Posvet Avtomatizacija strege in montaže 2019 - ASM ’19, Ljubljana, 4.12.2019
WWW zbornik člankov s posveta

Kraj posveta: Gospodarska zbornica Slovenije, Dimičeva 13, 1000 Ljubljana

Datum posveta: 04.12.2019

Organizatorji:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko – LASIM
Kompetenčni center za sodobne tehnologije vodenja – Zavod KC STV
SRIP ToP
GZS
RS, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo
EU, Evropski sklad za regionalni razvoj

Organizacijski odbor:
prof.dr. Niko Herakovič, FS, UL
dr. Mihael Debevec, FS, UL
Edo Adrović, FS, UL
dr. Miha Pipan, FS, UL
Tanja Plestenjak, FS, UL
dr. Zoran Marinšek, Zavod KC STV in INEA d.o.o.
Rudi Panjtar, SRIP ToP
mag. Janja Petkovšek, GZS
dr. Marjan Rihar, GZS

Uredniki:
dr. Mihael Debevec, FS, UL
dr. Miha Pipan, FS, UL
Edo Adrović, FS, UL
prof.dr. Niko Herakovič, FS, UL

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

Ljubljana, 2019

URL: http://www.posvet-asm.si/index.php?page=zbornik-asm-19

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni
in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
COBISS.SI-ID=302707456

ISBN 978-961-6980-67-8 (epub)

ISBN 978-961-6980-67-8
9 789616 980678

V vednost
Posvet ASM '19 podpira program GOSTOP (OP20.00361), ki ga delno financirata Republika Slovenija – Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport ter Evropska Unija – Evropski sklad za regionalni razvoj.

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE, ZNANOST IN ŠPORT

EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA REGIONALNI RAZVOJ

© Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2019
Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja založnika je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba tega avtorskega dela ali njihovih delov v kakršnemkoli obsegu ali postopku, vključno s tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki. Tako ravnanje predstavlja, razen v primeru iz 46. in 57. člena Zakona o avtorskih pravicah, kršitev avtorske pravice.

Seznam člankov:

1. Veščine 4.0: Janja Petkovšek, Združenje kovinske industrije, GZS
2. Izzivi kibernetske obrambe proti hekerskim napadom: Robert Bergles, Unistar LC d.o.o.
3. Manipuliranje z mehkimi obdelovanci v proizvodnji – primer manipuliranja z gospodinjskimi spužvami: Tim Vrbančič, Inea RBT d.o.o.
4. Nadzor distribuiranih proizvodnih vozlišč: Miha Pipan, Hugo Zupan, Jernej Protner, Niko Herakovič, UL FS, LASIM

VEŠČINE 4.0

Janja PETKOVŠEK
GZS Združenje kovinske industrije

POVZETEK

Paradigma Industrija 4.0 dramatično spreminja naše delovne procese in tudi način dela. Različne oblike mobilnosti potiskajo tradicionalne ideje našega sveta glede dela v povsem nove dimenzije. Tehnologije, kot so 3D print, glasovno upravljanje, umetna inteligenca in IoT pišejo nove knjige o poslovanju. Spremenila bo poklicne profile in organizacijo dela tudi v kovinskopredelovalni industriji. Spremembe bodo vplivale na to, kako in kje ljudje opravljajo delo, tako na individualni kot tudi kolektivni ravni. Spremenili se bodo tudi poslovni modeli in načini upravljanja. Vse to odpira vprašanje, ali je današnji sistem zmožen zadostiti potrebam prihodnosti. Več kot polovica današnjih osnovnošolcev bo po dokončanem izobraževanju opravljala poklice, ki danes sploh še ne obstajajo.

.

UVOD

Naše vsakdanje delo se bo razvijalo ob vključevanju inteligentnih sistemov, ki bodo nadomestili marsikatero človeško aktivnost. Vse bolj se pojavljajo nove oblike sodelovanj, ki jih opredeljujejo digitalnost, mobilnost, učinkovitost in povezljivost/povezanost. Digitalizacija povzroča ekspotencialne spremembe in organizacije morajo slediti trendom. Tehnične spremembe se lahko dogajajo v vse hitrejšem ritmu, medtem ko vedenjske spremembe potrebujejo mnogo več časa. Organizacije, ki želijo izkoristiti priložnosti, ki jih prinaša digitalna transformacija, morajo vsaj toliko pozornosti, kot jo je deležna tehnologija, posvetiti tudi svojim zaposlenim.

Potrebno je razviti koncepte mobilnega, projektnega in mrežnega dela. Fleksibilno delo omogoča sodelovanje z različnimi ljudmi v različnih vlogah, kadarkoli je to potrebno. Ključna, spremljajoča sprememba je v vodenju. Kmalu bosta fleksibilen delovni čas in delovno mesto povsem običajna. Upravljanje (tudi samega sebe) na osnovi zaupanja bo nadomestilo klasično vertikalno upravljanje, ki temelji na kontroli.

Zato bodo veščine in naravnanosti, ki bodo na trgu dela najbolj iskane, pomembno drugačne od trenutnih.
Več raziskav, ki večinoma temeljijo na intervjujih z vodilnimi direktorji in vodilnimi kadri največjih svetovnih podjetij ugotavlja, da vsi na trgu dela iščejo iste in enake veščine, ne glede na področje delovanja (farmacija, trgovina, bančništvo, industrija, energetika, IKT). Zanimivo je, da tudi direktorji slovenskih podjetij kovinske industrije razmišljajo enako.

Katere so torej veščine, ki jih bomo v prihodnosti nujno potrebovali in jih je zato potrebno pospešeno razvijati pri sebi, zaposlenih, otrocih,…?

1. Sposobnost razreševanja problemov

Ker ni mogoče več predpisati vseh nalog delovnega mesta, mora vsak zaposleni kritično razmišljati o svojem delu in sam reševati težave, ko se pojavijo. Samo oseba z analitičnim razmišljanjem lahko predlaga inovativne rešitve in ideje, kompleksne probleme pa rešuje z logiko in tehtanjem različnih opcij. Prvi korak kritičnega mišljenja je vselej analiza informacij iz različnih virov. Prav tako, kot se je dramatično povečal dostop do informacij, se je povečal tudi dostop do dezinformacij. Glede na danes razpoložljivo poplavo informacij je pomembna sposobnost presejanja teh informacij. Vsaka poslovna odločitev temelji na analizi podatkov. Tehnologija lahko obdeluje podatke in oblikuje različne primerjave, a za odločitev je še vedno

potreben človek, ki prepoznava širše vplive ter kritično presoja vpetost te odločitve v samo poslovanje podjetja (ali pa vpliv na ostale dele podjetja). Odločitve tako temeljijo na relevantnih informacijah (ocena teže in verodostojnosti). Močno analitično razmišljanje se vselej zanaša na logiko, tehta razloge ZA in PROTI in ostaja odprto za nekonvencionalne rešitve.

Študente leta učimo, kako naj odgovorijo na vprašanja, a često pozabimo, da je pomembna veščina postaviti pravo vprašanje. To je osnova kritičnega razmišljanja. Preden lahko rešimo problem, moramo raziskati, kaj ga povzroča.

2. Komunikacija

Učinkovita govorna in pisna komunikacija sta ključnega pomena za uspeh v poslovnem svetu.

V preteklosti smo besedo *pismenost* pogosto predstavljali kot sposobnost pisanja in branja. Danes je videti, da to mesto zaseda termin *medijska pismenost*, ki se nanaša na sposobnosti dostopa, analize, ocenjevanja in ustvarjanja pisnih informacij.

Skoraj 90% delodajalcev opozarja na pomanjkljive komunikacijske sposobnosti pri visoko izobraženih novo zaposlenih kadrih. Jasna komunikacija ni le pravilna uporaba jezika in slovnice. V mnogih pogledih je jasna komunikacija le podaljšek jasnega razmišljanja. Obvladovanje te veščine omogoča prepričljivo predstavitev in navduševanje poslušalcev.

Delovanje v delovnem okolju danes zahteva izjemne komunikacijske sposobnosti. Potrebno je učinkovito komunicirati navzven (s strankami, dobavitelji) ter navznoter (voditi sodelavce). Pisni materiali (poročila, zapisniki, dopisi) morajo biti sestavljeni jasno, kratko in učinkovito. Posebne pozornosti so deležni marketinški materiali (oglas, ponudba, splet,…) in odgovori na reklamacije.

Sposobnost izmenjave informacij in razmišljanj med ljudmi je v času industrije 4.0. ključnega pomena.

3. Sodelovanje v mrežah

Eden od glavnih industrijskih trendov je povečevanje števila zaposlenih na osnovi začasnega, projektnega in dela na daljavo (do 2025 bo takih zaposlenih predvidoma 40%). Tudi polno zaposleni vse več delajo preko oblakov. Svetovne korporacije formirajo time, katerih člani delajo in živijo v različnih pisarnah in v različnih časovnih conah. Tehnologija omogoča, da delo in sodelovanje presegata geografske omejitve. Pri tem ne smemo pozabiti, da je sodelovanje skozi digitalne mreže in s posamezniki radikalno različnih okolij pomemba sprememba, na katero moramo biti pripravljeni. Problem je v kulturnem in ne jezikovnem razumevanju – od tod izvirajo nesoglasja, konflikti, komunikacijski šumi ter za podjetja drage zamude in napake.

Ker naš svet in delovno mesto postajata vse bolj raznolika in odprta, je pomembno, da posamezniki razumejo, spoštujejo in delijo svoje znanje in izkušnje z drugimi navzlic razlikam v rasi, kulturi, jeziku, starosti, spolu ter političnim ali verskim prepričanjem. Sposobnost, da te razlike razumemo in se jim prilagodimo, bo ne le izboljšala interakcije znotraj podjetja, temveč bo doprinesla k temu, da bodo proizvodi in storitve podjetja komercialno bolj uspešni.

Takšen način dela prinaša povsem nove izzive, saj vodenje ne poteka več neposredno, temveč prerašča v vodenje z vplivanjem. Na daljavo je delo nemogoče nadzirati in voditi v skladu s filozofijo nagrade in kazni. Ker osebe nimamo pred seboj, moramo biti toliko bolj učinkoviti pri vplivanju nanjo. Veljavni šolski sistemi temeljijo na poslušnosti in ne na spodbujanju in prepričevanju, ki ju zahteva nov način vodenja v poslovnem svetu.

»Ključ do uspešnega vodenja je v vplivanju in ne v avtoriteti« (Kenneth Blanchard)

Čustvena inteligenca (EQ) je sposobnost, da se zavedamo, kontroliramo in izražamo lastna občutja in obenem prepoznavamo občutja ostalih. Brez te veščine je tesno sodelovanje v timu občutno manj učinkovito.

Janja PETKOVŠEK
GZS Združenje kovinske industrije

4. Radovednost in podjetnost

Radovednost je ključna sestavina kritičnega razmišljanja in reševanja problemov. Omogoča nam, da stanje/problem razčlenimo in ga tako razumemo. Radovednost in domišljija sta gonilo novega znanja in inovacij.

»Domišljija je pomembnejša od znanja« (Albert Einstein)

Današnji izobraževalni sistem pretežno pita študente z informacijami in jih manj spodbuja k postavljanju vprašanj in iskanju odgovorov. Razvoj podjetniških spretnosti je za večino šolajočih že tradicionalno del izven šolskih aktivnosti. Negovanje duha raziskovanja in razmišljanja izven znanih okvirov bo zato potrebno postaviti ob bok fiziki in matematiki. Vsakdo na delovnem mestu 4.0 bo moral aktivno pridobivati znanja. Oseba s takim nagnjenjem se zaveda, da lahko razvija svoje sposobnosti in ve, da mu prav razvoj veščin lahko prinese boljše rezultate ter dosežke. Zato se bodo ti kadri z veseljem lotili izzivov, se učili na napakah in aktivno iskali nova znanja. Še ena lastnost je pomembna za uspešno delo v okolju Industrija 4.0 – kreativnost. Le kreativni ljudje v polnosti prepoznajo novosti, ki jih prinaša prihodnost: novi produkti, način delovanja, tehnologije. Roboti ta hip ne morejo tekmovati s človeškim umom v kreativnosti. Zato bo veliko povpraševanje po kreativnih ljudeh, ki bodo našli načine za optimalno uporabo novih tehnologij.

Podjetnost bo ena najbolj zaželenih veščin prihodnosti. Vse več podjetij že danes želi zaposlovati ljudi, ki se vodijo sami. Podjetni sodelavci namreč najdejo kreativne rešitve za težke in zahtevne probleme, saj so usmerjeni k ciljem, vztrajni ter zelo prilagodljivi.

Tudi tehnološka znanja bodo ena izmed kompetenc prihodnosti. Poznavanje umetne inteligence, masovne obdelave podatkov itd., bodo ključna za obvladovanje prihajajočih tehnologij. Tudi za enostavnejša dela bo potrebno osnovno znanje o tehnologiji, medtem ko bo za zahtevnejše naloge potrebno več: razumevanje vpliva novih tehnologij na proizvodnjo in tudi na delovna mesta.

Poleg tehnološke spretnosti zaposlenih bosta pomembni še okretnost in prilagodljivost spreminjajočim se delovnim nalogam, saj bodo zdajšnja rutinska nadomestila vse bolj dinamična opravila. V bistvu bo šlo za nenehno nadgrajevanje kompetenc, saj je v današnjem svetu sposobnost hitrega prilagajanja (nove situacije, programi, načini, ljudje) življenjskega pomena.

ZAKLJUČEK

Morda eden največjih izzivov, s katerim se srečuje industrija v luči digitalizacije, je zagotavljanje potrebnih spretnosti, veščin in znanj. Eden ključnih izzivov bo razvoj sistemov izobraževanja in usposabljanja, ki bodo zmogli zagotavljati izobraževalne vsebine, ki bodo zadostile čedalje hitreje spreminjajočim se potrebam trga dela, zlasti za podjetja, ki so intenzivno vključena v hiter razvoj digitalizacije.
Razmisliti moramo o tem, ali bodo današnji modeli izobraževanja in usposabljanja sploh lahko pravočasno zadostili potrebam digitalne družbe. Z ozirom na hitrost tehnološkega razvoja bo sodelovanje med ponudniki izobraževanja in industrijo bistvenega pomena za zagotavljanje kakovostnega poklicnega izobraževanja in usposabljanja. Vseživljenjsko učenje in učenje na delovnem mestu bosta čedalje pomembnejšo vlogo igrala tudi v kovinskopredelovalni industriji.

Vsak od nas, zaposlenih, mora razmisliti, kako dobro obvladamo posamezne navedene veščine in jih pričeti sistematično izboljševati. Vsak od staršev bo kritično ocenil, v kolikšni meri je uspešen pri razvijanju želenih osebnostnih naravnanosti pri svojem otroku. Koristno bo, da občasno na njegova vprašanja ne odgovorimo z neposrednim odgovorom, temveč ga vodimo in skupaj z njim le-tega poiščemo. Za njihovo uspešno poslovno življenje bo tak pristop zelo pomemben.

Izzivi kibernetska obrambe proti hekerskim napadom

Robert Bergles,
Pro Astec d.o.o.

Povzetek

Že na začetku zapišimo, da absolutno varnega sistema ni, zato lahko govorimo samo o bolj ali manj zavarovanih sistemih. Zaščita in varovanje zajema široko področje, od varne prijave uporabnikov v omrežje, zaščiten prenosa informacij, kriptiranje podatkov, varno komunikacijo med oblakom in nadzornimi sistemi..

V večini primerov se klasični načini varovanja kot so požarni zidovi, kriptografija, osnovna autentikacija in avtorizacija ne zadostujejo več. Varnostne prijeme in sisteme moramo razširiti na način tako da samodejno zaznajo anomalije, škodljivo programsko opremo in se sproti prilagajajo in učijo iz baze znanj "BIG data". Komunikacijski protokol TCP/IP sestavljajo štirje sloji, katere je pri zaščiti potrebno obravnavati ločeno. Vsak sloj zahteva svoje metode in tehnike varovanja. Zaščita in varovanje informacij zajema sledeče dejavnike:

- *Kriptiranje*
- *Avtentikacija*
- *Avtorizacija*
- *Zagotavljanje redundantne povezljivosti*

Vrste napadov in grožnje

Najpogostejše napade na stabilnost in integriteto sistemov bomo razdelili v skupine glede na to, kako heker vstopi v računalnik oz. omrežje, ter glede na to, kaj počne (ko si je zagotovil vstop). Preden se posvetimo posameznim vrstam napadov, si oglejmo tri kriterije, ki morajo biti izpolnjeni, da nastane vdor:

- **Motiv**: heker mora imeti motiv za to, da se loti določenega sistema. Ne pozabimo: tudi "za zabavo" je motiv.
- **Sredstvo**: heker mora imeti orodje, s katerim si zagotovi nepooblaščen dostop.
- **Priložnost**: nepooblaščen dostop je tesno povezan z varnostnimi pomanjkljivostmi v sistemu. Le-te so lahko posledica slabega varnostnega načrta in politike, lahko pa nastanejo kot posledica čisto specifične pomanjkljivosti servisa.

Prevare IP

Prevare (IP Spoofing) delujejo na protokolni sklad IP tako, da v čelu paketa spremenijo izvorni IP naslov naprave. Običajno je novi IP naslov takšen, da ga usmerjevalnik uvrsti med naslove lokalnega omrežja. Prevare se uporabljajo tudi v kombinaciji z drugimi napadi (predvsem DoS), ko je potrebno skriti izvorni naslov napadalnih naprav.

Napadi SYN in LAND

Napadi Synchronization request (SYN) vplivajo na tri nivojsko rokovanje pri vzpostavitvi povezave v TCP sloju. Tisti, ki podrobneje poznate dogajanje v transportnem sloju, veste, da se pri uporabi TCP (za razliko od UDP) pred

prenosom podatkov med napravama vzpostavi seja.

Prisluškovanje

Odvisno od transportnega medija brezžično, žično, optika je prisluškovanje, zajem in prestrezanje podatkov možno na vseh komunikacijskih poteh in vozliščih.

Prevzem povezave (hijacking)

Iz komunikacijskega protokola napadalec odstrani pravega pošiljatelja ali prejemnika iz komunikacije ter ga zamenja s svojo identiteto.

Denial of service (DOS)

Pogosto delujejo tako, da računalniško omrežje zasujejo z več podatki, kot ga omrežje lahko procesira. Na tak način onemogočijo dostop do omrežnih servisov. Napad DoS je lahko osredotočen samo na specifično (znano) pomanjkljivost, ki povzroči zaustavitev servisa in posledično izpad storitve. Med posebne vrste DOS napadov sodita tudi

- **DDoS** je izpeljanka osnovnega napada, kjer za napad uporabimo več računalnikov (agentov) na katere smo predhodno namestili programe za sočasno napadanje (zombije).
- **DNS DoS** je izpeljanka osnovnega napada, ki uporablja DNS strežnike za "ojačevalce" DNS prometa. Napadalec pošlje kratko DNS povpraševanje veliko DNS strežnikom, s tem da se jim predstavi z IP naslovom naprave, ki naj bo napadena.Zagotavljanje varne komunikacije

Pri varni komunikaciji moramo upoštevati več varnih mehanizmov s katerimi zagotovimo uspešno in zanesljivo komunikacijo znotraj omrežja. Upoštevati moramo sledeče elemente varne komunikacije:

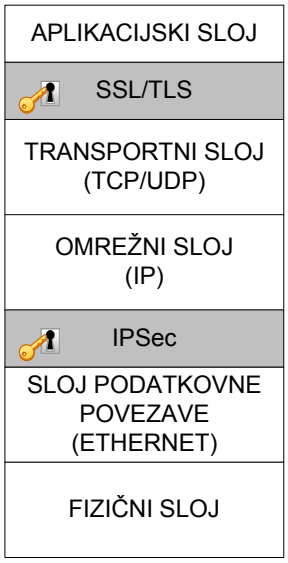
- **Zaupnost** (Kriptiranje vseh komunikacijskih poti in informacij)
- **Avtentikacija** (Zagotavljanje idenditete, po možnosti dvo faktorska)
- **Avtorizacija** (Dovoljenja za dostop do virov in informacij)
- **Integriteta** (nadzor sprememb poslane informacije)
- **Preprečevanje zanikanja** (enolično določanje pošiljatelja)
- **Revizijske sledi** (redno beleženje dogodkov)
- **Nadzor prometa v vozliščih**
- **Zagotavljanje visoke razpoložljivosti komunikacijskih poti**

Izbor ustreznih metod in algoritmov je odvisna od vrste storitve, ki bodo implementirane na komunikacijskih poteh. Vsekakor je izbor algoritmov odvisen od kritičnosti informacij ter posledično od finančnih sredstev, ki smo jih pripravljeni vložiti v varovanje prenosnih poti.

Načrtovanje zaščite po slojih

Za varen prenos podatkov med napravami moramo v referenčnem modelu predvideti zaščite. Naslednja slika prikazuje popravljen referenčni

model, v katerega smo dodali možnosti zaščite po slojih.



Na zgornji sliki vidimo, da lahko zaščito podatkov preko varnostno vprašljivih omrežij izvedemo v **aplikacijskem** sloju ali pa v **omrežnem** sloju. Lahko pa uporabimo oboje. Naštejmo nekaj dejavnikov, ki jih velja upoštevati pri izbiri zaščite:

- hitrost delovanja oz. odzivnost: z uporabo kriptografskih tehnologij se (pri isti strojni opremi) zmanjša hitrost delovanja aplikacij,
- administracija: z uvedbo dodatne zaščite je potrebno upoštevati stroške, ki nastanejo zaradi dodatnih nastavitev aplikacijske in/ali sistemske programske opreme,
- načrtovanje, testiranje, implementacija: za realizacijo dodatne zaščite pri prenosu podatkov je potrebno predvideti vse tri razvojne faze.

Zaščita v aplikacijskem sloju

Na razpolago imam kopico protokolov, ki zagotavljajo varen prenos podatkov v aplikacijskem sloju. Izbor protokola je odvisen od želenih rezultatov. Naslednji protokoli omogočajo zaščito v aplikacijskem sloju:

- Secure Socket Layer,
- Secure Multipurpose Internet Mail Extensions,
- Pretty Good Privacy,
- Server Message Block Signing,
- Transport Layer Security.

Secure Socket Layer (SSL)

Uporaba SSL (in PKI) zagotavlja zasebnost, avtentifikacijo in integriteto sporočil.

Secure Multipurpose Internet Mail Extensions (S/MIME)

Protokol omogoča kriptiranje in digitalni podpis sporočil med poštnima strežnikoma, ne glede na uporabljeno platformo. Zasnovan je tako, da se proces šifriranja izvaja na odjemalni napravi in zato ne zahteva S/MIME podpore na poštnem strežniku.

Server Message Block Signing

Server Message Protokol opravlja prenos datotek med odjemalci in SMB strežnikom. Privzeto deluje SMB tako, da odjemalna naprava pošlje strežniku uporabniško ime, geslo in ime skupne

rabe. SMB Signing (imenovan tudi Common Internet File System: CIFS) omogoča dvosmerno avtentifikacijo odjemalne naprave in strežnika. Sistem deluje tako, da odjemalna naprava in strežnik vsak blok označita z digitalnim podpisom. Z uporabo SMB Signinga pridobimo predvsem dvoje:

- dvosmerna avtentifikacija (mutual autentication), ki preprečuje t.i napad *man-in-the-middle*, kjer tretje oseba na prenosni poti prestreza in spreminja podatke. SMB Signing zagotavlja, da strežnik in odjemalna naprava nedvoumno ugotovita pristnost,
- avtentifikacija sporočilnih blokov (message authentication): vsak sporočilni blok se pred pošiljanjem opremi z digitalnim podpisom.

Transport Layer Security (TLS)

Je zelo podoben SSL in z uporabo PKI omogoča zasebnost, avtentifikacijo in integriteto sporočil. Najpomembnejša razlika je, da TLS podpira različne kriptirne algoritme in je (za razliko od SSL) javno veljavni IETF standard.

Zaključek

V praksi praviloma ni zaščite pred prisluškovanjem, lažnim predstavljanjem, motenjem in drugim. Varnost temelji predvsem na zaščiti infrastrukture omrežja, prenosnih poti in terminalov. Vsebino podatkov varujemo z uporabo zanesljivih in varnih kriptografskih algoritmov v kombinaciji s primernimi elektronskimi ključi.

Osnova za varno komunikacijo je kriptiranje (zakrivanje) vsebine is sporočil. Na ta način se obranimo med pasivnimi prisluškovalci in aktivnimi vdiralci. Priporočljiva je uporaba javne asimetrične enkripcije s katero zagotovimo tri osnovne prvine varne komunikacije (zaupnost, integriteto in preprečevanje zanikanja).

Avtentikacijski in avtorizacijski algoritmi morajo imeti možnost sekundarnega preverjanja identitete v primeru suma zlorabe identitete. Komunikacijski kanal in algoritem mora zagotavljati preprečevanje zanikanja pošiljatelja sporočila na način, da se da ga ne more ponarediti.

Glede na komunikacijske poti je potrebno zagotoviti nadzor prometa in ugotavljanje ustreznost paketov na omrežju, da lahko preprečimo zlorabe. V primeru ugotovljene zlorabe moramo imeti pripravljene metode in postopke (varnostno politiko) kako reagirati v takšnih primerih.

Manipuliranje z mehkimi obdelovanci v proizvodnji – primer manipuliranja z gospodinjskimi spužvami

Tim VRBANČIČ
Inea RBT d.o.o.

POVZETEK

Vsaka avtomatizirana aplikacija ima zaradi specifičnosti procesa in obdelovancev svoje posebnosti. V temu prispevku bo opisan proces avtomatizirane priprave razrezanih gospodinjskih gobic v ustrezne kombinacije za nadaljnje pakiranje v procesu proizvodnje gobic. Avtomatizirano manipuliranje spužvami se izkaže za zahteven proces, saj se obdelovanec zaradi svojih lastnosti (majhna teža, hrapavost in prožnost materiala) izkaže za »zahteven« obdelovalni kos. Spužva se poleg majhnega trenja v nekaterih situacijah obnaša kot vzmet, kar od celotnega procesa zahteva mehansko izpopolnjenost stroja. Avtomatizacijo priprave spužv za pakiranje omogoča kompleksna linija, sestavljena iz transportnih trakov, vodil, senzorjev, pnevmatskih cilindrov, sinhrono gnanih pogonov ter drugih komponent. Dinamični pogoni proizvajalca Mitsubishi Electric ob mehanski izpopolnjenosti linij omogočajo kratke čase ciklov, velik razpon hitrosti linije in visoke proizvodne količine.

1. UVOD

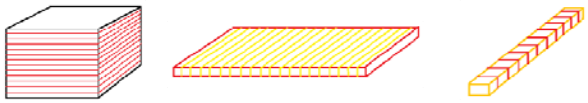
Visoka pretočnost proizvodnih linij in kratki proizvodni cikli so brez dvoma cilj vsake proizvodnje (bodisi ročne ali avtomatizirane). Pri novo avtomatiziranih linijah je investicija upravičena z doseganjem (višjih) produktivnosti linij in z doseganjem čim krajših proizvodnih ciklov.

Tudi proizvodnja gospodinjskih gobic lahko predstavlja primer opisane problematike. V primeru rastočih naročil in potrebe po visokih proizvodnih količinah se pojavlja potreba po bolj učinkovitih metodah dela, novih strojih in seveda tudi avtomatizaciji procesov. V temu članku bo opisana avtomatizacija procesa priprave razrezanih spužv v ustrezne kombinacije za pakiranje. Z drugimi besedami, predstavljeni bosta dve avtomatizirani liniji, ki omogočata manipulacijo in sortiranje razrezanih spužv v ustrezne kombinacije za nadaljnje pakiranje.

2. IZZIV IN PROBLEMATIKA

Podjetje (naročnik), ki deluje kot proizvajalec gospodinjskih pripomočkov (tudi gospodinjskih gobic), se je v zadnjem času srečevalo z rastočimi naročili na segmentu gobic. Proizvodnja je potekala deloma ročno, deloma avtomatizirano. Za doseganje višjih proizvodnih količin je bilo smiselno razmišljati o dodatni avtomatizaciji proizvodnih procesov.

Proizvodni proces spužv je v omenjeni proizvodnji sicer razdeljen na tri »proizvodne« korake. Pri prvem koraku se večja spužva v obliki kvadra s pomočjo žage prvo razreže v plasti. Nato je na spodnjo stran spužvastih plasti zalepljena še groba abrazivna plast. Kasneje se spužvasta plast po dolžini razreže v trakove, le te pa kasneje v gospodinjske gobice (slika 1).



Slika 1: prikaz načina razreza spužvastega kvadra v končni produkt.

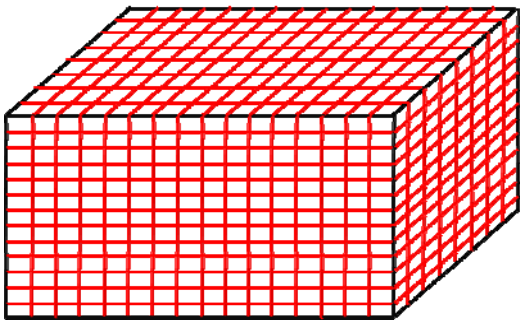
Ko so gobice razrezane, se v drugem koraku gobice sortirajo v ustrezne kombinacije gobic za pakiranje. Gobice se pakirajo v različnih količinah – po 1, 2, 3 ali po več gobic skupaj. Pred uvedbo avtomatizirane linije se je v konkretnem primeru drugi korak izvajal ročno – delavci so gobice v ustreznih kombinacijah odlagali v linijo za pakiranje. Tretji korak predstavlja avtomatizirano pakiranje v folijo na pakirni liniji. Končni produkt opisanega procesa so paketi spužv (pakirani v PVC folijo), kot jih najdemo na policah v trgovinah.

Zgoraj opisani proces je pred samo avtomatizacijo torej potekal deloma ročno (priprava večje spužve za žaganje in priprava gobic za pakiranje) in avtomatizirano (razrez na žagi in ovijanje v folijo). Pri naročniku sta v proizvodnji bili dve proizvodni liniji z žago in pakirno linijo, vmesna manipulacija razrezanih gobic pa se je opravljala ročno. Pri podjetju Inea RBT smo za potrebe sortiranja gobic na omenjenih dveh proizvodnih procesih izdelali dve liniji – M1 in M2. Način razreza spužve v kvadru se na obeh omenjenih žagah razlikuje, zato se razlikujeta tudi načina dovajanja razrezanih gobic na vhodni strani obeh sortirnih linij (glej sliki 2 in 4).

3. LINIJI ZA SORTIRANJE SPUŽV M1 IN M2

Liniji M1 in M2 sta sortirna stroja, postavljena med žago in pakirni stroj. Sestavljena sta iz transportnih trakov, vodil in lopatic/glavnikov za (pre)usmerjanje gobic, induktivnih in optičnih senzorjev, servo pogonov in pogonov gnanih s frekvenčnimi pretvorniki ter krmilnega PLK sistema. Spužve torej od točke dovajanja potujejo skozi linijo M1 ali M2, se združujejo in razdružujejo, spreminjajo pozicijo/usmerjenost ter na koncu vstopajo ustrezno razporejene na linijo za pakiranje. Ob temu mora proces dosegati zahtevane časovne cikle sortiranja.

Na linijo M1 so gobice ročno dovajane kot veliki kvader, sestavljen iz večjega števila gobic (kot je to prikazano na sliki 2). V nadaljevanju so gobice razdružene in preko transportnega traku dovajane v podajalno »glavo«, element linije, ki s pomočjo metlic poriva ustrezno združene gobice na linijo za pakiranje.

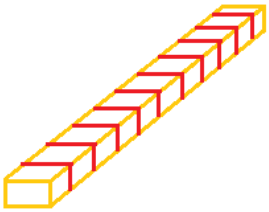


Slika 2: na vhodni strani linije M1 so razrezane gobice dovajane v obliki večjega kvadra.

Transportni trakovi so pri liniji M1 gnani s pomočjo frekvenčnih pretvornikov serije FR-E700 proizvajalca Mitsubishi Electric. Ostale premikajoče se komponente (vodila in metlice) so gnane s pomočjo 7 pnevmatskih cilindrov Festo in 12 servo motorjev Mitsubishi Electric. Ponekod servo motorji poganjajo krogelna vretena proizvajalca Unimotion.

Slika 3: linija M1 omogoča sortiranje 3 različnih dimenzij gobic za pakete s 5, 6 in 10 spužvami.

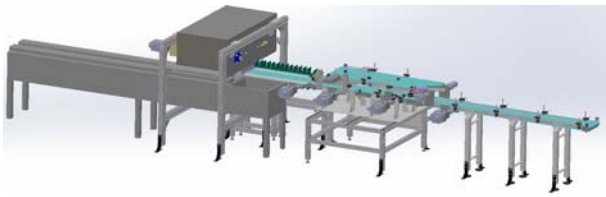
Na linijo M2 so gobice vrstno dovajane iz žage preko transportnega traku (kot je to prikazano na sliki 4). Ko žaga opravi razrez, trak porine vrsto gobic v sortirni proces na liniji M2. S pomočjo loput, valjčkov, transportnih trakov in usmerjevalnih vodil so gobice prvo razdružene in kasneje ponovno združene v ustrezno kombinacijo. Tudi v temu primeru so združene gobice preko transportnega traku dovajane v »glavo«, ki z metlicami vse skupaj potiska na linijo za pakiranje.



Slika 4: na vhodni strani linije M2 so gobice dovajane vrstno.

Transportni trakovi linije M2 so gnani s pomočjo sinhrono usklajenih servo pogonov proizvajalca Mitsubishi. Linija vključuje 12 servo pogonov, zaradi dveh načinov postavljanja gobic

jih sinhrono istočasno deluje 10. Linija omogoča tudi pokončno postavljanje gobic s pomočjo posebnega vrtečega se glavnika. V procesu razvrščanja gobic se uporabljata dve loputi, premikani s pomočjo pnevmatskih cilindrov.



Slika 5: linija M2 omogoča sortiranje 5 različnih dimenzij gobic za pakete od 1 do 5 spužv.

Doseganje kratkih in hitrih proizvodnih ciklov omogočajo servo pogoni Mitsubishi Electric serije MR-J4. Pogoni z 22-bitnim enkoderjem omogočajo 4.194.304 pulzov na obrat motorja, kar omogoča visoko preciznost pozicije pogonov ter ustrezne pospeške, pojemke in hitrost. Sama hitrost in visoka zmogljivost servo pogonov pa še nista pogoj za tekoče sortiranje spužv. Drugi pogoj je mehanska izpopolnjenost vseh komponent (usmerjevalna vodila, metlice, trakovi in podobno), ki se dotikajo spužve med sortiranjem. Zaradi zahtevnosti obdelovanca (sestava, teža in mehkoba) je nujno potrebna usklajenost delovanja servo pogonov in mehanska izpopolnjenost komponent. Spužva zaradi majhne teže nima ustreznega trenja, zaradi mehke sestave pa deluje kot vzmet. Ob previsokih hitrostih pogonov lahko pride do odbijanja gobic ter tudi visoke obremenitve komponent (npr. ležajev). Z ustrezno kombinacijo mehanske zasnove linij in hitrosti pogonov je pot spužve skozi linijo mogoče optimizirati tako, da omenjene lastnosti obdelovanca ne pridejo do izraza.

Pri obeh linijah sta za krmiljenje procesa uporabljena visoko zmogljiva modularna krmilnika serije iQ-R proizvajalca Mitsubishi Electric, preko katerih je sinhrono mogoče krmiliti do 192 osi. Na PLK krmilnik pri obeh linijah je vgrajen tudi eWON Flexy modem proizvajalca HMS Networks. Gre za IIoT gradnik, ki ob potrebi po oddaljenem pristopu omogoča tudi daljinsko parametriranje stroja in SCADA rešitve.

5. ZAKLJUČEK

Projekt avtomatiziranega sortiranja spužv za potrebe pakiranja se je izkazal za zahtevnega zaradi nestabilnih obdelovancev. Abrazivnost, majhna teža, prožnost in mehkoba spužve so lastnosti, ki se pri vseh manipulativnih premikih izkažejo za velik izziv. Abrazivnost gobice deluje negativno iz vidika obrabljanja transportnih trakov. Karakteristike in kombinacija prožnosti, mehkobe in majhne teže spužve pride do izraza na mestih, kjer gobica spreminja smer – pri dotiku z metlicami in usmerjevalnimi vodili. Ob neustrezni sili delovanja na gobico in smeri premikanja gobice lahko pride do neželenih odbojev, zasukov ter tudi zatikanja, kar privede do motenj v procesu sortiranja gobic. Ključna je mehanska izpopolnjenost in ustrezna nastavitev praktično vseh elementov, ki se v procesu usmerjanja dotikajo gobic(e). Izjemnega pomena pri doseganju kratkih ciklov imajo servo pogoni, katerih hitrost, pospeški in pojemki morajo biti usklajeni z zmožnostmi mehanskih komponent.

Za uspešno delovanje stroja je potrebno veliko testiranja v fazi zagona stroja, kar na koncu pripelje do usklajenega delovanja vseh premikajočih se komponent. Verjetno so servo pogoni ena od redkih možnosti, ki omogočajo tako kratke čase cikla in visoko pretočnost linije. Pričakovanja o težavnosti samega projekta so vsekakor bila upravičena, za izdelavo končne rešitve pa je bilo potrebno uporabiti širok nabor inženirskih znanj.

NADZOR DISTRIBUIRANIH PROIZVODNIH VOZLIŠČ

Miha PIPAN, Hugo ZUPAN, Jernej PROTNER, Niko HERAKOVIČ
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Lasim

POVZETEK

V prispevku predstavljamo nov pristop za izvedbo nadzora in krmiljenja proizvodnih vozlišč v pametni tovarni, kjer sistem namesto z MES nadziramo z digitalnimi dvojčki in digitalnimi agenti. Standardni MES in ERP sistemi temeljijo na centralizaciji vseh podatkov in izvajanju odločitvenih algoritmov v oblačnem strežniku. Vendar najnovejši IT trendi uporabljajo nove decentralizirane sisteme upravljanja za shranjevanje podatkov in izvajanje odločitvenih algoritmov z namenom skrajšati odzivnih časov ter povečave varnost.

1. UVOD

Pametna tovarna, ki vključuje smernice industrije 4.0 temelji na naslednjih konceptih: Internet stvari (IoT), industrijski internet stvari (IIoT), pametna proizvodnja in proizvodnja v oblaku. Posamezni segmenti pametne tovarne so [1]: vodoravna in vertikalna sistemska integracija, vele / pametni podatki (Big/Smart Data) in njihova analitika, kolaborativni in avtonomni roboti, simulacijski modeli in digitalni dvojčki, kibernetska varnost, 3D tisk, industrijski IoT (IIoT) in razširjena resničnost.

Cilj pametne tovarne ne sme biti samo prilagodljiva proizvodnja (variantnost izdelka), temveč tudi prilagodljiv proizvodni proces (proizvodni proces, ki ga je mogoče nadgraditi in tudi spremeniti) [2].

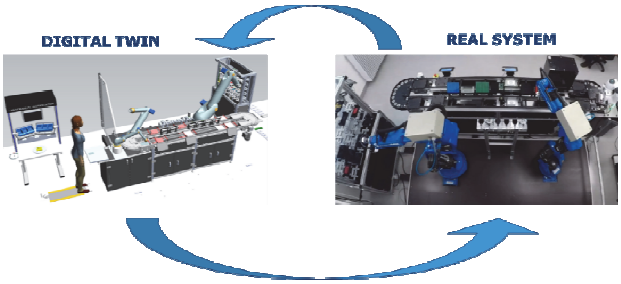
2. PAMETNA TOVARNA

Predstavljen koncept pametne tovarne ima distribuirano hierarhično strukturo, ki omogoča prilagodljiv proizvodni proces [3]. Distribuirana proizvodna vozlišča omogočajo splošno povezljivost / funkcionalnost in hitrejše odzivne čase, saj se sprejemanje odločitev, optimizacija procesov, preverjanje kakovosti ter reševanje napak izvaja lokalno brez komunikacijskih zamud. Vozlišča lahko komunicirajo medsebojno ter z digitalnim dvojčkom z namenom optimizacije proizvodnega procesa.

2.1 PAMETNA TOVARNA IN DIGITALNI DVOJČEK

Osnova predlaganega koncepta pametne tovarne, je digitalni dvojček vse logistike in procesov, nadgrajen z digitalnimi agenti (umetna inteligenca). Digitalni dvojček je povezan z vsakim proizvodnim vozliščem v pametni tovarni in s tem s celotnim proizvodnim procesom (Slika 1). Tako je možno optimizirati globalne procese (odločitve glede vrstnega reda naročil glede na čas proizvodnje, stanje skladišča in trenutno proizvodno stanje).

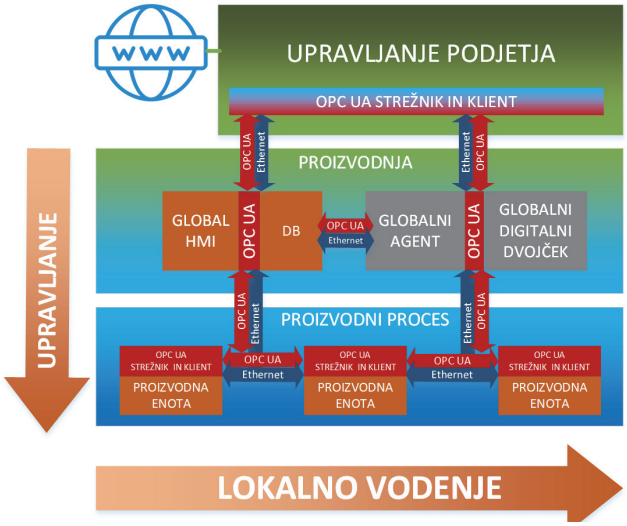
Digitalni dvojček in digitalni agenti za optimizacijo, uporabljajo t.i. »black box« in »white box« metode in tako omogočajo lokalno optimizacijo.



Slika 1: Komunikacija v realnem času med digitalnim dvojčkom in realnim sistemom je temelj vsake pametne tovarne.

2.2 DIGITALNI DVOJČEK KOT MES SISTEM

Digitalni dvojček lahko nadomesti klasični MES sistem v kolikor vključuje podatke o celotni logistiki in vseh procesih, ter je vključen v proizvodno IT strukturo za zbiranje podatkov iz ERP sistema (naročila, stanje skladišča, delavci in njihov urnik,…) ter proizvodnih vozlišč (stanje povezanih proizvodnih enot, status proizvodnje, enote za samodejno preverjanje...), kot je prikazano na Sliki 2.

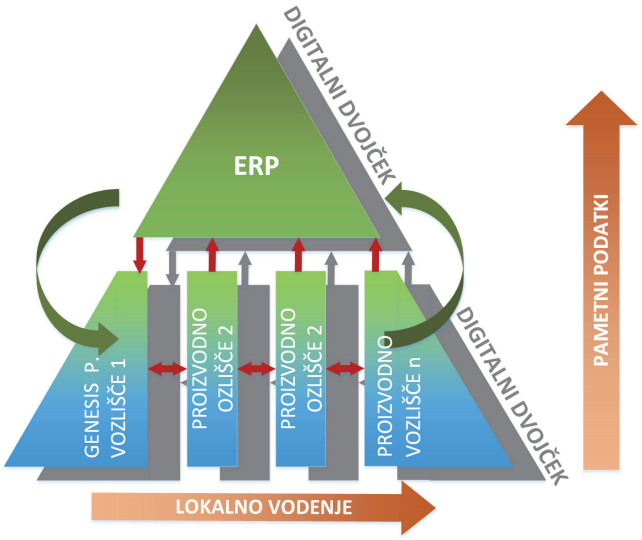


Slika 2: Predlagana distribuirana proizvodna struktura v povezavi z digitalnim dvojčkom.

2.3 IZMENJAVA PODATKOV MED VOZLIŠČI

Predlagani model (Slika 3) uporablja usmerjeno komunikacijo med sistemi upravljanja podjetja in proizvodnimi / montažnimi vozlišči. Vsa naročila so strukturirana na podlagi trenutne strukture proizvodne mreže in optimalnega vrstnega reda naročil, pridobljenega s pomočjo digitalnega dvojčka opremljenega z digitalnimi agenti. Naročila so poslana v t.i »genesis« proizvodno vozlišče, ki omogoča začetek proizvodnega procesa. To vozlišče šifrira proizvodna / montažna navodila za vsa vozlišča, ki so del posameznega naročila / proizvodnega procesa. Podatki o proizvodnji se nahajajo na vsakem izdelku (oznaka RFID, mikročip…).

Podatkovni moduli na izdelku služijo tudi za izvajanje komunikacijskega protokola, s katerim se izvede prenos podatkov med proizvodnimi vozlišči, za lokalno krmiljenje proizvodnega procesa.



Slika 3: Proizvodna vozlišča, 'genesis' vozlišče in digitalni dvojček kot digitalna senca celotnega procesa.

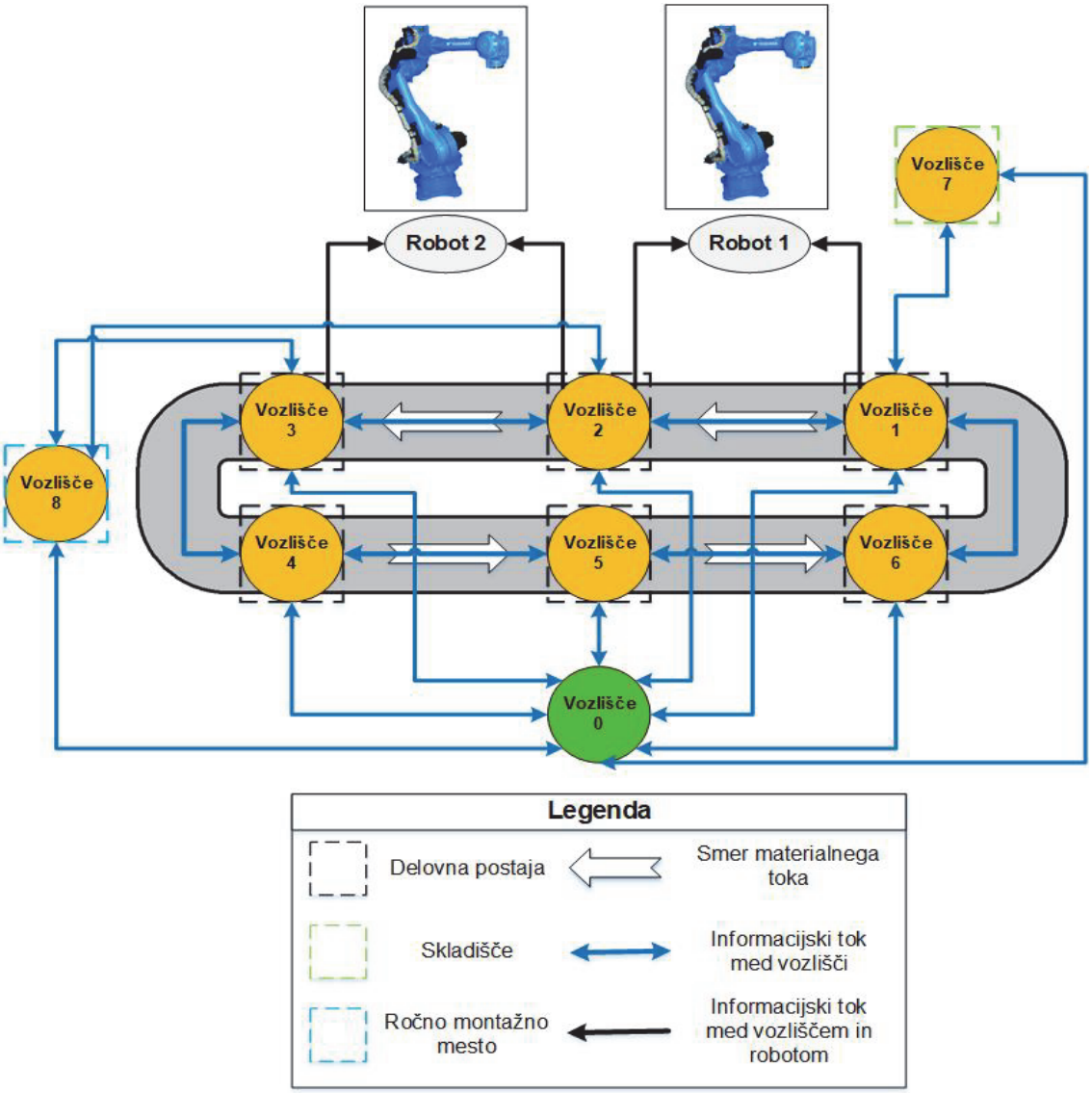
Med proizvodnim procesom so izbrani podatki (pametni podatki) poslani po lokalnem omrežju v ERP sistem. S tem se omogoči sledenje naročilom in stanju vseh proizvodnih vozlišč. Pametni podatki predstavljajo podatke, filtrirane z lokalnim agentom. Napake v proizvodnji / montaži se odpravljajo lokalno pri manjših motnjah in globalno v proizvodnih vozliščih s pomočjo digitalnega dvojčka za reševanje logističnih motenj. Digitalni dvojček tako ob nastali motnji optimizira vrstni red in lokacijo izvajanje naročil.

3. IMPLEMENTACIJA KONCEPTA

Za prikaz in potrditev predlaganega koncepta nadzorne strukture je bila izvedena eksperimentalna študija primera. Študija zajema proizvodno linijo, ki je shematično prikazana na Sliki 4. Sestavljena je iz transportne linije, dveh industrijskih robotov, skladišča baznih delov in končanih izdelkov, šestih avtomatiziranih delovnih postaj ter pametnega ročnega

montažnega mesta. Na testni liniji se izvaja montaža dveh tipov izdelkov. Bazni deli so locirani v skladišču in jih industrijski robot transportira na transportni sistem. Po krožnem tračnem transporterju se palete transportirajo od prve delovne postaje do zadnje. Operacije se izvajajo z dvema industrijskima robotoma, na šestih delovnih mestih in po potrebi na sedmem delovnem mestu – ročno montažno mesto. Kolaborativni robot služi kot povezava med avtomatizirano proizvodno linijo in pametnim ročnim montažnim mestom. Za predstavitev predlagane nadzorne strukture je uporabljenih devet vozlišč:

- šest vozlišč predstavlja avtomatizirane delovne postaje (vozlišča 1 do 6),
- eno vozlišče predstavlja skladišče (vozlišče 7) in
- eno vozlišče prestavlja pametno ročno delovno mesto (vozlišče 8).



Slika 4: Predlagana distribuirana proizvodna struktura v povezavi z digitalnim dvojčkom.

Zadnji del predlagane nadzorne strukture je vozlišče 0 z globalnim digitalnim dvojčkom, ki koordinira celotni proizvodni proces. Vozlišče 0 služi kot neposredna komunikacijska povezava od uporabnika do preostalega sistema. Različne barve puščic na Sliki 4 predstavljajo možne

komunikacijske tokove med vozlišči za dinamično planiranje, načrtovanje in izvedbo proizvodnega procesa, ki jih digitalni agenti in lokalni digitalni dvojčki lahko izvajajo v koordinaciji z globalnim digitalnim dvojčkom.

3.1 PRENOS KRMILNIH PODATKOV

Proces v pametni tovarni se začne tako, da uporabnik potrdi naročila prek uporabniškega vmesnika na vozlišču 0. Le-to z uporabo senzorjev, kamer itd. zajame trenutno stanje vmesnih zalogovnikov ob transportni liniji, stanje orodij ter pridobi informacijo o razpoložljivosti baznih delov izdelka od vozlišča 7 (skladišče) in sproži pretok informacij med vozlišči. Globalni digitalni dvojček (na vozlišču 0) na podlagi informacij iz zajetega stanja sistema, generira načrt celotnega proizvodnega procesa. Nato počaka na zahtevo po lokalnih informacijah o procesu od vozlišča 1, ki sporoči, da je prosto in pripravljeno na obdelavo novega naročila. Vozlišče 0 se odzove tako, da pošlje informacije o lokalnih operacijah, ki jih je potrebno izvesti na delovni postaji vozlišča 1. Vozlišče 1 vzpostavi komunikacijo z vozliščem 7 in robotom 1, da pridobi potrebne sestavne dele. Glede na to, ali bo izdelek procesiran na delovni postaji dve ali tri (vozlišče 2 ali 3) ali na obeh, se tam nadaljuje pretok informacij, kar pomeni, da vozlišča, ki niso del proizvodnega načrta za posamezno naročilo, ne sodelujejo v komunikaciji za to naročilo.

Ko je polizdelek transportiran na ustrezno delovno postajo, njegovo vozlišče sproži komunikacijo z vozliščem 0 in zahteva informacije o svojem lokalnem proizvodnem procesu. Obe vozlišči 2 in 3 komunicirata z robotom 2 za izvajanje potrebnih operacij. Odvisno od vrste izdelka bodisi vozlišče 2 ali vozlišče 3 vzpostavi komunikacijo z vozliščem 8 (ročna delovna postaja), ki po prenosu polizdelka tja (z uporabo kolaborativnega robota) zahteva ustrezne informacije o postopku od vozlišča 0. Po koncu operacij na ročnem delovnem mestu je polizdelek transportiran do vozlišča 4, kjer se opravi analiza kakovosti s strojnim vidom. Rezultat analize se lokalno primerja z dejanskimi podatki (prej pridobljenimi iz vozlišča 0).

Ne glede na to, ali je izdelek uspešno končan ali pa je potrebno popravilo izdelka, je informacija o statusu izdelka posredovana do vozlišča 1 preko komunikacije z vozliščem 0. Globalni digitalni dvojček (na vozlišču 0) opremljenem z digitalnimi agenti, na podlagi rezultata analize s strojnim vidom, presodi ali je potrebno proizvodni načrt prilagoditi (spremeniti) ali ne. Vozlišča 5 in 6 izmenjujeta podoben pretok informacij z vozliščem 0, kot vozlišča 1, 2 in 3.

Potrebno je izpostaviti, da je pretok informacij (komunikacija) med posameznimi vozlišči ter vozliščem 0 dvosmerna. To pomeni, da se zahtevane informacije o postopku izdelave obdelujejo lokalno na vseh vozliščih, ki nato nazaj na vozlišče 0 pošljejo lokalno pridobljene nove informacije, tj. začetne in končne čase izvedenih operacij, informacije o napakah itd.

4. ZAKLJUČEK

Če so hierarhija in komunikacijski kanali pravilno definirani in organizirani, lahko distribuirana vozlišča z digitalnim dvojčkom predstavljajo temelj pametne tovarne. Tako lahko dosežemo sledljivost izdelka in minimiziramo potrebno komunikacijo ter s tem količino podatkov v nadzorni strukturi. Tako lahko namesto z vele podatki (Big Data) operiramo z t.i. pametnimi podatki (Smart Data).

Literatura

[1] *Vaidya, S., Ambad, P. and Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. Procedia Manufacturing, 20, 233 – 238.*

[2] *Fernández-Miranda, S.S., Marcos, M., Peralta, M.E. and Aguayo, F. (2017). The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering. Procedia Manufacturing, 13, 1229 – 1236.*

[3] *Thames, L. and Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for Industry 4.0. Procedia CIRP, 52, 12 – 17.*

[4] *Schleipen, M., Gilani, S-S., Bischoff, T. and Pfrommer, J. (2016). OPC UA & Industry 4.0 – enabling technology with high diversity and variability. Procedia CIRP, 57, 315 – 320.*