbeni, ampak lahko z analizo tveganj, zrelosti, določitvami prioritetenih področij zmanjšamo potencialno škodo ter se fokusiramo na delovanje podjetja, ki bo prineslo najboljše rezultate na okoljskem, družbenem in seveda ekonomskem področju. Interdisciplinarnost pa, kot že omenjeno, zahteva dobro sodelovanje skozi celotno oskrbovalno verigo. Transparentnost, fleksibilnost in pripravljenost na spremembe so temeljne lastnosti odporne OV.

4 Motnje in odpornost v OV danes in jutri

4.1 Motnje v OV bodo nova realnost, gradnja odpornih verig bo še velik izziv

Motnje so specifična kombinacija različnih dejavnikov v hitro spreminjajočem se obdobju. Enotnega odgovora, kaj je razlog za motnje v OV, seveda ni, saj so motnje ponavadi specifična kombinacija bolj (pomanjkanje delovne sile, zmanjšana dobavljivost zaradi manjše proizvodnje v času koronskih zaprtij) ali manj predvidljivih dejavnikov (mednarodni konflikti, pandemije).

Razlogi za motnje v zadnjem času so naslednji.

a) Veliko se piše o krizi delovnih mest, turizma, gostinstva v času korone, izgube služb itd., manj pa se zavedamo, da zgodba ni enoplastna, ampak gre bolj za razslojevanje prebivalstva. Na eni strani je del prebivalstva res ostal brez služb, brez prihodkov, na drugi pa se je v času dela od doma, zaprtih gostinskih, turističnih obratov, trgovin idr. pomembnemu deležu prebivalstva nabralo veliko prihrankov, saj so obdržali ali celo povečali prihodke in ti trenutno poganjajo povpraševanje in trošijo več kot pred korono. Korona je spremenila tudi navade ljudi. V preteklosti smo kupovali npr. več poslovnih oblek, zdaj več športnih oblačil, pa še to preko spleta. Ne hodimo v fitnese, kupujemo pa več fitness opreme. Hoteli so zmanjšali kapacitete, del zaposlenih je prešel v druge sektorje, kar pomeni, da turističnega povpraševanja, kot ga imamo v 2022 in 2023, žal ne moremo drugače obravnavati kot z dvigom cen. Večje, kot je povpraševanje, višja je cena izdelka ali storitve, to je osnova ekonomije. Po drugi strani oprema za kampiranje in avtodomi doživljajo še nevidno rast, kar pomeni, da se je povpraševanje spremenilo že samo znotraj segmentov v turizmu.

b) Proizvodni obrati v Aziji in Evropi so med 2020 in 2022 delali z zmanjšanimi kapacitetami zaradi zmanjšanega povpraševanja (avtomobilska industrija, bela tehnika, tekstilna industrija ...). To je vplivalo na celotno OV, saj se je zmanjšalo število naročil komponent, delov pri proizvajalcih in dobaviteljih. To je posledično znižalo naročila materiala in surovin pri dobaviteljih surovin itd., zato so celotne OV začele delovati na zmanjšani zmogljivosti. Ko se je povpraševanje (npr. avtomobilska industrija v 2. polovici 2022 in 1. polovici 2023) vrnilo, je bil odboj sunkovit. Ker pa

OV poznajo efekt biča, je jasno, da tovrstne globalne spremembe v proizvodnji in porabi ne moremo spremeniti kar čez noč. Specifično dogajanje v 2021, ko so podjetja še februarja in marca tarnala zaradi težkih pogojev, manjšega števila naročil, zmanjšane povpraševanja, možnosti odpuščanj ... je nato zadela strela povpraševanj in ta ista podjetja praktično v roku dveh do treh mesecev več niso zmogla slediti povpraševanju in naročilom. Naročevala so zmeraj več, saj so potrebovala material, surovine, komponente ... ampak vrnitev v prvotno stanje je zmeraj težje kot zmanjšanje proizvodnje, ki je boleče predvsem iz finančnega vidika, povečanje pa je izziv predvsem iz organizacijskega. Ko se je povpraševanje vrnilo, so bila podjetja najprej tudi malo skeptična, niso pretiravala z zalogami, so premalo planirala in predvidevala in zgodil se je t. i. učinek biča (bulwhip effect) - mala nihanja pripeljejo do poka na koncu biča oziroma OV. Zato je sedaj veliko podjetij upravičeno zaskrbljenih, kako pokrivati povpraševanje ob trenutnih negotovih dobavah. Hitro prilagajanje in načrtovanje bo zato postalo obvezno tudi za manjša in srednja podjetja.

c) Cena več ni edini bistveni faktor. V 2022 je bilo bistveno, da naročeno podjetje sploh dobi. Izkazal se je pomen partnerskih odnosov v OV. Cene komponent so se v določenih panogah spreminjale celo na dnevni ravni. Partnerji v OV se zavedajo, da dolgoročni odjem in sodelovanje pomenita več kot hipno višji zaslužek, gradnja odnosov pa se ne zgodi čez noč. Odzivnost in zanesljivost je tudi odsev odnosov v OV. V 2023 ob povečani pazljivosti podjetij in nejasnosti glede obsega prihodnjih poslovnih aktivnosti pa gradnja odpornih in odzivnih OV postaja tako ali tako nuja. Iz trga, kjer kraljuje kupec, smo prešli na trg, kjer kraljuje dobavitelj, sedaj pa se vračamo v staro realnost, da bo spet večjo vlogo imel kupec, a na drugi, bolj partnerski ravni.

d) Kitajska je uspešneje predvidela določena dolgoročna tveganja in bolje predvidela prihodnje poslovno stanje, zato si je bila sposobna zagotoviti surovine in materiale v času nižjega povpraševanja po mnogo nižjih cenah, saj je povpraševanje iz EU in ZDA zaspalo. Strateške investicije v redke materiale, surovine, industrijo predelave le-teh tudi v tujini (predvsem Afriki) je bolje izkoristila kot npr. EU, ki je ob kritiki dvoličnosti kitajskih investicij sama preveč dvolična glede investicij v Afriki. Kitajska si je s tem zagotovila bolj odporno in zanesljivejšo oskrbo s ključnimi viri za elektrifikacijo transporta in rast proizvodnje elektronskih naprav. Dodatno so tukaj tudi špekulacije, da je eden od ciljev morda kazanje mišic Kitajske preostalemu svetu,

da se pozicionira kot novo vodilno gospodarstvo. Sicer tudi v svojo (finančno) škodo, ampak tudi s spletnimi velikani (Baidu, AliBaba idr.) Kitajska oz. Kitajska KP počne enako - jih omejuje zaradi "višjih" ciljev. Viri, ki napajajo povpraševanje EU in ZDA, povzročajo motnje tudi zaradi zaprtih tovarn, zmanjšane proizvodnje, zapletov v distribuciji, povzročajo sive lase podjetjem po vsem svetu – večja razpršenost in bližje pozicionirani dobavitelji lahko na račun morda nekoliko višjih cen bistveno pripomorejo k nižji izpostavljenosti dolgoročnim motnjam, a to mora biti del vnaprej pripravljene strategije in ne paničnega odziva takrat, ko je že prepozno.

4.2 Pristanišča in ladijski promet

Motnje v pristaniščih, ki so nastale zaradi ustavitve proizvodnje, nato povečanega pretovora, pomanjkanja delovne sile v pristaniščih in visokih cen transporta, so nekaj, kar se ne da odpraviti čez noč. Že samo za to, da Kitajska pristanišča izpolnijo vse zamujene dobave in naročila ter, da jih npr. v pristaniščih v ZDA (najbolj poznan je primer LA, kjer je bila ponavadi na sidru ena ladja, sedaj pa se zasidrane ladje, ki čakajo na pretovorarjanje več dni prešteva v desetinah) odpremijo naprej, traja vsaj nekaj mesecev in to v optimalnih pogojih, Primanjkuje pa praktično vseh logističnih sredstev, od kontejnerjev, kamionov itd. Ladjarji po drugi strani navajajo rekordne dobičke, a cena transporta in njegov obseg na globalni ravni se že manjšata. Se je pa med tem obrnilo razmerje moči. Izvajalca logističnih storitev, ki bi ga še pred enim letom takoj zamenjali in terjali za vnaprej določeno odškodnino, če bi prihajalo do takšnih zamud in neizpolnitev naročil, smo bili pripravljene lepo prositi, da blago sploh lahko dobimo, saj nam drugače lahko zastane proizvodnja (npr. Audi).

Ker bi morale ladje zaradi zamud v pristaniščih čakati nekaj dni, se raje odločijo za drugo pristanišče, kar pa je pretežno stvar poslovne optimizacije ladjarjev. Ko tovrstne odločitve sprejme večje število ladjarjev (ladij), seveda nastane prava zmeda - določenih kontejnerjev ni, določeni so v drugih pristaniščih, določeni še zmeraj na ladjah, plujejo nazaj na Kitajsko ipd. V teh primerih nadaljnja optimizacija distribucije s tovornimi vozili po cestah seveda ni možna in spet smo pri domino efektu. Zmeda je tudi v pristaniščih. Tam, kjer so pred tem kontejnerje velikokrat nalagali direktno na kamione oz. je bil čakalni čas 3 dni, jih sedaj dva- ali celo trikrat predstavljajo, manipulirajo in čakajo na prost kamion po 12 dni, kar vse jemlje čas, kapacitete in podaljšuje čas zelo zelene normalizacije.

4.3 Rešitve na obzorju

Eno od rešitev ponuja železniški promet, v katerega se po svetu (EU, Balkan, Kitajska) zmeraj več vlaga, ga pa tudi logistična podjetja niso tako navajena. V določeni meri bi lahko na dolgi rok zaradi zanesljivosti in stabilnejše cene železniški promet omogočal del rešitve. V ZDA so npr. že ponovno aktivirali določene zaprte železniške terminale.

Lani smo veliko govorili o lokalizaciji OV, nadomestnih dobaviteljih, oceni tveganja dobaviteljev ... ampak po delni normalizaciji v letošnjem letu se lahko zgodi, da do naslednje motnje podjetja na te prilagoditve prehitro pozabijo. Res sicer je, da proizvajalcev določenih komponent in delov v Evropi več ni, saj smo jih zaradi nerentabilnosti, nižjih stroškov, okoljske spornosti "preselili" na vzhod. Da se tovrstne proizvodne kapacitete spet vzpostavijo, je potreben čas, vsaj 2-3 leta ter nedvomno višje cene kot pri izdelkih iz Kitajske ter nove okoljske obremenitve v EU, kar pa spet prinese špekulacije, kakšna bo situacija čez 2-3 leta. Bo povpraševanje še zmeraj tako visoko? Se tovrstna naložba izplača? Je pa res, da, če se ne pripravimo, bomo čez 2 leti oziroma ob naslednjih motnjah na istem kot lani. Četudi uspemo z nadomestno proizvodnjo in bistveno krajšimi OV, ostane problem pomanjkanja materiala/surovin. Vzrok za to moramo iskati tudi v finančnih špekulacijah in manipulacijah, ne le v povečanem povpraševanju in motnjah v OV. Kapital se je v 2. in 3. četrtletju 2020 prelil na finančne trge, pretežno delnice in ETF-e. Nato so te proti koncu 2020 izgubile zagon, zato je šel kapital v kripto valute. Ko je tudi tem opešala rast, pa je novo zatočišče kapital našel v surovinah, le da tokrat ne v klasičnem zlatu, ki je bolj hranilec vrednosti v času kriz.

Cene so šle v višave, nekatere so nihale (Les je npr. zrasel za preko 400 %, nato padel za 150 %, elektrika je najprej zrastle, nato pa smo bili poleti 2023 prvič priča izjemno negativni ceni elektrike. Podobno se je zgodilo s plinom na Hrvaškem, tako da je nihanje izjemno veliko. Podcenjenost surovin v zadnjem desetletju je definitivno eden od razlogov, ki bi jih lahko predvideli, saj smo v istem obdobju kreirali konstantno rast povpraševanja in to že v osnovi ni vzdržno. Razlogi so poleg zgoraj naštetega tudi v rasti svetovnega prebivalstva, rasti življenjskega standarda predvsem v državah v razvoju in v tem, da posledično izvoznice surovin zaradi omenjenega na dolgi rok postajajo uvoznice le-teh - npr. nafta iz S. Afrike Vsi se borimo za iste vire.

Krožno gospodarstvo in bioekonomija sta prioriteta EU tudi zaradi pragmatičnosti, ne le zaradi trajnosti. EU se mora zato še toliko bolj osredotočati na krožno gospodarstvo, učinkovito izrabo snovi in prehod v bioekonomijo. Vzrok za to torej ni le bolj znana želja po trajnostnem razvoju in vodilna vloga EU v boju proti podnebnim spremembam, ampak predvsem omejenost virov in pa pragmatičnost, saj se zavedamo ranljivosti, ker nismo bogati s strateškimi surovinami, smo pa na šoke (naftna kriza v 70ih, motnje v oskrbi s komponentami v avtomobilski industriji ob jedrski nesreči v Fukušimi, dobava ruskega plina ...) večkrat prehitro pozabili in se iz njih nismo dovolj naučili. Zato je vzpostavitev bolj odpornih in prilagodljivih OV, ki bodo temelj zelene zanesljive oskrbe v bodoče, lahko osnovana predvsem na dostopnih virih in razpršeni mreži dobaviteljev.

Opombe

¹ Povzeto po (Obrecht, b. d.).

Literatura

- Ayers, J. B. (Ur.). (2000). *Handbook of Supply Chain Management*. CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781420025705>
- Chen, I. J., & Paulraj, A. (2004). Towards a theory of supply chain management: The constructs and measurements. *Journal of Operations Management*, 22(2), 119–150.
<https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.12.007>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (3. ed., Pearson internat. ed). Pearson Prentice Hall.
- Kajba, M., Jereb, B., & Obrecht, M. (2023). Considering IT Trends for Modelling Investments in Supply Chains by Prioritising Digital Twins. *Processes*, 11(1), Article 1.
<https://doi.org/10.3390/pr11010262>
- Kalaboukas, K., Rožanec, J., Košmerlj, A., Kiritsis, D., & Arampatzis, G. (2021). Implementation of Cognitive Digital Twins in Connected and Agile Supply Networks—An Operational Model. *Applied Sciences*, 11(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/app11094103>
- Liu, J., Yeoh, W., Qu, Y., & Gao, L. (2022). Blockchain-based Digital Twin for Supply Chain Management: State-of-the-Art Review and Future Research Directions (arXiv:2202.03966). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.03966>
- Marmolejo-Saucedo, J. A., Hurtado-Hernandez, M., & Suarez-Valdes, R. (2020). Digital Twins in Supply Chain Management: A Brief Literature Review. V P. Vasant, I. Zelinka, & G.-W. Weber (Ur.), *Digital Twins in Supply Chain Management: A Brief Literature Review*. Springer International Publishing.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25.
<https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Obrecht, M. (b. d.). *The 5 Phases of Supply Chain Management*.
- Orozco-Romero, A., Arias-Portela, C. Y., & Saucedo, J. A. M.-. (2020). The Use of Agent-Based Models Boosted by Digital Twins in the Supply Chain: A Literature Review. V P. Vasant, I. Zelinka, & G.-W. Weber (Ur.), *Intelligent Computing and Optimization* (Lct. 1072, str. 642–652). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33585-4_62

OBLIKOVANJE NABAVNIH STRATEGIJ ZA VEČJO ODPORNOST OSKRBOVALNIH VERIG

UROŠ KRAMAR

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
uros.kramar@um.si

Motnje v sodobnih oskrbovalnih verigah so neizogibne, zato je povečanje odpornosti organizacij ključno. Strateška nabava, zlasti preko Kraljičeve matrike, je ključna za večjo odpornost. Ta model razvršča nabavne vire v štiri skupine: strateški, vzvodni, ozka grla in nekritični produkti, za vsakega od katerih je potreben specifičen pristop. Razumeti je treba, da dejavniki, ki vplivajo na oceno v tej matriki, niso vedno enako pomembni in imajo različne vrednosti. Oblikovanje nabavnih strategij na osnovi te matrike je kompleksen dinamičen proces, ki organizacijam omogoča boljše prilagajanje spremenljivim razmeram in potrebam. Kraljičeva matrika predstavlja učinkovito orodje za obvladovanje motenj v oskrbovalnih verigah, saj organizacijam pomaga povečati odpornost in stabilnost. Nabavne strategije, ki temeljijo na tem modelu, so učinkovit pristop za uspešno poslovanje v nepredvidljivem poslovnem okolju.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.3](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.3)

ISBN
978-961-286-973-1

Ključne besede:
motnje,
odpornost,
nabava,
nabavne strategije,
Kraljičeva matrika



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.3](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.3)

ISBN
978-961-286-973-1

Keywords:
disruptions,
resilience,
procurement,
procurement strategies,
Kraljic matrix

DESIGNING PROCUREMENT STRATEGIES FOR GREATER SC RESILIENCE

UROŠ KRAMAR

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
uros.kramar@um.si

Disruption in modern supply chains is inevitable, so increasing the resilience of organizations is crucial. Strategic procurement, especially through the Kraljic matrix, is key to greater resilience. This model classifies procurement sources into four main groups: strategic, leveraged, bottlenecks and non-critical products, each of which requires a specific approach. It should be understood that the factors affecting the rating in this matrix are not always equally important and have different values. Designing procurement strategies based on this matrix is a complex dynamic process that enables organizations to better adapt to changing conditions and needs. The Kraljic matrix is a valuable tool for managing disruptions in supply chains, as it helps organizations increase resilience and stability. Procurement strategies based on this model are an effective approach for successful operations in an unpredictable business environment.



1 Uvod

Živimo v času, ko je svet vedno bolj prepleten in soodvisen. Kompleksnost globalnih povezav je večja kot kadarkoli prej v zgodovini. To vpliva na pojav, da se večje motnje v gospodarskem okolju na enem delu sveta hitro prenesejo na druge dele, povzročijo motnje povezav med gospodarskimi subjekti ter preko tega kreirajo naš vsakdan.

Velik del motenj se izraža preko oskrbovalnih verig ali bolje rečeno mrež, ki se soočajo z motnjami pretoka blaga, storitev, financ in informacij med posameznimi členi verige. Tako motnje preko soodvisnosti členov oskrbovalnih verig razgalijo ranljivost podjetij/organizacij, ki so močno prepletene in odvisne od sodelovanja z zunanjimi partnerji. Sodobni načini poslovanja, kot so na primer ravno pravočasno («Just in time», pa so učinek motenj samo še poslabšali (ShakirUllah et al., 2014).

Posledice motenj so raznolike, vključno z zamudami pri dostavi, pomanjkanjem virov, povečanimi stroški, zmanjšano produktivnostjo in negativnim vplivom na ugled podjetja. Te posledice vplivajo na normalno delovanje organizacij, zlasti na oskrbovalne verige, kar zahteva prilagoditve in spremembe tradicionalnih strategij.

Motnje, predvsem na ponudbeni strani, so nazorno pokazale potrebo po spremembah tradicionalnih strategij. To je posledično vplivalo na povečano število raziskav za iskanje odgovora na vprašanje, kako lahko podjetja s pomočjo odpornih in prožnih praks premagajo vplive, ki izhajajo iz nenadnih in nepredvidenih dogodkov (Yi et al., 2011).

Odpornost oskrbovalnih verig je ključna za obvladovanje motenj. Povečana prepletenost verig je privedla do večje ranljivosti, kar je spodbudilo raziskave na tem področju. Gartner (2021) poudarja, da je treba oskrbovalne verige narediti bolj odporne in prilagodljive. Vendar večina podjetij priznava, da niso bila prvotno zasnovana za odpornost, temveč za stroškovno učinkovitost.

Odpornost se opredeljuje kot sposobnost sistema ali skupnosti, da se upre in okrepi po nepričakovanih dogodkih. Za oskrbovalne verige je to prilagodljiva sposobnost priprave, odziva in okrevanja po motnjah. Je tudi ključna za obvladovanje tveganj in zagotavljanje kontinuitete delovanja (*Resilience* | UNDRR, 2007).

Glede na naraščajoče motnje na zgornjem toku oskrbovalne verige, ki pogosto prinašajo večje in močnejše posledice, je pomembno poudariti, da se odpornost na zgornjem toku (na strani ponudbe) osredotoča na nabavno stan podjetja in razvija učinkovite zmožnosti predvidevanja, prilagajanja, odzivanja, okrevanja in učenja iz kakršnegakoli motečega dogodka s pomočjo upravljanja virov (Brusset & Teller, 2017, 2017; Pereira et al., 2020). Avtorica Roberta Pereira (2014) poudarja, da igra v tem okvirju nabavna funkcija kot povezovalni člen organizacije z okoljem na ponudbeni strani pomembno reaktivno in predvsem proaktivno vlogo. Nadaljuje, da morajo podjetja za hiter odziv na motnje prilagajati nabavo in nabavne strategije, saj te igrajo ključno vlogo pri ustvarjanju odpornih oskrbovalnih verig.

1.1 Nabavne strategije

Slovar slovenskega knjižnega jezika (2014) opredeljuje strategijo kot postopek, način za doseg kakega cilja. V okviru tega lahko opredelimo nabavno strategijo kot postopek ali način za doseg nabavnih ciljev. Gre za skupek odločitev, ki so povezane z načinom pridobivanja virov.

Kot trdita Freytag in Mikkelsen (2007), so postale nabavne strategije pridobivanja virov pomembnejše kot kdajkoli prej, njihov cilj pa je ustvariti mehanizem za povezovanje dobaviteljev s kupci. Uporaba nabavnih strategij zmanjšuje tveganja, ki so posledica različnih dejavnikov, hkrati pa povečuje uspešnost nabavnih akcij. Poleg tega uporaba nabavnih strategij povzroči zmanjšanje izpostavljenosti podjetja oportunističnemu vedenju drugih podjetij in poveča možnost uspešnih odnosov sodelovanja (Chen et al., 2004).

Hesping in Schiele (2015) sta opravila pregled literature o razvoju nabavnih strategij in razlagata, da je oblikovanje enotne splošne strategije za nabavno funkcijo težka naloga. Namesto tega se pojavlja veliko različnih pristopov, med katerimi se najpogosteje uporabljajo: upravljanje nabavnih kategorij (Category management), modeli nabavnega portfelja (purchasing portfolio models), strateško pridobivanje virov (strategic sourcing), globalno pridobivanje virov (global sourcing) ali upravljanje nabavne baze (supply base management).

Modeli nabavnega portfelja veljajo za enega najpogostejših pristopov pri oblikovanju nabavnih strategij (Caniëls & Gelderman, 2005). Obstaja torej vrsta modelov, ki pa večinoma gradijo na prvem modelu, ki ga je v osemdesetih letih oblikoval Kraljič (Kraljič, 1983).

2 Kraljičev model nabavnega portfelja

Kraljičev model nabavnega portfelja, imenovan tudi Kraljičeva matrika, je prepoznan kot najpogosteje uporabljen model za oblikovanje nabavnih strategij na podlagi oblikovanja portfelja nabavnih virov. Predstavlja standard za ostale portfeljske modele (Ghanbarizadeh et al., 2019a) in temelj za razvrščanje dobaviteljev in razvoj nabavnih strategij za ublažitev tveganj oskrbe in povečanje odpornosti podjetij (Bhusiri et al., 2021). Njegov model je imel velik vpliv na razvoj strateške nabave v podjetjih (Caniëls & Gelderman, 2005; Gelderman, 2003) in je navdihnil številne avtorje, da so se lotili nadaljnjih raziskav portfeljskih modelov (npr. Caniëls & Gelderman, 2007a; C. J. Gelderman & Weele, 2002; Olsen & Ellram, 1997a).

Temelj Kraljičeve matrike (slika 3.1) je ideja, da morajo nabavni menedžerji (dobavitelji predstavljajo različne interese podjetja) razviti različne strategije za svoje nabavne trge (van Weele, 2018). Preko nabavnih strategij se bodo podjetja zaščitila pred škodljivimi motnjami oskrbe in se lažje spopadla z nenehnimi tehnološkimi spremembami in gospodarsko rastjo (Caniëls & Gelderman, 2005).



Slika 3.1: Razvrstitev nabavnih produktov glede na dve dimenziji

Vir: prirejeno po (Kraljič, 1983)

Kraljič je poudarjal, da je potreba podjetja po nabavni strategiji odvisna od dveh dejavnikov (Slika 1) (Kraljič, 1983; Montgomery et al., 2018; Ghanbarizadeh et al., 2019b; Tip et al., 2022): (1) vpliva na dobiček oz. strateškega pomena nabave in (2) nabavnega tveganja oz. kompleksnosti nabavnega trga, ocenjena s pomanjkanjem ponudbe, hitrostjo zamenjave tehnologije in/ali materialov, vstopnimi ovirami, logističnimi stroški ali kompleksnostjo in pogoji monopola ali oligopola (slika 3.2).

Vpliv na dobiček	Tveganje dobave
<ul style="list-style-type: none"> – Obseg v primerjavi s celotnim obsegom nakupa. – Delež nabavnih produktov v celotni lastni ceni. – Prispevek nabavnih produktov k skupni marži podjetja. – Potencial prihranka stroškov s konkurenčnim zbiranjem ponudb ali s količinskimi sporazumi. – Cenovna elastičnost. – Shema popustov in bonusov. 	<ul style="list-style-type: none"> – Izdelek z blagovno znamko v primerjavi s standardiziranim izdelkom. – Patent, t j. licenčni izdelki. – Razpoložljivost nadomestkov. – Posebne zahteve glede kakovosti in logistike (JIT). – Stopnja do katere kupci podjetja zahtevajo določene dobavitelje. – Delež dobavitelja v obsegu nakupa kupca. – Delež kupca v prihodku od prodaje dobavitelja. – Tržna struktura; svobodna konkurenca proti monopolu. – Razmere na trgu; razmerje med ponudbo in povpraševanjem. – Politična stabilnost; (tržna) regulativa, politična stabilnost. – Izkoriščenost proizvodnih zmogljivosti dobavitelja. – Finančni položaj dobavitelja. – Stroški zamenjave dobavitelja.

Slika 3.2: Kriteriji dveh dimezij Kraljičeve matrice


Vir: prirejeno po: (van Weele, 2018).

Po mnenju van Weeleja (2018) mnogi nabavni managerji zaradi poenostavitve uporabljajo število potencialnih dobaviteljev kot glavno merilo za oceno tveganja dobave določenega blaga. V resnici je treba upoštevati številna merila, da bi razvili pošteno predstavo o tem vidiku. Skozi leta so bili uporabljeni različni kriteriji, ki so se oblikovali na podlagi značilnosti posameznih podjetij in njihove nabave. Na Sliki 2 so predstavljeni nekateri pomembnejši kriteriji, kot jih povzema van Weele (2018).

Nabavni viri so tako na podlagi kombinacije kriterijev dveh dimenzij razvrščeni v matriko s štirimi kvadranti (Slika 1):

- nekritični produkti (nizko tveganje in vpliv na dobiček),
- ozka grla (visoko tveganje in nizek vpliv na dobiček),

- strateški produkti (visoko tveganje in vpliv na dobiček),
- vzvodni produkti (nizko tveganje in visok vpliv na dobiček).

Pomen nabave (vpliv na dobiček) Kriteriji: stroški materiala / skupni stroški, profil dodane vrednosti, profil dobičkon osnosti itd.	Visoka 	Upravljanje z materialom		Upravljanje oskrbe	
		Vzvodni produkti: (električni motorji, kurilno olje, strojna oprema, elektronska oprema,...)	Časovni okvir: Različen, običajno od 12 do 24 mesecev	Strateški produkti: (redke kovine, komponente visoke vrednosti)	Časovni okvir: Do 10 let, urejen z dolgoročnim strateškim učinkom (kombinacija rizika in pogodb)
		Ključna merila uspešnosti: Stroški/cena in upravljanje pretoka materialov	Vrsta nabavnih produktov predmeti: Mešanica različnega blaga in specifičnih materialov Razpoložljivost produktov: Velika	Ključna merila uspešnosti: Dolgoročna razpoložljivost	Vrsta nabavnih produktov predmeti: Redki in/ali produkti visoke vrednosti Razpoložljivost produktov: Naravno pomanjkanje in redkost
		Tipični nabavni viri: Več dobaviteljev, predvsem lokalnih	Organ odločanja: V glavnem decentralizirana nabava	Tipični nabavni viri: Uveljavljeni globalni dobavitelji	Organ odločanja: Centralizirana nabava
		Upravljanje nabave		Upravljanje z viri	
	Nekritični produkti: (železo, premog, pisarniški material)	Časovni okvir: Omejen, običajno 12 mesecev in manj	Ozka grla: (elektronske komponente, zunanje storitve)	Časovni okvir: Spremenljiv, odvisen od razpoložljivosti proti možnosti kratkoročne menjave	
	Ključna merila uspešnosti: Funkcionalna in operativna učinkovitost	Vrsta nabavnih produktov predmeti: Mešanica različnega blaga in specifičnih materialov Razpoložljivost produktov: Velika	Ključna merila uspešnosti: Obvladovanje stroškov in zanesljiva kratkoročna oskrba	Vrsta nabavnih produktov predmeti: Pretežno specifični produkti Razpoložljivost produktov: Redkost na podlagi proizvodnje	
	Nizka	Tipični nabavni viri: Uveljavljeni lokalni dobavitelji	Organ odločanja: decentralizirana	Tipični nabavni viri: Globalni, pretežno novi dobavitelji z novo tehnologijo	Organ odločanja: Decentralizirana nabava a centralo koordinirana
	Nizka		Visoka		
	Kompleksnost nabavnega trga (nabavni riziko) Kriteriji: količina ponudbe, monopolni ali oligopolnöpogoji, hitrost tehnološkega napredka, vstopne ovire, logistični stroški in kompleksnost ipd.				

Slika 3.3: Kraljičeva matrika – značilnosti posameznih skupin nabavnih produktov

Vir: Prirejeno po: (Kraljič, 1983)

Ti kvadranti predstavljajo kategorije izdelkov/storitev ali dobavitelje, od katerih vsak predstavlja različne interese za podjetje. Z oceno položaja podjetja, glede na te kriterije znotraj dveh spremenljivk, lahko odgovorni v podjetju določijo vrsto nabavne strategije in nabavnih akcij, da izkoristijo svojo kupno moč proti pomembnim dobaviteljem in zmanjšajo svoja tveganja na sprejemljiv minimum (Bhusiri et al., 2021; Olsen & Ellram, 1997b).

Na Sliki 3.3 so predstavljene značilnosti posameznih skupin produktov.

2.1 Analiza nabavnega trga

Po razvrstitvi nabavnih produktov v matriko sledi analiza nabavnega trga, kjer se upošteva razmerje moči med podjetjem kot kupcem in dobavitelji kot prodajalci. V okviru tega koraka podjetje oceni svojo kupno moč. Tako se sistematično analizira nabavni trg, ocenjuje razpoložljivost strateških materialov v smislu kakovosti in količine ter relativno moč obstoječih dobaviteljev. Podjetje nato analizira svoje lastne potrebe in dobavne linije, da bi ocenilo svojo sposobnost, da doseže zelene nabavne pogoje. Kot možna merila se pojavljajo: velikost trga glede na zmogljivost dobavitelja, tržni delež, ki ga ima podjetje glede na konkurenco, obstoj alternativnih produktov na trgu, zmožnost podjetja za lastno proizvodnjo in podobno (C. J. Gelderman & Mac Donald, 2008).

2.2 Strateško pozicioniranje

		visoka		
Moč na strani kupca (podjetja)		izkoriščanje	izkoriščanje	uravnoteženje akcij
		izkoriščanje	uravnoteženje akcij	diverzifikacija
		uravnoteženje akcij	diverzifikacija	diverzifikacija
nizka				
		nizka	visoka	
Moč na strani prodajalca (dobavitelja)				

Slika 3.4: Strateško pozicioniranje

Vir: Prirejeno po: (Kraljič, 1983)

Po analizi trga, kjer podjetje tehta pogajalsko moč svojih dobaviteljev glede na lastno moč, podjetje pozicionira strateške postavke v matriko nabavnega portfelja (slika 3.4). Od relativnega položaja moči je odvisno, ali naj se podjetje odloči za **agresivno strategijo** (»izkoriščanje« - situacije, v katerih prevladujejo kupci in imajo večjo pogajalsko moč), za **obrambno strategijo** (»diverzifikacija« - situacije, v katerih prevladujejo dobavitelji, ki imajo večjo pogajalsko moč) ali za dobro uravnoteženo strategijo (»ravnotežje« - uravnotežen odnos med kupci in dobavitelji) (Apostolova et al., 2015).

V situacijah, kjer prevladujejo kupci, ima kupec pri oblikovanju zahtev glede produkta večjo pogajalsko moč proti dobavitelju. Takšen primer je pogost v avtomobilski industriji, kjer odnos med dobaviteljem in kupcem pogosto ni uravnotežen. Kupci tako diktirajo svoje zahteve dobaviteljem, ti pa morajo le izpolniti njihove zahteve. V situaciji, kjer prevladujejo dobavitelji, je situacija obrnjena. S svojo tehnologijo in skrbno zasnovanimi tržnimi strategijami ima dobavitelj stranko dejansko "zaklenjeno" v razmerju. To se pogosto dogaja v panogi poslovne informacijske tehnologije, kjer so ponudniki IT svoje stranke naredili popolnoma odvisne od njih v smislu dobave strojne, programske opreme in storitev (SAP, Oracle, Microsoft). Stranke kupujejo svojo strojno in programsko opremo pri enem samem dobavitelju, nato pa ugotovijo, da ju isti dobavitelj visoko zaračunava. Običajno je garancija za uspešnost veljavna le, če so vsi izdelki in storitve kupljeni pri istem dobavitelju. Stranka ima na splošno malo manevrskega prostora; sprejme lahko samo pogoje, ki jih postavi dobavitelj. Zunanje izvajanje lahko zlahka privede do takšne situacije (van Weele, 2018; van Weele & Rozemeijer, 2022). V situacijah uravnoteženega odnosa nobena od obeh strani ne dominira nad drugo. Imata obojestranski interes, da odnos ostane stabilen. V teh situacijah se lahko razvije dober »partnerski« odnos.

3 Oblikovanje nabavnih strategij

Na podlagi značilnosti posameznih skupin produktov v Kraljičevi matriki, predlaganih nabavnih aktivnostih in razmerja moči med dobavitelji in kupci, so različni avtorji predlagali različne nabavne strategije, ki so primerne za posamezno skupino produktov¹. Tako van Weele (2018) predlaga štiri osnovne nabavne strategije, predstavljene v Tabeli 1. Iz Tabele 1 je razvidno, na katere postavke v Kraljičevi matriki se nanašajo in, kateri so njihovi osnovni cilji. Te strategije so povezane s prej predstavljenimi nabavnimi akcijami, ki se prav tako nanašajo na posamezne postavke (kvadrante in skupine nabavnih produktov).

Strateška priporočila za postavke v Kraljičevi matriki so pogosto omejena na eno samo strategijo na kvadrant. Skozi raziskavo uporabnosti Kraljičeve matrike med nabavnimi managerji v podjetjih (Caniëls & Gelderman, 2007b; C. J. Gelderman & Van Weele, 2003, 2005), pa je bilo ugotovljeno, da obstajajo razlike med strategijami

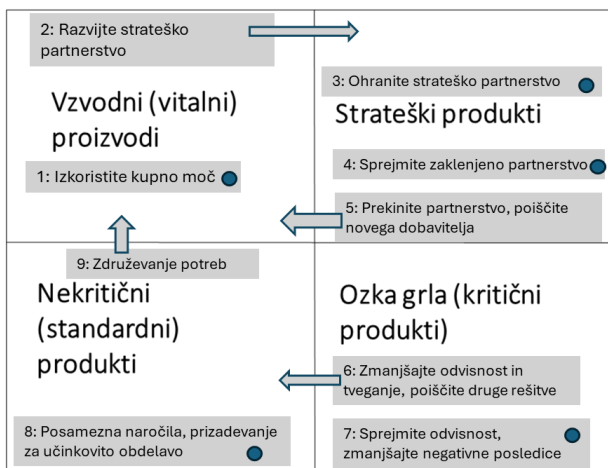
¹ Med drugimi glej (Lyson & Farrington, 2020; Monczka et al., 2021).

znotraj posameznih portfolio kvadrantov. Tako so nekatere izmed strategij (1) osredotočene na ohranitev trenutnega položaja v kvadrantu, medtem ko so druge strategije usmerjene v (2) premik na drug položaj. Slika 3.5 prikazuje pregled strateških usmeritev za vse štiri kvadrate oz. kategorije produktov. Prikazanih je devet nabavnih strategij. Medtem, ko so ene usmerjene na premik iz kvadranta, so druge osredotočene na obstanek v kvadrantu.

Tabela 3.1: Štiri splošne nabave strategije

	Partnerstva	Konkurenčne ponudbe	Zagotovitev oskrbe	Upravljanje kategorij in rešitve e-nabave
Primerno za	Strateški produkti	Vzvodni produkti	Ozka grla (kritični produkti)	Nekritične (standardne, rutinske) produkte
Cilj	Oblikovanje vzajemne zaveze za dolgoročno partnerstvo.	Pridobiti najboljše ponudbe za kratek čas.	Zagotovitev kratko- in dolgoročne oskrbe in zmanjšanje nabavnega tveganja.	Zmanjšanje logistične kompleksnosti. Izboljšanje operativne učinkovitosti. Zmanjšanje števila dobaviteljev.

Vir: (van Weele, 2018)



Slika 3.5: Pregled različnih nabavnih strategij za vse portfolio kvadrate (znotraj kvadrantov in usmerjene na premik)

Vir: (Caniëls & Gelderman, 2005)

Kvadrant - Strateški produkti

1. **Ohranitev strateškega partnerstva.** Za produkte z visokim nabavnim tveganjem in visoko finančno vrednostjo se ta strategija osredotoča na nadaljevanje strateškega partnerstva, saj obstaja vzajemno dober, kooperativen odnos, kjer se strani dobro razumeta.
2. **Sprejetje »zaklenjenega" partnerstva (»locked-in partnership«).** V tem primeru je podjetje bilo »prisiljeno« poslovati z določenim dobaviteljem in se je »sprijaznilo« z dano situacijo. V tem primeru se skuša kar najbolje izkoristiti »neprostovoljni« odnos z dobaviteljem.
3. **Prekinitev partnerstva in iskanje novega dobavitelja.** Pričakuje se, da se dobavitelj obnaša kot strateški partner, vendar je veliko nedorečenega. Podjetje meni, da ravnanja dobavitelja ni mogoče nadzorovati in se odloči iskati drugega dobavitelja, s katerim mora podjetje vzpostaviti nov odnos. Jasno je, da je to težka in zahtevna naloga.

Kvadrant - Kritični produkti

4. **Sprejemanje odvisnosti in zmanjšanje negativnih posledic.** Glavni poudarek te strategije je zagotoviti oskrbo, po potrebi tudi z dodatnimi stroški. Primeri te strategije so vzdrževanje dodatnih zalog zadevnih materialov ali oblikovanje dogovorov o konsigniranih² zalogah z dobavitelji. Z analizo tveganja lahko podjetja prepoznajo najpomembnejša ozka grla in razmislijo o posledicah. Možen ukrep za obravnavo nepričakovanih slabih odvisnosti od določenih izdelkov je uporaba načrtovanja ukrepov ob nepredvidljivih dogodkih.
5. **Zmanjšanje odvisnosti in iskanje alternativnih rešitev.** Ta strategija je usmerjena v zmanjšanje odvisnosti od dobavitelja. Najpogostejši način za doseg tega je razširitev specifikacij izdelka ali iskanje novih dobaviteljev. Prevlada dobaviteljev bo po mnenju avtorjev največja v primeru, da kupec sprejme položaj odvisnosti.

² Kosignacija – lastnik blaga (dobavitelj) zaračuna samo porabljeni material (pogosto je dobavitelj blaga iz tujine). Gre za vrsto posredniške prodaje (tako kot komisijska prodaja, kjer pa sta obe stranki iz iste države).

Kvadrant - Vzvodni produkti

6. **Izkoriščanje pogajalske moči in povečevanje strateške prednosti glede na dobavitelje.** V tej strategiji podjetje sledi konkurenčnim ponudbam. Ker so dobavitelji in izdelki medsebojno zamenljivi, ni potrebe po dolgoročnih dobavnih pogodbah. Na splošno je sprejet usklajen nabavni pristop, ki ima obliko centralno dogovorjenega krovnega sporazuma s prednostnimi dobavitelji.
7. **Razvoj strateških partnerstev,** kjer podjetje opusti položaj finančnega vzvoda in se odloči za strateško partnerstvo z dobaviteljem. Ta strategija sodelovanja se izvaja le, če je dobavitelj pripravljen in sposoben prispevati h konkurenčni prednosti podjetja. Zato je ta vloga dosegljiva le za tehnološko napredne dobavitelje. V tem scenariju pričakujemo, da bomo našli uravnotežen položaj moči med kupcem in dobaviteljem, kjer se gradi strateško partnerstvo, ki je značilno za naslednjo skupino produktov – strateški produkti.

Kvadrant - Nekritični produkti

8. **Združevanje nabavnih zahtev.** Strategija je usmerjena v zniževanje nabavne kompleksnosti. Priporoča se standardizacija nabavnih produktov in oblikovanje pogodbenih razmer z dobavitelji, kar omogoča avtomatizacijo in poenostavljanje rutinskih opravil, optimizacijo zalog in naročanje večjih količin skozi določeno časovno obdobje.
9. **Individualno naročanje in učinkovito procesiranje naročil.** Kadar produktov ni mogoče združevati v večje nabavne količine, se lahko oblikuje individualno naročanje z nabavno kartico, ki je prav tako usmerjeno v zmanjševanje administrativnih stroškov rutinskega nabavnega procesa.

Poleg vseh prednosti, ki jih ponuja Kraljičeva matrika kot temeljni predstavnik portfolio modelov, ima tudi določene pomanjkljivosti. Kot pomembnejši pomanjkljivosti se pogosto izpostavljata:

- **Nejasno razvrščanje v posamezne kvadrante in definiranje obeh dimenzij.** Kot primer pogledimo podjetje, ki na primer 80 % svojih nabavnih produktov uvrsti v kategorijo strateški produkti, saj so skoraj vsi pomembni za pravilno delovanje podjetja. To lahko povzroči povečanje navora za oblikovanje

strateških analiz in partnerstev in zmanjševanje pogajalske moči podjetja, saj se ne prepoznavajo druge možnosti oblikovanja nabavnih strategij.

- **Neupoštevanje vidika dobavitelja.** Ta razlog je morda še pomembnejši, saj se ne upošteva, kako nas v svoji strategiji vidi dobavitelj. Če na primer porabimo 20.000 evrov za nakupe v bližnji kavarni, bomo pri njih bolj vplivni, kot pa, če bi dvakrat toliko porabili za marketinške storitve pri Googlu (*The Kraljic Matrix - How to Optimize Purchasing Costs and Risks*, 2022).

4 Sklep

Raziskave in praktične izkušnje kažejo, da je v času vedno večjih globalnih povezav in kompleksnosti oskrbovalnih mrež ključno razvijati prilagodljive in prožne prakse. Kraljičeva matrika, kot standardni model za oblikovanje nabavnih strategij na podlagi portfelja nabavnih virov, se izkaže kot učinkovito orodje za razvrščanje dobaviteljev in razvoj strategij, ki zmanjšujejo tveganja ter povečujejo odpornost podjetij v oskrbovalnih verigah. S pomočjo te matrike je mogoče razvrstiti nabavne produkte v različne kategorije, kar omogoča učinkovitejšo oblikovanje strategij za vsako kategorijo. Ključne nabavne strategije vključujejo vzpostavljanje partnerstev, iskanje konkurenčnih ponudb, zagotavljanje oskrbe in učinkovito upravljanje nabavnih kategorij. S tem se omogoča boljše obvladovanje motenj, zmanjšujejo stroški in povečuje učinkovitost, kar je ključnega pomena za stabilno delovanje organizacij v današnjem dinamičnem poslovnem okolju.

Literatura

- Apostolova, B. Z., Kroon, M. J., Richter, M., & Zimmer, I. M. (2015). *Strategic Purchasing: A Global Perspective*. University of Groningen.
- Bailey, P., Farmer, D., Jessop, D., & Jones, D. (2005). *Purchasing Principles and Management 9th ed.* Pearson Education Limited.
- Bhusiri, N., Banomyong, R., Julagasigorn, P., Varadejsatitwong, P., & Dhami, N. (2021). A purchasing portfolio model for humanitarian supply chain resilience: Perspectives from a development aid context. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 11(4), 639–660. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-06-2021-0053>
- Brusset, X., & Teller, C. (2017). Supply chain capabilities, risks, and resilience. *International Journal of Production Economics*, 184, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.008>
- Caniëls, M. C. J., & Gelderman, C. J. (2005). Purchasing strategies in the Kraljic matrix—A power and dependence perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 11(2–3), 141–155. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2005.10.004>

- Caniëls, M. C. J., & Gelderman, C. J. (2007a). Power and interdependence in buyer supplier relationships: A purchasing portfolio approach. *Industrial Marketing Management*, 36(2), 219–229. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2005.08.012>
- Caniëls, M. C. J., & Gelderman, C. J. (2007b). Power and interdependence in buyer supplier relationships: A purchasing portfolio approach. *Industrial Marketing Management*, 36(2), 219–229. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2005.08.012>
- Chen, I. J., Paulraj, A., & Lado, A. A. (2004). Strategic purchasing, supply management, and firm performance. *Journal of Operations Management*, 22(5), 505–523. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.06.002>
- Fran/SSKJ. *Elektronska izdaja*. (2014). Fran. <https://fran.si/iskanje?FilteredDictionaryIds=130&View=1&Query=strategija>
- Freytag, P. V., & Mikkelsen, O. S. (2007). *Sourcing from outside – six managerial challenges*. 187–195.
- Gartner. (2021). *Gartner Survey Finds 87% of Supply Chain Professionals Plan to Invest in Resilience Within the Next 2 Years*. Gartner. <https://www.gartner.com/en/newsroom/2021-02-10-gartner-survey-finds-87-of-supply-chain-professionals-plan-to-invest-in-resilience-within-the-next-2-years>
- Gelderman, C. J., & Mac Donald, D. R. (2008). Application of Kraljić's Purchasing Portfolio Matrix in an Underdeveloped Logistics Infrastructure: The Staatsolie Suriname Case. *Journal of Transnational Management*, 13(1), 77–92. <https://doi.org/10.1080/15475770802059610>
- Gelderman, C. J., & Van Weele, A. J. (2003). Handling measurement issues and strategic directions in Kraljić's purchasing portfolio model. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(5–6), 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2003.07.001>
- Gelderman, C. J., & Van Weele, A. J. (2005). Purchasing Portfolio Models: A Critique and Update. *The Journal of Supply Chain Management*, 41(3), 19–28. <https://doi.org/10.1111/j.1055-6001.2005.04103003.x>
- Gelderman, C. J., & Weele, A. J. (2002). Strategic Direction through Purchasing Portfolio Management: A Case Study. *The Journal of Supply Chain Management*, 38(2), 30–37. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2002.tb00127.x>
- Gelderman, C. (Kees). (2003). *A portfolio approach to the development of differentiated purchasing strategies*. <https://doi.org/10.6100/IR569453>
- Ghanbarizadeh, A., Heydari, J., Razmi, J., & Bozorgi-Amiri, A. (2019a). A purchasing portfolio model for the commercial construction industry: A case study in a mega mall. *Production Planning & Control*, 30(15), 1283–1304. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1612110>
- Ghanbarizadeh, A., Heydari, J., Razmi, J., & Bozorgi-Amiri, A. (2019b). A purchasing portfolio model for the commercial construction industry: A case study in a mega mall. *Production Planning & Control*, 30(15), 1283–1304. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1612110>
- Hesping, F. H., & Schiele, H. (2015). Purchasing strategy development: A multi-level review. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 21(2), 138–150. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2014.12.005>
- Kraljić, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, 61(5), 109–117.
- Lyson, K., & Farrington, B. (2020). *Procurement and Supply Chain Management 10th ed*. Pearson Education Limited.
- Monczka, R. M., Handfield, B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2021). *Purchasing & Supply Chain Management 7th ed*. Cengage Learning.
- Montgomery, R. T., Ogden, J. A., & Boehmke, B. C. (2018). A quantified Kraljić Portfolio Matrix: Using decision analysis for strategic purchasing. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 24(3), 192–203. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2017.10.002>
- Olsen, R. F., & Ellram, L. M. (1997a). A portfolio approach to supplier relationships. *Industrial Marketing Management*, 26(2), 101–113. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(96\)00089-2](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(96)00089-2)
- Olsen, R. F., & Ellram, L. M. (1997b). A portfolio approach to supplier relationships. *Industrial Marketing Management*, 26(2), 101–113. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(96\)00089-2](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(96)00089-2)

- Pereira, C. R., Lago Da Silva, A., Tate, W. L., & Christopher, M. (2020). Purchasing and supply management (PSM) contribution to supply-side resilience. *International Journal of Production Economics*, 228, 107740. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107740>
- Resilience | UNDRR. (2007, August 30). <http://www.undrr.org/terminology/resilience>
- Roberta Pereira, C., Christopher, M., & Lago Da Silva, A. (2014). Achieving supply chain resilience: The role of procurement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(5/6), 626–642. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2013-0346>
- ShakirUllah, G., Huatuco, L. H., & Burgess, T. F. (2014). *A Literature Review of Disruption and Sustainability in Supply Chains*.
The Kraljic Matrix—How to Optimize Purchasing Costs and Risks. (2022, January 7). <https://expertprogrammmanagement.com/2022/01/the-kraljic-matrix/>
- Tip, B., Vos, F. G. S., Peters, E., & Delke, V. (2022). A Kraljic and competitive rivalry perspective on hospital procurement during a pandemic (COVID-19): A Dutch case study. *Journal of Public Procurement*, 22(1), 64–88. <https://doi.org/10.1108/JOPP-11-2020-0081>
- van Weele, A. J. (2018). *Purchasing and Supply Chain Management 7th ed*. Cengage Learning, EMEA.
- van Weele, A. J., & Rozemeijer, F. (2022). *Procurement and Supply Chain Management 8th ed*. Cengage Learning EMEA.
- Yi, C. Y., Ngai, E. W. T., & Moon, K. (2011). Supply chain flexibility in an uncertain environment: Exploratory findings from five case studies. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(4), 271–283. <https://doi.org/10.1108/13598541111139080>

MESTNA LOGISTIKA - ZAPLETEN, A OBVLADLJIV SISTEM

TINA CVAHTE OJSTERŠEK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
tina.cvahte@um.si

Mestna logistika ponazarja upravljanje in optimizacijo distribucijskih procesov v urbanih območjih, večinoma se osredotoča na tokove blaga, včasih tudi na tokove ljudi in informacij. V mestnih okoljih tovorni promet predstavlja 10-15 % vseh prevoženih razdalj, povzroča težave, kot so zastoji, okoljsko onesnaženje in obraba cest. Zlasti aktivnosti logistike zadnje milje (ali kilometra) v mestih pomenijo pomemben delež transportnih stroškov, predvsem zaradi svoje kompleksnosti pri upravljanju. Pri upravljanju mestne logistike moramo zajeti različne deležnike; od mestnih oblasti, prevoznikov in trgovcev do prebivalcev in urbanistov, vsi pa igrajo ključno vlogo pri oblikovanju in izvajanju učinkovitih mestnih logističnih rešitev. Rešitve na tem področju lahko razdelimo na mehke ukrepe, ki se osredotočajo na izboljšanje obstoječih sistemov in ne zahtevajo večjih naložb ter trde ukrepe, ki vključujejo fizične spremembe infrastrukture in zahtevajo večje naložbe. Nekateri od pomembnejših ukrepov so koncepti, kot so časovna okna, dostavna mesta, paketomati, električna vozila, konsolidacijski (ali zbirni) centri in tudi sodobnejše rešitve, kot je "crowdshipping". Za manjša mesta, kot so večinoma tudi mesta v Sloveniji, je potrebna prilagoditev teh ukrepov. Nacionalne smernice za pripravo Načrta upravljanja mestne logistike so bile nedavno razvite in postavljajo temelje za celostno in trajnostno mestno logistiko v Sloveniji, v kombinaciji tradicionalnih in inovativnih rešitev.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.4](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.4)

ISBN
978-961-286-973-1

Ključne besede:
mestna logistika,
tovorni promet,
distribucija,
trajnost,
prometni tokovi



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.4](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.4)

ISBN
978-961-286-973-1

Keywords:
city logistics,
freight traffic,
distribution,
sustainability,
traffic flows

BUSINESS INFORMATION SYSTEMS

TINA CVAHTE OJSTERŠEK

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
tina.cvahte@um.si

City (urban) logistics involves the management and optimization of distribution processes in urban areas, primarily focusing on the flow of goods, but occasionally also on people and information flows. In urban settings, freight traffic accounts for 10-15% of all distances travelled, causing issues such as congestion, environmental pollution, and road damage. Particularly, the activities of last-mile logistics in cities constitute a significant portion of transportation costs. Managing urban logistics involves various stakeholders, from city authorities, carriers, and merchants to residents and urban planners, all of whom play a crucial role in shaping and implementing effective urban logistic solutions. Solutions in this field can be categorized into soft measures, which focus on improving existing systems without major investments, and hard measures, which involve physical infrastructure changes and require more substantial investments. Some of the most vital measures include concepts like time windows, delivery points, parcel lockers, electric vehicles, consolidation centres, and even modern solutions such as crowdshipping. For smaller cities, which are common in Slovenia, these measures need to be adapted. National guidelines for the preparation of the Urban Logistics Management Plan were recently developed, laying the foundation for holistic and sustainable urban logistics in Slovenia.



1 Kaj je mestna logistika?

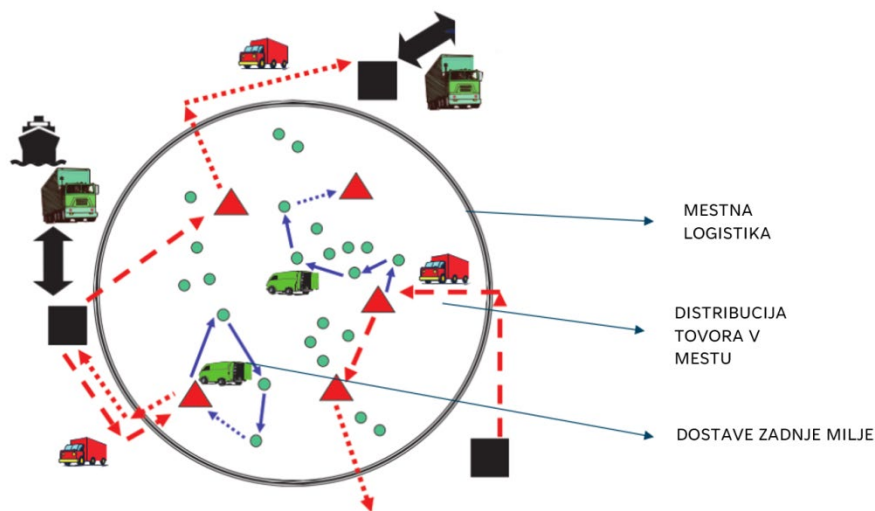
Mestna (tudi urbana) logistika je kompleksen koncept, ki se nanaša na upravljanje in optimizacijo distribucijskih procesov v urbanih okoljih. Večinoma se nanaša na tokove blaga v mestnih okoljih, občasno pa zajema tudi tokove ljudi in informacij, še posebej v navezavi na pametna mesta. To poglavje se osredotoča na raziskovanje potrebe po upravljanju mestne logistike, razumevanje, zakaj je učinkovito upravljanje mestne logistike ključnega pomena za boljše delovanje mest, in izboljšanje kakovosti življenja njihovih prebivalcev.

Batarlien in Bazaras (2023) ocenjujeta, da v mestnih okoljih 10–15 % celotnih prevoženih razdalj predstavlja tovorni promet, s povečanjem tovornih tokov v mestih pa se pojavljajo različne težave, kot so zamude pri natovarjanju in dostavi, povečano okoljsko onesnaženje in hrup ter pomanjkanje voznikov težkih vozil, obraba cest itd. Poleg tega, gledano z vidika oskrbovalnih verig, operacije zadnje milje¹ predstavljajo 28 % celotnih transportnih stroškov v oskrbovalnih verigah (Papoutsis & Nathanail, 2016). Poseben nabor težav predstavljajo dostave končnim uporabnikom, še posebej v primeru, ko je zahtevano časovno okno zaradi potreb prejemnika zelo kratko, naročena pa je dostava ob prisotnosti prejemnika na njegov dom ali drugo izbrano lokacijo (Oršič et al., 2022). Ker projekcije Združenih narodov predvidevajo, da bo do leta 2050 skoraj 70 % prebivalcev sveta živelo v mestnih okoljih (United Nations, 2019), je problem oskrbovanja mest in urejanja prometnih tokov v njih še toliko bolj pereč in aktualen.

V praksi in tudi v literaturi se za koncepte mestne logistike uporabljajo različna poimenovanja, zaradi česar so Cardenas in sodelavci (2017) na podlagi obsežnega pregleda definirali tri nivoje preučevanja tovora v mestnih okoljih, kot prikazuje Slika 1. *Makro raven* predstavlja mestna logistika v pravem pomenu besede in se osredotoča na interakcije ter medsebojne odnose deležnikov na makro ravni. Njena glavna razlika od drugih področij je v izboljšanju kakovosti življenja državljanov. Glavni cilji tega obsega urejanja premikanja tovora v mestih so namenjeni dolgoročnim posegom in rezultatom, kot so raba zemljišč, zmanjšanje emisij, kakovost življenja v

¹ Angl. Last mile delivery. Ker izraz izhaja iz angleško govorečega okolja, kjer so v uporabi imperialne merske enote, se tudi v slovenščini najpogosteje uporablja izraz “zadnja milja”, čeprav bi bil mogoče bolj pravilen izraz “zadnji kilometer”. Ena milja je približno 1,6 km. Govorimo torej o čisto končnem odseku poti, ki jo nek tovor prepotuje skozi oskrbovalno verigo, torej o dostavi končnemu porabniku/potrošniku neke pošiljke.

mestu itd. Na tej ravni se odločevalci soočajo z logistiko na sistemski ravni z interesom in potrebo po celostnem pristopu k izzivom, gre za upravljanje na strateški ravni. *Mezo ali srednja raven* predstavlja distribucijo tovora v mestnih območjih in se osredotoča na prevoz tovora od trenutka, ko tovor vstopi v mestno območje. Ključni izzivi so povezani s transportnimi sistemi, logistično infrastrukturo, odločitvami o lokaciji, shemami konsolidacije, skladiščenjem, interakcijo med tovornimi in potniškimi vozili ter infrastrukturo, eksternalijami in uspešnostjo urejanja tovarnega prevoza. Srednja raven se nanaša na interakcijo transportnega in logističnega sistema. Mikro raven predstavlja dostavo in zbiranje tovora na zadnji milj in se osredotoča na operacije za distribucijo blaga na mikro ravni. Pokriva končno ali prvo etapo prevoza v oskrbovalni verigi. Glavni cilji so npr. problemi usmerjanja z več postanki ali zbiranja in dostopnost do določenih mestnih območij, ki niso opremljena z ustrežno logistično infrastrukturo (slika 4.1).



Slika 4.1: Trije nivoji premikanja tovora v mestnih okoljih

Vir: Prirejeno po Cardenas in sodelavci (2017)

1.1 Izzivi mestne logistike

Rast tovarnega prometa v mestnih območjih povečuje zastoje, saj tako blago kot potniki prispevajo k prometnim zastojem. Mestna distribucija blaga se sooča z izzivi, kot so zastoji, nizke hitrosti in potreba po rednih dostavah zaradi omejenega

skladiščnega prostora v urbanih okoljih in rasti e-trgovine. V mestih je pomembna tudi potreba po povratni logistiki, npr. recikliranju ter upoštevanju družbenih vplivov, kot so nesreče in onesnaževanje. Mestna območja so tudi pod močnim regulatornim pritiskom zaradi visokih gostot prebivalstva in različnih pravil. Vse to predstavlja izzive, ki jih mora učinkovita mestna logistika nasloviti in reševati (Rodrigue, 2020).

Težave, ki jih povzroča tovorni promet v urbanih okoljih, in ki jih naslavljamo z uvajanjem konceptov mestne logistike, so predvsem.

- Zastoji in prometna gneča; tovorni promet prispeva k zastojem na mestnih cestah, kar vodi do daljših časov potovanja in povečane porabe goriva.
- Onesnaževanje zraka; tovorna vozila, zlasti tista, ki uporabljajo fosilna goriva, sproščajo škodljive emisije, ki prispevajo k onesnaženju zraka in posledično vplivajo na zdravje prebivalcev.
- Hrup; tovorni promet povzroča hrup, ki lahko moti prebivalce in zmanjšuje kakovost bivanja v mestnih središčih.
- Varnost; povečana gostota tovrnega prometa povečuje tveganje za prometne nesreče, zlasti v stiku s pešci in kolesarji.
- Omejen prostor za parkiranje in druge površine; tovorna vozila pogosto zasedajo veliko prostora za parkiranje, kar lahko povzroči pomanjkanje parkirnih mest za osebna vozila in druge uporabnike, zagotavljanje dostavnih mest in površin za parkiranje pa pomeni tudi manj prostora za druge površine, kot so zeleni prostori in območja za nemotoriziran promet.
- Obraba infrastrukture; težka tovorna vozila lahko povzročijo hitrejšo obrabo cestne infrastrukture, kar povišuje stroške vzdrževanja, zaradi tresljajev pa vplivajo tudi na stavbe v mestih.
- Energetska učinkovitost; neučinkovita mestna logistika lahko poveča porabo goriva in s tem emisije toplogrednih plinov.

Batarlien in Bazaras (2023) sta kot najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na mestno logistiko, po pomembnosti od najpomembnejšega do najmanj pomembnega definirala, kot sledi:

- 1 mestna cestna infrastruktura,

- 2 prometna pravila,
- 3 geografska lokacija mesta,
- 4 sodelovanje med mestno upravo in gospodarskimi subjekti,
- 5 geografska razporeditev gospodarskih subjektov,
- 6 sodelovanje med gospodarskimi subjekti,
- 7 pravne ureditve,
- 8 inovacije in informacijska tehnologija.

1.2 Deležniki mestne logistike

Ključni deležniki v mestni logistiki so pošiljatelji (proizvajalci, veletrgovci, trgovci na drobno), prejemniki (končni potrošniki), javna uprava (državna, regionalna in mestna), ponudniki logističnih storitev, prebivalci mest in drugi (načrtovalci, prometni inženirji in prevozniki, izobraževalne institucije, nevladne organizacije) (de Carvalho et al., 2019). Gre torej za različne posameznike, organizacije in entitete, ki imajo interes ali igrajo vlogo pri načrtovanju, izvajanju in upravljanju sistemov mestne logistike.

Vloge najpomembnejših izmed njih so sledeče:

- mestne oblasti; upravljavci mest (npr. občinska uprava) in oddelki za mestno načrtovanje so osrednji deležniki, odgovorni za urejanje in oblikovanje politik in infrastrukture mestne logistike.
- Prevozna podjetja; prevozniki tovora, ponudniki logističnih storitev in dostavna podjetja so ključni deležniki, vključeni v dejansko premikanje blaga znotraj mestnega okolja.
- Trgovci in podjetja; trgovci, veletrgovci in podjetja, ki delujejo v navezavi na mestna okolja, so pomembni deležniki, saj v mestnih območjih ustvarjajo in prejemajo blago. Pogosto so vključeni v načrtovanje dostave zadnje milje.
- Prebivalci; mestni prebivalci so ključni deležniki, ki jih prizadenejo dejavnosti mestne logistike, vključno s hrupom, onesnaženjem in prometnimi zastoji. Njihove povratne informacije in vedenje lahko vplivajo na logistične strategije.

- Urbanisti; urbanisti in arhitekti igrajo vlogo pri oblikovanju mestnih prostorov, vključno s prometno infrastrukturo, distribucijskimi centri in logističnimi vozlišči.
- Trgovinska združenja; trgovinska združenja, ki zastopajo različne panoge, kot so: trgovina na drobno, proizvodnja in prevoz, pogosto sodelujejo v razpravah in pogajanjih, povezanih z mestnimi logističnimi politikami in predpisi.
- Ponudniki tehnologije; podjetja, ki ponujajo tehnološke rešitve, kot so: programi za optimizacijo poti, senzorji IoT in telematika, so deležniki, ki omogočajo uvedbo pametne mestne logistike.
- Nevladne organizacije (NVO); NVO z interesi na področju urbanega načrtovanja, trajnosti in prevoza lahko zagovarjajo okolju prijazne logistične rešitve in vplivajo na politike mestne logistike.

2 Strategije in ukrepi upravljanja tokov blaga v mestih

Rešitve na področju mestne logistike na splošno delimo na t. i. mehke in trde ukrepe. Mehki ukrepi so tisti, ki ne zahtevajo velikih naložb ali infrastrukturnih sprememb, ampak se osredotočajo na izboljšanje obstoječih sistemov in praks in vključujejo informiranje, ozaveščanje in spodbujanje sodelovanja med različnimi deležniki, kot so: trgovci, prevozniki in lokalne oblasti. Trdi ukrepi pa vključujejo fizične spremembe infrastrukture, kot so: izgradnja novih cest, terminalov ali skladišč, uvedba omejitev dostopa ali časovnih oken za tovarni promet in druge ukrepe, ki zahtevajo večje naložbe in dolgoročno načrtovanje. Sprejemljivost teh ukrepov se razlikuje glede na različne karakteristike samih mestnih okolij, predvsem glede na dejavnike, opisane zgoraj.

Upoštevajoč zahteve za upravljanje tokov v mestih in obširen pregled literature sta Papoutsis in Nathanail (2016) ustvarila šest kategorij strategij mestne logistike z različnimi cilji in elementi.

- Novi distribucijski in logistični modeli za operaterje. Večinoma vključuje ukrepe zasebnega sektorja, kot so dostave izven koničnih ur, konsolidacijske sheme ...

- Deljenje zmogljivosti. Ukrepi, kjer več operaterjev uporablja (si deli) obstoječo infrastrukturo ali vozila, npr. večnamenski pasovi na prometnicah.
- Razvoj infrastrukture in lastnosti vozil. V to kategorijo spadajo ukrepi na podlagi ICT, ITS in tehnologije vozil, gradnja distribucijskih centrov ali mikro prevzemnih lokacij ...
- Nadzor dostopa. Ukrepi, ki omejujejo dostop do mestnih območij na podlagi omejitev, kot so okoljske omejitve ali teža vozil, ukrepi za umirjanje prometa ...
- Regulativa o omogočanju dejavnosti. Uredbeni ukrepi, ki določajo omejitve za logistične procese, kot so časovna okna in parkirna pravila ter drugi sorodni mehki ukrepi.
- Uveljavljanje, optimizacija poti in usposabljanje. V to kategorijo spadajo policijske akcije, usposabljanja (eko-vožnja) in optimizacija poti.

Gre za široke kategorije ukrepov, znotraj katerih posamezna mesta načrtujejo in uvajajo ukrepe, ki se bodo v njihovem okolju najbolj obnesli. Na podlagi ocen strokovnjakov s področja mestne logistike lahko nekaj najpomembnejših ukrepov oziroma pobud, ki pomembno pripomorejo k urejanju distribucijskih tokov znotraj mestnih središč, definiramo po pomembnosti; od ukrepa z najvišjim vplivom na mestno logistiko do faktorja z najnižjim, kot sledi (Batarlienė & Bazaras, 2023):

- 1 prepoved vstopa težkim prevoznim sredstvom v osrednji del mesta,
- 2 ekološka taksa za tovorni promet v mestu,
- 3 ustvarjanje mreže malih samopostrežnih terminalov na obrobju mesta,
- 4 državna spodbuda za nakup okolju prijaznih vozil,
- 5 povezovanje logističnih podjetij v enoten informacijski sistem za mestni tovorni promet,
- 6 preselitev velikih gospodarskih subjektov na obrobje mesta,
- 7 davčne olajšave za poslovne subjekte, ki sodelujejo med seboj pri prevozu blaga na mestnem ozemlju,
- 8 spodbujanje države z uvajanjem informacijske tehnologije in povezovanjem v sistem pametnega mesta.

V nadaljevanju opisujemo najpogosteje izpostavljene ukrepe ali pobude s področja mestne logistike in upravljanja tovornih prometnih tokov v urbanih okoljih.

Upravljanje in optimizacija tovornih prometnih tokov

Upravljanje tovornih prometnih tokov se nanaša na strategije in prakse, ki se uporabljajo za usmerjanje, nadzor in optimizacijo gibanja blaga od točke izvora do točke namembnosti oziroma od točke vstopa v mestno okolje do točke izstopa prevoznega sredstva ali obratno. To vključuje načrtovanje optimalnih poti, izbiro najučinkovitejših prevoznih sredstev, zmanjšanje zastojev in izboljšanje skupne učinkovitosti prevoza. Optimizacija tovornih prometnih tokov pa se osredotoča na uporabo matematičnih modelov, algoritmov in tehnologij za izboljšanje učinkovitosti in zmanjšanje stroškov, povezanih s tovornim prometom. Cilj je najti najboljše rešitve za določene logistične izzive, kot so izbira najkrajše poti, zmanjšanje časa dostave in povečanje kapacitete prevoza.

V veliki meri so tovrstne pobude odvisne od posameznih dostavljavcev in prevoznikov, na primer: sledenje vozilom, uporabljanje programov za optimizacijo poti in podobno. Na strani mestnih oblasti pa se pogosto uvajajo ukrepi, ki deloma dostavljavce prisilijo v izboljšanje njihovega delovanja ali pa jim z regulativo omejijo delovanje do te mere, da spremenijo vzorce dostav v smislu poti, lokacij, uporabljenih vozil in podobno. Večina spodaj opredeljenih ukrepov ima vsaj posredno cilj optimizacije tovornih prometnih tokov v mestih.

Časovna okna in druge omejitve dostopa

Časovna okna za mestne tovarne dostave so specifični časovni intervali, v katerih je dovoljeno dostavljati ali prevzemati blago v določenih mestnih območjih. Uvedba časovnih oken je eden izmed pristopov, s katerim se mestne oblasti trudijo zmanjšati prometne zastoje, hrup in druge negativne vplive tovarnega prometa v mestnih središčih, predvsem v smislu zmanjšanja prometa v koničnih urah.

Z omejevanjem dostav na določene časovne intervale se zmanjša število tovornih vozil na cestah v koničnih prometnih urah, kar lahko pripomore k boljšemu prometnemu toku, zmanjšata se tudi onesnaževanje zraka in hrup. Časovna okna omogočajo prevoznikom boljše načrtovanje in optimizacijo dostavnih poti, kar

posledično pomeni večjo učinkovitost in zmanjšanje stroškov ob primerni uporabi. Čeprav časovna okna prinašajo številne koristi predvsem za prebivalce, obiskovalce in kakovost življenja, lahko predstavljajo tudi izzive za prevoznike, saj morajo prilagoditi svoje operacije, da bi zadovoljili omejitve, kar lahko na primer vključuje dodatne stroške zaradi potrebe po nočnih dostavah ali zaposlovanju dodatnega osebja. Nekatera mesta omogočajo prilagodljiva časovna okna, ki se lahko spreminjajo glede na prometne razmere, dogodke v mestu ali druge dejavnike. Sodobne tehnologije, kot so telematika in napredni sistemi za upravljanje flote, omogočajo prevoznikom boljše sledenje in načrtovanje dostav v skladu s časovnimi okni.

Sánchez-Díaz in sodelavci (2016) so identificirali širok spekter različnih načinov spodbujanja dostav, ki se izvajajo izven koničnih prometnih obdobj. Spekter sega od tržno usmerjenih pristopov, kot so pristopi brez specifičnih regulacij, strategije zaračunavanja uporabnine za infrastrukturo na podlagi prometnih zastojev in programov na osnovi spodbud do bolj regulativno usmerjenih pristopov, kot je dovoljenje dostopa tovornim vozilom izven koničnih ur, vendar z uvajanjem (ali izvajanjem obstoječih) predpisov o ravnih dovoljenega hrupa, regulacijo uporabe (ne)natovornih ali dostavnih mest v določenih urah ali npr. prepovedmi, ki prevoznike obvezujejo k dostavi ponoči. Na drugi strani dostav se nahajajo prejemniki, ki jih premik k dostavam izven koničnih ur, kar v veliko primerih pomeni premik k nočnim dostavam, tudi zadeva. Sánchez-Díaz in sodelavci (2016) so tako prepoznali tri glavne sheme, pod katerimi poteka sprejem dostav, ki se vršijo ponoči ali izven koničnih ur; s prisotnostjo osebja, neasistiran prevzem in prevzem, koordiniran na strani upraviteljev objektov v velikih generatorjih prometa. Stroški, tveganja in zanesljivost posameznih shem se seveda bistveno razlikujejo glede na izbrano shemo.

Poleg časovnih oken obstaja še obsežen nabor drugih omejitev dostopa v mestna središča, ki temeljijo na primer na masi vozil, EURO klasifikaciji motorja glede na izpuste in podobno. Za evropska mesta so omejitve po posameznih mestih zbrane na spletni strani <https://urbanaccessregulations.eu/>.

Dostavna mesta in sorodne prostorske omejitve

Dostavna mesta in druge prostorske omejitve predstavljajo integralne komponente sodobnih strategij mestne logistike, ki jih mestne oblasti implementirajo z namenom optimizacije tovornega prometa v urbanih središčih. Dostavna mesta so specifično določena območja, namenjena izključno natovarjanju in raztovarjanju blaga, njihova lokacija in dimenzije so določene na podlagi analiz prometnih tokov, dostopnosti in potreb lokalnih gospodarskih subjektov. Gre za enega izmed najlažje vzpostavljenih ukrepov, ki rešuje predvsem problematiko zasedanja ostalih površin s strani dostavnih vozil. Dodatne prostorske omejitve, kot so specifične cone za dostavo ali prepoved prometa za tovorna vozila na določenih območjih ali cestah, so implementirane z namenom zmanjšanja širših negativnih vplivov tovornega prometa na urbano okolje.

Uvedba takšnih ukrepov prinaša številne prednosti za različne deležnike. Pošiljatelji in prejemniki lahko pričakujejo bolj predvidljive in učinkovite dostavne procese, saj so dostavna mesta zasnovana tako, da minimizirajo konflikte z drugimi udeleženci v prometu, kar pomeni tudi povečano varnost za druge udeležence v prometu in manj zasedanja prometnega prostora drugim udeležencem..

Hammami (2020) je identificiral dejavnike, ki bi morali biti ključni pri načrtovanju dostavnih mest v urbanih okoljih:

- vrsta podjetij in dejavnosti na območju,
- velikost prodajnih prostorov,
- kako dostavljavci izvajajo dostave; na obstoječih dostavnih mestih, z uporabo pločnikov ali drugih prometnih površin ali nikjer,
- vrsta vozil (velik tovornjak, majhen tovornjak, avto), ki jih uporabljajo dostavljavci,
- trajanje operacij natovarjanja/raztovarjanja,
- dostave: število dnevni/tedenskih dostav, urnik dostav,
- sprejemljivost lociranja dostavnih mest na obstoječo infrastrukturo.

Paketomati in ostale možnosti samostojnega prevzema

Paketomati so avtomatizirane postajne točke, kjer lahko kupci samostojno prevzamejo svoje pošiljke. Nameščeni so na strateških mestih, kot so trgovska središča, postajališča in bencinske črpalke, kar omogoča kupcem, da prevzamejo svoje pakete ob času, ki jim najbolj ustreza, ne da bi bili vezani na delovni čas dostavne službe. Ta pristop zmanjšuje potrebo po večkratnih poskusih dostave, kar zmanjšuje prometne zastoje in emisije. Ena izmed glavnih omejitev paketomatov je velikost paketa. Zato se pogosto pojavljajo tudi samostojne postajne točke ali "lockers", ki omogočajo shranjevanje večjih paketov ali celo specifičnih izdelkov, kot so npr. hlajeni izdelki. Nekateri trgovci na drobno uporabljajo te točke kot alternativo dostavi na dom, kar kupcem omogoča, da naročeno blago prevzamejo na poti domov ali med drugimi opravki.

Z uvedbo paketomatov efektivno odgovornost za dostavo v zadnji milj prenesemo iz dostavljavcev na končne potrošnike same. Prometni tokovi se spremenijo. Eliyan in sodelavci (2021) so pokazali, da lahko ob upoštevanju dejavnikov prepotovane razdalje s strani prejemnikov in zadostne zasedenosti paketomatov ogljični odtis dostave paketov zmanjšamo do 50 %.

Električna vozila in tovorna kolesa

Električna vozila (EV) se v mestni logistiki vse bolj uveljavljajo kot alternativa klasičnim vozilom na fosilna goriva. Zaradi ničelnih izpustov na mestu delovanja in tihega delovanja so idealna za mestna okolja, kjer sta kakovost zraka in hrup veliki skrbi. Posledično mestne oblasti pogosto spodbujajo (ali celo zapovedujejo) uporabo EV z ugodnostmi, kot so nižje cestnine, dostop do mestnih središč in posebne parkirne cone. Kljub temu imajo EV v mestni logistiki tudi nekaj izzivov. Omejena avtonomija, daljši čas polnjenja in pomanjkanje infrastrukture za hitro polnjenje so glavne težave, s katerimi se soočajo prevozniki.

Sorodna alternativa za opravljanje manjših dostavnih nalog s strani dostavljavcev in tudi za izposajo v shemah izposoje koles so tovorna kolesa, še posebej tista z električno pomočjo. Omogočajo hitro in učinkovito dostavo blaga na krajših razdaljah, pri čemer se izogonejo zastojem in omejitvam prometa, ki so pogosti v mestnih središčih. Omejena nosilnost, občutljivost na vremenske razmere in potreba

po fizičnem naporu so nekatere izmed omejitev pri uporabi tovornih koles v mestni logistiki.

Mestni konsolidacijski centri

Mestni konsolidacijski centri (angl. Urban Consolidation Centers) so kategorizirani kot pretovorni terminali, ki se običajno nahajajo v predmestju večjih mest in imajo vlogo optimizacije infrastrukture, operacij in storitev med medmestnimi in mestnimi deli oskrbovalnih verig. V MKC-jih se blago, ki izvira izven mestnih območij, zbere in ustrezno združi za dostavo zadnje milje. Glavni namen MKC-jev je preprečiti potrebo po dostavi delnih tovorov v mestna središča ali sorodne namembne cilje (npr. gradbišča, letališča ...), kar se doseže z zagotavljanjem objektov, kjer se dostave združijo za nadaljnjo dostavo v mestno območje z ustreznimi vozili in visoko stopnjo zasedenosti vozil (Gogas & Nathanail, 2017).

Kljub možnemu pozitivnemu vplivu na okolje in družbo je glavna ovira pri implementaciji MKC pomanjkanje vzdržnega poslovnega modela. Zato so MKC-ji pogosto močno subvencionirani in prenehajo delovati, ko subvencije potečejo (Kin et al., 2016). Njihova implementacija v manjših mestih je posledično še bolj težavna, saj ne moremo zagotoviti osnovne kritične mase uporabnikov, da bi bili tovrstni centri finančno vzdržni.

Primer dobre prakse uspešnega konsolidacijskega centra v manjšem mestu je Mesto Lucca, ki ima približno 80.000 prebivalcev in površino malo več kot 185 km². Središče mesta obdajajo renesančna obzidja, dolga 4,2 km, samo središče pa je jedro živahnega komercialnega sistema z več kot 1400 dejavnostmi, kar vodi do pomembnih prometnih izzivov. V zgodovinskem središču veljajo določeni prometni ukrepi, kot so časovna okna in peš cone, v letu 2005 pa je bil vzpostavljen urbani konsolidacijski center LuccaPort. Center nudi vse značilne storitve, vključno s pretovarjanjem blaga in organizacijo optimalnih dostav, namenska skladišča, floto električnih vozil in napredne storitve IKT, ki omogočajo sledenje in izmenjavo informacij med vsemi udeleženci v logistični verigi. LuccaPort opravi več kot 120 dnevni dostav, deluje s 100 % obremenitvijo in naredi približno 15 dostav na potovanje. To predstavlja 15 % mestnih dostav in zmanjšuje število tovornih vozil v zgodovinskem središču za 44 % (Foltyński, 2014).

Mikro mestna logistika

Mikro mestna logistika, ki združuje koncepte, kot so hiperlokalna distribucija (angl. hyperlocal fulfillment) in mikro konsolidacijski centri, postaja ključna strategija za optimizacijo dostave v urbanih središčih (Moline, 2018). Gre za postavitve majhnih, lokaliziranih distribucijskih vozlišč znotraj mest, ki omogočajo hitrejšo in učinkovitejšo dostavo na kratke razdalje. Ta pristop zmanjšuje odvisnost od velikih centraliziranih skladišč ter omogoča podjetjem hitrejši odziv, krajši transportni čas in zmanjšanje stroškov dostave. Mikro logistika prav tako pomaga zmanjševati prometne obremenitve in emisije, kar prispeva k bolj trajnostnemu urbanemu okolju.

Ključni koncept v sklopu mikro mestne logistike je enostavnejša oblika konsolidacijskih centrov, t. i. "microhubs" ali mikro konsolidacijski centri, ki predstavljajo majhne distribucijske centre ali skladišča, ki so strateško postavljeni v ali blizu mestnih središč. Namenjeni so zbiranju, sortiranju in nadaljnji distribuciji blaga v manjših mestnih območjih ali okrožjih, pogosto se njihova implementacija kombinira tudi z možnostmi samostojnega prevzema blaga na strani končnih potrošnikov (Rosenberg et al., 2021). Z uporabo mikro centrov se zmanjša potreba po vožnji težkih tovornjakov v mestna središča, saj se blago lahko dostavi do centra z večjimi vozili, nato pa se za končno dostavo uporabijo manjša, pogosto bolj okolju prijazna vozila, kot so električna vozila, kolesa ali celo peš dostavljavci.

V primerjavi z urbanih konsolidacijskimi centri, ki so običajno večji in se nahajajo na obrobju mest, so "microhubs" bolj osredotočeni na "last mile" dostavo in so bližje končnim destinacijam. Medtem ko urbani konsolidacijski centri služijo kot glavna točka za zbiranje in sortiranje blaga, ki prihaja iz različnih virov, "microhubs" delujejo kot satelitske enote, ki omogočajo hitrejšo in bolj prilagodljivo dostavo v mestnih središčih, pogosto s kolesi, manjšimi vozički ali celo peš.

"Crowdshipping" (dostave s pomočjo množice)

"Crowdshipping" je koncept, ki vključuje angažiranje javnosti za prevzem in dostavo paketov, idealno na poti do njihove že predhodno določene destinacije. To pomeni, da lahko posamezniki, kot so potniki javnega prevoza, sodelujejo pri izpolnjevanju dostav kot dostavljavci. V tem kontekstu je razpoložljivost velikega števila

»navadnih« ljudi, povezanih z mobilnimi napravami, ustvarila številne priložnosti za izvajanje dostave zadnje milje na bolj okolju prijazen način. Vendar pa je zaradi številnih logističnih izzivov dodeljevanje dostavnih nalog množici zapleten in večplasten proces (Ghaderi et al., 2022).

Uspešen primer testiranja dostav s pomočjo množice so izvedli v mestu Jyväskylä na Finskem. Gre za testiranje storitve dostave s pomočjo množice na podlagi sistema "PiggyBaggy" za dostavo knjig iz mestne knjižnice od 15. marca do 30. aprila 2014. Kljub nizki nagradi (2–5 evrov na dostavo) je iniciativa hitro pritegnila veliko voznikov, večinoma kolesarjev. Paloheimo in sodelavci (2016) so izračunali, da lahko ob uporabi tega sistema pričakujemo do 55 % zmanjšanje uporabe virov za transport, ima pa tudi druge učinke, kot sta povečanje socialne kohezije in ekonomski prihranki.

Razbremenilna logistika

Pri načrtovanju in upravljanju tokov blaga se velikokrat osredotočamo samo na tokove, ki prihajajo v mesto, torej surovine, dostave, podporne materiale itd., pri tem pa zanemarjamo pomen povratnih tokov, torej npr. izdelkov, ki se generirajo v mestnem središču, odpadkov in podobno. Smiselna je torej povezava mestne logistike tudi s konceptom razbremenilne ali povratne logistike, ki se nanaša na procese in dejavnosti, povezane z zbiranjem, transportom in obdelavo uporabljenih, nezaželenih ali odvečnih izdelkov in materialov iz mestnih območij nazaj v proizvodne ali obdelovalne centre. Ta pristop je ključen za trajnostno upravljanje mest, saj omogoča zmanjšanje količine odpadkov, optimizacijo uporabe virov in zmanjšanje okoljskega vpliva (Rubio et al., 2019).

3 Mestna logistika v slovenskem okolju

Mestna logistika v slovenskem okolju ima svoje specifične izzive, še posebej v kontekstu majhnih mest. Slovenska mesta so pogosto značilno oblikovana z izrazitimi starimi zgodovinskimi jedri, ki vsebujejo ožje ulice, manjše trge in specifično arhitekturo. Te značilnosti otežujejo promet in dostop za večja tovorna vozila, hkrati pa obstaja večje tveganje za pomembne poškodbe starejših stavb zaradi vplivov težkega prometa. Prav tako so v majhnih mestih razdalje med točkami krajše, kar pomeni, da je potrebna večja prilagodljivost pri načrtovanju in upravljanju

tovornih tokov. Zaradi manjšega območja z manj potencialnimi odjemalci je težavna tudi vzpostavitev kakršnihkoli obsežnejših ukrepov, ki zahtevajo večji finančni vložek, saj ni kritične mase odjemalcev, ki bi zagotavljali dovolj uporabe storitev za doseganje praga pokritja.

Medtem ko so večja mesta razvila številne ukrepe za izboljšanje mestne logistike, kot so: mestna distribucijska središča, cone z omejenim dostopom in električna dostavna vozila, je treba te ukrepe za majhna mesta prilagoditi. Uporaba majhnih električnih vozil ali celo tovornih koles je v majhnih mestih bolj primerna kot uporaba večjih vozil, ki se težje prebijajo skozi ozke ulice. Mestna distribucijska središča so lahko manjša in bolj prilagodljiva, ob upoštevanju krajših razdalj in specifičnih potreb prebivalcev, ali pa se kombinirajo s paketomati in enotnimi prevzemnimi točkami. Pomembno je tudi sodelovanje z lokalnimi deležniki, da se razvijejo rešitve, ki so prilagojene specifikam in potrebam posameznega mesta.

V slovenskem okolju so bile nedavno razvite Nacionalne smernice za pripravo Načrta upravljanja mestne logistike (Lep et al., 2022). Zakon o celostnem prometnem načrtovanju (Uradni list RS, 130/22) za mestne občine z več kot 100.000 prebivalci predvideva obvezno pripravo načrta upravljanja mestne logistike (v nadaljevanju NUML), ostale občine pa lahko vsebine s področja mestne logistike vključijo v svoje Občinske celostne prometne strategije, pri čemer je načrt tudi predpogoj za državno sofinanciranje ukrepov konsolidacije tovora v mestih.

Sam proces priprave NUML je sestavljen iz sedmih korakov; od priprave preko orisa zelenega stanja in analize obstoječega, preko opredelitve ukrepov in strateškega načrta do samega dolgoročnega izvajanja načrta. Pri načrtovanju NUML je ključnega pomena upoštevati trajnostno in dolgoročno vizijo, ki temelji na celoviti oceni trenutnega in prihodnjega stanja ter vključuje vse relevantne deležnike. NUML predstavlja optimalen model za zagotavljanje ekonomske učinkovitosti mestne logistike ob hkratnem zagotavljanju trajnostnega okolja. Zato je ključno razmisliti o kombinaciji tradicionalnih in nekonvencionalnih načinov dostave, kot so: električna vozila, tovarna kolesa in združevanje tovarnega ter potniškega prometa. Smernice za izdelavo NUML priporočajo, da urejanje mestnih tovornih prometnih tokov in mestne logistike v slovenskem kontekstu temelji na uvajanju IKT rešitev, omejevanju dostopa tovornih vozil v središča, vključevanju deležnikov, urejanju in upoštevanju zahtev e-trgovine in uvedbi okolju prijaznih vozil.

4 Zaključek

Mestna logistika se sooča z naraščajočimi izzivi, ki so posledica urbanizacije, rasti potrošnje in spreminjajočih se potrošniških navad. Upravljanje tovornega prometa in dostav v in iz mest je ključnega pomena za ohranjanje vitalnosti mest in zagotavljanje ekonomskega razvoja. Sodobni pristopi k upravljanju mestne logistike so v veliki meri podprti tudi s trendi digitalizacije, ki lahko igra ključno vlogo pri optimizaciji mestne logistike, saj omogoča boljše načrtovanje dostavnih poti, sledenje tovornemu prometu v realnem času in učinkovito komunikacijo med vsemi udeleženci. Ker pravilno in učinkovito upravljanje mestne logistike pripomore k trajnostnemu razvoju, zmanjševanju emisij in izboljšanju kakovosti bivanja v mestih, gre za temo, ki je v današnjem svetu ključnega pomena.

V majhnih mestih, kot so številna slovenska mesta, se izzivi mestne logistike manifestirajo drugače. Omejena infrastruktura, ozke ulice in stara zgodovinska jedra prinašajo dodatne omejitve pri načrtovanju in izvajanju dostav. Prav tako je potrebno prilagajanje rešitev, ki so bile razvite za večja mesta, da bi ustrezale specifikam in potrebam manjših mest. V slovenskem kontekstu je ključnega pomena povezovanje tradicionalnih in sodobnih pristopov, da se zagotovi učinkovito, trajnostno in prilagodljivo mestno logistično okolje.

Literatura

- Batarlienė, N., & Bazaras, D. (2023). Solutions to the Problem of Freight Transport Flows in Urban Logistics. *Applied Sciences*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/app13074214>
- Cardenas, I., Borbon-Galvez, Y., Verlinden, T., Van de Voorde, E., Vanelslander, T., & Dewulf, W. (2017). City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection. *Competition and Regulation in Network Industries*, 18(1-2), 22-43. <https://doi.org/10.1177/1783591717736505>
- de Carvalho, P. P. S., de Araújo Kalid, R., Rodríguez, J. L. M., & Santiago, S. B. (2019). Interactions among stakeholders in the processes of city logistics: a systematic review of the literature. *Scientometrics*, 120(2), 567-607. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03149-1>
- Eliyan, A., Elomri, A., & Kerbache, L. (2021). The last-mile delivery challenge: evaluating the efficiency of smart parcel stations. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 22(4), 360-369. <https://doi.org/10.1080/16258312.2021.1918532>
- Foltyński, M. (2014). Electric Fleets in Urban Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 48-59. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.007>
- Ghaderi, H., Tsai, P.-W., Zhang, L., & Moayedikia, A. (2022). An integrated crowdshipping framework for green last mile delivery. *Sustainable Cities and Society*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103552>

- Gogas, M. A., & Nathanail, E. (2017). Evaluation of Urban Consolidation Centers: A Methodological Framework. *Procedia Engineering*, 178, 461-471. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.089>
- Hammami, F. (2020). The impact of optimizing delivery areas on urban traffic congestion. *Research in Transportation Business & Management*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100569>
- Kin, B., Verlinde, S., van Lier, T., & Macharis, C. (2016). Is there Life After Subsidy for an Urban Consolidation Centre? An Investigation of the Total Costs and Benefits of a Privately-initiated Concept. *Transportation Research Procedia*, 12, 357-369. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.072>
- Lep, M., Letnik, T., Toplak, S., Klemenčič, M., Kukovec, M., & Kuzmanič, A. (2022). *Zelena mestna logistika za višjo kakovost življenja v mestu: Nacionalne smernice za pripravo Načrta upravljanja mestne logistike*. Ministrstvo za infrastrukturo. https://www.sptm.si/application/files/3816/5389/8518/NacSmernice_NUML_BROSURA_april2022_.pdf
- Moline, A. (2018). *Roadmap for change: The flexible industrial distribution facilities network of the future*. IAMC/SIOR. <https://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2018/05/ROADMAP-FOR-CHANGE-THE-FLEXIBLE-INDUSTRIAL-DISTRIBUTION-FACILITIES-NETWORK-OF-THE-FUTURE.pdf>
- Oršič, J., Jereb, B., & Obrecht, M. (2022). Sustainable Operations of Last Mile Logistics Based on Machine Learning Processes. *Processes*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/pr10122524>
- Paloheimo, H., Lettenmeier, M., & Waris, H. (2016). Transport reduction by crowdsourced deliveries – a library case in Finland. *Journal of Cleaner Production*, 132, 240-251. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.103>
- Papoutsis, K., & Nathanail, E. (2016). Facilitating the Selection of City Logistics Measures through a Concrete Measures Package: A Generic Approach. *Transportation Research Procedia*, 12, 679-691. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.021>
- Rodrigue, J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems*. <https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- Rosenberg, L. N., Balouka, N., Herer, Y. T., Dani, E., Gasparin, P., Dobers, K., Rüdiger, D., Pättiniemi, P., Porthoine, P., & van Uden, S. (2021). Introducing the Shared Micro-Depot Network for Last-Mile Logistics. *Sustainability*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/su13042067>
- Rubio, S., Jiménez-Parra, B., Chamorro-Mera, A., & Miranda, F. J. (2019). Reverse Logistics and Urban Logistics: Making a Link. *Sustainability*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/su11205684>
- Sánchez-Díaz, I., Georén, P., & Brolinson, M. (2016). Shifting urban freight deliveries to the off-peak hours: a review of theory and practice. *Transport Reviews*, 37(4), 521-543. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1254691>
- United Nations. (2019). *World Urbanization Prospects 2018: Highlights* (ST/ESA/SER.A/421 ed.). United Nations: Department of Economic and Social Affairs.
- Zakon o celostnem prometnem načrtovanju. *Uradni list RS*, št. 130/22.

KAKO DISTRIBUIRATI PRODUKTE? O OPTIMALNI IN TRAJNOSTNI DISTRIBUCIJSKI STRATEGIJI

TINA CVAHTE OJSTERŠEK, DARJA TOPOLŠEK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
tina.cvahte@um.si, darja.topolsek@um.si

Distribucija v okviru logističnih procesov obsega niz operacij in postopkov, ki omogočajo dostavo blaga od faze ustvarjanja in izdelave vse do končne uporabe na strani potrošnika. V te procese so vključene dejavnosti, kot so: prevoz, skladiščenje, upravljanje zalog, analiza lokacij in obdelava informacij. Osrednji namen distribucijske logistike je zagotoviti, da izdelki brezhibno in učinkovito prispejo do potrošnikov. Pri tem transport igra vlogo prenašalca blaga, kar pomeni, da je odločitev o modaliteti transporta pomemben segment zastavljanja ustrezne distribucijske strategije. Poleg tega na izbor vplivajo še dejavniki, kot so: značilnosti in vrsta blaga, konkurenčni dejavniki, zahteve po kompleksnosti samih distribucijskih kanalov in podobno. Glavne odločitve so tako dolžina distribucijskih kanalov, uporaba neposredne ali posredne oblike distribucije, vrste in tipi kanalov ponujanja in distribucije blaga do končnih potrošnikov ter obseg zunanjega izvajanja. Ključni cilji vzpostavitve distribucijskih kanalov vključujejo zagotavljanje prave prisotnosti izdelkov na trgu, povečanje prodajnih možnosti s strategijami pozicioniranja in promocijami ter učinkovito sodelovanje pri določanju vplivov na operativno izvedbo distribucije. Prav tako je pomembno vzdrževanje visoke kakovosti storitev in zmanjševanje logističnih stroškov. Ne nazadnje je ključno tudi zagotavljanje učinkovitega pretoka informacij za optimalno upravljanje distribucijskega sistema.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.5](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.5)

ISBN
978-961-286-973-1

Ključne besede:
distribucija,
logistika,
transport,
strategija,
učinkovitost



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.5](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.5)

ISBN
978-961-286-973-1

Keywords:
distribution,
logistics,
transport,
strategy,
efficiency

HOW TO DISTRIBUTE PRODUCTS? ON AN OPTIMAL AND SUSTAINABLE DISTRIBUTION STRATEGY

TINA CVAHTE OJSTERŠEK, DARJA TOPOLŠEK

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
tina.cvahte@um.si, darja.topolsek@um.si

Distribution within the framework of logistics processes encompasses a series of operations and procedures that enable the delivery of goods from the creation and manufacturing phase all the way to the end usage by the consumer. These processes include activities such as transportation, warehousing, inventory management, location analysis, and information processing. The central purpose of distribution logistics is to ensure that products arrive at the consumers flawlessly and efficiently. Here, transportation plays the role of transferring goods, meaning that the decision on the mode of transportation is an important segment of setting an appropriate distribution strategy. In addition, choices are influenced by factors such as the characteristics and type of goods, competitive factors, demands for the complexity of the distribution channels themselves, and the like. The main decisions thus include the length of the distribution channels, the use of direct or indirect forms of distribution, types and varieties of channels for offering and distributing goods to end consumers, and the extent of outsourcing. The key objectives of establishing distribution channels include ensuring the correct presence of products on the market, increasing sales opportunities with positioning strategies and promotions, and effective participation in determining influences on the operational distribution activities.



University of Maribor Press

1 Kaj je distribucija? Katere dele poslovanja zajema?

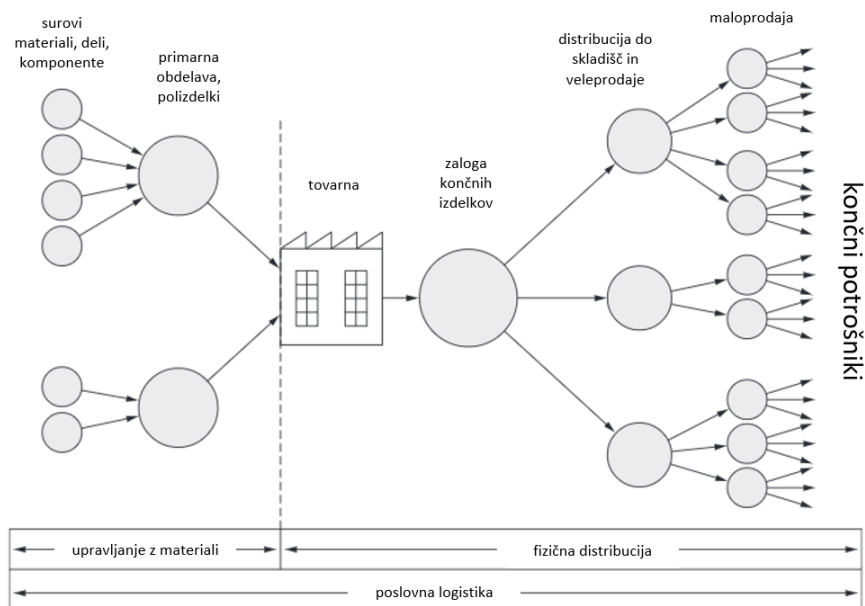
Logistika in distribucija znotraj nje sta dva procesa v oskrbovalnih verigah, v katerih lahko definiramo več skupin akterjev glede na različne stopnje gibanja blaga skozi samo verigo:

- dobavitelji; oskrbujejo verigo s surovinami, sestavnimi deli, polizdelki, končnimi izdelki in ostalimi komponentami in materiali.
- Proizvajalci; ukvarjajo se z razvojem in proizvodnjo izdelkov, v določenih primerih pa se nekatere surovine, kot sta les in premog, tudi neposredno premikajo v verigo.
- Posredniki:
 - veleprodajni distributerji; posredniki med proizvajalci in drugimi posredniki, zagotavljajo izdelke iz vira.
 - Posredniki; olajšajo nakup in prodajo med dobavitelji in kupci, ne prevzemajo lastništva zalog.
 - Trgovci na drobno; prodajajo blago končnim potrošnikom ali podjetjem.
- Končni potrošniki; bodisi poslovni bodisi individualni potrošniki.

Način kombiniranja členov oskrbovalne verige vodi do različnih kanalov distribucije, narava povpraševanja, proizvodni postopki in vpliv glavnega kanala pa določajo obseg in število členov kanala. V sklopu koncepta stalnih dejavnikov sistemov oskrbovalnih verig, kot ga definirajo Kajba et al. (2023), torej produktov, storitev, procesov in sistemov, je vsak člen oskrbovalne verige hkrati odvisen od in vpliva na druge člene, kar vodi do zapletenih in medsebojno povezanih odnosov znotraj verige. Takšna integracija omogoča optimizacijo pretoka materialov, informacij in financ, vendar obenem povečuje kompleksnost upravljanja. Posamezni procesi in sistemi se neprestano prilagajajo glede na spremembe povpraševanja in ponudbe, kar od podjetij zahteva prožnost ter stalno spremljanje učinkovitosti, da bi ohranila konkurenčno prednost in nemoten potek distribucije.

Distribucija se v logistiki nanaša na procese in dejavnosti, ki usmerjajo pretok blaga od razvoja in proizvodnje do končnega potrošnika. Te aktivnosti vključujejo transport, skladiščenje, upravljanje zalog, lokacijske analize in obdelavo informacij. Glavni cilj distribucijske logistike je zagotoviti učinkovit in nemoten prenos končnih izdelkov do potrošnikov.

Pomembno je razlikovati med "distributerjem" in "distribucijo". Distributer je posrednik v distribucijskem kanalu, ki ne izdeluje lastnih izdelkov, temveč jih kupuje in preprodaja ali posreduje. Tako distributerji običajno kupijo blago v večjih količinah, nato pa ga distribuirajo več potrošnikom oziroma kupcem v manjših enotah. Distributer je torej ključni člen pri zagotavljanju, da izdelki dosežejo končne potrošnike.



Slika 5.1: Distribucija in transport v oskrbovalnih verigah

Vir: prirejeno po (Murphy & Knemeyer, 2018)

Po drugi strani pa "distribucija" opisuje celoten proces in ne le enega člana v kanalu. Distribucija zajema aktivnosti, povezane s premikanjem blaga, vključno s transportom, skladiščenjem, upravljanjem naročil, lokacijsko analizo in podobnimi aktivnostmi. Kot je pojasnil Ross (2015), vključuje distribucija znotraj sistema distribucije aktivnosti transporta, skladiščenja, upravljanja zalog, ravnanja z materiali, upravljanja naročil, analize lokacij, industrijske embalaže ter obdelave podatkov in komunikacijskih omrežij. V celoti gledano je distribucija ključna komponenta logistične verige, ki zagotavlja, da izdelki in storitve pravilno in učinkovito dosežejo potrošnike, ne glede na to, ali potujejo neposredno od proizvajalca ali preko distributerja.

Procese distribucije in transporta v oskrbovalnih verigah lahko prikažemo s Sliko 1. Na njej krogi simbolizirajo objekte, kjer so skladiščene zaloge, medtem ko linije s puščicami označujejo premikanje oziroma distribucijske procese, ki jih upravljajo distributerji. Oskrbovalna veriga se nadaljuje tako na levo kot na desno od prikazanega segmenta.

2 Modalitete v transportu in distribuciji, njihov vpliv na okolje ter stroški

V distribucijskih in logističnih omrežjih transport deluje kot "prenašalec" blaga skozi oskrbovalno verigo. Transportna mreža pogosto sovпада z distribucijsko mrežo, osredotočeno na fizično prenašanje blaga. Seveda tukaj govorimo o prenašanju fizičnih dobrin, čeprav transport lahko predstavlja tudi prenašanje na primer informacij, denarne tokove in podobno. Načrtovanje teh mrež je tesno povezano s celotnim načrtovanjem oskrbovalne verige in njenimi tokovi, posledično je upravljanje transporta v distribuciji ključno tudi za učinkovito oskrbovalno verigo. Različni načini transporta – železnice, cesta, vodni transport, zrak ali cevovodi - omogočajo uporabniku obilo izbir. Kljub številnim možnostim je izbira pravega načina in ponudnika storitev zahtevna. Glavni dejavniki pri izbiri so (Ballou, 2004):

- cena, določena z osnovnimi stroški transporta, morebitnimi dodatnimi stroški in relevantnimi stroški; na primer stroški goriva, dela in amortizacije.
- Povprečni tranzitni čas; povprečni čas potovanja pošiljke od začetne do ciljne točke.
- Variabilnost tranzitnega časa; razlike v času dostave pošiljk, ki jih povzročajo zunanji dejavniki, kot je vreme ali so zastoji.
- Izguba in škoda; zmožnost prevoznika prevažati tovor brez poškodb ali izgub.

Izbor storitve se torej ne osredotoča le na ceno, ampak tudi na kakovost in zanesljivost storitve. Nekateri transportni načini se lahko kombinirajo za večjo učinkovitost v smislu intermodalnega ali multimodalnega transporta; na primer blago se lahko prevaža po železnici, nato pa lokalno dostavi s tovornjakom. Kljub temu je pristop "od vrat do vrat" ključnega pomena za učinkovito in pravočasno dostavo in posledično za učinkovito delovanje distribucijskih procesov.

Cestni transport s tovornjaki je pogosto ključni element v distribucijski verigi, še posebej, ko gre za polizdelke in končne izdelke. V nasprotju z železnico, ki prevažata večje količine surovin in tovarov, tovornjaki ponujajo rešitev za manjše pošiljke, kar omogoča večjo prilagodljivost v distribuciji. Eden izmed glavnih adutov cestnega transporta je možnost dostave "od vrat do vrat". To pomeni, da je med izvornim in končnim mestom manj manipulacij s tovorom, kar zmanjšuje potrebo po dodatnem natovarjanju ali raztovarjanju, kot je to običajno pri železnici ali letalskem transportu. Tovornjaki imajo prednost tudi v smislu razpoložljivosti in frekvence prevoza, saj je mogoče hitreje prilagajati vozne rede glede na potrebe strank. Na trgu cestnega transporta obstajajo različne vrste prevoznikov, med njimi tudi pogodbeni prevozniki, ki se specializirajo za določene stranke in jim omogočajo storitve po meri (brez potrebe po strankinem lastništvu vozil). Seveda pa tovornjaki ne morejo prevažati toliko različnih vrst tovarov kot železnice, predvsem zaradi omejitev na cestah, kot so dimenzije in mase. Kljub temu tovornjaki zagotavljajo hitro in zanesljivo dostavo kosovnega blaga ali blaga na manjših intermodalnih enotah, npr. paletah. Zmožnost hitro napolniti eno vozilo in takoj začeti transport je velika prednost, še posebej, ko gre za pošiljke manjših količin, kjer tovornjaki dominirajo na trgu v primerjavi z železniškim transportom, ki zahteva večje količine za optimalno učinkovitost. Cestni transport s tovornjaki je tako nepogrešljiv v sodobni distribucijski verigi zaradi svoje prilagodljivosti, hitrosti in učinkovitosti.

Železniški transport je ključni element sistema fizične distribucije, ki omogoča prevoz tovarov na dolge razdalje. Predvsem je primeren za prevažanje surovin, kot so: premog, gradbeni les in kemikalije, pa tudi za proizvode z nižjo vrednostjo, kot so: hrana, papir in lesni izdelki. Značilno za železniški transport je, da večino časa (v nekaterih primerih do 80 %) porabi za procese, kot so: natovarjanje, raztovarjanje, premikanje med terminali in ranžiranje, kar vpliva na precej majhno prometno hitrost in krajšo dnevno prevoženo pot vagona. Sistem železniškega transporta deluje na osnovi dveh pravnih oblik – splošnih in zasebnih prevoznikov. Splošni prevozniki ponujajo storitve širši javnosti, medtem ko se zasebni prevozniki osredotočajo predvsem na potrebe posameznega lastnika. Pri tem je večina železniškega prometa izvedena na strani splošnih prevoznikov. Poudariti je treba, da je osnovna enota za prevoz tovarov z železnico "lot", ki predstavlja določeno količino tovarov, večinoma ustrezajočo kapaciteti vagona. Da bi povečali učinkovitost, se pogosto uporabljajo večkratniki lota, zlasti za večje pošiljke. Sodobne železnice ponujajo različne storitve, prilagojene potrebam trga – od specializiranih vagonov za

prevoz določenih vrst tovara do prilagodljivih storitev, ki omogočajo spremembo poti in namembnega kraja pošiljke med transportom. V distribucijskem kontekstu železniški transport ponuja številne prednosti, kot so: večja kapaciteta prevoza, prilagodljivost in ekonomičnost, še posebej pri prevozu večjih količin tovara na daljše razdalje.

Letalski transport je kljub svoji višji cenovni postavki postal nujen del globalne distribucijske mreže, predvsem zaradi svoje neprimerljive hitrosti pri prečkanju dolgih razdalj. Komerzialna letala, ki lahko dosežejo visoke hitrosti, omogočajo hitro dostavo, čeprav je treba upoštevati dodatne časovne dejavnike, kot so: vzlet, pristane in čakanje na letališčih. Kljub temu, da letalski transport občutljivo reagira na vremenske pogoje in druge ovire, je njegova zanesljivost visoka. Z nenehnim tehnološkim napredkom in pojavom večjih letal se omejitve v prostornini in nosilnosti letal zmanjšujejo, kar obeta potencialno cenejši letalski transport v prihodnosti. Eden izmed dodatnih adutov letalskega transporta je tudi zmanjšano tveganje za izgubo ali poškodbo blaga v primerjavi s kopenskim prevozom. Embalaža za letalski transport ne potrebuje tolikšne zaščite, kraja pa je na letališčih redek pojav. Sodoben letalski prevoz zajema široko paleto storitev; od rednih domačih do mednarodnih prevoznikov, ki povezujejo globalne trge in omogočajo mednarodno trgovino. Vse to poudarja naraščajoč pomen letalskega transporta v sodobnih distribucijskih mrežah.

Vodni transport je eden izmed klasičnih načinov prevoza, ki se, kljub določenim omejitvam, še vedno pogosto uporablja zaradi svoje izjemne nosilnosti. Njegovo delovanje je omejeno na določene geografske pogoje, saj je transport po notranjih plovnih poteh možen predvsem na celinskih plovnih poteh, kar zahteva specifično lokacijo vkrcevalcev. V primerjavi z železniškim transportom je vodni transport počasnejši, s povprečnimi hitrostmi v rangu do 15 km/h. Kljub temu je njegova kapaciteta impresivna; barže, torej plovila z ravnim dnom specifično za prevoz po rekah in obalnih področjih brez lastnega pogona, lahko prevažajo tudi do 4.000 ton. Tehnološke izboljšave, kot je satelitska navigacija, povečujejo učinkovitost in zanesljivost tega načina prevoza. Vodni transport je tudi ekonomsko prilagodljiv, saj večina blaga potuje po vodi brez strogih ekonomskih predpisov. Izguba in škoda pri vodnem transportu sta minimalni, zlasti pri prevozu razsutega tovara z nizko vrednostjo. Kljub temu sta pri prevozu dragocenejšega blaga potrebna dodatna previdnost in ustrezno embaliranje. Energetska učinkovitost vodnega transporta je

njegova ključna prednost, saj omogoča prevoz večjih količin tovara na daljše razdalje z manjšo porabo goriva kot druge modalitete. Primerjave kažejo, da barža porabi manj energije na tono tovara na kilometer v primerjavi z drugimi načini transporta, kar dodatno poudarja vlogo v distribucijski verigi.

Cevovodni transport predstavlja specifičen način prevoza, ki je trenutno najbolj optimalen za transport nafte in rafiniranih naftnih proizvodov, čeprav obstajajo poskusi za širšo uporabo tega sistema za druge vrste tovorov. Ena izmed ključnih značilnosti cevovodnega transporta je njegova počasnost s hitrostmi med 4,8 do 6,5 km/h. Vendar pa njegova neprekinjena operativnost, t. j. 24 ur na dan in 7 dni v tednu, zagotavlja visoko učinkovitost in zanesljivost. Cevovod ima visoko kapaciteto prenosa ob polnem delovanju. Ko govorimo o zanesljivosti, je cevovodni transport v samem vrhu, saj njegovo delovanje redko ovirajo zunanji dejavniki, kot je vreme, oprema za črpanje pa je izjemno zanesljiva. S stališča distribucije sta izguba in škoda minimalni, saj tekočine in plini niso tako občutljivi na poškodbe kot drugi proizvodi. Število potencialnih nevarnosti je omejeno, kljub temu pa obstaja odgovornost za morebitne izgube ali škode, nevarnosti pa so predvsem naravne nesreče ali terorizem. Cevovodni transport torej predstavlja zanesljiv in učinkovit sistem za distribucijo določenih vrst tovara. Najpogosteje se koncept cevovodnih transportov sicer v osnovni različici uporablja za transport vode, gospodinjskega plina in podobno v okviru oskrbe končnih potrošnikov, torej gospodinjstev in podjetij.

Pomorski transport je ključnega pomena za globalno povezovanje trgov in prevažanje obsežnih količin blaga preko medcelinskih razdalj z nizkimi stroški na tono. Omogoča učinkovit prevoz surovin, kot so nafta in žita ter izdelkov v kontejnerjih. Ladje so prilagojene specifičnim potrebam; naftni tankerji prevažajo tekočine, medtem ko so kontejnerske ladje zasnovane za standardizirane transportne intermodalne enote. S povečanjem velikosti ladij skozi leta so se relativni prevozniki stroški zmanjšali. Vendar pomorski prevoz ni brez izzivov. Neugodno vreme, kot so nevihte, lahko vpliva na zanesljivost in hitrost prevoza, medtem pa večje ladje zahtevajo globlja pristanišča, kar pomeni večje naložbe v infrastrukturo. Težave se pojavljajo tudi zaradi obsežnejših dogodkov, ki lahko ohromijo pomorski promet na ključnih prometnicah (na primer blokada Sueškega kanala v 2021 ali zmanjšanje prometa v Rdečem morju zaradi napadov v letu 2024), pa tudi zaradi omejitev kapacitet pristanišč, predvsem na strani neto uvoznic. Kljub tem izzivom je pomorski prevoz hrbtenica globalne distribucije, ki povezuje celotno oskrbovalno

mrežo in omogoča medcelinsko trgovino. Za optimalno delovanje je potrebna integracija z drugimi transportnimi sredstvi, kot sta železnica in cestni prevoz, zagotavljajoč nemoten pretok blaga od začetne do končne točke.

3 Vloga distribucije pri uspešnosti delovanja podjetja in plasiranja na tržišče

Optimalno in učinkovito zastavljeni distribucijski kanali olajšajo kompleksnost v drugih segmentih oskrbovalne verige. Po Rossu (2015) lahko ti kanali vključujejo naslednje funkcije:

- izbira. Distributerji združujejo izdelke, ki so med seboj povezani ali podobni v asortimane, da izpolnijo želje potrošnikov. Na primer, distributer avtomobilskih delov lahko zbere različne komponente za popravilo zavor v en paket.
- Razporeditev. Ta funkcija vključuje delitev večjih zalog blaga na manjše enote ali pakete za prodajo. Na primer, distributer, ki se ukvarja z gradbenim materialom, lahko naroči velike količine vijakov, ki jih nato razdeli v manjše pakete.
- Razvrščanje. To je proces, pri katerem se različne vrste blaga, pridobljene od več dobaviteljev, razvrstijo v podobne skupine. Na primer, distributer sadja bi lahko razvrstil jabolka glede na kakovost in velikost.
- Kopičenje. Tu distributer združuje podobne izdelke v večje serije, da bi jih ponudil kot eno enoto. Primer bi bil distributer elektronskih izdelkov, ki združuje televizorje različnih znamk v skupno ponudbo ali združevanje izdelkov, ki se navadno kupujejo skupaj, kot na primer različne komponente za računalnike.

Distribucijski kanali vključujejo ključne storitve, ki so pomembne za učinkovito delovanje oskrbovalne verige. Prodaja in promocija sta nujni za proizvajalce, ki se soočajo z izzivi dostopa do trga, saj imajo omejene prodajne točke. Da bi rešili te težave, pogosto v svojo mrežo vključijo distributerje. Poleg tega se distributerji vse bolj ukvarjajo s preoblikovanjem polizdelkov v končne izdelke s pomočjo sortiranja, označevanja in enostavnih del montaže. Transport blaga je ključnega pomena, saj zagotavlja, da so izdelki pravočasno na pravem mestu, v nasprotnem primeru to vodi do izgubljene prodaje in nezaupanja potrošnikov. Skladiščenje deluje kot posrednik

med negotovostjo ponudbe in povpraševanja, zagotavljajoč zadostne zaloge za potrebe potrošnikov. Nekateri distributerji prav tako izvajajo sekvenciranje, ki sortira blago v specifične konfiguracije, prilagojene potrebam potrošnikov, ali pa sestavljajo komplete za montažo na podlagi vitke proizvodnje.

Mnoga podjetja uporabljajo tradicionalne računovodske sisteme za sledenje stroškom, vendar so ti pogosto preveč splošni za podrobno analizo. Za učinkovito merjenje učinkovitosti in razumevanje distribucijskega poslovanja potrebujemo podrobnejše informacije o stroških. Po Rushtonu, Croucherju in Bakerju (2017) lahko stroške distribucije razčlenimo na:

- stroške shranjevanja in skladiščenja: vključujemo stroške gradnje, dela in opreme. Dejavniki, kot so: lokacija, starost zgradbe in sistem pretovarjanja, vplivajo na razmerje stroškov. Velikost distribucijskega centra vpliva na stroške na enoto - večji centri imajo pogosto nižje stroške na enoto zaradi boljše izrabe prostora in opreme.
- Stroške transporta: razdelimo jih lahko na primarne stroške (transport blaga) in dostavne stroške (dostava do končnega potrošnika). Zahteve in stroški se spreminjajo glede na število distribucijskih točk. Primarni transport običajno vključuje prevoz v velikih količinah, medtem ko transport, ki zagotavlja dostavo končnim potrošnikom, oskrbuje posamezne potrošnike, kar lahko opravijo tudi tretje osebe (3PL).
- Stroške držanja zalog: vključujejo stroške upravljanja zalog, ki obsegajo financiranje zalog, stroške storitve, kot sta upravljanje in zavarovanje ter stroške tveganja, ki nastanejo zaradi kraje, pokvarjenega blaga in zastarelih zalog.
- Stroške informacijskega sistema: povezani so s potrebami po informacijah in komunikaciji, segajo od naročil do njihove izvedbe. Stroški rastejo s številom skladišč v sistemu, saj potrebujemo bolj kompleksen informacijski sistem za njihovo upravljanje.

4 Različne strategije distribucije in distribucijski kanali

Strategija distribucije določa, kako blago ali storitve dosežejo končne potrošnike. Ključnega pomena je izbira učinkovite strategije distribucije za maksimalizacijo dobička in ohranjanje zvestobe strank.

Strategije se večinoma osredotočajo na distribucijske kanale, med katere spadajo:

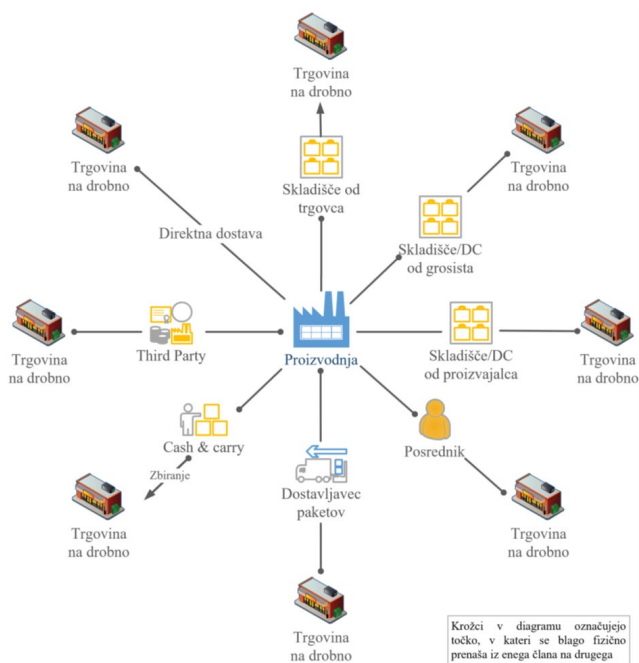
- posredna distribucija: blago potuje skozi več kanalov preden doseže potrošnika.
- Neposredna distribucija: podjetja dostavijo blago direktno potrošniku.
- Intenzivna distribucija: cilj je doseči čim večji tržni delež.
- Selektivna distribucija: omejeno na izbrane prodajne točke, kot je pri blagovnih znamkah tipa Zara.
- Ekskluzivna distribucija: določeni distributerji dobijo ekskluzivne pravice za določena območja, npr. Ferrari v določeni regiji.

Izbira strategije distribucije je pogosto odvisna od vrste izdelka. Podjetja lahko za različne izdelke uporabljajo različne strategije. Mreža distribucije je sestavljena iz kanalov in vozlišč, ki omogočajo prenos blaga. Kanal distribucije opisuje metode in sredstva za prenos blaga od proizvajalca do končne točke. Končna točka je običajno maloprodajna trgovina, vendar s povečanjem spletnih nakupov postaja vse bolj pomembna tudi dostava na dom. Pri digitalnih izdelkih, kot so glasba in filmi, je "fizično" blago lahko dostavljeno preko interneta.

Slika 5.2 prikazuje glavne alternativne kanale distribucije potrošniškega blaga od proizvodnje do maloprodajne trgovine, ob tem pa obstajajo tudi drugi kanali, kot so tisti od industrijskih dobaviteljev do odjemalcev ali neposredni kanali do končnega potrošnika. Distribucijski kanali na relaciji od proizvajalca do trgovin na drobno so torej lahko ...

- Proizvajalec dostavi blago v distribucijski center trgovca, slednji ga nato pošlje v maloprodajno trgovino.
- Proizvajalec prodaja blago trgovcu na debelo, slednji ga nato dostavi trgovini na drobno.
- Proizvajalec pošlje blago iz svojega skladišča neposredno v trgovino na drobno.
- Proizvajalec prodaja blago posredniku, ki ga nato dostavi trgovini.
- Proizvajalec uporablja majhne prevoznike paketov za dostavo v trgovino na drobno.
- Proizvajalec dostavlja blago skozi sistem Cash & Carry za manjše trgovine na drobno.

- Proizvajalec uporablja storitve tretje strani (3P) za distribucijo v trgovine na drobno.
- Proizvajalec neposredno dostavlja blago iz proizvodnje v trgovino na drobno.



Slika 5.2: Alternative kanalov za distribucijo potrošniškega blaga do trgovin na drobno

Vir: Prirejeno po Rushton, Croucher in Baker (2017)

Poleg kanalov, kot so opisani zgoraj, obstajajo tudi variante kanalov, ki ne vključujejo maloprodajnih trgovin, kjer gre v bistvu za tokove, ki jih imenujemo B2C (med podjetji; angl. Business to Consumer), ko proizvajalec svoje izdelke in storitve prodaja neposredno končnemu potrošniku.

- Naročilo po pošti je priljubljen način nakupa, kjer se blago naroči po katalogu in dostavi direktno na dom potrošnika, mimo trgovine.
- Neposredna dostava od proizvajalca do doma je redka, običajno zaradi neposredne prodaje po oglaševanju ali za posebej izdelane izdelke.

- Nakupovanje preko interneta je postalo pogosto, z dodatnimi specializiranimi operacijami za dostavo na dom, pri čemer večino opravijo 3PL podjetja, nekateri izdelki pa se distribuirajo direktno na spletu.
- Kanal od tovarne do tovarne ali B2B je ključen za distribucijo industrijskih izdelkov, ki vključujejo različne vrste in velikosti izdelkov, prevoz pa lahko opravljajo proizvajalci ali 3PL podjetja.

Strukture distribucijskih kanalov se med različnimi podjetji močno razlikujejo. Osnovne variacije zajemajo (Rushton, Croucher, & Baker, 2017, str. 56):

- raznolikost posrednikov ali distributerjev,
- število stopenj v distribucijskem procesu, kar določa, koliko posrednikov je vključenih preden izdelek prispe do končnega potrošnika,
- stopnjo intenzivnosti distribucije na vsaki stopnji, ki določa, ali se uporabljajo različne vrste posrednikov na vseh ravneh, ali pa se uporabljajo samo selektivni posredniki.

Nekatera mala in srednje velika podjetja se pogosto odločijo za preproste strukture kanalov, ki jim omogočajo učinkovito in ekonomično distribucijo svojih izdelkov. V nasprotju s tem imajo velika podjetja, ki ponujajo številne različne izdelke in ciljajo na raznolike potrošnike, bolj zapletene distribucijske kanale. V tem kontekstu je treba omeniti, da nekatera podjetja sledijo politiki disintermediacije, s čimer poskušajo odpraviti določene posrednike ali vmesne člene in zmanjšati stroške ter pospešiti vstop na trg. Za nekatera podjetja, še posebej velika, postane odstranitev posredništva ključen del njihovega načrta oblikovanja oskrbovalne verige. Vendar pa zaradi različnih potreb in strategij podjetij ter številnih spremenljivih dejavnikov ni mogoče enostavno opredeliti "tipičnega" distribucijskega kanala.

5 Izbira strategije distribucije glede na omrežje, tržišče, produkte ...

Pri vzpostavitvi distribucijskih kanalov se pojavlja več ključnih ciljev. Prvi cilj je zagotavljanje pravilne prisotnosti izdelkov na trgu, kar pomeni, da je treba izdelke narediti dostopne potrošnikom ob pravem času in na pravem mestu. Drugi cilj je povečanje prodajnih možnosti, ki se doseže s strategijami, kot sta pozicioniranje izdelkov v trgovinah in izvajanje posebnih promocij. Tretji cilj vključuje sodelovanje

pri določanju distribucijskih faktorjev, kot so: minimalne velikosti naročil, obremenitve transportnih enot in časovna okna za dostave. Četrti cilj je vzdrževanje ravni storitev s pogodbeno določenimi standardi, ki zagotavljajo visoko kakovost storitev za stranke. Peti cilj je zmanjšanje logističnih operacij in stroškov distribucije, kar vključuje optimizacijo virov in zmanjšanje nepotrebnih operacij. Šesti cilj pa je zagotavljanje učinkovitega pretoka informacij, ki vključuje prodajne trende, ravni zalog, stroške in druge informacije iz prodajnih mest, kar omogoča boljše upravljanje distribucijskega sistema.

Pri oblikovanju distribucijskega sistema je pomembno upoštevati različne značilnosti kanala, vključno s tržnimi, proizvodnimi in konkurenčnimi faktorji. Te različne lastnosti bodo vplivale na odločitve, ki jih je treba sprejeti pri načrtovanju kanala za učinkovito distribucijo blaga do končnih potrošnikov. Na primer, velikost in razširjenost trga ter konkurenčna situacija bodo vplivali na izbiro med "dolгими" kanali, ki vključujejo več premikov in skladiščenja ter "kratki" kanali, ki so bolj primerni za manjše trge z omejenim številom potrošnikov. S tem se zagotovi, da je distribucijski kanal usklajen s potrebami trga in izdelka.

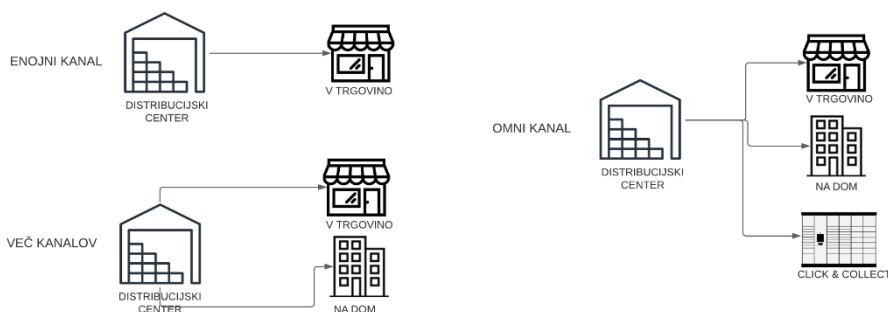
Če gledamo zadnji del distribucijskih kanalov, torej v večini primerov od distribucijskih centrov (proizvajalčevih ali distributerjevih), navadno govorimo o treh tipih oblik kanalov, ki se razlikujejo glede na to, kako potrošniki blago naročijo, od kod ter kako jim je dostavljeno. Na splošno razlikujemo spodnje oblike kanalov, kot so prikazane tudi na Sliki 3.

- Enokanalna (single channel) distribucija pomeni prodajo in distribucijo izdelkov samo preko enega kanala bodisi digitalnega, kot je npr. spletna trgovina bodisi fizičnega, kot je trgovina na ulici. Ta pristop omogoča znižanje stroškov, saj je lahko upravljanje enostavnejše in včasih celo izvedljivo brez sodelovanja z zunanji ponudniki. Prav tako omogoča podjetjem, da se osredotočijo na izboljšanje prodajne učinkovitosti enega kanala, kar je še posebej koristno, če so sredstva omejena in ni potrebe po številni ekipi za upravljanje. Sama distribucija sledi sistemu prodaje – npr. pri spletni prodaji se za distribucijo navadno uporabljajo ponudniki paketne dostave.
- Večkanalna distribucija omogoča prodajo in komunikacijo in kasneje tudi distribucijo preko različnih kanalov, kot so: telefon, spletna stran, družbena omrežja, mobilna aplikacija in fizična trgovina, ki pa niso medsebojno povezani.

To pomeni, da podjetje morda ne bo vedelo za prejšnje stike stranke preko različnih kanalov, saj delujejo decentralizirano. Prednosti večkanalne trgovine vključujejo: doseganje strank na več načinov, primerjavo uspešnosti posameznih kanalov in povečanje prepoznavnosti blagovne znamke. Za vsak kanal posebej se vzpostavijo tudi ločeni načini distribucije izdelkov, tako ima podjetje za iste izdelke npr. spletno prodajo, kjer izdelke distribuira s paketnimi dostavami in fizično trgovino.

- Vsekanalna ali omnikanalna trgovina združuje večkanalno trgovino z integracijo vseh kanalov, kar omogoča centraliziran pregled nad dogajanjem in podatki strank. Za stranke to pomeni neprekinjeno nakupovalno izkušnjo. Prednosti omnikanalne distribucije vključujejo integracijo prednosti večkanalne distribucije, lažji prehod strank med kanali, kar lahko poveča prodajo in boljše marketinške odločitve na podlagi združenih podatkov. Z vidika distribucije to pomeni, da se zaloge vodijo centralno, omogočena je večja prilagodljivost, potrošniki pa lahko sodelujejo pri izbiri distribucijskega načina, ki jim najbolj odgovarja.

Pri izbiri distribucijskega kanala je pomembno upoštevati naravo samega blaga, saj lahko to močno vpliva na število in vrsto kanalov, ki so primerni (Rushton, Croucher, & Baker, 2017). Na primer, blago visoke vrednosti je bolj primerno za neposredno prodajo preko kratkih kanalov, saj lahko višje bruto marže lažje pokrijejo povečane stroške prodaje in distribucije, ki so značilni za te kanale. Poleg tega je kratek kanal privlačen tudi zaradi večje varnosti blaga visoke vrednosti, saj je manj verjetnosti za izgubo ali krajo. Prav tako pomaga zmanjšati potrebo po shranjevanju velikih zalog blaga visoke vrednosti in s tem povezane težave, kot sta visok obratni kapital in stroški zastarelosti. Na drugi strani, kompleksno blago, kot so stroji, pogosto zahteva neposredno prodajo, saj posredniki morda ne bi mogli zadovoljivo razložiti njihovega delovanja potencialnim potrošnikom. Novo blago je lahko najboljše distribuirati preko kanala tretje osebe, ker je težko napovedati končno povpraševanje in distribucijski kanali morajo biti prilagodljivi, da se lahko odzovejo na različne ravni povpraševanja. Časovno občutljivo blago, na primer živila, zahteva hitrejši ali krajši distribucijski kanal zaradi omejenega roka uporabnosti. Blago z omejenim rokom, kot so: zamrznjena hrana, porcelan in steklo ter nevarne kemikalije, pa lahko zahteva specializiran fizični distribucijski kanal. Posebna kategorija so tudi farmacevtski izdelki, ki zahtevajo specializirane kanale in izpolnjevanje strogih transportnih pogojev.



Slika 5.3: Oblike distribucijskih kanalov

Vir: Osebni vir

Pri konkurenčnih značilnostih gre za dejavnosti konkurentov, ki prodajajo podobno blago. To vključuje odločitve o tem, ali prodajati blago poleg konkurenčnih izdelkov ali uporabiti ekskluzivne prodajne kanale, da se izognemo konkurenci. Včasih pa je potrebno ponuditi širok izbor izdelkov na istih prodajnih mestih, če potrošniki zahtevajo to možnost. Pomembno je tudi, da se raven storitev primerja s konkurenti in se zagotovi enako dobra ali celo boljše raven storitev, kar lahko postane ključna konkurenčna prednost, zlasti v primeru blaga, kjer je težko ločiti kakovost in ceno.

Struktura načina distribucije blaga je na splošno v obliki enostopenjskega (ali »enotirnega«) ali večstopenjskega (ali »večtirnega«) distribucijskega omrežja. Vrsta uporabljene strukture je odvisna od številnih dejavnikov, kot so: vrsta območja (npr. mestno, primestno, podeželsko) ali velikost območja (npr. države, celine), vrsta blaga, ki se pošilja, vrste uporabljenih vozil in zahteve glede obsega in časa.

Pri distribucijskih sistemih opazimo dve glavni metodi; neposredna dostava, kjer se tovor brez posrednikov in zalog dostavi od proizvajalca do potrošnika, kar omogoča proizvajalcu boljši nadzor nad blagovno znamko in cenami, vendar prinaša stroške dostave na različne lokacije in večstopenjska dostava, kjer se tovor premika skozi hierarhično strukturo različnih nivojev distribucijskih centrov, skladišč in trgovcev na drobno, preden prispe do potrošnika, kar omogoča hitrejšo razpoložljivost blaga, vendar prinaša visoke obratovalne stroške (Ross, 2015, str. 47). Obe metodi se pogosto uporabljata glede na proizvodno strategijo podjetja. Struktura distribucije z eno samo ravno oziroma ešalonom (neposredna dostava) ne vključuje uporabe

nobenih vmesnih členov med virom ponudbe in virom povpraševanja ter deluje tako, da se dostave izvedejo neposredno od enega do drugega. Ta pristop lahko vključuje neposredne pošiljke od izvora do potrošnika ali pa, kot je primer konsolidacije, pošiljanje od enega izvora do več potrošnikov. Nasprotno pa, če distribucijsko omrežje vključuje več ešalonov vmesnih objektov, kot so: skladišča, konsolidacijski objekti, distribucijski centri in "cross-dock" sistemi, kjer se blago premika od izvora do cilja, potem govorimo o več-platni strukturi. Pri načrtovanju distribucije je pomembno upoštevati specifične izzive, povezane z upravljanjem transporta in voznega parka (Bektas, 2017).

Distribucijski sistemi so bodisi centralizirani bodisi decentralizirani. V centraliziranem sistemu se odločitve za celotno oskrbovalno verigo sprejemajo centralno, kar vodi do manjših skladišč, minimalnih varnostnih zalog, nižjih režijskih stroškov in transportnih stroškov ter doseganja ekonomije obsega in ciljnih ravni storitev ob nižjih skupnih stroških. Decentralizirani sistemi pa se soočajo s povečanimi stroški zaradi lokalnih zalog in transporta ter višjimi skupnimi stroški. Ključna razlika je v dostavi; centralizirani sistemi imajo daljše roke dostave zaradi večjih razdalj, medtem ko so pri decentraliziranih sistemih ti roki kratki in stroški nižji, saj so skladišča bližje potrošnikom (Ross, 2015, str. 47). Dodatna prednost decentraliziranih sistemov je tudi razpršenost resursov, ki je koristna v primeru izpada enega dela sistema, saj lahko njegovo vlogo relativno hitro pokrije drug člen v distribucijski verigi.

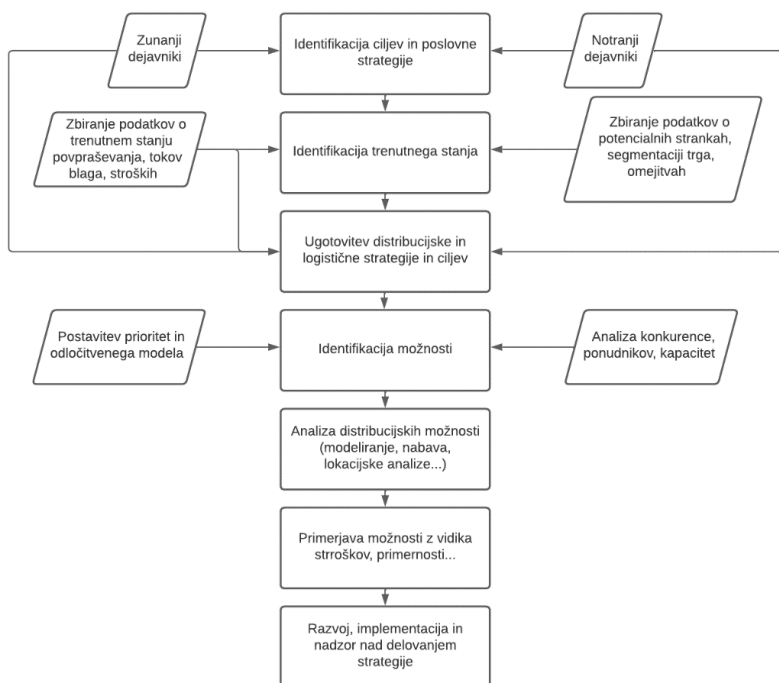
Osnovni proces odločitve o distribucijski strategiji sledi odločitveni strategiji glede ostalih odločitev na področju logistike. Proces je prikazan na Sliki 4.

- Najprej je treba opraviti temeljito analizo obstoječega stanja, ki zajema identifikacijo ciljev in poslovne strategije ter trenutnega stanja na področju distribucije proizvodov in širše logistične strategije.
- Nadalje identificiramo možnosti, ki jih imamo za distribucijo blaga, torej s katerimi strategijami, ponudniki, na katere trge lahko (želimo) distribuirati blago in kakšni načini so za to primerni.
- Nadalje prej identificirane možnosti analiziramo in ocenimo na podlagi zahtev za distribucijo ter prej postavljenih prioritet, pri čemer v idealnem primeru

postavimo odločitveni model, s katerim na podlagi parametrov ocenimo vse zastavljene variante.

- Na koncu izbrano strategijo implementiramo, nadalje pa jo neprestano spremljamo in ocenjujemo njeno uspešnost, po potrebi pa tudi prilagodimo.

Distribucija je tako ključen in hkrati zahteven element oskrbovalne verige, saj zahteva natančno načrtovanje in sprejemanje strateških odločitev, ki vplivajo na učinkovitost in konkurenčnost podjetja. Ustrezna izbira distribucijske strategije, prilagojene naravi izdelkov, tržnim pogojem in ciljem podjetja, je nujna za optimizacijo stroškov, zagotavljanje pravočasne dobave ter doseganje zadovoljstva strank. Kompleksnost distribucijskih kanalov, ki vključujejo različne posrednike in ravni, zahteva temeljito analizo in redno prilagajanje, da se podjetje lahko uspešno odziva na spremembe v povpraševanju in razvoju tehnologije. Zato mora biti oblikovanje distribucijskega omrežja skrbno usklajeno s širšimi logističnimi strategijami in razvojem oskrbovalnih verig, v katere je podjetje vključeno, kar omogoča doseganje dolgoročne uspešnosti na trgu.



Slika 5.4: Odločitveni proces za izbiro distribucijske strategije

Vir: Prirejeno na podlagi (Rushton, Croucher, & Baker, 2017) in (Bektas, 2017)

Literatura

- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Bektas, T. (2017). *Freight Transport and Distribution: Concepts and Optimisation Models*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group
- Kajba, M., Jereb, B., & Obrecht, M. (2023). Considering IT Trends for Modelling Investments in Supply Chains by Prioritising Digital Twins. *Processes*, 11, 262.
<https://doi.org/10.3390/pr11010262>
- Murphy, P. R., & Knemeyer, A. M. (2018). *Contemporary logistics*. Harlow, VB: Pearson Education.
- Ross, D. F. (2015). *Distribution Planning and Control: Managing in the Era of Supply Chain Management*. New York: Springer New York Heidelberg Dordrecht London.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2017). *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. London, New York, New Delhi: Kogan Page Limited.

NAČRTOVANJE HIBRIDNIH DELOVNIH MEST ČLOVEK-STROJ SKOZI VIDIKA VITKOSTI IN ERGONOMIJE

BRIGITA GAJŠEK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
brigita.gajsek@um.si

Delovna mesta se v času prehajanja v Industrijo 4.0 preurejajo iz povsem ročnih preko hibridnih človek-stroj v avtomatizirana, avtonomna in pametna. Vsaka omenjena oblika ureditve delovnega mesta sama zase predstavlja razvojni izziv. Poseben izziv predstavlja razvoj hibridnih delovnih mest, kjer je potrebno v pozitivnem smislu izkoristiti potencial človeka in stroja v največji možni meri. Pri načrtovanju delovnih mest in delovnih procesov se sledi načelom vitkosti, kar se povrne v učinkoviti porabi časa, skozi zmanjšane izgube in načela ergonomije. Vsled pomanjkanja delovne sile in staranja prebivalstva je skrb za ohranjanje zdravja zaposlenih pomembno vodilo načrtovanja ročnih in hibridnih delovnih človek-stroj mest za prihodnost. Poznavanje osnov vitkosti in osnov ergonomije ob sočasnem spoznavanju elektronskega okolja za oblikovanje delovnih mest je lahko dobro izhodišče za preudarno načrtovanje prenove klasičnih delovnih mest v delovna mesta Industrije 4.0.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.6](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.6)

ISBN
978-961-286-973-1

Ključne besede:
hibridno delovno mesto,
EAWS,
MTM,
Ema WD,
simulacija



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025.6](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025.6)

ISBN
978-961-286-973-1

Keywords:
hybrid workplace,
EAWS,
MTM,
EmaWD,
simulation

DESIGNING HYBRID HUMAN- MACHINE WORKPLACES

BRIGITA GAJŠEK

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
brigita.gajsek@um.si

During the transition to Industry 4.0, workplaces are being transformed from manual through human-machine hybrids to automated, autonomous and smart ones. Each of the aforementioned designs represents a development challenge. A particular challenge is the development of hybrid workplaces, where using the potential of man and machine to the maximum extent possible is necessary. Lean principles are followed in designing workplaces and processes, reflected in the efficient use of time and minimized losses, as well as ergonomics principles. Due to the lack of labor force and the aging of the population, concern for maintaining employees' health is an important guideline for designing workplaces for the future. Knowing the basics of lean, time management and ergonomics while simultaneously learning about the computer environment for designing workplaces can be a good starting point for the prudent designing of the renovation of traditional workplaces into Industry 4.0 workplaces.



1 Uvod

Uvajanje digitalnih tehnologij in avtomatizacije v industrijsko okolje, vključno s sodelovalnimi ali kolaborativnimi roboti (coboti), algoritmi, umetno inteligenco, internetom stvari (Internet of Things ali IoT), masovnimi podatki in kibernetскими fizičnimi sistemi (Cyber-Physical Systems ali CPS), uvaja novo paradigmo, znano kot četrta industrijska revolucija (Cunha et al., 2022). Četrto industrijsko revolucijo se poimenuje tudi Industrija 4.0 (Industry 4.0 ali I4.0), tovarne prihodnosti (Factories of the Future ali FoF) ali celo pametna proizvodnja (Iordache, 2017; Gualtieri et al., 2020; Kadir in Broberg, 2021). V okviru tega gibanja so predvidene medsebojno povezljive oziroma povezane pametne tovarne, ki bodo omogočale učinkovito zbiranje in obdelavo podatkov, razdeljevanje in vodenje operacij na avtomatiziran način, hkrati pa bodo omogočale operativno spremljanje dogajanja v realnem času (Moro et al., 2019; Çinar et al., 2021). Sledenje predstavljenemu trendu bo nagradilo podjetja s konkurenčno prednostjo. Kaj pa pomeni slediti trendu? To pomeni spreminjati podjetja na način, da se iz novincev transformirajo v zrele predstavnike Industrije 4.0. Del transformacije je tudi preobrazba tradicionalnih delovnih mest, ki vključujejo »ponavljajoče se naloge«. Takšna delovna mesta so na vrhu seznama delovnih mest za avtomatizacijo (npr. Frey in Osborne, 2017) in izboljšanje produktivnosti z uvajanjem sodelovanja med ljudmi in stroji (Stern in Becker, 2019; Broday, 2020).

Opremljeni z novimi tehnologijami, bodo operaterji, ki delajo na delovnih mestih, pri izvajanju svojih dejavnosti sodelovali z obilico tehničnih inovacij. V tem kontekstu je človeški operater – v literaturi poimenovan kot »Operator 4.0« – običajno tipiziran glede na tehnologije, ki jih uporablja pri delu. Na primer, pri uporabi eksoskeletov je delavec prikazan kot super močan operater ali zdrav delavec, ker uporablja pametne nosljive rešitve, ki zbirajo psihofiziološke podatke (Romero et al., 2016a; Ruppert et al., 2018). Nekateri avtorji poudarjajo, da imajo nove tehnologije, predvsem eksoskeleti (nosljive pomožne naprave) in koboti, potencial za izboljšanje produktivnosti in zdravja pri delu (npr. preprečevanje kostno-mišičnih obolenj zaradi zmanjšane obremenitve mišičnega sistema) (Cimini et al., 2020; Ranavolo et al., 2021). Kljub temu uporaba tehnologij samih po sebi ne zagotavlja, da se bo tveganje za kostno-mišične težave zmanjšalo, kot navajajo Cockburn (2021) in Bounouar s soavtorji (2022). Prisotno je tudi prepričanje, da bi uporaba novih tehnologij z razbremenitvijo delavcev - ponavljajočih se in monotonih nalog, lahko

pripomogla k izboljšanju njihovih veščin, zlasti v zvezi z nadzorom delovnega sistema. V tem smislu se lahko pričakuje, da bodo delavci zaradi uvajanja novih tehnologij v delovna okolja bolj kvalificirani in bolj avtonomni kot pred uvedbo (Romero et al., 2016a; Thun et al., 2019; Broday, 2020). Obstajajo pa tudi strahovi, da bo uvajanje novih tehnologij prispevalo k povečanju nadzora nad zaposlenimi (npr. s pomočjo aplikacij za senzorje), k večji intenziteti dela, k spolni segregaciji in k manjši potrebi po odločanju delavca (Piasna in Drahekoupil, 2017; Moro et al., 2019; Beer in Mulder, 2020; Kaasinen et al., 2020; Kadir in Broberg, 2020; Golsch in Seegers, 2021).

Obseg vplivov tehnološko podprtih sprememb na zdravje delavcev in njihovo delo je še dokaj neznan (Badri et al., 2018; EU-OSHA, 2018; Bobillier Chaumon, 2021; Zorzenon et al., 2022). Zdravstveni izzivi, ki bi lahko izvirali iz I4.0, so:

- težave z duševnim zdravjem zaradi zmanjšane avtonomije in povečanih zahtev po spretnostih),
- povečana kognitivna delovna obremenitev zaradi uporabe oprijemljivih tehnologij za avtomatizacijo, kot so koboti in avtomatizirana vozila,
- občutek negotovosti zaposlitve zaradi povečane uporabe tehnologije (Golsch in Seegers, 2021; Kadir in Broberg, 2021; Reiman et al., 2021).

V skladu s konceptom I4.0 kot »nove industrijske stopnje« so raziskave še vedno prioritarno osredotočene na tehnične vidike, povezane s transformacijami I4.0, ne pa na človeško delo (Neumann et al., 2021; Barcellini et al., 2021; Bentley et al., 2021). Na stranski tir postavljena družbena razsežnost delovnega mesta I4.0 vključuje delovne pogoje, nove modele organizacije dela, načine interakcije delavcev s tehnologijo, nove vire omejitev in virov, ki jih uvaja tehnologija, spreminjajoče se zahteve po spretnostih, priložnosti za učenje ali nastajajoča tveganja, ki bi lahko ogrozila zdravje in dobro počutje delavcev (Barcellini, 2019; Bounouar et al., 2022). Po mnenju Moniz in Krings (2016) se ta vprašanja pogosto obravnavajo le z vidika tehničnih izboljšav in varnosti v smislu interakcije med delavcem in tehnologijo. Z nadaljnjim zanemarjanjem družbene razsežnosti delovnega mesta I4.0 v teoriji in praksi se postavlja pod vprašaj uspeh pristopov I4.0 in njihov vpliv na ljudi, ki so jih prisiljeni prenašati (Neumann et al., 2021).

Pri načrtovanju implementacij I4.0 se je poleg tehnologije potrebno osredotočiti tudi na vidik operaterjev in njihovih delovnih aktivnosti. Poleg zagotavljanja časovne učinkovitosti dela je potrebno raziskati tveganja, katerim bo operater 4.0 med delom izpostavljen in vplive dela na zdravje.

2 Koncept operaterja 4.0 in status človeškega dela v I4.0

Analiziranje transformacije industrije prvenstveno napoveduje razvoj komponent avtomatizacije in samoupravljanja, vendar še vedno temelji na prisotnosti človeka. Namesto, da bi človeka nadomestila tehnologija, je fokus I4.0 po mnenju mnogih raziskovalcev (npr. Cimini et al., 2020; Paliga in Pollak, 2021) na razbremenitvi delavcev od napornih in monotonih nalog ter na razvoju drugačnih veščin, ki delavcem omogočajo upravljanje novih in zapletenih sistemov. Vloga delavca, poimenovanega Operater 4.0, je prevzemanje na novo konfiguriranih dejavnosti v sistemu dela. Trenutno sta viziji, kako to doseči, dve. Prva vizija temelji na predpostavki, da je človeški operater opolnomočen s tehnologijo in transformiran v "pametnega operaterja" na osnovi uporabe pametnih tehnologij (Romero et al., 2016a). Druga vizija temelji na predpostavki, da je operater nevesč obvladovati vse zahteve, ki jih zahteva tehnologija, in bo potreboval usposabljanje in prekvalifikacijo za prilagoditev tehnološkim spremembam (Li, 2022).

Medtem ko se v literaturi še vedno domneva, da bo osrednjo vlogo pri upravljanju sistemov I4.0 imel človek, so definicije operaterja zamegljene in konceptualizirane z eno skupno vizijo, ki jo opišejo Romero et al. (2016a,b). Po mnenju Romera et al. (2016a) so operaterji v I4.0 opredeljeni glede na tehnološke vire, ki jih uporabljajo. Razdeljeni so v sedem glavnih tipologij, ki ne ponazarjajo različnih vrst delavcev, saj se lahko za isto delo uporablja več kot eden od naštetih tehnoloških virov: »supermočni operater«/»super-strength operator« (z uporabo eksoskeleta), »operater z obogateno resničnostjo«/»augmented operator« (z uporabo obogatene resničnosti), »virtualni operater«/»virtual operator« (z uporabo virtualne resničnosti), »zdrav operater«/»healthy operator« (z uporabo pametnih nosljivih rešitev za merjenje fizične aktivnosti delavcev), »pametni operater«/»smart operator« (izkoriščanje razpoložljivih pametnih tehnologij), »sodelujoči operater«/»collaborative operator« (z uporabo kobotov) in »analitični operater«/»analytical operator« (z uporabo in analiziranjem masivnih podatkov, ki jih zbira sistem). Po tej viziji se pričakuje, da bodo pametne tovarne na podlagi interakcije temelječih odnosov med ljudmi in

stroji izkoristile ne le prednosti in zmogljivosti pametnih strojev, temveč tudi opolnomočile njihove operaterje z novimi spretnostmi in orodji (Romero et al., 2016a; Patriarca et al., 2021; Shi et al., 2021). Pričakuje se, da bodo ti operaterji imeli sočasno (1) nadzor nad delovnimi procesi in pripadajočo tehnologijo in (2) avtonomijo med razvijanjem lastnih spretnosti. Zato je Operater 4.0 običajno prikazan kot pameten in usposobljen operater, ki uporablja tehnologijo v skladu s svojimi potrebami (Romero et al., 2016b; Kaasinen et al., 2020), ali z drugimi besedami, »industrijski delavec, čigar kognitivne, senzorične, fizične in interakcijske sposobnosti so izboljšane skozi interakcijo s tehnologijami industrije 4.0« (Gazzaneo et al., 2020, str. 221).

Gajškova s soavtorji (2020) ugotavlja, da tehnologija I4.0 daje Operaterju 4.0 možnost, da se glede na dane okoliščine dela sam odloča, ali bo uporabil tehnologijo, ali ne in kdaj jo bo uporabil. Iz teh razlogov bo I4.0 spremenila delo iz ponavljajočega se, nizko kvalificiranega in fizičnega, v delo, ki vključuje bolj zapletene in kognitivne naloge, saj decentralizirano odločanje delavcem zagotavlja večjo stopnjo avtonomije.

Seveda se je pri tem potrebno zavedati, da več, kot je potrebnih kognitivnih sposobnosti za izvedbo naloge, težje je trditi, da jih je mogoče nadomestiti s tehnologijo (Blštáková et al., 2020; Cimini et al., 2020; Golsch in Seegers, 2021). S tem, ko postajajo delovne zahteve bolj zapletene, lahko ti delovni sistemi zahtevajo več "specializacije, fleksibilnosti, prilagajanja", kar povečuje zahteve kvalifikacij in tehničnih veščin (Blštáková et al., 2020; Ivaldi et al., 2021). Mark et al. (2019) je dodal, da lahko asistenčni sistemi zagotovijo večje možnosti za vključevanje in podporo invalidnim delavcem in z vključitvijo teh delavcev »od začetne faze načrtovanja, se lahko ta potencial poveča, hkrati pa postane industrijski sektor primer najboljše prakse resnično participativnega in vključujočega poslovnega področja«.

Omenjene kvalifikacije in tehnične spretnosti so spodbujene z delovnimi situacijami v določenem kontekstu, razvijejo se med delom (Teiger in Lacomblez, 2013) in ne obstajajo pred pojavom določene delovne situacije. Usposabljanje lahko prispeva k njihovem razvoju, vendar tu ni univerzalnega sistema učenja/usposabljanja na delovnem mestu. Raziskave o digitalnih učnih okoljih so še v razvoju in so v glavnem omejene na predstavitvene/demo aplikacije (EU-OSHA, 2018; Engeström, 1999). Po eni strani lahko tehnologija ustvari možnost za nove oblike usposabljanja na

delovnem mestu, kot so digitalizirana delovna navodila ali virtualno usposabljanje (Hoedt et al., 2020; Chistyakova et al., 2021). Po drugi strani pa bo usposabljanje učinkovitejše z integracijo resničnih delovnih situacij pri delu in z vsakodnevno uporabo tehnologije (npr. Galey et al., 2020).

Koncept Operaterja 4.0 ostaja zamegljen, tako kot status človeškega dela v konceptualizaciji delovnih scenarijev I4.0, ki je še vedno zasenčen s pričakovanji o popolnoma sposobnih, zdravih, mladih, spolno nevtralnih in visokokvalificiranih delavcih, medtem ko se v praksi že pojavljajo številna tveganja in negativni učinki, ki jih ima I4.0 za delavce. Nekaj jih navajamo v poglavjih, ki sledijo. (Cunha et al., 2022)

2.1 Tveganja in vplivi I4.0 na zdravje

Odnos med človekom in tehnologijo se vzpostavi v določenem kontekstu pod vplivom določene oblike organizacije dela. To pomeni, da tehnologija ni univerzalna ali prenosljiva iz enega okolja v drugega, ne da bi imela posledice za dejavnost, ki se v tem okolju razvija. Zato je pomembnejše od prepoznavanja s tehnologijo povzročeni tveganj to, da jih je treba razumeti glede na njihov specifični izraz v kontekstih, v katerih se pojavljajo (Adriaensen et al., 2019).

Čeprav je avtomatizacija privedla do zmanjšanja ročnega dela, to ne pomeni, da so fizična tveganja popolnoma odstranjena z delovnih mest. Avtomatizirane naprave lahko povzročijo tudi mehanske in električne nevarnosti, tudi hrup, vibracije in izpostavljenost kemikalijam ali sevanju (Leso et al., 2018; Hoyer et al., 2020; Costantino et al., 2021). Pojavljajo pa se tudi manj oprijemljiva tveganja, ki običajno ostanejo nevidna, zlasti psihosocialna tveganja (Badri et al., 2018; Bobillier Chaumon et al., 2019; Costantino et al., 2021). Še posebej prisotni so: neredni delovni urniki (npr. 12-urne izmene) zaradi neprekinjenega dela v izmenah, spodbujenega z avtomatizacijo (Cunha et al., 2020), povečan pritisk zaradi opravljanja dela s hitrostjo kobota in višja raven nadzora dela zaradi uporabe sistemov za spremljanje in sledenje. Takšni delovni pogoji negativno vplivajo na telesno in duševno zdravje ljudi in se lahko izrazijo kot kostno-mišična obolenja, tehnostres ali anksioznost (Valenduc in Vendramin, 2016; EU-OSHA, 2018; Ghislieri et al., 2018). Poleg tega se učinki lahko izrazijo tudi kot bolečina ali trpljenje pri delu. Slabšanje zdravja je mogoče preprečiti s spremljanjem in poseganjem v dejavnike tveganja. Razmah robotike bi lahko povečal izolirano delo in zmanjšal stik zaposlenih s sodelavci, kar lahko prispeva k percepciji delavcev, da izgubljajo nadzor nad svojimi poklicnimi

praksami in nad kolektivnimi merili, ki se uporabljajo za kakovostno in zdravo opravljanje dela (Bobillier Chaumon et al., 2019).

Medtem ko lahko nove tehnologije dodajo vrednost delu, lahko tudi omejijo aktivnosti delavca skozi (1) krepitev oblik predpisovanja dela in (2) z zmanjšanjem operativnega manevrskega prostora delavca. Na ta način delavcu ni dovoljeno uporabiti strokovno znanje in izkušnje za doseganje dobro opravljenega dela, skozi katerega se delavec potrjuje in skozi katerega želi, da ga prepozna kolektiv. To je ključnega pomena za identiteto delavcev in je temelj duševnega zdravlja in dobrega počutja pri delu (Bobillier Chaumon et al., 2019). Kot navajajo Thun et al. (2019) bi lahko z napredkom avtomatizacije bila ogrožena avtonomija delavcev.

Številne študije o I4.0 so se osredotočile zgolj na tehnične vidike zasnove, pri čemer so ignorirale ali le delno upoštevale družbene odnose, ki jih podpirajo (Sony in Naik, 2020). Ker so celo fizične težave, kot so kostno-mišično obolenja, povezane z organizacijskimi in psihosocialnimi dejavniki dela, njihovega preprečevanja ni mogoče analizirati ločeno od konteksta, na katerega se nanašajo in odnosov, ki so v njem podprti (Coutarel et al., 2022). Posledično lahko uporaba teh tehnologij povzroči kontinuiteto negativnih učinkov za delavce, če se te kontekstualne značilnosti spregledajo (Barcellini, 2019). V kvalitativni študiji, ki sta jo izvedla Kadir in Broberg (2020) na podlagi intervjujev s 15 delavci in 20 odločevalci v 10 podjetjih, ki so nedavno uvedla nove digitalne tehnologije, je bilo razkritih več dejavnikov, ki vplivajo na dobro počutje in uspešnost. Znanje o delovanju novih delovnih sistemov, podpora delodajalca, varnost zaposlitve, fizična in kognitivna obremenitev, povezana z uporabo tehnologije, so bili nekateri od teh dejavnikov (Kadir in Broberg, 2020). Še več, avtorji so ugotovili, da so delavci zaskrbljeni zaradi "povzročanja napak ali okvar novih digitalnih tehnologij", saj so vedeli, kako drage so, niso pa bili seznanjeni z njihovo uporabo.

Raziskave na področju psihologije dela in na aktivnosti ergonomije so dosledno pokazale, kako ima razvoj participativnih pristopov bistveno vlogo pri izpostavljenosti delavcev takšnim težavam (Béguin in Cerf, 2004; Barcellini et al., 2015; Bobillier Chaumon, 2021). Ne glede na to, se številne študije še vedno osredotočajo na potencial tehnologije. Na primer, v študiji, ki so jo izvedli Gualtieri et al. (2020), se je ročna montažna postaja preoblikovala v kolaborativno (z uporabo

kobotov) na osnovi analize fizične ergonomske ocene; zgolj s produktivnostjo in fizično izboljšavo v središču razmišljanja.

Vključitev perspektiv delavcev med postopki načrtovanja daje vpogled v določene vrste informacij, ki jih imajo izključno tisti, ki opravljajo delo, saj njihovi pogledi temeljijo na njihovem znanju o tem, kako se delo vsakodnevno izvaja (Rangraz in Pareto, 2021). V povezavi z inovacijskim modelom, ki spodbuja trajnostno vodenje in komunikacijo pri delu (Iqbal et al., 2021), lahko vključevanje delavcev v načrtovanje prispeva k ustvarjanju zaupanja vrednega odnosa med različnimi delovnimi akterji. Tak pristop delavcem omogoča tudi, da vidijo, kako je njihovo delo cenjeno in kako je prispevalo k uspešnosti organizacije (Saabye et al., 2020; Rangraz in Pareto, 2021).

Kljub osnovni težnji paradigme I4.0 po uporabi tehničnih inovacij za ponovno postavitve človeka v središče (glej Saraceno, 2020), so bili človeški in tehnični vidiki dojeti nesorazmerno, na predpostavki, da je prilagoditev operaterjev tehnologiji nujna za zanesljivo delovanje delovnih sistemov. Ne glede na to se zdi, da je pomembnost vloge človeškega operaterja v kontekstu I4.0 v literaturi sedaj potrjena (npr. Fantini et al., 2020; Pacaux-Lemoine et al., 2022). Iz literature tako razberemo, da človeško posredovanje ostaja bistvenega pomena v delovnih okoljih, za katera je značilna prisotnost »heterogenih tehnologij« (npr. koboti, eksoskeleti, kiberfizični sistemi) (Barcellini et al., 2021). Poleg tega, da mora zagotoviti varen in učinkovit vmesnik med številnimi tehnologijami, operater prispeva k zanesljivosti delovnega sistema, na primer s spreminjanjem konfiguracije procesa, ko pride do nepričakovanih dogodkov ali se stroj pokvari, ali z upravljanjem spremenljivosti dela in s predvidevanjem možnih posledic nepričakovanih dogodkov.

Trenutne definicije Operaterja 4.0 na razkrivajo, ali je operater 4.0 zamišljen kot spolno nevtralen in, če je tako, kako spremembe dela in organizacije vplivajo na obstoječe (ali ustvarjajo nove oblike) neenakosti med spoloma, ali kako je segmentacija po spolu povezana s tehnološkim razvojem v dobi I4.0. Študija Cunha et al. (2022) je pokazala, da je segregacija po spolu ostala prisotna tudi po uvedbi avtomatizacije, ob zavedanju, da ta segregacija pri delitvi dela ni neodvisna od dejstva, da so avtomatski stroji podprti z dediščino znanja o ročnem delu, ki so ga pridobivale različne generacije delavcev. Skratka, tehnologija je v interakciji z dimenzijo spola in do sedaj še ni bila neodvisna od spola.

Starajoča se populacija delovne sile, za katero se pričakuje, da se bo še povečevala, predstavlja grožnjo dolgoročni vzdržnosti novih sistemov dela I4.0 (Brozzi et al., 2020). Z velikim številom starejših delavcev, za katere se pričakuje, da bodo ostali aktivni dlje, postanejo potrebe po varnejšem delu, dostopnem vseživljenjskem usposabljanju in zaposlovanju starejših delavcev jasne (Gaudart, 2016). Nekateri avtorji menijo, da je I4.0 ugodna, saj naj bi ti sistemi ohranjali zdravje preko avtomatizacije določenih fizično nevarnih, ponavljajočih se in monotoničnih opravil (Brozzi et al., 2020; Agnusdei et al., 2021). Vendar pa bodo zahteve I4.0 sistemov po učenju bolj verjetno privilegirale nove (po možnosti mlajše) delavce, ki so »bolje opremljeni za učenje« (Badri et al., 2018, str. 407). Poleg tega pa zgolj uvedba novih tehnologij ne more zagotoviti, da bodo potrebe delavcev po ohranjanju stabilnosti in varnosti pri delu izpolnjene (Longo et al., 2020). Nasprotno, vse večja intenzivnost dela, nenehna potreba po sprotnem prilagajanju specifičnosti proizvodnje, »ki ne upošteva niti istih ritmov niti istih zahtev niti istih ciljev« (Gaudart, 2016, str. 16); ali neredni delovni urniki (npr. Cunha et al., 2020; Rangraz in Pareto, 2021), bi lahko ogrozili trajnost teh novih delovnih sistemov.

2.2 Priložnosti za raziskovanje

Študijski primeri z delavci kot glavnimi udeleženci, ki jim sledi analiza vplivov preureditve dela I4.0 na zdravje in dobro počutje, so nujen korak v prihodnjih raziskavah, glede na to, da je izkušnje dela s temi tehnologijami še potrebno izkusiti, da bi pridobili vpogled v nastajajoča tveganja za pojav obolenj, povezanih z delom. Glede na cilje trajnostnega razvoja (United Nations, 2020) in ugotovitve, da operater 4.0 ni spolno nevtralen delavec, in da ima delo različne učinke na ženske in moške (npr. Messing in Silverstein, 2009), je potrebno razsežnost spola upoštevati tudi pri prihodnjem raziskovalnem delu, ki preučuje takšne vplive za doseganje bolj zdravih (cilj 3), enakopravnejših (cilj 5) in bolj trajnostnih delovnih mest (cilj 8). Ključno vprašanje je torej, kako je lahko tehnologija I4.0 gonilo za doseganje teh ciljev (Cunha et al., 2022)?

3 Simulacija človekovega dela, 3D načrtovanje proizvodnje in virtualna ergonomija s programsko opremo ema Work Designer

Glede na Spitzhahn et al. (2022) za planiranje in načrtovanje proizvodnih in delovnih sistemov je potreben celosten pristop, ki upošteva obe ravni načrtovanja, in sicer načrtovanje tovarne in načrtovanje delovnega mesta. Ločena digitalna orodja se trenutno večinoma uporabljajo za načrtovanje tovarn in podrobno načrtovanje delovnih sistemov. To vodi do tega, da so delavci neustrezno ali prepozno upoštevani v procesu načrtovanja proizvodnje. Posledica je lahko zamudna in draga prenova za reševanje problemov v obstoječih proizvodnih in delovnih procesih. Na primeru montaže pralnih strojev je v nadaljevanju predstavljen iterativni pristop za kombinirano digitalno podprto načrtovanje na ravni tovarne in delovnega mesta. Celostna zasnova montažne linije se lahko izvaja s programsko opremo ema Software Suite, ki jo sestavljata ema Plant Designer (emaPD) in ema Work Designer (emaWD). V študiji primera se emaPD uporablja za optimizacijo proizvodnih elementov, kot so operativni viri, postavitve in logistika, z upoštevanjem pretoka materiala, pretočnih časov in proizvodnih stroškov. Simulacijsko okolje se uporablja za podrobno načrtovanje in načrtovanje na ravni delovne postaje z emaWD, ki uporablja algoritemski pristop za samoiniciativno generiranje gibanja oseb na podlagi objektivnih opisov nalog. Ustvarjene simulacije se pregledajo in optimizirajo na podlagi ocene proizvodnega časa (MTM-UAS) in ergonomskih ocen tveganja (EAWS, NIOSH, analiza dosegov in vida) ter sposobnosti delavcev (starost, antropometrija). Posledično je mogoče načrtovati učinkovito tovarno z optimiziranim pretokom materiala, hkrati pa čim bolj zmanjšati proizvodne stroške in pretočne čase ter upoštevati prostorske specifičnosti in ergonomijo. Prezem ergonomsko neugodnih procesov s strani robotov kot hibridnih delovnih postaj omogoča med drugim izboljšanje ergonomije. Pristop digitalnega načrtovanja kombinacije tovarne (emaPD) in načrtovanja delovnega mesta (emaWD) omogoča tudi zgodnje, usklajeno in učinkovito načrtovanje ekonomične in ergonomsko ustrezne proizvodnje.

3.1 Izzivi načrtovanja ekonomičnih in ergonomsko ustreznih tovarniških in delovnih sistemov

Glede na Spitzhirm et al. (2022) vse večji stroškovni pritisk zaradi konkurence, stroški dela in materiala, večja raznolikost in krajša življenjska doba izdelkov ter kratki cikli lansiranja na trg zahtevajo, da je potrebno proizvodne in delovne sisteme načrtovati in preoblikovati hitreje in pogosteje (Spath et al., 2017, Bracht et al., 2018). Pri planiranju in načrtovanju proizvodnih in delovnih sistemov je potrebno poleg stroškov, časa, kakovosti, časa do trga in fleksibilnosti upoštevati tudi ergonomsko zasnovano za zaposlene ter razporeditev delovne sile na podlagi njihovih spretnosti (Schenk et. al., 2014; Schlick et al., 2018). Pri načrtovanju tovarne/proizvodnje oziroma načrtovanju delovnega sistema običajno sodelujejo različni oddelki. Na ravni načrtovanja tovarne je poudarek na proizvodnem programu, dimenzioniranju prostorov in oblikovanju tovarne in proizvodnih sistemov. Načrtovanje dela se ukvarja z načrtovanjem delovnih mest in procesov, npr. načrtovanjem razporeditve opreme na delovnem mestu ali načrtovanjem interakcije človek-stroj/robot v skladu z ekonomskimi in ergonomskimi merili. Zgodnje, usklajeno in učinkovito načrtovanje tovarne ter proizvodnje in posameznih delovnih mest je pomembno, vendar pogosto ni dovolj natančno izvedeno (Bracht et al., 2018).

Številna podjetja uporabljajo orodja za digitalno načrtovanje in simulacijo svoje tovarne ter načrtovanje dela na delovnih mestih (Wiendahl et al. 2015, Bracht et al. 2018, Burggräf et al. 2021). Razpoložljiva programska oprema ponuja iz leta v leto vedno več funkcionalnosti, kot je na primer integrirano tovarniško modeliranje (Integrated Factory Modeling - IFM), ki ponuja prednost dostopa do podrobnejših informacij v primerjavi s čisto 3D vizualizacijo (Burggräf et al. 2021). Vendar pa se večinoma uporabljajo različna orodja za načrtovanje tovarn/logistike in za podrobno načrtovanje delovnih sistemov v smislu delovnih mest (Bracht et al., 2018). Orodja se med seboj razlikujejo tako po naboru funkcionalnosti kot tudi po načinu rokovanja z njimi. Skupna baza podatkov za obe vrsti orodij ni na voljo, zato je za prenos podatkov potrebna pretvorba podatkov v zahtevani format zapisa. To je dolgotrajen postopek in lahko povzroči napake v podatkih ali njihovo izgubo.

Zaganjanje dveh ali več različnih programskih orodij od podjetja zahteva velike finančne vložke in strokovnjake, ki obvladajo delo z več programskimi orodji. Izobraževanje in usposabljanje strokovnjakov je drago in zahteva svoj čas. Vsa

programska orodja ne nudijo vmesnikov za povezovanje z drugimi programskimi orodji, kar se posledično odrazi v ločenem načrtovanju tovarne in delovnega mesta. Posledica je lahko zamudno in drago ponavljanje načrtovanja, ker se nekaj, kar je bilo optimalno z uporabo prvega programskega orodja za načrtovanje tovarne izkaže za neoptimalno z uporabo drugega programskega orodja za načrtovanje delovnega mesta. Za načrtovanje in oblikovanje tovarn in delovnih sistemov je tako smiselno in racionalno uporabiti eno programsko orodje in celosten pristop, ki upošteva tako raven načrtovanja tovarne kot raven načrtovanja delovnega mesta, da bi znižali stroške načrtovanja, izboljšali kakovost rezultatov in zmanjšali potreben napor pri načrtovanju. V nadaljevanju je predstavljen iterativni pristop k neprekinjenemu digitalnemu načrtovanju med nivojema tovarne in delovnega mesta z uporabo palete programskih orodij EMA.

3.2 Digitalna tovarna in načrtovanje dela za ekonomično in ergonomsko oblikovanje proizvodnje

Na primeru projekta načrtovanja proizvodnje in montaže pralnega stroja je opisan postopek iterativnega, kombiniranega načrtovanja tovarne in dela z uporabo EMA Software Suite (Spitzhirn et al., 2022). Cilja sta preoblikovanje montažne linije in optimizacija proizvodne linije. Preveriti je treba tudi, ali je načrtovani proizvodni program mogoče realizirati z obstoječimi stroji in kapaciteto montaže ter, kako bi ob dobrih ergonomskih pogojih za delavce na posameznih delovnih mestih dosegli izboljšanje ekonomske učinkovitosti celotne proizvodnje.

Glede na proizvodni program in asortima se določijo ciljne količine, plansko obdobje ter zahteve po kakovosti in količini proizvodnje. Potrebno je preučiti tudi izdelek, saj njegove posamezne komponente določajo proizvodne postopke, tehnologijo rokovanja itd., struktura izdelka pa tudi zaporedje sestavljanja. Spremembe na izdelku, kot je poenostavitev ali združitev funkcionalnih enot, lahko vplivajo na tehnične, ekonomske in ergonomske pogoje (npr. masa, sile, način prijemanja) proizvodnje (Schenk et al., 2014; Bracht et al., 2018).

Pralni stroj je sestavljen iz 86 sestavnih delov, vključno z okvirjem pralnega stroja, bobnom pralnega stroja, odtočno črpalko, različnimi vodniki, cevmi in vijaki. Sestavni deli se razlikujejo po obliki, dimenzijah in masi. Skupna masa pralnega stroja znaša 82,95 kg, mase sestavnih delov pa znašajo od nekaj gramov do več kot 10 kg. Pralni stroj je izdelan v treh barvnih različicah (bela, modra, oranžna).

Cilje in funkcije programske opreme EMA lahko prikažemo z orodjema EMA Plant Designer (emaPD) in EMA Work Designer (emaWD). Sistema emaPD in emaWD lahko uporabljamo samostojno ali skupaj v enem vmesniku. Načrtovanje proizvodnje in montaže na ravni tovarne se izvaja v emaPD (makro raven načrtovanja). Natančna 3D vizualizacija in načrtovanje proizvodnih linij do ravni delovnega mesta v skladu z ekonomskimi, časovnimi in ergonomske kriteriji pa se izvajajo v emaWD (mikro raven načrtovanja). Nastajajoče načrte je mogoče izmenjevati neposredno in sinhrono preko dvosmernega vmesnika med emaPD in emaWD.

Računalniško podprto modeliranje, analiza in optimizacija proizvodnje se izvajajo v emaPD na podlagi matematično-analitičnih računskih metod (npr. teorije čakalnih vrst (Manitz, 2008)) upoštevajoč pretočne čase, prostorske zahteve in stroške izdelave. Potrebni vhodni podatki so podatki o izdelkih (načrtovane količine, seznam sestavnih delov, velikosti serij), podatki o procesu (tehnološki postopki, podatki o pakirnih enotah) in podatki o virih (razpoložljivost, stroški, površine, število izmen).

Najprej je treba ugotoviti, ali je proizvodni program (cilj: 80.000 pralnih strojev letno) mogoče realizirati pod obstoječimi pogoji (npr. število in vrste strojev). Ugotoviti je mogoče morebitna ozka grla, prostorske zahteve ali kritično pot proizvodnje, tako da je mogoče izpeljati ukrepe za izboljšanje (npr. dodajanje strojev, vmesnih prostorov, izmen itd.).

Nadalje je treba sprejeti odločitve o razmerju med lastno proizvodnjo in zunanjimi izvajalci, o vrsti strojev in opremi ter opredeliti delovni proces na makro nivoju podrobnosti. Za tovarno/proizvodnjo je mogoče kreirati alternativne stroje in tehnološke postopke ter simulirati različne scenarije proizvodnje ob upoštevanju stroškov, razpoložljivosti virov, razpoložljivega prostora in izdelovalnih časov. Da bi se raziskalo morebitne težave za delavce glede prostora, ergonomije in časovnih zahtev, se rezultati načrtovanja iz emaPD izvozijo v emaWD. Interakcijo med človekom, ki ga ponazarja digitalni model človeka z možnostjo izbiranja različnih lastnosti in delovnim mestom, je mogoče analizirati v emaWD. V primeru neugodnih rezultatov je mogoče delovno mesto ali postopek dela prilagoditi glede na ergonomske in ekonomske zahteve.

Z izračunom celotne učinkovitosti opreme (OEE) v emaPD je mogoče določiti produktivnost in morebitne izgube v povezavi z uporabo strojev. Stroške materiala in izdelave je mogoče izračunati prav tako v emaPD ob upoštevanju stroškov skladiščenja materiala, strojev (urne postavke ali fiksni/variabilni stroški) ter kupljenih delov in materialov. V kombinaciji z emaWD se lahko za delovna sredstva v izračun vključijo investicijski stroški, ki posledično vplivajo na stroške proizvodnje. V emaWD je mogoče čase izdelave in montaže določiti z meritvijo ali z uporabo standardne časovne metode MTM-UAS.

Raven celotne proizvodnje v emaPD upošteva izkoriščenost vseh strojev in prostora v tovarni in ne zgolj za posamezno delovno mesto. Nastaviti je mogoče različne razporeditve delovnih mest in variante tehnoloških postopkov ter oceniti različne plane proizvodnje in jih primerjati skozi ključne pokazatelje delovanja (Key Performance Indicators – KPI), kot so na primer potreba po prostoru, obseg proizvodnje in stroški. Natančno načrtovanje umestitve delovnih mest v prostor in strojev znotraj delovnih mest se da določiti v emaWD in izvoziti v emaPD. To omogoča optimizacijo pretoka materiala glede na intenzivnost transporta in potreben napor. Poleg tega bi lahko v proces načrtovanja vključili tudi fizično obremenitev ljudi. Za ustvarjanje in oblikovanje postavitve v 3D je mogoče standardne stroje in delovna mesta definirati v emaPD in jih samodejno uvoziti v emaWD.

Podrobno načrtovanje in oblikovanje delovnih mest se izvaja v emaWD z uporabo antropometričnih človeških modelov; od majhnih žensk do velikih moških z različnimi sposobnostmi (od starosti odvisna prožnost in moč) za načrtovanje ekonomičnih, ergonomskih in na sposobnostih temelječih delovnih procesov (Ullmann & Fritzsche, 2021). Konfigurator človeškega modela omogoča uporabniku dodajanje modelov v 3D-okolje.

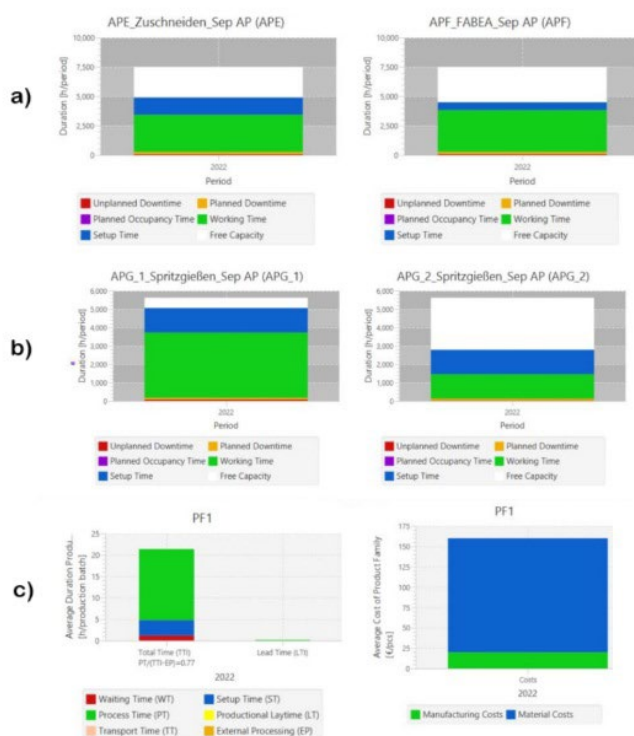
Načrtovanje ročnih in delno avtomatiziranih procesov ter interakcij človek-robot je možno s pomočjo simulacije procesa v emaWD. Za določitev delovnih procesov se pot in gibanje digitalnega človeškega modela samodejno generirata na podlagi parametriziranega opisa dejavnosti (uporaba knjižnice nalog v ema simulacijskem okolju) s specifikacijo osnovnih delovnih pogojev (npr. predmeti, s katerimi je treba ravnati, ciljni položaji itd.).

Uporabnik simulacijskega orodja lahko uporablja veliko različnih in dobro znanih metod analize, kot so standardni čas izvajanja po MTM-UAS (Bokranz & Landau, 2012), prehojena razdalja, delež aktivnosti z dodano vrednostjo, ocena tveganja za zdravje po EAWS (Ergonomic Assessment Worksheet) (Schaub et al., 2012) in indeks dviga po NIOSH (Waters et al. 1994). Vse te analize znotraj emaWD služijo prepoznavanju ekonomskih in ergonomskih težav (Fritzsche et al., 2019b; Spitzhirn et al. 2022). Izboljšave je mogoče doseči s spremembami v delovnem okolju (npr. višina mize), s prenosom zdravju škodljivih dejavnosti s človeka na robota ali s premikanjem delovnih nalog med delovnimi mesti. Končni scenarij je dokumentiran v programskem paketu EMA z uporabo poročil, slik, videoposnetkov in simulacije proizvodnega postopka.

3.3 Rezultati digitalnega iterativnega načrtovanja proizvodnje z uporabo digitalnega načrtovanja tovarne in dela

Predvidena je proizvodnja 80.000 pralnih strojev v treh barvnih različicah (bela: 55.000, modra: 15.000, oranžna: 10.000). Slika 6.1 prikazuje primere rezultatov v emaPD za proizvodnjo pralnih strojev.

Upoštevajoč razpoložljivost strojev ter stroške dostave, čas in razpoložljivost, je 23 sestavnih delov proizvedenih v podjetju, 63 sestavnih delov pa je kupljenih. Simulacija trenutnega stanja proizvodnje je pokazala, da proizvodnja ni zmožna izdelati vseh naročenih kosov. Primanjkljaj je znašal 7.587 enot. S povečanjem števila strojev za razrez iz 2 na 3, prilagajanjem in usklajevanjem velikosti serij ter optimizacijo izvedbenih časov (skrajšanje čakalnih dob, preusmeritev naročil na manj zasedene stroje) je bilo mogoče doseči zahtevani obseg proizvodnje. Na montažni liniji, ki jo tvori 8 povezanih delovnih postaj s skupno 14 zaposlenimi, so se časi blokiranja pri postaji APB zmanjšali iz 348 ur na 180 ur in pri postaji AP1 iz 133 ur na 60 ur. Zmanjšal pa se je tudi čas nedejavnosti na AP1 iz 86 ur na 0 ur z vzpostavitvijo petih vmesnih zalogovnikov med APB in AP1 in osmih vmesnih zalogovnikov med AP1 in AP2. Površina, namenjena proizvodnji, meri 530,06 m² in povzroča proizvodne stroške v znesku 159,98 €. Izkoriščenost posameznih delovnih mest variira med 98,6 % za montažno linijo in 48,6 % za stroj za brizganje tipa A.



Slika 6.1: Primeri rezultatov v emaPD za proizvodnjo pralnih strojev

Vir: lasten vir

Po izvedenem grobem načrtovanju sta bili postavitve proizvodnje in montažna linija preneseni iz emaPD v emaWD. V emaWD je bil nadalje urejen materialni tok, vključno z omrežjem poti (glej sliko 6.6 levo) in simulirana postavitve (glej sliko 6.6 desno). Dodani so bili novi objekti, kot so tekoči trakovi, police in škatle ter potrebni vhodni podatki (uteži, mase, natančne koordinate postavitve) za potrebe ergonomске in časovne ocene.

Analiza trenutnih montažnih delovnih mest z uporabo povprečnega moškega digitalnega človeškega modela je pokazala, da obstajajo 4 rdeča delovna mesta, 7 rumenih delovnih mest in 3 zelena delovna mesta po EAWS ergonomski oceni. Rdeča in rumena barva delovnega mesta pomenita povečano tveganje za obolenja kostno-mišičnega sistema. Poleg tega je bila opravljena ergonomska ocena dela glede na starost zaposlenega. V ta namen so bili v simulacijski model dodani dodatni

človeški modeli: (1) majhna, starejša ženska (starostna skupina: 60 let; 154 cm, starosti primerno zmanjšana zmožnost gibanja), (2) visok mladenič (starostna skupina: 20 let, 194 cm, starosti primeren obseg gibanja in moči) in (3) visok, starejši moški (starostna skupina: 60 let, 183,5 cm, starosti primerno zmanjšana zmožnost gibanja in moč). Preizkus izvedljivosti je pokazal, da lahko srednje velik moški, visok mlajši moški in visok starejši moški izvajajo vse dejavnosti načrtovane proizvodnje. Nadalje, ženska nižje rasti ne more doseči vseh lokacij, ki so potrebne za delo na tekočem traku za izdelavo pralnega stroja. Slika 7 prikazuje povzetek del, ki jih starejša ženska nižje rasti ne more izvajati. Na primer, ženska okrog 60 let zelo verjetno ne bo zmogla potisniti bobna pralnega stroja v okvir (delovno mesto 1R). To vpliva tudi na delovno mesto 1L, saj delavca na delovnih mestih 1R in 1L skupaj pritrjujeta boben.

Različne lastnosti ljudi (različna antropometrija, gibljivost, maksimalna moč) vplivajo tudi na oceno obremenitve in rezultat biomehanskega tveganja po EAWS. Tabela 1 kaže, da je fizična obremenitev po EAWS na delovnih mestih 1R, 2R in 4L višja pri starejši ženski v 60-ih letih nižje rasti kot pri moškemu srednjih let in starejšemu moškemu v 60-ih letih. Poleg tega je izvedljivost dela, kot je prikazano na sliki 7 in v tabeli 1, omejena ali neizvedljiva za delovna mesta 1R in 4L zaradi nižje telesne rasti in zmanjšane gibljivosti zaradi starosti (Spitzhirm, 2017).

Za izboljšanje ergonomskega in ekonomskega rezultatov so se v simulacijski model vnesle nekatere korekcije oziroma izboljšave. Ukrepi so bili kasneje simulirani v emaWD in ovrednoteni z uporabo EAWS in MTM-UAS. Ukrepi so bili naslednji:

- robot Fanuc CR35ia, ki dvigne mase do 35 kg (masa pralnega bobna = 30,7 kg), je bil uveden na delovno mesto 1R (upravljanje s pralnim bobnom (EAWS: zmanjšanje iz 61,5 na 23 točk)).
- Robot UR10e je bil uveden na delovno mesto 2R (prevzem zadnje stene (EAWS: zmanjšanje iz 52,5 na 32 točk)).
- Uvedba podstavka na delovnem mestu 4L (EAWS: zmanjšanje iz 59 na 31,5 točk) in na delovnem mestu 5L (EAWS: zmanjšanje iz 40,5 na 40,0 točk).
- Prestavitev delovne operacije sestav releja iz delovnega mesta 3L na delovno mesto 7R (EAWS: zmanjšanje iz 55,5 na 42 točk) za izboljšanje ergonomskega pogojev in uravnoteženje linije.

Tabela 1: Povzetek rezultatov ergonomskega testa na podlagi testa izvedljivosti in EAWS za delovna mesta 1R, 2R,4L

	Delovno mesto 1R			Delovno mesto 2R			Delovno mesto 4L		
	M50- AK40	F05- AK60	M95- AK60	M50- AK40	F05- AK60	M95- AK60	M50- AK40	F05- AK60	M95- AK60
Izvedljivost	DA	NE	DA	DA	DA	DA	DA	NE	DA
= EAWS točke ¹	61,5	(70,0) ²	68,5	52,5	56,5	52,5	59	(63) ²	37
+ točke zaradi položaja udov	6	(5,5)	7,5	2	2	2	24	(28)	2
+ točke zaradi sil	50	(59)	56	34	34	34	33	(33)	33
+ točke zaradi dela z bremenimi	-	(-)	-	16,5	20,5	16,5	-	(-)	-
+ Dodatne točke	5,5	(5,5)	5,5	-	-	-	2	(2)	2

¹ Legenda: EAWS (visoko tveganje za zdravje > 50 točk, možno tveganje za zdravje > 25 točk, nizko tveganje za zdravje ≤ 25 točk)

² ni izvedljivo glede na preverjanje izvedljivosti z emaWD

Vir: Prirejeno po Spitzhirn et al., 2022

Po prenovi se je čas cikla glede na MTM-UAS zmanjšal iz 70 s na 60 s, delovna mesta pa so bila ponovno časovno uravnotežena s prestavitvijo delovne operacije iz enega delovnega mesta na drugo. Slika 8 prikazuje rezultate optimizacije za štiri predhodno rdeča delovna mesta 1R, 2R, 3L, 4L v primerjavi z začetnim stanjem po EAWS.

Podatki o optimiziranem modelu so bili preneseni iz emaWD nazaj v emaPD. Zaradi izvedenega uravnoteženja delovnih mest in drugih izboljšav je bilo mogoče občutno zmanjšati kapaciteto vmesnih zalogovnikov. Obdržati je bilo potrebno samo vmesni zalogovnik med delovnim mestoma APB in AP1. Čas mirovanja in zastoja na tekočem traku se je skrajšal na manj kot 50 ur, proizvodni stroški pa so se zmanjšali za skoraj 10 % ob hkratnem povečanju proizvodnje.

4 Zaključek

Poglavje Načrtovanje hibridnih delovnih mest človek-stroj definira osnovne pojme, potrebne za razumevanje obravnavane tematike, ki je v današnjem času intenzivne digitalizacije, prehajanja v I4.0 in prizadevanja za trajnostno delovanje izjemno aktualna. Zaposleni postajajo Operaterji 4.0. Industrija se ne sooča samo z novo tehnološko revolucijo, ampak tudi s povsem novimi delovnimi pogoji za ljudi in zahtevami glede njihovih kompetenc, spretnosti in znanj. Kot je bilo prikazano, je pri nadgradnji ročnih delovnih mest v delovna mesta človek-stroj napačno slediti

samo vidiku tehnologije, ampak je potrebno misliti tudi na tveganja za dobro počutje in zdravje zaposlenih. Na tak način bo prehod v I4.0 potekal ob manjšem nasprotovanju zaposlenih in se bo odrazil v trajnostnih pozitivnih učinkih za zaposlene in podjetja.

Uporabljene metode za ocenitev ekonomske in ergonomske vrednosti delovnega mesta niso nekaj novega. Nov je samo način njihovega izvajanja. Če so se do nedavnega izvajale ročno, s svinčnikom na papir, to danes ni več tako. Na voljo so nam elektronska orodja, ki so preverjena. Rezultati ocenitve z elektronskimi orodji so povsem primerljivi tistim, izvedenim na papirju. Primer uporabe takšnega orodja, Ema Suite, smo prikazali v poglavju 3 in ob tem omenili tudi metodi za izvedbo ergonomske ocene tveganja EAWS in NIOSH ter metodo za študij porabe časa MTM-UAS.

Celostno načrtovanje hibridnih delovnih mest človek-stroj zahteva obsežno predznanje novih tehnologij, logistike, procesnega pristopa, ergonomije dela, študije časa, vitkosti, trajnosti in digitalizacije. Upamo, da nam je s prispevkom uspelo prikazati potrebo po multi- in inter-disciplinarni obravnavi načrtovanja hibridnih delovnih mest človek-stroj. Vendar pa naj to ne vpliva na odvrčanje od tovrstnih projektov v praksi, ampak zaradi velikosti izziva in pozitivnih učinkov za zaposlene in podjetja spodbuja k hitrejšemu uvajanju hibridnih delovnih mest človek-stroj v industrijska okolja današnjega časa.

Literatura in viri

- Adriaensen, A., Decré, W., in Pintelon, L. (2019). Can complexity-thinking methods contribute to improving occupational safety in industry 4.0? A review of safety analysis methods and their concepts. *Safety* 5:4. doi: 10.3390/safety5040065
- Agnusdei, G., Elia, V., in Gnoni, M. (2021). Is digital twin technology supporting safety management? A bibliometric and systematic review. *Appl. Sci.* 11:2767. doi: 10.3390/app11062767
- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., in Souissi, A. S. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: a cause for major concern? *Saf. Sci.* 109, 403–411. doi: 10.1016/j.ssci.2018.06.012
- Barcellini, F. (2019). "Industrie du futur: quelle place pour le travail et ses transformations," in *Le Travail en mouvement*, eds E. Bourdu, M. Lallement, P. Veltz, and T. Weil (Cerisy: Presses des Mines).
- Barcellini, F., Buchmann, W., Béarée, R., Benchekroun, T.-H., Bounouar, M., Dubey, G., et al. (2021). "Collaborative robotics and industry 4.0: an engineering, sociology and activity-centered ergonomics cross-experience," in *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)*, eds N. Black, P. Neumann, and I. Noy (Springer). doi: 10.1007/978-3-030-74614-8_74

- Barcellini, F., Van Belleghem, L., in Daniellou, F. (2015). "Design projects as opportunities for the development of activities," in *Constructive Ergonomics*, ed P. Falzon (New York, NY: Taylor and Francis).
- Beer, P., in Mulder, R. H. (2020). The effects of technological developments on work and their implications for continuous vocational education and training: a systematic review. *Front. Psychol.* 11:918. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00918
- Béguin, P., in Cerf, M. (2004). Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail. *Activités* 1, 54–71. doi: 10.4000/activites.1156
- Bentley, T., Green, N., Tappin, D., in Haslam, R. (2021). State of science: the future of work – ergonomics and human factors contributions to the field. *Ergonomics* 64, 427–439. doi: 10.1080/00140139.2020.1841308
- Blštáková, J., Joniaková, Z., Jankelová, N., Stachová, K., in Stacho, Z. (2020). Reflection of digitalization on business values: the results of examining values of people management in a digital age. *Sustainability* 12:5202. doi: 10.3390/su12125202
- Bobillier Chaumon, M.-E. (2021). "Emerging technologies and issues for activity and occupational health," in *Digital Transformations in the Challenge of Activity and Work: Understanding and Supporting Technological Changes*, ed M.-E. Bobillier Chaumon (London: ISTE and John Wiley & Sons). doi: 10.1002/9781119808343.ch1
- Bobillier Chaumon, M.-E., Barville, N., in Crouzat, P. (2019). Innovations technologiques de rupture: quels champs de réflexion et d'intervention pour le psychologue du travail et des organisations? *Le J. Psychol.* 367, 16–21. doi: 10.3917/jdp.367.0016
- Bounouar, M., Bearee, R., Siadat, A., in Benchekroun, T.-H. (2022). On the role of human operators in the design process of cobotic systems. *Cogn. Tech.Work.* 24, 57–73. doi: 10.1007/s10111-021-00691-y
- Bracht, U., Geckler, D., in Wenzel, S. (2018). *Digitale Fabrik – Methoden und Praxisbeispiele*. Springer Berlin Heidelberg.
- Brodav, E. E. (2020). Participatory ergonomics in the context of industry 4.0: a literature review. *Theor. Issues Ergon. Sci.* 22, 237–250. doi: 10.1080/1463922X.2020.1801886
- Brozzi, R., Forti, D., Rauch, E., in Matt, D. T. (2020). The advantages of industry 4.0 applications for sustainability: results from a sample of manufacturing companies. *Sustainability* 12:9. doi: 10.3390/su12093647
- Burggräf, P., Dannapfel, M., Hahn, V. et al. Uncovering the human evaluation of changeability for automated factory layout planning: an expert survey. *Prod. Eng. Res. Dev.* 15, 285–298 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11740-020-01015-1>
- Cimini, C., Lagorio, A., Pirola, F., in Pinto, R. (2020). How human factors affect operators' task evolution in logistics 4.0. *Hum. Factors Ergon. Manuf.* 31, 98–117. doi: 10.1002/hfm.20872
- Çinar, Z. M., Zeeshan, Q., in Korhan, O. (2021). A framework for industry 4.0 readiness and maturity of smart manufacturing enterprises: a case study. *Sustainability* 13:12. doi: 10.3390/su13126659
- Cockburn, W. (2021). OSH in the future: where next? *Eur. J. Work. Innov.* 6, 84–97. doi: 10.46364/ejwi.v6i1.813
- Costantino, F., Falegnami, A., Fedele, L., Bernabei, M., Stabile, S., in Bentivenga, R. (2021). New and emerging hazards for health and safety within digitalized manufacturing systems. *Sustainability* 13:19. doi: 10.3390/su131910948
- Coutarel, F., Aublet-Cuvelier, A., Caroly, S., Vézina, N., Roquelaure, Y., Cuny-Guerrier, A., et al. (2022). Operational leeway and the prevention of musculoskeletal disorders: what are the prospects? *Trav. Hum.* 85, 3–31. doi: 10.3917/th.851.0003
- Cunha, L., Silva, D. in Maggioli, S. (2022). Exploring the status of the human operator in Industry 4.0: A systematic review. *Front. Psychol.* 13:889129. doi: 10.3389/fpsyg.2022.889129
- Cunha, L., Silva, D., Santos, M., in Pereira, C. (2020). Do we want to keep working in 12-hour shifts? The follow-up of the work schedule change in a Portuguese industrial company. *Int. J. Ind. Ergon.* 77:102958. doi: 10.1016/j.ergon.2020.102958

- Engeström, Y. (1999). "Innovative learning in work teams: analysing cycles of knowledge creation in practice," in *Perspectives on Activity Theory*, eds Y. Engeström, R. Miettinen, and R. Punamaki (Cambridge: Cambridge University Press). doi: 10.1017/CBO9780511812774.025
- EU-OSHA (2018). *Foresight on New and Emerging Occupational Safety and Health Risks Associated Digitalisation by 2025*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fantini, P., Pinzone, M., in Taisch, M. (2020). Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design: Modelling and assessing human activities within cyber-physical systems. *Comp. Ind. Eng.* 139:105058. doi: 10.1016/j.cie.2018.01.025
- Frey, C., in Osborne, M. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Tech. Forecast. Soc. Change.* 114, 254–280. doi: 10.1016/j.techfore.2016.08.019
- Fritzsche, L., Ullmann, S., Bauer, S. in Sylaja, V. J. (2019b). Task-based digital human simulation with Editor for Manual Work Activities – Industrial applications in product design and production planning. In G. Paul & S. Scataglini (Eds.), *DHM and Posturography*. London, UK: Elsevier. 569-575.
- Gajšek, B., Stradovnik, S., in Hace, A. (2020). Sustainable move towards flexible, robotic, human-involving workplace. *Sustainability* 12:16. doi: 10.3390/su12166590
- Galey, L., Audignon, S., Witschger, O., Bau, S., Judon, N., Lacour, A., et al. (2020). What does ergonomics have to do with nanotechnologies? A case study. *Appl. Ergon.* 87:103116. doi: 10.1016/j.apergo.2020.103116
- Gaudart, C. (2016). Activity, time and itineraries: for the integration of multiple times in the ergonomic analysis of work. *Trav. Hum.* 79, 209–232. doi: 10.3917/th.793.0209
- Gazzaneo, L., Padovano, A., in Umbrello, S. (2020). Designing smart operator 4.0 for human values: a value sensitive design approach. *Proc. Manuf.* 42, 219–226. doi: 10.1016/j.promfg.2020.02.073
- Ghislieri, C., Molino, M., in Cortese, C. (2018). Work and organizational psychology looks at the fourth industrial revolution: how to support workers and organizations. *Front. Psychol.* 9:2365. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02365
- Golsch, K., in Seegers, M. (2021). Perceptions of technological change at work through a gender lens. *Gend. Vyzk. Gend.* 21, 32–58. doi: 10.13060/gav.2020.013
- Gualtieri, L., Palomba, I., Merati, F. A., Rauch, E., in Vidoni, R. (2020). Design of human-centered collaborative assembly workstations for the improvement of operators' physical ergonomics and production efficiency: a case study. *Sustainability* 12:9. doi: 10.3390/su12093606
- Hoyer, C., Gunawan, I., and Reaiche, C. H. (2020). The implementation of industry 4.0 - a systematic literature review of the key factors. *Syst. Res. Behav. Sci.* 37, 557–578. doi: 10.1002/sres.2701
- Iordache, O. (2017). "Industrial systems," in *Implementing Polytope Projects for Smart Systems*, ed O. Iordache (Springer). doi: 10.1007/978-3-319-52551-8_8
- Ivaldi, S., Scaratti, G., in Fregnan, E. (2021). Dwelling within the fourth industrial revolution: organizational learning for new competences, processes and work cultures. *J. Workplace Learn.* 34, 1–26. doi: 10.1108/JWL-07-2020-0127
- Kaasinen, E., Schmalfuß, F., Özturk, C., Aromaa, S., Boubekeur, M., Heilala, J., et al. (2020). Empowering and engaging industrial workers with Operator 4.0 solutions. *Comput. Ind. Eng.* 139:105678. doi: 10.1016/j.cie.2019.01.052
- Kadir, B. A., in Broberg, O. (2020). Human well-being and system performance in the transition to industry 4.0. *Int. J. Ind. Ergon.* 76:e102936. doi: 10.1016/j.ergon.2020.102936
- Kadir, B. A., in Broberg, O. (2020). Human well-being and system performance in the transition to industry 4.0. *Int. J. Ind. Ergon.* 76:e102936. doi: 10.1016/j.ergon.2020.102936
- Kadir, B. A., in Broberg, O. (2021). Human-centered design of work systems in the transition to industry 4.0. *Appl. Ergon.* 92:e103334. doi: 10.1016/j.apergo.2020.103334
- Leso, V., Fontana, L., in Iavicoli, I. (2018). The occupational health and safety dimension of Industry 4.0. *Med. Lav.* 109, 327–338. doi: 10.23749/mdl.v110i5.7282

- Li, L. (2022). Reskilling and upskilling the future-ready workforce for industry 4.0 and beyond. *Inf. Syst. Front.* 13:1–16. doi: 10.1007/s10796-022-10308-y
- Longo, F., Padovano, A., in Umbrello, S. (2020). Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: a human-centric perspective for the design of the factory of the future. *Appl. Sci.* 10, 1–25. doi: 10.3390/app10124182
- Manitz, M. (2008). Queueing-model based analysis of assembly lines with finite buffers and general service times. *Computers & Operations Research* 35, 2520 – 2536.
- Mark, B. G., Hofmayer, S., Rauch, E., in Matt, D. T. (2019). Inclusion of workers with disabilities in production 4.0: legal foundations in Europe and potentials through worker assistance systems. *Sustainability* 11:21. doi: 10.3390/su11215978
- Marrella, A., in Mecella, M. (2017). Adaptive process management in cyber-physical domains. *Intell. Syst. Ref. Libr.* 123:e52181. doi: 10.1007/978-3-319-52181-7_2
- Messing, K., in Silverstein, B. A. (2009). Gender and occupational health. *Scand. J. Work Environ. Health.* 35, 81–83. doi: 10.5271/sjweh.1314
- Moniz, A., in Krings, B.-J. (2016). Robots working with humans or humans working with robots? Searching for social dimensions in new human-robot interaction in industry. *Societies* 6:23. doi: 10.3390/soc6030023
- Moro, A., Rinaldini, M., Staccioli, J., in Virgillito, M. E. (2019). Control in the era of surveillance capitalism. An empirical investigation of Italian Industry 4.0 factories. *J. Ind. Bus. Econ.* 46, 347–360. doi: 10.1007/s40812-019-00120-2
- Moro, A., Rinaldini, M., Staccioli, J., in Virgillito, M. E. (2019). Control in the era of surveillance capitalism. An empirical investigation of Italian Industry 4.0 factories. *J. Ind. Bus. Econ.* 46, 347–360. doi: 10.1007/s40812-019-00120-2
- Neumann, W., Winkelhaus, S., Grosse, E., in Glock, C. (2021). Industry 4.0 and the human factor – A systems framework and analysis methodology for successful development. *Int. J. Prod. Econ.* 233:107922. doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107992
- Pacaux-Lemoine, M.-P., Sallak, M., Sacile, R., Flemisch, F., in Leitão, P. (2022). Introduction to the special section humans and industry 4.0. *Cogn. Tech. Work.* 24, 1–5. doi: 10.1007/s10111-022-00696-1
- Paliga, M., in Pollak, A. (2021). Development and validation of the fluency in human-robot interaction scale. A two-wave study on three perspectives of fluency. *Int. J. Hum. Comput. Stud.* 155:e102698. doi: 10.1016/j.ijhcs.2021.102698
- Patriarca, R., Falegnami, A., Costantino, F., di Gravio, G., De Nicola, A., in Villani, M. L. (2021). WAX: An integrated conceptual framework for the analysis of cyber-socio-technical systems. *Saf. Sci.* 136:e105142. doi: 10.1016/j.ssci.2020.105142
- Piasna, A., in Drahoukoupil, J. (2017). Gender inequalities in the new world of work. *Transfer* 23, 313–332. doi: 10.1177/1024258917713839
- Ranavolo, A., Draicchio, F., Silvetti, A., Varrecchia, T., Helen Rosen, P., Wischniewski, S., et al. (2021). “Human-Robot collaboration (HRC) technologies for reducing Work-related Musculoskeletal Diseases in industry 4.0,” in IEA2021: 21st triennial congress of the international ergonomics association. in *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)*. IEA 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, eds N. Black, P. Neumann, and I. Noy (Springer), 335–342. doi: 10.1007/978-3-030-74614-8_40
- Rangraz, M., in Pareto, L. (2021). Workplace work-integrated learning: supporting industry 4.0 transformation for small manufacturing plants by reskilling staff. *Int. J. Lifelong Educ.* 40:1, 5–22. doi: 10.1080/02601370.2020.1867249
- Reiman, A., Kaivo-oja, J., Parviainen, E., Takala, E. P., in Lauraeus, T. (2021). Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4.0 context – a scoping review. *Technol. Soc.* 65:e101572. doi: 10.1016/j.techsoc.2021.101572
- Romero, D., Bernus, P., Noran, O., Stahre, J., in Fast-Berglund, S. (2016a). “The operator 4.0: human cyber-physical systems and adaptive automation towards human-automation symbiosis work

- systems,” in IFIP Advances in Information and Communication Technology. 677–686. doi: 10.1007/978-3-319-51133-7_80
- Romero, D., Noran, O., Stahre, J., Bernus, P., in Fast-Berglund, Å. (2016b). “Towards a human-centred reference architecture for next generation balanced automation systems: human-automation symbiosis,” in Advances in Production Management Systems: Innovative Production Management Towards Sustainable Growth, eds S. Umeda et al. (Springer). doi: 10.1007/978-3-319-22759-7_64
- Ruppert, T., Jaskó, S., Holzinger, T., in Abonyi, J. (2018). Enabling technologies for operator 4.0: a survey. *Appl. Sci.* 8:1650. doi: 10.3390/app8091650
- Saabye, H., Kristensen, T. B., in Wæhrens, B. V. (2020). Real-time data utilization barriers to improving production performance: an in-depth case study linking lean management and industry 4.0 from a learning organization perspective. *Sustainability* 12, 1–21. doi: 10.3390/su12218757
- Saraceno, M. (2020). L’homme «au coeur»: du robot au cobot, le mythe du « automate dans la médiatisation de «industrie du futur» (1978-2018). *Communication* 37:e11293. doi: 10.4000/communication.11293
- Schaub, K.G., Mühlstedt, J., Illmann, B., Bauer, S., Fritzsche, L., Wagner, T., Bullinger-Hoffmann, A.C., in Bruder, R. (2012). Ergonomic assessment of automotive assembly tasks with digital human modelling and the ‘ergonomics assessment worksheet’ (EAWS). *Int. J. Human Factors Modelling and Simulation*, Vol. 3, Nos. 3/4, 398-426.
- Schenk M., Wirth, S., in Müller, E. (2014). *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik.* Berlin, Heidelberg: Vieweg.
- Schlick, C., Bruder, R., in Luczak, H. (2018). *Arbeitswissenschaft.* Heidelberg: Springer-Verlag.
- Shi, H., Yang, M., in Jiang, P. (2021). Social production system: a three-layer smart framework for implementing autonomous human-machine collaborations in a shop floor. *IEEE Access* 9, 26696–26711. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3050236
- Sony, M., in Naik, S. (2020). Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: a systematic review and proposed theoretical model. *Technol. Soc.* 61:e101248. doi: 10.1016/j.techsoc.2020.101248
- Spath, D., Westkämper, E., Bullinger, H.J., in Warnecke, H.J. (2017). *Neue Entwicklungen in der Unternehmensorganisation.* Berlin, Heidelberg: Vieweg (VDI-Buch Serie)
- Spitzhirn, M., Ullmann, S., Bauer, S., in Fritzsche, L. (2022, August). Digital production planning and human simulation of manual and hybrid work processes using the ema Software Suite. In *Proceedings of the 7th International Digital Human Modeling Symposium (Vol. 7, No. 1).* University of Iowa.
- Spitzhirn, M., Ullmann, S., Fritzsche L. (2022). Human-centered design of industrial work tasks with ema software – Considering individual abilities and age-related changes in digital production planning. In: *Z. Arb. Wiss.* Vol. 76. Issue 4, Dec. 2022 (accepted).
- Stern, H., in Becker, T. (2019). Concept and evaluation of a method for the integration of human factors into human-oriented work design in cyber-physical production systems. *Sustainability* 11:16. doi: 10.3390/su11164508
- Teiger, C., in Lacomblez, M. (2013). “Quand une dynamique nouvelle se met en place – «l’objet formation» dans le projet de l’ergonomie naissante (années 50),” in (Se) Former pour transformer le travail: dynamiques de constructions d’une analyse critique du travail, coords, eds C. Teiger, C. and M. Lacomblez (ETUI and Presses de l’Université Laval).
- Thun, S., Kamsvåg, P. F., Kløve, B., Seim, E. A., in Torvatn, H. Y. (2019). Industry 4.0: Whose revolution? The digitalization of manufacturing work processes. *Nord. J. Work. Life Stud.* 9:e117777. doi: 10.18291/njwls.v9i4.117777
- Ullmann, S. in Fritzsche, L. (2017). Ergonomic Work Design for Older and Performance-restricted Workers using Digital Human Models. In: *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), Proceedings of the 5th International Digital Human Modeling*

- Symposium. Dortmund/Berlin/Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- United Nations (2020). The Sustainable Development Goals Report 2020. New York, NY: United Nations.
- Valenduc, G., in Vendramin, P. (2016). Work in the Digital Economy: Sorting the Old From the New. Brussels: ETUI.
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., in Garg, A. (1994). Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. Cincinnati: U.S. Department of Health and Human Services.
- Wiendahl, H-P., Reichardt, J., in Nyhuis, P. (2015) Handbook factory planning and design, 25 edn. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Zorzenon, R., Lizarelli, F., in Moura, D. (2022). What is the potential impact of industry 4.0 on health and safety at work? Saf. Sci. 153, 105802. doi: 10.1016/j.ssci.2022.105802

STRATEGIJE IN PRISTOPI VEČANJA ODPORNOSTI IN PROŽNOSTI OSKRBOVALNIH VERIG

MATEVŽ OBRECHT (UR.)

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
matevz.obrecht@um.si

Visokošolski učbenik "Strategije in pristopi večanja odpornosti in prožnosti oskrbovalnih verig" je celovit vodnik, namenjen podpiranju večanja odpornosti pri oskrbi in izboljšavam znotraj logističnih procesov. Poudarek je na modernih pristopih in konceptih večanja odpornosti, strategijah za nabavo, distribucijo, oceni ergonomskega okolja in izobraževanju o soodvisnosti posameznih členov oskrbovalne verige s sočasnim povečevanjem dodane vrenosti in produktivnosti zaradi večje odpornosti in prilagodljivosti v logističnih podjetjih. Interdisciplinarni pristop združuje znanja iz več področij –management, logistika, distribucija, ergonomija, nabava in delo z ljudmi. Bralci so opremljeni s praktičnimi znanji in veščinami za izboljšanje odpornosti in prilagodljivosti posameznih procesov. Učbenik pokriva teme, kot so: 1) Strategije za oskrbovalno verigo in povečanje odpornosti; 2) Mestna logistika; 3) Večanje zavedanja o pomeni oskrbovalnih verig; 4) Strateški nabavi; 5) Pametni distribuciji in 6) Ergonomiji na delovnem mestu v logistiki. Celotna vsebina je usmerjena v krepitev kompetenc za odpornost, ki so ključne za zeleni in digitalni prehod logističnih podjetij in močnejše gospodarstvo EU temelječe na odpornih oskrbovalnih verigah.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025)

ISBN
978-961-286-973-1

Ključne besede:
odporne oskrbovalne
verige,
prilagodljivost,
interdisciplinarna znanja,
zeleni in digitalni prehod,
strateška nabava,
mestna logistika,
ergonomija



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.3.2025](https://doi.org/10.18690/um.fl.3.2025)

ISBN
978-961-286-973-1

Keywords:

resilient supply chains,
adaptability,
interdisciplinary knowledge,
green and digital transition,
strategic procurement,
city logistics,
ergonomics

STRENGTHENING SUPPLY CHAINS: STRATEGIES FOR RESILIENCE AND AGILITY

MATEVŽ OBRECHT (ED.)

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
matevz.obrecht@um.si

The higher education textbook "Strengthening Supply Chains: Strategies for Resilience and Agility" is a comprehensive guide aimed at supporting resilience enhancement in supply processes and improvements within logistics operations. It emphasizes modern approaches and concepts for building resilience, strategies for procurement, distribution, ergonomic environment assessment, and educating on the interdependence of supply chain components, all while increasing added value and productivity through greater resilience and adaptability in logistics companies. This interdisciplinary approach combines knowledge from various fields—management, logistics, distribution, ergonomics, procurement, and human resource management. Readers are equipped with practical knowledge and skills to improve the resilience and adaptability of individual processes. Topics covered in the textbook include: 1) Strategies for Supply Chain Resilience; 2) Urban Logistics; 3) Increasing Awareness of the Importance of Supply Chains; 4) Strategic Procurement; 5) Smart Distribution; and 6) Workplace Ergonomics in Logistics. The entire content is directed toward strengthening resilience competencies essential for the green and digital transition of logistics companies and fostering a stronger EU economy based on resilient supply chains.



University of Maribor Press



Univerza v Mariboru

Fakulteta za logistiko



Logistika in oskrbovalne verige skozi igro

Uroš Kramar

Strategija povečanja odpornosti oskrbovalnih verig v 5. korakih

Matevž Obrecht

Oblikovanje nabavnih strategij za večjo odpornost oskrbovalnih verig

Uroš Kramar

Mestna logistika - zapleten, a obvladljiv sistemi

Tina Cvahte Ojsteršek

Kako distribuirati produkte? O optimalni in trajnostni distribucijski strategiji

Tina Cvahte Ojsteršek, Darja Topolšek

Načrtovanje hibridnih delovnih mest človek-stroj skozi vidika vitkosti in ergonomije

Brigita Gajšek



NAČRT ZA
OKREVANJE
IN ODPORNOST



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,
ZNANOST IN INOVACIJE



Financira
Evropska unija
NextGenerationEU