

ROBOTI V FUNKCIJI RACIONALIZACIJE LOGISTIKE V INDUSTRIJI**ROBOTS IN THE FUNCTION OF LOGISTICS RATIONALIZATION IN INDUSTRY**

Sašo Murtič; Patricija Jankovič; Admir I. Beganović; Ingrid Franko Uhernik

Povzetek:

Splošno velja, da so logistika in njeni storitveni procesi sestavni del industrijske proizvodnje, zato si je nemogoče zamisliti obliko industrije, katere poleg osnovnih proizvodnih procesov, ne bi spremljala vrsta storitvenih dejavnosti, ki jih imenujemo notranja logistika. Gre za nujno in obenem drago dejavnost, za katero industrija skozi notranje postopke vse pogosteje išče rešitve in posodobitve posameznih postopkov, s katerimi želi odpraviti izgube časa, zagotoviti bolj hitre in natančne postopke priprave proizvodnje ter razbremeniti delovno silo. V raziskavi smo iskali rešitve vhodov surovin ali proizvodnih materialov v industrijsko proizvodnjo, manipulacijo s temi materiali ter njihovo shranjevanje in tehnološko spremljanje na poti v proizvodnjo. Gre za več, med seboj povezanih postopkov, gibov, zapisov ali industrijskih procesov, katere smo želeli prepustiti robotom, avtonomnim napravam, računalniškimi programom in povezavam, ki bi posodobile proizvodnjo, zmanjšale stroške in pospešile pretok ter gibanje surovin, polizdelkov ali končnih izdelkov. Vedeli smo, da so posamezni procesi vhodov surovin ali materialov v industrijsko proizvodnjo, tehnološko zelo zapostavljeni ter predstavljajo nepotrebno breme in izgubo časa, povzročajo nepotrebne stroške, zato smo iskali izboljšane postopke in tehnologijo, ki bo te procese posodobile. Postopek je tekel v smeri iskanja primera dobre prakse, ki bi industriji, podjetjem ali posameznikom ponudil primerno rešitev. Raziskovalna skupina je iz tega razloga zelo mešana in pokriva različna poslovna področja, tehnologijo in programske sisteme, ki so nam bili v pomoč pri izvedbi raziskave.

Ključne besede: logistika, tehnologija, stroški.

Abstract:

It is generally accepted that logistics and its service processes form part of industrial production, so we cannot imagine the formation of an industry, in addition to basic production processes, we would not monitor the type of service activities we call internal logistics. It is a necessary and at the same time expensive activity, for which the industry is increasingly looking for solutions and updates of individual processes through internal processes, which want to eliminate waste of time, provide faster and more accurate production preparation procedures and relieve the silo. In the research, we looked for solutions for the inputs of raw materials or production materials into industrial production, manipulation of these materials and their storage and technological monitoring on the way to production. These are several interconnected processes, movements, records or industrial processes that we wanted to leave to robots, autonomous devices, computer programs in conjunction that would modernize production, reduce costs and accelerate the flow and movement of raw materials, semi-finished or finished products. We knew that individual processes of inputs of raw materials or materials into industrial production, technologically very neglected and represent an unnecessary burden and waste of time, cause unnecessary costs, so we looked for improved processes in technology that will update these processes. The process ran in the direction of finding an example of good practice that could deal with the company or individual that offered the basic solution. For this reason, the research group is very mixed and covers various business areas, technology and software system that helped us in conducting the research.

Key words: logistics, technology, costs.

DOI: 10.5281/zenodo.7241183

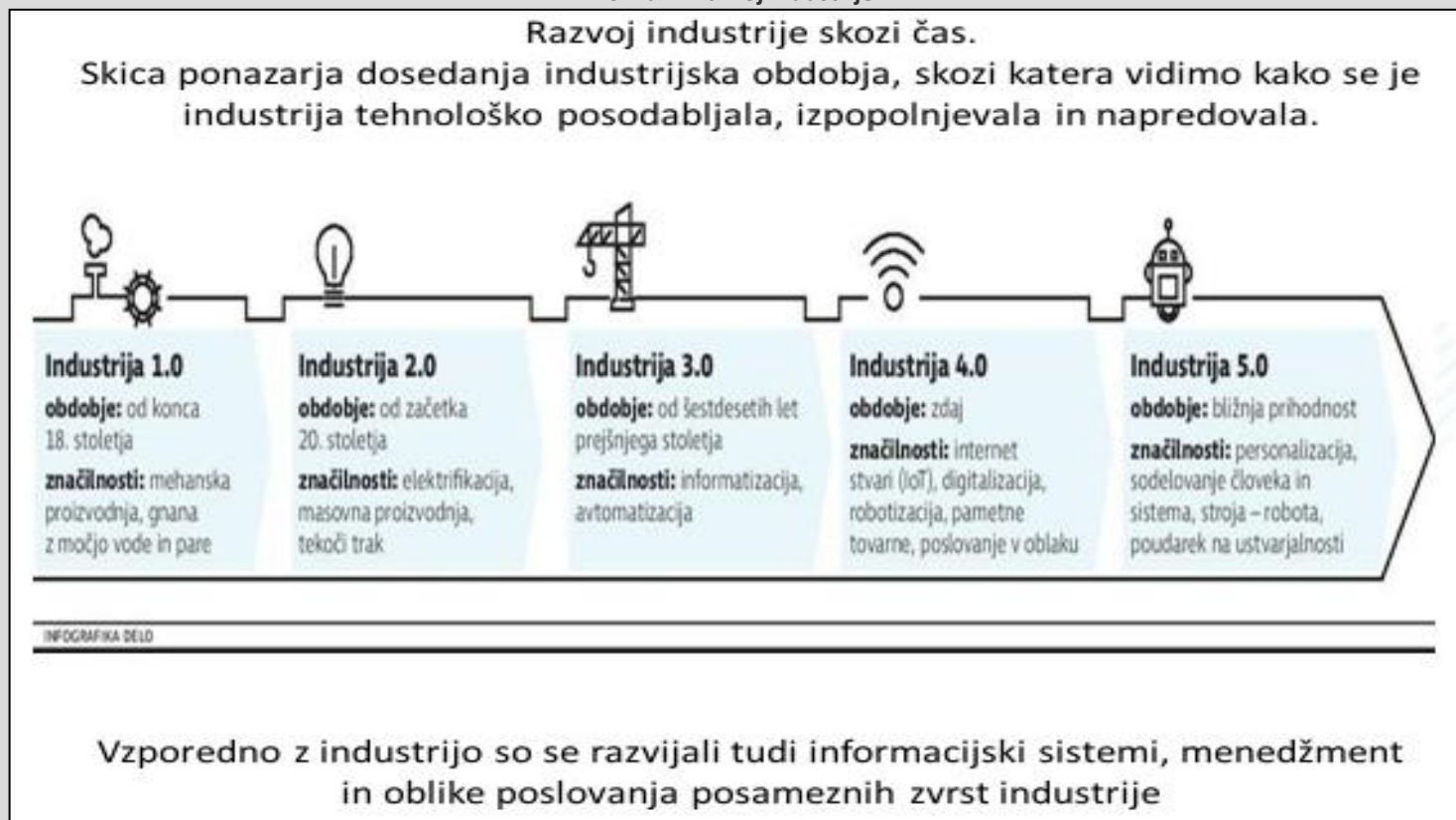
ROBOTI V FUNKCIJI RACIONALIZACIJE LOGISTIKE V INDUSTRIJI

Sašo Murtič; Patricija Jankovič; Admir I. Beganović; Ingrid Franko Uhernik

Uvodna razlaga

Metodološko proučevanje logistike in njenih storitvenih procesov kaže na to, da je logistika del storitvene dejavnosti, ki je bila in je sestavni del industrijske proizvodnje, saj si je nemogoče zamisliti obliko industrije, ki poleg osnovnih proizvodnih procesov, ne bi imela vrsto storitvenih dejavnosti, nujnih za izvajanje proizvodnje. Gre za nujne in obenem drage dejavnosti, ki so sestavni del cene posameznega artikla ali proizvoda, kar industrija skozi notranje postopke v industriji vse bolj poskuša reševati s posodabljanjem posameznih postopkov in opravil. Cilj industrije je, s posodabljanjem logističnih ali storitvenih postopkov odpraviti izgube časa, zagotoviti bolj hitro in natančno pripravo proizvodnje ter razbremeniti delovno silo. Na raziskovalnem področju smo iskali rešitve vhodov surovin ali proizvodnih materialov v industrijsko proizvodnjo, manipulacijo s temi materiali ter njihovo shranjevanje in tehnološko spremljanje na poti v proizvodnjo in iz proizvodnje, kot polizdelek ali kot končni izdelek za kupca. Sodoben razvoj industrije je usmerjen v iskanje tehničnih, tehnoloških, strokovnih, znanstvenih, praktičnih, konkretnih in drugih rešitev, ki naj bi v proizvodnji, z manjšimi spremembami omogočile izboljšavo procesov v pripravi surovin za proizvodnjo in kasneje v sami proizvodnji, kar naj bi izboljšalo proizvodne procese, odpravilo izgubo časa, razbremenilo delovno silo in manjšalo vhodne stroške industrije. Za razumevanje vloge logistike ali storitvene dejavnosti je za iskanje ustreznih rešitev bilo treba narediti zgodovinski pregled razvoja industrije, pregled njenega interesa po posodabljanju proizvodnje ter drugih procesov, ki so v pomoč proizvodnji. Podatki nam povedo, da v prvotni fazi zaznave industrijske proizvodnje (obdobje industrije 1.0), ni bilo mogoče najti ustreznih elementov, ki bi kazali na iskanje rešitev (obdobje od konca 18. stoletja), saj je šlo bolj za iskanje načinov organizacije širše oblike proizvodnje, kako uvajati mehanske oblike proizvodnje ter kako izkoristiti moč narave oziroma vode in vodne pare. V nadaljevanju, industrije 2.0, ni bilo mogoče zaslediti elementov izboljšav (obdobje 20. stoletja), kljub električni energiji, ki je omogočila dviganja, potiskanja, prenašanja, rezanja, osvetlitev prostorov, sočasno je omogočila masovno proizvodnjo, organizacijo dela v več izmenah in razvoj proizvodnega traku. Tu še ne pride do ločevanja postopkov priprave, organizacije, izvedbe in prodaje. Vse je zajeto v skupnem procesu proizvodnje in dostave na trg. Šele v obdobju razvoja industrije 3.0 je moč zaznati začetke iskanja notranjih rezerv, ki bi omogočile cenejšo proizvodnjo, višjo stopnjo uporabe mehanskih strojev ter organizacijo proizvodnje na enem mestu. Ti postopki nakazujejo prve korake in prve postopke zbiranja in obdelovanja podatkov za potrebe organizacije proizvodnje, kar je pogojevalo razvoj logističnega informacijskega sistema, ki je omogočil prenos informacij med industrijo in pripravljavci industrijskih surovin, med industrijo in trgov (Zelenika, 2005). Ugotavljamo, da je šlo za obdobje razvoja predvsem težke industrije, ki je omogočila razvoj trga in posledično potrebo ljudi po zvišanju lastnega standarda, uvajanje in uporabo osebne tehnike, audio-vizualnih naprav, razvijejo se telekomunikacijske mreže, informacija teče hitreje kot kadarkoli prej, začneta se razvijati promet in ekonomija (Zelenika, 2010a). Kakor navaja Gričar (2009), začne se izrabljanje informacijske tehnologije za inovativno med organizacijsko povezovanje. Razvoj sodobnih oblik informacij, sodobnih oblik telekomunikacij in prenosa besede, slike in pisave omogoča med organizacijsko poslovanje in lahko začnemo prepoznati metodološki pristop razvoja sodobne industrije 4.0, ki omogoči razvoj nove tehnologije, ki z svojo uporabo zmanjša porabo energije, odpravi izgube prostora in časa ter narekuje cenejšo proizvodnjo. V notranjem ustroju industrije se je razvila potreba po razvoju proizvodne tehnologije, posodabljanju procesov, uvajanju avtomatsko vodenih strojev, uvajanje računalniških programov, ki bi omogočili uporabo robotov, avtonomne opreme in računalniško vodene proizvodnje. V poznem obdobju industrije 4.0 je prišlo industrijskih sprememb, ki spreminjajo svet, iz analognega sistema delovanja so industrijo preusmerili v projekcijo digitalne proizvodnje, razvili so virtualno proučevanje in preizkušanje, proizvodno tehnologijo vodijo programi in strojna oprema, ki jih v procesih industrije in izven imenujejo roboti, ki s svojim delom ustvarjajo pametne tovarne, prihaja do virtualne proizvodnje in upravljanja s stroški prometa (Zelenika, 2008). Prihaja do sožitja naravne in umetne inteligence, ki bo v prihodnje prisotna na vseh področjih človeškega življenja.

Slika 1: Razvoj industrije



<https://svetkapitala.delo.si/ikonomija/ko-bosta-v-tovarni-spet-vec-kot-dva-zaposlena/>

Različni avtorji različno razlagajo prihodnost razvoja, pri čemer nekateri že zagovarjajo izhodišča industrije 5.0, ki naj bi že imela močan vpliv na življenje ljudi in predvsem na industrijsko proizvodnjo in trg. Gre za obdobje tehnološkega napredka kjer vijaki komunicirajo z roboti, kjer umetna inteligenca opravlja miselne procese za človeka, kjer govorimo o elektronski mobilnosti, o avtopilotih in intelektualni industriji. Gre za razvojno obdobje v 21. stoletju, kjer večina avtomobilske, elektronske, zdravstvene in druge oblike proizvodnje, uvaja robotsko proizvodnjo, avtomatsko oskrbo in zmanjševanje tistih procesov, za katere se uporablja delovna sila. Odvija se personalizacija proizvodnje, kar nam pove, da bosta človek in stroj popolnoma sodelovala s sistemom, strojem in robotom v smislu povečane ustvarjalnosti v industriji ali kje druge, glede na uporabo pametne tehnologije (Franko Uhernik in Murtič, 2019). Spoznavamo, da je industrija skozi tehnološki razvoj, razvoj interneta, informatike, računalništva, digitalizacije vodenja postopkov, uvajanje sodobnejših načinov proizvodnje, uvajanje robotov in pametne tehnologije, ki jo upravljajo informacijski sistemi, z uvajanjem robotov, ki opravljajo različna dela hitreje in natančneje od človeka, uspela zmanjšati stroške proizvodnje in dvigniti nivo kakovosti svojih proizvodov. Gre za nov in povsem prenovljen način poslovanja, kar spremljajo in proučujejo tudi druge vrste poslovnih ved, menedžment in organiziranje. Posodabljanje procesov predstavlja faktor, ki daje izhodišče za izboljšanje procesov, kar predstavlja nekakšen oris prihodnjih trendov novodobnega razvoja (Mencinger, 2009), kar je bilo iskano tudi v postopkih izboljšave sprejema ali prevzema surovin, štetja, tehtanja, pregleda, rezanja in priprave za proizvodnjo, označevanja in notranjega transporta. Imenovali smo jih storitvena dejavnost, logistika ali poslovni procesi, ki predstavljajo izboljšanje posameznih postopkov, s katerimi bi poskušali odpraviti izgube časa in prostora, pospešiti postopke priprave in transporta surovin v priročna skladišča oziroma v proizvodni del industrije. Cilj je bil tehnološko povezati več posameznih del in opravil v celoto in s pomočjo tehnike povečati učinkovitost posameznih postopkov, transporta in predvsem zagotoviti varnost, natančnost in sledenje surovini in proizvodnji. Sodobna tehnologija in druga tehnološka oprema, močna mednarodna, gospodarska in trgovska konkurenca, hitre spremembe proizvodnje, vse večja digitalizacija proizvodnih in drugih procesov, robotizacija posameznih postopkov v logistiki in vse večja vlaganja v razvoj tehnologije so dejavniki, ki nujno narekujejo raziskave glede uporabe strojne opreme tudi v fazah in procesih logistike v industriji in širše (Wildemann, 2004).

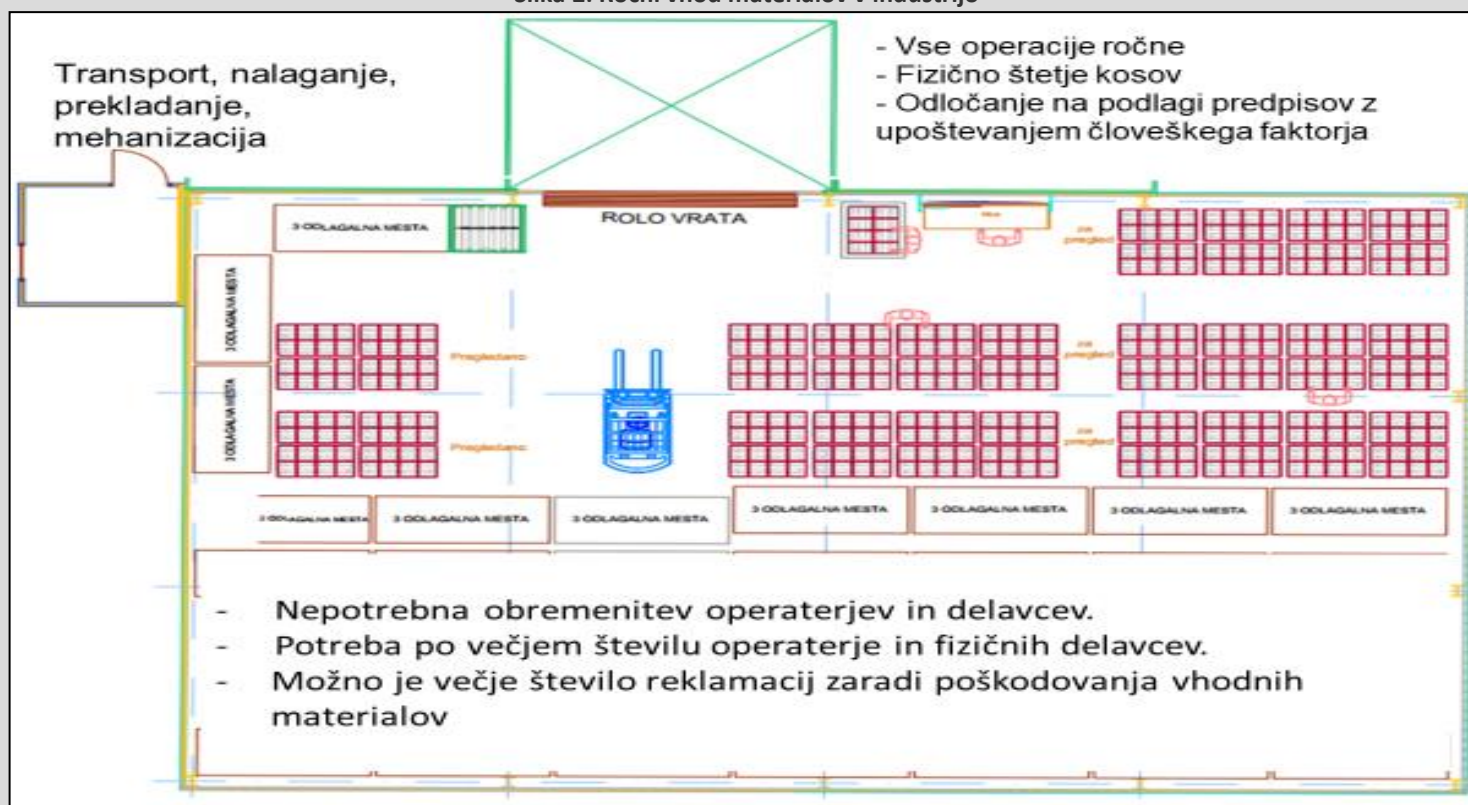
Kaj smo raziskovali?

Ugotavljamo, da je mednarodna konkurenca proizvodov močna, na trgu so vse večje količine podobnih izdelkov, povečuje se kakovost posameznih izdelkov, povečuje se tudi uporabnost novejših izdelkov, izdelki imajo trajnost in vzdržljivost, vse več je izdelkov, ki omogočajo sledenje, prebuja se potreba po varstvu okolja in ohranjanju zdravega bivanja, uvajajo se sodobne tehnologije, digitalizacija in svet se spreminja. Vse to so realni vzroki, ki industrijo in sodelujoče vzpodbuja k iskanju rešitev za posamezne procese, postopke, dela in opravila.

Industrija je spoznala, da ji vsakršna dejavnost v proizvodnji, ki ni neposredno vezana na procese proizvodnje, predstavlja strošek, brez teh procesov pa ne more proizvajati (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2017).

Prvotno so vse obremenjujoče elemente proizvodnje izločili ter jih prepustili zunanjim izvajalcem - outsourcing, ker je bilo smiselno, saj se je industrija tako lažje posvetila svojemu proizvodu. Kmalu zatem pa je industrija spoznala, da je z modernizacijo in posodabljanjem industrijske proizvodnje izboljšala le del procesov, zmanjšala stroške dela, odpravila izgubo časa in prostora, in hitro je postalo jasno, da ji tisti del proizvodnje, ki ga je štela za storitveni del, povzroča stroške v skupnem seštevku prodanega proizvoda. V stroškovnem pogledu je dejansko prišlo do zmanjšanja stroškov proizvodnje, čemur je pripomogla uporaba sodobne tehnologije in informacijskih sistemov, je pa še vedno ostal problem visokega stroška spremljajočih dejavnosti logistike, kar se je kazalo v strošku končnega izdelka. Prvotno razmerje stroškov industrijske proizvodnje in logistike je bilo 50-50 %, kar je z različnimi posegi poskušala spremeniti in trenutno najnižje razmerje je 65-35 %, za kar še vedno ni bolj natančnih podatkov. Poleg stroškov, ki nastajajo zaradi transporta, organizacije transporta ter izvedbe postopkov, ki so vezani na pripravo in izvedbo transporta, so bili stroški, vezani na posamezne logistične postopke znotraj industrije in so vezani na prevzem in pregled surovin, ravnanje s surovinami, notranji transport in priprava. Šele po preučitvi vzrokov, ki so obremenjevali proizvodnjo, se je industrija zavedala, da je v bistvu notranja logistika tista, ki je vseskozi višala stroške proizvodnje, zaradi česar so te procese posodobili, avtomatizirali in jih prilagodili industriji. Pričela je proučevati posamezne postopke oskrbe proizvodnih tokov, notranji transport in povezovalna opravila. Spoznali so, da medfazne postopke notranje logistike in notranjega transporta mogoče posodobiti ter na ta način zmanjšati stroške (Wiendahl, 2002).

Slika 2: Ročni vhod materialov v industrijo



lastna simulacija avtorjev (2020)

Najprej smo iskali rešitve postopa prihoda surovin ali polizdelkov iz priročnega skladišča do proizvodnje, nato pa smo iskali rezerve v zaključnem delu proizvodnje ter s postopki virtualno posodabljali postopke paletizacije ter shranjevanje proizvodov (polproizvodov) v regalno skladišče, kjer je priprava za transport (Murtič in Franko Uhernik, 2018). Tehnološko smo poiskali pomembne rezultate, ki so kazali prednosti in so bili nameščeni v področje proizvodnje sestavnih delov avtomobilske industrije, kovinske industrije, farmacevtske industrije in podobno. Posebej nas je zanimal postopek vhoda materialov, pri čemer smo ugotovili, da je na področju vhoda materialov v industrijske prostore in pri pripravi surovin za proizvodnjo velika izguba prostora in časa, da so postopki še vedno fizični, prekladanje surovin, večja uporaba delovne sile, kar nominalno industriji predstavlja nepotreben strošek. Zato smo iskali tehnične in tehnološke rešitve, ki bi omogočile zmanjšanje stroškov ter ki bi zagotovile hitrejši in izboljšani način pretoka surovin iz dvorišča ali skladišča v proizvodnjo.

Hipoteza raziskave

Osredotočimo se na sliko 2, ki daje vpogled v potraten procesa vhoda materialov, zaradi česar je bilo treba metodološko iskati rešitve, ki bi posodobile prevzem, pregled, tehtanje, pripravo, transport, skladiščenje in dostavo materialov v priročno skladišče ali na proizvodni

trak. V prejšnjih raziskavah smo virtualno in v praksi našli rešitve za transport surovin iz priročnega skladišča do proizvodnega traku, kjer smo uporabili AGV (Automated guided vehicle) kot transportno vozilo, hodnike kot infrastrukturo in magnetni trak kot vodilo za izvajanje dobave materialov v proizvodnjo. V nadaljevanju smo razmišljali o uvajanju nove tehnologije, informacijskih sistemov in infrastrukture, ki bi omogočila vhod surovin (materialov), označevanje, tehtanje, kodiranje, rezanje, zlaganje v zaboje, transport v skladišče in spremljanje materialov do priročnega skladišča ali do proizvodnega traku. Primerna hipoteza raziskovalnega področja je bila »Vhod materialov je mogoče avtomatizirati«, pri čemer odpiramo vprašanje, ali je mogoče s sodobno sprejemno sortirno napravo odpraviti izgubo časa in prostora ter zmanjšati uporabo delovne sile. Iskali smo rešitve v sodobni tehnologiji smernic industrije 4.0 (FoF Factories of the Future), ki zahtevajo hiter odziv na spremembe, zmanjševanje zalog v predpripravi ali v končnem delu proizvodnje. Zaradi zadržanosti industrije, smo k raziskavi pristopili v virtualnem svetu ter iskali tehnične in tehnološke možnosti, ki bi omogočile spremembo. Najprej smo pripravili skico naprave ali strojne opreme, ki bi lahko izvajala prevzem surovin, jih izmerila v določenem profilu, debelini, teži in dolžini ter po določenem utoru s podajali premikala v smeri rezanja kovinskih materialov v določene dolžine. Cilj je bil tehnološko doseči, da bi nova naprava kovinske cevi (vhodni material) prepoznavala po profilu, debelini, vrsti kovine, nakar bi se podajali cev potisnila v ležišče kovinskih rezalnikov, ki bi cevi prerezali na določene dolžine, odtisnila ali nalepila kodo in cev položila v za to pripravljene zaboje. V nadaljevanju bi avtonomna naprava AGV zaboje z vsebino odpeljala v priročno skladišče, kjer bi počakali na transport v proizvodnjo. Odtisnjena koda bi ves čas operaterju v proizvodnji, operaterju v vodilnem centru dajala podatke v kateri fazi je posamezni kos vgradnega materiala.

Vizija raziskave

Zaradi tehnoloških eksperimentov in neodzivnosti industrije, smo skozi virtualne postopke in preverjanje iskali podatke, ki bi opravičevali umeščanje sodobne naprave v procese prevzema surovin (materialov) za proizvodnjo. V nadaljevanju smo želeli pristopiti h konstrukciji zamišljene naprave za sprejem materialov ter umeščanje delovnih pultov in rezalnikov, ki bi izvajali rezanje cevi na določene dolžine. Iskali smo rešitve in konkretne podatke, ki bodo opravičili uporabo tehnične opreme in tehnologije ter poskušali dokazati, da bi kljub visoki naložbi, industrija v zelo kratkem času imela odgovarjajoče prihranke. Novo zamisel smo primerjali s obstoječim stanjem, ki je relevantno predstavljalo večje dvorišče za tovorna vozila in viličarje, ki so skozi manevrsko obračanje potratno zavzemali prostor. Istočasno je delo opravljalo več zaposlenih, ki so skrbeli, da so surovine (materiali) s tovornega vozila preloženi na viličarja ali manjše prikolice, ki so nato surovine vozili v skladišče. Iz skladišča cevi se vozijo v prostor za rezanje na določene dolžine in zopet v zabojih v priročno skladišče. Prepoznali smo izgubo časa in prostora ter spoznali, da bi z vgradnjo primerne naprave lahko postopke opravili na 1/3 prostora, ki ga ti postopki zavzemajo. Obenem smo ugotovili, da bi sprejem, rezanje, tehtanje, kodiranje, spremljanje, transport in skladiščenje bilo mogoče omejiti na minimum in tako industriji prihraniti stroške. Obstoječe stanje je pokazalo, da so postopki logistike za dobavo potrebnih materialov v industrijsko proizvodnjo motornih vozil temeljili na fizičnih pripravah posameznih kosov, fizičnem štetju in popisu, uporabi za to pripravljenih škatel, uporabi vozičkov, viličarjev vodenih s pomočjo delavcev ali drugih transportnih sredstev, ki so pogosto bili v napoto. Uporaba sodobne naprave bi zagotovila hitro JIT »Just in Time« poslovanje, zmanjšanje stroškov, varovanje zdravja zaposlenih, predvsem pa zagotavljala konkurenčnost industrije.

Teorija in teoretične možnosti

Teoretična izhodišča smo iskali najprej v virtualnem svetu, saj smo želeli najprej v virtualnem smislu preizkusiti postopke in procese ter šele po preverbi pridobljenih podatkov iskati ustrezne rešitve. Za predpostavko posameznih procesov smo uporabili že znana pisanja in znanstvena dognanja profesorja Zelenike in nekaterih avtorjev, ki so pisali z njim ali so ga posnemali in opisovali posamezne logistične procese znotraj notranje logistike v podjetju ali v industriji. Gre za prepoznavna dognanja, ki so jih avtorji želeli avtomatizirati ali posodobiti in so kot takšni že pred prepoznavo avtonomnih naprav, robotov, kombiniranih naprav in podobno, že videli napredek in ga skušali uporabiti v praksi (Zelenika, 2010b). Na vpogled smo imeli tudi konkretne podatke avtomobilske industrije, ki nam je edukativno predstavila postopke fizične dostave surovin (materialov) na dvorišču industrije, kjer so s tovornega vozila prekladali cevi in jih vozili v notranje skladišče. Raziskovali smo tri oblike industrije, ki se vežejo na kovinsko proizvodnjo in pri vseh smo ugotovili enako potrebo po posodabljanju, saj je še tako dovršena oblika robotizirane proizvodnje motornih vozil, vhod materialov še vedno imela ročno in na stari način kakor pred petdesetimi leti ali prej. To so bila idealna izhodišča za iskanje rešitev za posodabljanje procesov logistike pri vходу materialov v proizvodnjo.

Smernice predvidenih sprememb

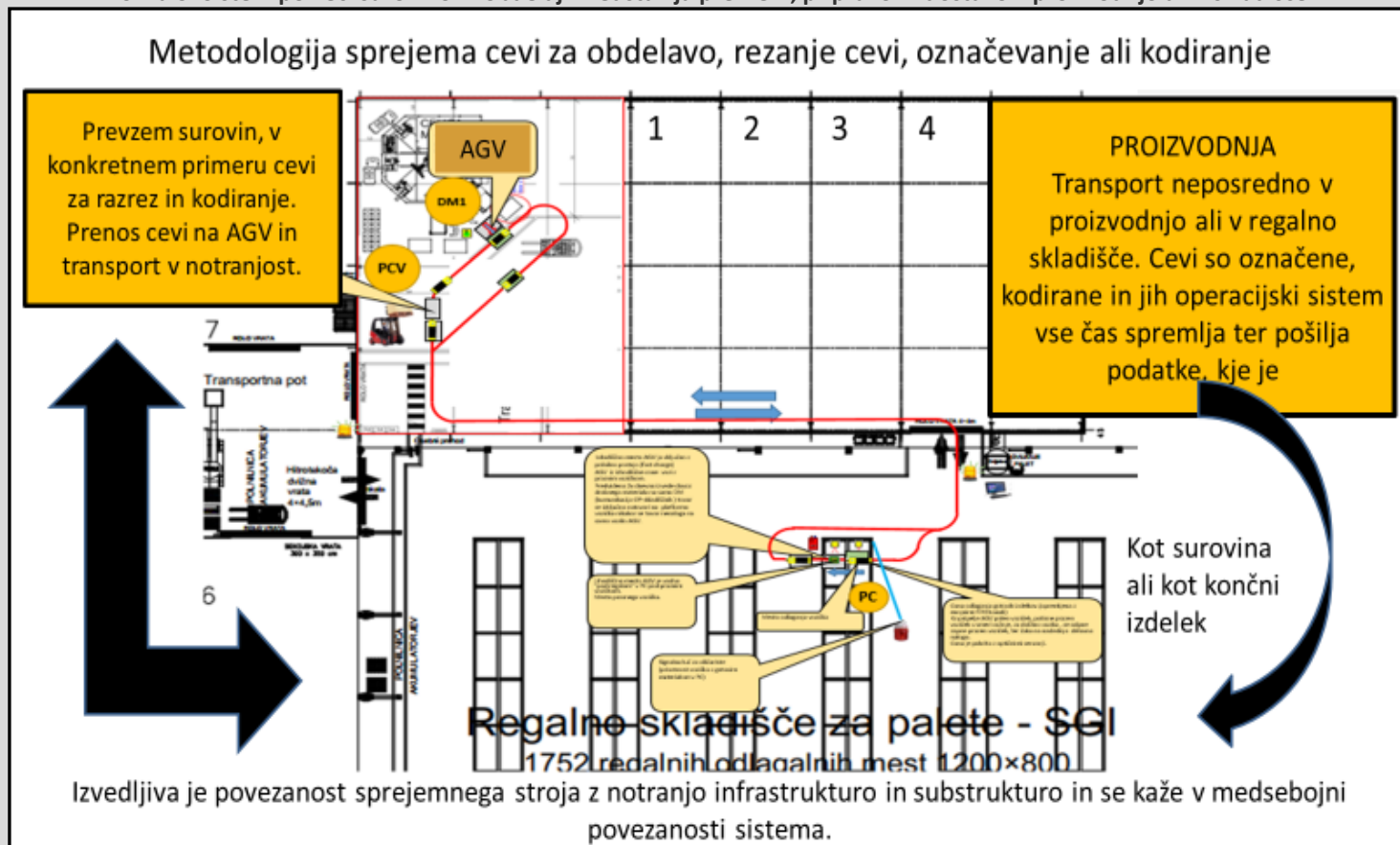
Že dalj časa je na trgu vodilna in najbolj dobičkonosna avtomobilska industrija, ki s položajem na trgu uravnava denarne tokove na borzah in tako uravnava gospodarska gibanja. Tako je avtomobilska industrija prepoznavna kot gonilna panoga gospodarstva posamezne države pa tudi celotne Evrope. Gre za specifično industrijo motornih vozil, ki se kaže v njenem nenehnem spreminjanju, posodabljanju, razvoju in iskanju naprednih tehnoloških, informacijskih, digitalnih in drugih elementov, ki bi omogočili hitro proizvodnjo, zmanjševali stroške proizvodnje ter kupcem ponudili novejšo in bolj sodobno izdelke oziroma avtomobile. Avtor Zelenika je pred leti izrekel znan stavek, ki pravi »Avtomobilska industrija se razvija, spreminja in nikoli se ne neha« v čemer je razumeti, da je gonilna panoga vedno v nekaj koraki pred drugimi, se spreminja, izpopolnjuje in trgu nudi nove in novejšo izdelke. Smernice sprememb avtomobilska industrija išče v novejših

modelih, novejših oblikah vozil po izpušnih ter v uvajanju sodobne opreme in razvoj električnih vozil. Za doseganje svojih ciljev avtomobilska industrija išče notranje rezerve in poskuša skozi posamezne postopke zmanjšati stroške ter v proizvodnjo in pripravo vpeljati čim več tehnološko dovršene opreme, ki naj bi odpravila izgubo časa, prostora in delovne sile. V te namene industrijska proizvodnja uvaja popolnoma avtonomne procese predpriprave proizvodnje s surovinami (materiali), v zadnjem času pa je vse bolj prisotna ideja o posodabljanju nekaterih postopkov predpriprave, ki industriji predstavlja nepotreben strošek (Seitz in Nyhuis, 2015). Skozi metodologijo proučevanja posameznih postopkov in posameznih storitvenih dejanj v notranji logistiki industrije smo prepoznali možnost po posodabljanju voda surovin (materialov) v proizvodnjo s celotno pripravo. Smernice sprememb smo iskali v postopku prevzema surovin (materialov), tehtanju, ocenjevanju, pripravi za predelavo ali dodelavo, transportu, notranji infrastrukturi in sledenju posameznih kosov materialov v proizvodnji. Ker gre za spremembe, ki močno vplivajo na razvoj industrije, smo se odločili postopke preizkusiti v virtualnem svetu in šele po ponovitvenih uspehih ponuditi, dejansko pripravo in umeščanje novih naprav v postopke. Čeprav govorimo o pozni obliki razvoja industrije 4.0, je treba razumeti, da se avtomobilska ali druga industrija še ni lotila iskanja rešitev, kako posodobiti postopke vhoda surovin (materialov) v proizvodnjo. Vhod surovin (materialov) kot postopek, kot notranji proces industrije ni stalnica in gre za obliko dela, ki je sicer potrebna in nujna, se pa izvaja občasno, ko je treba zapolniti skladišče z materiali in zagotoviti količino surovin za potrebe proizvodnje. Poznamo oblike predpriprave surovin, ki jih opravijo zunanji izvajalci za potrebo industrije ali pa to opravi industrija sama na drugih lokacijah ter nato v zabojih pripelje v skladišče industrije. Gre sicer za ustaljene postopke, ki so lahko v pomoč industriji, nikakor pa ni to izboljšanje postopkov, saj gre za izgubo časa in prostora in obenem za stroške, ki za industrijo nastajajo nekje drugje. Po naših smernicah sprememb predlagamo pripravo naprave, ki bi sprejemala, sortirala, rezala, tehtala, kodirala (označevala) in zlagala posamezne kose v za to pripravljene zaboje, ki bi po vsebini, teži in kodi sporočali podatke za notranji transport oziroma skladiščenje ali neposredno dostavo v proizvodnjo. Cilj je zagotoviti popolnoma avtonomni sistem prevzema, pregleda, organizacije sortiranja, rezanja, kodiranja in sledenja posameznim kosom materialov, v čemer se realizira združevanje matematične optimizacije podatkovne inteligence z industrijskim strokovnim znanjem in izkušnjami za razvoj orodij IT za načrtovanje in delovanje v industrijskih proizvodnih sistemih. Metodološko gre za znanstveni pojav proučevanja ter pridobivanja novega znanja za izboljšanje posameznih notranjih postopkov v industrijski proizvodnji. Skozi virtualne preizkuse smo zbirali opazljive, empirične in merljive podatke, ki so lahko podvrženi določenim merilom razumevanja posameznih postopkov in procesov industrijske proizvodnje. Smernice sprememb sledijo smernicam industrije 4.0, ki se odraža v sodobnem obvladovanju določenih logističnih postopkov ali procesov, ki zagotavljajo vitko proizvodnjo ali proizvodnjo hitrega prilagajanja, ki pomaga izboljšati celotne vrednosti ključnih kazalnikov (KPI Key Performance Indicator) vseh postopkov in procesov v industrijski proizvodnji. Predstavlja niz uporabnih orodij za odkrivanje in stalno odpravljanje izgub, izboljševanje kakovosti posameznih postopkov, skrajševanje proizvodnih časov, zmanjševanje proizvodnih stroškov (vitka proizvodnja – Toyota Production System - je sistem Toyotine filozofije izboljševanja postopkov in procesov v proizvodnji, ključno s storitvami oziroma logistiko, kar vpliva na medsebojne odnose dobaviteljev, kupcev in drugih deležnikov. Sistem je podprt z različnimi orodji, med katerimi sta najbolj znani stalno izboljševanje procesov (kaizen) in odpravljanje (poka-yoke). Virtualni prikaz izkazuje, da bi s posodabljanjem postopkov vhodov materialov pospešili pretok materialov, pridobili bi na tehnološkem rezanju materialov, tehtanju, označevanju, kodiranju in sledenju materialov ves čas od prihoda do odhoda iz industrije. Sistem bi bilo mogoče organizirati tako, da bi postopek sledenja razširili na dobavitelje surovin in kupce, pri čem bi dobavitelj še pred naročilom vedel, da industrija potrebuje nove surovine, koliko in kakšnih profilov in kupec bi sledil procesu proizvodnje in bi natanko vedel v kateri fazi je posamezni kos ali proizvod.

Tehnološko posodabljanje notranje logistike v industriji

Ugotovili smo, da je industrija motornih vozil gonilna sila razvoja posamezne države, skupine držav ali lokalne skupnosti, zato nas smiselno že sama metodologija proučevanja raziskovalnega področja usmeri v iskanje ključnih elementov, ki potrdijo ali ovržejo našo misel ali raziskovalne rezultate. Logistika je s svojimi postopki, aktivnostmi, storitvijo, procesi in številnimi drugimi aktivnostmi ključnega pomena za industrijo, saj gre za vrsto pripravljalnih, izvedbenih in zaključnih del in nalog, brez katerih industrija ne more zagotavljati svoje osnovne funkcije oziroma proizvodnje. Ugotovimo, da gre za številne postopke, procese ter naloge, ki so za industrijsko proizvodnjo zelo pomembni in nemogoče je govoriti o industrijski proizvodnji, če ti postopki, procesi in naloge niso že vnaprej vpeljane ali vsaj pripravljene. Kronološki pregled nam pove, da je logistika spremljala razvoj industrije skozi vsa njena obdobja in se prilagajala tako tehničnim, kot tehnološkim postopkom in procesom razvoja. Zato nas je v procesu raziskave zanimal razvoj in aktivnosti logistiki v industrijskem razvoju 4.0, v katerem smo proučevali posamezne postopke v nizu zagotavljanja surovin (materialov) za proizvodnjo ter iskali možnosti posodabljanja in izboljšanja posameznih postopkov. V konkretnem primeru smo iskali specifično uporabo logistike za potrebe vhoda surovin (materialov) v industrijo za zagotavljanja proizvodnje v smislu dobave surovin (materialov) v skladišča in iz skladišč v proizvodnjo. Uporabili smo sistem kanban, ki v sistemskem smislu pomeni razdeljevanje nalog in oskrbe delovnih mest, pri čemer smo upoštevali že delovna mesta na vhodu materialov. Sodoben sistem v naši raziskavi deluje po načelu vlečenja (»pull«), kjer ni nobenih napovedi, saj delovanje sistema opazi skozi odpoklic količin v proizvodnji. Gre za zaznavanje cevi v ležišču utora, ki cev potegne do rezalnikov, kjer jih razreže na potrebne dolžine, nato jih kodira in jih položi v za to pripravljene zaboje in pripravi za transport v skladišče. Metodološko sistem deluje na odziv z potrebo za pravočasno oskrbo surovin (materialov) s pomočjo signala, ki je lahko v obliki kartice, praznega zaboja ali praznega prostora.

Slika 3: Sistem povleci surovino in obdelaj. Predstavlja prevzem, pripravo in dostavo v proizvodnjo ali v skladišče



lastna simulacija avtorja, uporaba sistema notranjega transporta AGV (2020)

V sistemski raziskavi smo iskali in prepoznali možnost po posodobitvi vhoda surovin (materialov), ki bi ga sistem prepoznal kot tip proizvoda, število kosov, težo kosov ali po določeni kodi, ki jih je potrebno označiti, slediti v skladišče in iz skladišča pripeljati v proizvodnjo. Postopki so sistemsko zapisani na kanban kartici, ki je sistemsko prilagojena sinhroniziranim postopkom, kakršnega želimo postaviti pri vходу surovin (materialov) v proizvodnjo. Želeli smo sistem kanban kartice sistemsko uporabiti za kodiranje in spremljanje posameznih kosov vhoda materialov ter tako doseči, da že obstoječi program, z določenimi dopolnitvami surovine (materiale) shranjuje v skladišče ali pokliče dotok materialov za proizvodnjo.

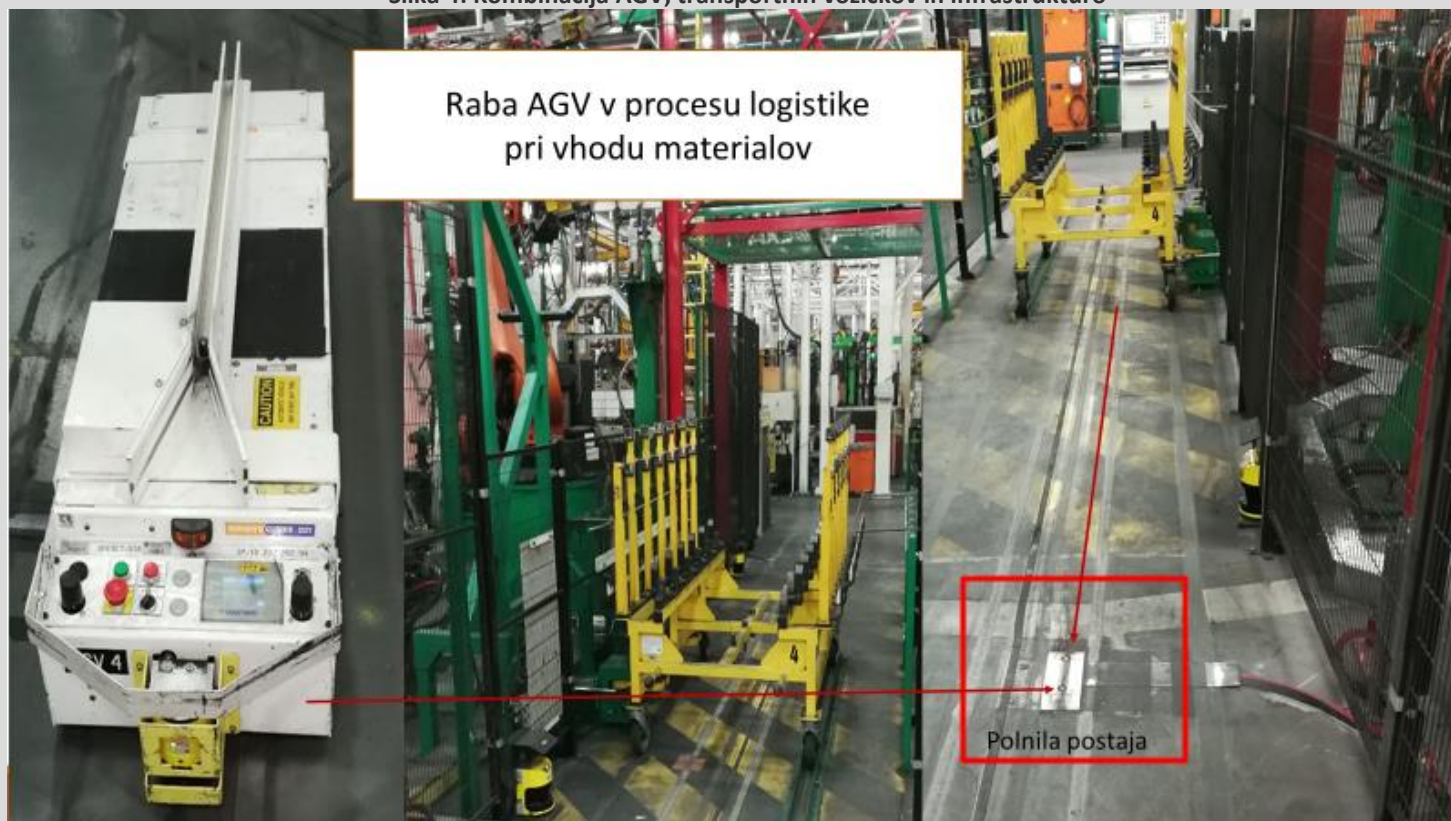
Pregled tehnološke podpore logistiki

Skozi proučevanje notranje logistike in tehnologij, ki sistemsko obvladujejo posamezne postopke, procese ali storitvena opravila logistike smo pojasnili, da je tehnologija prihodnost posamezne industrijske veje, ki zagotavlja številne prednosti, natančnost, varovanje zdravja, okolja in mnogo širše. Tehnologija se je spreminjala skozi industrijski razvoj, kar razumemo kot bistveno v smislu posodabljanja industrijski procesov in predvsem v prepoznavanju tehnike, ki omogoča posodabljanje posameznih procesov, postopkov in opravil. Ta pregled nam pojasni, da je tehnologija ves čas prisotna (primerno razvojnemu obdobju) v industrijskem razvoju in sledi uvajanju strojne opreme v proizvodne in kasneje v logistične procese oziroma postopke in storitve. Tehnološke posege v proizvodnjo je mogoče zaznati že v prvih oblikah uporabe različnih strojev za potrebe vlečenja, potiskanja, dviganja materialov, prekladanja, nakladanja materialov, v skladiščih in tudi v sami proizvodnji. Pri tem je treba razumeti, da je v prvotnih oblikah šlo bolj za strojno opremo, ki po svoji strukturi, obliki, namenu in uporabnosti ni bila namenjena zgolj logistiki in izvajanju logističnih procesov, je pa opravičila obstoj in opravila tista dela in naloge, ki so bili sestavni del proizvodnje in logistike. V sodobnem industrijskem razvoju, (če upoštevamo industrijo 4.0), so se izvajalci logistike in logističnih procesov vse bolj nagibali k uporabi pametnih strojev, robotov in programske opreme za opravljanje posameznih trajajočih nalog, kar je bilo razumljivo, saj so raziskovalni podatki pokazali, da je mogoče z uporabo manjših naprav (avtomatsko vodenih naprav) dosegati boljše rezultate, prihraniti pri porabi energije in izključiti večje število zaposlenih. Posvetili smo se sodobnim napravam za sprejem in pošiljanje surovin (materialov) v industrijski prostor ter pripravljalnemu delu (stroj ali naprava je v razvoju in še ni poimenovan) za skladiščenje ali za pripravo in transport v proizvodnjo. Proučevali smo transport v notranji logistiki in se sistemsko omejili na podporo AGV robota, ki je že opravičil svoj namen. AGV SMARTCART 100TT (Automated guided vehicle) je v konkretnem raziskovalnem področju namenjen za prevzem in prevoz surovin (materialov) od prevzemne naprave na vходу surovin od zunaj v industrijo in za transport v priročna skladišča ter iz priročnih skladišč v različne dele tovarne, kjer se opravlja proizvodnja (Murtič in Franko Uhernik, 2018). Gre za

AGV, ki je opredeljen kot pametna naprava nove generacije, ki je sposobna z določenimi računalniškimi programi sama odločati, katera dela bo opravila v zaporedju. V konkretnem primeru je praksa pokazala, da je AGV mogoče uporabljati po metodi fiksnih sledi ali začrtani poti, ki so v programu natančno kodirane, pri čemer AGV sledi magnetnemu traku, ki je njegova infrastruktura, uporablja RFID tehnologijo in je povezan v proizvodni sistem, ki nadzoruje poti več robotov. V sistemu so avtonomne naprave povezane skozi računalniške programe in služijo temu, da namenske vozičke od prevzemnega stroja prevaža v priročno skladišče ali pa iz priročnega skladišča oskrbuje industrijsko proizvodnjo. Sistemsko je zanimiva njegova storilnost, funkcionalnost in varčevanje z energijo. V skupnem raziskovalnem področju pa je ključnega pomena varčevanje s časom, energijo in delovno silo, s čemer se odpravijo izgube, skrajša čas prevzema vodnih surovin (materialov) in prihrani energija. Obenem se zagotovi natančnost postopkov, varovanje zdravja ljudi in varstvo okolja, kar je danes zelo pomembno.

Sistemsko smo v proučevanje poleg AGV vključili še pametne viličarje kot tehnološko podporo, vendar smo pri virtualnih raziskavah ugotovili, da je za utečeno pot in opravljanje ponavljajočih se nalog potrebno veliko časa, zaradi česar so bili iz raziskave umaknjeni. Pri viličarjih sicer gre za visoko sofisticirane ter tehnološko izpopolnjene stroje in strojno opremo, ki lahko brez človeka opravlja vsa dela, ki so potrebna za prevzem blaga, surovin ali končnih izdelkov, vendar smo potrebovali za učenje ponavljajoče se naloge 10 dni, da bi se program naučil vseh zahtevnih gibov in premikov, pri čemer nismo bili popolnoma prepričani, če lahko viličar varno in brez pomoči človeka, svoje delo v sistemu varno opravlja (Franko Uhernik in Murtič, 2019). Različne oblike trajnostnega razvoja industrije so nam pokazale številne možnosti, glede na vrsto proizvodnje, glede na obliko infrastrukture in umeščenost objekta v prostor, kar smo sicer proučevali, vendar smo spoznali, da industrija nima visokega interesa in bo treba počakati na boljše čase.

Slika 4: Kombinacija AGV, transportnih vozičkov in infrastrukturo



lastna simulacija avtorja, slika iz študijskega gradiva pri predmetu Logistika FINI NM, kombinacija sistemov (2020)

Metode raziskave

Metode naše raziskave smo prilagodili raziskovalnim potrebam in raziskovalnem področju, seveda z virtualnega vidika. Skozi različne metode smo proučevali posamezne elemente logistike in logističnih procesov ter skozi njihove faze spoznavati učinke tehnologije v procesu sprejemanja surovin (materialov) v industriji. Iskali smo merljive podatke, ki bi nam bili uporabni za primerjavo stroškov dela, energije, ljudi in porabljene energije. Metodološko je rezultate mogoče razlagati različno in obenem iskati ustrezne rešitve, ki bi opravičile uporabo tehnologije za raziskovalni namen. Gre za znanstveno metodo proučevanja posameznih pojavov v industriji, skozi katere je mogoče pridobivati novo znanje in ga uporabiti za izboljšanje posameznih procesov. Metodo smo sistemsko uporabili zato, ker temelji na zbiranju opazljivih, empiričnih in merljivih podatkov, ki so podvrženi določenim merilom razmišljanja in se lahko odražajo v izboljšanju procesov, časovni ali cenovni enoti.

Izhodišče metodološke raziskave

Iskanje izhodiščnih točk raziskave smo utemeljevali z našo trditvijo, da je v področju industrijskega razvoja nenehno treba iskati rešitve, ki bodo omogočile posodabljanje posameznih faz logističnih storitev. Naša trditev je temeljila na dejstvu, da je industrija v nenehnem razvoju in v nenehnem iskanju tehnoloških posodabljanj, tako v sami industrijski proizvodnji, kakor tudi v storitvenih in uslužnih dejavnosti, kar je vse skupaj treba razumeti kot dejstvo, da je industrija v svojem proizvodnem procesu prepoznala pomembnost logistike, predvsem v pripravljalnem delu za proizvodnjo, pri čemer jo znanost ves čas opozarja, da je metodološko mogoče vse postopke in operacije, pretoka materialov urediti s strojno opremo ter tako v dobršnem delu prihraniti na času, prostoru, energiji in ljudeh. Pri vsem tem gre za prepoznavanje posameznih postopkov in procesov ali faz storitvene ali proizvodne dejavnosti, kjer je nujno odpraviti izgubo časa in prostora ter zagotoviti nemoteno zagotavljanje surovin (materialov) z manjšimi stroški. Izhodišče metodologije naše raziskave temelji na prepoznavanju posameznih postopkov, procesov in storitvenih nalog, katere je mogoče strojno posodobiti ter tako odpraviti izgubo časa, nepotrebno porabo prostora in nepotrebno porabo energije. Že v izhodišču raziskave smo opravili analizo podatkov in obstoječega stanja v industriji, ki je pokazalo, da se večina logističnih opravil, nalog ali operacij v logistiki opravlja ročno. Prav zaradi tega smo želeli poiskati možnosti za strojni prevzem surovin (materialov), saj je v trenutnem načinu mogoče ugotoviti, da gre zgolj za fizično potiskanje, prenašanje, prelaganje, rezanje, štetje kosov in ročno prelaganje v zaboje. Čeprav gre pri tem tudi za uporabo strojev, ki jih neposredno upravlja delavec, ni mogoče govoriti o napredni tehnologiji, predvsem zato, ker gre za delo več delavcev, več delovnih mest in za uporabo strojev, ki brez neposrednega upravljanja človek, ne funkcionirajo. Sicer so vsi postopki opredeljeni s predpisi, navodili ali usmeritvami vodstva industrije, kar zagotavlja minimalno varnost zaposlenih in postopkov, vendar z upoštevanjem človeškega faktorja, to za industrijo pomeni velike obremenitve operaterjev in proizvodnih delavcev, veliko potrebo po operaterjih, po zaposlenih delavcih, posledično pa so različne nepravilnosti v dobavi surovin in tudi reklamacije iz proizvodnje, in sicer zaradi neustreznega ali nestrokovnega dela, zaradi nastale škode, nepravilne rabe materialov, kosov, tehtanja, označevanja in podobno. Posledice se kažejo kot pogosto vračanje surovine ali materialov iz proizvodnje in njihov ponoven pregled, pripravo in označevanje, zaradi česar nastaja ogromna izguba časa in prostora, obenem pa lahko pride do zastoja proizvodnje. Ravno ta analiza je bila izhodišče za iskanje postopkov in tehnoloških posodobitev za hiter in natančen prevzem materialov s pomočjo avtonomnih naprav in sodobne tehnologije.

Rešitve

Poskusi uvajanja različne strojne opreme v področje logistike, predvsem na tista storitvena območja, kjer je potrebno izvajati težja fizična dela, so prisotna že vrsto let, predvsem v procesu skladiščenja surovin in njihovo pripravo za proizvodnjo, pripravi industrijskih polizdelkov, izdelkov za nadaljnjo proizvodnjo ali končnih izdelkov za trg. Industrija ima razvojne oddelke, ki proučujejo in iščejo strokovne rešitve, pri čem je razumeti, da je uvajanje novejših in boljših postopkov, določena oblika sledenja industrijskemu razvoju, kar je bilo mogoče videti v industriji v preteklosti in gre za različne oblike strojev ali naprav za potiskanje, dviganje, shranjevanje, razvrščanje materialov in podobno. Danes sodobna strojna oprema deluje na podlagi prepoznavanja računalniških programov ali programskih kodah in številkah, ki jih prepoznavajo računalniški programi s čitali, ki dajejo ukaze za različne aktivnosti. Po vzoru nekaterih naprednejših oblik industrije v Sloveniji, je mogoče pojasniti, da so v teh oblikah industrije (industrija motornih vozil, farmacevtska industrija in nekateri drugi), v zadnjih desetih letih prepoznali potrebo po tehnološki uporabi AGV AMRTCART 100TT, in sicer v predpripravi surovin za proizvodnjo in v sami proizvodnji, kar je predstavljalo novost, ki je kasneje mnoge vrste industrije pritegnila k uporabi. Prvotne oblike robotov so bile vgrajene med proizvodnimi procesi, namenjene predvsem zlaganju, sortiranju, označevanju in pripravi končnih izdelkov za transport (na spletu je vrsta filmov, ki predstavljajo procese spremljanja, priprave in notranjega transporta prehranskih izdelkov (mleko in mlečni izdelki, testenine, peka kruha in podobno). Zanimive so tudi rešitve v procesu pakiranja, paletiziranja in shranjevanja v skladišča ter priprava za transport (Zelenika, 2005). Že v teh konkretnih rešitvah je industrija z uvedbo tekočih trakov med proizvodnjo, uporabo robotskih rok in kasneje AGV, zmanjševala številna delovna mesta, kar je pomenilo manj fizičnih oseb, zmanjšanje operaterjev, uvedbo računalniškega nadzora, operativni nadzor na daljavo oziroma iz nadzornega centra, natančnost opravljenih storitev in prihranek pri energiji. Konkretne rešitve je avtomobilska industrija iskala tudi v posodabljanju viličarjev, katerim je vgradila možgane in računalniško opremo, izvedeni so številni preizkusi, pri katerih smo sodelovali, vendar smo se, zaradi številnih zapletov v virtualnem delu raziskave in kasneje v poskusih in praksi odločili, da so viličarji nevarni za okolico, in je za njihovo delo še vedno potrebna človeška kontrola. Metodološko je uvedba avtonomnih naprav (AGV, robotske roke, tekoči trakovi) tudi v logistiki pomenila cenitev stroškov storitvene dejavnosti, manjše število zaposlenih in večjo storilnost (Mehami, Nawi in Zhong, 2018).

Rezultati raziskave

Proučevanje posameznih postopkov, posameznih premikov, gibov, infrastrukture, opreme in oblik izvedbe posameznih storitev zahteva iskanje znanstvenih, za proučevanja opazljivih, empiričnih in merljivih podatkov, ki bi nam ponudili možne rešitve, ki bi bile ustrezne, uporabne in prepoznavne v industriji, kakršno smo v naši raziskavi izbrali. Zaradi zaupnosti podatkov iz obravnavane industrije, samo se omejili bolj na virtualne preizkuse, ki so nam dali podlago za iskanje ustreznih rešitev. V konkretni industriji pa smo dobili odgovore, ki

nam potrjujejo našo misel, zaradi česar sledi nadaljnje sodelovanje in iskanje možnih rešitev. Cilj je bil zbrati podatke in podati predloge za nove raziskave, ki bi lahko služile kot primeri dobre prakse iskanja rešitev.

Pregled ustreznih rešitev nam pokaže, da je za obstoječo obliko dela vhoda materialov v industrijo potrebnih pet delavcev, pri čemer prvi z viličarjem s tovornega vozila ali železniškega vagona bale kovinskih cevi sklada na delovni pult. Njegovo delo se sestoji iz upravljanja viličarja, prenos volumna in teže na delovni pult ali pripravljalni regal, ali z regala na delovni pult. V času neaktivnosti sedi in čaka na nova navodila in nove naloge. V manevrskem prostoru delovanja viličarja, ni dovoljeno gibanje ljudi, transportnih sredstev in ni dovoljena uporaba prostora. Drugi delavec prereže zatego, ki povezuje balo kovinskih cevi in vsako cev prime v roke ter jo fizično poda tretjemu delavcu. Tretji delavec vsako cev prime v roke in jo potisne do pripravljenega distančnika, ki predstavlja pripravljeno mero za rezanje in zreže cev na dolžino 30 cm. Iz ene 600 mm cevi pridobi 20 cevi za nadaljnjo proizvodnjo, ki jih četrti delavec, vsako posebej prime v roko in označi s številko, ki jo označi s kodo ročnega stroja. Peti delavec vsako cev posebej položi v zaboj in napolnjene zaboje odpelje v priročno skladišče, od koder jih z vozičkom in AGV napravo odpeljejo v proizvodnjo. Sistemsko smo proučevali posamezni postopek, posamezni premik, gib, infrastrukturo, opremo in oblike dela ter s pomočjo znanstvenih, za proučevanja opazljivih, empiričnih in merljivih podatkov, iskali možne rešitve, ki bi bile ustrezne, uporabne in prepoznavne v industriji.

S pomočjo digitalizacije, računalniške opreme in simultanih programov smo razvijali vsak gib in vsak postopek posebej in prišli do spoznanja, da bi v procesu sprejema surovin (materialov) v industrijo, v fazi med skladanjem surovin in pripravo za proizvodnjo, umestili strojno napravo, ki bi imela sprejemni prostor, sortirni del, prerez zatege, več rezalnikov, optično ali strojno označevanje kosov (kodiranje), spremljanje, vodila za zlaganje posameznih kosov v zaboje na paleti in transport z AGV v priročna skladišča ali v proizvodnjo. V tej fazi smo s proučevanjem podatkov prišli do merljivih podatkov, ki se kažejo obstoju prvega delavca in viličarja, vsi drugi delavci bi bili nepotrebni. Odpravili bi izgubo v pri postopkih rezanja, podajanja, prejemanja posamezne cevi, označevanja in zlaganja posameznega kosa v zaboje. Virtualna raziskava je pokazala, da bi v sprejemnem delu vgradili valj z utori za posamezno debelino cevi, ki bi posamezni cev sprejel in jo vrtel do položaja, ko podajalnik cevi prime in jo nastavi za rezanje (glej sliko 1). Na napravi bi poljubno nastavili več rezalnikom, pri čemer bi naprava v enem premiku prerezala 20 cevi. Če smo pri prepoznavi učinka zaposlenih ugotovili, da je delavec sposoben v eni uri zrezati 10 cevi, pri napravi dobimo podatek, da je naprava sposobna v eni minuti zrezati 2 cevi in jih istočasno označiti, očistiti in zložiti v pripravljene zaboje, dobimo odgovor, da je naprava v minimalnem delovanju sposobna zrezati celotno balo 120 cevi, jih označiti, zložiti ter pripraviti za notranji transport.

Konkretne možnosti modela tehnologije je bilo mogoče najti v kombinirani napravi, ki avtomatsko prevzemala materiale, jih obdelala, označila, tehtala ter pripravila za proizvodnjo. Sistemsko proučevanje in metodologija iskanja rešitev je pokazala rezultate, ki so bili presenetljivi, saj so nam pokazali, da je mogoče logistične postopke sprejema surovin (materialov) opraviti brez napak, brez zastojev, brez reklamacij, veliko hitreje in veliko ceneje. S pomočjo tehnologije in računalniške opreme smo virtualno preizkusili novo obliko, v kateri smo odkrivali možne napake in težave, ki bi lahko nastali pri delu. V tem prvem delu avtomatizacije, smo poizkušali rešiti potratne postopke in odpraviti vse kakovostne težave glede odpremljanja industrijskih kosov. Prepoznali smo številne težave in napake, ki so se nam pojavile pri ročnem opravljanju teh logističnih postopkov, prav tako smo videli izgube časa in prostora, nepotrebno bremenitev delavcev in neučinkovite postopke, ki se jih da avtomatizirati. Naš cilj je bil z novo tehnologijo pospešiti pretok surovin, odpraviti izgubo časa in prostora ter vodstvo industrije seznaniti o nepotrebni uporabi delovne sile. Industrija je področje, kjer je mogoče uporabiti vse dosežke sodobne tehnologije 4.0, vse bolj pa se kaže tudi možnost umeščanja novih in novih dosežkov tehnologije 5.0. Konkretna možnost modela se nam je porodila v kombiniranem sprejemnem stroju, ki vsebuje sprejemni prostor, val z utori za prejemanje posamezne cevi, rezalnike, označevalce, vodila za potovanje zrezanih cevi, zlaganje surovin v zaboje ter transport. Kombinacija prevzema surovin (materialov) v industrijo dopušča številne spremembe in dopolnitve, v našem primeru pa gre za možnost priprave in umeščanja avtonomne naprave, ki bi večino logističnih postopkov opravila natančno, brez zastojev in zelo učinkovito.

Uvajanje sodobne tehnologije v logistiki in posodabljanje procesov logistike za povečanje zmogljivosti industrijske proizvodnje v avtomobilski ali drugi industriji ima več pomenov, in sicer pospešiti proizvodnjo, poenostaviti logistične in proizvodne procese, zmanjšati porabo energije, odpraviti izgube časa in prostora, povečati storilnost in zreducirati materialne stroške končnega proizvoda. Metodološko iskanje rešitev nas je vodilo k iskanju ustrezne tehnologije, ki bi s svojimi postopki omogočila hitrejše postopke in zniževanje stroškov v industrijski ali drugi proizvodnji. V tem kontekstu omenjamo za industrijo zelo razširjeno metodo JIT (Just in Time), ki omogoča koncept poslovanja brez zaloga, ki so ga razvili v šestdesetih letih prejšnjega stoletja na Japonskem. V svoji najosnovnejši obliki JIT zahteva natančno količino proizvodov ob točno določenem času. Pri tem konceptu je treba upoštevati, da proizvodnja ene enote več ali manj, kot je potrebno, zvišuje stroške poslovanja. Zaradi tega morajo materiali, polizdelek, ali končni izdelki biti dostavljeni po sistemu JIT ravno ob pravem času – ko jih potrebujemo. Skozi našo raziskavo in skozi naše podatke smo ugotovili, da je z ustrezno avtonomno napravo mogoče dosegati odlične rezultate, odpraviti izgubo časa in prostora, doseči natančnost in pravočasno dostavo, kakor predvideva JIT.

Razprava avtorjev

V konkretnem primeru gre za rezultat skupinskega dela, izkušenj, podkrepljenih z metodami zmanjševanja izgub v procesih priprave surovin za proizvodnjo. Metodološko smo skozi proučevanja ponovno prišli do spoznanja, da je v znanosti vse relativno in vse je mogoče tehnološko nadgraditi, dopolniti, dodelati, spremeniti, inovirati, posodobiti, zamenjati it. kar daje odgovor, da z raziskavami še zdaleč nismo zaključili. Znanost vedno ima svoj prostor in je neskončna, zato smo z znanstveno metodo proučevali pojave poteka materiala od vhoda v krog industrije (dobava materialov za proizvodnjo), označevanje, sortiranje, pregled, rezanje, označevanje in notranji transport do priročnega skladišča, določanje posameznih znakov, števil, kod in podobno, odrejanje posameznih materialov za posamezne proizvodne trakove in priprava za notranji transport v proizvodnjo. Metodološko in sistemsko smo pridobivali nova znanja za izboljšanje posameznih postopkov logistike, s ciljem podpore industrijski proizvodnji. Zagotovo nam je cilj bil zbrati opazljive in tudi empirične ter merljive podatke, ki jih je mogoče meriti z določenimi metodami merjenja in ocenjevanja ter na podlagi njih sodelovati pri razvoju nove tehnologije, ki bi pripomogla k hitrejšemu obvladovanju logistike v industriji. To nam je tudi uspelo, saj smo pri ugotovitvi, da je na vhodu surovin nepotrebno postavljenih pet delavcev, ki v skupnem cilju opravljanja nalog, naredijo le 10% delovnega učinka avtomatiziranega stroja (v skupnem seštevku pet delavcev v eni uri obdela in pripravi 10 kovinskih cevi in v osmih urah le 80, je zadosten razlog za avtomatizacijo, če so nam podatki raziskave povedali, da je stroj sposoben v enakem času obdelati 960 enakih cevi in industriji zagotoviti večjo natančnost postopkov, boljše surovine in velik prihranek. Postavili smo hipotezo, s katero smo želeli potrditi, da je tehnologija ključna pri razvoju industrije in vseh procesov, ki spremljajo industrijsko proizvodnjo. In zopet smo v nadaljevanju našo trditev metodološko podkrepili z uporabo ustreznih metod v industriji, kot je Kaizen, Poka Yoke, Kanban, Pull, JT ter vse skupaj preizkusili skozi virtualne procese. Vsaj v konkretnem primeru smo imeli postopke valjčnega prevzema kovinskih cevi, potiskanje in razrez, kodno označevanje, tehtanje in zlaganje v zaboje. Skozi virtualne raziskave smo ocenili, da smo dosegli zastavljene cilje, saj so bili prikazani logistični in ekonomski učinki, ki se vidijo v avtomatskem prevzemu surovin in pripravi po programu VMS (Warehouse Management System). V dogovoru z industrijo, se raziskava ne zaključuje in se nadaljuje v cilju iskanja novih možnosti, boljših rešitev in konkurenčne prednosti za avtomobilsko industrijo. Zanimiva je tudi ugotovitev, da je industrija pripravljena po naših navodilih in znanstvenih dognanjih pristopiti k izdelavi avtonomne sprejemne naprave, za kar smo zagotovili tajnost in hranjenje industrijske skrivnosti, zaradi česar ne omenjamo niti industrije, v kateri smo raziskavo opravili.

Zaključna misel

Skozi sistemsko proučevanje posameznih področij logistike in metodologije pristopa k raziskovalnem vprašanju smo prišli do spoznanja, da je industrija, posebej industrija motornih vozil, specifično področje proizvodnje, ki uravnava svetovni trg, uravnava ekonomska, med-organizacijska, med-korporacijska in druga razmerja, pogosto pa je industrija motornih vozil tudi element med državnih in političnih razmerij. Zavedajoč se tako zahtevne odgovornosti industrija s pomočjo stroke in znanosti išče trajnostne rešitve, razvija tehnologijo, razvija infrastrukturo, razvija sisteme in proizvodne procese ter išče strokovne rešitve, ki bi omogočile ohranjanje industrijske proizvodnje, organizacijo trga. Gre za ekonomsko vprašanje razmerja med ponudbo in povpraševanjem, razmerje med posegi v naravo in okolje in potrebami za človeški obstoj. Sistemsko išče metode in vzvode, komercialne in druge možnosti, kako pritegniti kupce ter tako zagotoviti nadaljevanje industrijskega dela in razvoja. Zato je uvedba nove tehnologije, uvedba pametne tehnologije ideološki modul razvoja in posodabljanja avtomobilске in druge industrije. V dosedanjih raziskavah smo [5,10] smo proučevali posamezne procese in postopke notranje logistike v industriji ter iskali teoretične in strokovne rešitve za notranji transport surovin, notranji transport v proizvodnih fazah in notranji transport polizdelkov ali končnih izdelkov v regalna skladišča za nadaljnji zunanji transport. Avtomatizacija posameznih procesov je pomenila zmanjševanje stroškov za delo, preprečevanje izgub časa in prostora ter uvajanje novih tehnologij, ki predstavljajo ohranjanje zdravja ljudi in varstvo okolja. Navedba uporabe AGV robota (pametnega stroja) je navdihnila mnoge proizvajalce (farmacija, proizvajalci hrane, kovinska industrija itd.), da so v svoje procese uvedli novosti in tako prihranili pri energiji, pri kadrih, pri varnosti, pri varovanju okolja in mnogo širše. Sistemsko uvedba novih sistemov, nove tehnologije, robotov kakršen je AGV, strojev za sprejem surovin, naprav za paletiziranje, uvedba pametnih viličarjev, ki delujejo brez človeka, uvedba pametnih skladišč, ki se sami oskrbujejo, strojev ki izvajajo različna fizična dela, predstavljajo industrijski razvoj in obenem pomenijo razvoj znanosti, sistemov, gospodarstva in celotne družbe.

V konkretnem primeru smo pokazali, kako je sistemsko mogoče posodobiti vstop ali prihod surovin v industrijo, kjer je mogoče z eno kombinirano avtonomno napravo odpraviti številne izgube delovnega časa, prostora, energije in mnogo širše. Prav tako smo skozi uporabo različnih metod, z virtualnimi analizami, prišli do novih in novih spoznanj do novih pametnih strojev, ki bi lahko bili v podporo industriji in posebej v našem konkretnem primeru, so v pomoč avtomobilski industriji. Predstavljena tehnologija, pametni stroji (roboti) so dokaz, da se slovenska industrija razvija v koraku s svetovno industrijo, v nekaterih primerih celo prehiteva svetovno industrijo, kar je lahko v ponos razvojnemu centru posameznih industrijskih panog in tudi šolam, fakultetam, univerzam, inštitutom in vsem nam, ki smo v procese razvoja vključeni. V konkretnem primeru, kjer smo prikazali sistemsko vključevanje in uporabo pametnih strojev v industriji motornih vozil pri nas v Sloveniji, smo v fazi virtualnega preverjanja sposobnosti posameznih funkcij in uporabi pametnih strojev v širše namene, kar bomo v naslednjih obdobjih tudi prikazali. Virtualni prikaz sistema uporabe avtonomne naprav s prostorom za prevzem kovinskih cevi, z valjčnim pobiranjem kovinskih cevi in njihovo rezanje, označevanje in zlaganje v zaboje, smo predstavili možnosti umeščanja pametne tehnologij, ki bi za industrijo pomenila napredek, pospeševanje proizvodnje, nemoten dotok surovin in konkurenčnost na trgu. Že izračuni petih

delavcev v zaporedju prihoda surovin in uporaba modernizirane oblike prevzema surovin pokaže neverjetno razmerje stroškov, izgube časa, prostora in številne druge odklonske postopke, ki jih je mogoče zamenjati s strokovnim in avtomatsko vodenim strojem. Zavedamo se, da so naše raziskave vedno na nekem izhodišču in da znanstvena dognanja o posamezni opreми dajejo le izhodišča za nadaljnje raziskovanje, s čemer smo postavljeno hipotezo popolnoma potrdili in bralcu dali možnost, da se seznaní z novostmi v razvoju industrije ob zavedanju, da smo lahko opisovali in predstavili samo tiste dela razvoja pametne strojne opreme, ki ne predstavlja poslovne skrivnosti posameznega proizvajalca. Zaradi tega tudi nismo omenjali, kje smo znanstvene raziskave opravili in kje smo prikazane podatke dobili.

Viri:

1. Zelenika, R. (2005). *Logistički sustavi*. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet. 183–185.
2. Zelenika, R., (2010a). Važnije odrednice prometne industrije. V *Ekonomika prometne industrije* (str. 227–247). Rijeka: Ekonomski fakultet.
3. Gričar, J. (2009). Izrabljanje informacijske tehnologije za inovativno medorganizacijsko povezovanje. V B. Bukovec, U. Pinterič, A. Pandiloska (ur.) *Uveljavljanje univerzalne odličnosti kot odgovor na izzive sedanosti in prihodnosti/21. mednarodni forum odličnosti in mojstrstva in Konferenca zmagovalcev, 21. in 22. maj 2009, na Otočcu* (str. 123–136). Novo mesto: Fakulteta za organizacijske študije.
4. Zelenika, R. (2008). *Menedžment logističnih sustava*. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet, 429–452.
5. Franko Uhernik, I. in Murtič, S. (2019). Tehnološko izboljšanje logističnih postopkov v industriji. V I. Fink Grubačević (ur.), *Priložnosti, potenciali, izzivi zbornik recenziranih prispevkov, 4. mednarodna znanstvena konferenca o razvoju industrijskega inženiringa, Otočec pri Novem mestu, 8. april 2019* [Elektronski vir]. Novo mesto: Fakulteta za industrijski inženiring.
6. Mencinger, J. (2009). Oris prihodnjih trendov ali kaj po krizi. V B. Bukovec, U. Pinterič, A. Pandiloska (ur.), *Uveljavljanje univerzalne odličnosti kot odgovor na izzive sedanosti in prihodnosti/21. mednarodni forum odličnosti in mojstrstva in Konferenca zmagovalcev, 21. in 22. maj 2009, na Otočcu* (str. 107–122). Novo mesto: Fakulteta za organizacijske študije.
7. Wildemann, H. (2004). *Entwicklungstrends in der Automobil und Zulieferindustrie. Empirische Studie*. München: TCW 9.
8. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2017). *Was ist Industrie 4.0?* Pridobljeno s <http://www.plattform40.de/140/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-istindustrie->
9. Wiendahl, H.-P. (2002). *Erfolgsfaktor Logistikqualität: Vorgehen, Methoden und Werkzeuge zur Verbesserung der Logistikleistung* (2. izd.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
10. Murtič, S. in Franko Uhernik, I. (2018). *Roboti v funkciji izvajanja logističnih procesov v industriji*. Otočec, 20–29
11. Zelenika, R. (2010b). Važnije značajke suvrmenih tehnologija transporta. V *Ekonomika prometne industrije in Prometni sustavi, tehnologija, organizacija, ekonomika, logistika i menedžment* (str. 407–491). Rijeka: Ekonomski fakultet.
12. Seitz, K. F., Nyhuis, P. (2015). Cyber-Physical Production Systems Combined with Logistic Models – A Learning Factory Concept for an Improved Production Planning and Control. *Procedia CIRP* 32, 92–97.
13. Mehmi, J., Nawi, M., Zhong, Y. R. (2018). Smart automated guided vehicles for manufacturing in the context of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing* 26, 1077–1086.