

Model sMeART

in smernice za poslovno sodelovanje
med univerzo in gospodarstvom



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

SMeART
Making Europe's SMEs Smart



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union


Making Europe's SMEs Smart

Priročnik je nastal v okviru projekta Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMES to Meet the Challenges of Smart Engineering (SMeART).

Izvedbo tega projekta je financirala Evropska komisija. Vsebina publikacije odraža izključno stališča avtorja in v nobenem primeru ne predstavlja stališč Evropske komisije. Evropska komisija ni odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih publikacija vsebuje.

Model sMeART

in smernice za poslovno sodelovanje
med univerzo in gospodarstvom



Model SMeART in smernice za poslovno sodelovanje
med univerzo in gospodarstvom

Naslov izvirnika

SMeART University-Business
Cooperation Model and Guidelines

Uredniki

Manfred Leisenberg, Ellena Werning, Michael Negri,
Sandra Verweij, José Laan, Gianluca Rossi, Debora Ercoli,
Philippe Saey, Martin Westbomke, Joseba Sainz de Baranda,
Simona Rataj, Dana Maurovič Anžur, Borut Likar

Uredniki slovenske izdaje

Borut Likar, Peter Štrukelj, Franci Pušavec, Martina Zajc

Recenzenta slovenske izdaje

Matjaž Mulej in Rok Vrabčič

Prevedli študenti Univerze na Primorskem

Maruša Bajc, Nika Durnik, Marjeta Semolič, Nika Stegovec, Nika Veber,
Rebeka Vidali, Lara Voler, Sašo Arnejčič, Karin Blažič, Noemi Božič, Lana Cotič,
Tina Eler, Emilija Kabanica, Samanta Kocjančič, Margaryta Makhrina, Špela Maslo,
Demi Milovanovič, Natali Nikolič, Lev Pirc, Klavdija Rebula, Špela Rus, Marija Shoposka,
Anja Šrajner, Klavdija Anušič, Kaja Jambrek, Tadej Jazbec, Lucija Mlakar, Sara Pajk,
Anja V. Pečnak, Nika Pilko, Tanja Selič, Jure Šuman, Tina Šušteršič,
Ines Volavc, Tamara Volovšek

Koordinator študentov prevajalcev · Martina Zajc

Lektor · Davorin Dukič

Pri nastanku publikacije so sodelovale

Univerza na Primorskem, Fakulteta za management
Gospodarska zbornica Slovenije
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Pri pripravi so sodelovali

Denis Trček, Janez Kopač, Aleksander Janeš

Izdala in založila · Založba Univerze na Primorskem

Titov trg 4, 6000 Koper · www.hippocampus.si · 2021

Glavni urednik · Jonatan Vinkler

Vodja založbe · Alen Ježovnik

© 2021 Univerza na Primorskem

Brezplačna elektronska izdaja

<https://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-293-051-6.pdf>

<https://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-293-052-3/index.html>

<https://doi.org/10.26493/978-961-293-051-6>



Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili
v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID = 60567043

ISBN 978-961-293-051-6 (pdf)

ISBN 978-961-293-052-3 (html)

Kazalo

- Seznam okrajšav · 6
Povzetek · 7
- 1 Uvod
Manfred Leisenberg · 9
- 2 Proizvodnja
Martin Westbomke · 33
- 3 Poslovne priložnosti
Sandra Verweij in José Laan · 75
- 4 Prihodnji izzivi managementa
Joseba Sainz de Baranda in Eva Arrilucea · 121
- 5 Sodelovanje med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji
Gianluca Rossi · 145
- 6 Svetovanje in coaching
Simona Rataj · 167
- 7 Izobraževanje
Phillipe Saey, Mathieu Troch in Frederic Depuydt · 177
- Sklep · 201
Literatura · 203
Slovensko-angleški glosar izrazov · 219

Seznam okrajšav

AI	umetna inteligenca
B2B	business-to-business
B2C	business-to-customer
C2C	citizen-to-citizen
C2G	citizen-to-government
CIM	računalniško integrirana proizvodnja
I4.0	industrija 4.0
IOT	internet stvari
KFS	kibernetsko-fizični sistemi
LMS	sistem za management učenja
MOOC	množični odprti spletni tečaji
MSP	mala in srednje velika podjetja
RFID	radiofrekvenčna identifikacija
STEM	znanost, tehnologija, inženiring, matematika
VET	poklicno izobraževanje in usposabljanje

Povzetek

Pričujoča knjiga naslavlja ključne aktualne izzive industrije 4.0 ter sodelovanja med akademskimi ustanovami in gospodarstvom, predvsem z ozirom na mala in srednje velika evropska podjetja. Osrednji namen knjige je predstaviti svetovalne smernice in nuditi podporo za uspešno načrtovanje in uvajanje inovativnih procesov v teh podjetjih v kontekstu aktualnih izzivov industrije 4.0. V knjigi izbrani evropski strokovnjaki po poglavjih predstavljajo svoje najnovejše znanje in izkušnje na najrazličnejših področjih, ki neposredno zadevajo industrijo 4.0 (kot obliko pametne industrije): pametni inženiring in proizvodni vidiki industrije 4.0, pametne poslovne priložnosti, pametno inoviranje, pametno trženje, pametne verige vrednosti, sodelovanje med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji, pametni coaching in svetovanje ter izobraževanje za industrijo 4.0. Danes se podjetja vseh velikosti spopadajo z vse večjimi zahtevami trga, prisotnimi skozi celoten življenjski cikel izdelkov in storitev. Industrija 4.0 ponuja možnosti reševanja večine znanih obstoječih težav na posameznih proizvodnih področjih in lahko obstoječim podjetjem dodaja trajno vrednost, čeprav se nekatere vizije zdijo vse preveč futuristične in podjetja odvrtaajo, namesto da bi jih navdihovale.

Peter Štrukelj

Na samem začetku želimo poudariti, da knjiga ni t. i. kuharski vodnik za vzpostavitev I4.0. Koncept je tako nov in obenem preširok, da bi ga lahko poenostavili na nivo univerzalnega priročnika za vzpostavitvi I4.0. Poznati je potrebno osnovne pojme, tehnološke možnosti, poslovne koncepte, pa tudi širše družbene pojave ter jih kreativno uporabiti pri strategiji uvajanja I4.0 v prakso. Tako monografija prikazuje ključne gradnike I4.0, ki pa niso povezani le s samim podjetjem, ampak tudi s prihajajočimi izzivi družbe. Vse te bo potrebno nasloviti ob sodelovanju z institucijami znanja. Ker je pričujoča monografija t. i. sodelovalna monografija (sodelovanje je tudi pri I4.0 nuja), smo na sugestijo zasl. prof. ddr. Matjaža Muleja za

Povzetek

*vsako poglavje pripravili t. i. uredniški komentar. Ta postavi določeno poglavje v kontekst celotne monografije oz. širših gospodarsko družbenih iz-
zivov, ki jih 14.o prinaša.*

Borut Likar

Uvod

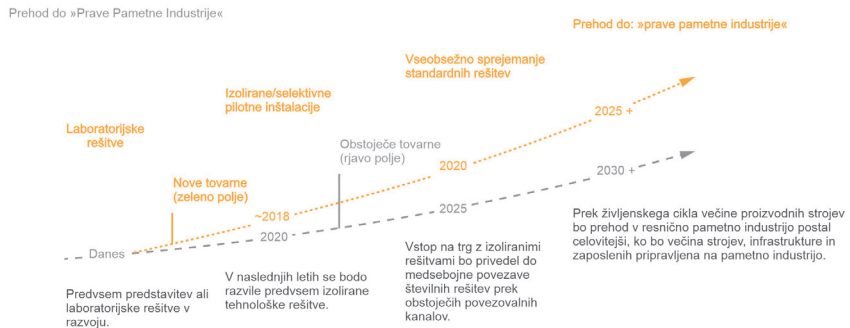
Manfred Leisenberg

V uvodnem poglavju se srečamo z osnovnimi izrazi, ki se pojavljajo v svetu v povezavi z industrijo 4.0 in še zdaleč niso poenoteni. To namreč vnaša v razvoj tega pomembnega koncepta, ki ga mnogi imenujejo četrta tehnološka revolucija, precej zmede. Zato je predstavitev pojmov ter znanstvenih in strokovnih izhodišč eden pomembnih korakov k razumevanju in urejanju tega področja. Obenem predstavimo stanje in potrebe v MSP ter izzive in priložnosti, še posebno v povezavi z visokošolskimi institucijami ter EU projektom SMEART, ki omenjene teme naslavlja in je bil osnova za pričujočo monografijo.

1.1 Preambula

Velika kompleksnost sedanjih digitalnih trgov podjetjem vse bolj otežuje dolgoročno ohranjanje konkurenčnega položaja. Potencialni kupci lahko izbirajo med široko paletto izdelkov in storitev globalno delujočih ponudnikov z vsega sveta, pri čemer se njihove zahteve glede kakovosti, cene in razpoložljivosti povečujejo (Becker idr., 2004, str. 393; Grundig, 2018, str. 13). Podjetja vseh velikosti se spopadajo z vse večjimi zahtevami trga, prisotnimi skozi celoten življenjski cikel izdelkov in storitev. Industrija 4.0, pametni inženiring ali proizvodnja 4.0 ponujajo možnosti reševanja večine znanih obstoječih težav na posameznih proizvodnih področjih in lahko obstoječim podjetjem dodajajo trajno vrednost. Zaradi raznolikosti novih izrazov se obravnava teme »Industrija 4.0« morda zdi težavna. Vizije, ideje in tehnologije, ki se pogosto omenjajo v istem kontekstu, lahko povzročijo zmedo. Glede na to, da je tako težko oblikovati jasno in dokončno definicijo industrije 4.0, si mnoga podjetja ne morejo niti predstavljati, kako bi lahko 4.0 prispevala k ustvarjanju vrednosti. Nekatere vizije se zdijo vse preveč futuristične in podjetja odvrčajo, namesto da bi jih navdihovale. Namen pričujoče publikacije, ki je nastala kot produkt širokega nabora izkušenj mednarodnih urednikov, je malim in srednje velikim podjetjem (MSP) nuditi podporo in smernice za uspešno načrtovanje in uvajanje inovativnih procesov.

»Pametna industrija« je dolgo potovanje, saj bodo tehnologije potrebovale 10 – 15 let, da dosežejo zrelost na trgu.



Slika 1.1 Večina virov napoveduje »prihod« industrije 4.0 med letoma 2025 in 2030 (prirejeno po Hoff, 2016)

Erasmus+ koalicija znanja za nadgradnjo spretnosti evropskih MSP pri soočanju z izzivi pametnega inženiringa (angl. *Erasmus+ Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMES to Meet the Challenges of Smart Engineering*) deluje v okviru projekta z akronimom SMEART. Pričujoče Smernice so namenjene zlasti podpori sodelovanja med visokošolskimi ustanovami in podjetji za uspešno aplikacijo načel pametnega inženiringa.

1.2 Stanje tehnološkega razvoja

1.2.1 Znanstvena izhodišča

Industrija 4.0, pametni inženiring ali proizvodnja 4.0 so trenutni trendi avtomatizacije in izmenjave podatkov v proizvodnih tehnologijah. Ti trije izrazi se nanašajo na štiristopenjski koncept industrijske evolucije (glej sliko 1.2). Izraz »industrija 4.0« izvira iz Nemčije in se uporablja predvsem v Evropi. O zametkih industrije 4.0 v malih in srednje velikih podjetjih (MSP) obstajajo različna mnenja. Medtem ko se pričakuje, da bodo MSP za izvajanje nekaterih rušilnih tehnologij industrije 4.0 v obdobju med letoma 2020 in 2025 že sprejela standardne rešitve pri izbranih pilotnih namestitvah, pa se uresničitev »bolj resnične, popolne« industrije 4.0 pričakuje okoli leta 2030 (glej sliko 1.1) (Hoff, 2016). Vendar pa se v to usmerjena predhodna preobrazba odvija že zdaj in se bo v naslednjih nekaj letih še nadaljevala: večino raziskav bodo namreč izvajali sedanji raziskovalci, razvijalci in drugo osebje. Kljub temu obstajajo že zelo izpopolnjeni primeri projektov, kot je to npr. »It's OWL« Industry 4.0 Cluster v Bielefeldu v Nemčiji (Siebe, 2018).

Da bi izkoristila potencial pametnega inženiringa in digitalne preobraz-

be, so se velika podjetja v smislu kadrovanja in financ že utrdila, njihovemu zgledu pa sedaj sledijo tudi MSP. Doslej je svoje procese digitaliziralo šele okoli 20 odstotkov evropskih MSP. V naslednjih petih letih naj bi se ta številka povečala na 80 odstotkov. Internet stvari že dolgo ni več »glasba prihodnosti«, saj je digitalizacija vseh produkcijskih in poslovnih procesov nujna za vsako podjetje.

Strokovnjaki menijo, da bo digitalna preobrazba koristila zlasti MSP, saj jim bo ponudila odlične priložnosti za povečanje konkurenčnosti in ohranjanje prednosti pred konkurenti. Zato digitalna preobrazba proizvodnih procesov ni alternativa, pač pa edini način, na katerega lahko zagotovimo sprotni pregled nad celotnim procesom in oskrbno verigo ter ustvarimo preglednejšo strukturo strank. Digitalna preobrazba tako ponuja koristi vsem udeležencem. Kupci uživajo izrazito optimizirane storitve, podjetja pa pridobijo privlačne poslovne modele (Telekom, b.l.).

Industrija 4.0 in pametni inženiring se osredotočata na proizvodni proces znotraj pametne tovarne, drugi pomemben pojem – internet stvari (IoT) – pa se osredotoča na fazo uporabe digitaliziranih in povezanih naprav ter izdelkov. Industrija 4.0 vključuje kibernetško-fizične sisteme: internet stvari in računalništvo v oblaku (Hermann idr., 2016). Poleg tega se izraz »industrija 4.0« močno osredotoča na pametne tovarne. Da bi lahko opisali splošne procese digitalne preobrazbe, spremenjeno vrednostno verigo in spremembe življenjskega cikla izdelka (glej poglavje 1.4.1) ter učinke, povezane z neindustrijskimi MSP, menimo, da je izraz »industrija 4.0« preveč omejen, izraz »kibernetško-fizični sistem« pa bolje odraža pomen teh novih razvojnih dosežkov v primerjavi s stopnjami industrijskega razvoja (glej sliko 1.2). Industrija 4.0 se nanaša na koncept pametne ali inteligentne tovarne, ki je sestavljena iz treh delov:

- *Pametna proizvodnja*: nove proizvodne tehnologije, ki vzpostavljajo sodelovanje med vsemi elementi proizvodnje ali sodelovanje med upravljavcem, strojem in orodjem.
- *Pametne storitve*: informacijska in tehnična infrastruktura, ki omogoča integracijo sistemov, poleg tega pa tudi integracijo podjetja kot dobavitelja – kupca, z možnostjo medsebojnega dostopa do zunanjih struktur, kot so ceste, vozlišča, ravnanje z odpadki itd.
- *Pametna energija*: osredotočanje na porabo energije, ustvarjanje učinkovitejših sistemov in zmanjšanje energetskih izgub.

Trenutno se pametni inženiring šteje za spodbujevalca zgoraj pojasnje-

nega koncepta. Primeri sorodnih tehnologij, ki omogočajo pametni inženiring, so:

- *Napredni proizvodni sistemi*: medsebojno povezani in modularni sistemi, ki omogočajo prilagodljivost in zmogljivost. Te tehnologije pokrivajo samodejne sisteme za ravnanje z materiali in napredno robotiko.
- *Aditivna proizvodnja (3D-tiskanje itd.)*: aditivni proizvodni sistemi, ki povečujejo učinkovitost materialov.
- *Nadgrajena resničnost*: sistemi vizualnih informacij z nadgrajeno resničnostjo za boljši pregled nad izvajanjem pri opravljanju vsakodnevne dejavnosti.
- *Horizontalna in vertikalna integracija oz. povezovanje*: povezovanje in izmenjava informacij, tako horizontalno kot vertikalno, med vsemi akterji proizvodnega procesa.
- *Industrijski internet*: komunikacija med proizvodnimi enotami, ne samo znotraj podjetja, ampak tudi zunaj njega.
- *Oblak*: izvajanje vseh tehnologij v oblaku, npr. spletno shranjevanje, uporaba računalništva v oblaku in zunanjih storitev za analizo podatkov.
- *Kibernetska varnost*: celotna problematika informacijske varnosti in sistemov,
- *Analiza obsežnih podatkov*: tehnike managementa velikih količin podatkov na podlagi odprtih sistemov, ki omogočajo napovedi.

Industrija 4.0 ustvarja ali spominja na »pametno tovarno«. To je pametni sistem, ki temelji na pametnem inženiringu. Pametni sistemi vključujejo funkcije zaznavanja, aktuacije in nadzora, da bi na predvidljiv ali prilagodljiv način opisali in analizirali situacijo ter sprejemali odločitve, ki temeljijo na razpoložljivih podatkih, in s tem izvajali pametne ukrepe. V večini primerov lahko »pametnost« sistema pripišemo avtonomnemu delovanju, ki temelji na sistemu povratnih zank (angl. *closed loop system*), energetske učinkovitosti in povežljivosti v omrežja. Pametni sistemi so običajno sestavljeni iz različnih komponent (Smart systems, b. l.):

- senzorjev za pridobivanje signala in podatkov;
- elementov, ki posredujejo informacije enoti za obdelavo podatkov (procesorju);
- enot za obdelavo podatkov, ki sprejemajo odločitve in dajejo navodila na podlagi razpoložljivih informacij;

- komponent, ki posredujejo odločitve in navodila;
- aktuatorjev, ki izvajajo ali sprožijo zahtevano dejanje.

Pametni sistemi so povezani z razvojno industrijo 4.0 in internetom stvari, saj zagotavljajo pametno funkcionalnost predmetov, npr. industrijskih proizvodov v oskrbni verigi ali živilskih proizvodov v verigi preskrbe s hrano. S pomočjo tehnologije aktivne ali pasivne identifikacije predmetov, brezžičnih senzorjev, zmožnosti občutenja in odziva v realnem času, energetske učinkovitosti ter omrežne povezljivosti bodo izdelki postali pametni izdelki oz. pametne naprave. Ti pametni izdelki se pogosto obravnavajo kot posebne aplikacije v okviru industrije 4.0 in interneta stvari. Pametni industrijski izdelki lahko shranjujejo informacije o svojem izvoru, namembnosti, komponentah in uporabi. Poleg tega bi odlaganje odpadkov lahko postalo resnično učinkovit individualni postopek recikliranja (Smart systems, b. l.).

1.2.2 Pomembni tehnični izrazi

Pametni inženiring

Ta izraz zajema metode, procese in orodja informacijske tehnologije za meddisciplinaren in sistemsko urejen razvoj inovativnih, pametnih in povezanih izdelkov, proizvodnih obratov in infrastruktur. Za omenjena področja se trenutno uporablja tudi izraz »industrija 4.0«. Gre za mreženje in celovito izmenjavo informacij med vsemi komponentami proizvodnega postopka in posameznimi delnimi procesi v razvoju ter proizvodnji izdelkov z namenom doseganja bistvenih izboljšav pri izvedbi, stroških, kakovosti in potrošnikovem sprejemu izdelka. Pomemben del pametnega inženiringa je zagotavljanje in preizkušanje interdisciplinarnega procesa managementa življenjskega cikla izdelka, saj posamezna področja znanja trenutno niso dovolj povezana, kar lahko privede do izgube informacij in potrebe po ponovni vzpostavitvi in uveljavitvi mrežnih razmerij. V procesu razvoja izdelka se aplikacije pametnega inženiringa pojavijo že takoj v fazi načrtovanja, saj razvijalec skozi obsežen nabor kriterijev najprej določi strukturo izdelka in z njo povezanih informacijskih modelov. Digitalni razvojni postopek vključuje kvalificiranje in mreženje produkcije ter modeliranje procesov in avtomatizacijskih tehnik. Proces mora vključevati varno in zanesljivo komunikacijo ne samo med posameznimi podpostopki, temveč tudi med različnimi komponentami proizvodnih obratov. Pri tem komunikacija z mobilnimi elementi predstavlja poseben izziv. Pri pametnem inženiringu gre torej za združevanje razvoja izdelka, načrtovanja proizvod-

nje in managementa proizvodnje z namenom uresničitve inovativnih zamisli o izdelkih, ki bi bili takoj pripravljeni za tržno prodajo, ter ustvarjanja vrednosti preko digitalnega razvojnega procesa (University of Duisburg, b.l.).

V pričujočem besedilu se bo za pametne sisteme, ki se osredotočajo na tipične vrednostne verige MSP (mala in srednje velika podjetja), uporabljal naziv MSP 4.o. Kot navajajo Hermann idr. (2016), je pametni inženiring sestavljen iz:

- kibernetiko-fizičnih sistemov,
- interneta stvari,
- računalništva v oblaku.

Kibernetiko-fizični sistemi

V *kibernetiko-fizičnih sistemih* (KFS) so fizične komponente in komponente programske opreme tesno povezane. Vsaka komponenta deluje na različni prostorski in časovni ravni ter odraža številne in specifične modalnosti, vse pa medsebojno sodelujejo na številne načine, ki se spreminjajo skladno s kontekstom (National Science Foundation, 2010). Primeri KFS na splošno vključujejo industrijo 4.o. ali MSP 4.o. Z drugimi besedami – gre za pametne proizvodne sisteme, avtonomne avtomobilске sisteme, zdravstveni nadzor, sisteme za nadzor procesov, robotske sisteme in avtopilotsko letalsko elektroniko. KFS se pogosto obravnava kot predstopnjo interneta stvari. Kljub temu, da razpolagata z enako osnovno arhitekturo, KFS predstavljajo višjo stopnjo kombinacije in koordinacije med fizičnimi in računalniškimi elementi (Rad idr., 2015).

Skupne aplikacije kibernetiko-fizičnega sistema običajno sodijo v kategorijo avtonomnih sistemov, ki temeljijo na senzorjih in imajo omogočeno komunikacijo. Mnoga brezžična senzorska omrežja npr. nadzorujejo posamezne okoljske vidike in obdelane informacije prenesejo do osrednjega vozlišča (Karnouskos, 2011). Izziv v razvoju KFS predstavljajo velike razlike v projektivni praksi med različnimi tehničnimi disciplinami, kot sta npr. razvoj programske opreme in strojništvo (Fitzgerald idr., 2014).

Industrija 4.o

»Industrie 4.o« je nemški izraz, ki opisuje sklope ukrepov, ki promovirajo pametnejšo industrijo. Temu sta analogna angleški izraz »Industry 4.o.« ter slovenski »industrija 4.o«. V mnogih državah obstajajo različne pobude, ki promovirajo ta koncept. Podjetja AT&T, Cisco, General Electric, IBM

in Intel so marca leta 2014 v Združenih državah Amerike ustanovila »Konzorcij za razvoj industrijskega interneta« (Industrial Internet Consortium – IIC). Nove internetne tehnologije je potrebno promovirati v medsebojni navezavi, ta pristop pa ni omejen zgolj na industrijski sektor. Nadaljnje pobude se na Japonskem imenujejo »Industrial Value-Chain Initiative« (IVI). Njihovi pobudniki so velika japonska podjetja. Kitajska je pobude, podobne nemškemu političnemu konceptu »industrija 4.0.«, sprejela v svojem petletnem načrtu leta 2015. Igrali naj bi odločilno vlogo v premiku od države z nizkimi plačami do svetovne industrijske sile. Južna Koreja prav tako vlaga v t. i. pametne tovarne. V številnih evropskih državah poznajo druge dejavnosti, ki se lahko primerjajo z nemško politično pobudo »Industrie 4.0.«. Ena takih je francoska »Industrie du futur« (industrija prihodnosti). V publikaciji *EU Compass for Smart Engineering Initiatives and Policies* so zbrane pomembnejše evropske pobude pametnega inženiringa. Rezultat tega projekta imenujemo kompas (Institut für Integrierte Produktion Hannover, 2018).

Ostali viri navajajo, da je industrija 4.0 naziv za sedanji trend avtomatizacije in izmenjave podatkov v proizvodnih tehnologijah. Vključuje KFS, internet stvari, računalništvo v oblaku in kognitivno računalništvo. Industrija 4.0. je splošno znana tudi kot četrta industrijska revolucija (glej sliko 1.1.). Rezultat Industrije 4.0 je tudi t. i. »pametna tovarna«. Znotraj modularno zasnovanih pametnih tovarn KFS nadzorujejo fizične procese, ustvarjajo virtualno kopijo fizičnega sveta in sprejemajo decentralizirane odločitve. Preko interneta stvari lahko KFS komunicirajo med seboj in z ljudmi v realnem času, preko računalništva v oblaku pa tako notranje kot medorganizacijske storitve ponujajo in uporabljajo tisti, ki sodelujejo v vrednostni verigi (»Industry 4.0«, b. l.).

Platforma, imenovana »Plattform Industrie 4.0«, je identificirala veliko novih možnosti in izzivov, ki so del ukrepov na petih področjih:

- horizontalna integracija,
- celoviti (end-to-end) digitalni inženiring,
- vertikalna integracija,
- nove socialne infrastrukture,
- kibernetško-fizični proizvodni sistemi.

Splošne opise (bolj tehnološke ali splošnejše) lahko najdemo v literaturi: poleg dokumentov nemške Plattform Industrie 4.0 (2018) je odlično splošno vodilo tudi poročilo tematskega sektorja Evropskega parlamenta za



Slika 1.2

Naprave (»stvari«), omrežja, »oblak« in aplikacije predstavljajo štiri ravni strukture omrežja (prirejeno po Xiaomin idr., 2017)

»industrijo, raziskave in energetiko« (Smit idr., 2016). Rojkova (2017) ponuja splošen pregled konceptov in tehnologij industrije 4.0. in razpravlja o »lepilu«, ki združuje vse »dele« industrije, namreč podatkovnih komunikacijskih omrežjih (glej sliko 1.2).

Internet stvari

Internet stvari (IoT) predstavlja omrežje pametnih naprav/izdelkov, ki so med seboj povezani in sestavljeni iz senzorjev, programske opreme, omrežne povezave in potrebne elektronike, ki jim omogoča zbiranje in izmenjavo podatkov ter s tem tudi odzivnost. Globalna iniciativa standardizacije interneta stvari (angl. *The Global Standards Initiative on Internet of Things*) internet stvari definira kot globalno infrastrukturo za informacijsko družbo. Gre za arhitekturni okvir, ki omogoča povezovanje in izmenjavo podatkov med fizičnim svetom in računalniškimi sistemi preko obstoječe omrežne infrastrukture (ITU, b.l.). Internet stvari se ne osredotoča na proizvodnjo, temveč na fazo uporabe digitaliziranih in povezanih naprav ter izdelkov, ki prodajalcem omogočajo komunikacijo z lastnimi izdelki, medtem ko jih stranke uporabljajo in tako zagotavljajo novo »digitalno« storitev za stranke, kot je npr. prediktivno vzdrževanje (Vogt idr., 2016).

Za potrebe arhitekturne klasifikacije lahko rečemo, da so naprave, ki sestavljajo internet stvari, splošno zasnovane znotraj arhitekture omrežij, ki ima tri ravni:

- *Vmesnik s fizičnim svetom*: na tej prvi ravni visoko število vozlišč

(oznake in senzorske enote) komunicira z okoljem tako, da določi identifikacijsko kodo, pridobiva informacije ali nadzoruje aktuator. Ta vozlišča so brez napajanja (pasivne oznake) ali pa jih napajajo baterije (senzorične enote in aktuatorji) in so na splošno označena kot tista z zmanjšano zmogljivostjo procesiranja in pomnilnika. Opremljena so tudi z mehanizmi za komunikacijo (žično ali brezžično), ki jim omogočajo komunikacijo z enotami druge ravni. Stroški so odvisni od ponujenih značilnosti in lahko znašajo od nekaj centov za pasivne oznake RFID (radiofrekvenčne identifikacije) vse do zneska med 30 in 150 evrov za vozlišča s senzoričnimi sposobnostmi in/ali izvedbo; življenjska doba delovanja sega od nekaj let z napajalnimi napravami (močno odvisno od vrste uporabe) in lahko doseže tudi do deset let za pasivne oznake RFID.

- *Mediacija*: enote druge ravni, ki vključujejo RFID-čitalnike značk in medmrežne vmesnike, zbirajo informacije, ki jih pridobijo preko vozlišč prve ravni, da jih lahko prenesejo do nadzornega središča. Zanje sta značilna večja zmogljivost procesiranja in večji pomnilnik, običajno potrebujejo električno napajanje, njihovi stroški pa se lahko občutno razlikujejo, od 50 € za koncentradorje/prehod (angl. *gateway node*) do 2000 € za RFID-čitalnik.
- *Središče za obdelavo in nadzor*: enote tretje ravni, ki vključujejo sistem za zajemanje podatkov, središčne in operacijske prostore, pridobivajo informacije z druge ravni za nadaljnje faze shranjevanja, obdelave in trženja uporabnosti pridobljenih podatkov.

Glavne komponente interneta stvari so:

- *strojna oprema*: omogočanje odzivnosti fizičnih predmetov in njihovo opremljanje s sposobnostjo pridobivanja podatkov ter odzivanja na navodila;
- *programska oprema*: omogočanje zbiranja podatkov, shranjevanja, obdelave, manipulacije in dajanja navodil;
- *komunikacijska infrastruktura*: sestavljena je iz protokolov in tehnologij, ki fizičnim predmetom omogočajo izmenjavo podatkov.

Pametne fizične predmete opredeljujejo:

- identifikacija predmeta,
- senzorji,
- aktuatorji,

- komunikacijski protokoli,
- identifikacija lokacije,
- pomnilnik.

Identifikacija predmetov običajno temelji na tehnologiji samodejne identifikacije, npr.:

- RFID, oddajnikih Bluetooth ipd,
- črtnih kodah in kodah QR (hitroodzivne kode),
- prepoznavanju slik,
- biometrični identifikaciji:
- prstnem odtisu,
- prepoznavanju šarenice,
- prepoznavanju obraza,
- analizi površinskih struktur,
- GPS (globalni sistem pozicioniranja) v kombinacijah.

Na podlagi različnih tehnologij, ki so skupne internetu stvari, so sensorji sposobni izmeriti naslednje parametre:

- temperaturo,
- različne svetlobne parametre,
- tlak,
- vibracije,
- deformacije,
- pospešek,
- stran neba,
- vlažnost,
- akustične zaznave, govor,
- vizualne zaznave, video,
- osebne profile, kot so npr. vedenjski profili.

Tehnološko dopolnilo sensorja je aktuator. Gre za napravo, ki pretvori električni signal v dejanje, pogosto preko pretvorbe signala v neelektrično energijo, kot je npr. gibanje. Preprost primer aktuatorja je električni motor, ki pretvori električno energijo v mehansko. Aktuatorji so lahko samostojni (npr. izhodna naprava), lahko pa se kombinirajo z vhodnim sensorjem (angl. *input sensor*) interneta stvari. Primer tega bi lahko bila pametna žarnica, ki je narejena za nočno razsvetljavo na prostem – sensor zazna, da se je svetloba okolja spustila na predhodno določeno raven (ki jo je mogoče

programirati), in s tem, ko se podatki prenesejo navzgor, se avtomatično sproži aktuator (žarnica se prižge).

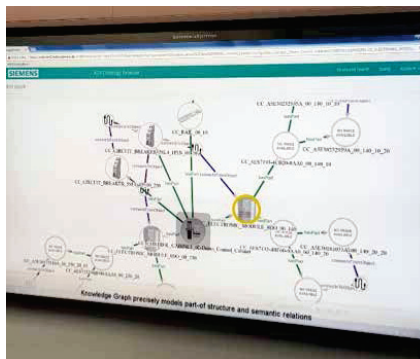
V mnogih primerih se bo aktuator ne le odzval na podatke, ki jih bo pridobil preko mreže interneta stvari, ampak bo tudi povratno poročal o dodatnih podatkih, zato lahko vsebuje tako senzor kot aktuator. Za razlago tega primera lahko ponovno uporabimo žarnico: žarnica se prižge le, ko ji tako naročijo zunanji podatki, vendar če svetlobni element odpove, bo žarnica obvestila mrežo, da ta naprava ni več sposobna proizvajati luči, čeprav lahko še vedno sprejema podatke. Močnejše zasnovana mreža bi prav tako potrebovala uporabo aktuatorjev žarnic, ki bi sprožali občasni »utrip srca« zato, da bi v primeru, da žarnica popolnoma odpove, mreža to zaznala in poročala o napaki (Parasam Gate, 2016).

Industrijski internet stvari. Razširitev splošnega izraza »internet stvari«: dandanes uporabljajo vgrajeno računalniško opremo in povezanost v omrežje le senzorji in stroji določenih proizvajalcev. Običajno so razporejeni v navpično avtomatizirano piramido, v kateri senzorji in terenske naprave z omejeno inteligenco in avtomatizacijskimi krmilniki prispevajo k splošnemu nadzornemu sistemu proizvodnega procesa. Vendar pa bo z industrijskim internetom stvari več naprav (med katere včasih prištevamo tudi nedokončane izdelke) obogatenih z vgrajeno računalniško opremo in povezanih z uporabo standardne tehnologije. To terenskim napravam omogoča, da komunicirajo druga z drugo in po potrebi tudi z osrednjimi krmilniki. Prav tako decentralizira analitiko in odločanje ter omogoča odzive v realnem času.

Drugi pomembni pojmi

Obsežni podatki in analitika. Analitika, ki temelji na obsežnih zbirkah podatkov, se je šele pred kratkim pojavila v proizvodnem svetu, kjer optimizira kakovost proizvodnje, prihrani energijo in izboljša servisiranje opreme. V kontekstu industrije 4.0 bo zbiranje in celovito ovrednotenje podatkov iz različnih virov (proizvodna oprema in sistemi kot tudi sistemi za management s strankami in podjetji) postalo standard za podporo pri odločanju v realnem času.

Avtonomni roboti. Proizvajalci v mnogih gospodarskih panogah že dolgo uporabljajo robote za opravljanje zahtevnejših nalog, vendar pa se le-ti razvijajo za še večjo uporabnost. Postajajo avtonomnejši, fleksibilnejši in kooperativnejši. Sčasoma bodo začeli komunicirati med seboj in varno delovati skupaj z ljudmi ter se hkrati od njih učiti. Ti roboti (glej sliko 1.3) bodo cenejši in bodo imeli več zmogljivosti kot sedanji.



Slika 1.3 Sistemi, ki temeljijo na umetni inteligenci in znanju ter na semantičnih tehnologijah in (avtomatskem) sklepanju, predstavljeni na sejmu v Hannoveru leta 2018

Simulacija, »kosimulacija« in »integrirano načrtovanje oz. design« (angl. integrated design). V fazi inženiringa se že uporabljajo 3D-simulacije izdelkov, materialov in proizvodnih procesov, v prihodnje pa se bo njihova uporaba v delovanju obratov še razširila. Te simulacije bodo z realnimi podatki odražale fizični svet na virtualnem modelu, ki bo lahko vključeval stroje, izdelke ali ljudi. Primer: podjetje Siemens in nek nemški prodajalec strojnih orodij sta razvila virtualni stroj, ki lahko z uporabo podatkov iz fizičnega stroja simulira obdelavo delov. To pri dejanskem obdelovalnem postopku zmanjša čas namestitve za kar 80 odstotkov.

Horizontalni in vertikalni sistem integracije. Večina današnjih informacijskih sistemov ni popolnoma integriranih. Podjetja, dobavitelji in kupci so le redko tesno povezani. Prav tako med seboj niso povezani oddelki, kot so npr. inženiring, proizvodnja in storitve. Funkcije, ki si sledijo od podjetja do prodajalne, niso v celoti integrirane. Tudi v samem inženiringu – od izdelkov do tovarn in avtomatizacije – ni popolne integracije. Z industrijo 4.0 pa bodo podjetja, oddelki, funkcije in zmogljivosti postali kohezivnejši, saj se univerzalna medpodjetniška omrežja za integracijo podatkov razvijajo in tako omogočajo popolnoma avtomatizirane vrednostne verige. Primer: NxTPort (pristanišče v Antwerpnu) ponuja (preverjene) podatke pristaniškemu podjetjem, ponudnikom logističnih storitev itd.

Kibernetska varnost. Mnoga podjetja se še vedno zanašajo na sisteme managementa in proizvodnje, ki so nepovezani ali zaprti. Z večjo povezljivostjo in uporabo standardnih komunikacijskih protokolov, ki jih prinaša industrija 4.0, se potreba po zaščiti kritičnih industrijskih sistemov in pro-

izvodnih linij pred grožnjami kibernetске varnosti znatno povečuje. Prav iz tega razloga so tako varni, zanesljivi načini komunikacije kot tudi zapleten management in dostop do strojev ter uporabnikov bistvenega pomena. Nove verzije programske opreme za izmenjavo podatkov, kot npr. OPC UA, imajo že vgrajeno varnostno komponento.

Oblak. Podjetja programsko opremo v oblaku že uporabljajo za nekatere podjetniške in analitične aplikacije, vendar pa bo z industrijo 4.0 več projektov, povezanih s proizvodnjo, potrebovalo povečano izmenjavo podatkov med spletnimi mesti in podjetji. Hkrati se bo izboljšala tudi zmožljivost tehnologije v oblaku, ki bo odzivni čas zmanjšala na le nekaj milisekund. Posledično se bodo podatki in funkcionalnost stroja vse bolj prenašali v oblak, kar bo omogočalo več podatkovno usmerjenih storitev za proizvodne sisteme. Celotni sistemi, ki spremljajo in nadzorujejo procese, bi lahko delovali v oblaku.

Aditivna proizvodnja. Podjetja so šele začela uporabljati aditivni način proizvodnje, kot je to npr. 3D-tiskanje, ki se ga večinoma uporablja za izdelavo prototipov in posameznih komponent. Z industrijo 4.0 bodo metode aditivne proizvodnje uporabljali v širšem obsegu za proizvodnjo manjših serij prilagojenih izdelkov, ki imajo prednosti v smislu izgradnje (npr. lahke kompleksne konstrukcije). Visokozmogljivi, decentralizirani sistemi aditivne proizvodnje bodo zmanjšali transportne razdalje in obstoječo zalogo. Npr.: podjetja letalske in vesoljske industrije se že poslužujejo aditivne proizvodnje za izdelavo novih modelov, ki zmanjšujejo težo letal ter tako zmanjšujejo stroške za surovine, kot je titan.

Nadgrajena resničnost. Sistemi, ki temeljijo na nadgrajeni resničnosti, podpirajo različne storitve, npr. izbiro delov v skladišču in pošiljanje navodil za popravila prek mobilnih naprav. Ti sistemi so trenutno v povojih, vendar pa bodo podjetja v prihodnosti močno razširila uporabo nadgrajene resničnosti, da bi delavcem zagotovila informacije v realnem času, kar bi olajšalo odločanje in delovne postopke.

Npr.: delavci lahko prejmejo navodila za zamenjavo določenega dela stroja in imajo pri tem pregled nad dejanskim sistemom, ki ga je potrebno popraviti. Te informacije so lahko delavcu projicirane neposredno v njegovo vidno polje, in sicer z uporabo naprav, kot so očala za nadgrajeno resničnost.

Virtualno usposabljanje. Virtualno usposabljanje je druga vrsta aplikacije. Siemens je v svoji programski opremi Comos razvil virtualni modul za usposabljanje upravljavcev obratov, ki z uporabo očal za nadgrajeno resničnost prikazuje realistično 3D-okolje, v katerem uslužbenec usposablja za

ravnanje v izrednih razmerah. V takšnem virtualnem svetu se lahko uslužbenci naučijo uporabe strojev s klikanjem na virtualni prikaz. Lahko pa tudi spremenijo parametre in pridobijo operativne podatke ter navodila za vzdrževanje.

1.2.3 Trenutno stanje malih in srednje velikih podjetij, ki še niso pametna

Poziv malim in srednje velikim podjetjem (MSP)

Poleg preučevanja znanstvenih in tehničnih temeljev pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari je pomembna tudi analiza (Stepponat, 2018). Publikacija spodnjega doma nemškega parlamenta, Bundestaga, je poudarila potencial interneta stvari za reševanje problemov industrializirane družbe. Zato v Evropi obstaja veliko pristopov, ki spodbujajo ukrepe na področjih pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari. Od leta 2009 Evropska unija izvaja načrt za promoviranje razvoja pametne tehnologije, industrije 4.0 in interneta stvari v Evropi. Zvezno ministrstvo za izobraževanje in raziskave in Zvezno ministrstvo za gospodarstvo in tehnologijo sodelujeta s predstavniki nemškega gospodarstva in industrije na projektih v zvezi s pametno tehnologijo, industrijo 4.0 in internetom stvari (Horvath, 2012).

Glede na rezultate raziskave, ki jo je podjetje »Icom« opravilo leta 2016, imajo pametni inženiring, industrija 4.0 in internet stvari velik potencial za MSP in zasebne evropske podjetnike v digitalnem gospodarstvu. To, kako evropska podjetja uporabljajo nove digitalne tehnologije, bo imelo velik vpliv na njihovo bodočo rast. Novi digitalni trendi ne vključujejo le pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari, temveč tudi računalništvo v oblaku, mobilne spletne storitve in pametna omrežja. Posledično se evropsko poslovno okolje in narava dela trajno spreminjata. To se dogaja zaradi inovativne moči novih tehnologij, saj te ne povzročajo sprememb le na tehnološki ravni, temveč vplivajo tudi na poslovne modele in mednarodni prenos znanja (I-Com – Institute for Competitiveness, 2016).

Tržni delež izdelkov interneta stvari je dober pokazatelj uspeha tehnologij pametnega inženiringa. Oglejmo si torej kratek pregled tržnih deležev interneta stvari v Evropi po državah: tržni delež iz leta 2014 primerjamo z napovedanimi podatki za leto 2020. Najboljše evropske države so Združeno kraljestvo z deležem 21 % v letu 2014 in 23 v letu 2020, Nemčija s tržnim deležem 19 % v letu 2014 in 21 v letu 2020, Francija s tržnim deležem 15 % v letu 2014 in 16 v letu 2020. Sledijo jim Italija, Španija, Nizozemska, Švedska, Poljska in Belgija. Visok tržni delež interneta stvari v Združenem kra-

ljestvu, Nemčiji in Franciji, treh najboljših evropskih državah, je posledica njihovih velikih naložb v tehnologije interneta stvari. Skupaj bodo do leta 2020 predstavljale 50 % vseh prihodkov interneta stvari, skupaj s Španijo, Italijo in Nizozemsko pa vse do 75 %. Domnevamo lahko, da bo v državah z nizkimi naložbami v internet stvari tehnologija pomembnejša postala kasneje. Poleg tega se najvišja stopnja rasti interneta stvari pričakuje na Švedskem. Sodobna komunikacijska omrežja naj bi svoj delež povečala s 4 % na 24,2 % (I-Com – Institute for Competitiveness, 2016, str. 36). V letu 2020 bodo imeli proizvodni (24 %), finančni (21 %) in vladni (13 %) sektor največji delež na trgu interneta stvari. V teh sektorjih se komunikacijski in transakcijski postopki interneta stvari že uporabljajo na področjih B2B (angl. *business to business*), B2C (angl. *business to customer*), C2C (angl. *citizen to citizen*) in C2G (angl. *citizen to government*). Evropa ima potencial, da v internetu stvari postane svetovna voditeljica, saj lahko evropske informacijske in komunikacijske tehnologije črpajo iz njenih glavnih prednosti. To so programska oprema (in storitve) B2B, vgrajeni sistemi in sistemske rešitve v industrijskih ter socialnih okoljih, kot so npr. logistične rešitve (I-Com – Institute for Competitiveness, 2016, str. 38).

Evropska komisija je za popolno izkoriščanje potenciala pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari v malih in srednje velikih podjetjih določila pet pogojev. V publikaciji, ki je decembra 2014 izšla v okviru odbora »Connect Advisory Forum« so bili ti opredeljeni kot temelji za uspešno uporabo pametnega inženiringa in interneta stvari v Evropi. V okviru prilagodljivih poslovnih modelov se bodo obstoječi globalni monopoli razdelili na manjše dele. To pomeni, da bo konkurenca še naprej globalna, vendar bodo lahko v tem smislu poleg velikih podjetij uspešna tudi MSP.

Da bi v Evropi ohranili ravnovesje in spodbujali nova delovna mesta ter gospodarsko rast, morajo vsa MSP enakovredno sodelovati pri uspehih pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari. Ustvarjanje takšnega okolja bo primarna naloga evropskih MSP. Poleg tega pa je potrebno t. i. pametne temeljne gospodarske panoge v Evropi razviti in pripraviti na pametni inženiring, industrijo 4.0 in internet stvari, in sicer tako, da bo treba v bližnji prihodnosti uvoziti le nekaj inovacij. Da bi promovirali pametni inženiring, industrijo 4.0 in internet stvari, moramo digitalno gospodarstvo okrečiti z inovacijami iz evropskega visokotehnološkega sektorja. Ta cilj je mogoče doseči le, če bodo nove organizacijske oblike, poslovni modeli, storitve, razvojne metode in optimizacije na področju digitalnega inženiringa postale del vsakdana MSP (European Commission, 2014a, str. 9).

Izvajanje aplikacij pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta

stvari bi moralo v prihodnosti temeljiti na zanesljivih standardih. Potrebno je npr. določiti referenčni model zgradbe aplikacij interneta stvari, da bi spodbudili združljivost aplikacij v industrijskem sektorju. Standardi na področju pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari ne bi smeli biti osredotočeni le na eno področje (npr. telekomunikacijo), ampak bi morali biti uporabni na različnih področjih. Ta pristop temelji na stališču, da bi morale aplikacije pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari vedno temeljiti na interdisciplinarnosti ter tako spodbujati svojo uporabo v industriji (European Commission, 2014a, str. 10). Namen teh smernic je prispevati k določitvi ustreznih standardov za MSP.

Za vzpostavitev enotnega digitalnega trga v Evropi in za izpolnitev zgoraj navedenih pogojev je potrebno odgovoriti na določena pravna in regulativna vprašanja. Aplikacije pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari lahko pozitivno vplivajo na družbo – npr. tako, da postanejo družbeni procesi učinkovitejši, bolj okoljsko ozaveščeni, zdravi in varnejši. Poleg tega je potrebno zagotoviti varnost aplikacij in obdelanih podatkov ter spoštovati zasebnost oseb, vključenih v postopek. Za to so potrebni jasni zakoni in predpisi, ki bi spodbujali sprejemanje aplikacij pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari ter varovali potrošnike. V prihodnosti bi se morali takšni okvirni pogoji osredotočiti na zahteve aplikacij in njihovo zanesljivost pa tudi na področja odgovornosti, ne da bi dajali prednost specifičnim rešitvam v posameznih primerih. Poleg tega je potrebno vedno upoštevati humanistične, etične in socialne vidike. Zlasti na področju obsežnih podatkov in podatkovnih analiz se lahko dostopnost podatkovnih nizov poveča z uporabo računalništva v oblaku. Zbiranje podatkov na področju interneta stvari s pomočjo senzorjev ne zahteva človeškega posredovanja in se lahko izvaja popolnoma avtomatizirano. Vedno pa je potrebno upoštevati tudi etično in družbeno odgovornost, ki sta prav tako tudi tema teh smernic (European Commission, 2014a, str. 10).

Priporočila prej omenjenega odbora (Connect Advisory Forum) kažejo, da lahko uporaba pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari trajno spremeni evropska MSP. Ta potencial je mogoče izkoristiti na gospodarsko pozitiven način, ga uporabiti za okrepitev digitalnega gospodarstva v Evropi in vzpostavitev močnega mednarodnega trga. Vendar pa ne smemo zanemariti etičnih in socialnih vidikov tega potenciala. Evropska MSP bodo lahko le z uravnoteženo uporabo aplikacij pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari imela trajnostno korist od novih digitalnih tehnologij (Stepponat, 2018).

Kljub temu nekaterim evropskim inženirskim MSP izvajanje načel pa-

metne tehnologije predstavlja izziv, s katerim se bodo ukvarjala v prihodnosti. Zahtevan nepovratni preskok v industrijskem razvoju je primerljiv z uvedbo parne energije, elektrike ali osnov informacijske tehnologije na prejšnjih stopnjah in mu zato pravimo četrta industrijska revolucija.

Mala in srednje velika inženirska podjetja morajo ukrepati hitro, saj morajo:

- vzpostaviti komunikacijske in interakcijske procese, ki jih nadzoruje IT in se odvijajo med različnimi akterji skozi celoten proizvodni proces ter vrednostno verigo;
- razviti in izvajati kibernetško-fizični sistem;
- ponovno opredeliti ključne spretnosti vodstva, kadrov upravljavcev in uslužbencev;
- prestrukturirati organizacijo dela in pretoka informacij.

Žal so številna evropska MSP slabo pripravljena na ta razvoj in zaostajajo za svojimi konkurenti v razvitejših evropskih regijah, ZDA in Aziji. Zlasti nekaj malih in srednje velikih podjetij, ki predstavljajo hrbtenico evropske industrije in so v številnih segmentih trga še vedno vodilna v svetu, se je znašlo pod velikim pritiskom in strahu pred popolno izgubo stikov ter svojega deleža na trgu srednje velikih podjetij. V zadnjem času je veliko nacionalnih pobud že postavilo pametno industrijo na dnevni red razprav. Vsekakor pa je v tej smeri potrebnega še veliko dela in truda (Stepponat, 2018).

Zato smo ustvarili projekt Erasmus+ SMeART. Tudi s pomočjo teh smernic namerava SMeART podpreti trajnostno sodelovanje med univerzami in inženirskimi MSP ter tako zagotoviti uspešen prehod v pametno industrijo. V ta namen želimo MSP ponuditi model poslovnega sodelovanja z visokošolskimi ustanovami in jim tako omogočiti, da se bodo preko izpopolnjevanja spretnosti lahko uspešno spopadla z izzivi pametnega inženiringa.

Posebni izzivi za MSP

Zaradi zapletenosti in dinamičnosti sodobnih trgov je MSP težje kot kadarkoli prej ohraniti konkurenčni položaj. Zaradi strožjih omejitev kadrovskih in finančnih virov se namreč soočajo s spremenjenimi tržnimi pogoji. Veliko povečanje učinkovitosti in odprta svetovna trgovina sta pripeljala do zasičenosti trgov, kar strankam omogoča izbiro med široko paleto izdelkov in storitev ter določanje višjih standardov npr.: v kakovosti, ceni, trajnosti

in individualnosti. Enostavni dostop do informacij na internetu pa potencialnim strankam le z nekaj kliki omogoča primerjavo različnih dobaviteljev.

Glavna dejavnika za uspeh MSP v mednarodni konkurenci sta zmožnost razvoja novih izdelkov in nenehno izboljševanje proizvodnih procesov. Glede na trenutno stanje se zdi, da se podjetja s trenutnimi tehnologijami in postopki pogosto niso zmožna uspešno spopadati z novimi izzivi.

Celotni razvojni proces, od prve idejne zasnove izdelka preko izdelave in testiranja različnih prototipov pa vse do serijske produkcije, je pogosto zamudnejši in dražji od prvotno načrtovanega. Poleg tega želja po večjem številu posameznih izdelkov mnoga podjetja prisili, da razvijejo še več različic, kar dodatno obremeni njihova omejena sredstva. Posledično svoje podjetniške ideje udejanjijo prepozno – če sploh. Z vidika proizvodnih procesov podjetjem nihajoče zahteve in naraščajoče število različic izdelkov predstavljajo velike težave.

MSP, predvsem tista, ki sodelujejo v večjih oskrbnih verigah, morajo za trajno ohranitev svojega mesta v verigi v svoj proizvodni program uvajati kratkoročne spremembe, saj sta ravno zmogljivost dobave in časovni razpored ključna kriterija za izbiro mnogih strank. Vendar pa togi proizvodni programi in počasne izmenjave informacij pogosto pripeljejo do zamud v proizvodnji in dodatnih stroškov (Roth, 2016, str. 13). Naraščajoče število podjetij se sooča z vprašanjem, kako naj se spoprimejo z različnimi izzivi sodobnih trgov.

Veliko MSP, ki delujejo v državah z visokimi stroški dela, posamezne dele proizvodnje premesti v države z nižjimi plačami, da bi tako zmanjšali del stroškov in ponudili svoje izdelke po nižji ceni, primerljivi s tistimi svojih konkurentov (Gleich, 2015, str. 22). Vendar pa tovrstna premestitev dolgoročno ne uspe rešiti večine težav. Tehnologije in procesi ostajajo preveč neprilagodljivi in počasni, da bi se lahko merili z mednarodnimi konkurenti. Številni ekonomisti verjamejo, da je odgovor na izzive sodobnih trgov četrta industrijska revolucija, ki se pogosto imenuje tudi industrija 4.0 (I4.0). I4.0 je izraz za digitalno preobrazbo predelovalne industrije, katere cilj so prožnejša in učinkovitejša podjetja, ki bodo na ta način lahko ekonomično proizvedla tudi najmanjše serije izdelkov in proizvodni program omejila na najkrajši možni čas (Roth, 2016, str. 5). Po mnenju številnih avtorjev ima I4.0 možnost pospeševanja procesov v celotnem življenjskem ciklu izdelka in odpira popolnoma nove poslovne potenciale. MSP so še posebej primerne za razvoj in uresničevanje idej v okviru I4.0, saj so v primerjavi z večjimi podjetji zanje značilne krajše poti odločanja, večja udeležba zaposlenih in

višja sposobnost inovacij (Schneider, 2016, str. 254). Čeprav je uvedba I4.0 nujna za preživetje proizvodnih podjetij na zapletenih in turbulentnih trgih v prihodnosti, raziskava z več kot 500 nosilci odločanja v predelovalni industriji razkriva, da okoli 71 % podjetij še nima razvite I4.0-strategije (Bauer in Horváth, 2015, str. 69)

1.3 Cilji Smernic

Namen priročnika je:

- podpiranje evropskih MSP v procesu uvajanja pametnega inženiringa in industrije 4.0;
- seznanjanje univerz in MSP s splošno zasnovo in tehničnimi podrobnostmi v zvezi s pametnim inženiringom v povezavi z industrijo 4.0;
- zagotavljanje razlage in opisa kvantitativnih in kvalitativnih standardov na področju pametnega inženiringa;
- vključevanje pedagoških, organizacijskih in operativnih pogojev za izvajanje uspešnega sodelovanja visokošolskih ustanov s podjetji;
- podpiranje visokošolskih ustanov pri pripravi in izvedbi boljšega sodelovanja, svetovanja in učnih dejavnosti z MSP za izboljšanje standardov pametnega inženiringa.

Ciljne skupine tega priročnika so:

- evropska MSP na splošno, še zlasti pa partnerji projekta;
- partnerji projekta SMEART v smislu neposrednega prispevka k rezultatom projekta.

Smernice so bile spisane v okviru projekta Erasmus+ »SMEART – Koalicije znanja za usposabljanje evropskih MSP za spoprijemanje z izzivi pametnega inženiringa«. Projekt financira Evropska unija. Dokument temelji na prispevkih projektnih partnerjev iz Avstrije, Belgije, Nemčije, Italije, z Nizozemske, iz Španije in Slovenije, ki jih je zbrala Univerza za uporabne znanosti (FH M) v Bielefeldu v Nemčiji.

Splošni cilj Smernic je podati različne predloge in nasvete za podporo in spodbujanje industrije 4.0/uvajanje pametnega inženiringa v MSP.

Slika 1.4 prikazuje naslov, okrajšave in številke posameznih poglavij Smernic in njihov splošni namen. Poglavlja sledijo ustaljeni strukturi dobro poznanega življenjskega cikla izdelka (glej sliko 1.5). Kratice za te segmente so: PRO, POS, UPR, SOD, IZO in SVE. Posamezna poglavja so povezana z vsaj eno fazo življenjskega cikla izdelka. Nekatera poglavja so povezana z

	Okrajšava – akronim. Naslov poglavja	Št. poglavja	Namen
SMERNICE	UVO: Uvod	3	ZAKAJ
	PRO: Proizvodni proces	4	KAJ?
	POS: Poslovne priložnosti	3	
	UPR: Izzivi managementa	4	
	SOD: Sodelovanje med univerzo in SME	5	KAKO?
	IZO: I4.0 – izobraževanje	6	
	SVE: I4.0 – svetovanje in coaching	7	

Slika 1.4 Poglavlja Smernic SMEaRT

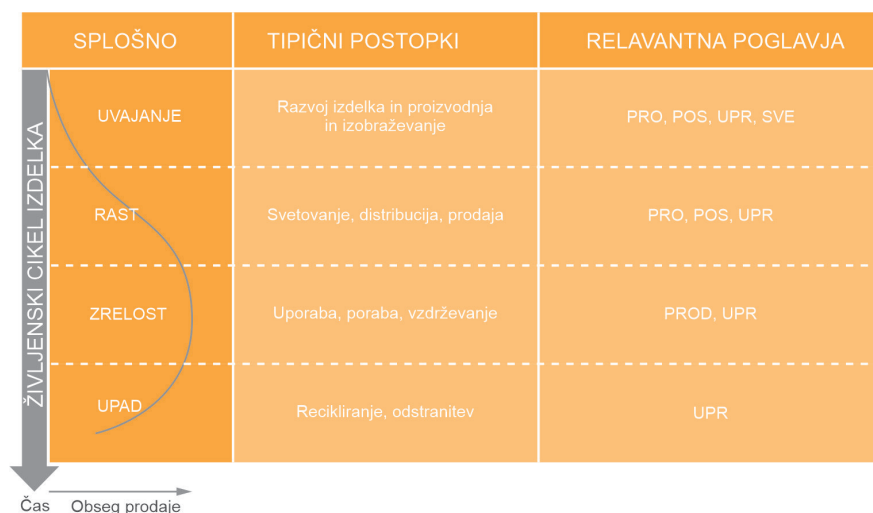
več kot eno fazo. Da bi pristop boljše razumeli, je v poglavju 2.6 podrobneje pojasnenih več primerov uporabe izdelka skozi celotni življenjski cikel.

Poglavja so nadalje razdeljena v tri obširne sklope: »Zakaj?«, »Kaj?« in »Kako?«. »Zakaj?« se nanaša na uvod, razlago pomembnih terminov, najsoodnejših tehnologij ter posledičnih motivacijskih razmer za srednje velika podjetja; k sodelovanju vabimo vse zainteresirane strani. »Kaj?« se nanaša na same smernice za podporo MSP; v tem delu besedila bralec najde tri poglavja, ki bodo osvetlila proizvodne, upravljalne in poslovne priložnosti podjetij. »Kako?« se nanaša na tista poglavja, ki obravnavajo svetovanje in usposabljanje, še zlasti tista, ki podrobneje analizirajo sodelovanje med univerzami in podjetji ter v zvezi s tem ponujajo napotke in nasvete; tukaj se ukvarjamo z vprašanjem usposabljanja in nadaljnjega izobraževanja zaposlenih za uspešno uvedbo pametnega inženiringa. Nenazadnje tukaj najdemo tudi podroben opis zahtev za izvedbo svetovanja v zvezi z industrijo 4.0, vključno z nasveti za njeno uspešno uvajanje v podjetjih.

1.4 Koncepti, povezani z doseganjem ciljev

1.4.1 Življenjski cikel pametnega izdelka

Namen teh poglavij je zagotoviti boljše razumevanje konceptov in primerov uporabe pametnega inženiringa med življenjskim ciklom izdelka. Pametni inženiring in industrija 4.0 imata možnost tako izboljšati lastnosti izdelkov kot tudi optimizirati proizvodne postopke, s čimer ponujata možnosti za povečanje donosnosti in konkurenčnosti MSP. Tukaj navedeni primeri predstavljajo le majhen del možnih uporab – številne tehnologije omogočajo povsem nove, individualne rešitve za prihodnost. Zato se MSP soočajo s potrebo po prepoznavanju odločilnih dejavnikov za svojo konkurenčnost. Prav tako morajo MSP tudi optimizirati dejavnike z upo-



Slika 1.5 Življenjski cikel pametnega izdelka: razmerje med splošnim življenjskim ciklom izdelka, specifični postopki in z njimi povezana poglavja teh Smernic (za obrazložitev kratic glej sliko 1.4.)

rabo konceptov in tehnologij, povezanih z industrijo 4.0. V teh Smernicah SMEART so koncepti, postopki in tehnologije, povezani s pametnim inženiringom in potrebni za uspešno izvajanje industrije 4.0 v MS, predstavljeni na dveh povezanih ravneh: na eni strani na zgornji ravni življenjskega cikla (glej sliko 1.5), na drugi strani pa so potrebni koncepti, procesi in tehnologije podani preko naknadno uvedenega modela usposabljanja in sodelovanja SMEART.

1.4.2 Model usposabljanja in sodelovanja SMEART

Namen modela usposabljanja in sodelovanja SMEART je nuditi MSP potrebno podporo v procesu njihove digitalizacije. Ta model obenem predlaga jasno strukturo orodij in ukrepov, ki jih ponuja projekt SMEART. Poleg tega pa model predlaga tudi povezave in odnose med orodji, fazami usposabljanja in posameznimi sklopi poglavij teh Smernic. Model usposabljanja in sodelovanja SMEART temelji na strateškem okviru SMEART. Poleg tega so sredstva nabora orodij SMEART, ki jih model ponuja, povezana z različnimi fazami procesov usposabljanja in svetovanja. Ta orodja in njihova povezava z okvirjem so razložena v poglavju 2.6.3.

Splošna struktura zgoraj omenjenega modela je prikazana na sliki 1.6. Zgornja polovica slike prikazuje strateški okvir SMEART. Ta okvir je bil razvit za razumljivejše strukturiranje različnih metod in procesov industrije

4.0, posledično pa je bil sprejet tudi za namene svetovanja in usposabljanja.

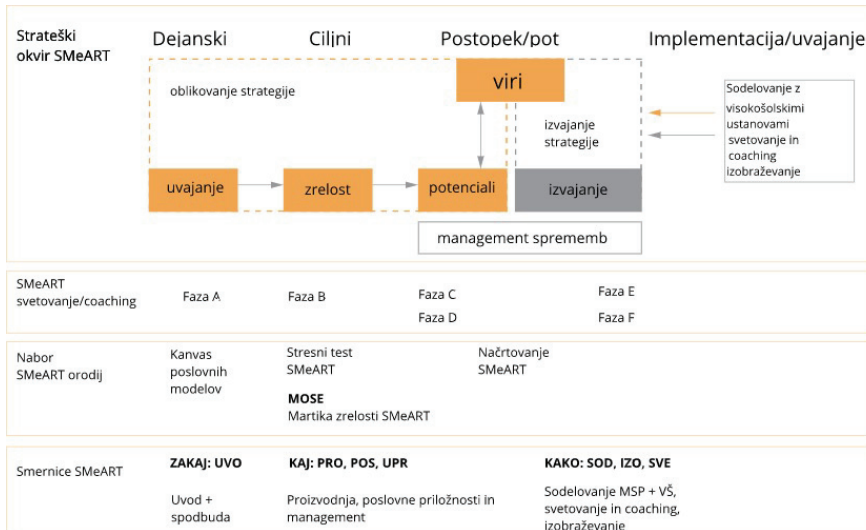
Strateški okvir SMEART je podrobno predstavljen in opisan v poglavju 2.6.3. Za uvodno pojasnitev modela usposabljanja in sodelovanja SMEART so najpomembnejši elementi strateškega okvira SMEART prikazani na sliki 1.6. Kratka predstavitev tega modela: okvir poslovni model podjetja uporablja kot izhodišče za razvoj strategij pametnega inženiringa/industrije 4.0 in za izpeljavo nadaljnjih korakov ter ukrepov. Slika 1.6. pod samim okvirom prikazuje tudi vrsto posameznih faz. Te faze so hkrati tudi okvirne faze in faze usposabljanja SMEART:

- Faza A = uvajanje
- Faza B = zrelost
- Faza C = viri
- Faza D = potenciali
- Faza E = management sprememb
- Faza F = izvedba

Te Smernice ponujajo nabor orodij SMEART. Slednja orodja se navezujejo na zgoraj omenjene faze. Za nadaljnje informacije o njihovem uvajanju glej poglavje 2.6.3.

Faza A – začetna faza, ki obsega določanje poslovnega modela podjetja in razumevanje ustvarjanja dobička. Da bi lahko razumeli, kako razumeti koncept industrije 4.0, priporočamo uvedbo zrelostnih modelov. Slednji so instrumenti za ocenjevanje trenutne stopnje razvoja glede na določen cilj (Mettler in Rohner, 2009). Z vidika pametnega inženiringa lahko zrelostni modeli z raziskovanem začetnega stanja podjetja pomagajo pri zmanjševanju zapletenosti (Schumacher idr., 2016). Poleg tega lahko zrelostna ocena pripomore k natančni oceni napora. Zato je ocenjevanje stopnje zrelosti podjetja v smislu industrije 4.0 naslednji korak (faza B) v predlaganem okviru (glej sliko 1.7). V okviru projekta SMEART je bilo razvito posebno orodje – orodje SMEART za stresni test (angl. *SMEART Stress Test Tool*). To orodje temelji na specifični matriki zrelosti MOSE. Orodje se uporablja za ocenjevanje zrelosti MSP in njihovega napredka pri uvajanju pametnega inženiringa.

Scenariji in predpostavke o morebitnih poslovnih priložnostih industrije 4.0 so predstavljeni v fazi C strateškega okvirja SMEART. Začetni poslovni model (od faze A) služi kot orientacija za odkrivanje trenutnih poslovnih šibkih točk. Te so lahko nezadovoljiva podpora strankam ali počasni proi-



Slika 1.6 Model usposabljanja in sodelovanja SMEART

zvodni procesi. Faza A pomaga tudi določiti dejavnike uspeha, ki vplivajo na krepitev konkurenčnega položaja v prihodnosti. Ta pristop poslovnega modela predstavlja celostno obravnavo. Ne osredotoča se na posamezne tehnologije ali izdelke. Najpomembnejša vprašanja, na katera je potrebno odgovoriti, so: Kako bo srednje veliko podjetje v prihodnosti uspešno konkuriralo z drugimi podjetji? Ali lahko večja raznolikost izdelkov ustvari dodatno vrednost za trenutne stranke, medtem ko privablja nove stranke? Ali je zanesljiva dobava dejavnik uspeha za podjetje, ki se želi v prihodnosti izboljšati?

Cilj poglavij 2, 3, in 4 je MSP ponuditi vložek, navdih in vodenje, da bi lažje oblikovala in opredelila svoje ambicije in možnosti v zvezi s tem.

Hkrati pa morajo podjetja začeti pridobivati oprijemljive vire (glej sliko 1.6), ki so nujni za doseganje ciljev. Najprej morajo oceniti trud, potreben za implementacijo inovativnih idej. Ideje, za katere se izkaže, da so tvegane ali drage, morajo prilagoditi ali zavreči. Pri tem je cilj poiskati nabor novih dejavnosti, postopkov ali tehnologij, ki lahko ustvarjajo trajno vrednost. Trajno vrednost je mogoče doseči z danimi sredstvi ali, z drugimi besedami, z oblikovanjem izvedljive strategije. Faze opredelitve, načrtovanja in izvajanja strategije so povezane ena z drugo. Tudi če niso načrtovane vse podrobnosti strategije podjetja, lahko že začnete z začetno pripravo na izvedbo, kot je npr. usposabljanje zaposlenih. Strateški okvir SMEART predlaga vključitev managementa sprememb (glej poglavje 2.6) v proces razvo-

ja in izvajanja strategije. Sprememba v podjetju lahko ne uspe zaradi različnih razlogov; nepregleden proces odločanja zaposlenim onemogoča, da bi razumeli nujnost spremembe ali uporabnost posameznih ukrepov. Premisleki in načrti se le redko prenašajo med različnimi hierarhičnimi ravni organizacije in zato se posledično pojavijo negotovost, frustracije in strah. Kot rezultat pa zaposleni samo na pol sodelujejo v postopku sprememb in tako zmanjšujejo uspeh.

Na splošno velja, da management sprememb skuša nadzorovati in izvajati spremembe, zlasti s poudarkom na ljudeh, ki jih proces sprememb na nek način prizadene. Številni avtorji in publikacije poudarjajo, da so lahko spremembe uspešne le, če so zaposleni pripravljene na izvajanje teh sprememb. Brez notranjega prepričanja bodo zaposleni delali z minimalnim naporom, le toliko, da zadostijo pravilom oz. izvajali pasivno rezistenco. Na podlagi tega strukturiranega pristopa so avtorji prepričani, da so procesi odločanja pametnega inženiringa za organizacije lahko zasnovani pregledneje in razumljiveje. Uporaba poslovnih modelov omogoča celovit pogled na prednosti in slabosti ter lahko pomaga prepoznati prihodnje potenciale v vseh poslovnih dejavnostih. Naslednje poglavje predstavlja sklop metod, ki se lahko uporabljajo v vsaki od faz.

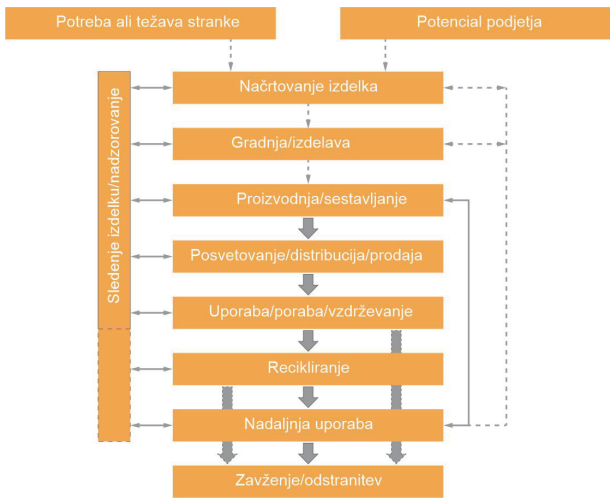
Proizvodnja

Martin Westbomke

Izzivi iz prvega poglavja, skupaj z možnostmi I4.o, postavljajo pred vse faze poslovnega procesa vrsto novih izzivov in priložnosti. Nanje bomo skušali odgovoriti v tem in naslednjih poglavjih. V tem so prikazane faze življenjskega cikla proizvoda, od raziskav in razvoja, prek (pre)oblikovanja in proizvodnje do trženja, servisiranja in recikliranja izdelkov. Pri določenih pojmih se ponovno, a tokrat bolj poglobljeno, dotaknemo predstavitve konceptov I4.o. Tako skozi teorijo, kot tudi v duhu praktičnega pristopa, so razmeroma novi koncepti nazorno razloženi na podlagi primerov iz prakse. To velja za celotni življenjski cikel izdelkov, kjer I4.o ne le optimizira procese, ampak marsikje prinaša nove, prebojne pristope. S tem pa je storjen korak v smeri strateških sprememb, ki jih s koncepti SMEART lahko tudi obvladujemo.

2.1 Uvod

Za sodobne digitalne trge je značilna velika zapletenost, kar podjetjem otežuje dolgoročno ohranjanje konkurenčnega položaja. Potencialni kupci lahko izbirajo med široko paleto izdelkov in storitev globalno delujočih ponudnikov, njihove zahteve glede kakovosti, cene in razpoložljivosti pa se povečujejo (Becker idr., 2004, str. 393; Grundig, 2018, str. 13). Podjetja vseh velikosti se spopadajo z vse večjimi zahtevami trga, povezanimi s celotnim življenjskim ciklom izdelkov in storitev. Znanstvene študije kažejo, da industrija 4.0 vključuje sposobnost reševanja večine poznanih, obstoječih težav na posameznih področjih in lahko trenutnim podjetjem doda trajnostno vrednost. Zaradi raznolikosti nove terminologije se morda obravnava teme I4.o zdi zapletena. Vizije, ideje in tehnologije so pogosto obravnavane v istem kontekstu, kar lahko povzroči zmedo. Ker je tako težko zagotoviti jasno, dokončno definicijo I4.o, si mnoga podjetja ne morejo niti predstavljati, kako bi lahko prispevala k njihovem procesu ustvarjanja vrednosti. Nekatere vizije se zdijo preveč futuristične in zato lahko podjetja odvrtaajo, namesto da bi jih navdihovala. Cilj tega poglavja je podati smerice za MSP v procesu uresničevanja I4.o. Čeprav se to področje osredotoča na proizvodna podjetja vključno z njihovimi proizvodnimi procesi, kasne-



Slika 2.1

Življenjski cikel izdelkov

je predlagani okvir podpira odkrivanje in izvajanje splošnih potencialov v vseh procesih življenjskega cikla izdelka.

2.2 Trenutni izzivi v življenjskem ciklu izdelka

Izhodišče vsake novosti izdelka je ideja, ki izhaja iz potreb, težav, trendov in razvoja na določenem trgu ali segmentu strank (Grote idr., 2014, str. 1). Zaradi raznovrstnosti različnih podjetij, ki ponujajo podobne izdelke, velja danes razumevanje in izpolnjevanje zahtev kupcev s fleksibilnim prilagajanjem zahtev, izdelkov in procesov za enega ključnih elementov gospodarskega uspeha (Becker idr., 2004, str. 393). Zato je prvi velik izziv za proizvodna podjetja prepoznati ali bolje predvideti želje svojih strank in se nanje odzvati v najkrajšem času.

Na poti od prve ideje do določenega izdelka morajo podjetja izvajati različne dejavnosti, kot so testi izvedljivosti, oblikovalske študije in izdelava ter testiranje različnih prototipov (Cooper, 1980). Čeprav so bile v preteklosti uvedene različne tehnike načrtovanja in ocenjevanja projektov, so številni procesi razvoja izdelkov še vedno zamudnejši in dražji, kot je bilo pričakovano in prvotno načrtovano (Meier, 2011, str. 11). Posledično se številna podjetja ne zmorejo odzvati na zahteve strank v skladu s pričakovanji in potrebami.

Po razvoju izdelka in pripravah na proizvodnjo, kot sta npr. reprogramiranje strojev ali prekvalifikacija proizvodnih delavcev, se začne proizvodni proces.

V tej fazi je potrebno obdelati in preoblikovati niz vhodnih dejavnikov, kot so surovine ali informacije. Kar lahko v tej fazi predstavlja težavo, je zagotovitev nemotenega poteka proizvodnih in montažnih postopkov. Vsak nepričakovan incident, kot sta neuspeh proizvodnje ali strojna okvara, povzroča dodatne stroške. Današnje standardne tehnologije ponujajo le omejene možnosti za nadziranje v realnem času, kar pomeni, da se manj optimalni procesi ali izdelki odkrijejo z zamudo. Kljub težavam obvladovanja in izboljšanja kakovosti procesov in izdelkov v realnem času naraščajoča raznolikost in nihanje povpraševanja vodita do večje kompleksnosti ter zahtevata prilagodljive proizvodne procese, ki jih je mogoče prilagoditi z majhnim naporom (Vogel-Heuser idr., 2016, str. 14).

Sedanji proizvodni sistemi pogosto ne morejo izpolniti zahtev sodobnih trgov (glej 2. poglavje). Čeprav je ta trend mogoče opaziti na skoraj vseh področjih poslovanja, so večje zahteve glede kakovosti storitev značilne zlasti za naslednje faze. Danes je kakovostna skrb za stranke (glej 3. poglavje) eden ključnih vplivov na zadovoljstvo kupcev in zato nepogrešljiva za trajnostno konkurenčno prednost (Shemwell idr., 1998). Trženje, prodaja in distribucija označujejo prenos izdelka ali storitve na stranke (3. poglavje). Posebej visoka logistična kakovost se lahko obravnava kot eden od ključnih elementov za zadovoljstvo strank. V tej fazi podjetjem predstavlja izziv ustvarjanje prilagodljivih logističnih procesov, ki so sposobni zagotoviti hitro in pravočasno dostavo z zmernimi stroški. Med uporabo ali porabo lahko zagotavljanje vzdrževanja in popravil vodi do večje trajnosti izdelkov v tej fazi in lahko zato pozitivno vpliva tudi na zadovoljstvo strank (Grote idr., 2014, str. 1).

Zaradi višjih zakonskih zahtev in večje okoljske zavesti je recikliranje izdelkov postalo večja prioriteta za podjetja ter njihove stranke. Možnost recikliranja izdelkov ne ponuja le priložnosti za nadaljnje ustvarjanje dobička (3. poglavje), ampak je lahko tudi vplivni dejavnik v procesu nabave ter izboljša celostno podobo podjetja (Nnorom in Osibanjo, 2008, str. 844). Izdelki, ki jih je mogoče reciklirati, lahko gredo ponovno skozi življenjski cikel, tiste, ki jih ni mogoče ponovno uporabiti, pa zavržemo (Grote idr., 2014, str. 1).

Na splošno se pametna podjetja srečujejo s številnimi izzivi (glej sliko 2.1) v življenjskem ciklu izdelka ali storitve: zahteve v smislu časa, cene, kakovosti, trajnosti in storitev so se v zadnjih letih še povečale. Poleg tega nihanja povpraševanja in prednost individualiziranih izdelkov zahtevajo visoko prilagodljivost ter odzivnost procesov skozi celotno oskrbno verigo, ni pa jih mogoče uresničiti s sedanjimi proizvodnimi sistemi. Te po-

Preglednica 2.1 Izbrane opredelitve pojma »industrija 4.0«

Vir	Definicija
Roth (2016, str. 5)	Industrija 4.0 vključuje mreženje vseh človeških in strojnih akterjev skozi celotno verigo ustvarjanja vrednosti ter digitalizacijo in analizo vseh informacij, ki služijo temu namenu, v realnem času in s ciljem, da postanejo procesi ustvarjanja vrednosti preglednejši in učinkovitejši ter vodijo k optimizaciji koristi strank.
Bauer in Horváth (2015, str. 515)	Industrija 4.0 se nanaša na sposobno, inteligentno, vertikalno in horizontalno mreženje ljudi, strojev in predmetov za dinamičen management kompleksnih sistemov v realnem času.
Hermann idr. (2016, str. 3929)	S pomočjo sodelovanja med ljudmi, stroji in viri je četrta industrijska revolucija zaznamovana s spremembo paradigme od centralno nadzorovanih do decentraliziranih proizvodnih procesov. Pametni izdelki poznajo svojo proizvodno zgodovino, svoje trenutno in ciljno stanje ter se aktivno vodijo skozi proizvodni proces preko navodil strojev za opravljanje zahtevanih proizvodnih nalog in naročila transporta do naslednje proizvodne faze.

manjkljivosti in težave v proizvodnih sistemih so točka, kjer pride v poštev industrija 4.0. V znanstveni literaturi se I4.0 ne obravnava kot možnosti za reševanje vseh teh izzivov, temveč prej kot obvezno nalogo proizvodnih podjetij za zagotovitev njihovega ekonomskega preživetja (Roth, 2016, str. 13).

2.3 Definicija industrije 4.0

Izraz »industrija 4.0« je bil prvič omenjen na sejmu v Hannoveru leta 2011 z namenom, da bi opisal razvoj predelovalne industrije v smeri četrte industrijske revolucije (Bousonville, 2016, str. 3). Kljub pogosti uporabi izraza v nemško govorečih državah do danes še nimamo njegove univerzalne definicije (Hermann idr., 2016, str. 3928). I4.0 se pogosto opisuje kot digitalna preobrazba predelovalne industrije (Roth, 2016, str. 5), čeprav do danes tudi sam izraz »digitalna preobrazba« nima enotne definicije (Schallmo, 2016, str. 3) in zato ni primeren za pojasnitev pomena I4.0. Izbor obsežnejših opredelitev je prikazan v preglednici 2.

Po Rothu izraz »industrija 4.0« pomeni mreženje vseh ljudi in strojev v celotni vrednostni verigi (Roth, 2016, str. 5). Slednjo lahko definiramo kot vsoto vseh procesov, ki ustvarjajo vrednost za stranke, od pridobivanja surovin in njihove predelave do dobave in uporabe končnega izdelka (Porter, 1985, str. 50). V takih omrežjih se pomembne informacije zberejo, digitalizirajo, izmenjujejo med različnimi akterji in obdelujejo v realnem času. Zaradi globalizacije se lahko dobavitelji in stranke proizvodnih pod-

jetij razširijo po vsem svetu, kar otežuje izmenjavo pomembnih informacij, kot so kratkoročne spremembe povpraševanja (Li in Lin, 2006, str. 1641). Z vzpostavitvijo takšnih medorganizacijskih omrežij lahko podjetja povečajo učinkovitost in transparentnost svojih procesov ter ustvarijo večjo vrednost za stranke (Roth, 2016, str. 5).

Bauer in Horváth (2015) to definicijo dopolnita z navedbo, da I4.0 ne vključuje samo vertikalnega in horizontalnega mreženja ljudi in strojev vzdolž vrednostne verige, ampak tudi predmete, kot so materiali ali obdelovanci, ki so tudi zmožni zbiranja, digitaliziranja, delitve in obdelave informacij. Poleg tega I4.0 opisuje kot inteligentno mreženje med različnimi akterji. Izraz »inteligenten« v tem kontekstu nakazuje, da stroji in predmeti pridobijo določeno stopnjo inteligence, ki jim omogoča, da ocenijo informacije in samostojno odločajo na podlagi vstopnih podatkov. Po tej definiciji človek ni več edini in osrednji agens, ki mora upravljati dinamične in kompleksne procese. Namesto tega inteligentni izdelki in stroji človeku pomagajo s pripravo ustreznih informacij v realnem času za potrebe odločanja in s predlogom optimizacijskih potencialov ali pa z avtonomnim managementom in optimizacijo procesov. Ta preobrat paradigme iz centraliziranega v decentraliziran nadzor in usklajevanje procesov je obravnavan tudi v definiciji, ki so jo predlagali Hermann idr. (2016). Ta četrto industrijsko revolucijo predstavi na primeru inteligentnega izdelka, ki si prizadeva poiskati svojo pot skozi proizvodnjo. Zlasti glede na omejena sredstva MSP in trenutne tehnične možnosti vse definicije neizogibno vodijo k vprašanju, ali je povezovanje vseh akterjev, strojev in predmetov po celotni oskrbni verigi izvedljivo in sploh koristno. Z gospodarskega vidika morajo podjetja prepoznati pomembne konkurenčne dejavnike in te izboljšati z uporabo I4.0.

Iz omenjenih razlogov predlagamo naslednjo definicija termina »industrija 4.0«:

Industrija 4.0 opisuje ciljno usmerjeno, inteligentno mreženje človeških bitij, strojev in predmetov z zbiranjem, digitalizacijo, izmenjavo in vrednotenjem ustreznih informacij v vrednostni verigi v realnem času z namenom omogočanja decentraliziranega usklajevanja in nadzora procesov.

Mreženje geografsko porazdeljenih akterjev skozi vrednostno verigo in dostop do ustreznih informacij v realnem času omogoča učinkovito in prilagodljivo sodelovanje, ki je sposobnejše izpolniti zahteve dinamičnih in

kompleksnih trgov. Ima tudi moč spreminjanja celotnega procesa od razvoja izdelka do proizvodnje, skozi uporabo izdelka do dokončnega zavrženja:

- Pametni inženiring opisuje inovativne, interdisciplinarne procese razvoja izdelkov. Virtualni prototipi izdelkov in izmenjava ustreznih informacij v realnem času različnim strokovnjakom iz podjetja, kot so oblikovalci izdelkov, strojni inženirji in prodajni zastopniki pa tudi dobavitelji ali kupci, omogočajo sodelovanje pri razvoju izdelkov (Anderl idr., 2012)
- V kontekstu proizvodnje bodo nefleksibilne tehnologije nadomeščene z decentraliziranimi, avtonomnimi, t. i. pametnimi proizvodnimi sistemi, ki bodo sposobni organizirati in optimizirati procese vzdolž vrednostne verige (glej sliko 2.1) (Vogel-Heuser idr., 2016, str. 15).
- Stranke imajo koristi od pametnih izdelkov s popolnoma novimi zmogljivostmi (Eibl in Gaedke 2017, str. 2081).

Nazadnje si industrija 4.0 prizadeva, da bi vizija dosegla stopnjo prilagodljivosti, ki bo omogočila proizvodnjo posameznih izdelkov na račun množične proizvodnje, prilagoditve v realnem času in optimizacijo procesov ter izdelkov (Lasi idr., 2014).

V strokovni literaturi je industrija 4.0 pogosto opisana kot četrta industrijska revolucija, ki bo privedla do digitalne preobrazbe proizvodnih industrij. Natančneje jo lahko opredelimo kot mreženje vseh akterjev na področju človeških in strojnih dejavnosti v celotni vrednostni verigi v povezavi z digitalizacijo in ocenjevanjem pomembnih informacij v realnem času.

Splošni cilj industrije 4.0 je doseči večjo transparentnost in učinkovitost vseh procesov (Roth, 2016, str. 5). V smislu proizvodnje bodo manj prilagodljive tehnologije nadomestili decentralizirani, avtonomni, t. i. pametni proizvodni sistemi, ki bodo sposobni organizirati in optimizirati procese vzdolž vrednostne verige (glej sliko 2.1) (Vogel-Heuser idr., 2016, str. 15). Nenazadnje si industrija 4.0 prizadeva, da bi vizija dosegla stopnjo prilagodljivosti, ki bo omogočala proizvodnjo posameznih izdelkov na račun množične proizvodnje, prav tako pa tudi prilagoditve v realnem času in optimizacijo procesov ter izdelkov (Lasi idr., 2014).

V zvezi z malimi in s srednje velikimi podjetji mora biti cilj industrije 4.0 ciljno usmerjen izbor tehnologij in načel. I4.0 se lahko izvaja z razpoložljivimi viri in ima sposobnost ohranjanja ter krepitev konkurenčnega položaja. Da bi koncept I4.0 postal jasnejši, je namen naslednjega poglavja predstaviti glavne vizije in ključne tehnologije.

2.4 Teorija in praksa proizvodnje v industriji 4.0

Zaradi velikega števila pojavljajoče se terminologije v zvezi z I4.0. se številna podjetja počutijo negotova pri obravnavi tega koncepta. V nadaljevanju bosta podan kratek pregled in kriteriji celovitega razlikovanja med vizijami in tehnologijami, povezanimi z I4.0. V tem delu boste našli pregled ključnih konceptov I4.0, osnovnih tehnologij in možnih načinov uporabe.

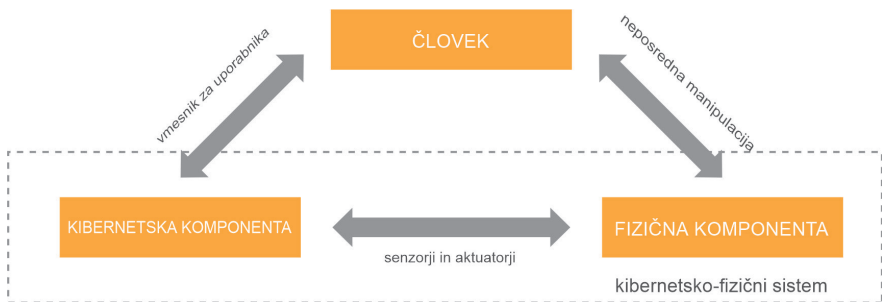
Ena od osrednjih vizij industrije 4.0 je združitev fizičnega in virtualnega sveta, ki se lahko uresniči s t. i. kibernetsko-fizičnim sistemom (KFS). KFS udejanja zamisel o združevanju kibernetskih in fizičnih predmetov s ciljem oblikovanja sodelujoče ter delujoče entitete. Fizični predmeti so lahko kakršnikoli naravno ali umetno ustvarjeni elementi, npr. surovine, tehnične naprave, zgradbe, upravljalni ali logistični procesi. Kibernetski predmeti so kakršnekoli programske ali strojne komponente (Geisberger in Broy, 2012a). Hermann idr. (2016) razlikujejo tri generacije KFS glede na njihove tehnične značilnosti in zmogljivosti (glej preglednico 2). Najenostavnejša oblika KFS je avtonomna identifikacija (Auto-ID) s pomočjo identifikacijskih tehnologij, ki omogočajo sledenje fizičnim predmetom (Hermann idr., 2016, str. 9). Zaradi relativno nizkih stroškov in enostavnosti uporabe so črtne kode najpogostejši sistem Auto-ID. Največja pomanjkljivost tega sistema je, da lahko laserski skener bere nalepko le, če je etiketa za črtne kode vidna, čista in nepoškodovana. Zato ta sistem ni primeren za vse aplikacije in je pogosto povezan z višjimi stroški za osebje, saj morajo zaposleni predmete skenirati ročno (Kern, 2006, str. 16). V okviru I4.0 se kot ključna tehnologija Auto-ID omenja zlasti radiofrekvenčna identifikacija (RFID). Sistem RFID je sestavljen iz čipa, imenovanega tudi oznaka RFID (RFID-tag), in čitalca. Oznaka RFID je nameščena na predmet, ki ga je potrebno identificirati. Čitalec je običajno mirujoč. Kot pove že ime samo, komunikacija med oznako RFID in čitalcem poteka prek radijskega prenosa (Kern, 2006, str. 33). V primerjavi z drugimi identifikacijskimi tehnologijami, kot so črtne kode, sistemi RFID ne potrebujejo vizualnega stika in lahko istočasno prepoznajo več predmetov (masovno razpoznavanje). Poleg tega so oznake RFID odporne na toploto, prah in vodo (Strassner, 2005).

Kot primer uporabe lahko opišemo uporabo vrat RFID na območju prevzema blaga za samodejno prepoznavanje blaga. Znotraj digitalne kopije fizičnega skladišča se lahko zaloga v realnem času posodobi po zanemarljivih stroških (Reinhart, 2017, str. 508). KFS prve generacije lahko zbira pomembne informacije ter tako ustvarja večjo transparentnost, vendar ne more neposredno vplivati na fizično okolje in nima inteligence za optimiza-

Preglednica 2.2 Tri generacije KFS

1. generacija	2. generacija	3. generacija
Opremljeni z identifikacijskimi tehnologijami.	Opremljeni s senzorji in aktuatorji.	Opremljeni z različnimi senzorji in aktuatorji.
Nezmožni neposrednega posega v okolje.	Zmožni neposredno posegati v okolje do neke mere.	Zmožni shranjevati, analizirati in deliti podatke po omrežjih.

Opombe Povzeto po Hermann idr. (2016).



Slika 2.2 Diagram kibernetško-fizičnega okvira (prirejeno po Bauernhansl idr., 2014, str. 525, in Zamfirescu idr., 2013)

cijo procesov. Zato je KFS druge generacije opremljen z dodatnimi senzorji in aktuatorji z omejenimi funkcijami, ki jim omogočajo aktivno poseganje v okolje (Bauernhansl idr., 2014, str. 16).

Osnovna struktura KFS druge generacije je prikazana na sliki 2.2. Senzorji in aktuatorji omogočajo KFS druge generacije zbirati informacije o svojem okolju in reagirati na vhodne podatke z aktivno interakcijo v procesih. Senzorji, vgrajeni v fizične predmete, lahko beležijo kemična ali fizična stanja, kot so temperatura ali vlažnost, in informacije predelajo v digitalni signal. Obdelovanec lahko npr. s pomočjo GPS-senzorjev zazna svoj trenutni položaj, stroj pa lahko s temperaturnimi senzorji zabeleži svojo lastno temperaturo.

Aktuatorji pretvarjajo digitalne signale, ki prihajajo iz senzorjev ali ukazov človeških operaterjev, v mehanske premike ali fizične izhodne vrednosti, kot sta gibanje robotske roke ali prilagoditev temperature industrijske peči (Geisberger in Broy, 2012a, str. 138). S povezovanjem fizičnega in virtualnega sveta preko senzorjev in aktuatorjev se pojavijo neskončne možnosti uporabe, kot so skladišča, ki spremljajo zalogo v realnem času in naročajo blago, ali obdelovalni stroji, ki lahko samodejno odkrijejo in izposta-

vijo okvarjene dele. Ljudje lahko spremljajo procese ali postanejo del KFS tako, da aktivno posegajo v kibernetske in fizične komponente, npr. v sodelovanje med človekom in robotom. Da bi optimizirali odnose med ljudmi in stroji, bi namesto tipkovnic in zaslonov potrebovali možnost instinktivnejše interakcije, npr. z gibi ali glasom. V zadnjih letih so bile razvite številne aplikacije, kot je Microsoftov kontrolni modul Kinect, ki omogoča učinkovit in instinktiven management (Geisberger in Broy, 2012a, str. 134). Največjo učinkovitost in prilagodljivost dosega inteligentno omrežje KFS tretje generacije, ki je sestavljeno iz številnih aktuatorjev in senzorjev. Sposobni so komunicirati in sodelovati z ostalimi KFS in torej procese lahko nadzorujejo ter krepijo samodejno in decentralno (Bauernhansl idr., 2014, str. 17).

Po podatkih Geisbergerjeve in Broya imajo KFS tretje generacije naslednje funkcionalne zahteve in temeljne tehnologije:

- *Fizična ozaveščenost*: medtem, ko KFS druge generacije registrira le omejen del svojega okolja, KFS tretje generacije potrebuje sposobnost zaznavanja celotnega fizičnega okolja, vključno z informacijami o vseh človeških in tehničnih akterjih ter njihovem stanju, npr. natančen položaj obdelovanca ali število zaposlenih na tekočem traku. To sposobnost lahko opišemo kot fizično ozaveščenost, ki jo dosežemo z različnimi senzorji in tehnologijami Auto-ID (Geisberger in Broy, 2012b). Za usklajevanje procesov morajo biti predmeti, ki so opremljeni s senzorji, sposobni komunicirati in medsebojno delovati, kar se lahko doseže z brezžičnimi senzorskimi omrežji (WSN) (Song idr., 2017, str. 29, 250). Ureditev informacij iz različnih senzorjev je potrebna za sprejem celotne virtualne podobe tekočih procesov.
- *Načrtovano in predhodno (delno) avtonomno delovanje*: KFS potrebuje sposobnost delnega ali popolnoma avtonomnega delovanja za povečanje prilagodljivosti procesa. Zmožnost avtonomnega odločanja se lahko vpelje z večkriterijsko oceno situacije, ki KFS omogoča analizo, interpretacijo in ovrednotenje situacije v realnem času na podlagi predhodno določenih kriterijev. Za rešitev te naloge so informacije o fizičnem okolju predmeta usklajene z modeli domen, sposobnih modeliranja medsebojnih odnosov in izpeljave možnih dejanj. Dejanska situacija zahteva upoštevanje številnih spremenljivk: Upoštevati je potrebno vse akterje, kot so predmeti in ljudje, ter njihovo obnašanje in interakcije. Soroden koncept je umetna inteligenca (AI) (Geisberger in Broy, 2012a, str. 129). Ta se nanaša na zmožnost predmetov in

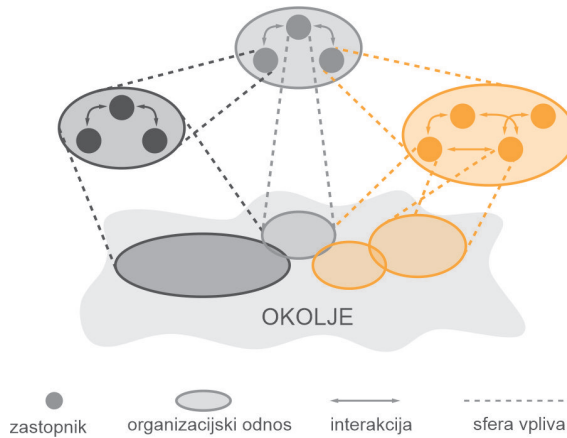
strojev izvajati naloge, ki bi zahtevale inteligenco, če bi jih izvajali ljudje (Kumar, 2008, str. 6). Predmeti in stroji, ki imajo tehnologijo AI, so sposobni obvladovati nove in neznane situacije, saj nenehno zbirajo znanja in so sposobni izpeljati zaključke o ustreznih reakcijah. AI je že mogoče najti v različnih aplikacijah: npr., sistemi za spremljanje na osnovi kamere lahko zaznajo in poročajo o nevarnih situacijah na javnih mestih. V zdravstvenem sektorju lahko operacije z visokim tveganjem potekajo s pomočjo zelo natančnih robotskih rok (Dengel, 2011, str. 391). Težavno vprašanje povezave večkriterijske ocene situacije in AI je ocena nasprotujočih si ciljev. V kontekstu avtonomnih vozil se tako srečamo z drastičnim primerom, ki bi lahko rešil življenje potnikov, hkrati pa ogrozil pešce. Industrija, politika in zakonodaja se bodo v prihodnosti soočili z izzivi iskanja odgovorov na te vrste moralnih vprašanj (Geisberger in Broy, 2012a, str. 130).

- *Sodelovanje in pogajanja*: za uresničitev svojega polnega potenciala mora imeti KFS možnost sodelovanja in pogajanja z drugimi KFS. Tehnične podlage za sodelovanje različnih KFS so večagentni sistemi, pri čemer se izraz »agent« nanaša na avtonomen KFS (Geisberger in Broy, 2012a). Na začetku vsak agent sledi svojim ciljem in ima individualne želje ter specifično predhodno znanje, kar vpliva na način, kako posrednik sodeluje z okoljem (Monostori idr., 2006).

Vključevanje več prvotno neodvisnih KFS v sodelujoči inteligentni sistem se imenuje kibernetsko-fizični produkcijski sistem (KFPS). Z združenjem njihovega znanja in sposobnosti lahko »večagentni sistem občasno reši probleme, ki presegajo meje kompetenc posameznih dejavnikov, in/ali prikaže nastajajoče vedenje, ki ga ni mogoče izpeljati iz notranjih mehanizmov komponent« (Monostori idr., 2006, str. 3). Tradicionalni centralizirani nadzorni sistemi se morajo počasi odzivati na spremembe v proizvodnji. Večagentni sistemi sledijo decentraliziranemu pristopu, ki CPPS omogoča usklajevanje procesov v realnem času, npr. načrtovanja proizvodnje, dodeljevanja sredstev in nadzora (Monostori idr., 2006). Primer je uporaba sistemov z več agenti za oblikovanje prilagodljive strategije razporejanja: v primeru nepričakovanih dogodkov, kot je strojna okvara, več KFS deli ustrezne informacije in samodejno sodeluje pri spremembi pretoka materiala (Kouiss idr., 1997). Večagentni sistemi omogočajo tudi sodelovanje med podjetji. Procesi vzdolž celotne oskrbne verige se lahko neodvisno usklajujejo in optimizirajo v realnem času, kar dobaviteljem omogoča, da lahko v vsakem trenutku nadomestijo nihanje prodaje ali se odzovejo na

Slika 2.3

Generični prikaz večagentnih sistemov (prirejeno po Monostori idr., 2006; Russell idr., 2010)



kratkoročne spremembe izdelkov. Sodelovanje različnih agentov prek organizacijskih meja je shematično prikazano na sliki 2.3.

Interakcija človek – stroj: kljub sposobnosti KFS za samoorganizacijo in okrepitev celotne procesne verige imajo v I4.0 ljudje ključno vlogo. Cilj I4.0 ni izločiti človeške operaterje iz proizvodnih obratov, temveč optimizirati procese in pomagati zaposlenim, da dosežejo vrhunsko ustvarjanje vrednosti. Med proizvodnjo lahko KFS ljudi podpira na različne načine: z zagotavljanjem ustreznih informacij o proizvodnih procesih, ki zaposlenim omogočajo v realnem času spremljati proizvodne procese in po potrebi posredovati. Navsezadnje imajo človeška bitja v programih I4.0 vedno najvišjo pristojnost (Bauernhansl idr., 2014, str. 78).

Kibernetsko-fizični programi se lahko uporabijo tudi za aktivno pomoč zaposlenim, ki izvajajo ročne ali kognitivne naloge, npr. v obliki pametnih očal, ki zaposlene po najkrajši poti vodijo do skladišča, kjer lahko najdejo izdelek, ki ga iščejo (Borgmeier idr., 2017, str. 130).

Poleg inovativnih načinov interakcije, kot je nadzor kretenj, zmožnost prepoznavanja namena in načrtov olajšuje sodelovanje med KFS-om in ljudmi. Zmožnost prepoznavanja človekovega namena je možna z analizo preteklih dejanj ali vpliva teh dejanj. Prepoznavanje načrta KFS omogoča predvideti prihodnje namere in dejanja, ki temeljijo na preteklem vedenju ljudi. Čeprav za zmožnost prepoznavanja namena in načrtov obstaja že vrsta zanesljivih metod verjetnosti in logike, široke možnosti uporabe KFS zahtevajo nadaljnji razvoj inovativnih metod. KFS mora biti sposoben prepoznati alternativne načine ukrepanja za doseganje ciljev ali se prilagoditi osebam s fizičnimi omejitvami. Trenutno obstoječe metode niso

dovolj razvite za opravljanje tovrstnih nalog (Geisberger in Broy, 2012a, str. 134).

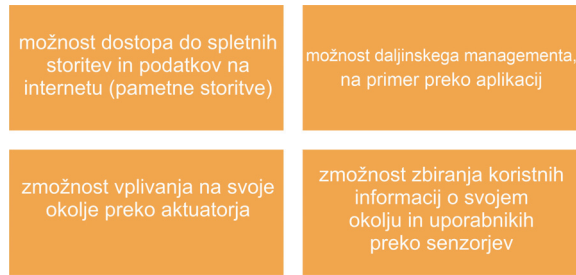
Koncept, ki je zelo podoben KFS in se pogosto omenja v povezavi s četrto industrijsko revolucijo, je t. i. internet stvari (IoT). V znanstveni literaturi lahko opazimo predvsem dve interpretaciji izraza. Nekateri avtorji izraz definirajo kot sposobnost medsebojnega sodelovanja fizičnih predmetov. S pomočjo senzorjev, aktuatorjev ali katerihkoli drugih fizičnih predmetov z ustreznimi informacijskimi in komunikacijskimi tehnologijami lahko predmeti komunicirajo in sodelujejo z unikatnimi metodami naslavljanja. V kontekstu KFS se ta razlaga nanaša na njihovo sposobnost sodelovanja in pogajanja za doseg skupnega cilja (Hermann idr., 2016, str. 9), zato je poudarek te interpretacije v zmožnosti povezovanja predmetov z drugimi predmeti.

Druga pogosta razlaga se nanaša na internet stvari kot na razširitev interneta na vsakdanje predmete (Mattern in Flörkemeier, 2010, str. 107). Prvi primer te vizije sega v devetdeseta leta, ko je Mark Weiser svojo idejo vseprisotnega računalništva opisal kot »integracijo računalnikov v svet« (Weiser, 1995). Tako v tistih časih kakor danes se interakcija med človekom in računalnikom običajno izvaja preko grafičnih uporabniških vmesnikov. Poleg negativnih vplivov na zdravje, ki jih imajo lahko operaterji pri stalnem delu z zasloni, je glavna pomanjkljivost tovrstnih uporabniških vmesnikov ta, da zahtevajo popolno pozornost operaterja in tako povzročajo odmaknjenost od okolja. Namesto da bi se računalniki prilagajali potrebam ljudi, so se ljudje prisiljeni prilagoditi restrikcijam računalniških sistemov. Zato lahko zamisel o vseprisotnem računalništvu razumemo kot opustitev prevladujočega koncepta grafičnih uporabniških vmesnikov in razvoja v smeri integracije računalnikov v fizične predmete (Friedewald idr., 2010, str. 29). Internet stvari vizijo vseprisotnega računalništva združuje z zamisljivo, da lahko računalniki, ki so integrirani v predmet vsakdanje rabe, do interneta dostopajo kadarkoli in kjerkoli (Carretero in García, 2014, str. 455). Integracija spletnih storitev omogoča širok spekter možnosti uporabe: vsakdanji predmeti, katerih funkcionalnost je bila pred tem omejena, nenadoma dobijo nove, prilagodljive zmogljivosti digitalnih predmetov/naprav (Mattern in Flörkemeier, 2010, str. 107). Z dodajanjem senzorjev in aktuatorjev lahko spletno podprti izdelki zaznavajo in neposredno vplivajo na svoje okolje. Tako koncept interneta stvari predmetom vsakdanje rabe omogoča, da postanejo t. i. pametni izdelki s popolnoma novimi sposobnostmi.

Pogost primer pametnih izdelkov so naprave pametnega doma, kot so

Slika 2.4

Zmožnosti pametnih izdelkov (prirejeno po Eibl in Gaedke, 2017, str. 2081)



pametni grelniki, ki jih je mogoče upravljati z razdalje in ki lahko dostopajo do vremenskih napovedi na internetu ter merijo sobno temperaturo, da bi zagotovili prijetno ozračje v prostoru.

V okviru tega pomena se lahko »stvari« povezujejo tudi z drugimi »stvarmi«, vendar pri tem fokus preide na vsakodnevne koristi, ki jih imajo ljudje od vgrajenih računalnikov in internetnih storitev. Po Gartnerjevih tržnih raziskavah je v letu 2017 obstajalo okoli 8,4 milijarde spletnih omrežnih naprav, od fitnes sledilcev do rešitev za pametne domove. Do konca leta 2020 strokovnjaki napovedujejo pojav več kot 20,4 milijard pametnih izdelkov in pričakujejo ogromen potencial za ustvarjanje vrednosti za podjetja (Jansen, 2017). Poleg izdelkov se bodo spremenili tudi inženirski procesi.

KFS in ostali pametni izdelki nenehno zbirajo, izmenjujejo in obdelujejo velike količine podatkov. Hkrati pa z naraščajočo tendenco v internet vstopa več kot 3,2 milijarde ljudi preko računalnikov, prenosnih računalnikov in pametnih telefonov, kar ustvarja še večje število podatkov (eMarketer, 2017). V 60 sekundah je na Facebook naloženih približno 243.000 slik, na Googlu je registriranih več kot 3,8 milijona iskalnih poizvedb, na LinkedInu pa je ustvarjenih 120 novih računov. Ob koncu vsake minute je na YouTube naloženih 400 ur novega video gradiva, preko Twitterja poslanih več kot 350.000 tweetov (Go-Globe, 2017; Statista, 2018). Pri razpravljanju o velikih količinah podatkov v kontekstu I4.0 se pogosto omenja izraz »obsežni podatki«. Na vprašanje, kaj je to, lahko odgovorimo s tremi osrednjimi lastnostmi (Gandomi in Haider, 2015, str. 138):

- *Obseg*: kot nakazuje že beseda »obsežni«, se obsežni podatki nanašajo na podatkovne nize terra-, peta- in sčasoma celo zetabajtov, ki so preveliki za obdelavo s pomočjo tradicionalnih informacijskih tehnologij.
- *Raznovrstnost*: obsežni podatki vključujejo strukturne heterogene podatke iz različnih virov, kot so rezultati meritev s senzorji, prenos

slik iz družbenih omrežij ali zvočnih datotek iz storitev pretočnega predvajanja.

- *Hitrost*: ta značilnost se nanaša na visoko stopnjo pretoka podatkov in rast obsežnih podatkov (Gandomi in Haider, 2015, str. 138; Katal idr., 2013, str. 404)

V skladu s temi lastnostmi lahko obsežne podatke definiramo kot velike količine trajno tekočih in rastočih sklopov podatkov, ki prihajajo iz vseh vrst virov.

Tradicionalne informacijske tehnologije ne morejo obdelovati tovrstnih podatkov, saj so pri tem, kot meni Ohlhorst (2012), glavni problem pridobitev, shranjevanje, iskanje, izmenjava, analitika in vizualizacija podatkov.

Strokovnjaki z znanstvenih, političnih in gospodarskih področij verjamejo, da bodo obsežni podatki v prihodnosti predstavljali pomemben gonilnik inovacij in vir ustvarjanja vrednosti ter konkurenčne prednosti (Tan idr., 2015, str. 1). Sposobnost obdelave in analize obsežnih podatkov z visoko zmogljivimi tehnologijami in inovativnimi metodami analize podatkov podjetjem omogoča pridobitev ustreznih informacij o svojih izdelkih, kupcih, konkurentih in dobaviteljih. Velike količine podatkov se lahko obdelajo v kratkem času, kar vodi do ogromnega povečanja učinkovitosti. Poleg tega lahko vzorci in korelacije obsežnih podatkov kažejo na prihodnji razvoj trga in trende ter tako prispevajo h konkurenčnosti podjetij in jim pomagajo pri strateških odločitvah (Sagiroglu in Sinanc, 2013, str. 42; Wamba idr., 2015, str. 234).

Zaradi potenciala za ustvarjanje vrednosti se podatki in zlasti obsežni podatki imenujejo tudi olje prihodnosti (Jodlbauer in Schagerl, 2016, str. 1475; Jodlbauer, 2016). Njihov ogromen potencial dokazujejo tudi primeri uspešne uporabe: s pomočjo tehnologij obsežnih podatkov in programske opreme je Visa skrajšala čas obdelave podatkov kreditnih kartic za dve leti. Podatki so vključevali približno 73 milijard transakcij, od enega meseca do samo 13 minut. Vznemirjen zaradi pretirane cene vozovnice, ki jo je plačal za svoj let, je profesor računalništva Etzioni razvil program Farecast, ki je analiziral 200 milijard podatkov o cenah letov, da bi napovedal nadaljnje gibanje cen. Program je vključen v iskalnik Google Bing in strankam pomaga, da s predvidevanjem prihodnjih cen prihranijo v povprečju 50 dolarjev (Mayer-Schönberger in Cukier, 2013, str. 62).

Pridobivanje ustreznih informacij in vpogledov v obsežne podatke zahteva postopke managementa in analize podatkov, ki jih sestavlja pet različnih faz.

Z uporabo različnih analitičnih metod in pristopov lahko podjetja pridobijo vpogled v pretekle incidente, kot je ponavljanje prodajne številke, in ugotovijo razloge za le-te (deskriptivna/opisna analitika), lahko pa jih uporabijo tudi za napovedovanje prihodnjih gibanj, npr. nastajajočih tržnih trendov, gibanja cen ali tehničnih napak stroja (prediktivna analitika) in tako določijo smeri prihodnjega razvoja (preskriptivna analitika) (Bolt, 2015, str. 74).

Kljub napredku analitičnih metod številni avtorji opozarjajo, da analitika obsežnih podatkov za izboljšanje kakovosti procesov in rezultatov še vedno potrebuje nadaljnje raziskave.

Npr., v kontekstu besediloslovnih analiz odkrivanje ironije in sarkazma v nestrukturiranih besedilih še vedno predstavlja izziv: v raziskavi, izvedeni na družbenem omrežju Twitter, je bilo samo 71 % objav pravilno uvrščenih v sarkastično ali nesarkastično kategorijo (Forslid in Wikén, 2015, str. 39). Poleg tega so tradicionalne statistične metode, zlasti kar zadeva napovedno analizo, pogosto neprimerne, saj so uporabne za manjša testna območja in lahko povzročijo izkrivljanje rezultatov obsežnih podatkov (Gandomi in Haider, 2015, str. 144). Za izmenjavo, komuniciranje in razpravo o vpogledu v analizo obsežnih podatkov so potrebne ustrezne tehnike in orodja vizualizacije, saj so informacije lažje razumljive s pomočjo grafičnih prikazov. V procesu vizualizacije priporočeni vizualizacijski sistemi podjetjem nudijo podporo na ta način, da predlagajo primerne vizualizacije, ki temeljijo na značilnostih podatkov ter vrsti problema ali posameznih preferenc in tako zagotovijo zanimive vpoglede v rezultate (Kaur in Owonibi, 2017, str. 266; Bikakis, 2018, str. 6).

Varnost in zasebnost podatkov prav tako igrata pomembno vlogo v I4.0. Predhodno obravnavane varnostne in zasebne paradigme je potrebno upoštevati pri razvoju in izvajanju aplikacije za obsežne podatke. Zakoni o varstvu podatkov ter zbiranje in analiza obsežnih podatkov se na prvi pogled morda zdijo nezdružljivi. Medtem ko sta zbiranje in analiza tehničnih podatkov, npr. tistih, pridobljenih iz senzorjev, pogosto pravno nesporna, se obdelava osebnih podatkov strogo ureja z zakoni. Osebnih podatki se nanašajo na vse podatke, ki omogočajo sklepanje o osebnih ali dejanskih okoliščinah določene ali določljive fizične osebe.

Nemški zakon o varstvu podatkov npr. zahteva, da se je potrebno izogibati zbiranju osebnih podatkov ali pa ga vsaj omejiti. Poleg tega se podatki lahko zbirajo, obdelujejo in uporabljajo samo za določen namen, za vsako spremembo pa je potrebna privolitev osebe, podatki o kateri se zbirajo. V aplikaciji obsežnih podatkov teh načel v zvezi z osebnimi podatki ni mo-

goče praktično izvajati, saj Big Data vsebuje velike količine nenehno naraščajočih, heterogenih podatkov iz vseh vrst virov. Rešitev je anonimizacija vseh osebnih podatkov bodisi z izbrisom vseh funkcij, ki omogočajo trajno identifikacijo, bodisi z združevanjem podatkov, tako da identifikacija posamezne osebe ni več mogoča (Dorschel in Nauerth, 2013). Podjetja morajo svoje aplikacije za obsežne podatke prilagoditi zakonom, ki ustrezajo zakonodaji države, v kateri želijo zbirati podatke.

Koncepti KFS in obsežni podatki kažejo, da so podatki eden izmed osrednjih elementov I4.0. Podatki se nenehno zbirajo, obdelujejo, delijo in analizirajo za namene managementa, kontrole in optimizacije procesov ter pridobivanja znanja. Zato aplikacije I4.0 zahtevajo zmogljivo računalniško opremo za obdelavo vseh podatkov, namreč prostor za shranjevanje, varna omrežja ali intuitivna orodja za vizualizacijo. Vendar računalniška oprema pogosto terja visoke naložbe in je relativno nefleksibilna. Podjetja morajo plačati celotno ceno, ne glede na to, ali uporabljajo programsko opremo enkrat na mesec ali enkrat na dan. V tem kontekstu izraz »računalništvo v oblakih« opisuje nov model delovanja, katerega cilj je zmanjšati stroške in povečati prilagodljivost za uporabnike (Zhang idr., 2010, str. 7). Nacionalni inštitut za standarde in tehnologijo (NIST) računalništvo v oblaku opredeljuje na sledeči način:

»Računalništvo v oblaku je model za omogočanje vseprisotnega, priročnega omrežnega dostopa do skupnih nastavljenih računalniških komponent (npr. omrežij, strežnikov, shranjevanja, aplikacij in storitev), ki jih je mogoče hitro zagotoviti in sprostiti z minimalnim naporom ali interakcijo ponudnika storitev« (Mell in Grance, 2011, str. 2). Namesto neprilagodljivih virov, kot so aplikacije, ki so nameščene na računalnikih, uporabniki v oblaku dostopajo do virov, ki jih potrebujejo, kjerkoli in kadarkoli in iz katerekoli naprave, ki omogoča spletni dostop. Na splošno poznamo tri različne storitvene modele računalništva v oblaku:

- *Programska oprema kot storitev (POKS)*: uporabniki ne nameščajo aplikacij na svojem računalniku ampak lahko do njih dostopajo na omrežju v oblaku kadarkoli in kjerkoli in tako lahko sodelujejo z drugimi uporabniki projektov, ki so naloženi v oblak. Aplikacije upravljajo, nameščajo in nadgrajujejo ponudniki v oblaku, tako da podjetja ne potrebujejo vzdrževanja infrastrukture ali drugih komponent. Skupni primeri za POKS so e-poštni programi ali celoviti informacijski sistemi.
- *Platforma kot storitev (PKS)*: v tem modelu storitev imajo uporabniki

dostop do okolja v oblaku, ki je opremljen z infrastrukturo, potrebno za razvoj, management in uvajanje lastnih aplikacij. Poleg prostora za shranjevanje in drugih informacijskih virov imajo uporabniki dostop do vnaprej določenih orodij, programskih jezikov in storitev, ki omogočajo razvoj, prilagajanje, testiranje in gostovanje lastnih aplikacij. Prostorsko porazdeljene razvojne ekipe lahko delajo na več projektih hkrati. Ponudniki so odgovorni za management varnosti, operacijskih sistemov, strežniške programske opreme in varnostnih kopij.

- *Infrastruktura kot storitev (IKS)*: uporabniki so opremljeni s temeljnimi računalniškimi viri, kot so strežniki, pomnilniki in omrežne komponente. Programsko opremo ali platforme lahko naložijo in uporabljajo programsko opremo ali platforme v oblaku, pri čemer ponudnik zagotavlja razpoložljivost in zanesljivost zagotovljene infrastrukture (Mell in Grance, 2011, str. 2).

Glede na potrebe lahko podjetja izberejo in preklopijo med različnimi storitvenimi modeli. V primerjavi s konvencionalnimi rešitvami računalništvo v oblaku podjetjem omogoča bistveno zmanjšanje stroškov. Ni potrebno vlagati vnaprej, saj podjetja plačajo le za storitve in sredstva, ki jih dejansko uporabljajo. Hkrati se lahko operativni stroški znižajo s prožnim zmanjševanjem virov, kadar slednji niso potrebni.

V času visokega podatkovnega prometa je mogoče zlahka razširiti vire in tako omogočiti pokritost vrhov delovne obremenitve. Poleg prihrankov pri stroških in večje prilagodljivosti imajo podjetja koristi od strokovnega znanja ponudnikov računalništva v oblaku v smislu vzdrževanja in kibernetske varnosti, saj je zagotavljanje funkcionalnosti in varnosti podatkov del njihove osnovne dejavnosti (Zhang idr. 2010, str. 7). Na splošno je računalništvo v oblaku mogoče razumeti kot sredstvo za aplikacije I4.0, saj podjetjem ter zlasti malim in srednjim podjetjem zagotavlja računalniške vire, ki jih potrebujejo za izvajanje aplikacij I4.0.

Zaradi velikega števila pojavljajoče se terminologije v zvezi z I4.0. se številna podjetja pri obravnavi tega koncepta počutijo negotova. V nadaljevanju bo podan kratek pregled in celovito razlikovanje med vizijami in tehnologijami, povezanimi z I4.0. Ena od osrednjih vizij industrije 4.0 je združitev fizičnega in virtualnega sveta, ki se lahko uresniči s t. i. kibernetsko-fizičnimi sistemi (KFS) (Vogel-Heuser idr., 2016, str. 58). KFS opisuje zamisel o združevanju kibernetskih in fizičnih predmetov, da bi oblikovali sodelujoče in interakcijske entitete. Fizični predmeti se nanašajo na vse naravne ali človeške elemente, kot so surovine, tehnične naprave, zgradbe,

upravljalni ali logistični procesi, medtem ko kibernetski predmeti opisujejo vse programske ali strojne komponente (Geisberger in Broy, 2012b). Medtem ko se KFS nanaša na posamezne, ločeno delujoče sisteme, se povezava različnih sistemov v smislu proizvodnje imenuje kibernetsko-fizični proizvodni sistemi (KFPS) (Wolf idr., 2017).

Ta vizija sega v devetdeseta leta, ko je Mark Weiser (1995, str. 94) opisal svojo idejo vseprisotnega računalništva kot »brezšivno integracijo računalnikov v svet«. Vse od takrat se interakcija med človekom in računalnikom običajno izvaja preko grafičnih in drugih uporabniških vmesnikov. Poleg negativnih vplivov na zdravje lahko trajno delo na zaslonih vpliva na operaterje, glavna pomanjkljivost uporabniških vmesnikov pa je, da zahtevajo popolno pozornost upravljavca in tako povzročajo izolacijo od okolja. Namesto da bi računalnike prilagajali potrebam ljudi, so se ljudje prisiljeni prilagoditi omejitvam računalniških sistemov. Zamisel o vseprisotnem računalništvu lahko razumemo kot opustitev prevladujočega koncepta grafičnih uporabniških vmesnikov in razvoja v smeri integracije računalnikov v vsakodnevne predmete (Friedewald idr., 2010, str. 29). Po svoji prvotni objavi leta 1991 je bila zamisel o vseprisotnem računalništvu razširjena na t. i. internet stvari (IoT) (Mattern in Flörkemeier, 2010, str. 1). Vizija interneta stvari je vključitev predmetov, opremljenih s senzorji in identifikatorji, ki temeljijo na IP (Weinberger idr., 2016, str. 454). Dodatna integracija spletnih storitev omogoča širok spekter možnosti uporabe: vsakodnevni predmeti, katerih funkcionalnost je bila pred tem omejena, nenadoma dobijo nove, prilagodljive zmogljivosti digitalnih predmetov (Mattern in Flörkemeier, 2010, 107). Priljubljen primer uporabe interneta stvari so pametne hišne naprave, ki jih je mogoče upravljati z razdalje, npr. preko aplikacij na pametnih telefonih, lahko pa delujejo avtonomno, npr. grelnik, ki meri temperature ali ocenjuje vremensko stanje in s tem ohranja prijetno sobno temperaturo. Internet stvari na splošno odpira možnost nadzora predmetov na daljavo, zbira informacije o okolju in predmetom ter njihovim uporabnikom omogoča dostop do internetnih storitev (Eibl in Gaedke, 2017, str. 2081).

V literaturi pogosto ni jasno razlikovanje med kibernetsko-fizičnimi sistemi (KFPS), vseprisotnim računalništvom in internetom stvari ali pa so omenjeni izrazi uporabljeni celo kot sinonimi. V pričujočih Smernicah se »KFS« uporablja kot splošni izraz za vse koncepte kljub različnim osrednjim točkam vsakega pojma, ker imajo vsi svoj izvor v isti temeljni viziji in temeljijo na istih tehnologijah. Čeprav se pogosto uporabljajo kot priljubljeni izrazi za I4.0, si je še vedno težko predstavljati, kako točno lah-

ko prispevajo k ustvarjanju vrednosti v podjetjih. Ta seznam izrazov, ki so pomembnejši za pametna mala in srednje velika podjetja (MSP), povzema zmogljivosti in osnovne tehnologije kibernetško-fizičnih sistemov in poučarja, kako lahko sodelovanje z le-temi doda vrednost v proizvodni sistem (Geisberger in Broy, 2012b):

Fizična ozaveščenost: KFS imajo sposobnost zbiranja informacij o fizičnem okolju, da bi se lahko ustrezno odzvali na vhodne podatke. Ti vključujejo informacije o človeških in tehničnih akterjih ter njihovem stanju, npr. natančen položaj izdelka ali število zaposlenih za tekočim trakom. Za pridobivanje teh informacij se uporabljajo senzorji, ki lahko določijo kemično ali fizikalno stanje, kot sta temperatura ali vlažnost, in pretvarjajo informacije v digitalno kodiran signal (Geisberger in Broy, 2012b). V smislu identifikacije in sledenja predmetov se radiofrekvenčna identifikacija (RFID) obravnava kot ena ključnih tehnologij. RFID temelji na elektromagnetnih poljih. Vsak predmet prejme oznako RFID s specifičnimi shranjenimi informacijami, kot je npr. številka izdelka. RFID omogoča natančno sledenje predmetom z minimalnimi stroški (Song idr., 2017, str. 197). To načelo zagotavlja velik potencial uporabe, zlasti v smislu logističnih procesov, kot je sledenje v realnem času (Song idr., 2017, str. 29). Namesto časovno in stroškovno zahtevnih zalog, ki jih vodijo zaposleni, lahko senzorji kadarkoli registrirajo razpoložljive količine proizvodov z ničelnimi mejnimi stroški (Fleisch idr., 2014). Za usklajevanje proizvodnih procesov morajo biti predmeti, opremljeni s senzorji, sposobni komunicirati in medsebojno delovati, kar se lahko doseže z brezžičnimi senzorskimi omrežji (WSN) (Song idr., 2017, str. 29, 250). Za sprejem holistične, virtualne podobe realnih procesov je potrebno usklajevanje informacij iz različnih senzorjev. Običajen primer za predmete z veliko fizično zavestjo so transportni sistemi brez voznikov, ki uporabljajo senzorje za orientacijo.

Načrtovano in predhodno (pol)avtonomno delovanje: za večjo prilagodljivost postopkov zahtevajo KFS sposobnost delnega ali popolnoma avtonomnega delovanja. Na podlagi navodil človeških operaterjev ali informacij, ki jih zberejo senzorji, lahko KFS prilagodijo svoje vedenje in posežejo v procese s pomočjo aktuatorjev. Slednji pretvarjajo digitalne signale, ki prihajajo iz senzorjev ali ukazov upravljavcev v mehanske premike, kot je gibanje robotske roke, ali fizične izhodne vrednosti, kot so spremembe tlaka ali temperature (Geisberger in Broy, 2012b). Sposobnost avtonomnega odločanja se lahko izvaja z večkriterijsko oceno situacije, ki KFS omogoča analizo, interpretacijo in vrednotenje situacij v realnem času na podlagi predhodno določenih kriterijev. Za reševanje teh nalog so informa-

cije o fizičnem okolju predmeta usklajene z modeli domen, ki so sposobni modelirati medsebojne odnose in izvesti možne ukrepe. Dejanska situacija zahteva upoštevanje večkratnih interakcijskih spremenljivk: upošteva-ti je potrebno vse akterje, predmete in človeška bitja ter njihovo vedenje. Problematičen vidik je vrednotenje nasprotujočih si ciljev; npr. avtonomno vozilo, ki bi lahko rešilo življenje svojih potnikov, lahko hkrati ogrozi pešce. Drug obetaven pristop je uporaba umetne inteligence (AI) (Geisberger in Broy, 2012b). Umetna inteligenca je znanost o strojih, ki izvajajo naloge, ki zahtevajo inteligenco, kadar jih izvaja človek. Čeprav zveni kot vizija prihodnosti, jo različne aplikacije že uporabljajo: tu je npr. napredna potrošniška elektronika, kot so prilagodljive slušalke, ki lahko analizirajo in zmanjšajo zunanji hrup. Sistemi za spremljanje na osnovi kamere lahko za-znajo in poročajo o nevarnih situacijah na javnih mestih. V medicinskem sektorju lahko operacije z visokim tveganjem potekajo z visoko natančni-mi robotskimi rokami (Dengel, 2011, str. 391).

Sodelovanje in pogajanja: Da bi lahko razvili svoj polni potencial, zahte-vajo KFS sposobnost sodelovanja in pogajanj. Cilj je usklajevanje različnih KFS v realnem času, da se lahko zagotovijo nemoteni procesi in kolektivno, ciljno usmerjeno obnašanje. Tehnična podlaga za sodelovanje različ-nih KFS so večagentni sistemi (VAS). Izraz »agent« se nanaša na program-ski modul, ki lahko deluje samostojno. Interakcije z okolico potekajo pre-ko senzorjev in aktuatorjev. Z uporabo metod umetne inteligence agen-ti dobijo naloge, ki so usmerjene k reševanju problemov. V VAS številni agenti sodelujejo z drugimi sredstvi, da bi našli optimalno rešitev (Geis-berger in Broy, 2012b). Ker so tradicionalni, centralizirani nadzorni siste-mi prepočasni za prožno odzivanje na spremembe v proizvodnji, si VAS in KFS na splošno prizadevajo decentraliziran pristop, ki omogoča uskla-jevanje procesov v realnem času, kot so načrtovanje proizvodnje, dodelje-vanje sredstev, načrtovanje proizvodnje in nadzor (Monostori idr., 2006). Primer uporabe VAS za oblikovanje prilagodljive strategije razporejanja: VAS se lahko odzove na nepričakovane dogodke, kot je strojna okvara, in samodejno prilagodi pretok materiala (Kouiss idr., 1997).

Interakcija človek – stroj: Kljub avtonomnim robotom in samoorganizi-rajnim procesom imajo ljudje ključno vlogo v I4.0. Cilj ni izključitev člove-ških operaterjev, cilj I4.0 je optimizirati procese in pomagati zaposlenim, da dosežejo vrhunsko ustvarjanje vrednosti. KFS lahko ljudi med proizvo-dnjo podpirajo na različne načine: prvič, lahko zagotovijo ustrezne infor-macije o proizvodnih procesih, ki zaposlenim omogočajo, da v realnem ča-su spremljajo procese in po potrebi posredujejo. Človeška bitja so vedno

končna avtoriteta pri aplikaciji 14.o (Vogel-Heuser idr., 2016, str. 77). Za aktivno pomoč zaposlenim, ki izvajajo ročne ali kognitivne naloge, je mogoče uporabiti tudi kibernetične aplikacije. Npr., eksoskeleti lahko vodijo do večje učinkovitosti in ergonomskih zaporedij gibanja njihovega nosilca (Cernavin idr., 2017, str. 38). Druga možna uporaba so podatkovna (pametna) očala v logističnih procesih: zaposlene lahko vodijo po najkrajši poti do skladiščne lokacije, kjer najdejo izdelek, ki ga iščejo. Hkrati lahko podatkovna očala delujejo kot čitalci črtne kode in takoj posodobijo seznam. Posledično se bodo čas iskanja in napake minimizirali, dodatno pa bo imel zaposleni proste roke (Borgmeier idr., 2017, str. 130). Da bi optimizirali interakcije med ljudmi in stroji, ljudje namesto tipkovnic in monitorjev potrebujejo možnost za intuitivnejšo interakcijo s stroji, npr. z gestami ali glasom. V zadnjih letih so bile razvite številne aplikacije, kot je Microsoftov kontrolni modul Kinect (Geisberger in Broy, 2012b), ki se lahko uporablja za podporo zaposlenim med proizvodnimi procesi.

Računalništvo v oblaku: za obdelavo obsežne količine podatkov, ki se zbirajo, uporabljajo in shranjujejo v KFS, so potrebne visokozmogljive informacijske tehnologije. V tem kontekstu se pogosto omenjata izraza »big data« (obsežni podatki) in »cloud computing« (računalništvo v oblaku) (Vogel-Heuser idr., 2016, str. 572). Big data se nanaša na »podatkovne nize, ki so preveliki za tradicionalne sisteme obdelave podatkov in zato zahtevajo nove tehnologije« (Provost in Fawcett, 2013, str. 54). Eden od ciljev je, da lahko obdelamo veliko količino podatkov in nato z uporabo algoritmov izločimo ustrezne informacije ter znanje. Ta postopek se imenuje podatkovno rudarjenje. Podjetja lahko pridobljene informacije uporabijo za pridobitev konkurenčne prednosti, npr. s predvidevanjem tržnih trendov (Provost in Fawcett, 2013, str. 51–59). Podatkovno rudarjenje se lahko uporablja tudi za izboljšanje proizvodnih procesov: npr., v okviru projekta EIDODATA (<http://www.eidodata.de/produkte>) so lahko znanstveniki razvili programsko opremo, ki je zmožna analizirati procesne podatke in pridobiti optimizacijske potenciale v smislu porabe energije in surovin (Schebek idr., 2017, str. 45). Po drugi strani se računalništvo v oblaku nanaša na zagotavljanje IT-infrastruktur, kot sta programska oprema ali spletna storitev za shranjevanje podatkov preko interneta. Glavne prednosti lahko najdemo v smislu dostopnosti in nadgradljivosti: uporabniki lahko do spletnih storitev dostopajo s katerekoli mobilne naprave. Dodatne vire, kot je to npr. večji prostor za shranjevanje, je mogoče takoj aktivirati (Baun idr., 2011, str. 1).

Splošni cilj 14.o najdemo v konceptu pametne tovarne. Izraz »smart fac-

tory« se nanaša na tovarno, ki uporablja zgoraj omenjene tehnologije in ideje za optimizacijo procesov v celotni vrednostni verigi. Čeprav tehnologije še niso dovolj zrele, strokovnjaki predpostavljajo, da bodo v pametni tovarni predmeti, stroji in ljudje lahko sodelovali na najučinkovitejši način in omogočali visoko prilagodljive proizvodne procese, ki bodo pripeljali do individualiziranih proizvodov, sicer povezanih s serijsko proizvodnjo (Radziwon idr., 2014, str. 1184–1189; Vogel-Heuser idr., 2016, str. 633).

2.5 Kako industrija 4.0 in *smart engineering* spreminjata življenjski cikel izdelkov

Industrija 4.0 na podlagi svojih različnih funkcij odpira popolnoma nove priložnosti za podjetja vseh velikosti in vseh industrij. V preteklosti je bil prvi izziv za podjetja hiter in učinkovit razvoj izdelkov, ki bi zadovoljili želje in potrebe ciljnih strank. I4.0 v prvi vrsti omogoča inovacije izdelkov, ki strankam ponujajo večjo vrednost (glej poglavje 3). Pri tem se za opisovanje spletnih strani z identifikacijo in senzorji pogosto uporablja priljubljen izraz »internet stvari«. Poleg inovacij izdelkov bodo podjetja prihranila čas in zmanjšala stroške med razvojnimi procesi (poglavje 3). Npr., tehnologije nadgrajene resničnosti v tej fazi odlično povečajo učinkovitost, saj omogočajo virtualno oblikovanje prototipov in virtualno spreminjanje lastnosti izdelka, kot so barve ali materiali, ter virtualno uvajanje funkcionalnosti brez dodatnih materialnih ali proizvodnih stroškov. Poleg tega je mogoče vse navedene spremembe avtomatsko in pregledno dokumentirati (glej Borgmeier idr., 2017)

Kar zadeva logistiko, se v celotnem življenjskem ciklu izdelka pojavijo veliki potenciali (glej sliko 2.5). Med obetavnimi aplikacijami, ki lahko povečajo učinkovitost, so spremljanje zalog v skladišču v realnem času, sledenje izdelkom in spremljanje s senzorskimi tehnologijami, kot je RFID.

Proizvodne in montažne procese lahko optimiziramo v smislu kakovosti, fleksibilnosti in učinkovitosti ter posledično prispevamo k trajnosti (poglavje 2). KFS (kibernetsko-fizični sistem) se lahko uporablja kot asistivni sistem, npr. eksoskeleti ali zasloni, vdelani v podatkovna očala. Medtem ko so pomembne informacije v podjetjih pogosto nedostopne ali nezadostne, asistivni sistemi omogočajo prikazovanje ustreznih informacij v realnem času. Poleg tega lahko podpirajo zaposlene, npr. tako, da prikažejo navodila za delo (poglavje 6). KFS lahko kot avtonomni roboti izvajajo naloge, ki so fizično zahtevne ali neučinkovite, če jih izvajajo zaposleni. Različni KFS, ki delujejo skupaj, lahko v realnem času prilagodijo in optimizirajo celotne proizvodne procese. Decentralizirani procesi odločanja predstavljajo novo

raven hitrosti in fleksibilnosti (poglavje 2). Naslednji koraki v življenjskem ciklu izdelka (glej sliko 2.5) so trženje, prodaja in distribucija (poglavje 5). Predvsem v e-poslovanju velike količine vračil bremenijo podjetja in okolje. Slike dejanskega izdelka na spletu so lahko drugačne od pričakovanih kupcev, zaradi česar se izdelke pošlje nazaj (Deges, 2017, str. 1). Strankam se nudi pomoč pri odločanju, npr. pri uporabi tehnologij nadgrajene resničnosti in virtualne resničnosti. Te tehnologije strankam omogočajo, da izdelke in njihove funkcije pred spletnim nakupom preizkusijo, kar lahko bistveno pripomore k zmanjšanju števila vračil. Obsežne podatke lahko uporabimo tudi za oceno preferenc določenih skupin kupcev in priporočila izdelkov ustrezno prilagodimo (Deloitte, 2017).

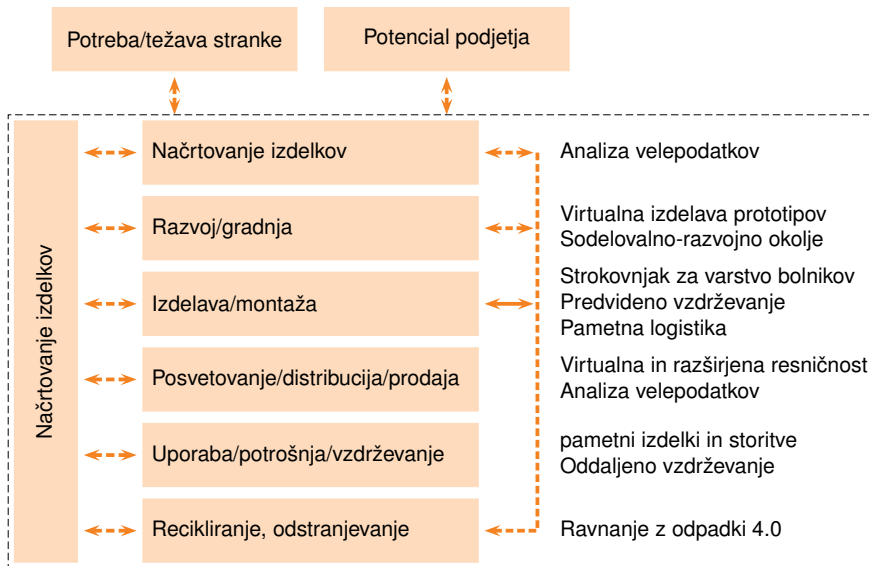
Med uporabo izdelka lahko kupci izkoristijo dodatne funkcionalnosti in večjo raznolikost izdelkov (poglavje 5), podjetja pa dodatne podatke, kot je poraba energije svojih izdelkov, ti podatki pa se lahko uporabijo za odpravo pomanjkljivosti in optimizacijo izdelkov. Kar zadeva vzdrževanje, so tehnologije, kot so 3D-tiskalniki, stroškovno učinkovita alternativa za izdelavo rezervnih delov, podatkovna očala pa lahko tehnikom pomagajo med popraviljem tako, da prikažejo naslednje korake ali možne vzroke za okvaro (Deloitte, 2017).

Tudi na področju recikliranja lahko tehnologije I4.0 izboljšajo procese. To npr. velja za senzorje, ki se že uporabljajo za samodejno razvrščanje materialov in tako prispevajo k višjim stopnjam recikliranja (Schebek idr., 2017, str. 45).

Povzetek: I4.0 lahko v celotni vrednostni verigi procese izboljša kakovostno, časovno ter v smislu učinkovitosti, trajnosti in prilagodljivosti. Zgoraj predstavljene aplikacije lahko služijo kot prikaz zmogljivosti tehnologij I4.0, prav tako pa nudijo splošno orientacijo. Zaradi velikega števila novih tehnologij in vizij bi naštevanje dodatnih aplikacij preseglo okvire področja uporabe Smernic. Toda ravno pri združevanju različnih tehnologij se pokažejo inovativne rešitve in tudi tu se pokaže potencial I4.0. Naslednja poglavja so namenjena vodenju podjetij skozi procese odkrivanja potencialov I4.0 v okviru posamezne dejavnosti. Smernice lahko podjetja spodbudijo k oblikovanju skladne strategije I4.0 ter izpeljevanju in izvajanju oprijemljivih ukrepov za doseg poslovnih ciljev.

2.6 Aplikacije industrije 4.0 skozi celoten življenjski cikel izdelka

Čeprav številni avtorji poudarjajo potencial I4.0 za izboljšanje procesov v celotnem življenjskem ciklu izdelka, se mnoge objave osredotočajo le na



Slika 2.5 Življenjski cikel izdelka s pretoki

posebne podsektorje, kot so logistika (glej Bousonville, 2016) ali proizvodni procesi (glej Spath idr., 2013). Zato je namen tega poglavja iz različnih publikacij zbrati in predstaviti možne aplikacije I4.0 skozi celoten življenjski cikel izdelka. Zaradi raznolikosti novih tehnologij in njihovih obsežnih zmožnosti podana zbirka ne poskuša zajeti vseh možnih aplikacij. Njen cilj je bralcem ponuditi kratek pregled in jih spodbuditi za nadaljnje raziskave. Tipični življenjski cikel izdelka je prikazan na sliki 2.5.

Izhodišče vsake uspešne inovacije izdelkov je ideja. Ideja lahko izhaja iz zahtev ali problemov določenega trga ali segmenta kupcev (Grote idr., 2014, str. 1). Raziskovalci in menedžerji poročajo, da so obsežni podatki trenutno »močna gonilna sila inovacij in pomemben vir ustvarjanja vrednosti« (Tan idr., 2015, str. 233). Obsežni podatki (ali velepodatki) se lahko uporabijo za pridobivanje spoznanj o trenutnih in prihodnjih trendih ter podjetjem pomagajo poglobiti »razumevanje svojih izdelkov, strank in trgov, ki so ključnega pomena za inovacije« (Tan idr., 2015, str. 242). Na trgu že obstajajo različne rešitve obsežnih podatkov, ki lahko avtomatsko analizirajo transakcije in interakcije strank, uporabniško ustvarjeno vsebino ali podatke socialnih medijev ter tako podpirajo podjetja pri ustvarjanju idej za inovacije (Markl idr., 2013, str. 11). Doslej je preoblikovanje teh idej v izdelek, sposoben delovanja, zahtevalo različne dolgotrajne in stroškovno

intenzivne dejavnosti, kot so testi izvedljivosti, projektne študije, izdelava in testiranje različnih prototipov (Cooper, 1980, str. 27). Na tej stopnji se lahko za povečanje učinkovitosti uporabijo tehnologije nadgrajene in virtualne resničnosti z omogočanjem virtualnega oblikovanja prototipov. Karakteristike, kot so barva, material in funkcionalnosti, se lahko hitro spremenijo brez dodatnih stroškov materiala in proizvodnje, celo s testi pravilne funkcije in certificiranja z digitalnimi prototipi, medtem ko avtomatska dokumentacija vseh izvedenih sprememb vodi k večji preglednosti celotnega procesa (Choi in Cheung, 2008, str. 477; Borgmeier idr., 2017, str. 127). Poleg tega bi lahko različni oddelki podjetja hkrati sodelovali pri izdelavi virtualnih prototipov v t. i. sodelovalnih razvojnih okoljih. Sodelovalno razvojno okolje je »virtualni prostor, v katerem se lahko vsi zainteresenti nekega projekta – tudi časovno ali prostorsko oddaljeni – pogajajo, razmišljajo, razpravljajo, delijo znanje in na splošno sodelujejo« (Booch in Brown, 2003, str. 2). Koristi so očitne: z vključevanjem strokovnjakov z različnih področij, kot so proizvodnja, logistika, trženje in omogočanje dostopa do ustreznih informacij v realnem času, se lahko zgodaj odkrijejo potencialne slabosti izdelka in zmanjšajo tveganja za neuspeh. Posledično se povečujejo učinkovitost in kakovost razvojnih procesov ter zmožnost podjetij izpolniti zahteve dinamičnih in kompleksnih trgov. Rešitve za virtualno in nadgrajeno resničnost se že uspešno uporabljajo v MSP, npr. za izdelavo prototipnih kompleksnih tehničnih sistemov ali za pogovore s strankami o modelih izdelkov (Baltes in Freyth, 2017, str. 36). Podroben pregled prihodnjih tehnologij, ki lahko izboljšajo procese razvoja izdelkov, ponujajo Rauch idr. (2016).

Poleg sposobnosti za izboljšanje razvojnih procesov (glej sliko 2.2) I4.0 podjetjem omogoča tudi razvoj izdelkov s popolnoma novimi funkcionalnostmi. Klasičen izdelek v fizičnem svetu bi lahko dopolnili s prilagojenimi, pametnimi storitvami, ki zagotavljajo pomembno dodano vrednost (Borgmeier idr., 2017, str. 113). Običajen primer so rešitve »smart home solutions«. Proizvajalec termostata Nest ponuja internetne termostate, ki lahko zbirajo podatke o vedenju uporabnikov in pridobivajo individualni potencial za varčevanje z energijo (Kaufmann, 2015, str. 3). Vodilni primer pametnih povezanih izdelkov v javnem sektorju je v Barceloni. Mesto je uvedlo rešitve, internet stvari, za izboljšanje managementa z vodami, ravnanja z odpadki, parkiranja in javnega prevoza – vse to mestu pomaga prihraniti denar. Npr., samo z managementom povezanih voda je mesto prihranilo 58 milijonov dolarjev na leto. Rešitve za povezano ulično razsvetlavo so znižale stroške za tretjino, pri čemer je mesto letno prihranilo 37 milijonov

USD. In kar njegovi voditelji vidijo kot še pomembnejšo korist: ocenjujejo, da je v zadnjih sedmih letih internet ustvaril skupno 47.000 delovnih mest (Chambers, 2014). Ta dva primera prikazujeta, da I4.0 ne ponuja le priložnosti za povečanje dobička, temveč jih podpira tudi pri združevanju z družbeno odgovornostjo. Pred dejansko proizvodnjo novega izdelka je potrebno nabaviti materiale, sestavne dele in sklopne enote. Stroški materiala predstavljajo približno 43 % celotnih stroškov proizvodnih podjetij, zaradi česar imajo znižanja stroškov na tem področju velik vpliv (VDI, 2016). Obsežni podatki omogočajo avtonomno zbiranje, obdelavo in posredovanje ustreznih podatkov, kot so cene materiala različnih dobaviteljev v realnem času, in s tem podjetjem omogočajo, da čim bolj zmanjšajo svoje materialne stroške. Hkrati lahko obsežni podatki podjetjem pomagajo reševati pomembna strateška vprašanja, kot so odločitve o nakupu ali nakupu za iskanje stroškovno optimalne rešitve (Kleemann in Glas, 2017, str. 9).

V smislu proizvodnih in montažnih procesov ponuja I4.0 pomembne izboljšave kakovosti, prilagodljivosti in učinkovitosti. Razmeroma preprost in stroškovno učinkovit način za izboljšanje proizvodnih procesov je uvedba sistemov pomoči I4.0 za proizvodno osebje:

- Podatkovna očala lahko prikažejo ustrezne informacije, kot so trenutni podatki procesa, tehnična dokumentacija, pravila za vzdrževanje ali navodila za popravilo, in tako izboljšajo učinkovitost in kakovost procesov s pomočjo ciljne podpore zaposlenih. V primeru okvare sistema se lahko vizualno polje uporabnika podatkovnih očal prenese neposredno na službo za podporo proizvajalca okvarjene opreme, ki lahko nato ponudi optimalno podporo in poveča proces vzdrževanja podatkov (Bauernhansl idr., 2014, str. 488).
- Pametne eksoskelete, kot so »Robo-Mates«, lahko zaposleni nosijo pri opravljanju fizično napornih dejavnosti. Integrirani senzori beležijo fizični stres, eksoskelet pa prerazporedi težke tovore z ramena na celotno telo. Posledično se lahko učinkovitejše izvajajo tudi zahtevne naloge, zmanjšuje se fizični stres in dolgoročno se spodbuja zdravje zaposlenih (Vollmuth, 2015).

Kombinacija različnih tehnologij I4.0 omogoča inovativne rešitve z zmožnostjo povečanja celotne proizvodnje. Preglednica 2.1 prikazuje pregled nekaj uspešnih aplikacij za proizvodnjo I4.0, ki so pripeljale do višjih prihodkov in višje kakovosti izdelkov.

Preglednica 2.3 Primeri uspešnih aplikacij I4.0

Podjetje	Aplikacija I4.0
3D-Schilling GmbH	Vsak obdelovalni stroj je opremljen s senzorji za merjenje orodja in kosov. Nadaljnja obdelava poteka le, če so vse dimenzije v okviru predpisanih meja. Avtomatska dokumentacija meritev vodi do večje preglednosti in omogoča odkrivanje sistematičnih napak. Posledično so se prihodki v prvem letu povečali za 60 %.
Habermaass GmbH	Interno razvita KFS ima zmožnost dostopa, obogatitve in posredovanja ustreznih podatkov, kot so podatki o strankah ali matični podatki. Na vseh delovnih postajah poteka mreženje med KFS, obdelovanim izdelkom in obdelovalno napravo. Ustrezne informacije in specifikacije se posredujejo zaposlenim v realnem času. Poleg tega bodo vsi nadaljnji zaposleni prejeli povratne informacije o trenutnem napredovanju obdelave in lokaciji polizdelkov. Čas izvedbe, stroški skladiščenja in točnost bi se lahko bistveno izboljšali.
FlammSyscomp GmbH in Co. KG	Procese prebijanja odlikuje zelo velik, 40–60-odstotni, delež odpadkov, zato je skupina Flamm zavezana k razvoju materialno optimiziranega procesa štancanja. Senzorji in programska oprema določajo optimalen položaj izsekavanja, da se prihrani material in zmanjša odpad. Zaradi različnih kamer, poizvedb in senzorjev se proizvaja samo 100 % testiranih komponent.

Opombe Povzeto po Plattform Industrie 4.0 (2018).

Primeri, prikazani v preglednici 2.1, predstavljajo podjetja različnih velikosti in tako dokazujejo, da I4.0 ni omejena le na določene velikosti ali izdelke podjetja. Habermaass GmbH je veliko podjetje v pohištveni industriji, medtem ko je 3D-Schilling GmbH podjetje s 36 zaposlenimi in izdeluje kalupe za proizvodnjo plastičnih delov. Tem podjetjem so aplikacije I4.0 omogočile znatno optimizacijo procesov in s tem povečanje konkurenčnosti ter donosnosti.

Še en obetaven koncept I4.0, ki omogoča povečanje učinkovitosti pri proizvodnji procesov, nosi popularen naziv »prediktivno oz. napovedno vzdrževanje«. Že sam izraz kaže na to, da je v središču zamisli o prediktivnem vzdrževanju uporaba podatkov, posnetih s senzorji, ter analitika obsežnih podatkov za napovedovanje in zmanjševanje okvar stroja. Npr., Linde Material Handling, eden vodilnih proizvajalcev viličarjev, svoje izdelke opremi s senzorji, ki registrirajo parametre vozila, kot so hitrost, pospešek ali toplotna obremenitev. Skupaj z ustreznimi informacijami iz sistema za načrtovanje virov podjetja (ERP), kot so prejšnja poročila o vzdrževanju ali okvarah, je mogoče napovedati morebitne okvare stroja in zamenjati komponente, še preden pride do okvare (Lemke idr., 2017, str. 79).

Celotna logistika, od prejema blaga do proizvodnje in odpreme, je lahko delno ali v celoti avtomatizirana. Zamudne zaloge so lahko popolnoma nadomeščene z inteligentnimi skladiščnimi škatlami, ki so opremljene s kamerami za zaznavanje vsebine in ki s pomočjo oblaka v realnem času določijo natančno količino (Vogel-Heuser idr., 2016, str. 19). Materiali in izdelki, obdelani z RFID, lahko pomagajo spremljati pretok blaga in vodijo k večji preglednosti. Avtomatsko vodena vozila lahko samostojno najdejo optimalno pot skozi proizvodnjo in blago v krajšem času dostavijo na cilj. Fraunhoferjev inštitut je razvil t. i. celični transportni sistem: posamezna avtomatizirana vodena vozila lahko komunicirajo med seboj in tako prilagodijo zmogljivost v realnem času («Zukunft der Intralogistik», 2010).

Po zaključku proizvodnega procesa so posvetovanje, distribucija in prodaja naslednji korak v življenjskem ciklu izdelka (glej sliko 2.3). Nadgrajena resničnost in tehnologije virtualne resničnosti se lahko uporabijo za pomoč strankam pri iskanju pravega izdelka. Še posebej pri spletnem nakupovanju (spletne trgovine) veliko število vračil bremeni podjetja in okolje. Slike na spletu se pogosto razlikujejo od izgleda izdelka in od pričakovanih kupcev ter jih zato vrnejo (Deges, 2017, str. 1). Te tehnologije uporabnikom omogočajo preizkus izdelkov in njihovih različnih funkcij še pred naročilom, kar prispeva k znižanju količine vračil. V tej fazi se lahko obsežni podatki uporabijo za ocenjevanje preferenc določenih strank in individualizirane ponudbe storitev. Poleg tega lahko napovedovanje obsega prodaje izboljša razpoložljivost in čas dostave izdelkov (Deloitte, 2016). Za uporabnike se bo uporaba ali poraba izdelkov spremenila, saj bodo pametne storitve dopolnjevale vse več izdelkov. Takšne storitve kupcem ponujajo dodano vrednost (Bullinger, 2015).

Ugodnosti niso več ustvarjene samo z izdelki, ampak le s kombinacijo izdelkov in storitev (Borgmeier idr., 2017). O tem primeru smo že razpravljali v okviru razvoja pametnega termostata NEST. V primerjavi s konvencionalnimi termostati ima prednost, da strankam pomaga pri zmanjševanju porabe energije na podlagi analize podatkov. Vendar pametni izdelki ne ponujajo le vrhunskih storitev, temveč omogočajo tudi inovativne poslovne modele, ki lahko podjetjem pomagajo povečati zadovoljstvo strank.

Uvedba pametnih letalskih motorjev proizvajalca Rolls Royce, ki jih je mogoče spremljati v realnem času, je na tržišču pomenilo prelomno inovacijo. Rolls Royce svojim strankam zagotavlja motorje, vendar namesto plačila celotnega obdobja posojila kupci plačajo le dejanski čas obratovanja. Poleg tega Rolls Royce uporablja zbrane podatke za zagotavljanje optimalnega vzdrževanja in popravil (Smith, 2013, str. 999). Putzmeister, vodilni

nemški proizvajalec črpalk za beton in malto, je uvedel isti poslovni model. Namesto prodaje svojih črpalk ponujajo kombinirano rešitev za storitve in kupci plačajo le čas, ko črpalke dejansko uporabljajo (Borgmeier idr., 2017).

V obeh primerih imajo kupci in proizvajalci koristi od novega poslovnega modela. Visokokakovostne storitve za stranke se trenutno obravnavajo kot eden ključnih dejavnikov zadovoljstva kupcev in so zato nepogrešljive za trajnostno konkurenčno prednost (Shemwell idr., 1998, str. 156). Zagotavljanje storitev vzdrževanja in popravil lahko na tej stopnji pripelje do večje trajnosti izdelkov in tako pozitivno vpliva tudi na zadovoljstvo strank (Grote idr., 2014, str. 1). Poleg možnosti za predvidevanje vzdrževanja ali popravil lahko oddaljen dostop do pametnih izdelkov pospeši celoten proces, saj tehnikom ni potrebno biti prisoten na samem kraju okvare, da bi diagnosticirali vir težave ali vodili stranke med namestitvijo oz. vzdrževanjem (Sciocchetti, 2015) Poleg tega spremljanje in oddaljen dostop do izdelkov proizvajalcem omogoča pridobiti več informacij o obnašanju uporabnikov. Ta spoznanja se lahko uporabijo za optimizacijo izdelkov ali ustvarjanje inovacij izdelkov.

Zaradi trenutnih zakonskih zahtev in višje okoljske zavesti je recikliranje izdelkov postalo prednostna naloga tudi za podjetja in njihove stranke. Ponovna uporabnost izdelkov ne zagotavlja le priložnosti za nadaljnjo ustvarjanje dobička, temveč je lahko tudi vplivni dejavnik v procesu nabave in izboljšuje celotno podobo podjetja (Nnorom in Osibanjo, 2008, str. 84).

Po eni strani lahko sodelovalna razvojna okolja med razvojem izdelkov pomagajo oblikovati izdelke, ki jih je mogoče reciklirati, tako da vključijo strokovnjake na področju recikliranja. Po drugi strani pa lahko za povečanje stopnje recikliranja uporabimo izboljšane sisteme za sortiranje na osnovi senzorjev I4.0. S pomočjo senzorjev se lahko zazna dragocene surovine, kot je kovina. Računalniki izračunajo njihovo natančno lokacijo na transportnem traku. Z uporabo stisnjenega zraka se lahko dragoceni materiali ločijo od preostalega odpadka, kar vodi do čistejše ločitve materiala in tako omogoči višje stopnje recikliranja (VDI, 2015, str. 155; 2017, str. 45). Glede na raziskavo, ki jo je izvedlo več kot 1.000 akterjev sektorja ravnanja z odpadki, bo I4.0 v prihodnosti omogočila krožno gospodarstvo – inovativne tehnologije in nujnost varčevanja z naravnimi viri bodo še povečale recikliranje materialov s ciljem doseči 100-odstotno stopnjo recikliranja (ISWA, 2017). Zgoraj opisani koncepti in primeri uporabe, ki se nanašajo na življenjski cikel izdelka (glej sliko 2.2), dokazujejo, da lahko uporaba I4.0 vodi do izboljšanja lastnosti izdelka in procesov ter s tem ustvarja mož-

nosti za povečanje donosnosti in konkurenčnosti proizvodnih podjetij. Primeri prikazujejo le majhen del možnih aplikacij, kajti množica tehnologij omogoča popolnoma nove, individualne rešitve. Podjetja se zato soočajo z nalogo ugotoviti, kateri dejavniki so odločilni za njihovo konkurenčnost, nato pa optimizirati te dejavnike z uporabo konceptov in tehnologij, povezanih z I4.0.

2.6.1 Primeri pametnih izdelkov

»Pametna industrija digitalizira in integrira procese v celotni organizaciji, vse od razvoja izdelkov in nabave pa do proizvodnje, logistike in storitev. Vsi podatki o prodaji, operativnih procesih, učinkovitostih procesa in managementu kakovosti ter načrtovanju postopka so na voljo v realnem času, podprti s sistemi IKT in programsko opremo (nadgrajeno resničnostjo) ter optimizirani v integrirano omrežje. Z vključevanjem novih metod za zbiranje in analizo podatkov lahko podjetja pridobivajo podatke o uporabi izdelkov in jih obdelujejo, da bi zadostili naraščajočim potrebam končnih odjemalcev.« (PWC, 2016)

V okviru projekta SMEART je bila izvedena raziskava o zahtevah MSP po I4.0 (referenca na poročilo WP2). V naši raziskavi je dobil v okviru priložnosti za implementacijo pametnih rešitev »razvoj novih izdelkov« visoko oceno. Internetna tehnologija vpliva predvsem na same izdelke. Po dobavi dobavitelja obvestijo o tem, kako se izdelki uporabljajo in kaj je koristno pri uporabi poslovnega modela plačila na uporabo. Prejemajo lahko posodobitve programske opreme in poročajo, ali je potrebno vzdrževanje. Na tak način izdelki nekako oživijo (van Ede, 2017). Pametni izdelki so uporabniku prijazni, privlačni (človeški dotik) in digitalno povezani. Zasnovani so na minimalnih skupnih operativnih stroških (energija, materiali, transport). Pametni izdelki imajo vgrajeno inteligenco, najraje s fleksibilno elektroniko, ki omogoča komunikacijo z okoljem (uporabniki pa tudi vsi oddaljeni skrbniki). Pametni izdelki so kupcu specifični (investicijsko blago) ali celo skrajno prilagojeni (potrošniški izdelki). Poleg tega so ti izdelki namenjeni ponovni uporabi sestavnih delov in proizvodnje ($n = 1$) (*Smart Industry Implementatieagenda 2018—2021*, 2018).

Pametnejše izdelke lahko dosežemo z:

- dodajanjem digitalnih funkcij v obstoječe izdelke (kot so kamere in senzorji ter komunikacijske naprave);
- združevanjem digitalnih izdelkov in storitev (podatkovnih baz), ki strankam nudijo celovite rešitve;



Slika 2.6 Ustvarjanje digitalne vrednosti (prirejeno po PWC, 2016)

- uporabo podatkovnih analiz za ustvarjanje izdelkov kot storitev in ustvarjanje spletne platforme za dostop strank do vsebin ter storitev podatkovnih baz;
- vključevanjem zunanjih podatkov in izdelkov ter storitev drugih podjetij v svoje ponudbe in platformo, da bi razbremenili stranke: to bo pomenilo sodelovanje z drugimi dobavitelji in/ali povezovanje vrednostne verige ter gradnjo ekosistema, osredotočenega na stranke.

Tovarne in tudi oskrbne verige morajo dokazati zmožnost spreminjanja raznovrstnih izdelkov v različnih količinah. Predhodna naročila in manjše količine v okviru metode za povečanje produktivnosti zahtevajo prilagoditev. Poleg tega postajajo življenjski cikli izdelkov krajši. Vitka proizvodnja več ne zadostuje, potrebna je namreč tudi prilagodljivost in urnost.

V industriji se uporabljajo številne metode izboljšav, ki zagotavljajo pretok in spremembe (vitka proizvodnja, Six Sigma, TOC, QRM, TPM, Agile, First time Right, mapiranje toka vrednosti itd.). Npr., QRM in vitka proizvodnja sta metodi za zmanjševanje napak v administraciji in proizvodnji. Pri QRM je glavni cilj zagotoviti kakovost z visoko zanesljivostjo dostave kljub velikim razlikam v naročilih. Pri vitki proizvodnji pa je večji poudarek na zmanjševanju ali odstranjevanju odpadkov pri proizvodnji. Zaradi obojega bodo stroški nižji in bo manj napak pri učinkovitosti.

Pomembno je spremeniti način razmišljanja v celostnejšega, brez osredotočanja na izdelek. Tako boste zaznali, kje v celotnem procesu se vrednost izgublja. Viden trend v industriji je uvajanje linijskih vodij namesto vodij proizvodnje, ki načrtujejo in delajo na podlagi zbiranja in analiziranja proizvodnih podatkov.

Za hitrejša načrtovanja, proizvodnjo in dostavo izdelkov po meri je bistveno, da se z ETO (angl. *Engineering-to-Order*) preusmeri na postopek CTO (angl. *Configure-to-Order*). Medtem ko vas ETO prisili, da naredite vsako posamezno naročilo od začetka, pa CTO vsako naročilo pripravi iz obstoječih gradnikov. S spreminjanjem standardiziranih gradnikov, kot so strojna oprema, programska oprema, elektronika in pa operativni gradniki, kot so proizvodni sistemi in viri, bodo kupci po standardizirani poti dobili prilagojene rešitve. Prednosti tega so boljši izdelki, krajši čas trženja, manj napak in stroškov ter več časa za inovacije. (Cadac Group, 2017)

Po naši raziskavi je uporaba računalniško podprtega načrtovanja (CAD) precej pogosta. Konfiguratorji (avtomatiziranih) izdelkov so veliko manj v uporabi. MSP redkokdaj izvajajo avtomatske preglede kakovosti izdelkov.

Poleg omenjenih CAD pametna podjetja uporabljajo celo vrsto računalniško podprtih tehnologij (CAX) za načrtovanje, analizo in proizvodnjo izdelkov, kamor sodita računalniško podprta proizvodnja (CAM) in računalniško podprt inženiring (CAE).

2.6.2 Strateški okvir

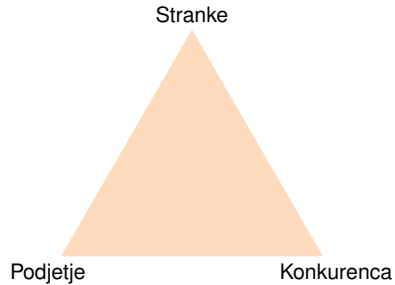
Podjetja, ki z vidika strategije iščejo smernice v znanstveni literaturi, se bodo hitro soočila s problemom jasne definicije izraza »strategija«. Obstaja veliko interpretacij, ki otežujejo jasno opredelitev bistva tega izraza.

Zdi se, da je pogosta težava razlikovanje med operativno učinkovitostjo in strategijo. Razvita so bila različna orodja, katerih cilj je povečati operativno učinkovitost. Medtem ko lahko ta orodja dosežejo izrazite izboljšave v smislu kakovosti in hitrosti proizvodnje, pa ne vodijo avtomatsko k trajnostni donosnosti. Kljub operativni učinkovitosti se podjetja trudijo pridobiti in obdržati kupce ter ohraniti svoje mesto v mednarodni konkurenci. Zato se operativna učinkovitost lahko obravnava kot zahteva za izjemno uspešnost, vendar je strategija ključni element, ki omogoča dolgoročno preživetje in uspeh podjetij (Porter, 1996). Na splošno mora uspešna strategija upoštevati tri ključne akterje na trgu: podjetje samo, stranke in konkurente (Ohmae, 1982).

Interakcija teh treh tržnih udeležencev je ključna za gospodarsko uspešnost podjetja. Podjetje lahko preživi in prinaša dobiček samo pod pogo-

Slika 2.7

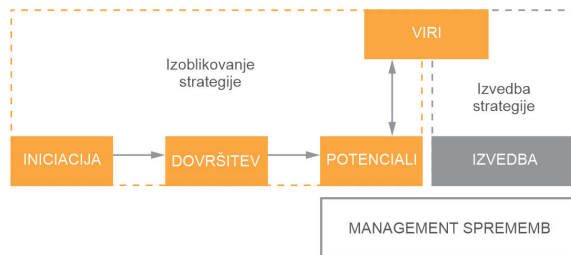
Strateška trojica (prirejeno po Ohmae, 1982)



jem, da zadostno število kupcev kupi njegove izdelke in storitve. Zato sta razumevanje kupčevih potreb in želja ključna elementa vsakega uspešnega poslovanja. Hkrati mora podjetje izpolnjevati potrebe kupcev boljše od svojih konkurentov, sicer bo nenehno izgubljalo dele tržnega deleža (Ohmae, 1982, str. 48).

Po Porterju (1996) trajnostne razlike med podjetjem in njegovo konkurenco ne izhajajo iz posameznih dejavnosti. Uvedba nove proizvodne tehnologije bi lahko nekaj časa ustvarjala konkurenčne prednosti z zmanjšanjem proizvodnih stroškov, vendar bi lahko posamezne ukrepe druga podjetja primerjala ter jih kopirala, zaradi česar si bodo na dolgi rok lahko postali podobni, namesto da bi zagotavljali izjemen rezultat. Kombinacija številnih dejavnosti, potrebnih za ustvarjanje, proizvodnjo, prodajo in dostavo izdelkov/storitev razlikuje podjetja ter določa, ali lahko podjetje za svoje ciljne kupce dolgoročno ustvari več kot pa njihova konkurenca. Zato poslovna strategija pomeni iskanje mešanice različnih dejavnosti, katerih moč se razprostira skozi edinstveno povezavo posameznih elementov poslovne strategije in jih zato ni mogoče preprosto kopirati (Porter, 1996).

Čeprav znanstvene publikacije predlagajo široko izbiro strateških orodij in okvirov, ima večina le-teh enako pomanjkljivost: želijo podpirati podjetja pri opredelitvi strategije, ampak redko nudijo podporo pri sklepanju realnih dejavnosti in ukrepov za njihovo izvedbo. Medtem pa opredelitev strategije zahteva abstrakcijo kompleksnih, dinamičnih interakcij med tremi ključnimi akterji, da bi podjetja lahko opredelila in razumela ključne elemente konkurence. Izvajanje strategije zahteva podrobno razumevanje virov in procesov podjetja, da se izpeljejo konkretni ukrepi ter da se lahko oceni izvedljivost strategije že na začetku (Richardson, 2008, str. 134). Poleg tega je pomembnost izvajanja strategije v znanstveni literaturi pogosto zanemarjena, mnogi pristopi pa se osredotočajo na oblikovanje strategije in pri tem izvedbo dojemajo kot prilogo k formulaciji namesto kot enakovreden element (Raps, 2017, str. 24).

**Slika 2.8**

Faze strateškega okvira

Teoretično tudi najboljša strategija ne bo mogla izboljšati nobenega posla, če se ne bo izvajala uspešno. Še posebej v smislu I4.0 zahteva kompleksnost predvsem strateški okvir, ki lahko usmerja in podpira podjetja vse od opredelitve strategije do njene izvedbe. Poleg tega naj bi uspešno orodje podpiralo komunikacijo in omogočalo pregledne postopke odločanja. Namen tega poglavja je predstaviti celosten okvir in opisati njegove posamezne stopnje ter elemente. V nadaljevanju bo za vsako stopnjo uveden izbor orodij in metod, ki bodo podjetjem nudile praktične smernice.

Osnovna ideja strateškega okvira je uporaba poslovnega modela podjetja kot osnove za razvoj strategije industrije 4.0 in za sklepanje konkretnih ukrepov.

Na splošno lahko poslovni model definiramo kot »izjavo o tem, kako bo podjetje služilo denar in ohranilo svoj dobiček skozi čas« (Stewart in Zhao, 2000) in potemtakem opisuje interakcije med podjetjem, njegovimi konkurenti in strankami. Glede na strategijo lahko poslovne modele obravnavamo kot povezovalni element med teoretično strategijo podjetja in njeno idejo o tem, kako tekmovali, ter konkretnimi procesi, dejavnostmi in viri, ki jih podjetje uporablja za izvajanje te strategije (Richardson, 2008, str. 135). Medtem ko si strategiji še vedno niso enotni glede tega, ali gospodarski uspeh temelji na virih, ki so v lasti podjetja, ali pa je odvisen od izbire pravega trga in konkurenčnega položaja, pa lahko celoten poslovni model zajame elemente obeh pogledov in analizira notranje ter zunanje dejavnike uspeha kot tudi njihove soodvisnosti (Chesbrough, 2002, str. 529). Sedanji poslovni model v pisni obliki bo podjetjem pomagal izpostaviti način ustvarjanja dobička. Prav tako bo dokumentiranje dejanskega položaja pripomoglo k razumevanju začetnega stanja, kar bo preprečilo nesporazume in pospešilo proces odkrivanja trenutnih slabosti ter priložnosti za prihodnost (Nicolaï, 2017, str. 288). Cilj začetne faze je določanje poslovnega modela podjetij in ugotavljanje, kako se ustvarja dobiček.

Zaradi velikega števila novih priložnosti in zapletenosti se zlasti MSP

spopadajo z opredelitvijo oprijemljivih tehnologij in procesov I4.0. Te tehnologije in procese nameravajo uvesti pozneje, vendar se prej ali slej pojavita nezadovoljstvo in razočaranje, saj podjetniki ne vedo, kako pristopiti k ideji. Da bi preprečili tovrstne težave, je potreben strukturiran postopek, ki bo podjetnike podprl pri pripravi konkretnih ukrepov. Niz znanstvenih publikacij in študij priporoča uporabo modelov zrelosti I4.0. Na splošno je model zrelosti inštrument za ocenjevanje trenutne stopnje razvoja posameznega predmeta (Mettler in Rohner, 2009). Z vidika modela I4.0 lahko zrelostni modeli pripomorejo k zmanjšanju kompleksnosti z nadaljnjim določanjem začetnega stanja podjetja (Schumacher idr., 2016). Poleg tega lahko ocena zrelosti služi kot referenčna točka med ocenjevanjem napora. Zato je ocenjevanje podjetja naslednji korak (2. faza) v fazi zrelosti (glej sliko 2.7) predlaganega okvira.

V okvirni fazi 3 je potrebno oblikovati realistične scenarije o prihodnjih potencialih ali, z drugimi besedami, določiti, kako lahko ustvarjanje dobička izboljšamo z uporabo I4.0. Začetni poslovni model (faza 1) služi kot orientacija za odkrivanje trenutnih slabosti, kot so nezadostne storitve za stranke ali počasni proizvodni procesi. Pomaga tudi pri določanju ključnih dejavnikov uspeha, ki jih je mogoče nadgraditi za krepitev konkurenčnega položaja v prihodnosti. Pristop poslovnega modela pomaga ustvariti celosten pogled, namesto da bi razmišljali o posameznih tehnologijah ali izdelkih. Kako želi podjetje konkurirati v prihodnosti? Ali lahko višja raznolikost izdelkov zagotovi vrednost obstoječim strankam ali pritegne nove stranke? Ali je zanesljivost dostave ključni dejavnik uspeha za podjetje, ki ga je potrebno v prihodnje izboljšati? Poglavja 2, 3 in 4 služijo kot navdih in vodilo za podjetja pri oblikovanju ter definiciji svojih ambicij in potencialov.

Hkrati morajo podjetja začeti pridobivati oprijemljive vire, potrebne za uresničevanje svojih zamisli. Na začetku morajo oceniti napor, ki je potreben za uresničitev vsake ideje. Zamisli, ki se izkažejo za tvegane ali drage, je potrebno prilagoditi ali zavreči. Cilj je najti niz novih dejavnosti, procesov ali tehnologij, ki so sposobni ustvariti trajnostno vrednost in jih je mogoče doseči z danimi sredstvi ali, z drugimi besedami, cilj je oblikovanje nove praktične strategije. Faze opredelitve strategije, načrtovanja in izvajanja se združijo. Tudi če niso predvidene vse podrobnosti strategije podjetja, se lahko že začnejo priprave za izvedbo, kot je usposabljanje za zaposlene. Okvir (glej sliko 2.7) predlaga vključitev managementa sprememb v proces razvoja in izvajanja strategije. Spremembe podjetij pogosto ne uspejo iz različnih razlogov: nepregledni procesi odločanja otežujejo, da bi zaposleni

razumeli nujnost spremembe ali uporabnost posameznih ukrepov. Premisleki in načrti se le delno prenašajo med različnimi hierarhičnimi ravnmi organizacije, zato se pojavljajo negotovost, frustracije ali celo strah. Posledično se bodo zaposleni v procesu spreminjanja in neuspešnega vključevanja v te procese le delno zavzeli za predlagane spremembe (Nicolai, 2017, str. 288). Na splošno poskuša upravni odbor za spremembe nadzorovati in izvajati spremembe, zlasti s poudarkom na ljudeh, ki so tako ali drugače pod vplivom spreminjanja (Lauer, 2014, str. 7). Številni avtorji in publikacije poudarjajo, da lahko uspešne spremembe nastopijo le, če so zaposleni pripravljeni izvesti spremembe. Brez notranje prepričanosti bodo zaposleni delali le v skladu s pravili.

Na podlagi tega strukturiranega pristopa so avtorji prepričani, da so procesi odločanja lahko za organizacije preglednejši in razumljivejši. Uporaba poslovnih modelov omogoča celovit pogled na slabosti in prednosti ter lahko pomaga pri prepoznavanju bodočih potencialov v vseh poslovnih enotah. V naslednjem razdelku je predstavljen nabor metod, ki jih lahko uporabite v vsaki fazi.

2.6.3 Orodja SMeART

Začetek

Za podporo podjetjem pri preučevanju njihovega začetnega stanja so bili razviti številni pristopi poslovnih modelov. Osterwalder (2013) predlaga izvedljiv pristop, imenovan platno poslovnega modela (business model canvas), ki je sestavljen iz devetih ključnih elementov (preglednica 2.2.). Z analizo vsakega posameznega elementa lahko podjetja zajamejo bistvo svojega poslovanja.

Na začetku vsakega posameznega postopka nabave imamo stranko z določeno zahtevo (Sandhusen, 2000). Zato je cilj te faze podpreti dejavnosti, vire in tehnologije, ki ustvarjajo vrednost za vse segmente strank v celotnem življenjskem ciklu izdelka.

Poleg tega lahko strukturirano predstavitev poslovnega modela podjetja uporabimo kot smernico za pojasnitev nujnosti in potenciala I4.0 vsem članom organizacije.

Zrelost

Z vidika I4.0 lahko modeli zrelosti podjetjem pomagajo zmanjšati kompleksnost in oceniti, ali so osebno in finančno zmožni izvajati določene tehnologije in dejavnosti (Schumacher idr., 2016). V okviru SMeART je bil

Preglednica 2.4 Platno poslovnega modela

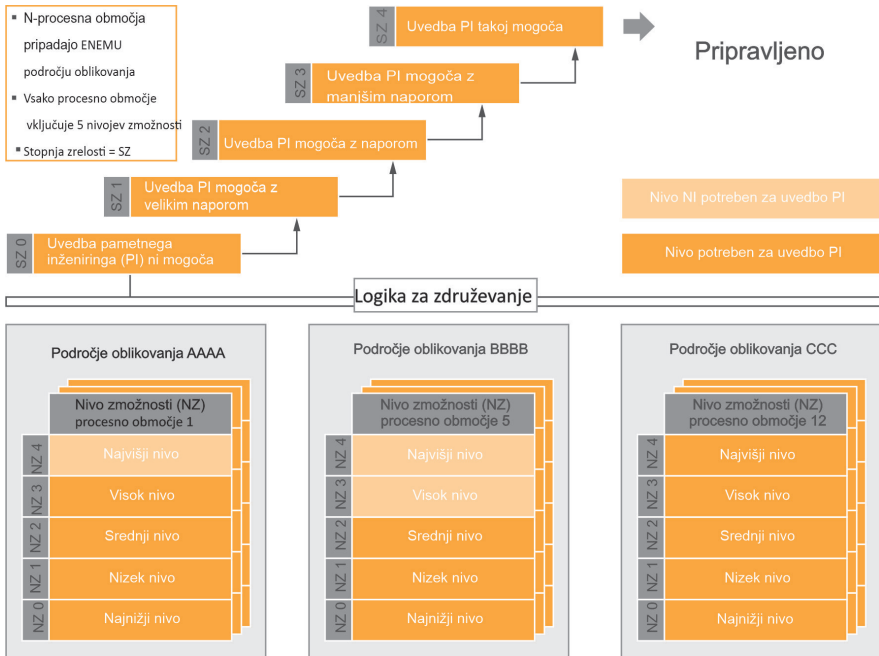
Delitev odjemalcev	Za koga ustvarjamo vrednost? Kdo so naše najpomembnejše stranke?
Odnosi z odjemalci	Kakšno vrsto odnosov vsak od naših odjemalskih segmentov pričakuje od nas? Katere smo ustanovili? Kako so povezani s preostalimi poslovnimi modeli? Kako dragi so?
Kanali	Skozi katere kanale želijo biti naši segmenti odjemalcev kontaktirani? Kako jih trenutno kontaktiramo? Kako so naši kanali povezani? Kateri najbolj delujejo? Kateri so najbolj stroškovno učinkoviti? Kako jih povezujemo z rutinami strank?
Predlogi vrednosti	Kakšno vrednost zagotavljamo stranki? Katere izmed težav naših strank pomagamo rešiti? Kakšen nabor izdelkov in storitev ponujamo vsakemu odjemalcu? Katere potrebe strank zadovoljujemo?
Ključne dejavnosti	Katere ključne dejavnosti zahtevajo naši predlogi vrednosti? Naši kanali distribucije? Odnosi s strankami? Tokovi prihodkov?
Ključni viri	Katere ključne vire zahtevajo naši predlogi vrednosti? Naši kanali distribucije? Odnosi s strankami? Tokovi prihodkov?
Ključni/glavni partnerji	Kdo so naši ključni partnerji? Kdo so naši ključni dobavitelji? Katere ključne vire pridobivamo od partnerjev? Katere ključne dejavnosti izvajajo partnerji?
Struktura stroškov	Kateri so najpomembnejši stroški našega poslovnega modela? Kateri ključni viri so najdražji? Katere ključne dejavnosti so najdražje?
Tok prihodkov	Za kakšno vrednost so naše stranke resnično pripravljene plačati? Za kaj plačujejo zdaj? Kako trenutno plačujejo? Kako bi raje plačevali? Koliko vsak tok dohodkov prispeva k skupnim prihodkom?

Opombe Lastna predstavitev na podlagi Osterwalder in Pigneur (2011).

razvit model zrelosti, ki je sposoben ne le določiti trenutnega stanja razvoja z vidika 14.0, temveč lahko izhaja tudi iz ukrepov, ki jih izvajajo MSP, da bi dosegli višjo stopnjo zrelosti.

Na sliki 2.9 je model za pametni inženiring (MPI) omejen na 3 področja oblikovanja, ki so posamezno definirana za SMEART (»ljudje, tehnologija, organizacija«). Znotraj vsakega področja imamo različna posamezna procesna območja SMEART, npr. »izobraževanje« na področju »ljudje«. Nivoji zmožnosti (NZ) so kriteriji za oceno zrelosti posameznega procesnega območja. Pravzaprav so NZ vnosi uporabnikov SMEART-ovega orodja stresni test. Po uporabnikovem vnosu so NZ z raznih področij oblikovanj smiselno združeni s pomočjo logike za združevanje.

Končni rezultat agregacije je splošna stopnja zrelosti SZ. SZ je številka ali koda, ki jo lahko uporabite za samodejno izdelavo nadaljnjih priporočil za uporabnika. Opredelitev splošnih ukrepov ali priporočil podpira tudi



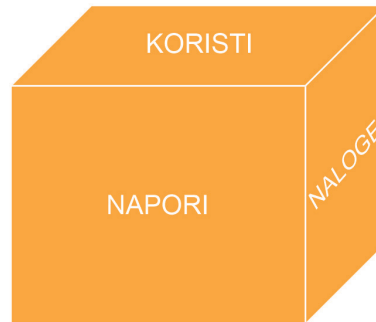
Slika 2.9 Matrika zrelosti (SMEART MOSE)

uporabnike (podjetja) SMART, da na obravnavanem procesnem področju dosežejo naslednji višji nivo zmognosti NZ. Ta priporočila se lahko uporabniku predstavijo prek spletne strani ali e-poštnega dokumenta.

Model zrelosti MOSE poskuša linearno razvrstiti različne ravni zapadlosti SZ (glej logiko agregacije). S tem ko se SZ povečuje, je podjetjem lažje uvesti pametni inženiring. S tem pristopom lahko MSP hitro ugotovi, ali in v kolikšni meri je sposoben uvesti pametni inženiring. Takojšnja izvedba pametnega inženiringa je mogoča, ko so na vseh področjih dosežene zahtevane ravni NZ. Posledica tega so posebni modeli zrelosti za specifične scenarije izvajanja pametnega inženiringa. Ko se doseže naslednji NZ, so podjetja podprta z vključitvijo ustreznih splošnih ukrepov za obravnavano procesno območje.

Na splošno bomo ta pristop prilagodili z naslednjimi koraki:

1. Določitev/opredelitev minimalne zahtevane ravni za uvedbo pametnega inženiringa v MSP.
2. Določitev dejanskega stanja posameznih stopenj zrelosti (npr. s spletno anketo).



Slika 2.10

Analiza kupčevih nalog (prirejeno po Osterwalder idr., 2015)

3. Določitev (povprečnega) doseganja cilja (SZ).
4. Razlaga rezultatov, npr. z mrežnimi diagrami.
5. Avtomatsko tvorjenje nasvetov za ustvarjanje naslednje večje SZ.

Združevanje stopenj 1, 2 in 3: potenciali

V tej fazi (glej sliko 2.7) so podjetja že opravila dve pomembni nalogi: analizirala so povezave s svojimi strankami in konkurenti ter tako zajela, kako se ustvarja dobiček. Poleg tega so ocenila stopnjo zrelosti v smislu 14.o. Na podlagi teh rezultatov je mogoče predlagati realistične scenarije v zvezi z ustvarjanjem dobička ali – z drugimi besedami – za to, kako se lahko podjetje poveča z uporabo 14.o. Pri pripravi je potrebno upoštevati, da cilj te faze ni doseči najvišje možne stopnje zrelosti v smislu 14.o, ampak doseči raven, ki je potrebna za uresničevanje poslovnih ciljev in je dosegljiva z razpoložljivimi viri.

Ker je kupce mogoče opisati kot *srce podjetja*, je pomembna globlja in podrobnejša analiza njihovih zahtev in želja, da bi odkrili potenciale in prilagodili procese.

En od možnih pristopov je analiza kupčevih nalog, napora in koristi. Da bi poudarili pomen vsakega od teh elementov, so ti pojasnjeni v primeru stranke A, ki želi kupiti nov zvočni sistem (Osterwalder idr., 2015):

- Naloge kupcev se nanašajo na opravila, ki jih kupci želijo izvesti. Ta opravila so lahko funkcijske, čustvene ali družbene narave. Npr., funkcijska naloga stranke A je poslušati glasbo, hkrati pa se s tem želi sproščati (čustvena naloga), ali pa povabiti prijatelje in narediti na njih dober vtis (družbena naloga).
- Trud kupcev opisuje ovire in težave, s katerimi se kupci srečujejo, ko razrešujejo dotična opravila. Stranka A ima lahko težave z vklopom

in nastavitvijo zvočnega sistema; poleg tega ima lahko težave pri povezovanju drugih naprav z zvočnim sistemom.

- Koristi kupcev opisujejo storitve, ki dajejo dodatno vrednost. Stranka A bi, npr., lahko uporabljala zvočni sistem, ki ima funkcijo »nadzor glasu«, ali pa bi imela možnost zvočni sistem povezati s drugimi napravami preko Bluetootha.
- Še ena možnost je prevzem ustvarjalnih postopkov, kot je npr. Delphijeva metoda ali metoda »Six Thinking Hats«, kot način spodbujanja k inovativnemu razmišljanju in s tem naprednih rešitev.

Sredstva

Ideje, ki se prebijejo v ožji izbor, moramo presoditi glede na njihovo izvedljivost, potencial in ceno izvedbe. Cilj te faze (glej sliko 2.7.) je ovrednotiti sredstva, potrebna za izvedbo idej, in skladno s to oceno predvideti stroške projekta. Sredstva so lahko materialne narave, npr. finančna ali tehnološka, ali pa nematerialna, kot npr. tehnološko znanje in čas. Glede na stanje dostopnosti teh sredstev znotraj podjetja in glede na sredstva, ki jih je potrebno pridobiti, lahko podjetja ocenijo izvedljivost vsake ideje:

1. Katera materialna in nematerialna sredstva so potrebna za izvedbo določene ideje? Katera sredstva so že na razpolago v podjetju?
2. Kakšni so celotni predvideni stroški glede na potrebna sredstva?

V splošnem obstajajo tri skupine načinov ocenjevanja stroškov (Burghardt, 2018):

1. algoritmične metode (angl. *algorithmic methods*):
 - parametrične metode (angl. *parametric methods*),
 - metode ponderiranja (angl. *factor- or weighting methods*);
2. primerjalne metode (angl. *comparative methods*):
 - metode analogij (angl. *analogy methods*),
 - relacijske metode (angl. *relational methods*);
3. metode ključnih faktorjev (angl. *key figure methods*):
 - multiplikacijske metode (angl. *multiplier methods*),
 - produktivnostne metode (angl. *productivity methods*),
 - metoda »percentagebased method«.

Praviloma se za ocenjevanje stroškov uporabljajo izkušnje iz predhodnih projektov. Podjetja se lahko sklicujejo na pretekle projekte podobnih ve-

likosti in kompleksnosti. Če takšnih projektov podjetje še ni izvajalo, se lahko uporabi programsko orodje, ki uporabi podatke drugih zaključenih projektov v kombinaciji z matematičnimi računskimi procesi. Glavna prednost programskega ocenjevanja stroškov je, da ima zmožnost upoštevanja raznih negotovosti in spremenljivosti ter lahko tako proizvede natančnejše rezultate (Dumitrascu in Nedelcu, 2012).

Vodenje sprememb

V splošnem lahko uspešnim procesom sprememb v organizacijah sledimo v treh značilnih fazah, ki jim pravimo odmrznitev, sprememba ter zamrznitev (Lewin, 1947).

V času *odmrznitve* morajo biti zaposleni seznanjeni z razlogi za spremembe v organizaciji. Ker je sprememba povezana z negotovostjo in trudom zaposlenih, ki ne vidijo razloga in pomembnosti sprememb, verjetno ne bodo vložili svojega časa ali znanja v procese sprememb. V najhujšem primeru lahko pride do odpora, saj bi delavci, ki ne razumejo razlogov za spremembe, raje videli, da stvari ostanejo takšne, kot so.

Razmišljati in sklepati je dobro na podlagi poslovnega modela, ki temelji na prvi fazi okvirne strateške uredbe:

1. Kaj so aktualne ključne pomanjkljivosti?
2. Kakšni bodo rezultati, če se poslovanje nadaljuje brez sprememb?

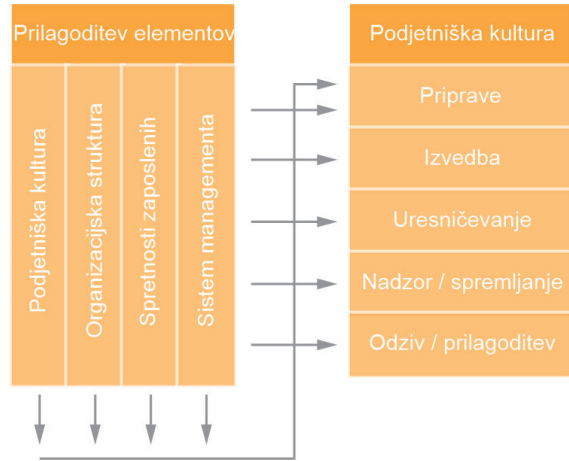
Samo če vsi sodelujoči v organizaciji razumejo nujnost spremembe, bodo pripravljeni sodelovati v procesu.

V fazi *spremembe* pa pride do dejanskih izboljšav. Kar se tiče strategij, se izvedba sprememb začne pri tej razvojni fazi. Nove metodologije, navede in vedenja morajo biti naučene in utrjene. Pomembno je razumeti, da do sprememb ne pride kar čez noč in da bodo za prilagoditev nekateri zaposleni potrebovali več časa kot drugi ali bodo celo morali na dodatno izobraževanje.

Do *zamrznitve* pride, ko se novi postopki in ravnanja utrdijo in postanejo nova norma. Pri utrditvi novih metodologij so lahko uporabni tudi sistemi povratnih informacij in nagrad zaposlenim.

Izvedba

Splošno gledano se strategija izvedbe nanaša na dva različna elementa: prilagoditev (npr. glede spretnosti zaposlenih, podjetniške kulture in organizacijske strukture) in uporabo strategije na operativni ravni organizacije.



Slika 2.11

Proces izvajanja
(prirejeno po Huber,
1985, str. 106)

Oba elementa sta za uspešnost izvedbenih procesov ključna. Vpeljava asistivnega sistema ne more povišati vrednosti dela, če ga zaposleni ne znajo uporabljati ali niso motivirani za njegovo uporabo. Medtem ko se management sprememb osredotoča na prilagoditvene procese v smislu operativnega izvajanja, lahko pri strategijah izvedbe uporabimo nabor managerskih tehnik in orodij za izboljšanje strategij.

Strukturni načrt projekta, ki pregledno našteva in ponazarja vse delovne člene, dodatne naloge in odgovornosti, v splošnem pomaga ohraniti vsestranski pregled nad projektom. Rezultati ankete, v kateri je sodelovalo več kot 200 vodij projektov, so pokazali, da so med najpomembnejšimi izzivi pri uspešnem opravljanju projektov ravno jasno začrtani cilji (White in Fortune, 2002). Vsesplošno mnenje je, da je cilje organizacije pametno definirati na podlagi pristopa SMART: specifični, merljivi, privlačni, smiselni, časovno določeni (Locke in Latham, 1990).

Sledeči primer ponazarja cilj, definiran (1.) brez uporabe pristopa SMART in (2.) z uporabo pristopa SMART:

1. »V naši spletni prodajalni želimo predstavljati svoje izdelke na najbolj realističen način, zato, da ustvarimo boljšo nakupovalno izkušnjo za naše stranke.«
2. »Z uporabo tehnologij navidezne resničnosti želimo razmerja tržnih donosov v naši spletni prodajalni do konca leta zmanjšati za 40 %.«

Poslovne priložnosti

Sandra Verweij in José Laan

V današnjem svetu je obvladovanje razvojno proizvodnega procesa predpogoj za uspešno delo. Ena ključnih prednosti pa je pametno obvladovanje poslovnih priložnosti. V turbulentnem in digitaliziranem okolju se dnevno pojavlja vrsta informacij in priložnosti, ki se pogosto skrivajo v t. i. obsežnih podatkih. A brez SMEART znanja in ustreznih digitalnih orodij jih ni preprosto zaznati. Pogoj, da jih hitro identificiramo in spremenimo v konkretne tržne izdelke, pa je pameten (SMEART) pristop k inoviranju izdelkov, procesov in storitev. Na prvi pogled je videti, da to poglavje sodi pred prejšnjega. A ker je prejšnje iz »železnega repertoarja« poslovnih funkcij, smo ga uvrstili pred tega, ki pa je absolutno predpogoj za uspešno poslovanje. Prav tako pa t. i. pametno trženje, ki ga prikazujemo, postaja vedno pomembnejši model oz. nadgradnja klasičnih tržnih pristopov. In če naredimo še korak dlje – pametne dobavne verige in poslovne mreže vrednosti postajajo nujna uspešnega poslovanja in jim koncepti SMEART dajejo dodatnega zagona.

3.1 Uvod in cilji poglavja

Dober hokejski igralec igra tam, kjer pak je.
Odličen igralec hokeja igra tam, kjer pak bo.

Wayne Gretzky

Kot smo videli v prejšnjih poglavjih, pametna industrija vpliva na vse vidike proizvodnega podjetja; od raziskav, razvoja, (pre)oblikovanja in proizvodnje do trženja, servisiranja in recikliranja izdelkov. Spreminja izdelke, storitve, procese in, kar je še pomembnejše, poslovne modele posameznih podjetij ter preoblikuje celotne oskrbne verige. Pametna industrija ustvarja priložnosti za obstoječa in nova podjetja na – nekoč – tradicionalnih trgih in odpira nove trge. Vendar pa zadnje raziskave kažejo, da se proizvodna podjetja osredotočajo predvsem na tehnološke vidike in (potencialno) povečanje učinkovitosti pametne industrije, ne pa na spremembo paradigme ponujene vrednosti in poslovnih modelov (Ibarra idr., 2017). »Industrijska podjetja, ki združujejo digitalni in fizični svet, odpirajo povsem

nove razsežnosti v načinu delovanja in glede vrednosti, ki jo lahko zagotovijo strankam in deležnikom. Drastično lahko skrajšajo čas za uvedbo novih izdelkov na trg in se hitreje odzovejo na potrebe strank. Pretvorba podatkov o strankah in proizvodnji v razumevanje oskrbne verige bo tem tovarnam ter oskrbni verigi omogočila hitrejši odziv na spremembe v potrebah strank in na zunanje pretrese.« (Annunziata, 2014, str. 2). Na izredno konkurenčnem trgu s stalno spreminjajočimi se spremenljivkami je potrebno ponovno razmisliti o vedno večjem boju za (digitalno) pozornost strank in njihovem povpraševanju po prilagojenih rešitvah s kratkim tržnim časom, poslovnih modelih in tržnih strategijah, tržne pozicije pa je potrebno na novo opredeliti.

Vsebina tega podpoglavja služi kot prispevek, navdih in vodilo za vključevanje poslovnih priložnosti v načrt SMeART. Cilj poglavja je podati pregled osnovnih konceptov pametne industrije za vpeljavo sledečih aktivnosti v podjetje:

- Katere poslovne priložnosti lahko ponudi pametna industrija?
- Kako spremeniti izdelke ali razviti nove, dragocene rešitve za stranke, ki temeljijo na pametni industriji?
- Kako zgraditi portfelj izdelkov in storitev za prihodnost?
- Kako uvesti ali izboljšati pametno trženje v podjetju?
- Kakšne učinke bo imela pametna industrija na vašo oskrbno verigo in kako se odzvati, iz tega izhajati ter imeti dobiček.

3.2 Potrebe trga

Glavne sestavine podjetja za ustvarjanje novih, pametnih poslovnih priložnosti so poglobljeno razumevanje:

- lastnih ambicij in (potencialnih) virov,
- tehničnega in družbenega razvoja ter tržnih trendov,
- potreb, težav in vrednosti strank.

Naša raziskava kaže, da 51 % vprašanih potrebuje več znanja o trgu in razumevanju potreb strank (Fachhochschule des Mittelstands, 2018).

Mednarodna tržna gibanja, ki se nanašajo na pametno industrijo, bodo imela vedno večji vpliv na posamezna proizvodna MSP in njihove vrednostne verige. Ta gibanja so:

1. Individualizacija.

- Povpraševanje po skupnih konceptih, specifičnih za kupca, vključno z vzdrževanjem in drugimi storitvami.
 - Krajši življenjski cikel izdelka, ki ga povzročajo hitro spreminjajoče se zahteve strank in pospeševanje tehnologij.
 - Fleksibilni modularni koncepti omogočajo prilagoditev in povečajo hitrost odziva na spremembe na trgu.
 - Končni kupci zahtevajo več razvojnih zmogljivosti in prilagodljivosti.
2. Storitvizacija.
- Dodajanje (podatkovnih) storitev proizvodom, ki ponujajo celovite rešitve, od lastništva do dostopa.
3. Poslovni modeli, ki temeljijo na uspešnosti.
- Npr. modeli prihodkov s plačilom za uporabo.
4. Trajnost.
- Vedno večji poudarek na krožnem gospodarstvu in ponovni uporabi (delov) strojev/proizvodov/izdelkov, več pozornosti in povpraševanja po aplikacijah »čiste tehnologije«.
5. E-trgovina.
- Spletno in družbeno trženje, ki se uporablja tudi na trgih B2B.
6. Spreminjanje tržnih razmer.
- Povečevanje avtomatizacije/robotizacije zahteva sodelovanje s specializiranimi partnerji in spodbuja integracijo oskrbne verige.

Podjetje lahko za odziv na spreminjajoče se tržne razmere, specifične trende in (tehnični) razvoj izbere različne strategije ali položaje, odvisno od pričakovane pomembnosti in potenciala teh razmer, trendov in razvoja. Lahko poskušajo *oblikovati prihodnost* (odigrati vodilno vlogo pri določanju, kako industrija deluje, z določanjem standardov in/ali ustvarjanjem povpraševanja), se *prilagajati prihodnosti* (postati vodilni s hitrostjo, z agilnostjo in s prožnostjo pri prepoznavanju in zajemanju priložnosti na obstoječih trgih) ali *si pridržati pravico do igranja* (dovolj vlagajo, da ostanejo v igri, vendar se izogibajo prezgodnjim zavezam) (Courtney idr., 1997).

3.2.1 Potrebe strank

Živimo v svetu, kjer je ponudba veliko večja od povpraševanja. Zato imajo proizvedli ali storitve, ki temeljijo na ugotovljenih težavah in potrebah

uporabnikov, potencial postati uspešni tržni proizvodi. Pametna industrija je usmerjena v preoblikovanje množične proizvodnje v množično prilagajanje: izdelki po meri bodo izdelani po stroških množične proizvodnje. Poglobljeno poznavanje vedenja kupcev, njihovega dojemanja vrednot in potreb (intimnosti strank) ter zmožnost hitrega prenosa teh vpogledov v spremenjene ali nove izdelke in storitve bo v vse večji meri postajala ključna kompetenca za vsa proizvodna podjetja.

Naša raziskava kaže, da obstaja prostor za izboljšave, ko gre za povratne informacije od končnih uporabnikov do proizvodnega oddelka (Fachhochschule des Mittelstands, 2018). V tej digitalni in tehnološki dobi se načini zadovoljevanja potreb strank in možnosti za preseganje pričakovanj kupcev drastično in nenehno spreminjajo. Trgi so pregledni, kupci so dobro obveščeni in kritični, imajo glavno besedo, ko gre za to, na kakšen način, kje in kdaj želijo dostavo (po meri izdelanih) izdelkov. Ustvarjanje vrednosti za stranke in razvoj novih načinov za to zahtevajo ostro oko za spreminjanje tržnih razmer in globok vpogled v vedenje, želje in potrebe strank.

3.2.2 Vpogled strank

Če bi ljudi vprašal, kaj želijo, bi rekli: hitrejša konje.

Henry Ford

Vprašanje kupcem, kaj želijo, dolgoročno skoraj nikoli ne vodi k prebojnim inovacijam. Zakaj? Stranke običajno zahtevajo le rešitve, ki temeljijo na znanih težavah, potrebah in možnostih. Zbiranje vpogledov strank, da bi tako ustvarili večjo vrednost za stranke, ne pomeni, da bi kupce spraševali, katere izdelke ali storitve bi želeli, temveč da bi preučili kontekst, v katerem bodo izdelke in storitve uporabljali. Gre za ugotovitev, kakšen je namen nakupa izdelkov ali storitev: kaj želi stranka z izdelkom doseči ali izpolniti? Stranke so strokovnjaki za svoje vsakodnevne (delovne) rutine, vprašanja in ambicije.

3.2.3 Zbiranje vpogledov strank

Prebojni pametni digitalni poslovni modeli so pogosto osredotočeni na ustvarjanje dodatnih digitalnih prihodkov in optimizacijo interakcije s strankami. O resničnem preboju v uspešnosti pa lahko govorimo, ko aktivno razumete vedenje potrošnikov in lahko prilagodite vlogo vašega podjetja v prihodnjem ekosistemu partnerjev, dobaviteljev in strank. Pametna podjetja digitalne tehnologije uporabljajo za ustvarjanje in zagotavljanje vrednosti za stranke v integrirani, inovativni rešitvi (PWC, 2016).

Obstaja vrsta analognih in digitalnih tehnik za zbiranje vpogledov strank, ki jih lahko izvede MSP: paneli strank, intervjuji s strankami, strokovna srečanja strank, opažanja strank itd. Zanimiv način je, da se postavimo v vlogo obstoječe ali potencialne stranke in opišemo delo, ki ga mora opraviti znotraj nakupne poti (naloge, procese in medsebojne vplive ali točke dotika).

Zemljevid nakupne poti stranke je uporabno orodje, s katerim zavzamemo perspektivo stranke in tako oblikujemo smernice za razvoj ali prilagoditev izdelka ali storitve (Kwakman in Smeulders, 2017). Z oblikovanjem nakupne poti se izdelek ali storitev uvrsti v njen kontekst kot le del rešitve in celotne izkušnje stranke. Nakupna pot se lahko uporabi za ustvarjanje vpogledov v to, kako razbremeniti stranke, in ustvarjanje pametnih novih predlogov za (pre)oblikovanje k strankam usmerjenih procesov. V vrednostni verigi lahko pride do poglobljene specializacije (ločevanje izdelkov in storitev) ali integracije (združevanje izdelkov in storitev za ustvarjanje celovitih rešitev).

Učinkovit in dosegljiv način, kako MSP pridobijo dostop do vpogleda strank, je prek dialoga s strankami, z uporabniki in morebitnimi dobavitelji v razpravi o naslednjih vprašanjih (Osterwalder, 2013):

- Kakšne so želje strank in kako jih lahko pomagamo izpolniti?
- Katere naloge mora opraviti stranka in kako ji lahko pomagamo?
- Kaj potrebujejo najboljši kupci, naše najboljše stranke? Kako lahko pomagamo stranki, da doda vrednost?
- Kakšen odnos od nas pričakuje stranka?
- Za katere vrednosti je stranka pripravljena plačati?
- Kako je stranka prednostno obravnavana in dosežena?
- Kako se mi, kot podjetje, ujemamo z rutino stranke na najboljši možen način?

Skupaj lahko celo soustvarjata »idealno« nakupno pot strank, oblikujeta predloge, vrednote, izdelke in storitve, spletne in druge procese, odnose s strankami in njihove izkušnje.

Podobno kot podjetjem se tudi strankam nenehno spreminja referenčni okvir. Z rednimi pogovori s strankami, usmerjenimi v prihodnost, bo podjetnik (in njegova skupina za raziskave in razvoj ali manager izdelkov) dobil stalen dotok informacij, potreben za inovacije.

Digitalne tehnologije, ki omogočajo vedno natančnejše napovedi o vedenju strank, se neprestano izboljšujejo. Analitika podatkov se bo vedno

pogosteje uporabljala za napovedovanje vedenja kupcev in strojev ter povpraševanja po izdelkih ali storitvah. Sodelovanje stranke v procesu razvoja izdelkov in storitev bo postalo nekaj povsem običajnega. Postalo bo sestavni del pametnih poslovnih modelov z zagotavljanjem informacij o njihovih individualnih potrebah in njihovi uporabi izdelkov in storitev. Oblikovanje in izvajanje novih, pametnih poslovnih modelov bo omogočilo aktivno vključevanje in soustvarjanje s strankami.

Čeprav poslovna paradigma pogosto navaja, da mora biti stranka vedno v središču, bi bilo na to paradigmo smiselno pogledati z drugih perspektiv. Razvoj in rešitve, ki jih najdemo v drugih panogah in na delovnih področjih, lahko podjetju služijo kot navdih ali ključ do (prebojnih) inovacij. Zgodovina kaže, da so se na povsem novih tehnologijah razvile številne radikalne in epohalne inovacije. Pred nekaj desetletji ni bilo potrebe po mobilnih telefonih. To je bila tehnologija, ki je omogočala razvoj in s tem vzpostavitev povsem novega trga.

Drugi, mnogo starejši, a še vedno zelo pomemben primer je povezan z Michaelom Faradayem, ki je v 19. stoletju odkril indukcijo. Brez tega si ne moremo predstavljati današnjega življenja: uporablja se za radio, televizijo, stroje, električne avtomobile, mobilne telefone in računalnike. Na vprašanje finančnega ministra o koristnosti odkritja je izumitelj odgovoril: »Ne vem, zakaj je to koristno, toda prepričan sem, da bo vaš naslednik pobiral davke od tega.«

Richard Branson (Raymundo, 2014) je Virgin uspel zgraditi v globalno elektrarno. Zanj so najpomembnejši zaposleni, ne kupci. Zdi se, da je to radikalen pristop, vendar tega pomembnega poslovnega koncepta ni težko razložiti. Zadovoljni in kreativni zaposleni so najpomembnejši za razvoj novih poslovnih modelov in izdelkov. Če imamo take ljudi, bodo lahko odlično opravili svoje delo, prepoznali potrebe trga in pripravili kreativne rešitve. Takšni izdelki bodo posledično ustvarili vrednost za kupca in gospodarske rezultate.

3.3 Pametne poslovne priložnosti

Z zabrisom meja med izdelki in storitvami povezana naprava ali stroj postane nekaj povsem novega. Podobno lahko podjetje, ki proizvaja medsebojno povezane industrijske naprave, postane bistveno drugačno podjetje (Annunziata, 2014).

Naša raziskava kaže, da se večina anketirancev srečuje z izzivi, ko gre za (nove) poslovne modele, ki temeljijo na pametni industriji (Fachhochschule des Mittelstands, 2018).

3.3.1 Gre za ustvarjanje vrednosti

Vrednosti ne določajo tisti, ki določajo ceno.

Vrednost določajo tisti, ki jo bodo plačali.

Simon Sinek

Vrednost kupca je jedro poslovnega modela. Da bi lahko zagotovili pravo vrednost za kupca in razvili ustrezen model prihodkov, je treba odgovoriti na nekaj pomembnih vprašanj: kdo točno je vaša stranka, kakšne so njene želje in delo, ki jih je treba opraviti, kaj se ohrani, da jih doseže (bolje, hitreje, lažje, prijetnejše), kakšne so njene trenutne možnosti in kakšno vrednost (več) želi plačati?

Na splošno kupci dejansko niso zainteresirani za nakup izdelkov ali storitev. Zainteresirani so za rešitve in načine, kako narediti stvari na hitrejši, cenejši, prijetnejši ali priročnejši način v primerjavi z zaznanimi alternativami. Vrednost ni v samem izdelku ali storitvi, temveč v njegovi uporabi. Vrednost ponudbe podjetja je določena z oprijemljivimi in neopredmetenimi koristmi, ki jih vidimo z vidika stranke. V kolikšni meri uspe podjetje stalno ustvarjati vrednost za kupca, določa njegovo konkurenčnost in uspeh. Razlikujemo ekonomsko vrednost (ponudba zagotavlja znižanje stroškov, povečanje prihodkov), funkcionalno vrednost (prihrani čas in trud, enostavno uporabo, razbremeni stranke), čustveno vrednost (ponuja spoštovanje, pozornost, oblikovanje, presenečenje, zabavo), simbolično vrednost (smisel, status) in družbeno vrednost (varnost, zdravje, okolje). Uspešni poslovni modeli običajno združujejo te različne vrednosti.

Zaznana vrednost je določena z/s:

- velikostjo in pomembnostjo problema, potrebami, motnjami ali izzivi; »bolečino« ali »željo«, s katero se stranka srečuje,
- obsegom, v katerem ponudba odpravi težavo ali predstavlja dodatek (»dobiček«),
- številom ponudnikov, ki z vidika stranke ponujajo nekaj podobnega (možnosti),
- razločljivostjo (edinstvenostjo) ponudbe ali njenega ponudnika,
- časom med identificiranimi potrebami in ustreznim tržnim proizvodom (čas do trženja).

Industrija se spreminja in povečuje možnosti za podjetja, da ustvarijo (večjo) vrednost. Združevanje globokih spoznanj strank s pametnimi tehnologijami bo ustvarilo nove poslovne priložnosti, ki lahko pripeljejo do

dragocenih, integriranih novih konceptov izdelkov in storitev ter zanimivih ali celo rušilnih poslovnih modelov.

Za leto 2020 so bile napovedi, da bo eden od petih avtomobilov tako ali drugače povezan. Kaj to pomeni za avtomobilsko industrijo? Ali bodo poleg avtomobilov zagotavljali storitve? Razvijanje popolnoma novih poslovnih modelov, kot so tržni modeli na internetu? In katera podjetja, ki še niso na tem trgu, se bodo pridružila povezanemu avtomobilskemu trgu? Kdo zasluži denar s kakšno dodano vrednostjo? Podjetja s poslovnim modelom, ki temelji na vrednostih strank in na rešitvah za stranke, bodo imela odlične priložnosti za ustvarjanje dobička na katerem koli trgu.

Pametna industrija ponuja proizvodnim podjetjem nove poslovne priložnosti na naslednje načine:

- z ustvarjanjem pametnih (digitaliziranih in prilagojenih) izdelkov;
- z ustvarjanjem vrednosti z (obsežnimi) podatki;
- z razvojem pametnih storitev in celovitih rešitev (storitvizacijo);
- s prispevanjem k socialnim vprašanjem ter uporabo pametnih tehničnih rešitev.

Digitalizacija izdelkov in pametni inženiring omogočata realizacijo specifičnih (modularnih) izdelkov naročnika s hitrostjo in ceno množičnih izdelkov. Ustvarila bosta veliko informacij in podatkov, ki jih lahko uporabimo za izboljšanje obstoječih izdelkov in storitev ter za razvoj novih, prilagojenih ponudb.

Ponudba dodatnih storitev, celovitih rešitev ali celo izdelkov kot storitev bo razbremenila stranke in lahko postala pomemben del prihodkov proizvodnega podjetja. Obogatitev in analiza podatkov lahko zagotovita nove modele prihodkov. Najsodobnejše tehnologije in novi načini za zbiranje in interpretiranje podatkov lahko zagotovijo novo znanje in celo rešitve za »lepljive« družbene in okoljske probleme.

3.3.2 Pametni izdelki

»Pametna industrija digitalizira in integrira procese v celotni organizaciji, od razvoja izdelkov in nabave preko proizvodnje, logistike in storitev. Vsi podatki o prodaji, operativnih procesih, učinkovitosti procesov in managementu kakovosti ter načrtovanju poslovanja so na voljo v realnem času in so podprti s sistemi IKT in programsko opremo (t. i. razširjena resničnost) ter optimizirani v integriranem omrežju. Z vključevanjem novih metod za zbiranje in analizo podatkov lahko podjetja pridobivajo podatke o uporabi

izdelkov in izboljšujejo proizvode, da bi zadostili naraščajočim potrebam končnih uporabnikov.« (PWC, 2016, str. 6)

Kot je pokazala raziskava, ima razvoj novih izdelkov visoko oceno, ko gre za priložnosti za izvajanje pametnih rešitev (Fachhochschule des Mittelstands, 2018). Internetna tehnologija predvsem vpliva na same izdelke. Po dobavi obvestijo dobavitelja obvestijo o tem, kako se uporabljajo, kar je npr. koristno, če želite uporabiti poslovni model plačila na uporabo. Poročajo lahko tudi, ali je potrebno vzdrževanje, in lahko prejema posodobitve programske opreme. Na nek način produkti tako oživijo (van Ede, 2017). Pametni izdelki so uporabniku prijazni, privlačni (človeški dotik) in digitalno povezani. Zasnovani so na minimalnih skupnih življenjskih stroških (energija, materiali, transport). Pametni izdelki imajo vgrajeno inteligenco, tako da lahko komunicirajo z okoljem (uporabniki, pa tudi vsi oddaljeni skrbniki). Bodo specifični za kupca (investicijsko blago) ali celo ultra personalizirani (potrošniški izdelki). Ti izdelki so namenjeni tudi za ponovno uporabo sestavnih delov in prožno proizvodnjo (Smart Industry, 2018) ($n = 1$).

Izdelavo pametnih izdelkov je možno zagotoviti z/s (PWC, 2016):

- dodajanjem digitalnih funkcij v obstoječe izdelke (kot so kamere in senzorji ter komunikacijske naprave, ki omogočajo njihovo povezavo);
- kombiniranjem digitalnih izdelkov in storitev (podatkovnih baz), ki strankam nudijo celovite rešitve;
- uporabo podatkovne analitike za ustvarjanje izdelkov kot storitev in za ustvarjanje spletne platforme za dostop strank do vsebin in storitev, ki temeljijo na datumu;
- vključevanjem zunanjih podatkov in izdelkov ter storitev drugih podjetij v svojo ponudbo in platformo, da bi odjemalce razbremenili; to bo pomenilo sodelovanje z drugimi dobavitelji in/ali integracijo vrednostne verige ter gradnjo ekosistema, osredotočenega na stranke.

Razpoložljivost podatkov in nove proizvodne tehnologije povečujejo znanje in nadzor nad proizvodnim procesom, kar omogoča obsežne izboljšave kakovosti (npr. ničelne napake).

3.3.3 Ustvarjanje vrednosti na podlagi (obsežnih) podatkov

Organizacije prihodnosti so organizacije, ki temeljijo na podatkih, ustvarjajo denar z zbiranjem, združevanjem, analizo in s (ponovno) prodajo po-

datkov. Naša raziskava kaže, da se v tem trenutku podatki večinoma uporabljajo za optimizacijo in učinkovitost (Fachhochschule des Mittelstands, 2018).

Področje podatkov je samostojno področje dela z mnogimi vidiki, kot so infrastruktura, analize, (pametni podatki) aplikacije, podatkovni viri, upravljanje podatkov, oblaki in platforme. Mnoga podjetja analizo podatkov že uporabljajo za analizo in poročanje o procesih, pri čemer se osredotočajo predvsem na uporabo analitike podatkov za nadzor in izboljšanje splošnega poslovnega načrtovanja in proizvodnje. Toda ti pristopi so samo začetek. Obstajajo tudi druge vrste uporabe podatkovnih analiz, ki jih ima na svojem radarskem zaslonu veliko manj podjetij. Med njimi so boljše možnosti za raziskave in razvoj, boljše storitve in vzdrževanje izdelkov podjetij v lasti strank ter boljše sodelovanje in odločanje s strankami in partnerskimi podjetji. To odpira možnosti za nove storitve in načine dela. Za uspeh bodo podjetja morala uporabiti podatke na predvidljive in v prihodnost usmerjene načine, ki bodo omogočali smiselnost razvoja trga in vedenja strank, da bi izboljšala obstoječe izdelke in razvila nove izdelke ter storitve (PWC, 2016).

Namen zbiranja in analiziranja podatkov je lahko (Yaqin, 2016):

- opisen oz. deskriptiven: ugotoviti, kaj se je zgodilo v preteklosti,
- diagnostičen: razumeti, zakaj se je nekaj zgodilo,
- napovedovalen oz. prediktiven: ugotovite, kaj se lahko zgodi,
- predpisovalen oz. preskriptiven: določiti, kako bi lahko uresničili želeni rezultat.

Podatki o uporabi izdelkov/strojev se pridobivajo z namenom izboljšanja raziskav in razvoja, kakovosti in delovanja, ustvarjanja prilagojenih ponudb, ki temeljijo na profiliranju uporabnikov in ustvarjanju novih izdelkov ter storitev.

Veliko podjetij se pri začetku zbiranja podatkov sooča z dilemo: naj začnejo z idejo o zbiranju čim večjega števila podatkov, kasnejši analizi in združevanju ter »upanju«, da so zbrala prave podatke za destilacijo trendov in napovedi? Ali pa bi morali začeti s tem, kar morajo strateško poznati in uporabiti v 3–5 letih, da se odločijo, katere bistvene in posebne podatke bi morala zbrati in analizirati v prihodnjem obdobju? Oblikovanje enega specifičnega vprašanja naenkrat, izdelava popisa vaših notranjih in zunanjih podatkovnih virov, izdelava seznama spremenljivk in parametrov, ki se nanašajo na vaše vprašanje, in navajanje potrebnih podatkovnih nizov

so lahko dober prvi korak. Naslednja faza bi bila »čiščenje« ali filtriranje vaših podatkov, preden bi jih analizirali, združili, potrdili in prevedli v znanje, ki ga je mogoče pretvoriti v (nove) dragocene specifikacije, tehnološke funkcije, izdelke in storitve.

Spremljanje proizvodov in procesov ter daljinsko krmiljenje omogočata optimizacijo izdelkov in procesov v realnem času.

3.3.4 Pametne storitve (storitvizacija)

Storitvizacija se začne s postavitvijo vaše stranke v center. Poskusite pogledati onkraj vašega izdelka in skrbno razmisliti, katere dodatne storitve so potrebne, da strankam ponudite optimalno nakupno pot. Naslednji korak je, da povežete svoje izdelke in uporabite pridobljene podatke za nadaljnje izboljšanje uporabniške izkušnje.

Peters (2017)

V večjih industrijskih podjetjih in multinacionalkah se povečuje inovativnost storitev. Svojo ponudbo širijo z zagotavljanjem (rušilnih) digitalnih rešitev, kot so podatkovno usmerjene storitve in rešitve za integrirane platforme (PWC, 2016). Predelovalna podjetja se spreminjajo v ponudnike storitev ali celo v ponudnike celostnih rešitev (proizvodnja kot storitev), ki storitvene oddelke spreminjajo v profitne centre namesto v stroškovna mesta. Ne glede na njihov trenutni portfelj izdelkov lahko večja zavest proizvodnih MSP pri obravnavi storitev pomeni večjo prodajo, boljši donos naložb in boljšo vez s strankami.

Inovacije storitev zahtevajo vpogled v stranke in soustvarjanje v veliko večji meri kot inovacije izdelkov.

Definiranje vrednosti ponudbe na drug način – npr. zagotavljanje produktivnosti namesto prodaje proizvodnih sistemov – odpira nove načine zagotavljanja vrednosti. Podjetje mora pripraviti optimalne kombinacije izdelkov in storitev ali popolnoma novih storitev v skladu s svojimi osnovnimi lastnostmi, ambicijami in vizijo.

Za inovacijo storitev so potrebna nova organizacijska načela, nove strukture in procesi, ki se od področja inovacij izdelkov razlikujejo zlasti v smislu družbenega razvoja (organizacija in kultura podjetja) in razvoja podjetij. Inovacije storitev ponujajo veliko možnosti za inovacije, vendar pogosto pomenijo spremembo strategije in organizacije podjetja, zlasti v primeru organizacije, ki je usmerjena k proizvodom. Storitvizacija je proces, s katerim storitve igrajo vedno pomembnejšo vlogo v poslovnih modelih proizvodno usmerjenih podjetij. Postati dobavitelj storitev bo vplivalo na

Slika 3.1

Tipologija storitvenih strategij (prirejeno po Matthyssens in Vandenbempt, 2010, str. 698)



strateški položaj podjetja in odnose s strankami. Proizvajalec v svoji najosnovnejši obliki izvaja samo osnovne storitve montaže in vzdrževanja, ki izhajajo iz garancijskih obveznosti (poprodajne storitve). Naslednji koraki so prehod na proaktivnejše storitve, preusmeritev z osredotočenosti na izdelek na osredotočenost na uporabo izdelka in zagotavljanje vseh vrst poslovnih storitev, ki ga dopolnjujejo. V primeru vzdrževanja lahko podjetje začne s kartiranjem, kje so nameščeni stroji in naprave, in od tam nadaljuje do situacije, kjer lahko proaktivno ponudi storitev. Poleg vzdrževanja lahko podjetje ponudi tudi storitve lizinga (vključno s financiranjem strojne opreme). Z uporabo tehnologije interneta stvari (IoT) in tehnologije 5G in blockchain so omogočene storitve, kot je pogojno vzdrževanje s pomočjo daljinskega nadzora naprav.

V najdaljnosežnejši vlogi podjetje strankam ne preskrbuje izdelkov, ampak jim ponuja vrednost (npr. zagotovljeno produktivnost/povečanje produktivnosti) s pomočjo podatkovnih storitev, vključno s prediktivnim vzdrževanjem, da razbremeni vse svoje stranke kot partner vrednot. Spletno platformo za dostop strank do vsebin in storitev, ki temeljijo na datumu, je mogoče doseči s partnerstvi ali z usklajevanjem z obstoječimi platformami. Razvoj (digitalnih) platformnih rešitev, ki združujejo več aplikacij in komponent, lahko okrepi to vlogo in položaj.

Opisana platforma za dostop do strank je pomemben vmesnik med podjetjem in njegovimi strankami. Ta uporabniški vmesnik je interaktivna povezava med človekom in strojem. Namen uporabniškega vmesnika je proaktivno pomagati stranki, npr. vizualno ali na daljavo. Natanko na tem mestu lahko proizvodno podjetje doda veliko vrednost za kupca, npr. s tem, da obvesti stranko o napaki na njeni napravi, še preden to stranka zazna

sama (Geertsma, 2014). Zaradi vedno hitrejšega razvoja tehnologij in podatkovnih omrežij je mogoče razviti pametnejše uporabniško usmerjene vmesnike, npr. aplikacije za digitalne pomočnike.

Storitvena strategija in management storitev

Dodajanje pametnih storitev opredmetenemu blagu, strojem ali izdelkom daje proizvodnim MSP priložnost dodajanja vrednosti strankam in razvijanja novih modelov poslovanja in prihodkov.

Skupna dodana vrednost = dodana vrednost izdelka
+ dodana vrednost storitev + kombinacija dodane vrednosti
stroja in storitev (van Looy idr., 2003).

Potrebna je strategija za storitve in rast, da se podejtuje odloči, kakšno vrednost storitev naj razvije. Smiselna strategija storitev mora odgovoriti na vprašanja, kot so:

1. Kakšne so potrebe in pričakovanja naših strank?
2. Kako določimo vrednost za stranko? (Npr. po prodaji resnično pomembnemu partnerju.)
3. Kaj potrebujemo za doseg tega cilja? Kaj je potrebno spremeniti v našem podjetju? Kako bomo svojo kulturo iz produktno usmerjene spremenili v storitveno usmerjeno?
4. Kakšne vrste storitev lahko izvajamo (t. i. svetovanje, usposabljanje, vzdrževanje, itd.)?
5. V zvezi z vzdrževanjem:
 - Kakšna je tehnična življenjska doba naših (strojnih) delov in sredstev?
 - Kakšne strategije vzdrževanja so koristne ter specifično koristne za naše stranke?
 - Priljubljenost modelov TCO (skupni strošek lastništva) se povečuje. Toda kaj pomeni TCO za naše poslovne procese, financiranje in zagotavljanje storitev?

Kakšen bo naš model prihodkov od storitev?

Različni tipi vzdrževalnih konceptov se lahko razlikujejo po:

- RCM (angl. *Reliability Centered Maintenance*) – VPZ (vzdrževanje s poudarkom na zanesljivosti), temelji na zanesljivosti;

- TBM (angl. *Time Based Maintenance*) – VPČ (vzdrževanje na podlagi časa), temelji na časovnih intervalih;
- TPM (angl. *Total Productive Maintenance*) – CPV (celovito produktivno vzdrževanje), optimiziranje strojne razpoložljivosti;
- CBM (angl. *Condition Based Maintenance*) – PV (preventivno oz. pogojno vzdrževanje), vzdrževanje glede na ohranjenost strojev;
- *Run-to-Failure* – »pot do neuspeha«;
- kombinacija vseh.

Trenutno lahko opazimo prehod s časovnega (periodično oz. preventivno vzdrževanje) na napovedno oz. prediktivno vzdrževanje (napovedno vzdrževanje je vzdrževanje takoj, ko stroj pokaže znake, da je to potrebno).

Storitve je mogoče strankam dostavljati na različnih ravneh, v različnih oblikah in skozi različne odnose s strankami. Trg storitev je lahko razvrščen od splošnega do zelo specifičnega: od splošnih delov storitev in procesa/lahke storitve do popolnih storitev za stranke (slika 5.2). Vsaka storitev zahteva specifično organizacijo in specifične kompetence.

ICT v dobri politiki managementa, z uporabo specifične programske opreme in sistema, ne smemo spregledati. Npr., PDAS (personal digital assistant – osebni digitalni pomočnik) se za registracijo potrdila lahko poveže s sistemom, hrani interaktivno poročanje, finančni management in pogodbe.

Posodabljanje informacij na nameščenih strojih, vključno z dostavljenimi vzdrževalnimi deli, še vedno ni dobro prilagojeno nekaterim proizvajalcem strojev. Mnogim MSP upravljanje z dokumenti povzroča glavobol. Dobavljeni tovarniški deli se velikokrat ne skladajo z originalnimi risbami. Za odpoklic je pomembno vedeti, kateri strateški deli so šli v kateri stroj (sledenje delov). Poleg tega posodobitve programske opreme niso dobro registrirane, kar povzroča napake in celo zaustavitve strojev.

Razvoj strategije in managementa rezervnih delov lahko vodi do ustreznega poslovnega dobička. A-deli (splošni izdelki, se lahko kupijo povsod), B-deli (bolj specializirani izdelki) in C-deli (lahko naročite zgolj pri proizvajalcu stroja). Prav tako lahko zagotovi trajen odnos s strankami in visok model prihodkov od marže zaradi zaklenjenega sistema dostave C-delov. S povezljivostjo izdelamo pametne stroje in rezervne dele ter tako opravimo napovedno vzdrževanje. V prihodnjih letih bodo pametni, povezani stroji sami in pravočasno naročili svoje rezervne dele.

Znotraj številnih MSP (malih in srednjih podjetjih), ki proizvajajo stroje,

je vedno na zalogi drag del stroja, ki je bil izdelan že dolgo nazaj. Seznam zastarelih delov s spremljajočo strategijo postopnega opuščanja je lahko priložnost za prodajo novih strojev.

3.3.5 Pripevanje k socialnim in okoljskim težavam s pametnimi tehničnimi ukrepi/rešitvami

Kot smo videli v prejšnjih poglavjih, pametna industrija odpira nove poti za učinkovitejšo uporabo virov, kot je zmanjšanje potreb po surovih materialih (npr. aditivna proizvodnja) in porabi energije (daljinsko vzdrževanje).

Pametna industrija proizvodnim podjetjem poslovne priložnosti ponuja tudi v zvezi s socialno in z okoljsko problematiko. npr. z izboljšanjem ali zagotavljanjem novih (tehničnih) rešitev za obnovljivo energijo, cenovno dostopne medicinske pripomočke in zanesljivo mobilnost. V okviru pametne industrije IKT, mehatronika, robotika in proizvodnja omogočajo tehnologije za reševanje večjih izzivov, s katerimi se srečuje naša družba. Nove tehnologije robotov, natančni sistemi gibanja in energetske učinkovite tehnike vožnje lahko konstruktivno pomagajo reševati probleme, s katerimi se soočamo pri podnebnih spremembah (opazovanje okolja in tudi učinkovitejša proizvodnja), v energetiki (učinkovita konstrukcija strojev), zdravstvu (nova diagnostična ali robotska intervencija), pri mobilnosti (koordinirana inteligentna logistika) in varnosti (spremljanje in inteligentno preprečevanje ali kontrola). Pametna industrija povrh tega zagotavlja še, da se te izdelke in storitve lahko učinkovito in lokalno dostavi, kar omogoča integracijo inovacije in realizacije.

Prihajajoči modeli prihodkov, povezani s storitvazicijo, kot so »izdelki kot storitve«, v katerih prodani izdelek ostaja v lasti proizvajalca, bodo zahtevali in prispevali k naprednemu in integriranemu managementu življenjskega cikla izdelka, vključno s ponovno uporabo, obnovo in reciklažo.

3.3.6 Pametni modeli prihodkov

Model prihodkov prikazuje, kako se vrednost, ki jo ustvari podjetje, pretvori v enega ali več tokov prihodkov. Model prihodkov ni vrhunski poslovni model, je njegov sestavni del. Opisuje, kdo bo plačal za katero vrednost in kako se zaračuna strankam in seveda stroške, ki so nastali zaradi razvoja in doseganja te vrednosti. Model prihodkov določa ceno izdelkov in storitev. Podjetje lahko podpira en model prihodkov (npr. cena na izdelek), lahko pa sprejme tudi več modelov (npr. fiksne cene za stroje in urne postavke za vzdrževanje).

Dobavitelj programske opreme lahko izda račun na podlagi paketa programske opreme, transakcije kupca ali ponudi opremo poceni oz. zastonj, če računa nadgradnje ali storitve, kot so predlogi ali učenje. Tako isti izdelek kupcu ponuja različne možnosti.

K inovaciji modela prihodkov lahko pristopimo na štiri različne načine:

1. Ponuditi več, različne ali nove vrednosti in ustrezno izboljšati model prihodkov; npr. plačilo naročnine za preventivna vzdrževanja strojev.
2. Model prihodkov kot razlog za stranke, da kupijo in ostanejo:
 - Odpraviti finančne meje z izogibanjem visokim investicijam za stranke, npr. s ponudbo najemnih konstrukcij ali ponudbo nizkih oz. nižjih cen izdelkov v kombinaciji s storitveno pogodbo. Druga možnost je spremeniti fiksne stroške v variabilne, npr. proizvajalec strojev lahko računa najem na uro, predplačilo ali plačilo po izdelavi izdelka na njegovem stroju. Premik »od lastništva do dostopa« bo finančno tveganje s strank prenesel na dobavitelje. Slabost MSP je, da nimajo kapitala, da bi ponudili takšne modele prihodkov.
 - Ponudba naročnine (vzdrževalna pogodba, finančne storitve, svetovanje, strojne storitve, podatkovne storitve, servisna podpora (spletna pomoč), dostava posebnih nadomestnih delov in zaloge itd.). Na tak način lahko podjetje zavezuje stranke. Takšni modeli prihodkov strankam ponujajo jasnost in gotovost dostave ter tako zagotovijo dobaviteljem redne prihodke v času trajanja dogovora.
 - Raznovrstne in modularne ponudbe; različne cene za različne tipe storitev ali osnovni paket, za katere lahko stranka doda izdelke ali storitve. Stranke imajo možnost izbirati nekaj, kar ustreza njihovim potrebam in finančnemu stanju.
3. Izpostaviti vrednost dobrin in storitev, ki so sedaj na voljo brezplačno, in v zameno zahtevati vrednost (v kakršnikoli obliki). To so lahko inženirske ure za ponudbe, poprodajne storitve ali podatki, ki so na voljo strankam.
4. Bolje uporabiti in ceniti vire podjetja, vključno s podatki; npr., vaša stranka bi se lahko zelo zanimala za podatke, ki jih ustvarjate za spremljanje stanja vaših izdelkov ali nameščenih strojev.

Drugačen način zaračunavanja strankam pogosto pomeni, da se obravnavajo nove ciljne skupine ali da se ponudba podjetij spreminja. Nasprotno pa lahko nova ponudba ali nova ciljna skupina pomeni razlog in priložnosti

za nov model prihodkov. Ustrezni modeli prihodkov proizvodnih podjetij so tako:

- tradicionalni model prodaje in urni računi za (dodane) storitve (menjalni modeli);
- izposoja, licenciranje, gostovanje (uporabni modeli);
- modeli prihodkov, ki temeljijo na merjeni porabi (dobavljajo modele);
- stranke plačajo za uporabo ali porabo izdelkov ali storitev (plačilo na uporabo); pogosto je osnovna cena ponujena z doplačilom za uporabo, v obliki naročnine; predplačilo, plačilo ob odhodu ali plačilo pri uporabi so oblike, v katerih plačate vnaprej za kredit; ta bo bremenjen, ko bo storitev dejansko uporabljena;
- stranke plačajo za dejansko dostavljeno vrednost (izvedbeni modeli), npr. pogodbe o delovanju strojev;
- »odpadki« kot blago, npr. oblikovno pohištvo iz predelanega lesa (ponovna uporaba ali krožni modeli);
- zagotavljanje brezplačnih ali poceni izdelkov in storitev, medtem ko kupci plačajo za (rezervne) dele, storitve ali nadgradnje; kot relativno poceni tiskalniki z dragimi kartušami za črnilo ali plačilo dodatne storitve Skypa in Spotifyja (začetni ali premium modeli).

Pametni modeli prihodkov kombinirajo obstoječa načela in modele z novimi tehničnimi možnostmi. Z definiranjem izdelkov na drug način lahko podjetje doda ali ustvari (nove) storitve. Pomislite na leasing, zavarovalne ali logistične storitve. Zaradi povezljivosti izdelkov in strojev ter podatkov, ki jih priskrbijo, se bodo v industriji modeli prihodkov, kot so dinamično določanje cen, plačilo na uporabo, plačilo za neprekinjeno delovanje ali plačilo na odobren izdelek/del, vedno pogosteje uporabljali. Način, na katerega bo podjetje izpolnilo svojo vrednostno ponudbo izdelkov, storitev in aplikacij (npr. plačilo za uporabo namesto nakup svetilk), je prepuščen ustvarjalnosti podjetja samega.

3.4 Pametno inoviranje izdelkov, procesov in storitev

Borut Likar

3.4.1 Omejen čas, neomejene možnosti

Prihodnje preizkušene tržne strategije in trdno preizkušeni portfelji izdelkov so ustvarjeni z mešanjem dveh glavnih med seboj povezanih sil: spodbujanja novih tehnologij (technology push) in tržnega vleka (market pull).

Stalno ciljno usmerjene raziskave strank, razvoj in inovacije, ki temeljijo na naj sodobnejših tehnologijah, so vodilo za učinkovit management z izdelki. S stalno spreminjajočimi se potrebami kupcev in skoraj neskončnimi tehničnimi možnostmi za izpolnjevanje njihovih potreb bodo management izdelkov ter raziskave in razvoj vse bolj in bolj dobili značilnosti managementa inovacij.

3.4.2 Management inovacij v pametni industriji

Inovacije so bistvene za evropsko konkurenčnost v globalnem gospodarstvu. EU izvaja politike in programe, ki podpirajo razvoj inovacij za povečanje naložb v raziskave in razvoj ter boljše (pre)oblikovanje raziskav v namen izboljšav blaga, storitev ali postopkov za trg. Kot je poudarila industrijska politika EU, je industrija ključnega pomena za konkurenčnost EU in inovativnost je pri tem ključni faktor, še posebej za industrijo 4.0.

3.4.3 Razvoj portfelja pametnih inovacij

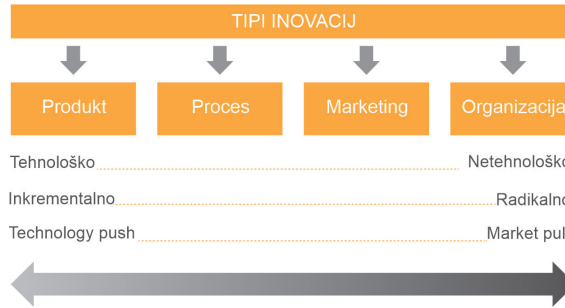
Najprej je potrebno poudariti, da so podjetja, ki inovirajo in obravnavajo različne vrste inovacij, močnejša in lažje preživljajo ekonomske recesije. Zato je pomembno, da se ne omejujemo zgolj na razvoj novih izdelkov. Inovacijske dejavnosti prinašajo najvišjo vrednost, če so uravnotežene in obravnavajo različne vrste inovacij:

- *Izdelek* – kot rezultat ima nove izdelke ali storitve ali izboljšave starih izdelkov ali storitev.
- *Proces* – kot rezultat ima izboljšane procese v organizaciji – npr. ponovna izdelava poslovnih procesov.
- *Tržne inovacije* – vključno s funkcijami promocije izdelkov, oblikovanja cen in distribucije.
- *Organizacija* – izboljšuje način managementa organizacije.
- *Procesiranje inovacij* – izboljšanje vseh procesov, tudi raziskave in razvoj ter proizvodni procesi v pametni industriji.

Dodatna tipologija inovacij:

- *Tehnološke in netehnološke inovacije*. Tehnološke inovacije so za pametno industrijo pomembne, npr. tehnološki preboji, ki temeljijo na vmesniku za programiranje API-aplikacij. Hkrati so netehnološke inovacije povezane z uspešnostjo podjetja in tudi s trgom.
- *Postopne in radikalne inovacije*. Čeprav inkrementalne inovacije pogosto predstavljajo manjše izboljšave, povezane z manjšimi finančnimi

Slika 3.2
Tipologija inovacij
(prirejeno po Likar
in Fatur, 2007)



rezultati, jih lahko veliko pričakujemo v podjetjih. Po drugi strani lahko radikalne inovacije prinesejo velike finančne rezultate, vendar so redke in pogosto tvegane – npr. izumitelj turbo reaktivnega motorja/letala je bil De Havilland (Comet), vendar je bil končni zmagovalec Boeing, ki je bil pravzaprav sledilec inovacije.

- *Koncept spodbujanja novih inovacij (angl. technology push) in tržnega vleka (angl. market pull)*. Nekatere inovacije so strogo tehnološko usmerjene (npr. električna letala, kjer so ozka grla visoko zmogljive baterije), druge sledijo konceptu tržnega vleka (npr. razvoj digitalne kamere in programske opreme za urejanje fotografij).

Izkazuje se tudi, da so podjetja, ki inovirajo in se ukvarjajo z različnimi vrstami inovacij (slika 3.2), trdnejša.

Obstajajo še druge vrste, ki v zadnjih letih postajajo vse pomembnejše:

- *Ekoinovacije*. To so proizvodnja, asimilacija ali izkoriščanje izdelka, proizvodnega procesa, storitve oz. managementa ali poslovne metode, ki so novi za organizacijo (razvoja ali sprejemanja), ki kot rezultat v celotnem življenjskem ciklu povzročijo zmanjšanje okoljskega tveganja, onesnaženja in drugih negativnih vplivov uporabe virov (vključno z rabo energije) v primerjavi z ustreznimi alternativami.
- *Socialne inovacije*. To so nove strategije, koncepti, ideje in organizacije, ki so namenjeni zadovoljevanju socialnih potreb, ki izhajajo iz delovnih pogojev, izobraževanja, razvoja skupnosti in zdravja. Te ideje so ustvarjene s ciljem razširitve in krepitve civilne družbe.

Za pametno podjetje je pomembno upoštevati vse vrste inovacij, saj lahko vsaka od njih prinese koristi. Seveda pa se je potrebno osredotočiti na tiste, ki so povezane z osnovno dejavnostjo pametnega podjetja.

3.4.4 *Management inovacij*

Po besedah managerskega guruja Petra Druckerja vsaka organizacija potrebuje eno ključno kompetenco: inovativnost. To je proces, s katerim podjetja izboljšujejo svojo konkurenčnost in dobiček. Inovacije pripomorejo k razvoju novih izdelkov in storitev, novih funkcij obstoječih izdelkov storitev ter novih načinov za njihovo proizvodnjo ali prodajo ali k drugačnemu pristopu do kateregakoli drugega procesa v podjetju. Popolnoma nove načine poslovanja pogosto imenujemo novi poslovni modeli, ki prinašajo najvišjo dodano vrednost. Rečemo lahko, da inovativnost ni le proces, ampak način življenja.

Za vzpostavitev ali izboljšanje inovacij v organizaciji ne obstaja nek točno določen postopek. Obstaja pa veliko elementov in konceptov, ki lahko podjetjem pomagajo doseči inovativno učinkovitost. Management inovacij se prične z opredelitvijo strategije in s postavitvijo inovacijskih ciljev. Inovacijska strategija je strategija učinkovitih odgovorov na konkurenco. Razvoj uspešnih inovacijskih strategij je pogosto težaven, kar pojasnjuje, zakaj se mnoga podjetja odločijo, da tega ne bodo storila, čeprav so koristi inovacij več kot očitne.

Obseg inovacij

Najpogostejši inovacijski cilji so naslednji (Likar in Fatur, 2007):

- povečati dodano vrednost za stranke,
- zmanjšati stroške izdelka/storitve,
- povečati hitrost inovacij,
- izboljšati kakovost izdelkov/storitev,
- povečati razvojno efektivnost,
- povečati stopnjo seznanjenja z izdelki/storitvami,
- skrajšati čas trženja,
- razviti nove kategorije izdelkov/storitev,
- ustvariti nove poslovne modele,
- izboljšati delovne pogoje za zaposlene.

Gradnja inovacijske kulture

Če želi podjetje doseči omenjene in podobne cilje, je gradnja inovativne kulture bistvena in zajema:

- vodstvo vizionarskih, entuziastičnih zagovornikov sprememb;

- odlično managersko podporo in spodbujanje ustvarjalnosti, tako finančne kot psihološke;
- učinkovit komunikacijski sistem; vodje delijo vizijo s svojim osebjem in mu omogočajo, da optimizira svoj potencial pri doseganju poslovnih ciljev;
- prilagodljivost novim načinom razmišljanja in novim vzorcem vedenja; ustvarjalna organizacija se z lahkoto prilagaja spremembam in proaktivno išče nove priložnosti;
- osredotočenost na stranke;
- ustvarjalna kultura je zunanje usmerjena, išče ideje med kupci, konkurenti, akademiki, dobavitelji in celo industrijo z drugačno osredotočenostjo.

Kultura inovativnosti se lahko razvije preko:

- izbire inovativnih zaposlenih,
- usposabljanja za ustvarjalnost in inovativnost,
- razvoja učne kulture,
- krepitve zaposlenih,
- nastavitve shem za zajem idej,
- razvoja menedžerjev za podporo inovacij drugih,
- ustvarjalnosti, zahtevane za delovno mesto,
- izboljšanja udeležbe zaposlenih pri odločanju,
- primernih sistemov nagrajevanja za inovacije,
- omogočanja prevzema tveganja kot sprejemljivega načina dela,
- spodbujanja naložb v raziskave in razvoj,
- primerjalne analize (aktivnega izvajanja sistematičnih pristopov za iskanje in ocenjevanje dobre prakse drugje pri poskusih izboljšanja lastne uspešnosti).

Nekateri drugi pomembni ukrepi, ki vplivajo na organizacijsko okolje:

- *Odgovornost za inovacije, ki se nanašajo na celotno osebje*: medtem ko bodo nekatere vloge neposredne vključene v inovacije (npr. raziskave in razvoj, razvoj izdelkov), bi morale celotno osebje imeti pooblastilo za inovativno delovanje v okviru svojih vlog.
- *Sistem človeških virov*, ki se razvija in spodbuja zaposlene k inovativnosti. Za to je potrebna predanost usposabljanju, izobraževanju, mentorstvu in nagrajevanju osebja za inovativno vedenje. Osebje prav tako potrebuje čas in sredstva, da se ustavi in razmisli o novih

idejah, do katerih ne bo prišlo, če bodo 100 % svojega časa namenili vsakodnevni rutini. Za pametno industrijo je še posebej pomembno stalno usposabljanje, osredotočeno na nove tehnologije in hitro razvijajoče se sektorje.

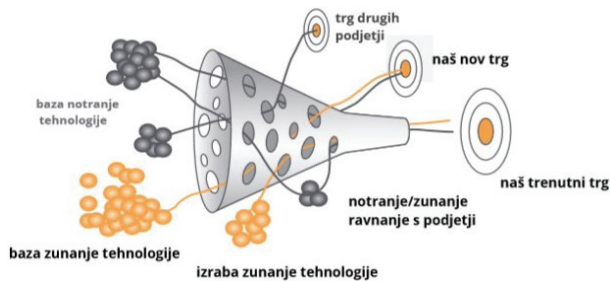
- *Sistem merjenja uspešnosti*, ki meri inovativni impulz podjetja. Preprosti ukrepi, ki se pogosto uporabljajo, vključujejo izdatke za inovacije (pogosto označene kot izdatki za raziskave in razvoj), odstotek novih izdelkov (število novih/spremenjenih proizvodov, ki so to obdobje predstavljali kot delež skupnih števil izdelkov) in število patentov.
- *Povezave s funkcijo trženja*: fazumevanje strank, njihovih potreb in konkurence je ključnega pomena za usmerjanje sredstev v inovacijske sisteme. Najbolj uspešni inovatorji bolje razumejo potrebe stranke kot stranke same. Pogosto znajo prepoznati in rešiti težave, še preden kupec spozna, da morda obstaja problem.
- *Pridobivanje znanja in management procesov*, ki v organizacijo nenehno prinašajo nove ideje, informacije, koncepte in znanje. To lahko zajema od preprostih stvari, kot so sprejemanje trgovskih, znanstvenih, inženirskih in strokovnih revij, udeležba na konferencah in sodelovanje v forumih za povezovanje v industrijo, vse do obsežnih raziskovalnih zmogljivosti. Kjer znanje ni na voljo, imajo politehniko, univerze in raziskovalni inštituti zmožnosti, da ga razvijejo za vas.
- *Sistemi varstva intelektualne lastnine*, ki določajo, ščitijo, vrednotijo, upravljajo in pregledujejo intelektualno lastnino organizacije (IL). Ta intelektualna lastnina je novo znanje, ki izhaja iz inovacijskega procesa, npr. to je lahko edinstveno razumevanje proizvodnega procesa, ki omogoča večjo učinkovitost ali zasnovo novega izdelka. Nekatere organizacije imajo težave pri prepoznavanju svoje intelektualne lastnine. Eden od načinov za to je odgovoriti na vprašanje: kaj vemo mi, kar naši konkurenti ne, in kaj ne želimo, da izvedo? Ko je to znanje enkrat identificirano, ga je treba zaščititi ali pa bodo tekmovalci izvedeli! Zaščita vašega IP-ja se lahko giblje od preprostega ohranjanja zaupnosti, ne samo fizično, ampak tudi elektronsko, skozi formalnejša sredstva, kot so zaščita blagovnih znamk, patentov in sort rastlin. To je še posebej pomembno za pametne tehnologije. In nenazadnje je eden najpomembnejših instrumentov hitrost. Odgovorite na potrebe trga, razvijete novost, ga prodate in ko ga konkurenti uspejo kopirati, imate novo. To je tudi koncept Akrapoviča, slovenskega proizvajalca izpušnih sistemov, enega najboljših na svetu.

Slika 3.3

Casy Stoner z izpušnim sistemom Akrapovič, ki je stalno inoviran; nekateri elementi so patentirani, drugi pa zaščiteni po hitrem konceptu »time to market« (po Google Free Pictures)

**Slika 3.4**

Koncept odprte inovativnosti (prirejeno po Lubiewa-Wielezyski, 2012)

**Odprto inoviranje**

Odprte inovacije so koncept, kjer so meje med samim podjetjem in okoljem postale prepustnejše; inovacije se lahko brez težav prenašajo znotraj in zunaj med podjetji ter drugimi podjetji in med podjetji ter ustvarjalnimi potrošniki, akademskimi ustanovami in raziskovalci, kar povzroča učinke na ravni potrošnika, podjetja, industrije in družbe (»Open Innovation«, b. l.). Hkrati podjetjem omogoča, da iščejo nove poti komercializacije svojih idej in znanja s prodajo pravic intelektualne lastnine, spin-offov in drugih oblik. Združenje podobnih organizacij in njihovih podpornih industrij je dokazano orodje za zagotavljanje kolektivne rasti z delitvijo tistih delov inovacij in poslovnih procesov, kjer njihovi interesi sovpadajo. Tak primer je Evropska mreža avtomobilskih grozdov (EACN) – pobuda, ki združuje devet najpomembnejših pobud grozdov v avtomobilskem sektorju iz sedmih evropskih držav

Fleksibilna, organska struktura spodbuja timsko delo in deluje tudi kot stimulant za ljudi, da postanejo ustvarjalnejši. Elastična definicija poslovanja pomaga preprečevati protekcionistične nagone in organizacija se tako izogiba podzavestni obrambi pred potrebnimi spremembami. Vodstvo or-

ganizacije mora biti usmerjeno, da precej časa porabi za iskanje priložnosti zunaj meja posla, ki ga upravljajo.

Motivacija zaposlenih: motiviranje zaposlenega pomeni, da mora občutiti svoj osebni uspeh na delovnem mestu, čutiti, da pozitivno prispeva k cilju podjetja, da čuti odgovornost, ki ustreza zmožnostim, prejme priznanje za svoje delo, čuti, da pridobi nove izkušnje in razvija svoje sposobnosti.

Sodelovalni stil vodenja: upravljavci se osredotočajo tako na nalogo kot na podrejene in jim omogočajo sodelovanje pri načrtovanju in odločanju.

Fleksibilne organizacijske meje: ni nujno, da ustvarjamo vse inovacije znotraj podjetja. Partnerstva so lahko koristna strategija za spodbujanje inovacij. Poleg razvoja je prevzem lahko tudi učinkovita inovacijska strategija.

Management tveganja: strategija ne sme biti monolitna; biti mora dovolj raznolika, da omogoča organizacijsko prilagodljivost in fleksibilnost. Ne pozabite, da se večina inovacijskih idej ne bo uveljavljala, zato ne razmišljajte veliko v smislu financiranja posamezne inovativne ideje. Strategija bi morala biti usmerjena v financiranje številnih idej. Eksperimentiranje z nizkim tveganjem je ključnega pomena – vlagati v številna podjetja, vendar začeti z nizkim številom. Čeprav večina novih podjetij ne bo uspešna, je mogoče od vsakega pridobiti pomembne izkušnje. Tveganje projekta je potrebno razlikovati od tveganja portfelja – tveganje vsakega novega projekta bo visoko, vendar če je dovolj inovacijskih projektov, bo tveganje portfelja obvladljivo.

Transformacijska organizacijska strategija: tipično strateško načrtovanje je pogosto nasprotno spodbujanju radikalno inovativnih poslovnih modelov in strategij. Inovacije se ne morejo držati načrtovanega strateškega časovnega načrta. Tudi strategije ne smejo biti omejene na enako vrsto nosilcev odločanja na najvišji ravni. Inovativna strategija ne izhaja vedno od vrha, vendar prepogosto ni nobene besede o prispevku, ki bi se strateško pojavil v merilih uspešnosti za vse, ki so pod ravno višjega vodstvenega delavca.

Drugi dejavniki: sistematično zbiranje vseh impulzov, ki bi lahko vodili k inovacijam, dobro timsko delo, stalno izobraževanje zaposlenih, sposobnost financiranja inovacijskih dejavnosti (Likar in Fatur, 2007).

3.4.5 Razvoj inovativnega izdelka ali storitve

V zvezi z inovativnim procesom je mogoče opredeliti ključne faze, kot pot za doseg napredka pri inovacijah. Vendar je treba upoštevati, da je inovacija večstranski in nelinearen pojav, ki je opredeljen kot rezultat širokega nabora povezav, interakcij, ciklov in povratnih informacij (Likar idr., 2013).

Ob upoštevanju teh dejavnikov lahko zapišemo glavne faze:

1. identifikacija problema/priložnosti,
2. ponovna opredelitev problema,
3. idealizacija,
4. prototipiranje,
5. testiranje in izbira idej.

Koncepti prepoznavanja problemov/priložnosti

Iskanje novih priložnosti lahko vključuje:

- periodični pregled zunanjih in notranjih priložnosti organizacije,
- vzpostavitev ustreznih komunikacijskih kanalov (da bi »slišali« priložnosti),
- razvitje metodologije za ugotavljanje trendov in vpogledov (npr. trend v kripto valutah),
- dojetanje tržnih priložnosti (npr. križarjenje ladij),
- odkrivanje šibkosti konkurence (npr. dolg odzivni čas za dostavo pic),
- odkrivanje tehnoloških priložnosti (npr. tehnologija blockchain),
- znanje iz akademskih ustanov (povezano s spin-offi, npr. koncepti čiščenja plazme),
- gradnjo lastnih hobijev (npr. Pipistrel – slovenski proizvajalec ultra lahkih letal),
- zakonodajne zahteve (npr. okoljski standardi za avtomobilске motorje).

Orodja za razumevanje problema

Poleg omenjenih konceptov so na voljo tudi konkretna orodja, npr.:

- *Diagram Ishikawa* (diagram ribje kosti), ki se običajno izvaja v okviru skupine, ki razmišlja o možnih vzrokih problema, ta pa se razčleni na več nivojev in podvzrokov. S tem postopoma identificiramo osnovne ali temeljne vzroke problema. Pričakujemo lahko tudi ideje za rešitve.
- *QaDIM* (hitra in umazana metoda) je v prvi vrsti namenjena identifikaciji priložnosti za inkrementalne inovacije na že obstoječem produktu, v procesu odkrivanja težav in priložnosti pa se lahko pojavi tudi ideja za prebojno inovacijo.
- *Analiza SWOT* – problem ali izziv se obravnava z vidika njegovih prednosti, slabosti, priložnosti in groženj.

Zato je bistveno razumeti potrebe trga ali konkretnega kupca. Empatija jim pomaga bolje razumeti in pravilno opredeliti problem. Bolj kot v človeka/stranko je usmerjena v tehnologijo, kar lahko povzroči odpoved izdelka. Primer je Google Glass: medtem ko je tehnološko impresiven, ni uspel prepričati uporabnikov in zdi se, da ni bilo dovolj empatije do potreb uporabnikov. Po drugi strani pa so inovacije, imenovane Embrace Warmer (nova vrsta inkubatorja za države v razvoju, glej <http://embraceglobal.org>), ki so jih razvili podiplomski študenti na Stanfordu po konceptu empatije, postale zelo uspešne.

Metode, ki temeljijo na empatiji

Pogovore opravite z empatijo. Intervjuji z empatijo so temelj dizajnerskega razmišljanja. Z vključevanjem in razumevanjem misli, čustev in motivacij druge osebe lahko razumemo izbire, ki jih oseba naredi, lahko razumemo njene vedenjske lastnosti in ugotovimo njene potrebe. To nam pomaga pri inovacijah in ustvarjanju izdelkov ali storitev za to osebo (Lucas, 2018).

Uporabite študije, ki temeljijo na fotografijah in videoposnetkih. Fotografiranje ali snemanje ciljnih uporabnikov, kot tudi druge metode empatije, vam lahko pomaga pri odkrivanju potreb, ki jih imajo ljudje, ki jih morda poznajo ali pa se jih ne zavedajo.

(Pre)oblikovanje problemov

Namesto tega, da bi sprejeli problem, kot je podan, je opredeljeni problem in njegov kontekst pomembno raziskati, opisati in analizirati ter ga tako ponovno razložiti ali prestrukturirati, da bi dosegli posebno oblikovanje problema, ki predlaga pot do rešitve. Uporabite lahko tudi predstavljeni diagram Ishikawa. (Za več informacij glej Košmrlj idr., 2015.)

Ideacija

Ideje prihajajo od ljudi, ki jih poznamo, zgodb, ki jih slišimo, dela, ki ga opravljamo, naših interesov, mnenj in izkušenj. Poslovne ideje so vse okoli vas. Nekatere izhajajo iz natančne analize tržnih trendov in potreb potrošnikov, druge iz sreče. Toda kako lahko najdete vir idej in znanja? Zelo pomembna osnova je jasna opredelitev problemov in priložnosti, ki smo jih že predstavili (Likar in Fatur, 2007).

Da bi povečali ustvarjalni potencial skupine za reševanje problemov, bi morala biti dejavnost generiranja idej sodelovalne narave. To je mogoče doseči na več načinov. Management idej in management inovacij pogosto

zagotavljata orodja za sodelovanje, medtem ko morajo spodbujevalci brainstorminga in drugih idejnih procesov spodbujati razvoj skupne ideje (glej <http://zinno.eu/en>). Nekaterne tehnike za ustvarjanje idej:

- brainstorming,
- Philips Buzz 66,
- bionika,
- šest klobukov za razmišljanje.

Brainstorming se lahko obravnava kot »nevihta idej«. To je metoda reševanja timskih problemov. Osnovno pravilo je, da so vsi člani ekipe enaki in da ima seja karakter prijateljskega srečanja. Ekipo večinoma vodi moderator. Kritika ali ocena predlogov je strogo prepovedana. To bo storjeno v naslednjih fazah.

Philips Buzz 66 je zelo podoben brainstormingu, vendar je zelo kratek in primeren za reševanje vsakodnevnih izzivov s samo nekaj udeleženci. Učinkovito se lahko uporablja tekom pitja dnevne kave.

Šest klobukov razmišljanja je močna tehnika. Uporablja se za pregledovanje odločitev s številnih pomembnih perspektiv, npr. s čustvenega, intuitivnega, ustvarjalnega ali negativnega stališča. Če se problema lotite s to tehniko, ga boste rešili z uporabo vseh pristopov. Vaše odločitve in načrti bodo kombinacija ambicij, veččin pri izvajanju, občutljivosti, ustvarjalnosti in dobrega načrtovanja.

Bionika ali biološko navdihnjen inženiring je uporaba bioloških metod in sistemov, ki jih najdemo v naravi za študij in oblikovanje inženirskih sistemov ter sodobne tehnologije. Primeri bionike v inženiringu so trupi čolnov, ki posnemajo debelo kožo delfinov; sonar, radar in medicinsko ultrazvočno slikanje (slika, ki prikazuje človeški zarodek), ki posnemajo eholo-kacijo živali. Na področju računalništva je študija bionike ustvarila umetne nevrone in umetne nevronske mreže. Ta metoda zaradi svoje specifičnosti predstavlja močno orodje za pametne industrije.

Izdelava pretotipov/prototipov

To je preprost način materializacije idej (pogosto v nekaj urah ali na dneh), preden se poskuša dejansko izdelati prototip. S pomočjo te metode dobimo vpogled v prihodnje izzive – konceptualno, razvojno, tehnološko, stroškovno.

Orodja za hitro izdelavo prototipov. Prototip je zgodnji vzorec, model ali sprostitev izdelka, izdelanega za testiranje koncepta ali procesa novosti.

Pripraviti ga je treba tako, da se lahko preizkusi celotno delovanje inovacij ali da lahko njihova končna različica opravlja svojo funkcijo. Cilj ga je predstaviti končnim uporabnikom ali potencialnim kupcem. To se lahko izvede z uporabo orodij za hitro izdelavo prototipov, kamor sodijo npr. CAD/CAM, 3D-tiskanje, lasersko rezanje, selektivno lasersko sintranje itd. Pogosto je možno uporabiti standardne elektromehanske naprave in komponente, »kit«-izvedbe ali dokončane module. Za tehnične izume lahko uporabimo univerzalno programirljivo elektronsko vezje, razvoj »odprtokodnih« platform, kot je Arduino, itd. Hkrati je treba delo opraviti profesionalno – v smislu funkcionalnosti in oblikovanja. Namen izdelave prototipa je biti prilagodljiv in hiter ter imeti možnost, da ga po testiranju (pre)oblikujete.

Testiranje in izbira idej. Faza ocenjevanja in izbire idej je ena od najkritičnejših faz inovacijskega procesa. Praksa kaže, da izumitelji ali vodstva podjetij njene vrednosti pogosto ne upoštevajo dovolj natančno. Tako nadaljujejo z razvojem in s fazami, ki sledijo, medtem ko se stroški dramatično povečujejo. Obstaja nekaj glavnih filtrov, ki nam pomagajo izbrati ideje z največjim potencialom:

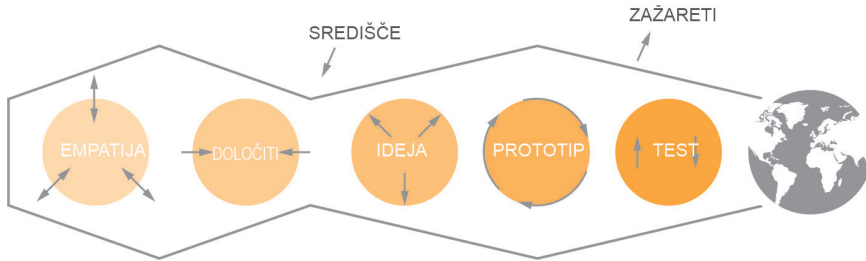
- preizkusite svojo novost s svojimi strankami/končnimi uporabniki,
- preverite različne vidike novega koncepta.

Preizkusite svojo invencijo s svojimi strankami/končnimi uporabniki. Testiranje pomeni pridobivanje povratnih informacij od potencialnih uporabnikov/strank. Namesto opisovanja ideje je učinkovitejši način predstavitev prototipa in globlje razumevanje uporabnikov. Najpomembnejša vprašanja, na katera je treba odgovoriti, so: Ali je uporabnikom všeč novost/prototip, ali razumejo kako ga uporabljati, ali je uporaba dovolj intuitivna, ali je uporabniku prijazna, ali izpolnjuje zahteve uporabnikov, je na voljo preveč funkcij itd.?

Ko se izvede pravilno, lahko testna faza omogoča sočutje in boljše razumevanje vaših uporabnikov. Še boljše rezultate lahko dosežemo, če testiranje poteka v resničnem življenjskem okolju (npr. testiranje alpinistične opreme v gorah). Pomembno je tudi, da sledimo reakcijam pri uporabi (čustva, uporaba, razumevanje, praktičnost itd.).

Poleg neverbalne povratne informacije je koristno govoriti tudi o izkušnjah. Lahko jih vprašate, kaj mislijo o novosti. Prav tako je smiselno, da jih spodbujamo, da govorijo o (ne)sorodnih temah.

Ko dobite vse povratne informacije, analizirajte odgovore in jih uporabite za izboljšanje koncepta/prototipa. Po tem je treba ponoviti testiranje.



Slika 3.6 Koncept dizajnerskega razmišljanja

Preverite različne vidike novega koncepta. Preden začnete s prototipin-
gom, je treba ideje oceniti in izbrati. Na voljo so sledeče metode:

- ključni dejavniki uspeha (opredelimo in ocenimo najpomembnejše vidike, npr. tržni potencial, študijo izvedljivosti in tehnološke vidike, finančne vidike, proizvodno ceno itd.),
- SWOT-analiza,
- metoda vnosa/rezultata (razmerje med vhodi in rezultati),
- numerično občutljiva analiza (izdelava izračuna in simulacije povezanih finančnih in drugih vidikov).

Pomembno je izbrati eno ali več najpomembnejših metod, analizirati rezultate in jih uporabiti kot vhod v odločitve. Pogosto je koristno upoštevati tudi rezultate prejšnje faze, povezane z analizo problemov/priložnosti.

Načrtovanje razmišljanja. Eden od sodobnih pristopov, ki se ukvarjajo s procesom ideje – inovacije, je dizajnersko razmišljanje (imenovano tudi D-schools). Načrtovalno razmišljanje se nanaša na kognitivne, strateške in praktične procese, s katerimi dizajnerske skupine razvijajo koncepte (predloge za nove izdelke, zgradbe, stroje itd.). V primerjavi s predstavljenim inovacijskim procesom je velik poudarek na prvi fazi – razumevanju problema/potrebe končnega uporabnika. Prav tako je načrtovalno razmišljanje zelo usmerjeno na človeka in je prototipno usmerjeno.

Ena od lastnosti sodobnih konceptov razvoja inovacij je, da so vse faze močno medsebojno povezane – npr., ko je prototip končan, moramo pogosto redefinirati naš problem, ustvariti nove ideje ter pripraviti nov prototip. Podobne razmere se pojavljajo v drugih fazah.

V poglavju 3.3 smo se osredotočili na inovacijske procese. Zato želimo tu predstaviti širšo sliko – osnovne korake in procese, ki morajo biti opravljene, da spremenimo ideje v končne produkte:

- inovacijska strategija in cilji,
- razvoj inovativne organizacije in inovacijske kulture,
- proces inoviranja,
- raziskave in razvoj,
- varstvo intelektualne lastnine,
- kako financirati inovacije,
- proizvodnja,
- trženje.

Namesto zaključka smo pripravili enostaven recept za inovacijo:

Osnovne sestavine: velika žlica kreativnosti, nekoliko kritičnosti, zdrava mera raziskovalnega duha, pozitivna misel, a bo naša novost všeč tudi drugim, zdrava mera timskega dela, začimba hitrosti pri delu in par kapelj poguma. Skupaj premešamo, skuhamo in postrežemo, da bo še vroče. V tem primeru je uspeh zagotovljen.

3.5 SMART Marketing – Pametno trženje

Digitalna preobrazba ima velik vpliv na vse dejavnosti, ki dodajo vrednost celotnim podjetjem in oskrbni verigi. Zaradi novih tehnologij, kot je npr. pametni inženiring, so se predhodno ločena področja, npr. naročila, proizvodnja in prodaja, združila v enote, ki jih je potrebno učinkovito koordinirati, ne samo v okviru enega samega, ampak več različnih podjetij. Njihovi uporabniki so preko digitalizacije ravno tako integrirani v procese ustvarjanja vrednosti vsakega podjetja (Biesel in Hame, 2018, str. 9). Spreminja se tudi področje trženja. Uporabniki ne želijo le posameznega izdelka, ampak želijo sodelovati pri njegovem razvoju in si ga prilagoditi po lastnih željah. Potrošniki želijo tudi prikazati izkušnje, ki so jih imeli z uporabo določenega izdelka. S prispevkom socialnih omrežij in novih tehnologij postaja vsak izdelek transparentnejši in lažje oglaševan. Potrošniki prevzemajo naloge proizvajalcev, kar se odraža v besedi *prosumer* (Vikram, 2016). Podjetje medtem pridobiva informacije o kupcih in trgih, ki jih lahko uporabi za optimizacijo ponudbe in prilagoditev različnim ciljnim skupinam. Naslednje poglavje poudarja vpliv digitalne preobrazbe na trženje.

3.5.1 Razvoj trženja 4.0

Trženje se je od začetka industrializacije dramatično spremenilo. V zgodnjih fazah industrializacije in množične proizvodnje se je izvajalo z vidika proizvajalca. Na podlagi prodajalčevega trga z omejenim obsegom izdelkov

so bile potrebe in želje kupcev podrejene družbenim. Gonilna sila razvoja izdelkov je bil tehnološki napredek. Takratni tržni pristop je bil zato osredotočen na izdelek. Trženje je bilo osredotočeno zgolj na prodajo izdelkov brez upoštevanja potreb kupcev ali trgov.

S povečevanjem ponudbe izdelkov smo ustvarili večjo izbiro za stranke, kar je močno spremenilo tudi izzive trženja. Stranke so primerjale izdelke in postale o njih bolj obveščene, zaradi česar so bili proizvajalci prisiljeni poudariti vrednost svojih izdelkov za stranke. Osredotočenost trženja 2.0 se je preusmerila od izdelka k potrošniško usmerjenemu pristopu.

Spreminjanje družbenih vrednot, zlasti zaradi generacije Y, je pomenilo, da so potrošniki postajali vse bolj zainteresirani za trajnostne vidike izdelkov in podjetij. To se je še posebej pokazalo na novo identificirani skupini LOHAS (življenjski slog zdravja in trajnosti). Zato so morala podjetja potrošnikom jasno sporočiti, kako se proizvajajo izdelki in kako podjetja spoštujejo svojo družbeno odgovornost (Stehr in Struve, 2017, str. 3–10).

S trženjem 3.0 je postalo pomembno, da kupca razumemo ne samo kot kupca, ampak tudi kot osebo, katere vrednote vplivajo na nakup izdelka. Družbena odgovornost podjetij se je vključila v komunikacijske procese, da bi podprla pozitivne nakupne odločitve strank. Trženje 3.0 ni bilo več omejeno na proizvod, temveč je vključevalo tudi ekonomsko, socialno in okoljsko odgovornost podjetja.

Z naraščajočo uporabo družbenih medijev je komunikacija z blagovnimi znamkami in izdelki postala dvosmeren proces. Podjetja ne oglašujejo svojih izdelkov, pač pa potrošniki ocenjujejo in sporočajo svoje izkušnje z izdelki ter tako vplivajo tudi na druge potencialne stranke. Hkrati je tehnološki razvoj strankam omogočil sodelovati pri razvoju ali dizajniranju izdelka. Prav tako obstaja vedno večja želja po povezovanju izdelkov in interakciji z njimi. Vloga stranke v trženju 4.0 se je še bolj spremenila. Zdaj so kupci sorazvijalci, ustvarjalci idej in ocenjevalci izdelkov. Trženje 4.0 torej pomeni vključevanje stranke v tržni proces s sodelovanjem (Jara idr., 2012, str. 854).

3.5.2 Definicija trženja 4.0

Trenutno je na voljo zelo malo literature, ki ponuja celovite definicije na temo trženja 4.0 ali digitalnega trženja.

Lies (2017, str. 59) trženje 4.0 opisuje na naslednji način:

Trženje 4.0 lahko razumemo kot trenutno fazo trženja, ki na prvo mesto več ne postavlja trga, ampak kupca kot svoj človeški fokus, ter

hkrati oblikuje digitalizacijo kot uporabno digitalne preobrazbe srednjega razreda.

Splošnejša opredelitev je dodatno poudarjena z izrazom »konkretizacija«, ki ga je skoval *Financial Times* (glej <http://lexicon.ft.com>). Digitalno trženje je opredeljeno na naslednji način:

Trženje izdelkov ali storitev z digitalnimi kanali za doseganje potrošnikov. Ključni cilj je promocija blagovnih znamk z različnimi oblikami digitalnih medijev. Digitalno trženje sega preko internetnega trženja, tako da vključuje kanale, ki ne zahtevajo uporabe interneta: telefone (SMS in MMS), trženje v družabnih medijih, prikazano oglaševanje, trženje prek iskalnikov in druge oblike digitalnih medijev.

Kotler k tej temi pristopi celoviteje in trženje 4.0 opredeljuje na naslednji način (2016, str. 1):

Trženje 4.0 je marketinški pristop, ki združuje spletno in običajno interakcijo med podjetji in strankami. V digitalnem gospodarstvu sama digitalna interakcija ni dovolj. Čeprav je nujno, da so blagovne znamke bolj prilagodljive zaradi hitrih tehnoloških trendov, je njihov pristen značaj pomembnejši kot kdaj koli prej. Njegova pristnost v vedno bolj preglednem svetu je njeno najbolj dragoceno sredstvo.

Zato se lahko izraz »pametno trženje« na splošno razume na naslednji način:

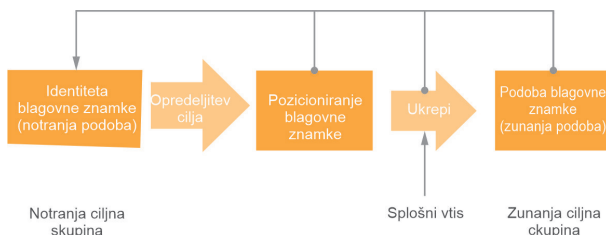
Pametno trženje pomeni razširitev spletnega in drugega trženja, osredotočenega na potrošnike, z vključevanjem tehnologij za interakcijo s potrošniki ter z integrirano digitalizacijo procesov in uporabo podatkov, s katerimi se doseže optimizacijo, fleksibilnost in personalizacijo stikov s strankami.

3.5.3 **Posledice trženja 4.0**

Vedno večja medsebojna povezava med podjetji in strankami vodi k vedno večji moči kupcev. Prvič, prek socialnih omrežij in drugih družbenih medijskih aplikacij preglednost v zvezi s podobnimi izdelki in cenami na splošno postaja vse pomembnejša. S pomočjo trgovalnih platform, ki omogočajo nabavo izdelkov po vsem svetu in dostop do mednarodnih blagovnih znamk, se pritisk na proizvajalce nenehno povečuje. Poleg tega lahko

Slika 3.7

Identiteta podjetja, pozicioniranje in podoba blagovne znamke (prirejeno po Esch, 2012, str. 9)



stranka s sposobnostjo ocenjevanja in komentiranja izdelkov aktivno vpliva na ugled izdelka, blagovne znamke ali podjetja. Verodostojnost trženja in ustvarjanje dodane vrednosti za stranko, ki otežuje spremembe, tako postaja odločilen dejavnik uspeha v okviru trženja 4.o.

Glede na model blagovna znamka v bistvu najprej zahteva pravo identiteto. Burmann idr. (2012) jih opisujejo kot »samopodobo blagovne znamke z vidika notranjih ciljnih skupin v instituciji, ki nosi znamko«. Z drugimi besedami, identiteta tako prenaša dosledne in elementarno bistvene značilnosti blagovne znamke (glej Esch idr., 2005) v smeri zunanjih ciljnih skupin. Zlasti je ključnega pomena to, da se ustvari identiteta, ki bo blagovni znamki zaradi svojih posebnosti omogočila razlikovanje od drugih izdelkov, storitev ali podjetij (povezanih z edinstvenim prodajnim predlogom).

Na podlagi te samopodobe blagovne znamke podjetja izdajajo konkretne cilje, ki gredo z roko v roki z ustreznim pozicioniranjem blagovne znamke (npr. kot premijska blagovna znamka, namenjena premožnejšim ženskam nad 50 let). To predpostavlja ciljni skupini ustrezno oblikovano komunikacijsko politiko, ki, če je uspešna, vodi k dosledni podobi blagovne znamke. Izraz podoba blagovne znamke torej predstavlja zunanjo podobo blagovne znamke in je rezultat smiselno zasnovanega managementa blagovne znamke. »Slika« tukaj opisuje podobo, ki »je sestavljena iz subjektivnih vtisov potrošnikov o celostni podobi blagovne znamke« (Burmans in Blinda, 2006, str. 8).

Identifikacija ciljne skupine z blagovno znamko se doseže z največjo možno stopnjo skladnosti med identiteto blagovne znamke in podobo blagovne znamke. Prejšnja identiteta je pomembna tudi pri ustvarjanju dolgoročnega in stabilnega odnosa med blagovnimi znamkami ter strankami. Torej, bolj kot obljube blagovne znamke obljublajo, da bodo izpolnile pričakovanja kupcev in se bodo udeleževale v vsakodnevem vedenju lastnikov blagovnih znamk ter zaposlenih, trajnejša bo interakcija s stranko (Burmans in Blinda, 2006, str. 15). Trženje 3.o obravnava um, srce in dušo potrošnika (Kotler idr., 2010, str. 54).

Trženje 4.0 razširja klasični model 3i na četrto dimenzijo. Tradicionalno trženje je trikotnik, ki vključuje znamko, pozicioniranje in diferenciacijo. Blagovna znamka zahteva pravilno pozicioniranje pa tudi razlikovanje. Kotler idr. (2010, str. 55) jo opisujejo kot »centralno DNK«. Izdelek svojo identiteto blagovne znamke prejme preko same blagovne znamke in njenega pozicioniranja. Razlikovanje izdelka podpira integriteto blagovne znamke in s tem njeno verodostojnost. S pomočjo diferenciacije se lahko zadovoljijo potrebe vsakega kupca. Ko se spoštujejo obveznosti do stranke in blagovna znamka ustreza potrebam strank, je rezultat pozitivna podoba blagovne znamke. Identiteta zagotavlja, da v mislih potrošnikov obstaja jasna podoba blagovne znamke, da obstaja integriteta zaupanja potrošnikov v blagovno znamko in da podoba potrošniku zagotavlja čustveno povezavo z blagovno znamko. Če trženje 3.0 obravnava um, srce in dušo potrošnika (Kotler idr., 2010, str. 54), trženje 4.0 ta trikotnik razširja na četrto dimenzijo, tj. izkušnjo in posledično povezano interakcijo z blagovno znamko. Predvsem pa je v središču te interakcije uporabniška izkušnja. Ta poteka na različnih ravneh (Jara idr., 2012):

- interakciji med izdelkom in stranko (npr. prikazovanje aplikacijskih vzorcev ali procesiranje vzorcev preko QR-kode),
- interakcija med različnimi izdelki znamke ali več različnimi znamkami (npr. interakcija več naprav znamke Apple),
- interakciji preko spletnih platform in socialnih omrežij, da se analizira, če je izdelek kompatibilen z zahtevami in s potrebami kupcev (npr. rezultati v iskalnikih, ocenjevanje platform, objave na socialnih omrežjih),
- preverjanju poštenosti znamke in ugleda, tako da se znamka oceni z vrednostmi in izkušnjami kupcev (objave na socialnih omrežjih, objave na medijih, poročila rezultatov, CSR-poročila).

S tipičnimi interakcijami lahko na podjetje s trženjem 4.0 vpliva več deležnikov. Ti so izpostavljeni na različne načine (Lies, 2017, str. 11):

- *Orientacijska operacija v spletnem in nespletnem okolju*: pri medijih na spletu in tradicionalnih medijih se še posebej izmenjujeta generacija Y in trenutna generacija Z, ki sta odraščali z digitalnimi mediji. Posledično je orientacija v spletnem in nespletnem okolju vodila do nakupa obnašanja ROPO. ROPO je kratica za Reaserch Onilne and Purchase Offline (Richter, 2017) – iskanje preko spleta in nakup izven

njega. Posledično je nujno, da trženje 4.o ponuja različne kanale tako na spletu kot izven njega.

- *Aktivni pristop*: deležniki ohranjajo stik s podjetji tako, da izražajo svoja mnenja z deljenjem, všečkanjem, objavljanjem, s priporočanjem izdelkov ali podjetja ali da sodelujejo v procesu razvoja izdelka. Posledično mora biti trženje 4.o sestavljeno tako, da lahko stranke v njem sodelujejo.
- *Poznejše odločanje o nakupu*: zaradi velike možnosti izbire ponuja kombinacija spletnih in tradicionalnih nakupnih poti veliko priložnosti za primerjavo. Posledično se nakupne odločitve večkrat sprejmejo precej pozno, če sploh se. Pametno trženje lahko motivira kupce, da sprejmejo pozitivno nakupno odločitev.
- *Izkušnja orientacije*: v današnjem svetu bi morale biti nakupovanje pozitivna izkušnja za mnoge kupce. Da bi lahko konkuriralo večjim trgovskim centrom, mora trženje ustvariti edinstvene svetove, ki kupce vzpodbujajo kupce, da vstopijo v trgovine. S spletnim nakupovanjem lahko to pomeni tudi ponujanje platforme z visoko stopnjo uporabnosti in preprostosti nakupa blaga.

3.5.4 Izzivi modernega trženja

Digitalizacija managementa strank

Izzivi, ki jih predstavlja četrta dimenzija »Interakcije«, pomenijo, da mora management prav tako skozi ključne spremembe. Sledeče posledice so še posebej pomembne v primeru srednje velikih podjetij.

Definiranje znamke, izdelka in nastopne strategije

Tudi če se podjetje še naprej samo odloča, katere izdelke in storitve želi ponuditi in pod katero znamko, pa v današnjem času digitaliziranega sveta ni več samostojno. Na odločitve podjetij namreč vplivajo številni deležniki, npr. zaradi dejstva, da so lahko mnenja o podjetju, izdelku ali potrebah izražena preko forumov in socialnih omrežji. Za uspešnost na trgu je torej pomembno, da se te ugotovitve vključi v razvoj izdelkov in storitev.

Definiranje izdelkov in storitev

Točna definicija izdelkov in storitev, ki jo nudi podjetje, je v končni fazi omejena glede na oceno in uporabo podatkov, ki so bili pridobljeni s strani raznih deležnikov. Poleg tega pa gredo izdelki skozi raznolike procese pod drobnogledom različnih deležnikov. Uspeh izdelka tako ni izmerjen samo

pri lansiranju le-tega, pač pa tudi pred lansiranjem z analizo različnih procesov. Izraz »vedno v beta fazi« opisuje dejstvo, da izdelki ali storitve ne prodrejo na trg v svoji najpopolnejši obliki, pač pa v obliki naprednih prototipov (Bruce in Jeromin, 2016, str. 63).

Pametna produkcija

Avtomatski in modularni produkcijski proces omogoča, da v t. i. pametni tovarni kupci samo dodelajo izdelke. Ti so nato lahko proizvedeni kot edinstveni izdelki, kljub metodi množičnega proizvodnje. Kupci tako postanejo del procesa. Ta vrednost kreacije, ki sega do Alvina Tofflerja, opisuje združitev proizvajalca in potrošnika v eno samo osebo v smislu soustvarjalca in soproizvajalca (Toffler, 1983).

Digitalizirani proces

Digitalizacija procesov znotraj podjetij zmanjšuje število interakcij, kar se tiče managementa strank. Podjetja lahko prav tako predajo razne naloge kupcem preko samodelujočih spletnih portalov, kar pa vodi do prednosti pri učinkovitosti (poglavje 2). Tako čas procesiranja kot napake se lahko posledično zmanjšajo.

Definiranje pametnih podatkov

Da bi lahko optimizirali procese s perspektive podjetij in kupcev, moramo pametno uporabiti podatke. Posledično je nujno, da se specifično določi, katere podatke je potrebno oceniti in shraniti, da se proces optimizira in da zadovolji kupce.

3.5.5 Dialog kupcev v digitaliziranem svetu

V okolju, kjer so vsako podjetje, vsaka znamka in vsak izdelek primerljivi s konkurenco v svetovnem merilu, je bistvenega pomena, da se trženje obravnava kot tarča za specifične skupne in da se govori s strankami. Naslednji instrumenti podpirajo optimizirano in pametno spletno trženje (slika 3.8).

Spletno trženje poteka na različnih nivojih. Nekateri načini uporabe so vidni končnim uporabnikom, nekateri pa ostanejo skriti.

Vidno spletno trženje se izvaja preko tradicionalnih oglaševalskih napisov ali preko slik izdelka ali podjetij, ki so lahko prikazane na lastni spletni strani podjetja, na spletnih straneh posrednikov kot tudi na različnih spletnih platformah in spletnih iskalnikih. Da bi izpostavili njihovo vidnost,



Slika 3.8 Instrumenti za pametno spletno trženje (prirejeno po Kreutzer, 2013, str. 2)

lahko podjetja uporabijo način plačevanja za izpostavljanje oglasov na spletnih iskalnikih (t. i. ključne besede oglaševanja ali sponzorirane povezave). Poleg tega pa se podjetjem za obveščanje s trženjem 3.0 ponujajo tudi promocijski e-maili in elektronske novice. Spletno trženje je prav tako tesno povezano z obdobjem e-komerciale. Preko spletnih platform imajo stranke možnost nakupa dobrin in storitev. Takoj ko se uporabnik registrira na platformo, podjetje pridobi dostop do kupca in lahko tako poveže njegove specifične ter individualne potrebe glede na njegovo obnašanje.

Ko se kupec registrira na platformo in ko mu je izdana kartica zvestobe, podjetje s tem pridobi dostopni ključ do njegovih podatkov. Informacije, ki so pridobljene iz kupčevih podatkov, so nujno orodje, ki pripomore k temu, da se podjetje razlikuje od konkurence. Poleg kupčevega obnašanja pa uporaba kartic zvestobe, kot je npr. Payback, ponuja tudi vpogled v nakupne navade kupca v povezavi z drugimi izdelki. To razvijalcem omogoča jasno sliko glede tega, kakšnega tipa je kupec in kakšne so njegove navade. Posledično se vzpodbujajo nakupi preko raznih e-kuponov.

Kot je že omenjeno, je interakcija s kupci še posebej pomembna za nadaljnji razvoj znotraj trženja 3.0 in 4.0; omogočena je preko uporabe raznih kanalov socialnih omrežji. Po eni strani so podjetja in izdelki lahko predstavljeni preko socialnih omrežij, kot sta Facebook ali LinkedIn. Po drugi strani pa so spletni forumi in družbe lahko uporabljeni za doseganje efek-

tivnih stikov z javnostjo pri različnih temah ali za izmenjavo informacij z različnimi ciljnim skupinami. Spletni mediji, na katerih se delijo platforme, npr. YouTube, Instagram in SlideShare, podjetjem omogočajo, da se ti preko spleta predstavijo na razumevajoč način s pomočjo uporabe različnih medijskih orodij, kot so slike, videi ali pripovedovanje zgodbe. Vsebinska igra ključno vlogo, kar se tiče pogojev primerne prezentacija podjetja ali izdelka. Blogi so prav tako nadaljnja področja socialnega medijskega trženja. V vsebini podjetniškega bloga se lahko predstavijo specifični dogodki in se lahko pridobijo ugodnosti preko izmenjave. Storitve mikroblog, kot je Twitter, ki omogoča samo določeno število znakov, pa omogočajo hitro izmenjavo z uporabniki; npr. usmerjanje pozornosti v različne storitve ali informacije o tekočih dogodkih, o novih izdelkih ali o določenih aktivnostih podjetja.

Storitve takojšnjega sporočanja, kot so Facebook, Messenger, WhatsApp ali Snapchat, prav tako omogočajo stik z uporabniki in prenos teksta, slik, video- ali avdiodatotek uporabnikom.

Z razvojem neprestano povezane spletne družbe se povečuje tudi pomen mobilnega trženja. Število različnih aplikacij, ki se lahko uporabljajo po cellem svetu na pametnih telefonih, se je v zadnjih letnih krepko povečalo. Aplikacije dovoljujejo SME-som da se ti predstavijo na različne načine ali da preusmerijo pozornost nase. Poleg tradicionalne komunikacije s pritegovanjem, ki meji na podlagi tega, da uporabnika aktivno zanimajo informacije na internetu, pa se trend trenutno premika tudi na t. i. metode potiska, kot so osebni oglaševalski panoji ali osebna sporočila. Brez da bi uporabnik sploh kaj počel, prejme glede na svoj profil pasivno oglaševanje.

Preko spletnega marketinga in še posebej preko interakcije na socialnih omrežjih podjetja in kupci prihajajo v tesen stik drug z drugim. Podjetja in njihove dejavnosti, izdelki ali oglaševalna sporočila so lahko deležni komentarjev tako samega podjetja kot tudi kupcev ali tretje osebe, ki ima interes. To podjetjem omogoča neposredno komunikacijo s posamezniki ali s celo skupnostjo. Poleg tega pa lahko spletno trženje poveže različne platforme in spletne strani ter tako doseže širšo distribucijo sporočil različnim uporabnikom. Poleg tega pa mreženje posameznikov z raznimi skupnostmi omogoča podporo t. i. viralnega trženja. To je lahko tudi aktivno promovirano s strani podjetji. Preko deljenja informacij o podjetju ali izdelku lahko kupci npr. dobijo ponudbo storitve, ki pa jo lahko nato uporabijo ali pa jim ta omogoča sodelovanje v nagradnih igrah itd. Istočasno pa se lahko dela z analizo obnašanja različnih kupcev na področju optimiranja komunikacije s kupci ali zadržanja iniciative. Oglaševanje je lahko nanešeno na bolj ciljni

način, da se izognemo nepotrebnemu raztresenemu oglaševanju. Mobilno trženje je še posebej primerno za usmerjanje kupcev k ponudbam v njihovi bližini, ko je aktivirana njihova funkcija za lokacijo. Tako se lahko kupce ozavešči o tradicionalnih trgovinah, ki niso na spletu.

Poleg dejavnosti, ki so vidne končnim uporabnikom, lahko podjetja izvajajo tudi dodatne storitve v ozadju, z optimizacijo svoje marketinške dejavnosti. Ključne besede se lahko shranijo znotraj spletnega iskanja oglaševanja. Če uporabnik vnese določene besede v spletni brskalnik, se te shranijo kot ključne besede, nato pa bodo pomembne spletne strani prikazane uporabniku. Podjetja bi morala previdno preučiti, katere besede in fraze bi lahko uporabniki potencialno uporabljali in katere besede naj shranijo kot ključne. Tako uporabniku ni znano, zakaj je njemu ali njej prikazano določeno oglaševanje ali iskalni rezultat. Znotraj konteksta spletnega brskalnika optimizacije lahko podjetja uporabijo organske zadetke, da se pojavijo na prvih straneh najpogostejših spletnih brskalnikov, kot so Google, Yahoo! ali Bing. Poleg tega pa spletni brskalniki ponujajo tudi robote z različnimi faktorji, ki običajno niso povsem transparentni. Poleg ključnih besed pa pomembno vlogo igrajo tudi drugi faktorji. Ti vsebujejo vsebino (kakovosti, pomembnost, itd.), izkušnjo uporabnika, dejavnosti na spletni strani (klik, kako dolgo ostanejo uporabniki, stanje odboja), odziv zasnove spletne strani, povezav, socialnih omrežji (Melnik, 2017). Preko povezovanja marketinga različnih podjetji pa imajo ta priložnost oglaševanja na spletnih straneh posrednikov. Če je spletno oglaševanje uspešno (klik, prodaje, itd.), ponudnik spletnega oglaševalskega prostora prejme plačilo. Podatke je možno pridobiti preko vseh vidnih in nevidnih spletnih marketinških dejavnosti, ki pa se jih nato lahko neprestano ocenjuje. V kontekstu spletnih analiz se ocenjuje obnašanje uporabnikov na posameznih spletnih straneh, medtem ko spletni monitoring na metanivoju sledi prisotnosti podjetja na spletu. Poleg tega pa so komentarji analize in faktorji, kot so komentarji o produktih ali podjetjih, tudi povezani s prognozo morebitnih trendov in so prav tako pomembni, saj lahko omogočijo izražanje pritožb, predlogov za razvoj izdelka ali pa druga izražanja mnenj uporabnikov. Kot je opisano zgoraj, je ogromna količina podatkov v različnih formatih (teksti, slike, avdio, video) proizvedena preko raznih spletnih priložnosti, ki se jih da oceniti z uporabo primernih sistemov. Tako so vsebine lahko npr. analize obsežnih podatkov, objave na socialnih omrežjih, videoposnetki na YouTube ipd. To se imenuje tudi ciljanje. Poleg tega pa glede na profile uporabnikov podjetja svoje oglaševanje optimizirajo oglaševanje preko t. i. časovnega oglaševanja ali dajanja pobude ob pravem času. To pomeni, da je

oglaševanje personalizirano in da ustreza določenim uporabnikom (Kreutzer, 2013).

3.6 Pametne verige in vrednost mreženja

Pametne oskrbne verige so osredotočene na ustvarjanje maksimalne vrednosti za (končne) kupce s čim manj porabljenega časa in materiala (vitka metoda) kot tudi na sposobnost hitrega prilagajanja zahtevam in potrebam kupcev (gibka metoda) (Lee, 2004).

Proizvodna podjetja digitalizirajo ključne funkcije znotraj svojih notranjih vertikalnih operacijskih procesov kot tudi z vzporednimi partnerji v oskrbni verigi. Pametna industrija pomeni večjo integracijo vrednostnih verig preko uporabe novih povezovalnih tehnologij, ki dovoljujejo sodelovanje pri zasnovi in izdelavi, vključujejo kupce in so hkrati osredotočene na končne uporabnike. Horizontalna integracija vključuje tehnologije spremljanja, integracije realnega načrta in njegove izvršitve. Inovativni poslovni modeli bodo sloneli na dinamični mreži podjetij, ki so v nenehnem razvoju, da lahko tako zagotovijo čim kompleksnejšo strukturo storitev.

Preko digitalizacije je mogoče utrditi sodelovanje s ključnimi partnerji. Višja stopnja integracije podatkov med proizvajalci in kupci lahko odpre vrata novim priložnostim sodelovanja. Pametna uporaba združenih podatkov lahko omogoča učinkovito oblikovanje vrednostne verige, prav tako pa tudi ustvarjanje vrednosti za stranke: gre za skupno inovacijo procesov, izdelkov in storitev. Po drugi strani pa lahko integracija podatkov o razvoju, proizvodnji in vzdrževanju vodi do sprememb ter celo opuščanja funkcij in podjetij skozi obstoječo oskrbno verigo.

»Pričakovati je, da bo industrija 4.0 povzročila številne preobrate v industrijskem ustvarjanju vrednosti, z vključevanjem celotne mreže ustvarjanja dodane vrednosti. Majhna in srednja velika podjetja (MSP), ki igrajo pomembno vlogo tako v nemškem kot tudi evropskem gospodarstvu, koncept industrije 4.0 s težavo integrirajo v svoje procese ustvarjanja vrednosti. Ampak glede na visoko pomembnost MSP znotraj industrijskega ustvarjanja vrednosti je ključnega pomena, da se industrija 4.0 uspešno uvede v vrednostne verige. Več teh podjetji se bori, da bi obdržala potrebne materiale za opremo in stroje, ali pa nimajo dovolj velikega tržnega deleža ali dostopa do trga, da bi uveljavili nove poslovne modele. Velika podjetja so pogosto premočna, da lahko bila partner MSP. Kljub temu pa lahko sodelovalna strategija med temi podjetji predstavlja vrednostno nadomestilo za uspešno implementacijo industrije 4.0 preko oskrbne verige« (Müller idr., 2017).

3.6.1 Od oskrbne verige do vrednostne verige

Proizvodna podjetja se pogosto osredotočajo na zmanjšanje stroškov, ko gre za proizvodnjo in distribucijski management. Kot pravi profesor Jack van der Veen (2017), je to uporabno, vendar pa temu manjka pravi cilj: »Oskrbna veriga je v končni fazi namenjena optimizaciji storitev končnim uporabnikom. Posledično bi morala biti vrednostna veriga zasnovana tako, da bi ustvarjala in ujela kupčev vrednostni tok ter si prizadevala doseči popolnost za kupce (CEX). Namesto nenehnega stremjenja po večjem kosu obstoječe torte bi morali partnerji znotraj oskrbne verige stremeti k ustvarjanju najboljše vrednosti za kupce, da bi to torto povečali.«

3.6.2 Vrednostne mreže, usmerjene v kupce

Pametne, mrežno povezane tovarne delajo skupaj s kupci in proizvajalci v (svetovnem) industrijskem digitalnem ekosistemu; dinamične (začasne) vrednostne verige, podatkovne mreže in platforme sodelujejo s kupci, proizvajalci, tehnološkimi partnerji in celo konkurenco, ne da bi omejevali svojo vizijo glede na trenutne zadržke. Ne osredotočajo se zgolj na tehnične podrobnosti, pač pa razmišljajo o vplivih, ki bi jih lahko nove aplikacije imele na njihove vrednostne verige in odnose s kupci (PWC, 2016).

Pametna industrija zahteva sodelovanje med kupci in proizvajalci v mreži organizacij, prav tako pa tudi tehnično sodelovanje med opremo različnih proizvajalcev (interoperabilnost). Proizvodnja bo v vse večji meri potekala znotraj ohlapnih oblik partnerstva. Digitalno sodelovanje mora voditi do učinkovitejše organizacije proizvodnih procesov in do tega, da inovacije hitreje in s skrajšanim časom prodrejo na trg (Vermeend in Timmer, 2016). Varnost podatkovne izmenjave in varovanje intelektualne lastnine sta seveda ključnega pomena. Precejšen izziv pa pri tem predstavljata tudi oblikovanje prave vzpodbude in uporaba primernega modela, ki vsem partnerjem zagotavlja pravično povračilo za njihov prispevek. Najosnovnejši poslovni model v tem ekosistemu je trg, ki združuje več prodajalcev in kupcev, vrednost pa črpa iz provizij na prodajno vrednost (PWC, 2016). Za MSP je razvijanje novih poslov z uporabo že obstoječih platform lahko pametna pot do (hitre) rasti.

Oblikovanje mrežne proizvodnje (angl. *network-centric production*), ki se širi preko celotnega življenjskega ciklusa izdelkov, lahko vzpodbudi nove oblike sodelovanja s soustvarjalnim pristopom k ustvarjanju vrednosti. V prihajajočem desetletju bo mrežni proizvodni pristop linearne proizvodne procese zamenjal z inteligentnim in fleksibilnim (regionalnim) ekosistemom. Te mreže bodo povezovala dele, izdelke in stroje preko tovarn, firm

in vrednostnih verig. Mrežni pristop bo radikalno optimiziral proizvodnjo in obstoječe vrednostne verige in, kar je še pomembneje, mrežna proizvodnja bo nenazadnje pripeljala do konca vrednostne verige in rojstva vrednostne mreže (*Smart Industry Implementatieagenda 2018–2021, 2018*).

Pametna industrija po definiciji zahteva sodelovalni pristop. Njen glavni namen je povezovanje, vključno s storitvami in z zadevami, ki jih podjetje samo ne more priskrbeti. Pametna programska oprema in internet stvari usposabljata izmenjavo podatkov med stroji, oddelki in podjetji. Preko platforme v oblaku (končni) uporabniki dobijo dostop do podatkov vseh sodelujočih.

3.7 Glavne ugotovitve in priporočila

Proizvodna podjetja se v glavnem posvečajo le tehnološkim vidikom in (potencialno) učinkovitim pridobitvam pametne industrije, namesto da bi se osredotočala na (nove) poslovne priložnosti, vrednostna razmerja in/ali poslovne modele.

V tem digitalnem in tehnološkem obdobju se načini za izpolnitev potreb kupcev in priložnosti preseči pričakovanja kupcev neprestano in drastično spreminjajo. Trgi so transparentni, kupci so dobro informirani in kritični. Odločajo tudi o tem, kako, kdaj in kje želijo dostavo izdelkov (izdelanih po naročilu).

Konkurenčnost in uspeh podjetja je odvisen od njegove zmožnosti in pripravljenosti neprestanega ustvarjanja vrednosti za kupce. Ustvarjanje vrednosti za kupce in razvijanje novih načinov le-tega pa zahteva ostro oko pri (spreminjajoči se) tržni situaciji, jasen vpogled in razumevanje obnašanja kupcev, njihovih želja in potreb. Kupci so strokovnjaki na področju lastnih vsakodnevnih (službenih) opravil, težav in ambicij. Pametni dobavitelj je strokovnjak, ki te vidike podpira in pospešuje na najnovejše pametne načine. Učinkovit in dosegljiv način za doseganje vpogleda v potrebe kupcev MSP so redni dialogi s kupci, z uporabniki in s proizvajalci. S tem podjetje dobi neprestani tok vtisov, potrebnih za razvijanje inovacij. Predvidevanje obnašanja kupcev in strojev kot tudi izdelkov in storitev na zahtevo bo vse bolj potekalo preko analiz podatkov.

Pametna industrija ponuja proizvodnim podjetjem nove poslovne priložnosti na sledeče načine:

- z ustvarjanjem pametnih in digitaliziranih novih izdelkov,
- z ustvarjanjem vrednosti (obsežnih) podatkov,
- z razvijanjem pametnih storitev in popolnih rešitev (storitvizacija),

- s prispevanjem k reševanju socialnih težav z uporabo pametnih tehnoloških rešitev.

Digitalizacija izdelkov in pametni inženiring lahko vodita do zasnove in proizvodnje stranki specifičnih (modularnih) izdelkov pri hitrosti in po ceni, sicer značilni za izdelke množične proizvodnje. To bo proizvedlo veliko informacij in podatkov, ki se lahko uporabijo za izboljševanje že obstoječih izdelkov in storitev ter za to, da se razvijejo nove ponudbe, prilagojene kupcu. Ponudba dodatnih storitev, popolnih rešitev ali celo izdelkov kot storitev bo razbremenila kupce in lahko za proizvodna podjetja generira velik del dobička.

Pametni modeli prihodkov obstoječe modele združujejo z novimi tehnološkimi možnostmi. Z definiranjem izdelkov na drugačen način se lahko dodajo ali ustvarijo nove storitve. Pomislite na leasing, zavarovanje ali logistične storitve. Zaradi povezovanja izdelkov, strojev in podatkov s pomočjo pametnih modelov, kot so dinamične cene, plačilo po porabi (angl. *pay-per-use*) ali plačilo za odobreni izdelek (angl. *pay per approved product*), bodo ti modeli vse pogosteje uporabljeni v industriji. To pa bo podjetjem omogočalo veliko stopnjo ustvarjalnosti pri dodajanju vrednosti s pomočjo (kombinacije) izdelkov, storitev ali aplikacij.

Tržne strategije in portfelji izdelkov, prilagojeni prihodnosti, se ustvarjajo z združitvijo dveh prepletajočih se glavnih sil: spodbujanja novih tehnologij (angl. *technology push*) in povpraševanja na trgu (angl. *market pull*). Pri tem vodilo za učinkovit in pameten management izdelkov predstavljajo nenehne raziskave mnenja kupcev in inovacije, temelječe na najsodobnejših tehnologijah. Z neprestanim spreminjanjem kupčevih potreb in s skoraj nešteto tehničnimi možnostmi za izpolnjevanje le-teh bosta management in razvoj izdelkov dobila karakteristike inovacijskega managementa.

Inovacija vključuje razvoj novega izdelka in storitve, novih funkcij že obstoječih izdelkov in storitev, novih načinov za izdelavo ali prodajo le teh ali pa oblikovanje drugačnega pristopa h kateremukoli drugemu procesu znotraj podjetja. Popolnoma novi načini poslovanja se pogosto imenujejo novi poslovni modeli. Inovacijske aktivnosti prinašajo najvišje vrednosti, če so te uravnovešene in če naslavljajo drugačne tipe inovacij: izdelke in storitve, procese, marketing in organizacijo.

Natančno določen postopek vzpostavitve ali izboljšanja inovacije znotraj organizacije sicer ne obstaja. Je pa veliko elementov in konceptov, ki lahko podjetjem pomagajo doseči inovativni pristop. V poglavju 5.4 smo se

osredotočili na inovacijske procese, orodja in osnovne korake, ki bi jih bilo potrebno izvesti za transformacijo idej v končne tržne produkte:

- inovacijske cilje in strategije,
- razvoj inovativne organizacije in kulture,
- proces inovacije (prepoznavanje problema/priložnosti, ponovno definiranje problema, prototipiranje, testiranje idej in izbor),
- raziskave in razvoj,
- zaščito intelektualne lastnine,
- kako financirati inovacije,
- proizvodnjo,
- trženje.

Področje trženja je predmet velikih sprememb tako zaradi digitalne preobrazbe kot tudi zaradi uporabe socialnih medijev. Potrošniki ne iščejo več le izdelka za preprosto uporabo. Namesto tega bi želeli prispevati k njegovemu razvoju, radi bi, da je prilagojen njihovim potrebam in obenem želijo interakcijo z njim. Poleg tega pa iščejo tudi načine za ocenjevanje izdelka in to, da lahko delijo svoje izkušnje v zvezi z njegovo uporabo. Preko uporabe socialnih medijev in novih tehnologij tako izdelki kot tudi razvojni in proizvodni procesi postajajo transparentnejši. Podjetja potrebujejo znanje o kupcih in trgih, ki pa se ga lahko uporabi za optimiziranje njihove ponudbe in za to, da se le-to prilagodi različnim ciljnim skupinam. Trženje 4.0 torej pomeni integracijo kupca v marketinški proces preko sodelovanja. Pametno trženje pomeni razširitev potrošniško osredotočenega spletnega in nespletnega trženja preko integracije tehnologij za interakcijo s kupci kot tudi integracijo digitaliziranih procesov in uporabe podatkov za doseganje optimizacije, prožnosti in personalizacije kupčevega stika z izdelkom.

Tradicionalno trženje je trikotnik, ki vključuje blagovno znamko, pozicioniranje in diferenciacijo. Trženje 4.0 ta trikotnik razširja na četrto dimenzijo – izkušnjo in interakcijo z znamko. Predvsem pa je pri tej interakciji pomembna izkušnja kupca.

V okolju, kjer se lahko vsako podjetje, vsaka blagovna znamka in vsak izdelek primerjajo s konkurenco v svetovnem merilu, je ključnega pomena, da je trženje specifično naravnano na ciljne skupine in da sodeluje s kupci. To mu omogočajo razni kanali socialnih medijev, kot je opisano v poglavju 5.5.

Pametna industrija pomeni višjo stopnjo integracije vrednostne verige z uporabo novih povezovalnih tehnologij, ki dovoljujejo sodelovalno dizaj-

niranje in sodelovalno ustvarjanje, ki vključuje tako kupce kot tudi proizvajalce. Pametna programska oprema in internet stvari omogočata izmenjavo podatkov med stroji, oddelki in podjetji. Preko platforme v oblaku imajo (končni) uporabniki dostop do podatkov vseh sodelujočih. Digitalno sodelovanje mora voditi do bolj organiziranega in učinkovitejšega proizvodnega procesa, ki skrbi, da inovacije hitreje prodrejo na trg. Inovativni poslovni modeli bodo temeljili na dinamični mrežni povezavi podjetij, na neprestanem razvoju in spremembah z namenom ustvarjanja vrednosti za kupce, kar bo omogočilo kompleksnejše kombinacije izdelkov in storitev.

Prihodnji izzivi managementa

Joseba Sainz de Baranda in Eva Arrilucea

Če so prejšnja poglavja obravnavala današnje in jutrišnje izzive, pa to poglavje predstavlja pogled v bližnjo prihodnost. Dotika pa se več področjih managementa podjetja, kot so: management poslovnega modela, izzivi zaposlovanja in človeških virov ob novi tehnološki realnosti ter izzivi sodelovanja. Ne smemo pozabiti tudi na pravne vidike, ter spremljanje in nadzorne funkcije. Glede na korona virus vidimo, da izzivi bližnje prihodnosti lahko zelo hitro postanejo izzivi sedanjosti. Šole, podjetja in vsa družba, tako na nacionalnem in globalnem nivoju se mora tako rekoč čez noč soočiti in prilagoditi na tektonske premike. Tako pri izobraževanju, raziskovanju kot delu in vodenju gospodarstva »iz domačega naslonjača« oz. samoizolacije. In verjamemo, da bo tako nastala marsikatera dobra praksa, ki se bo tudi ohranila.

4.1 Uvod in cilji poglavja

To poglavje analizira glavne izzive managementa, s katerimi se podjetja soočajo v okviru četrte industrijske revolucije, za katero je značilen izbruh novih industrijskih in komunikacijskih tehnologij. Te občutno povečujejo stopnjo odvisnosti med komponentami, ki so del proizvodnega postopka.

Četrta industrijska revolucija lahko izboljša prožnost in produktivnost podjetij, hkrati pa prinaša tveganja za konkurenčnost, trge dela in družbo. Ker je podpora najvišjega vodstva bistvena za spodbujanje industrije 4.0, management pa je osrednji proces podjetja, spremembe v managementu vplivajo na vse glavne organizacijske procese in vse komponente poslovnega modela, kot so ponudba vrednosti, glavne dejavnosti, odnos z deležniki, tehnologija in sposobnost absorpcije inovacij, organizacijska struktura, kultura podjetja in celo obvladovanje tveganj.

To poglavje se osredotoča na izzive na področju zaposlovanja glede na demografsko stopnjo zaposljivosti, izgubo delovnih mest in ustvarjanje novih delovnih mest zaradi tehnoloških sprememb kot tudi na management človeških virov, katerega cilj je razviti visoko kvalificirano in predano delovno silo za doseganje ciljev podjetja.

Ker je kot odgovor na nove proizvodne izzive potrebno tesno večdimenzionalno sodelovanje, to poročilo vključuje poglavje, ki raziskuje različne razsežnosti sodelovanja: med podjetjem in strankami, med podjetjem in drugimi nosilci interesov ter med delavci in roboti.

Poleg tega učinki četrte industrijske revolucije na podjetja nimajo le tehnoloških in organizacijskih posledic, ampak tudi regulativne in zakonodajne. To poglavje odraža pomembnost ureditve v nekaterih vidikih, kot so dostop do podatkov in lastništvo, odgovornost za izdelke, intelektualna lastnina, poklicna tveganja, pravice delavcev in standardizacija. Posebej je omenjen tudi management spremljevalnega procesa. V končnem delu tega poglavja so povzeta glavna priporočila v zvezi z izzivi managementa za podjetja v okviru 4. industrijske revolucije.

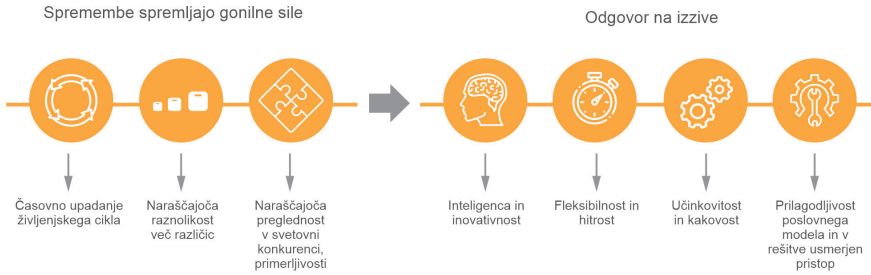
4.2 Management poslovnega modela

Četrta industrijska revolucija lahko izboljša prožnost in produktivnost podjetij, hkrati pa prinaša tveganja za konkurenčnost, trge dela in družbo.

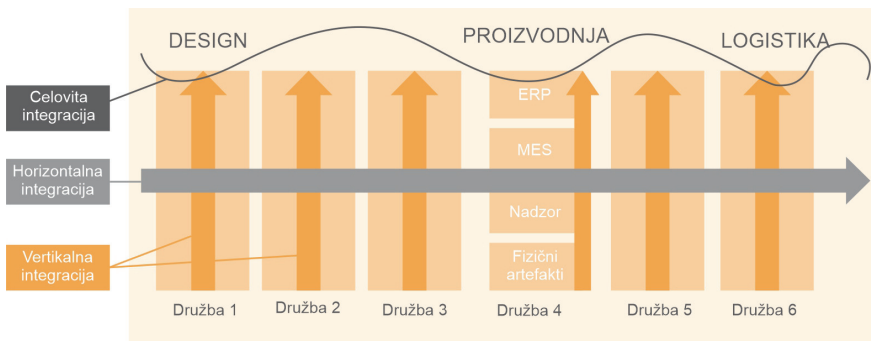
Ker je *podpora vodstva* bistvena za spodbujanje industrije 4.0 (PWC, 2014) in je management osrednji proces podjetja, spremembe v managementu tako vplivajo na vse glavne procese podjetja, kot so npr. odnosi s strankami, model sodelovanja, ustvarjanje in razvoj izdelkov ter storitev, distribucija in prodaja, finance, kakovost, administrativni in drugi podporni procesi. Izvršna raven bo npr. potrebovala neposrednejši odnos na operativni ravni, obenem bo morala ohraniti tudi povezanost s strankami. Konvencionalni sistem managementa se bo iz nadzorovanja delavcev spremenil v aktivno vključevanje le-teh, kar se razume kot medsebojni prenos znanja med upravljavsko in operativno ravno. Poleg tega je možno, da bo hierarhija managementa obstala, proces odločanja pa bo potekal s kolektivnim razumevanjem skupnega znanja. Na splošno delavci ne bodo pasivni predstavniki, temveč »delavci znanja« z aktivnejšo vlogo v organizacijah (Davies, 2017).

Z drugimi besedami, industrija 4.0 potrebuje preoblikovanje sedanjih poslovnih modelov (glej sliko 4.1) in ponovno opredelitev U₃ za podjetja. Prehod s tradicionalnega podjetja na digitalno pomeni velike tehnološke spremembe (nadgradljive informacijske sisteme, uporabo velike količine podatkov), spremembe procesa (celotni procesi) in spremembe v interakciji (s strankami, dobavitelji in drugo).

Da bi se to zgodilo, so potrebni trije različni integracijski premiki (glej sliko 4.2):



Slika 4.1 Gonilne sile sprememb (prirejeno po KPMG, 2016)

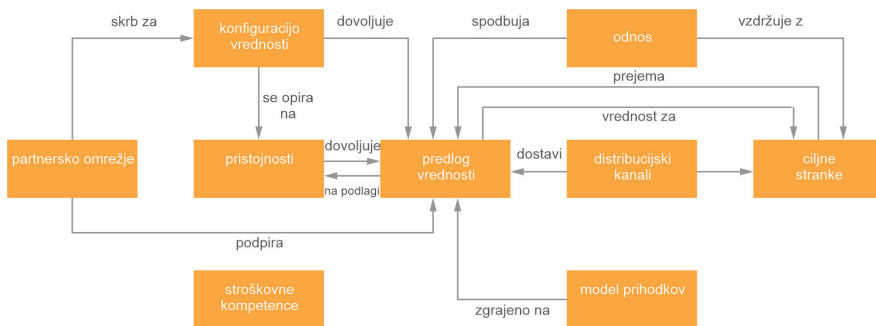


Slika 4.2 Vidiki integracije industrije 4.0 (prirejeno po Foidl in Felderer, 2016)

- vertikalna integracija in omrežni proizvodni sistemi, ki se nanašajo na ustvarjanje fleksibilnega sistema z integracijo hierarhičnih sistemov;
- horizontalna integracija z vrednostnimi omrežji, ki si prizadeva ustvariti sodelovanje med različnimi podjetji v vrednostni verigi;
- celovita digitalna integracija inženiringa v celotni vrednostni verigi.

Velika količina razpoložljivih podatkov omogoča pravočasno sprejemanje odločitev in večjo operativno agilnost. Čas življenjskega cikla se skrajšuje, preglednost pa v svetovni konkurenci postaja najpomembnejši faktor.

Da bi se podjetja soočila s spremembami, morajo v ta namen razviti zbirko orodij, ki jim omogoča kar najboljši izkoristek njihovih zmogljivosti. Bodoča proizvodnja je fleksibilna, saj vsakemu naročniku omogoči pravočasno odgovarjanje po meri, kar omogoča optimizacijo proizvodnje in virov. V tem smislu se velika količina podatkov pretvori v znanje in informacije, ki jih je mogoče uporabiti za spremljanje in pospeševanje procesa odloča-



Slika 4.3 Elementi, ki sestavljajo poslovni model (prirejeno po Christian Arnold, 2016)

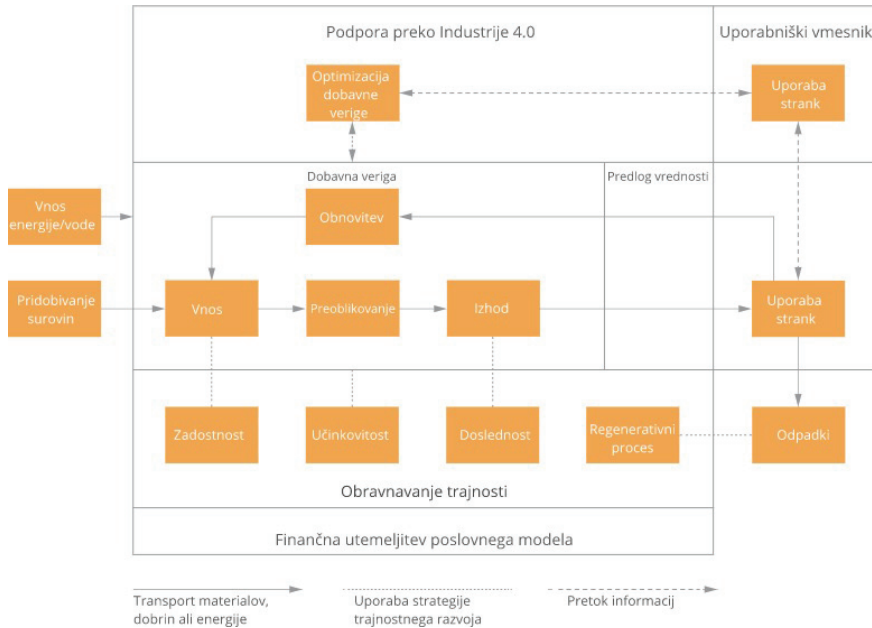
nja, povezanega z managementom pa tudi s proizvodnjo. Vpliv analize podatkov znotraj podjetja je ogromen: podatki lahko zagotovijo informacije za finančno načrtovanje, prestrukturirajo vrednostno verigo, izberejo nove partnerje, ponovno opredelijo zastavljene cilje, razvijejo nove izdelke in storitve idr. Velik izziv za menedžerje je razvoj prilagodljivega načina vodenja, ki bi omogočal uravnoteženo avtomatizacijo s povpraševanjem po variacijah, obenem pa ohranjal kakovost izdelka.

V vsakem primeru uporaba tovrstnih orodij (kot gonilna sila sprememb) implicira, da bi spremenili sedanje poslovne modele, upoštevajoč dejstva, da:

- morajo podjetja imeti jasno in diferenčno opredeljeno ponudbo vrednosti ter
- spremembe vplivajo na vsa področja in procese v podjetju (strateške, operativne in podporne procese).

V kontekstu industrije 4.0 je najvplivnejša komponenta poslovnih modelov ponudba vrednosti, zlasti zaradi uvedbe interneta stvari in analize obsežnih podatkov (Christian Arnold, 2016). Druga najvplivnejša komponenta so ključne pristojnosti, tretja pa medsektorski odnos.

Poleg tega industrija 4.0 omogoča poslovne modele, ki se poslužujejo množičnega prilagajanja (kot so montažne linije izdelkov za več modelov izdelka ali mešani modeli montažne linije z različnimi izdelki, sestavljenimi na isti liniji) in s tem namenom vključujejo *nove oblike managementa podatkov, nove organizacijske strukture in novo digitalno usmerjeno kulturo*. Prehod od množične proizvodnje na množično prilagajanje je vključeval veliko bolj integrirane vrednostne verige in prevzemanje novih tehnologij, ki podjetju omogočajo sooblikovanje in soustvarjanje. Hkrati lahko zmanj-



Slika 4.4 Povezovanje vzdržnosti in industrije 4.0 do poslovnega modela (prirejeno po Man idr., 2017)

šani stroški uvedbe novih izdelkov pomenijo nove poslovne priložnosti in višjo raven produktivnosti. Nenazadnje velja omeniti tudi ogromen pritisk, ki ga prispeva vključitev *socialnih in okoljskih dejavnikov* v novo generacijo poslovnih modelov (Stubbs in Cocklin, 2008), ob upoštevanju novih dejavnikov, kot so prakse oblikovanja izdelkov, zastarelost, vnos energije in vode, trajnostne inovacije, vpliv dejavnosti na naravne vire in podnebje, ravnanje z odpadki in drugo.

Naslednji dejavnik, ki ga je treba upoštevati pri razvoju novih poslovnih modelov, je *model storitviziacije ali proizvodnje kot storitve*, ki predstavlja konkurenčen pristop za povečanje dodane vrednosti in učinkovitejšo rabo virov. Tehnologija omogoča optimizacijo proizvodnih sistemov glede stroškov, zanesljivosti, časa, kakovosti in učinkovitosti. Distribuirana proizvodnja, virtualni dejavniki in vključevanje storitev v nove kombinacije izdelkov in storitev ponujajo nove priložnosti za manjša podjetja z znanimi ovirami za vstop na trg (European Commission, b.l.). Virtualne tovarne in mikrotovarne predstavljajo zgolj dva primera novih poslovnih modelov, ki izhajata iz integracije vseh novih dejavnikov.

Drugi ključni vidik je *management tveganj* v okviru industrije 4.0, saj je

to proces, ki podjetjem pomaga razumeti tveganja, povezana s trenutnim stanjem in pravilnim odzivom nanj. V proizvodnem sektorju so operativna tveganja povezana z managementom proizvodnega procesa, vzdrževanjem, metodami delovanja in orodji, materiali, s človeškimi viri, stroji in proizvodnimi tehnologijami ter strojnimi okoljem. Koncept industrije 4.0 ustvarja nova tveganja v smislu povezave med priključitvijo kibernetičnemu prostoru in zunanjemu izvajanju storitev. Čeprav lahko industrija 4.0 vpliva na vse procese v podjetju, je večina tveganj povezana z varnostjo informacij (Tupa idr., 2017).

Nenazadnje, novi poslovni modeli pomenijo uporabo novih modelov prihodkov (dinamično določanje cen, plačilo glede na uporabo, zaračunavanje na podlagi uspešnosti) in modelov stroškov/naložb. Čeprav se zdi, da so novi poslovni modeli zapletenejši, se lahko kompleksnost usklajevanja zmanjša z večjo fleksibilnostjo, saj se proizvodni proces razdeli na manjše enote, ki so usklajene s cilji na višji ravni (Brettel idr., 2014). Na splošno je sprememba poslovnih modelov utemeljena z enim od naslednjih ciljev: povečanjem fleksibilnosti, izboljšanjem produktivnosti, zmanjšanjem stroškov, skrajšanjem dobavnega časa in izboljšanjem kakovosti procesov.

Za spopadanje z izzivi, povezanimi s spremembami poslovnih modelov, morajo MSP popolnoma razumeti tehnologijo, zato da jo lahko absorbirajo. Obstaja nekaj novih orodij za pomoč MSP pri preizkušanju tehnologije in za vnaprejšnje poznavanje vpliva le-te nanje. Kot primer lahko vzamemo digitalna središča za inovacije (angl. *one-stop-shops* za pomoč MSP, da z uporabo digitalnih tehnologij postanejo konkurenčnejša) ali preizkusne laboratorije (platforme za testiranje in uporabo novih tehnologij). MSP potrebujejo tudi menedžerje z dvojnimi tehnološkim in upravljalnim profilom, ki lahko razumejo potencial novih tehnologij v negotovem okolju.

4.3 Izzivi zaposlovanja

Čeprav je razmerje med tehnologijo in zaposlovanjem precej zapleteno in težko predvidljivo, bosta tako organizacija dela in načrtovanje kot tudi usposabljanje ter stalno strokovno izpopolnjevanje dve ključni področji za uspešno izvajanje industrije 4.0. Zaposleni imajo spreminjajočo se vlogo, ki se giblje od operaterjev do reševalcev problemov, podjetja pa morajo vzpostaviti mehanizem za olajšavo in pospešitev tega procesa.

4.3.1 Vpliv tehnoloških sprememb na delovna mesta

Po eni strani je za pametne tovarne značilen nadzor v realnem času, ki preoblikuje celoten proizvodni proces in delavcem ponuja možnost, da ima-

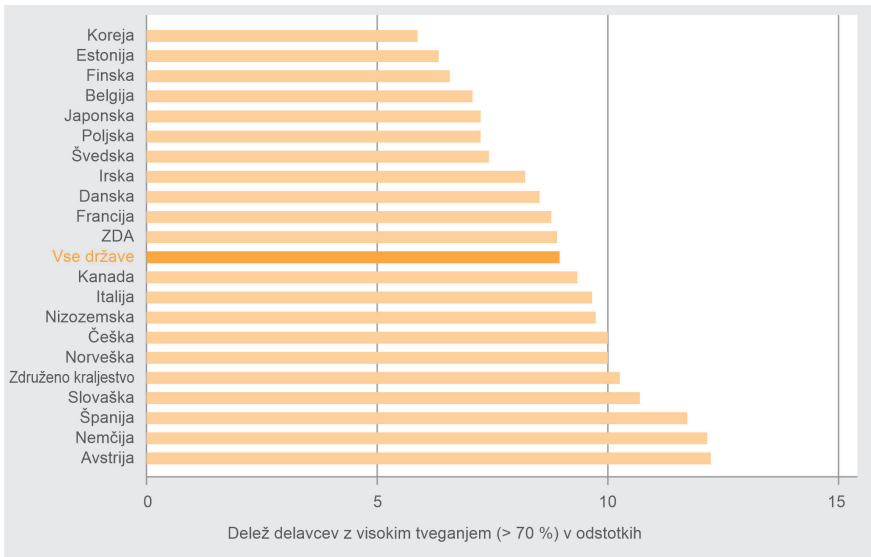


Slika 4.5 Spretnostni profil znanj industrije 4.0 (prirejeno po KPMG, 2016)

jo več odgovornosti in izboljšajo svoje poklicne kariere. Po drugi strani so proizvodni procesi vse kompleksnejši, industrija 4.0 pa korenito spremeni profile delovnih mest in kompetenc; posledično postaja usposabljanje in dolgoročno učenje vedno pomembnejše.

V skladu s KPMG (2016) potrebuje industrija 4.0 specializirane, metodološke in systemske veščine pa tudi strokovno znanje in izkušnje o strojni opremi, programski opremi in algoritmih. Pomembno je, da imamo profile, ki se spoznajo na procese organizacije, proizvodnje, tehnologije in na socialne ter čustvene sposobnosti. Razpoložljivost teh kompleksnih profilov je verjetno eden večjih izzivov, s katerim se mora industrija 4.0 soočiti, saj zahtevajo prilagoditev programov sistemov izobraževanja in usposabljanja za novo realnost.

Učinki tehnoloških sprememb na zaposlovanje so ena izmed glavnih razprav preteklega stoletja. Zgodovinsko gledano tehnološki izziv ni zmanjšal števila delovnih mest v industriji, ampak je spremenil strukturo zaposlovanja (EU Robotics, 2016). Kljub temu določeni avtorji opozarjajo, da se lahko hitrost tehnološkega napredka hitro poveča, kar lahko vodi v presežek zmogljivosti delavcev, ki so odzivni na spremembe. To v končni fazi povzroča izgubo delovnih mest (Brynjolfsson in McAfee, 2014; Frey in Osborne, 2017). Čeprav večina teh študij predvideva visoko stopnjo izgube delovnih mest za različna gospodarstva (ZDA, Nemčija, Evropska unija), nedavna študija Bonina (2015) določa, da je mogoče avtomatizirati zgolj del teh delovnih mest. Tudi na delovnih mestih, ki so zelo dovzetna za avto-



Slika 4.6 Delež zaposlenih z visokim tveganjem po državah članicah OECD (prirejeno po Arntz, 2016)

matizacijo, je težko avtomatizirati določeno nalogo. V tej študiji so avtorji ugotovili, da je samo 9 % ameriških in 12 % nemških delavcev sodelovalo pri nalogah, ki bi jih lahko avtomatizirali. Obstajajo poročila, ki beležijo podobne rezultate za države OECD (glej sliko 4.6).

Druga pomembna ugotovitev teh študij je, da se avtomatiziranost močno zmanjšuje glede na doseženo stopnjo izobrazbe in dohodek delavcev: tj. posameznikom z nizko stopnjo izobrazbe in nizkimi dohodki predstavlja največje tveganje, da jih bo nadomestila avtomatizacija.

Glavne spremembe, ki bodo vplivale na demografsko strukturo zaposlovanja, so lahko (Luenendonk, 2019):

- Postopki nadzora kakovosti (ki temeljijo na obsežnih podatkih) bodo povzročili zmanjšanje potrebe po delavcih za nadzor kakovosti in povečanje povpraševanja po podatkih, ki jih zahtevajo znanstveniki.
- Pametne naprave, opremljene s kamerami in senzorji, bodo lahko v pomoč proizvodnemu procesu, ki bo človeške delavce nadomestil z »robotskimi koordinatorji«.
- Vozila z avtomatskim pogonom bodo optimizirala logistiko in transport ter nadomestila človeške voznike.
- Ker se bo potreba po industrijskih inženirjih za simulacijo proizvod-

Foxconn, največji kitajski izvoznik visokotehnoške potrošniške elektronike, je leta 2017 začel 3-fazni načrt za popolno avtomatizacijo svoje kitajske tovarne z uporabo robotskih enot, znanih kot Foxbots. Prva faza nadomešča nevarna, ponavljajoča se ali neprijetna dela, druga izboljša učinkovitost zmanjšanja števila presežnih robotov, ki se uporabljajo v desetih proizvodnih linijah, zadnja faza pa bo avtomatizirala celotno tovarno z minimalnim številom delavcev, namenjenih za izvajanje proizvodnih, logističnih, testnih in inšpekcijskih procesov. Strategija podjetja Foxconn je v skladu s kitajsko politiko »Made in China 2025«, ki v predelovalni industriji nadomešča ljudi z roboti in tako povečuje stopnjo produktivnosti. V letu 2016 je bilo zamenjanih 60.000 tovarniških delavcev, ne samo v proizvodnih linijah, ampak v celotnih tovarnah. V februarju 2018 je podjetje napovedalo zmanjšanje delovnih mest v Tajvanu za 10.000.

nih linij povečala, se bo povečalo tudi povpraševanje po strojnih inženirjih, specializiranih za industrijsko področje.

- Tehniki vzdrževanja bi lahko izginili, saj bi jih nadomestili s pametnimi napravami, ki proizvajalcem omogočajo predvidevanje napak.
- Stroji in tehnologija se bodo prodajali kot storitev, saj bo proizvajalec vzpostavil in vzdrževal naprave.

Kljub temu zamenjava delovnih mest ni tako neposredna, kot bi lahko bila, ker v določenih primerih, kot je zdravstveno varstvo, obstaja velika prednost človeškega dela, obstajajo pa tudi drugi dejavniki, ki lahko upočasnijo tehnološke spremembe, kot so pravne ali kulturne ovire. Več nedavnih študij potrjuje dejstvo, da tehnološke spremembe ne bodo negativno vplivale na zaposlovanje (Nordhaus, 2015; Graetz in Michaels, 2015). Čeprav obstajajo naloge, kjer avtomatizacija v prometnem, logističnem, upravnem in proizvodnem sektorju predstavlja veliko tveganje, se zdi, da je glavni izziv za prihodnje zaposlovanje v strukturi delovnih mest in ne v številu le-teh ter fleksibilnosti trga dela, da se torej deležniki odzovejo na tehnološke spremembe, kar je ključnega pomena za ustvarjanje dobička. Največja grožnja zaposlovanju ni avtomatizacija, pač pa nezmožnost ohranjanja konkurenčnosti v prihodnje. S tega vidika ima izobraževalni sistem zelo pomembno vlogo pri usposabljanju spretnosti in kompetenc, ki jih stroji težko pridobijo: reševanje problemov, ustvarjalnost, socialna inteligentnost, komunikacijske sposobnosti, odprtost do novih izkušenj itd. Pomembno je razmisliti o raznolikosti in se izogniti pristopu, ki bi v okviru strategij človeških virov ustrezal vsem.

4.3.2 Vpliv tehnoloških sprememb na management človeških virov

Management človeških virov je opredeljen kot strateški pristop k učinkovitemu zaposlovanju in razvoju visoko predane in kvalificirane delovne sile

za doseganje ciljev podjetja. Upravljalci človeških virov imajo naslednje cilje:

- izboljšanje individualne učinkovitosti in uspešnosti;
- izboljšanje organizacijske učinkovitosti in uspešnosti;
- razvijanje znanja, spretnosti in kompetenc;
- krepitev človeškega potenciala in osebne rasti.

Tri glavna področja razvoja človeških virov so osebni razvoj, razvoj skupin in organizacijski razvoj (Hecklau idr., 2016). Videli smo, da uvajanje tehnoloških sprememb v podjetjih vpliva na avtomatizacijo nalog pa tudi na fizično prisotnost delavcev na delovnih mestih. Informacijske in komunikacijske tehnologije omogočajo delo na daljavo in odpirajo vrata novemu scenariju odnosov med delavci in delodajalci. V tem smislu se menedžerji iz »menedžerjev ljudi« spreminjajo v »vodje ljudi in strojev«. Ker vodilni delavci delujejo v svetu, temelječem na tehnologiji, so tudi vodilne poslovne šole osredotočene na stičišča podjetij, tehnologijo in oblikovanje predvidevanja digitalnih motenj v podjetjih (Symonds, 2018).

Glavni direktorji in upravljalci kadrovskega virov morajo biti glavna gonilna sila sprememb, ki je primer prevzemanja tehnologije v svoji delovni aktivnosti in tako ustvarja temelje, da lahko celotno podjetje nemoteno sprejme spremembe. Da bi to lahko dosegli, je potrebno razviti verodostojen scenarij o pozitivni dodani vrednosti, ki jo prinašajo tehnološke spremembe v industriji. Še pomembnejše je razvijanje ukrepov za zagotovitev posodabljanja in recikliranja profilov delavcev in izboljšanje njihove zaposljivosti v organizaciji.

V okviru industrije 4.0 želijo delodajalci izboljšati produktivnost, zmanjšati rotacijo zaposlenih, hkrati znižati stroške in inovirati. Preglednost, nadzor in komunikacija so ključni dejavniki tega procesa, posledično se delavci lahko soočajo s spremembami v zaupanju vrednem in hkrati tehnološko raznolikem delovnem okolju. Upravljalci človeških virov morajo biti odgovorni za management kulturnih sprememb dela v tehnoloških okoljih, kjer stroji predstavljajo naše nove sodelavce.

Poleg tega se pojavljajo *različne oblike organizacije dela*, ki vplivajo na odnose med delavci in delodajalci. V teh novih oblikah je pomembnejša človeška razsežnost – proizvodnja, usmerjena v delavca –, zlasti za dela, pri katerih človeka ni mogoče nadomestiti. Ti modeli so osredotočeni na delavce in vplivajo na oblikovanje delovnih mest ter dodeljevanje delovnih obremenitev. Od teh modelov se pričakuje, da bodo povečali zadovoljstvo delavcev

in zagotovili boljše delovno mesto ter varnejše delovno okolje (European Commission, b.l.). Tudi nove delovne organizacije upoštevajo omejitve delovne sile, kot je starostna meja delavcev.

Ena izmed glavnih ugotovitev v zvezi z managementom človeških virov je, da morajo podjetja poskrbeti za *zaposljivost delavcev* in ne toliko za sama delovna mesta. Po drugi strani pa so za delavce usposabljanje, nove učne metode in dolgoročno učenje ter razvoj, ključni dejavniki za doseganje tega cilja in izboljšanje sprejemanja tehnoloških sprememb v podjetju.

Za spopadanje z izzivi, povezanimi z zaposlovanjem, imajo MSP nekatere možne ukrepe, kot je npr. izvedba študije trenutnega notranjega strokovnega znanja in prihodnjih potreb, da se razkrijejo vrzeli med obema situacijama. Prav tako morajo mala in srednja podjetja ključna delovna mesta zapolniti z osebami s T-lastnostmi: ljudji s strokovnim znanjem, ki imajo hkrati osebne sposobnosti za povezovanje z drugimi področji. V vsakem primeru bodo mala in srednja podjetja potrebovala močne povezave z drugimi akterji v inovacijskem sistemu, da bi analizirala vrzeli, razvila ustrezne profile in jih vključila v notranjo organizacijo dela. V tem smislu bi univerze, raziskovalne in tehnološke organizacije, centri za poklicno usposabljanje, inovacijska vozlišča in preizkusne enote lahko bili dobri partnerji, ki bi razvili in ponudili nove vidike usposabljanja.

4.4 Izzivi sodelovanja

Odgovor na nove proizvodne izzive zahteva tesno sodelovanje med različnimi tehnologijami in različnimi sektorji ter med različnimi zainteresiranimi stranmi v celotni proizvodni vrednostni verigi na aktiven in sodelovalen način.

Za tehnologijo je sodelovanje ena glavnih komponent 4. industrijske revolucije. *Kibernetsko-fizični sistemi*, kot so pametna omrežja, avtonomni avtomobilski sistemi ali sistemi za nadzor procesov, so spremenili načine sodelovanja v sedanjih proizvodnih sistemih. Povezava med *realnim in virtualnim svetom* vpliva na procese, vgrajene sisteme, programske komponente in celo robote.

Tehnologije, kot so QR (hitro respondenčne kode), NFC (bližnja terenska komunikacija), RFID (radiofrekvenčna identifikacija), Bluetooth idr., deležnikom omogočajo, da so stalno obveščeni o stanju proizvodnje. Tako postaja sodelovanje strank in poslovnih partnerjev eden glavnih akterjev prihodnjega sistema industrijske proizvodnje.

Sprememba v *odnosih s strankami* vpliva na tržno in produktno strategijo podjetja, zato je pomembno razumeti njihove potrebe in prednostne nalo-



Rethink Robotics je podjetje s sedežem v Bostonu, ki je bilo ustanovljeno leta 2008 in je specializirano za proizvodnjo sodelujočih robotov Sawyer in Baxter, usposobljenih za delo s človeškimi delavci. Baxter je nastal leta 2012 z namenom, da bi razbil idejo o ločenem delu med roboti in delavci. Baxter je opremljen s programsko opremo Itera in tako primeren za uporabo v proizvodnem okolju. Med drugim se lahko robota »trenira« samo s premikanjem svoje roke, tako da se mu nakaže pravilno gibanje. Robot deluje s kritičnimi proizvodnimi meritvami (delno štetje, časi ciklov, hitrost, signali), ima kamere za opravljanje zahtevnih nalog s pomočjo vida in vključuje sposobnost, da s pomočjo titanovih upogibov nastavi količino sile, ki je potrebna za izvajanje posamezne naloge.

ge za vzpostavitev modela sodelovanja, ki podjetju omogoča, da opredeli pravilno ponudbo vrednosti in s tem povezan poslovni model. V kontekstu industrije 4.0 se od prvega dela procesa dostave izdelkov (faze napovedi in razvoja ideje) vključijo tudi stranke, vse do zadnje faze dostave in prodaje, pri čemer moramo upoštevati tako preference kot tudi razpoložljive podatke, povezane s potrebami in z osebnim profilom strank. Tudi priložnosti, ki jih ponuja industrija 4.0, omogočajo prilagodljiveše predloge za vrednost, katerih posledica je zagotavljanje individualiziranih proizvodov in možnost privabljanja novih strank zunaj meja industrije (Dr. Wieselhuber & Partner in Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, 2015). Vsi ti dejavniki vodijo do izboljšane, dolgoročnega, intenzivnejšega in neposrednejšega odnosa s strankami.

Tudi *sodelovanje med delavci in roboti* se zdaj odvija v skupnem delovnem okolju, tj. v istem fizičnem prostoru in v nekaterih primerih celo z glasovnimi ukazi, kot prikazuje primer »Baxter«.

V vsakem primeru pa sodelovanje pomeni nekatere izzive za prehod s centraliziranega na decentraliziran sistem nadzora tovarn, medtem ko so tisti izzivi, povezani s proizvodno varnostjo, še vedno nerazrešeni. Za spopadanje z vsemi izzivi, povezanimi z vprašljivostjo sodelovanja, morajo mala in srednja podjetja (MSP) v svoje dejavnosti vključiti procese poslovne inteligence, predvsem zato, da bi v strategijo podjetja lahko vključili ide-

je in nova znanja. Prav tako bi morala mala in srednja podjetja v svojih vrednostnih verigah deležnike (dobavitelje, stranke, konkurente itd.) upoštevati kot enakovreden del svojega podjetja in ne le kot izolirane subjekte, ločene od notranjega postopka odločanja.

Koncept odprte inovacije, opredeljen kot uporaba namenskih prilivov in odlivov znanja za pospeševanje notranjih inovacij ter širitev trgov za zunanjo uporabo inovacij (Chesbrough, 2002), ima prav tako ključno vlogo pri sodelovanju. Ker so inovacijski cikli vedno krajši, postane sodelovanje z drugimi zainteresiranimi stranmi prek posebnih platform strateška dodana vrednost za vključitev novih idej in znanja v podjetje ter povečanje števila priložnosti. Sodelovanje s tretjimi stranmi ali udeleženci je bistveno za pospeševanje prenosa tehnologij v podjetja in razvoj interdisciplinarnih ter integriranih rešitev na trgu. Prednosti odprte inovacije so jasni:

- zmanjšanje časa in stroškov inovacijskih projektov,
- vključevanje rešitev in inovacij v obliki idej, patentov, izdelkov in tehnologij,
- komercializacija izumov.

Za industrijski MSP je pomemben korak naprej in globlje iz procesa sodelovanja do akta soustvarjanja. *Soustvarjanje* razumemo kot skupno ustvarjanje vrednosti podjetja in drugih zainteresiranih strani, zlasti potrošnikov, ki s podjetjem sodelujejo pri sooblikovanju storitvene izkušnje z namenom, da bi ugodila potrošnikovim željam (Pralhad in Ramaswamy, 2004).

Kot prvi korak lahko tukaj najdemo splošni pristop (Orton, 2017):

- Vzpostavite svojo vizijo komu boste pomagali in kaj jim boste pomagali narediti/ustvariti.
- Ustvarite načrt – razčlenitev na manjše dele ali funkcije.
- Povzemite vsak del na ločenem kosu papirja – opišite vrednost posameznega izdelka vaši stranki.
- Stranki predstavite svojo vizijo – zatrdite, da je to nekaj, kar potrebuje podporo; v nasprotnem primeru vprašajte, zakaj ne in pri kakšnem opraviilu bi bila pomoč potrebna.
- Dajte svojim strankam pomešane kose in nekaj praznih listov papirja in pisalo – prosite jih, naj kose razporedijo tako, da oblikujejo popolno sliko, ki jim pomaga pri njihovi nalogi. Prosite jih, naj zavržejo dele, ki jih ne potrebujejo, in dodajo tiste, ki jih potrebujejo.

Dewalt je vodilni proizvajalec visokokakovostnih električnih orodij. Na milijone strokovnjakov se zanaša na to, da podjetje proizvaja najnovejše trajne izdelke, ki rešujejo nove izzive na delovnem mestu. Da bi lahko razumeli smer tehnologije in inovacij, mora DEWALT pridobiti več kot 10.000 končnih uporabnikov. Podjetje uporablja svojo skupnost, da spozna stranke in njihove potrebe ter zbira povratne informacije o izdelkih, embalaži in trženju. Dewalt ima tudi izum, kjer strokovni obrtniki in zveste stranke predložijo ideje za povsem nove proizvodne linije (Alida, 2016).

- Prosite jih, da začnejo izpolnjevati tudi podrobnosti – kaj bi bilo vključeno v ta del?
- Izboljšajte in ponovite.

Eden najnovejših dosežkov, ki se uporablja za industrijski MSP, je rast procesov pametne vrednostne verige, ki so opredeljeni kot novi procesi ali nove rešitve in ki prihranijo vsaj en korak v vrednostni verigi. Tako so mogoči doseganje nižjih stroškov, zmanjšanje časa in zagotovitev boljše kakovosti proizvodnje. Pametni proizvodni procesi vrednostne verige imajo neposreden vpliv na konkurenčnost proizvodnih podjetij.

Eden ključnih dejavnikov tega trenda je preglednejše tržno povpraševanje po prilagodljivejših, agilnejših in učinkovitejših proizvodnih procesih. Z vključevanjem različnih vidikov vrednostne verige v pametne proizvodne procese ali z zagotavljanjem inovativnih rešitev, ki povečujejo prilagodljivost, agilnost in učinkovitost, je znotraj verige vrednosti mogoče doseči precejšnje koristi. Različni trgi, ki jim ta trend pritiče, kažejo na velik potencial rasti.

Opredeljenih je bilo tudi več dejavnikov uspeha. Podjetja navadno ponujajo visoko inovativne rešitve, ki imajo jasno opredeljeno konkurenčno prednost pred konkurenti. Poleg tega je kombinacija zasebnega financiranja, bančnega financiranja, financiranja tveganega kapitala in javnega financiranja zagotovila dobro kombinacijo razpoložljivih sredstev. Medtem ko se nekateri še vedno borijo z iskanjem visoko usposobljenih in specializiranih delavcev, so drugi lahko privabili talente tako, da so razpisali delovna mesta za doktorje znanosti ali si na tem področju ustvarili ime.

V procesu uvajanja koncepta pametne vrednostne verige ima internet stvari s pridobivanjem podatkov o napravah in z izkoriščanjem vrednosti teh podatkov v korist podjetja glavno vlogo. Ključna točka za večino malih in srednjih podjetij bi bila, kako začeti in katere vidike morajo MSP upoštevati pred začetkom. Spodaj najdemo nekaj zanimivih vprašanj:

- Kje vidite priložnosti za avtomatizacijo poslovanja?

- Katera je specifična poslovna težava, ki jo vaša organizacija želi rešiti?
- Kako bodo stranke vključene v proces?
- Potrebujete druge akterje/podjetja/visokošolske ustanove/strokovnjake/svetovalce za pravilno izvajanje?
- Katera komponenta najbolje povzema ta projekt? Možnosti lahko vključujejo povezane operacije, daljinske operacije, analitiko napovedovanja, preventivno vzdrževanje, merjenje, internet stvari kot storitev, daljinsko vodene stroje in opremo, industrijske kontrolne cone, pametna okolja in mnoge druge.
- Ali ste identificirali večfunkcijske vodje skupin in partnerje, ki bodo sodelovali pri izvajanju rešitve interneta stvari?
- Ali imate v mislih konkreten projekt in lokacijo za vaš primer uporabe?
- Ali lahko na preprost način opišete obseg projekta, rešitev interneta stvari in poslovne težave, ki jih rešuje? Ali se lahko ta zagonski projekt sčasoma poveča in optimizira v celotnem podjetju?

V večini primerov MSP potrebujejo pomoč, ne le za odzivanje na vsa opisana vprašanja in vzpostavitev zaupanja vrednega in trdnega odnosa med enotami pametne vrednostne verige, temveč tudi za izvajanje vse tehnologije, ki je v ozadju. Poleg tehnoloških naprav, ki se uporabljajo za zajemanje in upravljanje s podatki, obstajajo še druge tehnologije, ki bodo vplivale na postopke managementa oskrbnih verig.

Glavni izzivi, s katerimi se soočajo oskrbne verige, so v tesni povezavi z izmenjavo informacij in zaupanjem. S svojimi lastnostmi blockchain in internet stvari ponujata svetle priložnosti za reševanje tovrstnih izzivov, povezanih s stalnostjo informacij, z dostopnostjo informacij, s povezavo med materialnimi ter informacijskimi tokovi kot tudi kršitvami kodeksa ravnanja in odkrivanjem goljufij.

4.5 Pravni in regulativni izzivi

Izvajanje sektorja 4.0 nima samo tehnoloških in organizacijskih posledic, ampak tudi regulativne in pravne. Regulativni okvir na evropski ravni je opredeljen z naslednjimi *pravili in priporočili*:

- Poročilo Evropskega parlamenta s priporočili Komisiji o civilnopravnih pravilih za robotiko. Vsebuje priporočila v zvezi s »pametnimi roboti«, civilnopravno odgovornostjo, z interoperabilnostjo: dostop do kode in intelektualne lastnine, kodeks etičnega ravnanja za inženirje

- robotike in kodeks za etični odbor za raziskave ter »elektronski subjekt« med drugim.
- ISO/TS 15066: 2016 – Roboti in robotske naprave, ki določajo varnostne zahteve za sodelovalne industrijske robotske sisteme in delovno okolje ter dopolnjujejo zahteve in napotke o skupnem delovanju industrijskih robotov, podane v ISO 10218-1 in ISO 10218-2. Pravilo velja za industrijske robotske sisteme, kot je opisano v standardih ISO 20218-1 in ISO 10218-2, vendar se ne uporablja za neindustrijske robote, čeprav so predstavljena varnostna načela lahko koristna tudi za druga področja robotike.
 - Sporočilo ES o krepitvi evropskega sistema za kibernetiko varnost in spodbujanju konkurenčne in inovativne industrije kibernetike varnosti, da se zagotovi zaupanje v napredne digitalne sisteme.
 - Splošna uredba o varstvu podatkov (GDPR), s katero nameravajo Evropski parlament, Svet Evropske unije in Evropska komisija okrepiti in poenotiti varstvo podatkov za vse posameznike v Evropski uniji.

Razvoj zakonodaje ni homogen v vseh državah. ZDA, Japonska in Južna Koreja so primeri držav z višjo stopnjo regulacije robotov in robotike. V Evropi se razprava osredotoča na glavna vprašanja glede pravega časa za urejanje in intenzivnosti ureditve. Glede prvega lahko zgodnja ureditev ovira tehnološki razvoj, vendar pozna ureditev ne more nadzorovati socialnih, političnih in gospodarskih posledic. Glede intenzivnosti ni soglasja glede stopnje podrobnosti regulativnih definicij, niti glede tega, ali bi morala biti ureditev trdna (pravila vezave) ali mehka (splošne smernice).

Med najpomembnejša pravna vprašanja za podjetja v digitalni dobi sodijo dostop do podatkov, odgovornost, lastništvo podatkov in oblak (Business Europe, 2017).

V zvezi z lastništvom podatkov in dostopom za neosebne podatke trenutno ni pravnega koncepta lastništva podatkov, splošna praksa pa narekuje, da se sklenejo sporazumi o pravicah do podatkov. Za vzpodbuditev prostega pretoka podatkov Evropska komisija ocenjuje oblikovanje novega pravilnika za neosebne in anonimizirane podatke. Čeprav je bila splošna uredba o varstvu podatkov pomemben korak k usklajevanju, je pomembno vzpostaviti zanesljiva pravila za mednarodni prenos podatkov. Prav tako lahko zakonodaja o varstvu podatkov napreduje na nekaj posebnih področjih, kamor sodijo: varstvo podatkov o zaposlenih, zakon o digitalizaciji energetskega prehoda in sprejetje zakonodaje o e-zdravju.

Ker so *neopredmetena sredstva* ključna gonilna sila uspeha, je lahko dodana vrednost podjetja v kraju proizvodnje (vključno z domačimi pisarnami) kraj raziskovalne dejavnosti ali pa mesto tržne dejavnosti (vključno z virtualnimi okolji). Čeprav je zaščita neopredmetenih sredstev (kot je intelektualna lastnina) ključna za preživetje podjetij v kontekstu industrije 4.0, ni enostavno in je še vedno predmet razprave KPMG (2016), kako obdavčiti podjetje na mestu, kjer se ustvarja dodana vrednost. Pri izkoriščanju intelektualne lastnine je potrebno opredeliti in spodbujati najboljše prakse z namenom spodbujanja nadaljnjega razvoja novih pristopov v proizvodnji.

Poleg tega mora podjetje delovati v danem pravnem okviru, ki ureja intelektualno lastnino in znanje, vprašanja glede podatkov, zaposlovanje, odgovornost podjetij, zunanjo trgovino ter izvoz. Zaradi naštetih razlogov morajo podjetja razviti sposobnost nudenja preprostih rešitev za vse zapletenejše pravne težave.

Na podjetja bi lahko vplivalo povečanje *davčnih stroškov za uporabo robotov*. Eden glavnih zagovornikov te zamisli je Bill Gates (Delaney, 2017), ki predlaga, naj se robotom odmeri plačevanje davkov, ki so enaki tistim, ki jih plačajo delavci. Zakonodajalci EU so leta 2017 obravnavali predlog, da se lastnikom robotov naloži plačilo usposabljanja za delavce, ki so izgubili službo. Predlog je bil zavržen in Evropski parlament je v zameno predlagal uredbo o ustvarjanju in distribuciji robotov na delovnih mestih (*Rise of the Robots: Mady Delvaux on Why Their Use Should be Regulated*, 2017). Čeprav je to vprašanje še vedno v obravnavi, obstaja resnična nevarnost povečanja socialnih neenakosti. Direktiva bi bila učinkovita v primeru da bi roboti prevzeli naloge brez ogrožanja delovnih mest.

V povezavi z drugimi vprašanji sodelovalno delo z roboti pomeni spremembe *ukrepov za preprečevanje poklicnih tveganj*, medtem ko lahko uvajanje nove tehnologije v proizvodnem okolju vključuje nove poslovne obveznosti in nova tveganja (nesreče delavcev – robotov, električni udar, opekline, stres in drugi). S tega vidika je treba v zvezi z delovno zakonodajo upoštevati nekatera pomembna vprašanja, ki neposredno vplivajo na *prave kolektivnih in individualnih delavcev*:

- uvedba *sistema kvot*, ki bi podjetja prisilila, da imajo določeno število delavcev;
- sprememba davčnih olajšav in odbitkov *socialnih prispevkov*, ki jih imajo delodajalci, da bi povečali privlačnost zaposlovanja delavcev;
- novi *ukrepi zaposlovanja in javni načrti* v robotskem gospodarskem kontekstu;

- nova ureditev pojmov delovni čas, delovne izmene in sistemizacija delovnih mest;
- zakonodaja, ki zagotavlja temeljne pravice, kot so *karierno napredovanje*, *življenjsko učenje*, *nediskriminacija*, *zasebnost in varstvo podatkov* (uporaba avdiovizualnih naprav lahko povzroči zaskrbljenost glede zasebnosti delavcev), *tehnološki ugovor vesti* (negativna reakcija delavcev na delo v robotih), svoboda sindikata in pravica do stavke.

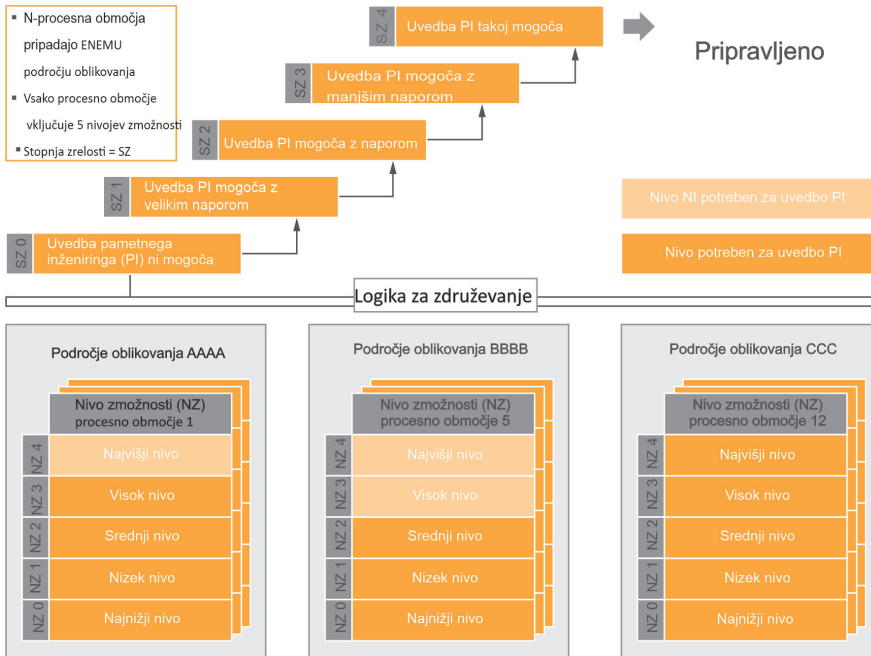
Nekatera glavna priporočila projekta rockEU (Arntz, 2016) poudarjajo, da je treba ureditev usmeriti v spodbujanje trga. Pri prehodu na drugo vprašanje je *standardizacija podatkovnih tokov* nujna za razvoj inovativnega potenciala industrije 4.0. Pametne tovarne, ki jih povezujejo med seboj povezane naprave in sistemi, morajo čim bolj povečati učinkovitost pri deljevanju virov in agilnost v proizvodnih procesih. Za uresničitev tega cilja je treba imeti sistem strank, dobaviteljev in partnerjev, ki v realnem času komunicirajo z varnimi in integriranimi informacijami; zato je potrebno standardizirati kroženje podatkovnih pozivov. Nekateri sektorji, kot sta evropski letalska in vesoljska industrija, so že sprejeli ta sklep in ustvarili platformo za izmenjavo informacij v celotni vrednostni verigi (Rizk, 2016).

Evropska komisija je za učinkovito standardizacijsko okolje digitalnih tehnologij opredelila pet prednostnih področij prizadevanj za standardizacijo: 5G, računalništvo v oblaku, internet stvari, tehnologije podatkov in kibernetsko varnost. Ta poudarek bi bil podprt z mehanizmom izvajanja, ki bi temeljil na rednem spremljanju s strani Komisije, dialogu Komisije z vsemi zainteresiranimi stranmi, sodelovanju z organizacijami za standardizacijo in okrepljenem mednarodnem delovanju.

Z vidika MSP je vpliv na fiskalni, pravni in regulativni sistem neznatn, vendar lahko z uporabo učinkovitega sistema za nadzor trga in tehnologije predvidijo spremembe in trende v prihodnosti. Če bodo MSP vedela, kaj se bo zgodilo v bližnji prihodnosti v regulativnem/fiskalnem/pravnem okolju, bodo z ustreznimi sredstvi pripravljena na soočenje z novimi razmerami. Po drugi strani pa imajo MSP možnost, da se združijo v večje korporacijske strukture (sektor ali industrijo ali poklicna združenja) z namenom, da se njihov glas sliši pri drugih zainteresiranih straneh.

4.6 Izzivi spremljanja in nadzora

Stalno spremljanje je ena od ključnih kompetenc tovarne prihodnosti, saj bodo podjetja v stalnem procesu strateškega premeščanja s strukturnimi spremembami in stalnim izboljševanjem.



Slika 4.7 Vodstvene zmogljivosti industrijskega procesa (prirejeno po Moeuf idr., 2018)

Ponudba izdelkov in storitev je močno usmerjena v podatke in temelji na zbiranju, spremljanju in analizi procesov ter odpira vrata novim in inovativnim konceptom, kot je *predvidevanje vzdrževanja*, da s tem preprečijo težave v proizvodnji. Sistem za spremljanje, opremljen s senzorji, ki ustvarjajo ogromno podatkov o procesih, lahko te podatke primerja z zgodovinskimi, razkrije vzorce in je sposoben napovedati napake ali ranljivosti v proizvodnem okolju (analiza vibracij za odkrivanje napak, neuravnoteženosti in druge napake, infrardeče tehnike za zaznavanje težav v električnih mehanizmih itd.). Sprožijo se lahko hitri ukrepi, ki bodo povečali zanesljivost proizvodnega procesa.

Stroji lahko celo zagotavljajo diagnozo na daljavo in ponujajo vzdrževalne storitve s svojih lokacij, ti podatki pa so lahko koristni tudi za poznavanje pogojev delovanja strojev in za učenje iz tovrstnih podatkov (Khan in Turowski, 2016).

Na operativni ravni se lahko podatki prenašajo v realnem času in lahko vključujejo proizvodna naročila, nadzor proizvodnje (ključne proizvodne metrike), vzdrževalne potrebščine, analizo podatkov ali pa se izvede kartiranje toka virtualnih vrednosti (Davies, 2017).

Po analitičnem okviru, ki so ga pripravili Moeuf idr. (2010) (glej sliko 4.7), se lahko za spremljanje in nadzor določijo štiri ravni vodstvenih zmogljivosti:

- Globalno spremljanje proizvodnega sistema s priključenimi napravami. Funkcija spremljanja ima lahko tudi obliko zgodovinske analize, ki se uporablja za namene odločanja. To je najlažja vodstvena zmogljivost, ki jo je mogoče doseči v industriji 4.0.
- Nadzor, ki temelji na preteklih podatkih za odkrivanje situacij, ki zahtevajo odločitev z opozorilom. Nadzor podpira interakcijo zaposlenih s sistemom z uporabo zgodovinskih podatkov in vnaprej določenih pragov.
- Optimizacija v realnem času z uporabo podatkov monitoringa, modelov sistemov in simulacijskih sistemov. Ta raven je namenjena izboljšanju sistemov in procesov in se lahko doseže s številnimi pristopi. Zmogljivosti spremljanja, nadzor in optimizacija v realnem času so združeni v kombinaciji, da bi dobili višjo stopnjo optimizacije, npr. z uporabo sistemov, ki se lahko učijo samostojno od lastnega ravnanja in se prilagajajo kot funkcija dobljenih rezultatov.

Vse te ravni se lahko uresničijo z uporabo različnih tehnologij, kot so obsežni podatki, simulacije, avtonomni roboti, internet stvari, kibernetsko-fizični sistemi (KFS), računalništvo v oblaku, virtualna resničnost, komunikacija stroj – stroj in kibernetska varnost.

Da bi se soočili s tem izzivom, bi morala imeti mala in srednja podjetja formalni proces spremljanja s ključnimi kazalniki uspešnosti, ki so povezani s podjetjem, bolj strateške dejavnosti in popolno prepletenost s preostalimi procesi v podjetju. Na ta način bodo MSP lahko sprejemala ozaveščene odločitve o sedanji in prihodnji dejavnosti ter računala na natančne informacije za sprejemanje strateških odločitev na srednji in dolgi rok.

4.7 Glavne ugotovitve in priporočila

- *4. industrijska revolucija* predvideva združitev med fizičnim in virtualnim svetom. Mreženje in preglednost sta osnova paradigme industrije 4.0, ki prestavlja proizvodnjo iz »centraliziranega« v »lokalno« v prehodu od centralnih sistemov managementa proizvodnje k lokalnim obveščevalnim sistemom z izboljšano osnovo za sprejemanje odločitev.
- V tem kontekstu so *tovarne postale »pametne«* z izboljšanimi procesi,

ki so vključeni v proizvodnjo, inženiring, oskrbno verigo. management življenjskega cikla ter v popolnoma nov pristop proizvodnje. Pametne tovarne imajo vgrajene proizvodne sisteme, ki so vertikalno povezani v mrežo s sistemi, ki ne proizvajajo, in horizontalno integrirani v omrežje za vrednotenje po celotni vrednostni verigi. To omogoča prilagoditev izdelka in agilnejšo proizvodnjo, kar pomeni inovativne poslovne modele v zvezi z novimi predlogi o vrednosti in učinkovitejšimi poslovnimi praksami.

- Industrija 4.0 potrebuje *preoblikovanje sedanjih poslovnih modelov* in ponovno opredelitev ponudbe vrednosti za podjetja. Prehod s tradicionalnega podjetja na digitalno pomeni velike tehnološke spremembe, spremembe v procesu in spremembe v interakciji. To vključuje tri vrste integracijskih gibanj: vertikalno integracijo in omrežne proizvodne sisteme, horizontalno integracijo prek vrednostnih omrežij in celostno digitalno integracijo inženiringa v celotni vrednostni verigi.
- Sprememba poslovnih modelov je utemeljena z enim od naslednjih ciljev: povečanjem fleksibilnosti, zmanjšanjem stroškov, izboljšanjem produktivnosti, skrajšanjem dobavnega časa in/ali izboljšanjem kakovosti procesov.
- Ker je podpora najvišjemu managementu bistvena za spodbujanje industrije 4.0 in je *management osrednji proces podjetja*, spremembe v managementu vplivajo na vse glavne procese podjetja. Velik izziv za menedžerje je, da razvijejo prilagodljivo vodenje, ki vodi do avtomatizacije ravnovesja s povpraševanjem po različicah in obenem ohranja kakovosten izdelek.
- Krizni management je proces, ki podjetjem pomaga razumeti tveganja, povezana s trenutnim stanjem, in jim pomaga najti ustrezne rešitve zanje. V proizvodnem sektorju so operativna tveganja povezana z managementom proizvodnih procesov, vzdrževanjem, metodami delovanja in orodji, materialom, s človeškimi viri, stroji, proizvodnimi tehnologijami ter strojnimi okolji. Koncept industrije 4.0 ustvarja nova tveganja, povezana s korelacijo med spletnim prostorom in zunanjim izvajanjem storitev. Čeprav lahko industrija 4.0 vpliva na vse procese družbe, *je večji delež tveganj povezan z informacijsko varnostjo*.
- Za spopadanje z izzivi, povezanimi s spremembami poslovnih modelov, morajo MSP popolnoma razumeti tehnologijo, zato da jo lahko absorbirajo. Obstaja nekaj novih *orodij za pomoč MSP pri preizkušanju tehnologije* in za vnaprejšnje poznavanje, kako lahko tehnologija vpliva nanje, npr. digitalna središča za inovacije (angl. *one-stop-shops* za

pomoč MSP, da postanejo konkurenčnejša z uporabo digitalnih tehnologij, ali preizkusne laboratorijske platforme za testiranje in uporabo novih tehnologij). MSP potrebujejo tudi menedžerje z dvojnimi tehnološkim in managerskim profilom, ki lahko razumejo potencial novih tehnologij v negotovem okolju.

- Industrija 4.0 korenito spreminja profile delovnih mest in kompetenc. Delavci imajo *spreminjajočo se vlogo, od operaterjev do reševalcev problemov*.
- Avtomatizacija se močno zmanjša glede na ravni izobrazbe in dohodkov delavcev: pri osebah z nizko stopnjo izobrazbe in nizkimi dohodki obstaja največje tveganje avtomatizacije.
- Vodstvo se iz »menedžerjev ljudi« spreminja v »vodje ljudi in strojev«. Ker vodilni delavci delujejo v svetu, ki temelji na tehnologiji, so vodilne poslovne šole osredotočene na stičišče *podjetij, tehnologije in oblikovanja*, da bi predvidele digitalne motnje v podjetjih. V tem smislu največja grožnja za zaposlovanje ni avtomatizacija, pač pa *nezmožnost ostati konkurenčen v prihodnosti*.
- Podjetja morajo poskrbeti za *zaposljivost delavcev in ne za delovna mesta*. Usposabljanje, nove učne metode in dolgoročno učenje ter razvijanje pa so ključni dejavniki za doseganje tega cilja in izboljšanje sprejemanja tehnoloških sprememb v podjetju s strani delavcev.
- Pojavljajo se *različne oblike organizacije dela*, ki vplivajo na odnose med delavci in delodajalci. V teh novih oblikah je najpomembnejša človeška razsežnost – proizvodnja, usmerjena v človeka –, posebej za dela, v katerih človeškega dela ni mogoče nadomestiti. Ti modeli, osredotočeni na delavce, vplivajo na oblikovanje delovnih mest in dodeljevanje delovne obremenitve, od njih se pričakuje, da bodo povečali zadovoljstvo delavcev in zagotovili boljše ter varnejše delovno mesto.
- Za spopadanje z izzivi, povezanimi z zaposlovanjem, imajo MSP nekatere možne ukrepe, kot je *izvedba študije trenutnega notranjega strokovnega znanja in prihodnjih potreb*, da se razkrijejo vrzeli med obema situacijama. Prav tako morajo mala in srednja podjetja zapolniti ključna delovna mesta z osebami, ki imajo T-lastnosti: ljudje s strokovnim znanjem, ki imajo hkrati osebne sposobnosti za povezovanje z drugimi področji znanja. V vsakem primeru bodo mala in srednja podjetja potrebovala tesne povezave z drugimi akterji v inovacijskem sistemu, da bi analizirala vrzeli, razvila ustrezne profile in jih vključila v notranjo organizacijo dela. V tem smislu bi lahko bile univerze, raziskovalne in tehnološke organizacije, centri za poklicno usposab-

- ljanje, inovacijska vozlišča in preizkusne enote dobri partnerji, kjer bi se razvili in ponudili vidiki usposabljanja.
- Odgovor na nove proizvodne izzive *zahteva tesno sodelovanje in odprto inoviranje* med različnimi tehnologijami in različnimi sektorji ter med različnimi zainteresiranimi stranmi v celotni proizvodni vrednostni verigi, ki je vključena na aktiven in sodelovalen način.
 - Za spopadanje z vsemi izzivi, povezanimi z vprašanji sodelovanja, morajo mala in srednja podjetja v svoje dejavnosti vključiti *procese poslovne inteligence*, da lahko ideje in nova znanja vključijo v strategijo podjetja. Prav tako bi morala mala in srednja podjetja deležnike v svojih vrednostnih verigah (dobavitelje, stranke, konkurente itd.) upoštevati kot del svojega podjetja in ne le kot izolirane subjekte, ločene od notranjega postopka odločanja.
 - Nekatera najpomembnejša pravna vprašanja za podjetja v digitalni dobi so dostop *do podatkov, odgovornost, lastništvo podatkov in tehnologija oblaka*.
 - MSP lahko predvidevajo spremembe in prihodnje trende z uporabo učinkovitega sistema *za nadzor trga in tehnologije*. Če bodo MSP vedela, kaj se bo zgodilo v bližnji prihodnosti v regulativnem/fiskalnem/pravnem okolju, bodo z ustreznimi sredstvi pripravljena za soočanje z novimi razmerami. Po drugi strani pa imajo MSP možnost, da se združijo v večje korporacijske strukture (sektor ali industrijo ali poklicna združenja), da se njihov glas sliši pred drugimi interesnimi skupinami.
 - Stalno spremljanje procesov je ena od ključnih kompetenc tovarne prihodnosti, saj bodo podjetja v stalnem procesu strateškega repositioniranja s strukturnimi spremembami in stalnim izboljševanjem. Ponudba izdelkov in storitev je močno usmerjena v podatke in temelji na *zbiranju, spremljanju in analizi procesov* ter odpira vrata novim in inovativnim konceptom, kot je predvidevanje vzdrževanja, da se preprečijo težave v proizvodnji. V tem smislu bi morala mala in srednja podjetja izkazovati formalni proces spremljanja s ključnimi kazalniki uspešnosti, ki so povezani s podjetjem, bolj strateške dejavnosti in popolno prepletenost s preostalimi procesi v podjetju.

Sodelovanje med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji

Gianluca Rossi

Rak-rana, obenem pa velik neizkoriščen potencial za EU predstavlja sodelovanje gospodarstva oz. celotne družbe z institucijami znanja (univerze, inštituti ipd.). Politika EU, kot tudi mnogi njeni programi dajejo v zadnjem desetletju temu področju velik poudarek. Koncepti sodelovanja se intenzivno razvijajo, a le sramežljivo postajajo realnost. Prav zato menimo, da je to poglavje eno ključnih za uspešnost gospodarstva, tudi zato, ker prinašajo prebojne inovacije. Obenem pa izziv za obe strani, da kljub različnosti razvijeta kulturo medsebojnega razumevanja, priznavanja in ob družbeno odgovornem angažiranju najdeta pravi Modus operandi.

5.1 Uvod

Največji izziv za evropska mala in srednje velika podjetja (MSP) v inženirskem sektorju je t. i. »pametna industrija«, ki jo razumemo kot inteligentne komponente in sisteme, ki temeljijo na informacijski tehnologiji, na vseh področjih oskrbe, proizvodne in distribucijske verige. Prispevek visokošolskih izobraževalnih ustanov, s svojim znanjem in raziskavami, predstavlja pomembno podporo dobri pripravljenosti podjetij. Po drugi strani pa mora osebje malih in srednje velikih podjetij razviti znanja, spretnosti in kompetence, skupaj s posebnimi pedagoškimi pristopi, prilagojenimi njihovim proizvodnim procesom in poslovnemu življenju. V tem kontekstu je model sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji eno najpomembnejših orodij, ki bi jih MSP lahko uporabila, da bi postala »pametna«, povečala svojo konkurenčnost in izboljšala svoj položaj na trgu.

Cilji tega poglavja so:

- opredeliti model sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji,
- pojasniti, kako Evropska komisija spodbuja in podpira model sodelovanja med izobraževalnimi ustanovami ter podjetji,

- pokazati, zakaj bi morale visokošolske izobraževalne ustanove in MSP sodelovati: v tem podpoglavju bodo predstavljene vloge univerz in podjetij ter prednosti in slabosti tega sodelovanja,
- predstaviti model sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji, ki je prilagojen projektu SMeART,
- predstaviti primere najboljših praks modelov sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji na področju pametne industrije na evropski ravni.

5.2 Opredelitev modela sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji

Kot sodelovanje med univerzami in podjetji definiramo vse vrste neposrednih in posrednih, osebnih in neosebnih interakcij med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji za vzajemno in obojestransko korist, katerih cilj sta izmenjava znanja v inovacijskih procesih ter prenos tehnologije intelektualne lastnine, publikacij, skupnih raziskav, mobilnosti in usposabljanja (European Commission, 2011).

Bistvo uspešnega sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji je medsebojno razumevanje in upoštevanje ciljev drug drugega, medsebojno pa lahko sodelujejo na naslednja načina:

- podjetja znanja, ki jih razvije akademski raziskovalec, uporabijo za razvoj inovacij;
- univerze znanja podjetja uporabijo za namene izobraževanja in nadaljevanje raziskav.

Tesno sodelovanje visokošolskih izobraževalnih ustanov in MSP lahko univerzam pomaga pri povečanju zmogljivosti za prenavo in obnovo raziskav, podjetjem pa pri pridobivanju in ohranjanju konkurenčnosti nacionalnega gospodarstva, prispeva h gospodarskemu razvoju na različnih ravneh (regionalni, nacionalni in evropski) in izpolnjuje zahteve trga dela za zagotavljanje ustrežnejšega znanja in spretnosti. Dejavniki, ki vplivajo na model sodelovanja med univerzami in podjetji, so naslednji:

- *Razmerje* med univerzo in podjetjem: visokošolske izobraževalne ustanove in podjetja delujejo v sodelovanju in vzajemno koristnem odnosu. Na splošno je medsebojno zaupanje v sodelovanje med univerzami in podjetji večje v velikih podjetjih (sledijo jim srednje velika in mala podjetja), ki so bolj pripravljena sodelovati z visokošolskimi

izobraževalnimi ustanovami. Njihovo sodelovanje je pogosto dolgotrajno, kar omogoča oblikovanje zaupanja in zavezanosti med dvema zainteresiranimi stranema. Vzajemno zaupanje in zavezanost je dejavnik, ki v veliki meri spodbuja sodelovanje z univerzami med tistimi podjetji, ki že imajo velik obseg tovrstnega sodelovanja.

- *Stebri* sodelovanja med univerzami in podjetji: strategije, strukture in pristopi, dejavnosti, okvirni pogoji.
- *Ovire, gonilne sile in situacijski dejavniki*, ki vplivajo na sposobnost visokoškolskih izobraževalnih ustanov za sodelovanje:
 1. Gonilne sile, ki pospešujejo sodelovanje med podjetji in visokoškolskimi ustanovami, so naslednje:
 - obstoj medsebojnega zaupanja in zavezanosti,
 - obstoj skupnih motivov,
 - predhodni odnosi z visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami,
 - interes visokoškolskih izobraževalnih ustanov za dostop do praktičnega znanja,
 - geografska bližina visokoškolskih izobraževalnih ustanov,
 - dostop do raziskovalnih in razvojnih zmogljivosti visokošolske izobraževalne ustanove,
 - finančna sredstva za delo z visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami,
 - prilagodljivost visokoškolskih izobraževalnih ustanov.
 2. Glavne ovire, s katerimi se podjetja srečujejo v sodelovanju z visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami, so:
 - birokracija znotraj ali zunaj visokošolske izobraževalne ustanove: birokracija na univerzi je pomembna in včasih zahtevane formalnosti vzamejo preveč časa, kar lahko v nekaterih primerih upočasni, ali celo ustavi sodelovanje; birokracija zahteva veliko časa, česar si hitro spreminjajoči trg dela ne more privoščiti,
 - različni časovni okvirji med visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji,
 - težave pri iskanju ustreznih oseb znotraj visokoškolskih izobraževalnih ustanov,
 - različne motivacije in vrednote med visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji: različne metode komuniciranja in jezikovne ovire med tema dvema sektorjema,

- omejena sposobnost prenosa znanja,
 - trenutna finančna kriza.
3. Situacijski dejavniki, ki vplivajo na obseg opravljenega sodelovanja med univerzami in podjetji, so starost, spol, delovna doba na visokošolskem zavodu, delovna doba v podjetju (angl. *years in business*), vrsta visokošolske izobraževalne ustanove, sektor podjetja in država.

Obstaja 8 različnih načinov sodelovanja visokošolskih izobraževalnih ustanov in podjetij:

1. sodelovanje na področju raziskav in razvoja,
2. mobilnost akademikov,
3. mobilnost študentov,
4. komercializacija rezultatov raziskav in razvoja,
5. razvoj in izvajanje učnega načrta,
6. vseživljenjsko učenje,
7. podjetništvo,
8. management.

Uspešno sodelovanje visokošolskih izobraževalnih ustanov, v sinergijskih odnosih z vladami in podjetji, velja za idealno gonilo gospodarstev in družb, ki temeljijo na znanju. Sodelovanje med univerzami in podjetji pri naša koristi za vse akterje, ki so vključeni v model:

- za študente: izboljšanje učenja (angl. *learning experience*), povečanje spretnosti in razvoj diplomantov, izboljšanje zaposljivosti bodočih diplomantov;
- za visokošolske izobraževalne ustanove: doseči poslanstvo visokošolske izobraževalne ustanove; povečanje ugleda akademikov na teh področjih; izboljšanje raziskav;
- za podjetja: izboljšanje uspešnosti poslovanja;
- za družbo: izboljšanje lokalnega zaposlovanja, doseči korist za lokalno industrijo, izboljšanje regionalne produktivnosti; ustvarjanje različnih socialnih in rekreacijskih koristi.

Nekateri rezultati, ki jih je mogoče pripisati uspešnemu sodelovanju med univerzami in podjetji, vključujejo izboljšanje izobraževanja in prihodnjih zaposlitvenih možnosti za študente, izpeljavo raziskavo v okviru visokošolskih izobraževalnih ustanov ter prenos znanja in raziskav v skupnost.

Poleg tega obstajajo posredni rezultati, vključno s podporo pri oblikovanju gospodarstva znanja ter podporo lokalnim podjetjem, ustvarjanju delovnih mest, spodbujanju gospodarske rasti in povečanju življenjskega standarda.

5.3 Kako Evropska komisija podpira sodelovanje med visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji

V zadnjih desetih letih se v državah članicah čedalje bolj uveljavlja nov pomen univerz za družbeni in gospodarski razvoj. To priznavajo strategija za rast Evropa 2020, še zlasti pa razvijajoče se strategije »pametnih specializacij« v vsej Evropski uniji pri pripravi naslednjega kroga strukturnih skladov, ki poudarjajo večjo vlogo univerz, ne samo v smislu ponudbe (raziskav in spretnosti), ampak tudi pri podpori povpraševanja s krepitvijo zmogljivosti in podporo pri managementu regionalnih inovacij.

Na podlagi študije Generalnega direktorata za izobraževanje in kulturo se je v zadnjem desetletju povečal trend eksplicitne vključenosti univerz v regionalne strategije, univerze pa naj bi prevzele formalnejšo vlogo v regiji, kot je izraženo v njihovih izjavah o poslanstvu. Sodelovanje med visokoškolskimi ustanovami in podjetji je, z nekaterimi izjemami, v Evropi še vedno v začetni fazi razvoja. Na sodelovanje univerz in podjetij v Evropi vplivajo številni dejavniki, vključno z zaznavanjem koristi, ki jih prinaša sodelovanje, ter ovirami in dejavniki sodelovanja (European Commission, 2014b).

Kot je poudarjeno v programu za posodobitev evropskih visokoškolskih sistemov, bi bile lahko ovire za sodelovanje med univerzami in podjetji naslednje:

- Visokošolske izobraževalne ustanove v Evropi ne zagotavljajo dovolj ljudi s pravimi veščinami za sodobno družbo. Premalo diplomantov zaključi visokošolsko izobraževanje z veščinami na področjih z velikim povpraševanjem (strokovnjaki za znanost, tehnologijo in inženiring, IKT-strokovnjaki, itd.) in preveč jih visokošolsko izobraževanje zaključi s slabimi osnovnimi veščinami ter omejenimi mehкими veščinami, pomembnimi za delo (kot so kritično mišljenje, reševanje problemov, komunikacija itd.).
- Visokošolski zavodi ne prispevajo dovolj k inovacijam v krajih, kjer se nahajajo. Evropske univerze v vodilnih mednarodnih raziskavah zaostajajo za konkurenti v ZDA. Prepogosto so tudi izključene iz podjetij in javnih služb, kar pomeni, da njihovih učnih in raziskovalnih dejavnosti ne izkoriščajo za prispevanje koristi okoliškemu območju.

- Sistemi visokošolskega izobraževanja niso organizirani in financirani na način, ki bi omogočal najboljše rezultate. Financiranje in sistemi kakovosti premalo spodbujajo osebe in vodje institucij, da bi zagotovili dobro poučevanje, sodelovali s podjetji na področju inovacijskih projektov in vzpostavili povezave z družbo (European Commission, 2017).

V skladu s strateškim načrtom Evropa 2020, lizbonsko agendo in agendo posodobitve evropskih univerz je Evropska unija priznala pomen vloge visokošolskih izobraževalnih ustanov (prek izobraževanja, raziskav in inovacij) pri prenosu znanja na družbo in njihovem bistvenem prispevku h konkurenčnosti Evrope. Potreba po tesnejšem sodelovanju med univerzami in poslovnim svetom je jasna, saj je UBC dokazal, da zagotavlja vrsto prednosti in ugodnosti za visokošolske izobraževalne ustanove, študente, podjetja in družbo.

Evropska komisija podpira povezave med visokošolskim izobraževanjem in podjetji, na evropski ravni, s številnimi pobudami. Tesnejše povezave med podjetji in akademskim svetom:

- spodbujajo prenos in izmenjavo znanja,
- ustvarjajo dolgoročna partnerstva in priložnosti.

5.4 Spodbujanje inovacij, podjetništva in ustvarjalnosti

Evropska komisija spodbuja sodelovanje med univerzami in podjetji z dveh pomembnih pobudama:

1. *KA2 Sodelovanje za inovacije in izmenjavo dobrih praks – koalicije znanja* v okviru programa Erasmus+. S sredstvi, rezerviranimi za ta program, imajo visokošolske izobraževalne ustanove in MSP možnost sodelovanja za:
 - *spodbujanje inovativnosti* v visokošolskih izobraževalnih ustanovah ter malih in srednje velikih podjetjih pri razvoju in izvajanju novih metod poučevanja in učnih metod (kot so novi multidisciplinarni učni načrti, poučevanje, osredotočeno na učenca, ter poučevanje, ki temelji na reševanju problemov); organiziranje nadaljnjih izobraževalnih programov in dejavnosti s podjetji ter znotraj njih; razvoj rešitev za zahtevna vprašanja, inovacije izdelkov in postopkov, ki vključujejo vse akterje;

- *spodbujanje podjetništva in podjetniških veščin* učiteljev visokošolskih izobraževalnih ustanov in zaposlenih v podjetjih: ustvarjanje shem za učenje medpodročnih veščin (angl. *transversal skills*) in uporabo v visokošolskih programih, razvitih v sodelovanju s podjetji, katerih cilj je krepitev zaposljivosti, ustvarjalnosti in novih poklicnih poti; uvajanje podjetniškega izobraževanja v katerikoli disciplini, da študentom, raziskovalcem, osebju in učiteljem zagotovijo znanje, spretnosti in motivacijo za podjetniške dejavnosti; ustvarjanje priložnosti s praktično uporabo podjetniških veščin, ki lahko vključujejo in/ali vodijo h komercializaciji novih storitev, izdelkov in prototipov;
- *spodbujanje in lajšanje izmenjave in pretoka znanja* med univerzo in podjetji s pomočjo: dejavnosti v podjetjih, ki so povezana s študijskimi področji ter so v celoti vključena v kurikulum in priznana; vzpostavitev preskusnih in testnih inovativnih ukrepov; izmenjave študentov, raziskovalcev, učiteljskega osebja in zaposlenih v podjetju; vključevanje zaposlenih v podjetju v poučevanje in raziskave.

2. *HEInnovate* je brezplačno orodje za samoocenjevanje za vse vrste visokošolskih izobraževalnih ustanov, ki ga izvajajo in podpirajo Evropska komisija, GD za izobraževanje in kulturo ter OECD LEED Forum in ga sestavlja skupina šestih neodvisnih strokovnjakov. Orodje visokošolskim izobraževalnim ustanovam omogoča, da ocenijo svojo institucijo z uporabo številnih izjav, povezanih z njenimi podjetniškimi dejavnostmi, vključno z vodenjem, s kadrovanjem in povezavami s podjetji. Na voljo so obsežna usposabljanja in podporni materiali, vključno s praktičnimi študijami primerov, ki podpirajo delavnice in nadaljnji razvoj v instituciji.

Potrebno je tudi celovitejše razumevanje tega, kar prispeva k uspešnemu sodelovanju med univerzami in podjetji in kar je treba priznati v drugih financiranih projektih. Pregled programov financiranja bi poudaril potrebo, da projekti gradijo na obstoječih odnosih med univerzami in podjetji, ki so že dosegli dokazane rezultate.

5.5 Zakaj bi univerze in podjetja sodelovali?

V zadnjem desetletju so imele univerze novo vlogo v gospodarstvu in družbi zaradi odnosov s podjetji in z različnimi deležniki na lokalni, regionalni in nacionalni ravni. Univerze so poleg svojih osnovnih funkcij, poučevanja

in raziskav, razvile še tretjo, komercializacijo, kjer je partnerstvo z industrijo najpomembnejši element.

Univerze so zainteresirane predvsem za izvajanje temeljnih raziskav v praksi, podjetja pa se zanimajo za aplikativne raziskave, iskanje novih izdelkov in storitev, ki temeljijo na znanstvenih odkritjih.

Sodelovanje med univerzami in podjetji je gonilo gospodarstev in družb, ki temeljijo na znanju, in je še posebej potrebno v evropskem prostoru. Tovrstno sodelovanje ogrožajo povečana svetovna konkurenca, odprte gospodarska vprašanja in visoka stopnja brezposelnosti.

Rezultati, ki so posledica uspešnega sodelovanja med univerzami in podjetji, vključujejo:

- izboljšanje konkurenčnosti podjetij,
- povečanje pomembnosti in inovativnosti raziskav v visokošolskih ustanovah,
- ustvarjanje delovnih mest,
- spodbujanje gospodarske rasti,
- povečanje življenjskega standarda,
- kakovostnejše življenje.

Sodelovanje na področju raziskav (vključno s sodelovanjem na področju raziskav in razvoja, svetovanjem podjetjem, mobilnostjo osebja) je glavna dejavnost sodelovanja med univerzami in podjetji v večini visokošolskih izobraževalnih ustanov in v industrijskem sektorju. Vendar bi lahko visokošolske izobraževalne ustanove in podjetja sodelovali tudi na naslednjih področjih (Dan, 2013):

- *izobraževanje*: sooblikovanje učnega načrta in kurikuluma (angl. *curriculum co-delivery*), mobilnost študentov, dvojni izobraževalni programi, vseživljenjsko učenje;
- *valorizacija*: komercializacija raziskav in razvoja, akademsko podjetništvo, študentsko podjetništvo;
- *vodenje*: management, skupni viri (angl. *shared resources*), podpora univerzam

Kljub temu pa se premalo zavedamo vseh načinov sodelovanja med univerzami in podjetji ter njihovega medsebojnega povezovanja, zlasti v zvezi s poklicno mobilnostjo in z izobraževalnimi dejavnostmi (načrtovanje in izvajanje učnega načrta, vseživljenjsko učenje in študijski programi) ter sodelovanjem pri vrednotenju in managementu.

Pomanjkanje ozaveščenosti o načinih sodelovanja visokoškolskih izobraževalnih ustanov s podjetji najdemo tudi na področju pametnega inženiringa. Poročilo o potrebah izobraževalnih in poslovnih svetovalcev za MSP v Evropi, realizirano v okviru projekta SM eART, kaže, da približno polovica anketiranih podjetij ni v stiku z nobenimi visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami, kar velja zlasti za mikro in mala podjetja, in če bi bila v stiku z visokoškolskimi ustanovami, bi lahko uporabila predvsem znanje, ki ga zagotavlja univerza, pa tudi inovacije in svetovanje. Eden glavnih razlogov, zaradi katerih podjetja ne želijo sodelovati z visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami, je prevladujoč teoretični pristop raziskovalnega sektorja in pomanjkanje praktične usmerjenosti. Predstavniki podjetij, ki so bili intervjuvani v okviru projekta SM eART, so povedali, da so možna praktična področja podpore, ki jih lahko nudijo visokošolske izobraževalne ustanove in raziskovalni sektor, naslednja:

- testiranje materiala in izdelkov ter sodelovanje v študijskih skupinah; analiza proizvodnje; meritve;
- inovacije, kot so razvoj novih tehnologij, izdelkov in storitev; raziskave in razvoj, mednarodno financirani projekti;
- znanje: kompetence v načrtovanju proizvodnje, IT-pismenost, vodenje, računovodstvo, proces optimizacije, tehnološko znanje, statistični pristopi, matematika itd.;
- svetovanje: svetovanje o obstoječi ponudbi in praktična podpora, izvajanje analiz v zvezi s konkretnimi rešitvami, da bi postali »pametna industrija« (to become »smart«); podpora pametni industriji;
- mreža: sodelovanje pri raziskavah in razvoju, razvoj projektov, podprt z zahtevki za nepovratna sredstva, prenos znanja med akademskim svetom in področjem dela;
- bodoči zaposleni: visokoškolski zavodi lahko usposobijo nove inženirje IT, ki so zainteresirani za delo v njihovem podjetju, da bi postali »pametna industrija«.

Ti podatki dokazujejo, da je treba spodbujati ozaveščenost o pomembnosti tesnega sodelovanja z univerzami, da bi spodbudili prenos znanja in inovacije, izboljšali konkurenčnost podjetij ter postali pametna industrija.

Da bi opredelili model sodelovanja, ki izpolnjuje zahteve MSP, bi bilo zanimivo opisati posebno vlogo visokoškolskih ustanov in podjetij v modelu sodelovanja ter prednosti in slabosti, ki izhajajo iz tega sodelovanja.

Akademski sodelavci so običajno začeli svoje sodelovanje s podjetji na

regionalni ali nacionalni ravni. Njihova največja motivacija za sodelovanje je – bolj kot promocija in ugled na univerzi – prispevanje k raziskovalnim rezultatom, njihovo sodelovanje pa je najlažje z zaupanjem in vzajemno koristnimi odnosi s podjetji. Akademski sodelavci bi lahko v podjetjih delali nekaj časa in povečevali sodelovanje z vsakim letom izkušenj, pridobljenim v podjetju. Delajo na večjih univerzah, ki so najverjetneje univerze uporabnih znanosti ali tehnične univerze, čeprav so starejše visokošolske izobraževalne ustanove usmerjene v raziskave, mlajše pa so osredotočene na sodelovanje in izobraževanje. Izobraževalne ustanove imajo tudi bolj lokalizirana partnerstva s podjetji, da bi spodbudila gospodarsko rast in regionalni razvoj.

Glavne prednosti, ki jih lahko visokošolske izobraževalne ustanove pridobijo v sodelovanju, so:

- usmerjene raziskave: profesorji imajo možnost uresničitve novih raziskav na različnih področjih, testiranja rezultatov, novih metod in tehnologij;
- dostop do znanja iz industrije: profesorji imajo možnost spoznati nove tržne resničnosti;
- razvoj novih učbenikov in posodabljanje učnih gradiv na podlagi rezultatov raziskav;
- soočanje z izzivom »tretjega poslanstva univerz«, komercializacije, ki vključuje zlasti inovativno poslanstvo s svetovalnimi pogodbami in z razvojem rešitev za industrijo.

Model sodelovanja med univerzo in podjetjem predstavlja tudi nekatere grožnje za akademske partnerje: pomanjkanje specializiranega osebja v oddelkih za trženje ali uradih za prenos tehnologije, strukturo birokracije in visoke upravne stroške.

Po drugi strani pa poslovni sodelavci s svojimi akademskimi partnerji sodelujejo predvsem pri raziskavah, vendar na več načinov, kar kaže na to, da gre za tip odnosa z akademskim partnerjem in ne le za enkratni dogodek. Njihova največja motivacija za sodelovanje je podpora njihovim inovacijskim prizadevanjem, zlasti z dolgoročno perspektivo, ki jo podpira zunanje financiranje. Poslovni sodelavec kot največje ovire za sodelovanje med univerzami in podjetji zaznava kulturne razlike, zlasti različne motive in pomanjkanje poslovnih izkušenj na visokošolskih izobraževalnih ustanovah ter različne časovne okvire. Ko se podjetja starajo, je verjetneje, da bodo sodelovala z visokošolskimi ustanovami na višjih ravneh, zlasti v izo-

brazževanju, z rastjo pa se bo verjetno povečalo sodelovanje na področjih dolgoročnega sodelovanja, kot sta izobraževanje in management.

Z vidika poslovanja imata raziskovanje in razvoj veliko pozornost in dokazujeta, da je to na dolgi rok donosna naložba in pomemben prispevek k povečanju produktivnosti.

Na splošno je lahko sodelovanje z univerzo formalno ali neformalno. Slednje je primerno za model sodelovanja, zasnovan v okviru projekta SMEART, saj je specifičen za MSP, ki so zainteresirana za hiter in fleksibilen dostop do ekonomskih in relevantnih informacij ter odprta za partnerstvo z univerzo. To partnerstvo je priporočljivo za industrijo, ki išče rešitve za probleme, ki jih ni mogoče rešiti z lastnimi sposobnostmi in kompetencami. Sodelovanje z visokoškolskimi izobraževalnimi ustanovami ponuja naslednje prednosti:

- inovacijski proces;
- zmanjšanje stopenj, da bi postali »pametna industrija« v krajšem času;
- ekonomijo obsega: ni potrebe po naložbah v infrastrukturo ali osebje s posebnimi kompetencami in veščinami, ker lahko podjetja izkoristijo prednosti tistih, ki jih imajo univerze;
- pobudo za spremembo perspektive na trgu in v razvoju;
- pridobivanje javno financiranih raziskovalnih projektov.

Na drugi strani pa ima sodelovanje med univerzo in podjetjem nekaj tveganj:

- probleme, povezane z notranjo birokracijo univerze in podjetja, ki bi lahko negativno vplivali na management skupnega projekta;
- težave, povezane s tveganjem, da en izmed partnerjev rezultate projekta uporabi le za lastne namene;
- zaščito znanja in izkušenj, saj člani skupine pripadajo univerzi in podjetju, zaradi česar obstaja tveganje za piratstvo.

Pomembno je pripraviti pogodbo, ki ureja sodelovanje med univerzo in podjetjem ter pojasni pogoje sodelovanja, prispevke in odgovornosti vsakega partnerja.

Model sodelovanja med univerzami in podjetji sestavljajo naslednje dejavnosti, ki se lahko izvajajo vzporedno:

- raziskave,

- učenje/usposabljanje,
- svetovanje.

SMeART-model sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji je bistvenega pomena za pomoč MSP pri spopadanju z izzivi pametnega inženiringa, ne le prek formalnih učnih dejavnosti, temveč tudi prek modelov sodelovanja in svetovanja z visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami, ki se osredotočajo na učenje na delovnem mestu, transnacionalno učno mobilnost ter izmenjavo in povezovanje z drugimi MSP (Dan, 2013).

Sodelovanje bi se lahko formaliziralo z naslednjimi orodji:

- *Pogodbena raziskava*: enostranski prenos znanja z univerze na podjetja glede na znanje, ki ga je treba razviti.
- *Raziskovalno sodelovanje*: usmerjeno k splošni izmenjavi izkušenj, informacij in strokovnega znanja (know-how) med univerzo in podjetjem.
- *Pogodba o delu in storitvah*: če je sporazum povezan z uspehom, gre za pogodbo o delu; če je povezan z dejavnostmi, je pogodba o storitvi.

5.6 SMeART-model sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji

Model sodelovanja, predlagan v okviru projekta SMeART, je primeren za MSP v inženirskem sektorju. Sestavljen je lahko iz različnih dejavnosti, ki bodo predstavljene v naslednjih podpoglavjih.

5.6.1 Svetovalne in inženirske storitve

Strokovnjaki visokošolskih izobraževalnih ustanov bi lahko ponudili svoje specializirane storitve, s katerimi bi podprli MSP pri spopadanju z izzivi, da postanejo pametna industrija, s pomočjo veščin in človeških virov, znanja o novi tehnologiji ter strategijami izvajanja, poslovanja in inovacij.

To sodelovanje je pomemben instrument, s katerim lahko akademski strokovnjaki delijo svoje strokovno znanje in izkušnje z inženirskimi malmi in srednje velikimi podjetji. Svetovalne storitve bi lahko bile:

- neposredno svetovanje, kjer akademski strokovnjak prenese svoje specializirano znanje na MSP;
- izmenjava izkušenj: akademski strokovnjak lahko uporabi pretekle izkušnje iz podobnih podjetij v okviru MSP, kjer izvaja svetovanje;

- strokovno svetovanje glede potreb MSP: akademski strokovnjak podjetju pomaga pri identificiranju vrzeli ali težav na poti, da bi postalo »pametna industrija«, in posledično predlaga najboljši način za rešitev prepreke.

5.6.2 Izmenjave med univerzami in MSP

S pomočjo izmenjav in programov mobilnosti univerzitetnih strokovnjakov v podjetjih bi lahko upravljavci MSP nanje prenesli dodatne veščine in specifična znanja iz podjetij, kot so vodstvene, podjetniške in komunikacijske kompetence.

Mobilnost spodbuja prenos znanja in odkriva nekatera intelektualna sredstva univerze v korist podjetja. Poleg tega bi lahko spretnosti raziskovalcev, ki segajo preko meja (angl. *boundary spanning skills*), ustvarile priložnosti za prihodnje sodelovanje tako, da bi odpravile ovire med univerzami in podjetji.

Podjetja lahko izkoristijo izkušnje raziskovalcev s številnimi podjetji v isti panogi, ki delujejo na veliko večji geografski sferi kot MSP, ter pridobijo globalne izkušnje in strokovno znanje za pomoč pri reševanju lokalnih vprašanj.

5.6.3 Usposabljanje »na delovnem mestu«

Model usposabljanja »na delovnem mestu« se zdi posebej primeren za potrebe podjetij, ki želijo nenehno vlagati v inovacijske procese. To pomeni, da se dejavnosti usposabljanja izvajajo neposredno v delu, usmerjenem v delovno mesto, ki je osredotočeno na izboljšanje tehničnih, transverzalnih kompetenc vodij in zaposlenih. Poleg usklajevanja tehničnih kompetenc s tehnologijo, ki je na voljo, ta dejavnost pomaga zaposlenim, da razvijejo celovito sliko o vseh proizvodnih procesih podjetja, tako da bodo lahko predvideli težave in/ali vedeli, na koga se lahko obrnejo, ko na težavo naletijo.

Usposabljanje na delovnem mestu jim bo omogočilo, da pridobijo to zaveštv na praktičen način in ne kot teoretični prenos znanja.

Usposabljanje lahko sestavljata naslednji dejavnosti:

- *tutorstvo*: prenos znanja skozi laboratorijske dejavnosti, ki jih izvajajo univerzitetni raziskovalci v podporo vodjem različnih procesov;
- *mentorstvo*: dejavnost usposabljanja, ki jo izvajajo vodje procesov, ki so jih že usposobili strokovnjaki univerze, da bi se informacije prenesle na »mlade« delavce s podporo na delovnem mestu.

Univerzitetni raziskovalec bo tesno sodeloval z direktorjem/lastnikom MSP, da bi razumel poslovne procese in posledično predlagal instrumente, s katerimi bi pridobili iste izdelke z inovativnimi metodami avtomatizacije, optimizacije, nadzora in merjenja.

Na ravni podjetij so prilagojena podjetniška usposabljanja integrirana ali obogatena, da lahko vsak zaposleni pridobi specifične veščine, npr. potrebne za povečanje produktivnosti. Kar zadeva postopke zaposlovanja, nove digitalne platforme podjetjem omogočajo, da izboljšajo ocenjevanje znanj kandidatov, da bi bolje pregledali, privabili in zaposlili talente, ki so potrebni na vsakem koraku njihove vrednostne verige.

Zanimivo orodje, ki bi ga podjetja lahko uporabila, je platforma, ki ustvarja mrežo najboljših praks: da bi izkoristile prihodnje spremembe, bodo morale proizvodne družbe ponovno razmisliti o zgodovinskih poslovnih paradigmah. Omrežje Smart Industry Forum je močna skupnost za izmenjavo izkušenj in učenje iz primerov najboljše prakse. V tej mreži se Smart Industry Forum zavzema za spodbujanje nastajajočih odprtih standardov in za izmenjavo izkušenj iz njihove praktične uporabe v celotni predelovalni industriji.

5.7 Najboljše prakse modelov sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji na evropski ravni

Številne univerze, pa tudi javni in zasebni raziskovalni centri so že aktivni na področju pametne industrije in povečujejo obseg skupnih projektov s podjetji. Po vsej Evropi se povečuje interes in navdušenje za sodelovanje, saj se je izkazalo, da projekti ustvarjajo dragoceno intelektualno lastnino, ki podpira inovacije vseh industrijskih partnerjev.

Po vsej Evropi so akademije/univerze in industrije (zlasti pametne industrije) začele vzpostavljati nekakšno »pozitivno interakcijo«, ki podpira izboljšave v proizvodnji s pomočjo inovacij v digitalizaciji in avtomatizaciji. Rezultat je razvoj izdelka, večja prilagodljivost, izboljšana kakovost, nižji stroški, korist za okolje, višja energetska učinkovitost, ki so pomembni za konkurenčnost na trgu.

V nadaljevanju so navedeni nekateri projekti sodelovanja med industrijo in univerzami, v sektorju pametne industrije na evropski ravni.

5.7.1 Univerza za tehnologijo Chalmers (Švedska)

Na Univerzi za tehnologijo Chalmers je bil nedavno odprt Laboratorij za inovacije v industriji Stena (Stena Industry Innovation Laboratory ali SII-Lab), s testnim laboratorijem za digitalizacijo in službe prihodnosti (futu-

re jobs) v industriji. *Univerza tesno sodeluje z industrijo na Švedskem*, da bi odprla velike priložnosti za raziskave, inovacije in izobraževanje. Pomemben del sestavljanke je, da Chalmers ostane mednarodno vodilno okolje na področju proizvodnje. Zdaj lahko še bolj prispevajo k hitrejši digitalizaciji švedske industrije. S pomočjo sredstev fundacije Stena se je stara knjižnica na Univerzi za tehnologijo Chalmers preoblikovala v večnamenski laboratorij – SII-Lab. Ta vsebuje večino tega, kar je potrebno za nove industrijske prakse ali »industrijo 4.0«. Pri pametni industrijski proizvodnji so tehnologije in orodja prilagojena zaposlenim. *Graditelji, operaterji in razvijalci proizvodnje (angl. production developers) lahko izkoristijo svojo ustvarjalnost in z uporabo digitalnih orodij svoje delo bolje opravljajo. Za industrijo je testni laboratorij dolgo pričakovan.* Več informacij je na voljo na <https://www.chalmers.se/en/news/Pages/Sweden's-top-facility-for-new-smart-industry-jobs-opens-its-doors.aspx>.

5.7.2 Univerza v Nottinghamu (Združeno kraljestvo)

Univerza v Nottinghamu spodbuja študente, da v okviru dodiplomskega študija v industriji preživijo eno leto, s pomočjo česar bodo pridobili ključne spretnosti za bodočo zaposlitev in ustvarili partnerstva s podjetji za celoletno vajeništvo in poletne prakse. Ekipa za umestitev sodeluje s številnimi podjetji, od velikih korporacij do MSP, da bi delodajalcem pomagala najti pravega študenta za svoje poslovne potrebe. Ta tako dobi močne povezave z različnimi podjetji, od velikih korporacij do malih in srednje velikih podjetij. V novi industrijski dobi bodo pametne tovarne zagotavljale visoko prilagojeno blago in storitve. To zahteva popolnoma nove pristope k ustvarjanju, proizvodnji in uporabi izdelkov, hkrati pa ponovno opredeljuje odnose s tehnologijo in med seboj. Vizija univerze je vzpostaviti program daljnosežnega temeljnega in transformativnega odkrivanja ter zagotoviti hitro in agilno odzivanje, ki se ujema s hitrimi spremembami v digitalnem svetu. Z združevanjem strokovnega znanja iz informatike, kreativnega oblikovanja in industrijskih tehnologij ter družbenih znanosti bodo akademska odkritja obogatila osebne izkušnje, zgradila bolj povezane družbe in zagotovila zanimive priložnosti za poslovanje v gospodarstvu Združenega kraljestva, ki je bogato z znanjem. Univerza se zavzema za temeljna odkritja in njihovo uporabo v ključnih sektorjih Združenega kraljestva, vključno z letalsko, avtomobilsko, s potrošniško in kreativno industrijo. Univerza v Nottinghamu predstavlja najboljšo prakso na področju pametne industrije, saj prinaša:

- pametne interaktivne izdelke: novi pristopi k interaktivnosti in oblikovanju prilagajajo množično proizvodno in zagotavljajo edinstveno uporabniško izkušnjo,
- pametne proizvodne procese: podatki, ljudje in sistemi delujejo brezhibno – namesto programiranih, pasivnih strojev bo proizvodna rešnično dinamična,
- povezano industrijsko infrastrukturo: univerza bi s ponudbo modelov za digitalni trg, ob upoštevanju celotnega življenjskega cikla sistema, industrijo Združenega kraljestva naredila za svetovno vodilno silo v novem industrijskem in potrošniškem okolju,
- etični okvir: kompleksna vprašanja izhajajo iz povečane interaktivnosti in bogatejših uporabniških izkušenj.

Več informacij je na voljo na <https://www.nottingham.ac.uk/engineering/industrial-placements/for-business/index.aspx>.

5.7.3 Nacionalne pobude za digitalizacijo evropske industrije na Nizozemskem

Javno-zasebna partnerstva so sodelovanja, kjer industrije, lokalne šole/akademije in raziskovalni ter tehnološki inštituti in predstavniki lokalnih/regionalnih/nacionalnih vlad sodelujejo pri doseganju skupno opredeljenih ambicij. Obstajajo v različnih oblikah. Primeri so akcijski programi pametne industrije na nacionalni ravni in terenski laboratoriji (fieldlabs) na regionalni/lokalni/mestni ravni. Mnogi so ustanovljeni od spodaj navzgor, ko se več deležnikov srečuje s skupnim izzivom. Z organizacijo strukture trojne spirale je pričakovan pospešen razvoj (regionalnih) ekosistemov. Terenski laboratoriji (praktično okolje, v katerem podjetja in inštitucije razvijajo znanja, testirajo in izvajajo ciljno usmerjene rešitve pametne industrije) so bili vzpostavljeni, ko je EU v razpravi o ključni spodbujevalni tehnologiji (angl. *Key Enabling Technologies* ali KET) ugotovila pomanjkanje sredstev za »izhod iz slepe ulice« pri raziskovanju inovacij za trg. Posledično so bile pilotne linije (pilot lines) opredeljene kot okolja, kjer so se aktivnosti izvajale na ravni tehnološke pripravljenosti (angl. *Technology Readiness Level* ali TRL) 4–7/8. Prejšnje sodelovanje s subvencioniranjem je bilo omejeno na predkonkurenčne raziskave (TRL 1–3/4). Na Nizozemskem so se pilotne linije preimenoval v terenske laboratorije kot inovacijske dejavnosti v industriji, vendar še ne v komercialnem okolju. *Terenski laboratoriji* so bili sprva osredotočeni na inovacijske raziskovalne projekte, zdaj pa tudi vključujejo (poklicno in tehnološko) usposabljanje za študente in zaposlene z

najnovejšimi tehnologijami. Središča za digitalne inovacije: v splošnem se terenski laboratorij osredotoča na eno samo tehnologijo, toda trenutno vidimo regionalne skupke (angl. *cluster*), tako da imajo podjetja in njihovi zaposleni pa tudi šole in študenti dostop do njih. Na podlagi tega razvoja je predvideno ustvarjanje omejenega števila središč za digitalne inovacije na Nizozemskem, kot sklop terenskih laboratorijev v določeni regiji, kjer skupaj tvorijo središče za digitalne inovacije v zvezi z več tehnološkimi temami (3D/AM, robotika, povezovanje oskrbne verige, sestavljena proizvodnja, preventivno vzdrževanje, itd.). Več informacij je na voljo na https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/nl_country_analysis.pdf.

5.7.4 Univerza v Groningenu (Nizozemska)

Inženirski programi na Univerzi v Groningenu usposablajo bodoče strokovnjake, ki bodo z znanstvenimi znanji in veščinami sposobni prispevati k oblikovanju izdelkov, procesov in tehnologij. Univerza zagotavlja strokovno znanje na naslednjih področjih:

- energija,
- elektronski materiali,
- strojništvo,
- diamantni premazi,
- biomateriali,
- kompleksni sistemi,
- napredno merjenje in obsežni podatki (big data),
- kemični, celični in farmacevtski inženiring.

Obstaja več primerov uspešnih projektov, ki so jih na področju pametne industrije razvili inženirski raziskovalci na Univerzi v Groningenu in javni ter zasebni partnerji. V tem specifičnem primeru je v načrtu pametne industrije 25 podjetij (velikih in majhnih) in znanstvenih inštitutov, ki izvajajo skupne raziskave. Več informacij je na voljo na <https://www.hollandhightech.nl/nationaal/innovatie/roadmaps/smart-industry>.

5.7.5 Univerza Twente (Nizozemska)

Univerza Twente bo prejela pol milijona evrov iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ERDF) za sofinanciranje 18 programov PDEng na področju pametne industrije. To bo MSP omogočilo sodelovanje z univerzo po zelo nizkih stroških. STW Technology Foundation je pred kratkim zagotovila tudi 1 milijon EUR za štiri projekte pametne industrije, v katere

je vključena Univerza Twente. Program PDEng (angl. *Professional Doctorate in Engineering*) vključuje dvoletni podiplomski študij na Univerzi v Twenteju, z velikim poudarkom na sodelovanju z industrijo. Programi prinašajo precejšnjo dodano vrednost za industrijo, saj obstaja veliko povpraševanje po strokovnjakih, ki lahko samostojno delujejo na področju multidisciplinarnih vprašanj. Ta donacija iz EFRO bo omogočila tesnejše povezave med MSP na vzhodu Nizozemske in Univerzo Twente. Skupina PDEng za pametno industrijo na vzhodu Nizozemske povezuje proizvodni sektor z univerzo, da bi spodbudila nadarjenost in razvila ciljne rešitve za teme pametne industrije (januar 2017). Več informacij je na voljo na <https://www.utwente.nl/en/news/!/2017/1/153390/ut-successful-in-smart-industry-research>.

5.7.6 Universidad Pontificia Comillas (Španija)

Magisterij iz pametne industrije je specifična stopnja izobrazbe Inženirske šole ICAI. Zamišljen je kot odziv Comillasove papeške univerze (Comillas Pontifical University) na četrto industrijsko revolucijo. Digitalna transformacija industrije predstavlja izziv in priložnost za inženirje. Podjetja zahtevajo strokovnjake z globalno perspektivo pametne in povezane industrije, ki kombinirajo omogočanje tehnologij in globoko razumevanje ključev za njihovo uporabo za podjetja. Poleg tega je zelo pomembno, da je poskrbljeno za družbeni vpliv, povezan s temi industrijskimi spremembami. Ta magistrski program je bil zasnovan z namenom izobraževanja strokovnjakov, ki bodo vodili industrijsko revolucijo, v kateri živimo danes. Program je bil zasnovan v tesnem sodelovanju z desetimi sponzorskimi družbami predstavnika pametne industrije (angl. *the Smart Industry Chair*), ki zagotavlja praktičen pristop, potreben za podjetja in akademsko strogost magistrskega programa. Eden od vrhuncev programa je ponudba pripravništev v industrijskih ali tehnoloških podjetjih v Španiji ali v tujini, kar bo študentom omogočilo delo na dejanskih projektih. Več informacij je na voljo na <http://www.icaicomillas.edu/en/master/mic-en>.

5.7.7 Mestna uprava Tartu (Estonija)

Mestna uprava Tartu je skupaj z razvojno agencijo okrožja Tartu in ADAPTER-om, mrežo estonskih univerz, raziskovalnih in razvojnih organizacij, na primeru embalažne industrije v okviru projekta INNO INFRA SHARE v Tartuju organizirala učno delavnico za skoraj 80 ljudi. Eden najpomembnejših rezultatov je bila potreba, da se »raziskovalčeva« miselnost spremeni v podjetniško in da raziskovalec sodeluje s podjetji; trajnostne

raziskave so namenjene oblikovanju izdelkov/storitev, ki lahko zadovoljijo potrebe podjetij, upoštevajo njihov čas trženja ter ustvarjanje zaupanja vrednih in heterogenih omrežnih okolij. Prvi del delavnice je bil bolj osredotočen na univerze in raziskovalne inštitute ter na to, kako bi lahko pomagali industriji danes in jutri. Predstavniki Združenja estonske tiskarske industrije, Univerze v Tartuju (največjega imetnika infrastrukture v Tartuju), Estonske univerze za znanost o življenju, Centra za razvoj tehnologije za hrano in fermentacijo ter Univerze za uporabne znanosti v Talinu so predstavili svoje zmožnosti in možnosti sodelovanja. Drugi del delavnice je bil bolj osredotočen na industrijo in je razpravljal o potrebah in izkušnjah industrije pri sodelovanju z univerzami in raziskovalnimi inštituti ter drugimi zainteresiranimi stranmi. Predstavniki embalažne industrije (Estiko Plastar) in podjetja, ki uporabljajo embalažo (Lumi, Dragonfly Desk Lamps), so predstavili svoje primere. Zastavljenih je bilo več vprašanj – od ideje do prvega stika z univerzami in njihovega sodelovanja z MSP ter družbami s »podjetniško« in agilno miselnostjo. Zaupanje, sodelovanje in zanesljivost so ključni stebri za te interakcije, ki pa zahtevajo čas in trud. Delavnica je bila deležna tolikšnega zanimanja, da je oktobra letos predvidena delavnica za nadaljnje delo. Več informacij je na voljo na <https://www.interregeurope.eu/innoinfrashare/good-practices/>.

5.7.8 Tehnološka univerza v Talinu – TTÜ (Estonija)

Edina tehnološka univerza v Estoniji je vodilna estonska inženirska in tehnološka izobrazba. Pri tem nastaja sinergija med različnimi področji (tehnološkimi vedami, naravoslovjem, družboslovjem in zdravstvom) in novimi idejami. TTÜ skoraj vsak dan podpiše sporazum o sodelovanju z estonskimi in s tujimi podjetji ter z vladnimi agencijami. Za razvoj inovativnih rešitev, financiranje izdelave prototipov in podporo trženju je TTÜ ustanovil NBO Prototron s SA Tallinna Teaduspark Tehnopol in Swedbank AS. Zanimiv model sodelovanja med podjetji in univerzami predstavlja MEKTORY (angl. *Modern Estonian Knowledge Transfer Organisation for You* – sodobna estonska organizacija za prenos znanja), omrežno okolje, kjer se srečujejo podjetja, študenti, profesorji, šolarji in investitorji z vsega sveta, da bi skupaj ustvarili nove ideje in inovacije. Cilji MEKTORY so:

- prenos tehnologije: združevanje znanstvenikov, študentov in podjetnikov; reševanje praktičnih problemov pri razvoju izdelkov in ustvarjanje novih inteligentnih idej.
- laboratoriji, praktični del študija: maksimiranje teoretičnih študijev

na univerzi s prakso, opremljanje inženirjev z izkušnjami pri sodelovanju s podjetji.

- spodbujanje študentskih podjetij start-up k napredovanju.
- tehnološka šola: obravnavanje prihodnjih generacij in pokazati, da je inženiring vznemirljiv, izvedljiv in realen (angl. *down to earth*).

Več informacij je na voljo na <https://www.ttu.ee/mektory-eng>.

5.7.9 Univerza v Perugiji

Med Fakulteto za strojništvo Univerze v Perugiji in več italijanskimi podjetji na področju pametne industrije se izvajajo naslednji modeli sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji.

Univerza v Perugiji – Rosati Fratelli

Rosati Fratelli je majhno podjetje Leini, v bližini Torina, v Italiji, ki izdeluje plastične ventilatorje za avtomobilsko in drugo uporabo. Sodelovanje z Univerzo v Perugiji se je začelo s srečanjem inženirja Guida Rosati z nekaterimi profesorji na Fakulteti za strojništvo na stojnici Univerze v Perugiji na sejmu avtomobilskega sektorja v Modeni leta 2005 in se še vedno nadaljuje.

Guido Rosati je na tem prvem srečanju z raziskovalci iz Perugije uvidel mnoge možnosti glede novih merilnih tehnik, za katere meni, da so koristne za izboljšanje njihovih izdelkov. Številni raziskovalni projekti, ki jih je delno ustanovilo italijansko ministrstvo za raziskave, se od leta 2005 izvajajo z namenom izdelave nove oblike ventilatorskih lopatic, prototipov, komponent za izboljšanje delovanja, vibracij in življenjske dobe ventilatorskih lopatic.

Univerza v Perugiji – Martech

Martech je majhno podjetje v Jesi (Ancona), ki izdeluje naprave za testiranje mehanskih komponent in nadzor kakovosti na podlagi analize slik. Srečanje inženirjev in generalnega direktorja Martecha je spodbudila skupina Meccano Spa, konzorcij podjetij in univerze, ki je sodelovala tudi na Univerzi Perugia in je zmagala na raziskovalnem projektu, ki je bil predložen regiji Marche z namenom razvoja novih avtomatskih naprav za nadzor kakovosti. Raziskovalna skupina Univerze v Perugia je bila objavljena zaradi svojih veščin za analizo podob, ki jih je Meccano dobro poznal iz prejšnjega sodelovanja. Raziskave, izvedene v obdobju 2016–2017, obsegajo razvoj programske opreme za snemanje slik, osvetlitev in obdelavo podatkov

za izdelavo novega avtomatskega stroja za nadzor kakovosti, ki ga razvija Martech.

Univerza v Perugiji – Schnell

Schnell je srednje veliko podjetje (240 zaposlenih), ki izdeluje gradbene stroje. Nahaja se v Calcinelli di Saltara v Pesaru v Italiji. Stiki z raziskovalnimi skupinami merilnih tehnik so se začeli leta 2014, na podlagi poznanstva med inženirjem Schnellu in profesorjem Univerze v Perugii, ki sta skupaj obiskovala tečaje strojništva. Podjetja je imelo v letu 2014 potrebo po novih senzorjih za merjenje in kontrolo togosti jeklenih palic, ki jih njihov stroj proizvaja za armiranje betona.

Vse vrste senzorjev, ki so na voljo, niso primerne za uporabo v teh strojih, saj veliko prahu onemogoča uporabo optičnih merilnih tehnik, mehanske omejitve in zahteve glede pozicioniranja pa onemogočajo uporabo drugih senzorjev razdalje. Po nekaj letih raziskovalne dejavnosti je bil za ta namen razvit in patentiran nov senzor, ki temelji na principu magneto-uporovnega merjenja, ki ga je raziskovalna skupina Perugia uporabljala za spremljanje lopatic letalskih motorjev, vendar je bil razvit kot dvodimenzionalna bližinska brezkontaktna sonda, ki so jo proizvajali znotraj podjetja in integrirali v novo serijo strojev.

Univerza v Perugiji – Korg Italija

Korg Italija je majhno podjetje iz Castelfidarda (Ancona), ki proizvaja klaviature po vsem svetu, ki jih prodajajo glasbenikom. Sodelovanje z raziskovalno skupino Univerze v Perugii se je začelo leta 2013. Tehniki Korga so se obrnili na raziskovalce univerze glede testiranja vibracij na tipkovnicah, ki je potrebno za potrditev sposobnosti preživetja tipkovic v embalažnem sistemu za transport v tovornjakih, letalih, zabojnikih, itd.

Za testiranje v laboratorijih Perugia je treba uporabiti poseben standard, vendar je bila analiza vibracij in izkušenj raziskovalcev zelo pomembna za Korgove tehnike, ne le za testiranje embalažnih sistemov, temveč tudi za vnaprejšnje reševanje težav, ki bi jih lahko povzročil neuspeh testa, opravljen v skladu s tipičnimi standardi.

5.7.10 Univerza na Primorskem – projekt AISAB

Univerza na Primorskem Fakulteta za management (UP FM) je sodelovala v mednarodnem projektu EU Erasmus + (Strateška partnerstva) z naslovom AISAB (Applied Innovation for Students and Business) na področju

inovacij in razvoja. V projekt je bilo vključenih tudi okrog 20 študentov B1 in B2, mentorja sta prof. dr. Borut Likar in doc. dr. Peter Štrukelj.

Namen projekta je bil znotraj EU izboljšati stopnjo inovativnosti in njenih učinkov, še posebno v MSP. Na eni strani gre za razvijanje veščin, ki podpirajo inovativnost v MSP prek poklicnega izobraževanja in usposabljanja iz okvira visokošolskih izobraževalnih ustanov. Na drugi strani pa za razvoj učnih materialov, ki izboljšujejo veščine študentov pri ocenjevanju in vpeljevanju inovacij ter razvoj orodij, ki jih lahko študenti uporabljajo za doseganje večjega vpliva, ko svetujejo v MSP. Poleg tega razvija projekt sistem orodij za mala in srednja podjetja za samo-diagnozo lastne inovacijske prakse ter uveljavlja podjetniške metode za izboljševanje inovacijskih praks.

V okviru projekta so na UP FM izvedli več svetovalnih projektov. Njihovi študenti so obiskali ugledna slovenska podjetja na Primorskem in jim svetovali pri možnostih za izboljšave poslovnih procesov. Sodelujoča podjetja so bila z rezultati študentskega svetovalnega dela izjemno zadovoljna. Kot (potencialne) pozitivne učinke tega sodelovanja so podjetja izpostavila: večje zavedanje o trenutnih procesih, sveže ideje, ki jih bo management v prihodnosti uporabil, identifikacija ustrezne programske opreme, boljša organizacija dela, pametna/racionalna uporaba delovnih materialov, boljše razumevanje delovnih nalog, manj težav s prevzemanjem odgovornosti, boljša komunikacija z zaposlenimi, boljši odnosi med zaposlenimi, večje zadovoljstvo in motiviranost zaposlenih, manj fluktuacije zaposlenih, boljša organizacijska kultura, boljše in obsežnejše znanje o tem, kako voditi podjetje, boljše končne storitve strankam, večje povpraševanje po storitvah, večja prepoznavnost na trgu, zanesljivost storitev ipd.

In kar je še pomembneje – nekateri študentski predlogi so bili že vpeljeni v poslovanje sodelujočih MSP!

Sodelovanje je obogatilo tudi reference sodelujočih študentov – s tem so namreč dobili dragocene praktične izkušnje na področju izboljševanja poslovnih procesov.

Po eni strani projekt predstavlja obogatitev podiplomskega programa, saj naslavlja vsaj tri od desetih najpomembnejših spretnosti, kot jih je opredelil Svetovni gospodarski forum (World Economic Forum, 2016), tj. kompleksno reševanje problemov, kritično razmišljanje in ustvarjalnost. Obenem pa pomeni pomemben korak k večjemu povezovanju akademske sfere in gospodarstva, kar je v skladu s temeljnimi cilji in strateškimi usmeritvami srednjeročne razvojne strategije Univerze na Primorskem za obdobje 2014–2020.

Svetovanje in coaching

Simona Rataj

To poglavje predstavlja operacionalizacijo prejšnjega. V okviru projekta SM_eART (<https://smart.ning.com/>) je bil razvit koncept sodelovanja med svetovalnimi organizacijami in gospodarstvom za potrebe I4.0. Seveda v tem poglavju ni zajet celoten spekter možnih oblik sodelovanja, kljub temu pa nudi nekaj generičnih smernic, ki vodijo do plodnih rezultatov. Zelo pomembno je tudi dejstvo, da je bil koncept preskušen v praksi več držav EU z zelo pozitivnimi rezultati. Manager MSP, ki ima številne odgovornosti in obveznosti, se bo morda vprašal: »Zakaj bi potreboval svetovanje ali coaching?« ali »Zakaj bi moral uporabiti svetovanje ali coaching?« Odgovor leži v pospešeni globalizaciji in resničnosti digitalizacije gospodarstva; ta prinaša izzive, ki zahtevajo hitrejša spremembe poslovnih modelov in fleksibilno prilagajanje poslovnemu okolju. Pogosto je treba poslovne odločitve sprejeti zelo hitro, saj igra čas pri uspehu pomembno vlogo. Zato je ključnega pomena to, da upravljavec kot vodja vidi celotno sliko in je sposoben hitro razmišljati ter sprejemati prave odločitve. V izobraževanje in obnašanje podjetnikov je tako potrebno uvesti spremembe ter tako podjetnikom omogočiti, da zadostijo novim poslovnim zahtevam in pričakovanjem na učinkovitejši in profesionalnejši način. Sprejetje novega vodstvenega znanja, spretnosti in kompetenc je pomemben predpogoj in eden od ključnih dejavnikov za uspeh podjetniških podvigov kot tudi za razvoj in trajnostno rast MSP. Eden od načinov, kako podjetniki med opravljanjem tekočih poslovnih dejavnosti izboljšujejo svoje delovanje in pridobivajo potrebna dodatna znanja ter veščine, je uporaba svetovalnih storitev in/ali coachinga. Glavni cilj coachinga in svetovalnih dejavnosti, ki se bodo izvajale med trajanjem projekta SM_eART, je pripraviti in podpirati zainteresirana podjetja pri njihovem preoblikovanju v pametna podjetja (v okviru industrije 4.0).

6.1 Uvod

Inovacije prinašajo koristi na mnogih področjih, tako na političnem, gospodarskem in družbenem kot tudi drugje. Te spremembe zahtevajo učinkovit in pravočasen management podjetja, ki bo omogočal spreminjaje

okolja in doseganje glavnih dolgoročnih ciljev – povečanje dobička in vrednosti poslovnega sistema.

Rast svetovalne in industrije coachinga kaže pozitivne učinke na vseh področjih poslovanja, kljub temu pa so ljudje do takih metod še vedno skeptični, še zlasti v malih in srednje velikih podjetjih.

Podjetniki na splošno nimajo dovolj znanja o coachingu/svetovanju pri managementu, ne zavedajo se standardov in procesov pri zagotavljanju tovrstnih storitev, kar je eden od vzrokov za odpora do njihove uporabe. V tem poglavju bomo predstavili proces coachinga/svetovanja in odgovorne seznanili s tem, kako se pripraviti, da bi dosegli najučinkovitejši rezultat.

MSP večinoma sestavljajo strokovnjaki določene panoge, ki dobro poznajo svoj poklic v okviru tehnične usposobljenosti, vendar nimajo dovolj znanja in izkušenj pri managementu. Tako svoje podjetje spravijo v težave, saj vso pozornost usmerjajo v strogo strokovno tehnično znanje in spretnosti, vodstvene sposobnosti pa so zanemarjene.

Eden od načinov, kako podjetniki med opravljanjem tekočih poslovnih dejavnosti izboljšujejo svoje delovanje in pridobivajo potrebna dodatna znanja in veščine, je uporaba svetovalnih storitev in coachinga. V sodobnem gospodarstvu se je coaching/svetovanje izkazalo za dobro obliko pomoči podjetnikom in lastnikom malih podjetij pri reševanju poslovnih težav, za katere sami niso imeli dovolj strokovnosti, znanja in izkušenj.

S pomočjo coachev/svetovalcev se podjetniki/poslovodje izobražujejo in gradijo ali izboljšujejo svoje vodstvene sposobnosti. V praksi coaching/svetovanje pomaga nastajajočim in razvijajočim se strokovnim in dinamičnim poslovodjem, ki se uspešno spopadajo s spremembami in poznajo specifične upravljske dejavnosti ter procese. Značilnosti coachinga/svetovanja za MSP izhajajo iz individualne narave teh podjetij; posamezne težave se pojavijo v tudi procesu preoblikovanja, v katerem pa ni mogoče uporabiti rutinskih rešitev (Dukić in Milivojević, 2011).

Primarni cilj tega poglavja je opisati pristop do svetovanja v primerjavi s coachingom, predstaviti procese pravega in nepravilnega svetovanja ter kontrolni seznam za izvajanje svetovanja/coachinga. Bralec bo tako lahko:

- razumel cilje in prednosti coachinga in svetovanja, kaj lahko pričakujemo od njiju ter katere so razlike med njima,
- razumel proces coachinga in svetovanja v projektu SM eART,
- razumel, kako pripraviti načrt za coaching in svetovanje v podjetju,
- opredelil in razumel razloge za spremljanje in vrednotenje procesov coachinga in svetovanja,

- razumel, kako podjetje pripraviti na izvajanje coachinga in svetovanja v pilotni fazi z namenom čim večje koristi.

6.2 Glavne prednosti coachinga in svetovanja SM eART

Zunanji strokovnjak lahko malim in srednje velikim podjetjem (MSP) ponudi informacije o novih poslovnih priložnostih, ki izhajajo iz pametne industrije. Lahko bo izvedel natančno interno analizo ravni pripravljenosti podjetja za prehod na pametno industrijo in predlagal konkretne ukrepe svetovanja, inštruiranja in/ali coachinga, ki bodo podjetju omogočili, da se individualno odzove na izzive pametnega trga. MSP bodo imela tudi priložnost okrepiti svoj položaj na svetovnih trgih.

6.2.1 Glavne prednosti coachinga in svetovanja za MSP

Upravičena MSP se bodo lahko v sodelovanju s coachi in svetovalci bolje pripravila na zahteve industrije pametnega inženiringa. To bo dolgoročno prispevalo h krepitvi njihovega položaja na svetovnih trgih. Glavni poudarek bo na sledečih temah, pomembnih za MSP:

- natančni interni analizi ravni pripravljenosti podjetja za pametno industrijo;
- interakciji MSP z visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami v odprtem procesu za pridobitev novega znanja za podjetje;
- brezplačni uporabi orodja SM eART stresni test v MSP na področju inženiringa, ki jim bo omogočila, da se bodo na izzive pametne industrije odzvali glede na dejanske potrebe in razpoložljive vire;
- prepoznavanju novih poslovnih priložnosti, ki se razvijajo na področju pametne industrije;
- konkretnih dejavnosti svetovanja, inštruiranja in/ali coachinga, ki bodo podjetju omogočile, da se odzove na izzive na pametnem trgu;
- krepitvi položaja družbe na njihovih glavnih trgih.

6.2.2 Možne koristi za visokošolske ustanove

Visokošolski zavodi oz. druge organizacije, ki zagotavljajo coache in svetovalce, bodo lahko prenesli nekaj potrebnega znanja in izkušenj na upravičena MSP. Prav tako bodo lahko:

- skupaj z upravičenimi MSP uporabljali orodje za stresni test v pametni industriji;

- pripravili prilagojen načrt coachinga/svetovanja (vključno z inovativnim programom odprtega učenja);
- sooblikovali in preizkusili enoletno pilotno izvedbo; model visokošolskega izobraževanja za podjetništvo, orodje za testiranje izjemnih situacij in program usposabljanja bodo visokošolskim ustanovam na voljo za boljšo podporo regionalnemu, nacionalnemu in evropskemu gospodarstvu; rezultati, znanje in izkušnje, doseženi v okviru projekta, pa bodo na voljo za prenos v lastne učne načrte in programe usposabljanja, s katerimi bodo zagotovili prenos znanja na naslednjo generacijo akademskega osebja in osebja MSP;
- potrdili in posodobili rezultate raziskave SM eART: kakšno je najsoodobnejše stanje v vseh državah članicah EU glede pobud in politike pametne industrije; kakšne so potrebe, okviri in zahteve, ki jih MSP izvajajo glede storitev poslovnega sodelovanja z visokoškolskimi zavodi, ki se ukvarjajo s pametnim inženiringom.

6.3 Kaj izbrati – coacha ali svetovalca? Ali med njima obstaja razlika?

Primarna naloga *svetovalca* je pomoč posamezniku pri doseganju osebnih ali organizacijskih rezultatov z uporabo svojega specifičnega strokovnega znanja, s pomočjo katerega stranki svetujejo o najboljših ukrepih za doseganje zelenih ciljev. Svetovalci so lahko zadolženi tudi za prenos znanja ali znanja in spretnosti na svojo stranko. Svetovalci s strankami sodelujejo na področju strategije, načrtovanja in reševanja problemov ter jim pomagajo pri razvijanju poslovnih veščin in znanja. Te teme segajo od oblikovanja poslovnega modela ali načrta trženja do določanja, katere tehnike trženja uporabiti in kako jih uporabiti. Poslovni svetovalci dajejo nasvete, učijo veščine in skupaj s stranko razvijajo ideje z namenom, da bi dosegli praktične rezultate in izboljšali strateško razmišljanje.

Coach strankam pomaga pri ustvarjanju uspeha, pri tem pa se osredotoča na strankin osebni razvoj: management s časom, samosabotažno vedenje (kot sta zavlačevanje in pomanjkanje pozornosti), iskanje jasnosti, sprejemanje odločitev in ukrepanje.

Tisti, ki ima vlogo coacha, stranki ne svetuje. Namesto tega ji odgovore pomaga najti znotraj nje same. Coaching vključuje delo z ljudmi, ki imajo običajno, a ne vedno, že določeno stopnjo uspeha, vendar so »obtičali« in želijo napredovati, ne vedo pa, kako. Coach bi rekel, da obstaja »vrzel« med tem, kje trenutno so in kje bi želeli biti, kar lahko vključuje tako njihovo

Preglednica 6.1 Pregled razlik med coachingom in svetovanjem

Postavka	Svetovalec	Coach
Cilj	Primarna naloga svetovalca je pomagati posamezniku, da doseže osebne ali organizacijske rezultate z uporabo svojega specifičnega strokovnega znanja, pri čemer stranki svetuje o najboljšem načinu ukrepanja za doseganje želenih ciljev. Svetovalci so lahko zadolženi za prenos znanja ali znanja in spretnosti na svojo stranko.	Primarna naloga coacha je krepitev modrosti stranke, miselnih procesov in usmerjenega ukrepanja v prihodnost, ki temelji na dnevnem redu naročnika. Ustvarja se podporno in neobsojajoče okolje, v katerem lahko poizveduje, izziva in spodbuja kritično mišljenje in nove načine življenja, razmišljanja in delovanja, kar pogosto sproži nova vedenja, ki se lahko uporabijo za celotno življenje stranke.
Osredotočenost	Običajno je usmerjen na težave, tj. identificira in poskuša odpraviti težave ali slabosti. Cilji, ki se navadno nanašajo na programe in financiranje.	Gradi na strankinih prednostih. Določanje ciljev, ki temeljijo na vrednotah.
Zavezanost strank	Zahteva omejeno zavezo stranke za izvajanje svojega programa.	Poveča zavezanost stranke k uvažanju rešitev.
Vloga strokovnjaka	Šteje se za »strokovnjaka«, ki bo rešil probleme (s čarobno paličico). Če je potrebna sprememba vedenja, svetovalec pri tem navadno ne sodeluje. Nudi informacije. Zbira podatke in poročila o tem, kar je potrebno storiti.	Stranki omogoča reševanje problemov ali ji pomaga pri spreminjanju stvari na bolje. Osredotočenost na individualno in medosebno dinamiko, podpira spremembo vedenja. Spodbuja odkrivanje sebe. Olajšuje rast.
Koristi za podjetje	Svetovalec prinaša strokovno tehnično znanje za svetovanje glede rešitev.	Coach prinaša strokovno znanje in izkušnje, ki podpirajo strankine rešitve.
Vključitev zaposlenih	Običajno sodeluje z več kot eno osebo, pogosto v ekipi, skupini, upravi ali na oddelku. Strukturira projekte z namenom rezultata ali rešitve, za katero je odgovoren predvsem svetovalec.	V osnovi deluje ena na ena; lahko individualno sodeluje z več kot eno osebo v organizaciji. Podpira stranko, da doseže svoj rezultat ali rešitev.

Opombe Povzeto po 501 Commons (b.l.).

poklicno kariero kot tudi njihovo osebno življenje ali celo oboje. Ta »vrzel« se lahko pojavi na širši poslovni lestvici ali pa na manjši, individualni ravni.

Glavna naloga *coacha* je krepitev strankine modrosti, miselnih procesov in ukrepanja, usmerjenega v prihodnost, ki temelji na samozadostnosti

programa stranke. Tako nastaja podporno in neobsojajoče okolje, v katerem lahko poizvedujemo, izzivamo in spodbujamo kritično mišljenje in nove načine življenja, razmišljanja in delovanja, kar pogosto sproži nova vedenja, ki so uporabna a celotno življenje stranke.

Coaching je soustvarjalni proces. Coachi pomagajo strankam, da uresničijo svoje življenjske cilje in sanje ter odkrijejo in izpolnijo svoj namen v življenju, pri čemer so 100-odstotno vključene. Torej, ne glede na to, ali gre za poklicno ali osebno vprašanje, vam bo coach pomagal ugotoviti, kaj resnično želite od življenja in vas vodil do tega cilja. Coachi ne obsojajo in ne zagotavljajo terapije ali stranki narekujejo, kaj naj stori. Posameznik coacha najame zato, da mu pomaga oblikovati življenje, ki si ga želi. Če posameznik ne želi velikih sprememb, potem najame svetovalca. Coachi pomagajo tudi poklicnim profesionalcem, ki so pozabili, »kako se živi« in nimajo več ravnotežja med delom in življenjem. S povečanjem zmanjševanja števila zaposlenih in dodatnimi pritiski na številne vodstvene karijerne delavce vse več posameznikov pod stresom najema coache, ki jim pomagajo pri začetku nove kariere ali pri ustanovitvi lastnega podjetja ali pa se lažje spoprijeti s tem, kar trenutno počnejo.

6.4 Proces coachinga in svetovanja SMeART

Proces obsega naslednje korake:

1. Opredelitev specifičnih izzivov, ciljev in strateških načrtov podjetja bo opravljalo osebje SMeART. Izzivi bodo opredeljeni po sestanku s podjetjem in uporabi smernic za razgovor SMeART (ki se že uporabljajo v WP1). Dodajte povezavo do smernic za razgovor.
2. Opredelitev potrebnega strokovnega znanja coacha/svetovalca. Podjetju bo dodeljen coach/svetovalac z ustreznimi kompetencami in referencami. Dodajte povezavo na seznam trenerjev.
3. Coach/svetovalac bo opravil poglobljeno diagnostiko izzivov in potreb podjetja. Coach/svetovalac bo uporabil naslednja orodja – dodajte povezavo do orodij, ki jih nameravajo uporabiti coachi/svetovalci. MSP bodo opravila poglobljeno sodelovanje in program usposabljanja, ki ga bodo vodile visokošolske ustanove, raziskovalna središča in drugi strokovnjaki iz partnerstva. V tej fazi bo coach/svetovalac razvil posamezne poslovne razvojne načrte, vključno s koraki in cilji, ki jih je treba doseči.
4. Izvajanje akcijskega načrta za preoblikovanje MSP v pametna MSP (Načrt za pametna MSP). V te dejavnosti bodo vključeni podjetje,

Preglednica 6.2 Načrt coachinga/svetovanja

Ime MSP	
Pravni zastopnik MSP	
Ime kontaktne osebe	
E-naslov	
Telefon	
Ime coacha/svetovalca	
Cilji	
Opis nalog in potrebnih virov	Število ur
1.	
2.	
3.	

coach/svetovalec in osebje SMEART – odgovorna oseba za podjetje. Vsako odstopanje od akcijskega načrta bo zabeleženo in upoštevano, prav tako bodo identificirane in obravnavane dodatne zahteve podjetja. Podjetje bo načrt za pametno MSP izvajalo z namenom izboljšanja konkurenčnosti na trgu pametnega inženiringa.

5. Coach/svetovalec bo skupaj z osebjem SMEART pripravil poročilo. Uspeh pilotne dejavnosti bo spremljalo osebje SMEART.

6.4.1 Priprava načrta za coaching in svetovanje (predloge)

Proces coachinga/svetovanja je naslednji:

- Diagnostika izzivov, načrtov in ciljev podjetja, pričakovanja (diagnostična orodja).
- Opredelitev glavnih izzivov podjetja.
- Opredelitev potrebnega strokovnega znanja svetovalca/coacha; zahtevane reference svetovalca/coacha.
- Iskanje ustreznega svetovalca/coacha.
- Priprava načrta za svetovanje/coaching, vključno z dosegljivimi cilji; opredelitev možnosti/nadaljnjih korakov.
- Določitev zaposlenih, ki bodo sodelovali pri svetovanju/coachingu.
- Opredelitev vlog vseh vpletenih in njihovih odgovornosti; določitev potrebnih rezultatov, rokov, ki jih je treba doseči, in potrebnih sredstev za vlaganje.

Preglednica 6.3 Poročilo coachinga/svetovanja

Ime MSP
Pravni zastopnik MSP
Ime kontaktne osebe
E-naslov
Telefon
Ime coacha/svetovalca
Kaj je bilo doseženo glede na zastavljene naloge in cilje?
Kaj ni bilo doseženo?
S katerimi težavami ste se srečali?
Kakšen je vaš vtis o tem, kako je stranka sprejela ta postopek?
Ali je bilo vzpostavljeno kakšno uspešno partnerstvo?
Kaj mislite, da je še potrebno narediti za to podjetje?

6.4.2 Postopek spremljanja/vrednotenja dejavnosti coachinga/svetovanja

- Osebjem SMEART bo skupaj s coachem/svetovalcem in upravičenim MSP odgovorno za časovno management pri izvajanju nalog;
- osebjem SMEART bo odgovorno za ocenjevanje strokovnega znanja in izkušenj coacha/svetovalca skladno z zahtevami upravičenega MSP v prvi polovici postopka coachinga/svetovanja;
- osebjem SMEART bo skupaj s coachem/svetovalcem in upravičenim MSP odgovorno za ocenjevanje doseganja zastavljenih ciljev;
- osebjem SMEART bo skupaj s coachem/svetovalcem in upravičenim MSP odgovorno za ocenjevanje dodane vrednosti coachinga/svetovanja (novo znanje v podjetju, novi procesi, novi izdelki/storitve, nov poslovni model . . .) itd.

6.5 Seznam coachev in svetovalcev

Pripravljen je seznam mednarodnih strokovnjakov za pametno industrijo – coachev/svetovalcev, skupaj z njihovimi področji kompetenc, izkušnjami in referencami. Podjetje bo lahko sodelovalo s strokovnjakom, ki ustreza individualnim potrebam tega podjetja.

6.6 Pravilna in napačna ravnanja pri učinkovitem coachingu in svetovanju

Pravilnosti in nepravilnosti, ki vplivajo na uspešen coaching/svetovanje in vloženi čas, so prikazane v preglednici 6.4.

Preglednica 6.4 Pravilnosti in nepravilnosti, ki vplivajo na uspešen coaching/svetovanje in vložen čas

Pravilnosti	Nepravilnosti
Preveriti reference coacha/svetovalca. Preveriti njegove zgodbe o uspehu.	Najeti coacha/svetovalca, ki ga zanima le denar (coach/svetovalec mora pokazati tudi svojo motivacijo za vaš uspeh).
Povabiti coacha/svetovalca na začetno srečanje in tako ugotoviti, ali ste združljivi v smislu energije, strokovnega znanja in izkušenj.	
Delati s coachem/svetovalcem, s katerim čutite povezanost.	Delati s coachem/svetovalcem, ki mu ne zaupate.
Preveriti, ali obstaja možnost navzkrižja interesov med vašim podjetjem in coachem/svetovalcem.	V proces coachinga/svetovanja vključiti sodelavce, ki niso pripravljeni na spremembe. Poslušajte njihove dvome, poiščite rešitev ali odgovore ter na ugovore odgovorite s pomočjo komunikacijskih dejavnosti.
Biti osebno zavezani k rasti in spremembam podjetja. Sodelovati s sodelavci, ki so pripravljeni na spremembe.	Pričakovati spremembe čez noč; dolgotrajne in učinkovite spremembe so del procesa.
Biti navdih, vzor za svoje zaposlene. Bodi boljši vsak dan!	Pričakovati, da bo coach/svetovalec sprejel odločitve namesto vas. Spodbujal vas bo, da odločitve sprejemate sami.

Izobraževanje

Phillipe Saey, Mathieu Troch in Frederic Depuydt

Kot smo v prejšnjih poglavjih spoznali, predstavlja I4.0 velik izziv na mnogih področjih. Ne le glede celotnega tehnološkega spektra, ampak tudi glede prenekaterih managerskih, ekonomskih in družbenih področij. Obseg znanja daleč presega izzive prejšnjih industrijskih revolucij. Upamo si trditi, da bo znanje in seveda sposobnost njegove kreativne uporabe predstavljajo ločnico med tistimi, ki bodo ujeli vlak I4.0, in ostalimi, ki bodo zaostali. Da ne bo pomote – ostali kot posamezniki brez zaposlitve, kot država pa daleč za razvitimi. In prav zato je ustrezno izobraževanje in usposabljanje eden najpomembnejših korakov. Predvsem pa pripravljenost, pogum in vztrajnost za vključevanje novih konceptov v inovativno in družbeno odgovorno delo.

Koncept digitaliziranja vsega je postal resničnost. Avtomatizacija, umetna inteligenca, internet stvari, strojno učenje in ostale napredne tehnologije lahko hitro zajamejo in analizirajo velike količine podatkov, kar nam omogoča razsežnosti in vrste podatkov, ki si jih poprej ne bi zamislili. Naš izziv prehaja na naslednjo fazo – spremenjati način razmišljanja, treninga in dela s pomočjo podatkov, da se ustvari vrednost odkritij, pridobljenih s pomočjo naprednih tehnologij.

Brian Householder, direktor in operativni direktor,
Hitachi Vantara (Deloitte, 2018)

To poglavje ponuja vpogled v to, kako se pripraviti na razvoj pametne industrije:

- koga urediti, zakaj in v kakšnem časovnem obdobju,
- kako uporabljati nove tehnologije izobraževanja in kako jih združiti s starimi koncepti,
- kako se izogniti pastem in najti ključ do uspešne izvedbe izobraževanja v obratih.

7.1 Kaj je pametna industrija (na kratko)?

Pametna industrija je termin, ki označuje trend avtomatizacije in izmenjave podatkov v proizvodni industriji. Zajema kibernetsko-fizične sisteme, internet stvari, računalništvo v oblaku in kognitivno računalništvo. Pametno industrijo pogosto poimenujemo kar četrta industrijska revolucija. Pametna industrija ustvarja tisto, kar včasih poimenujemo »pametna tovarna«. Znotraj modularno strukturiranih pametnih obratov kibernetsko-fizični sistemi nadzorujejo fizične procese, ustvarjajo virtualno kopijo fizičnega sveta in sprejemajo decentralizirane odločitve. Prek interneta stvari kibernetsko-fizični sistemi komunicirajo in sodelujejo med sabo in ostalimi ljudmi v realnem času, medtem ko lahko preko računalništva tisti, ki sodelujejo v vrednostnih verigah, uporabljajo notranjo in navzkrižno organizacijsko podporo (»Industry 4.0«, b. l.).

Industrija platforme 4.0 je prepoznala veliko potenciala in izzivov, vsi pa so del petih področij delovanja:

- horizontalne integracije,
- digitalnega dokončnega inženiringa,
- vertikalne integracije,
- novih socialnih infrastruktur,
- kibernetsko-fizičnega proizvodnega sistema.

V literaturi najdemo ogromno opisov pametne industrije, od tistih bolj tehnične do tistih splošnejše narave: poleg dokumentov nemške Platform Industrie 4.0 jih najdemo tudi v poročilih Odbora Evropskega parlamenta za industrijo, raziskave in energetiko (Smit idr., 2016). Rojkova (2017) ponuja splošen pregled konceptov in tehnologij pametne industrije, Xiaomin idr. (2017) pa razpravljajo o »lepilu«, ki združuje vse dele medsebojno povezane industrije: podatkovnem komunikacijskem omrežju (slika 7.1).

7.2 Koga uriti, zakaj in v kakšnem časovnem obdobju?

7.2.1 Kako predvideti časovno obdobje usposabljanja za razvoj pametne industrije?

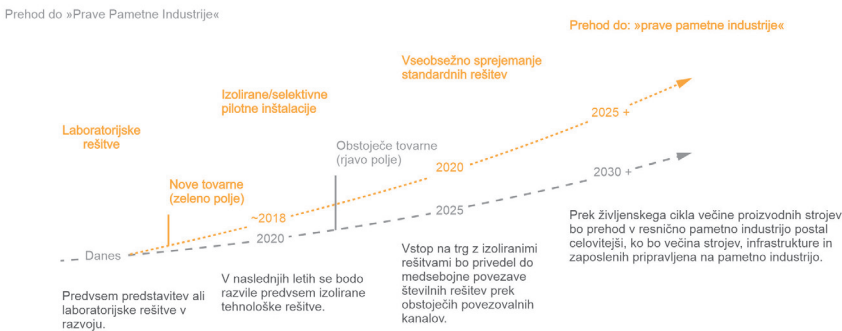
Časovno obdobje, v katerem je predvideno uvajanje ponekod rušilnih tehnologij pametne industrije, sega od leta 2020 (izbrane pilotne inštalacije) do konca leta 2025; v tem obdobju naj bi prišlo do obširnejše prilagoditve standardnih rešitev, s katerimi se bo do leta 2030 dosegla vpeljava »pristnejše« pametne industrije (glej sliko 7.2). Preobrazba, ki bo potekala še naslednjih nekaj let, se je torej že pričela, kar pomeni, da bo za večino raz-



Slika 7.1

Naprave (»stvari«), omrežja, »oblak« in aplikacije predstavljajo štiri ravni strukture omrežja (prirejeno po Xiaomin idr., 2017)

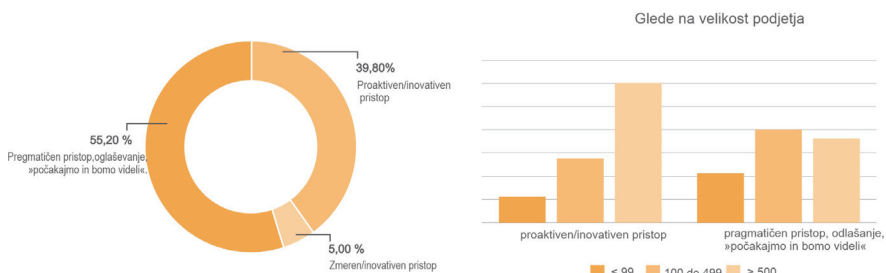
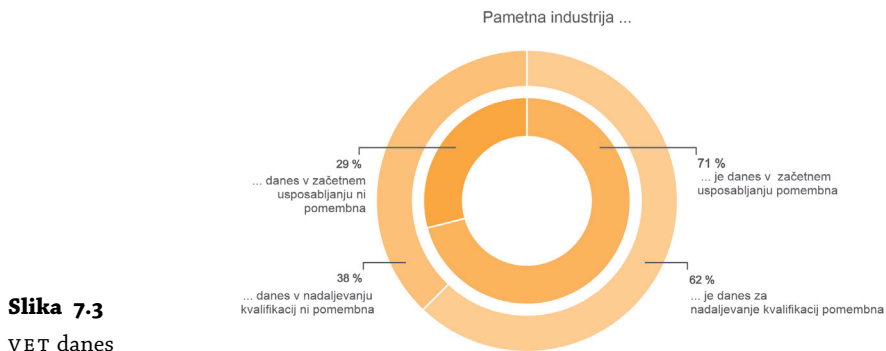
»Pametna industrija« je dolgo potovanje, saj bodo tehnologije potrebovale 10 – 15 let, da dosežejo zrelost na trgu.



Slika 7.2 Časovni načrt: večina virov napoveduje, da bo pametna industrija »prispela« v letih od 2025 do 2030

iskav, razvojnih projektov in uvedbo nove tehnologije poskrbelo trenutno osebje. To pomeni, da se moramo osredotočiti na usposabljanje trenutnega osebja: vseživljenjsko učenje in usposabljanje za odrasle je najpomembnejše v tej fazi uvajanja pametne industrije! Vzporedno s tem moramo v delovno silo integrirati mlajšje.

Presenetljivo je dejstvo, da vsa podjetja niso mnenja, da je v današnjem času za nadaljevanje izobrazbe pomemben trening za pametno industrijo (slika 7.3). Slika 7.4 kaže, da se glede organiziranja VET na delovnem mestu za proaktiven oz. inovativen položaj odločajo večinoma večja podjetja, kar pomeni, da bi se morala tudi srednja in manjša podjetja začeti pripravljati na pametno industrijo (Pfeiffer idr., 2016).



Slika 7.4 Proaktivnost podjetij

7.3 Za kaj se usposabljati

Ti odstavki ponujajo informacije o tem, kako oceniti različne razsežnosti sprememb v tehnologiji in njihov vpliv na usposobljenost, ki je pomembna pri poklicnem izobraževanju in usposabljanju (VET) ter višješolskem izobraževanju profilov na področju znanosti, tehnologije, inženiringa in matematika (STEM).

7.3.1 Razsežnosti pametne industrije, relevantne za VET

Usposobljenost za pametno industrijo, relevantno za VET

Ne obstaja samo ena in edina verzija pametne industrije, zato tudi ni samo enega odgovora na vprašanje primerne usposobljenosti v okviru VET (poklicnega izobraževanja in usposabljanja). Zahteve po usposobljenosti najlažje in najzanesljiveje prepoznamo s sodelovanjem zaposlenih pri uvedbi pametne industrije. Usposobljenost je navsezadnje tudi vprašanje volje: želijo podjetja širšo usposobljenost v prihodnosti ali pa računajo na to, da bodo oblikovala tehnologijo tako, da bi jih avtomatizacija naredila neodvisne od tovrstnih usposabljanj?

Socialna omrežja in produkcija: mobilne komunikacije spleta v proizvodnji.

Preglednica 7.1 Razsežnosti pametne industrije, relevantne za VET

Socialna omrežja @production	Web 2.0, Shift Doodle, tablice.	Koraki, pri katerih postanejo scenariji za uporabo Web 2.0. del proizvodnje, to so aplikacije, ki temeljijo na spletu za medosebne komunikacije, ki so na voljo v vsakem računalniškem okolju in ustreznih mobilnih napravah; za primer vzamemo aplikacijo Doodle, ki koordinira izmensko delo ali delo vzdrževalcev, ki se sporazumevajo preko spleta s pomočjo tablic.
Podatki @production	KFS, internet stvari, obsežni podatki.	Kvalitativni novi podatki se povezujejo med fizičnimi stvarmi, ki poprej niso imele podatkovne povezanosti in dajejo nove potenciale za samoorganizacijsko produkcijo posloводства, vzdrževanje in logistično integracijo (kibernetsko-fizični sistemi). Internet stvari in aplikacije obsežnih podatkov pri uporabi strojev, logistike itd.
NextGEN @production	Dvoročni roboti, lahki roboti, prilagodljiva robotika, 3D-tiskanje.	Novi pristopi k avtomatizaciji in produkciji in/ali upravljanje s tehnologijo, vključujejo lahke in dvoročne robote, robote z več senzorji (z višjo občutljivostjo ali prilagodljivostjo) in aditivne tehnologije, kot je 3D-tisk.
Avtomatizacija @telo in um	Naprave, ki jih lahko nosimo na telesu, Quantify-Me, dostop do obsežnih podatkov za vitalne funkcije.	Naprave, ki jih lahko nosimo na telesu (angl. <i>wearables</i>) in aplikacije, združene z obsežnimi podatki in pametnimi algoritmi, omogočajo dostop in upravljanje s telesnimi ter vitalnimi funkcijami zaposlenih.

Koraki, pri katerih postanejo scenariji za uporabo Web 2.0. del proizvodnje aplikacij, ki bazirajo na spletu za medosebne komunikacije, ki izvirajo na spletišču in so zato dostopne v vsakem računalniškem okolju in ustreznih mobilnih napravah. Aplikacijo Doodle lahko uporabimo za usklajevanje izmenskega dela. Te pristope uporabljamo bolj za dohajanje, ko se uporaba socialnih omrežij prebija v območja podjetij, kjer poprej niso bila v rabi. Če smo natančni, ne govorimo o pametni industriji, ampak zgolj o spremembi sredstev komuniciranja. Verjetneje je, da se bo učinek tega prej poznal pri podjetništvu kot pa pri zaposlovanju in kvalifikacijah: milenijci to vpeljujejo, ko vstopajo v službe. Nekateri tipični scenariji so:

- Shift Doodle in Web 2.0.: zaposleni uporabljajo aplikacijo, da se posvetujejo v skupini ali v različnih izmenah, npr. zato, da se dogovorijo, kdo bo prišel v službo v soboto, če bo potrebno dodatno delo idr.

Orodja, ki bazirajo na spletu, so uporabljena tudi za vodenje idej in stalen proces izboljšav.

- Mobilne naprave za management proizvodnje (doma ali v strankinih prostorih): zahvaljujoč velikim, večinoma samoobvladujočim spletiščem zaporedje proizvodnje ne potrebuje več tako intenzivne podpore kot poprej. Uslužbencem ni več potrebno biti na voljo ves čas. Potrebno je manjše število uslužbencev, vendar pa morajo biti ti visoko usposobljeni. Več senzorjev prek sekvenc v proizvodnji lahko na mobilnih napravah pokažejo stanje sistema in kdaj bo potreba po intervenciji v prihodnje.
- Podatki in produkcija: integracija materialne proizvodnje.

Kvalitativni novi podatki se povezujejo med fizičnimi stvarmi, ki poprej niso imele podatkovne povezanosti in dajejo nove potenciale za samoorganizacijo managementa, vzdrževanje in logistično integracijo proizvodnje (kibernetško-fizični sistemi). Nadgradijo in razširijo prejšnje korake pri uvedbi računalniškega sistema (kot so ERP sistemi) in jih natančneje integrirajo z dejanskim ustvarjanjem vrednosti (znotraj podjetja) ter dejanskim logističnim procesom (prek globalnih vrednostnih verig do končnega kupca). Ta potencial za novo vrsto prepustnosti fizičnega sveta s podatki tlakuje pot za scenarije, ki temeljijo na obsežnih podatkih in inteligentnih algoritmih. Na tej stopnji se lahko ustvarijo velike spremembe, ki vodijo do spremembe proizvodnih zaporedij, novih proizvodnih modelov in bolj tekočih vrednostnih verig. Ta razvoj je verjetnejši na področjih, ki imajo visoko razvite računalniške sisteme in avtomatizacije, ter bo predvsem vodil k večji kompleksnosti splošnega sistema. Ni mogoče predvideti učinkov na zaposlenost in kvalifikacije na splošno; ti se bodo namreč pojavili zelo specifično, ko se bosta vsebina dela in križanje med obema spremenilo. Tipični scenariji so npr.:

- *Kibernetško-fizični sistemi/internet stvari*: v srednje velikem podjetju so tehnološko zahtevnejši zobniki izdelani v malih serijah. Status različnih korakov pri izdelavi različnih serij (brušenje, mletje, utrjevanje itd.) in lokacije različnih delov so zabeleženi s pomočjo QR-kod, ki posredujejo podatke zunanjemu ponudniku storitev. Ponudnik storitev te podatke uporabi za predlog optimizirane poti za t. i. »dostavljalca« (angl. *milk runner*) (tj. oseba, odgovorna za intralogistiko, dostavo delov do pomembnih strojev v primernem času); usposobljen izvajalec logistike lahko do teh dostopa na svoji tablici.

- *Sprotno spremljanje posameznih delov ali storitev s strani stranke*: vsa zaporedja so digitalizirana tako, da je vedno mogoče videti, na kateri stopnji se nahaja proces sestave stroja oz. na kateri stopnji konstrukcije načrta se nahaja projekt kupca. Ne samo, da lahko vsi zaposleni preverijo status procesa v ustrezni aplikaciji – tudi kupcu se lahko ponudi možnost spremljanja procesa, povezanega z njegovim projektom.
- *Analitika obsežnih podatkov in vzdrževanje/pomoč na daljavo*: nešteto senzorjev v strojih in sistemih – bodisi v proizvodni liniji podjetja ali pa ko so stroji/sistemi uporabljeni doma pri stranki – stalno ustvarja ogromne količine podatkov. Tehnologija, ki je že bila uspešno uporabljena v preteklosti za napovedno vzdrževanje ali vzdrževanje na daljavo na strankini posesti, je zdaj še razvitejša. Aplikacije obsežnih podatkov in algoritmi, ki temeljijo na umetni inteligenci (AI), dopuščajo stalno analizo podatkov. To pomeni, da se lahko čas zastoja obrata v podjetju ali na strankini posesti občutno skrajša, rezervni deli pa se lahko izdelajo in dostavijo v kratkem času, že pred znaki obrabe.
- *Personalizacija izdelkov, tudi do izdelave posameznega izdelka*: s povišanjem integracije in pametnejšimi proizvodnimi zaporedji je mogoče ustvariti izdelke, ki so glede na stranko še specifičnejši. V bližnji prihodnosti se lahko veliko izdelkov ponudi/izdelava v seriji velikosti enega samega izdelka, s strukturo cen, ki je bila prej dosegljiva le za serije večjih količin standardnejših izdelkov. V nekaterih primerih lahko stranke že same prek spleta konfigurirajo izdelke, da so narejeni po njihovem okusu.
- *Nadzor izdelkov med proizvodnjo*: pomembne izboljšave so bile narejene tudi pri finem nadzoru proizvodnje, ki je zdaj decentraliziran. Izdelek, ki je v izdelavi, se dejansko sam nadzoruje skozi celoten proces. Vsak korak v izdelavi, vsak test kakovosti – vse je narejeno avtomatsko, saj si posamezni deli in stroji stalno izmenjujejo podatke.

NextGEN produkcija: nove tehnike izdelave. Novi pristopi k avtomatizaciji in produkciji in/ali upravljanje s tehnologijo vključujejo lahke in dvoročne robote, robote z več senzorstvi (z višjo občutljivostjo ali prilagodljivostjo) ali dodatne tehnologije, kot so 3D-tisk, uporaba brezpilotnih letalnikov, hitra izdelava prototipov, virtualna naročila, dvojna digitalna tehnologija (angl. *digital twin technology*) itd. Poceni roboti in brezpilotni letalniki (droni) so inovacije, ki bodo najverjetneje prinesle najodločnejše spremembe na

področjih, ki so do zdaj (z ekonomskega vidika) imela precej višji delež človeškega dela – kot so transport in logistika, pakiranje, služba dostave in odpošiljanja ter ročna ter hibridna montaža. 3D-tiskanje (ali drugi aditivni procesi), virtualna naročila in dvojna digitalna tehnologija bodo v bližnji prihodnosti pospešili cikle inovacij v proizvodnem sektorju.

Tipični scenariji za področje industrijske proizvodnje bi lahko bili:

- Dodatni procesi/3D-tisk: v samo nekaj letih je 3D-tisk prešel iz zgolj atrakcije do resnejših razsežnosti. Danes lahko ta tehnologija ustvari katerikoli material z zadostno dimenzijsko natančnostjo. To je močno spremenilo proces izdelave orodij, kjer je hitro obdelovanje vedno bolj uporabljano.
- Dvoročni in lahki roboti: veliki industrijski roboti v preteklosti niso bili pretirano finančno uspešni pri srednjih in malih podjetjih. Ampak ko so roboti (da ne pozabimo na sodelujoče robote, »cobots«) postali lažji in cenejši, se jih je vedno bolj splačalo uporabljati na več in več področjih. Npr., dvoročni robot se lahko uporablja pri dostavi posameznikov in operacijah vstavljanja kot tudi pri pakiranju rezervnih delov.
- Hitra izdelava prototipov in virtualna naročila pospešijo proces načrtovanja in izdelave kot tudi dejanska naročila novih mehatroničnih proizvodnih strojev.

Avtomatizacija telesa in uma: s podatki podprt dostop do teles in znanja. Naprave, ki jih lahko nosimo na telesu (angl. *wearables*) in orodja virtualne resničnosti, povezana z obsežnimi podatki in pametnimi algoritmi, razširijo dostop in upravljanje telesnih ter vitalnih funkcij uslužbencev. Zaradi tega so lahko delovni procesi bolj ergonomični, ergonomičnost pa je nastavljiva glede na posameznika. Tlakuje pot za delo, ki vzame v poštev proces staranja. Sočasno lahko zapis velikih in stalno zbirajočih količin podatkov predstavlja neznane nevarnosti – ponuja neoviran dostop do osebe in privatnega življenja, ki je povezan s telesom. Tipični scenariji v bližnji prihodnosti bi lahko bili:

- *Naprave, ki jih lahko nosimo na telesu, kot naraščajoča virtualna orodja:* tehnologije, ki jih lahko nosijo zaposleni, predstavljajo novost. Na področju montaže npr. lahko pametna rokavica delavcu pomaga uporabljati pravilno tehniko. Ker postajajo izdelki vedno bolj raznoliki, je postalo delo na montaži zahtevnejše: rutina in stalno ponavljajo-

ča se zaporedja so skoraj stvar preteklosti. Pametna rokavica pomaga tako, da na zaslonu nakaže, ali je pritrjen napačen del, ali pa izbran napačen vijak. Pametna očala za obogateno/navidežno resničnost tudi pomagajo pri vzdrževanju strojev na strankini posesti.

- *Beleženje vitalnih podatkov*: podatke, ki se med uporabo zbirajo prek naprav, ki jih lahko nosimo, analizirajo algoritmi, ki temeljijo na umetni inteligenci. Uslužbenci lahko prostovoljno povežejo svoje naprave za fitnes (kot npr. pametna ura) z zdravstveno enoto programske opreme podjetja. Podjetje lahko z zdravstvenim managementom uporabi nepersonalizirane podatke za vpogled v zdravstveno stanje zaposlenih in v to, ali se pojavljajo problemi na določenih oddelkih.

Vpliv na potrebe po usposobljenosti

Štiri tehnološke dimenzije vodijo k vrsti potreb po usposobljenosti, večina od teh je omenjena v preglednici 7.2. Proizvodnja podatkov zajema dejanske spremembe, ki jih po navadi imenujemo središče pametne industrije, in je del z največ potenciala za rušilne spremembe. Avtomatizacija telesa in uma ne bo pomembna le v pametni industriji, ampak na splošno tudi pri pametnem zdravju.

7.3.2 Višja raven STEM-a poziva k avtomatizaciji in proizvodnji v pametni industriji

Uvod

Izzivi na področju znanosti, tehnologije, inženiringa, matematike (STEM), ki so s pametno industrijo povezani na višji (akademski) ravni, so raznoliki in včasih rušilni. To poglavje predstavlja širši pregled nad področji tehnologije, ki so bila nakazana kot podatki in avtomatizacija. Na to moramo gledati ne le kot na izobrazbo in vseživljenjsko učenje, ampak tudi kot na raziskave in razvoj ter kot odrpote inovacije. Kot navajajo Pfeifferjeva idr. (2016), se večina podjetij v Nemčiji nahaja v tradicionalni atmosferi in/ali atmosferi dohitevanja glede na sodelovanje med svojima oddelkoma za usposabljanje, raziskave in razvoj. Čeprav presega okvir pričujoče publikacije, si je to pomembno zapomniti.

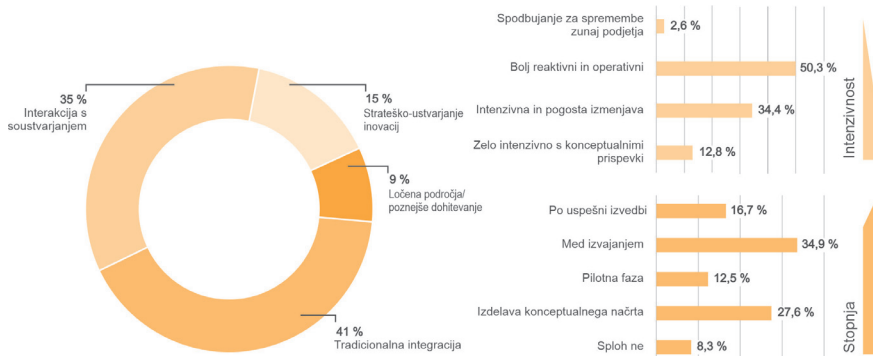
Pametna industrija ima težnjo po izobraževanju in usposabljanju

V zadnjih tridesetih letih so se pojavile tri spremembe paradigme v industrijski proizvodnji, ki so imele vpliv na teme izobraževanja in usposabljanja: najprej pojav CIM (računalniško integrirana proizvodnja), nato vitke proizvodnje in sedaj pametne industrije (Schallock idr., 2018).

Preglednica 7.2 Potrebe: pametna industrija in vplivni dejavniki – potreba po usposobljenosti

Postavka	Sodelovanje	Rast	Obseg sprememb
Socialna omrežja in proizvodnja	Učinkovit le, če ga oblikuje uslužbenec glede na svoje potrebe.	Razmeroma neproblematičen, večinoma znan iz vsakodnevne uporabe. Učenje skozi prakso je mogoče. Znanje nadzora, transparentnosti, povišana zmogljivost s pomembnostjo.	
Podatki in proizvodnja	Se prilagaja samo z vložkom tehničnega in praktičnega znanja uslužbenec.	Kapaciteta dela se povečuje s pomembnostjo, a je težje realizirati.	Rušilne spremembe. Povišano povpraševanje po formalni usposobljenosti pri managementu s podatki in sposobnosti iznajdljivosti. Nadgrajevanje usposobljenosti pri industrijskih in logističnih bistvenih spretnostih, tveganje degradacije pri dobičku. Vsebine zahtevane usposobljenosti ni zlahka določiti vnaprej.
NextGEN proizvodnja	Se prilagaja samo z vložkom tehničnega in praktičnega znanja uslužbenec.	Pojavljajo se nove razsežnosti dela.	Sposobnosti managementa strojev se lahko pridobijo mimogrede, če ima delavec dobre sposobnosti za delo.
Avtomatizacija telesa in uma	Razvijajte skupaj z uslužbenci, da se izognete nepravilni uporabi in tako povečate njihove prednosti.	Nevarnost podcenjevanja praktičnega znanja. Pridobitev novega praktičnega znanja je zahtevnejša.	Ovisno od pomembnejših odločitev glede načrta: nizke zahteve usposobljenosti v primeru zgolj pomoči človeka. Sicer pa obstaja tveganje za sistematično degradacijo usposobljenosti.

Kot prva sprememba paradigme daje CIM poudarek avtomatizaciji in pretoku informacij. To so zopet osrednja področja tehnologij, ki se lahko zelo spremenijo s pametno industrijo, kot je bilo nakazano že poprej. Pozornost je bila usmerjena na uvedbo računalnikov na ravni proizvodnje, ki so povezani s sistemi CAD in ERP. Druga paradigma, »vitek val«, je postavila v središče organizacijski načrt in razčlenitev struktur v tovarnah. Pri naslednji spremembi paradigme, pojavu pametne industrije, je v središču digitalizacija v industriji.



Slika 7.5 Sodelovanje med oddelkoma za usposabljanje ter raziskave in razvoj

Obširna anketa za VDMA (Pfeiffer idr., 2016) kaže pomembnost devetih tehnoloških trendov v pametni industriji zdaj in (glede na projekcije) leta 2025. Ti trendi so dober pokazatelj potreb po usposabljanju. Platforma industrije 4.0 v zvezi s kvalifikacijami poudarja naslednja področja:

- digitalne učne tehnike (glej poglavje »Kako se usposablјati«);
- kvalifikacije, povezane z delom (npr. usposabljanje na delovnem mestu, vseživljenjsko učenje);
- proizvodni sistemi;
- interdisciplinarni razvoj izdelkov in procesov (hitra izdelava prototipov, virtualno naročanje, digitalna tehnologija);
- specifične kompetence za pametno industrijo (glej naslednje odstavke in sliko Trendi 14.0);
- ocenitev kompetenc.

Te zahteve lahko npr. izpolnijo podjetja, ki načrtujejo ustrezne programe usposabljanja in vseživljenjskega učenja ali npr. v programih usposabljanja »učnih tovarn« (Schallock idr., 2018). Tovarna učenja lahko (ali bi morala) zajemati naslednje tri kategorije spretnosti:

- tehnične veščine;
- spretnosti preoblikovanja (npr. predlaganje in uresničevanje sprememb v vseh fazah proizvodnega sistema: učenje prilagajanja načel preoblikovanja v svojih domačih obratih);
- socialne veščine (npr. prenos znanja, pridobivanje znanja, sodelovanje za sinhronizacijo procesov in datumov dobave ter analiziranje napak, komunikacija, sodelovanje z drugimi v skupinah, management

konfliktov, samozavest, telesna in duševna odpornost, konceptualno delo in sistematično reševanje problemov).

V zvezi s tehničnimi veščinami je izziv premagati pomanjkanje delovne sile na področju informacijske tehnologije in s kompetencami pametne industrije. Pomembno je imeti delavce, ki poznajo pravo tehnologijo, vendar – presenetljivo – uspeh ali neuspeh ni odvisen samo od obvladovanja pravih tehnologij (spretnosti programiranja, programska oprema, senzorska tehnologija), ampak temelji na širšem številu dejavnikov, osredotočenih na ljudi. Kot je navedeno v raziskavi Price Waterhouse Coopers (PWC, 2016, str. 9): »Industrijska podjetja morajo razvijati robustno digitalno kulturo in zagotoviti, da bo sprememba vodilo vodstvo (direktorji). Poleg tega bodo morali pritegniti, obdržati in usposobiti digitalno generacijo in druge zaposlene, ki so zadovoljni z delom v dinamičnem okolju ekosistema.«

Devet tehnoloških trendov, ki jih predlagajo Rüßmann idr. (2015), tvori osnovo za izbor tem vseživljenjskega izobraževanja in za prihodnje spremembe v osnovnem izobraževanju:

- obsežni podatki in analitika,
- avtonomni roboti,
- simulacija, kosimulacija in integrirani načrti,
- horizontalna in vertikalna integracija sistema,
- industrijski internet stvari,
- spletna varnost,
- »oblak«,
- aditivna proizvodnja,
- nadgrajena resničnost.

Mnoge od devetih napredkov v tehnologiji, ki tvorijo temelje za pametno industrijo, se že uporabljajo v proizvodnji, ki pa jo bodo ti napredki še dodatno preoblikovali: izolirane, optimizirane celice bodo prišle skupaj kot popolnoma integriran, avtomatiziran in optimiziran proizvodni tok, kar vodi do večje učinkovitosti in spremembe tradicionalnih proizvodnih odnosov med dobavitelji, proizvajalci in kupci.

7.3.3 Vpliv industrijskih inovacij na vlogo dela

Voka Oost-Vlaanderen

Učinek informatizacije na trg dela je bil intenzivno preučevan. Sestava (rutinskih) nalog, pri katerih je potrebna človeška interakcija, se spremeni,

Preglednica 7.3 Učinek informatizacije na delo

Kategorija/učinek naloge	Rutinske naloge	Nerutinske naloge
Analitične in interaktivne kognitivne naloge	Vodenje evidence, izračun, ponavljajoče se storitve za stranke (npr. bančni blagajnik)	Zdravstvene diagnoze, pravno pisanje, promocija/prodaja, management drugih
Računalniški vpliv	Bistveno nadomestilo	Močno dopolnjevanje
Ročne naloge	Pobiranje ali razvrščanje, tekoči trak	Vožnja tovornjaka, čiščenje/vzdrževanje
Računalniški vpliv	Bistveno nadomestilo	Omejene priložnosti za nadomestitev ali komplementarnost

Opombe Prirejeno po Ellermann idr. (2016, str. 119).

povpraševanje po spretnostih za opravljanje teh nalog pa nadomesti povpraševanje po nerutinskem delu, saj produktivnost zaradi digitalizacije narašča. Preglednica 7.3 prikazuje učinek informatizacije na delo.

Digitalizacija tovarn bo spremenila službe v proizvodnji industriji MSP. Deset pomembnih znanj, ki jih zahtevajo delodajalci in ki so omenjena v poročilu o prihodnosti delovnih mest Svetovnega gospodarskega foruma, so: (1) kompleksno reševanje problemov, (2) usklajevanje z drugimi, (3) management ljudi, (4) kritično razmišljanje, (5) pogajanje, (6) kontrola kakovosti, (7) usmerjanje na storitve (8) presojanje in odločanje, (9) aktivno poslušanje in (10) kreativnost (World Economic Forum, 2015).

Tehnološke spremembe zahtevajo/omogočajo spremembe v organizaciji dela, ki se odražajo na različnih delovnih mestih in pri zahtevanih usposobljenostih. V teoriji bi to lahko bilo (oz. bi moralo biti) planirano v tem logičnem zaporedju. V resnici se podjetja spreminjajo na vseh treh področjih (ne nujno v sinhronih smereh). Podjetnik (oseba) in njegove kompetence, podjetje (kolektivni udeleženec) in organizacija dela, opredelitev dela ter sedanji delavci (osebe) in njihove zmožnosti so vsi pomembni naslovljeni cilji. Vpliv industrijskih inovacij na vlogo dela v prihodnosti proizvodnje sta preučili Združenje nemških inženirjev (VDI) in Ameriško združenje strojnih inženirjev. Analizirali so različne naloge in sestavili seznam kvalifikacij in spretnosti, ki bodo pomembne v tovarni prihodnosti. Za določitev kvalifikacij in spretnosti so uporabili tehniko MuShCo (must, should, could). Dve glavni ugotovitvi raziskave: sklop kompetenc in veščin, potrebnih v tovarni, se bo temeljito spremenil. Rezultati se nahajajo v preglednici 7.4 (Gehrke idr., 2015).

Preglednica 7.4 Kvalifikacije in spretnosti delavcev v tovarni prihodnosti

Postavka	Mora biti ...	Moralo bi biti ...	Je lahko ...
	... vključeno v spretnosti usposobljene delovne sile v prihodnosti		
Tehnične	Znanje in sposobnosti IT	Management znanja	Računalniško programiranje/sposobnost programiranja
	Obdelava in analiza podatkov ter informacij	Interdisciplinarno/generično znanje o tehnologijah in organizaciji	Specializirano znanje o tehnologijah
	Statistično znanje	Specializirano znanje o proizvodnih dejavnostih in procesih	Ergonomska ozaveščenost
	Organizacijsko in procesno razumevanje	Ozaveščenost o varnosti informacijske tehnologije in varstvu podatkov	Razumevanje pravnih zadev
	Sposobnost komuniciranja s sodobnimi vmesniki (človek – stroj/človek – robot)		
Osebnostne	Samoupravljanje in upravljanje s časom	Zaupanje v novo tehnologijo	
	Prilagodljivost in spremljivost	Miselnost, usmerjena v stalno izboljševanje in vseživljenjsko učenje	
	Sposobnost dela v skupinah		
	Socialne veščine		
	Komunikacijske veščine		

Za trajnostno izvajanje novih rešitev na področju izobraževanja in usposabljanja je pomembno vključevanje ustreznih zainteresiranih strani, kot so sindikati, poslovne akademije, zasebni ponudniki izobraževanja, industrijske, gospodarske in obrtne zbornice. Posredovanje ustreznega znanja o digitalizaciji je prav tako naloga poklicnih šol, visokih šol ter univerz.

Pri Allianz fur die Region so identificirali glavne ovire za razvoj spretnosti in znanja:

- prehitre in nepremišljene spremembe kot tudi pomanjkanje uporabnosti in integracije obstoječih pristopov in virov,
- strah pred uvedbo tehnologije pametne industrije kot naložbe v prihodnost,

- zavračanje novih dosežkov, tehnologij in poslovnih modelov,
- pomanjkanje razumevanja potreb strank ali zahtev konkurence,
- nadomestitev zaposlenih namesto nadgradnje usposobljenosti,
- pomanjkanje možnosti digitalnih ponudb za ciljno usposabljanje in nadaljnje izobraževanje za digitalizacijo ter pametno industrijo,
- sledenje tradicionalnim korporacijskim strukturam in načelom,
- odločanje brez sodelovanja zaposlenih,
- pomanjkanje razvojne strategije digitalizacije za podjetje.

7.4 Transformacijske metode učenja

V naslednjih odstavkih je navedeno, kako in zakaj izbrati metodo učenja, ki ustreza potrebam za usposabljanje in izobraževanje vašega podjetja. V zvezi z e-učenjem, zlasti z MOOC, je navedeno tudi, kje jih je mogoče najti, kateri MOOC so namenjeni posebej za STEM in celo specifično za pametno industrijo ter kateri so odločilni kazalniki uspeha za implementacijo v podjetjih.

7.4.1 Glavni koncepti

Tradicionalno učenje v primerjavi z e-učenjem

Dandanes so spletni tečaji in usposabljanja postali precej priljubljeni, saj vse več institucij in podjetij ponuja spletne tečaje. Kljub priljubljenosti spletnega izobraževanja je veliko ljudi, ki zavestno zaobidejo takšne metode, predvsem zaradi napačnega dojemanja. Obenem pa kljub naraščanju priljubljenosti spletnih tečajev poskuša tradicionalno (v učilnici) izobraževanje sprejeti novejša načine za ohranjanje zanimanja učencev.

Nekaterim posameznikom spletno usposabljanje bolj ustreza, za druge pa je najprimernejša metoda izobraževanje v učilnici. Poleg tega pa so nekateri izobraževalni tečaji, ki zahtevajo (industrijske) izkušnje in praktično usposabljanje, manj primerni za spletno učenje.

Preden se poglobimo v e-učenje, sta podana kratek opis tradicionalnega učenja in kratka primerjava s spletnim učenjem. Za nadaljnje branje si lahko pomagata z *Wikipedijo* (»E-learning (Theory)«, b. l.).

Tradicionalni pouk je primernejši za otroke, najstnike in mladostnike, ki se bodo še pridružili delovni sili. Redna udeležba pri pouku jim pomaga pri interakciji z drugimi posamezniki njihove starosti, disciplini in sledenju urniku ter izboljša duševno zavednost. Učenje v fizični učilnici pomaga, da se učitelji in učenci med seboj bolje spoznajo, kar učiteljem omogoča, da bolje ocenijo prednosti in slabosti učencev, delujejo kot mentorji in jih usmerjajo v poklicne možnosti.

V tradicionalni učilnici lahko učenci neposredno sodelujejo z učiteljem; stalna interakcija med študenti in učitelji učencem pomaga, da se znebijo svojih strahov glede izpitov, kar se s spletnim vodenjem redkokdaj zgodi. Poleg tega interakcija z dobrimi učitelji pomaga motivirati učence za doseganje višjih ocen.

Pridobljene diplome in certifikati so za bodoče delodajalce zagotovilo vsaj minimalnih kompetenc kandidata.

Z obzirom na prezaposlene urnike in dolge delovne dni je spletno izobraževanje priročnejše za vseživljenjsko učenje. Posamezniki se lahko udeležijo študija v udobju lastnega doma ali pisarne. Na splošno je komunikacija s spletnim inštruktorjem zelo neosebna, včasih celo nemogoča. Alternative za stik v živo, ki izboljšujejo komunikacijo med študentom in inštruktorjem, so: spletni forum, e-pošta, klepetalnica, srečanje MOOC itd. Nekatere od teh rešitev vodijo v dvosmerno sinhrono e-učenje.

Samostojno učenje s pridobivanjem znanja z uporabo virov, najdenih z uporabo npr. Googla, pogosto privede do nasičenosti z informacijami, kar otežuje izbiro ustreznih in pravih informacij. Morda je primernejše za tiste, ki imajo magisterij in lahko porabijo več časa za študij.

E-učenje

»E-učenje« je pravzaprav skupek spletnih izobraževalnih storitev, poučevanje in pomoč pri napredku študentov in pripravnikov (»E-learning (Theory)«, b. l.). Danes se lahko obravnava kot najpomembnejša oblika učenja na daljavo.

Različni koncepti, ki uporabljajo računalnike v kontekstu učenja in med katere spadajo računalniško podprto proučevanje (CAI), računalniško podprto učenje (CAL), računalniško podprto izobraževanje (CBE), e-učenje, sistemi za upravljanje učenja (LMS), samostojno učenje (SDL) in množično odprti spletni tečaji (MOOC), so obravnavani v *Wikipediji* (»Online Learning«, b. l.). Vsi koncepti imajo dva skupna vidika: učenje in računalnike; samo pri SDL ni nujna uporaba računalnika. Računalniška pismenost se bo izkazala kot odločilen dejavnik za uspeh pri spletnem izobraževanju.

Spletne platforme lahko služijo bolj raznolikim populacijam študentov, ki se pripravljajo na delo v pametni industriji. Ta raznolikost izhaja iz interakcije med študenti, ki se nahajajo na različnih geografskih lokacijah, kar lahko ponudi različne poglede na vsebino tečaja in s tem zmanjša kulturne razlike.

Izkušnje učencev so običajno asinhrono, lahko pa vključujejo tudi sinhrono elemente (»Online Learning«, b. l.). Velika večina institucij uporab-

lja sistem za upravljanje učenja (LMS) za upravljanje spletnih tečajev. V naslednjem poglavju so obravnavane metode podajanja znanja (sinhrono in asinhrono učenje) in sistemi za management učenja.

Metode podajanja znanja: sinhrono in asinhrono učenje. Sinhrono učenje vključuje spletno učenje preko klepeta. Takšno učenje se lahko odvija samo prek spleta. Ko ste na spletu, lahko ostanete v stiku s svojim učiteljem in drugimi učenci. Sinhrono učenje se imenuje zato, ker sistem učencem omogoča, da svojim učiteljem ali sošolcem postavljajo vprašanja takoj, v neposrednem sporočanju.

Asinhrono učenje se lahko izvaja preko spleta ali drugače. Asinhrono učenje vključuje naloge, ki se posredujejo prek spleta, elektronske pošte in oglasnih desk in se nato objavijo na spletnih forumih.

Asinhrona učna okolja so spletni prostori, kjer je delo podprto z digitalnimi platformami na način, ki od udeležencev ne zahteva, da so hkrati prisotni na spletu. Asinhroni načini so tematsko obarvane razprave, sestanki prek Skypa (individualni), e-pošte ali telefonskega pogovora. Čeprav se »vedno in povsod« sliši všečno, to lahko ogrozi sprotno učenje.

Prednost asinhronega učenja je ta, da ima učenec na voljo več časa za formulacijo vsebinsko povezanih odgovorov, namenjenih mentorju in vrstnikom. Čas mu omogoča poiskati reference, s katerimi argumentira svoje pisne izjave, opravlja preizkuse, se identificira z vrstniki. Dodaten čas učencem omogoča višjo sposobnost obdelave informacij. V objavah asinhronega okolja morata biti pravopis in slovnica podobna tistim, ki jih najdemo v formalnem akademskem diskurzu.

Po drugi strani je glavna pomanjkljivost te metode večja možnost, da se bo učenec počutil odstranjenega iz učnega okolja. Asinhrono učenje je po naravi manj socialno, kar lahko povzroči, da se učenec počuti osamljenega. Zagotavljanje občutka pripadnosti univerzi oz. ustanovi bo preprečilo občutke izoliranosti: povezave do univerzitetnih podpornih sistemov, knjižnic in laboratorijev so lahko zelo koristne za ta pristop.

Sinhrona učna okolja so najpodobnejša učenju iz oči v oči. Sinhrono učenje poteka preko digitalnih platform, kjer učenci hkrati uporabljajo spletne medije. V primerjavi z asinhronim učenjem sinhrona spletna okolja zagotavljajo intenzivnejši občutek podpore, saj je izmenjava besedila ali glasu takojšnja in je podobnejša pogovoru. Uporaba platform, kot so spletne konference ali videoklepet, omogoča boljše razumevanje vsebine, saj lahko učenci slišijo ton glasu, ki ga uporabljajo drugi. V tradicionalnem učnem okolju (učilnici) imajo učenci občutek, da morajo sodelovati v interakciji, kar dopušča, da se osredotočimo bolj na količino odgovorov in ne toliko

na njihovo vsebino. Vendarle pa sinhrona okolja z realnim časovnim odzivom študentom ali inštruktorjem omogočajo pojasnjevanje povedanega ali zmanjšujejo možnosti za morebitne nesporazume.

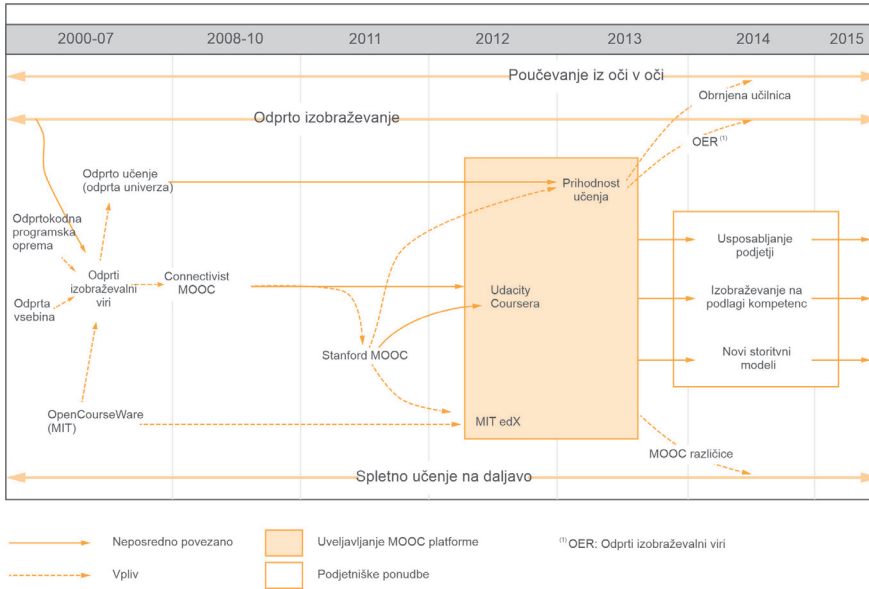
Sistemi za management učenja. Večina spletnega učenja poteka prek sistema za management učenja (LMS), ki ga izvajajo univerze ali podjetja: pomembno je, da je vzpostavljen enoten sistem, ki omogoča spremljanje osebe, ki se izobražuje. LMS je programska aplikacija za ohranjanje, posredovanje in sledenje izobraževalnih virov. Po mnenju Centra za analizo in raziskave Educause (ECAR) je uporaba LMS vsenavzoča, saj 99 % severno-ameriških fakultet in univerz poroča o uporabi ene aplikacije LMS (»Online Learning«, b.l.). Med fakultetami jih 87 % poroča, da uporabljajo LMS in ga vidijo kot koristnega za izboljšanje poučevanja (74 %) in izobraževanja študentov (71 %). Večina študentov (83 %) uporablja LMS na predavanjih, 56 % od teh študentov ga uporablja pri večini ali vseh predmetih. Večina institucij v ZDA in Kanadi imajo v rabi LMS, ki ga ponujajo zunanji prodajalci (77 %): v okolju LMS trenutno prevladuje Blackboard s stopnjo uporabe 31,9 %, sledi Moodle s 19,1 % in Canvas s 15,3 % (»Online Learning«, b.l.). V zadnjem letu je Canvas pridobil vse večji tržni delež.

Množični odprti spletni tečajji (MOOC)

Množični odprti spletni tečajji (MOOC) so spletni tečajji, namenjeni neomejenemu številu udeležencev, ki omogočajo odprt dostop prek spleta. Poleg tradicionalnih učnih gradiv, kot so posnetki predavanj, branj, rešitve problematik, veliko MOOC zagotavlja interaktivne uporabniške forume, ki podpirajo interakcijo med študenti, profesorji in asistenti (Tas). Pregled MOOC z več različnih platform lahko najdete na Class Central (<https://www.class-central.com>), razširjen seznam pa na Reviews (<https://www.reviews.com/mooc-platforms>). Sprva so se MOOC začeli kot popolnoma brezplačni spletni tečajji, a se je to hitro spremenilo. Prvotni MOOC so bili po večini razviti na ameriških univerzah (slika 7.8), bili so brezplačni in na visoki ravni. Danes se je ponudba razširila, primerna je za različne ravni izobraževanja in pogosto je (delno) plačljiva (Shah, 2017).

Osnovne značilnosti MOOC. Poglejmo, kaj pomeni kratica MOOC:

- *Množični* (angl. *Massive*): na tisoče študentov lahko opravlja isti tečaj hkrati. Na tečaj »Uvod v umetno inteligenco«, ki ga pogosto obravnavamo kot prvi MOOC, se je v letu 2012 prijavilo več kot 150.000 študentov.
- *Odprti* (angl. *Open*): vsakdo lahko sodeluje pri tečaju, ne glede na



Slika 7.6 Pregled razvoja MOOC, začenši z OCW na MIT.

predhodni učni uspeh. So brezplačni ali pa nizkocenovni, občasno so na voljo v štirih ali petih jezikih.

- *Spletni* (angl. *On-Line*): študenti se lahko udeležijo tečaja od kjerkoli in sodelujejo z drugimi študenti; tako kot pri vsakem pripomočku učenja na daljavo z LMS gre za veliko prednost, ki pogosto omogoča vpogled z večkulturnega zornega kota.
- *Tečaj* (angl. *Course*): programska oprema obsega več kot le poslušanje predhodno posnetih predavanj; MOOC so oblikovani tako, da so učinkoviti in interaktivni za spletno učenje na daljavo. Predhodno posneta predavanja pa so pomemben del tečaja.

MOOC so nedavni razvoj izobraževanja na daljavo, ki so bili prvič vpeljani leta 2006 in so se leta 2012 izkazali kot priljubljen način učenja. OpenCourseWare (OCW) se je na MIT pojavil leta 2006 in je pravzaprav omogočil dostop do pisnih tečajev visoke ravni za preostali svet. Glavni cilj je bil zagotoviti kakovostno izobraževanje vsem. Po drugi strani pa učenje na daljavo omogoča cel spekter spletnih fakultet. Študent je vpisan na univerzo, plača šolnino in sledi spletnemu tečaju ob predvidenem času (sinhrono učenje). Preglednica MOOC označuje nekatere lastnosti OCW, MOOC in spletnih fakultet.

Preglednica 7.5 Množični odprti spletni tečaji

Postavka	Odpri tečajji (OpenCourseWare)	MOOC	Spletne šole
Cena	Brezplačno	Brezplačno – nizka šolnina	Drago
Struktura	Ni zahtev	Časovna organizacija, organizacija strukture, asinhrono učenje	Strogi roki, domača naloga; sinhrono učenje
Ocenjevanje	Ga ni – včasih letni testi	Avtomatizirano računalniško ocenjevanje, vrstniško ocenjevanje, človeška metoda ocenjevanja	Oceni profesor
Razpoložljivost	Odpri, prost dostop, prilagodljivo po dogovoru	V lasti institucij, podjetij ali platform	Dostopno samo študentom, ki so bili sprejeti ali vpisani
Opombe		Včasih se uporablja za sprejemne izpite pred vpisom na fakultete	Včasih se uporablja kot rešitev za fakultete z več kampusi

Zaradi množičnih vpisov MOOC zahtevajo oblikovanje učnih načrtov, ki omogočajo obsežne povratne informacije in interakcije. Dva osnovna pristopa sta:

- medsebojno pregledovanje in sodelovanje v skupini,
- avtomatizirane povratne informacije s predmetnim spletnim ocenjevanjem, npr. kvizi in testi. Prav tako se odvija avtomatizirano ocenjevanje pisnih nalog z uporabo tehnik umetne inteligence.

Čeprav je študij preko MOOC navadno individualen in po večini asinhron, kar lahko povzroči izgubo želje do študija, so bili t. i. MOOC Meetups vzpostavljeni v mnogih velikih mestih po vsem svetu (Hagel idr., 2014, str. 14). Podjetja v stalnem razvoju MOOC in drugih digitalnih izobraževanj poskušajo z »meetupi« zapolniti vlogo socialnega učnega okolja, ki je značilno za tradicionalne izkušnje na fakulteti. Meetup je spletni portal za družabno mreženje, ki je bil ustanovljen leta 2002 in omogoča nespletne srečanja skupin na različnih lokacijah po svetu. Ponudnik spletnega izobraževanja edX ima več kot 40 skupnosti Meetup po vsem svetu, medtem ko ima Udacity 18 skupnosti. Skoraj 220 drugih »meetupov« pa spada pod kategorije MOOC in druga spletna izobraževanja. MOOC Meetups se razteza po vsem svetu s koncentracijami v večjih mestih (New York, London, Ban-

galore, San Francisco, Beijing in Hyderabad). »Meetupi« ustvarjajo fizično okolje za učence z namenom srečevanja in učenja. Mestne in univerzitetne knjižnice imajo v tem kontekstu prihodnjo vlogo; pravzaprav to ni nič drugega kot njihova zgodovinska vloga v »humanističnih znanostih«, ki se danes običajno uporabljajo v natančnih in inženirskih znanostih. MSP in večja podjetja bi morala razmisliti o vpeljevanju tega v svoja izobraževanja ali raziskovalne in razvojne oddelke!

Kje lahko najdete vaš MOOC? Nekaterne največje platforme MOOC leta 2018 so:

- Coursera (<https://www.coursera.org/>)
- edX (<https://www.edx.org/>)
- Udacity (<https://eu.udacity.com/>)
- FutureLearn (<https://www.futurelearn.com/>)

Preglednica 7.6 predstavlja številne poslovne modele, cenovni razpon, ponudbo itd. nekaterih platform MOOC. Obstajajo MOOC, ki nosijo industrijo 4.0 skoraj neposredno v svojem naslovu, npr.:

- Industrija 4.0: Kako revolucionirati vaše poslovanje (<https://www.edx.org/course/industry-4-o-how-revolutionize-business-hkpolyux-i4-ox>);
- Specializacija za digitalno proizvodnjo in tehnologijo oblikovanja (<https://www.coursera.org/specializations/digital-manufacturing-design-technology>).

Ker je večina korakov v smeri pametne industrije močno odvisna od inženirskih tečajev in tehnologij, praktičnih vaj in oblikovanja, stika z dejansko industrijsko opremo še vedno primanjkuje. To je na kratko obravnavano v naslednjem razdelku.

7.4.2 Formati praktičnega izobraževanja in usposabljanja

Izbira oblike praktičnega izobraževanja in usposabljanja – in tudi prej obravnavanega tradicionalnega učenja, OCW, MOOC, e-učenja na splošno itd. – je v veliki meri odvisna od ciljne javnosti. Pfeifferjeva (2015) podrobno preučuje učinke, zahteve, perspektive začetnega in nadaljevalnega poklicnega izobraževanja in usposabljanja, vključno z vseživljenjskim učenjem za poklicne funkcije v Avstriji. Usposabljanje na delovnem mestu – kot del vseživljenjskega učenja – in dolgoročno pripravištvo – med za-

Preglednica 7.6 Ponudniki MOOC

Ponudnik	Lokacija	Začetek	Poslovni model	Razpon cen	Ponudba tečajev	Št. študentov
Khan Akademijska	Mountain View, Kalifornija	2006	Neprofiten, velik del financiranja iz fundacij in donacij, cilj je zagotoviti vrhunsko brezplačno izobrazbo povsod in za vsakogar	Brezplačno	Personalizirani učni kazalniki, 100.000+ vaj, rešitev problemov študentov na mesec in 4.500+ mikrolekcij/videoov s širokim tematskim naborom	10 milijonov študentov na mesec
Udemy	San Francisco, Kalifornija	2010	Izobraževanja iTunes – omogočajo vsakomur, da stopi v vlogo avtorja in objavlja tečaje, avtor ima v lasti intelektualno lastnino in sam postavlja ceno tečaja, korporacijam je na voljo Udemy, ki je kot učni sistem na voljo za uporabo vsebine ali dodajanje lastne vsebine	Do 399 \$ (ceno določa avtor posameznega tečaja)	9.000 tečajev, osnovne programske veščine za profesionalne namene, 5–18 lekcij trajanja	1 milijon
Coursera	Mountain View, Kalifornija	2012	Večina tečajev je brezplačnih, avtorski program (100 \$/tečaj) potrjuje identifikacijo študenta, partner univerz, ki mi pripada odstotek prihodka posameznega tečaja	Večina tečajev je brezplačnih, 49 \$ in več za (opcijsko) identifikacijo	600+ ponujenih akademskih tečajev: opus predmetov sega od računalništva, znanosti do glasbe, filma in avdio tematike, 5–15 tedenski obseg trajanja	5,9 milijonov
Udacity	Mountain View, Kalifornija	2012	Dostop do vsebin s plačilom šolnine, dohodek je porazdeljen med partnerje (nedavno partnerstvo, sklenjeno z AT&T in Georgia Tech, ki nudi celoten magistrski študij na področju informatike), omogoča brezplačen dostop do programske opreme ali celoten tečaj z naročnino	Do 150 \$ ali študentsko posojilo z identifikacijo	~30 tečajev skupno, vsi predmeti temeljijo na STEM-u, tehnični tečaji, trajanje 5–16 lekcij	1,6 milijona
edX	Cambridge, Massachusetts	2012	Ustanovljen kot neprofiten partner univerz, ki ponujajo tečaje s platformo prosto dostopnimi viri, univerze plačajo predhodno šolnino in delijo prihodke, formalni partnerski program za korporativno treniranje	Brezplačno za večino tečajev, dodatna šolnina za (opcijsko) identifikacijo	Trenutno ~150 ponujenih tečajev s širokim razponom akademskih predmetov (od načrtovanja, organizacije, financ do kuhanja), trajanje 6–12 tednov	1,6 milijona
NovoEd	San Francisco, Kalifornija	2013	Kapitalsko-profiten, partnerji z institucijami, dovoljujejo oblikovanje lastne spletne znamke s podporo NovoEd	0–999 \$ odvisno od tečaja	Širok nabor akademskih predmetov, osredotočeno na podjejniško vsebino, različno trajanje	170.000+

Opombe Prirejeno po Hagel (2014, str. 20).

četnim izobraževanjem – sta standardni praksi za poklicno izobraževanje in usposabljanje, npr. v Nemčiji in Avstriji.

Za več teoretičnih tečajev in usposabljanja je za poklicno raven tradicionalno osebno poučevanje v razredu z veliko interakcije med učenci in učiteljem najprimernejša metoda. Enako velja za magistrsko raven s težnjo po uporabi OCW ali MOOC.

Ker so za pametno industrijo značilne teme ZTMI (znanost, tehnologija, inženiring, matematika) in zahtevajo veliko vaj, praktičnih kontekstnih ur in projektnega dela, navajamo nekaj možnosti za tovrstne oblike učenja:

- Dolgoročna pripravništva v začetnem poklicnem izobraževanju.
- Usposabljanje na delovnem mestu – primerno za kratka usposabljanja, seznanitev z novo opremo in s spletnim orodjem itd. Primerno je za vse ravni.
- Praktična usposabljanja in laboratorijski poskusi z novimi tehnologijami so na voljo na več načinov:
 1. Službe za interno usposabljanje – običajno v večjih podjetjih – ali v univerzitetnih podjetjih (npr. Univerza ArcelorMittal) ponujajo praktična usposabljanja in tečaje, včasih na kraju samem in včasih v tesnem sodelovanju z lokalnimi izobraževalnimi partnerji ali univerzami.
 2. Zasebna podjetja (npr. ATS – Nizozemska, Belgija) in strokovne organizacije (npr. VDMA, ie-netitd.) pogosto ponujajo usposabljanja, ki so odvisna od prodajalcev.
 3. Kot razširjanje ali kot dejanski rezultat raziskovalni projekti EU in nacionalni raziskovalni projekti včasih ponujajo brezplačne praktične tečaje o rezultatih raziskav ali projektov, npr. projekt i-MOCCA Interreg 2 Seas, ki je v 3 letih v Flandriji dosegel več kot 250 podjetij: več kot 750 inženirjev se je udeležilo praktičnih tečajev v trajanju od nekaj ur do 4 dni (Knockaert idr., 2014).
- Uporaba nadgrajene resničnosti in navidezne resničnosti. Npr.: Practeria, podjetje s sedežem v Združenem kraljestvu, ponuja kombinacijo virtualnih izkušenj, multimedijskih vsebin in strokovnega usposabljanja za usposabljanje CNC-operaterjev (slika 7.9).
- Uporaba »gamifikacije« kot usposabljanja na delovnem mestu. Npr., Accenture uporablja navidezno resničnost kot »gamifikacijo« usposabljanja na delovnem mestu, zaradi česar je bolj realistična in zahtevnejša kot druge resnejše igre.

- Učnih tovarn ni mogoče uporabiti le za multidisciplinarno raziskavo in odprte inovacije, ampak tudi za usposabljanje. To usposabljanje lahko zajema tehnično znanje, sposobnosti preoblikovanja (npr. predlaganje in uresničevanje sprememb v vseh fazah proizvodnega sistema, učenje prilagoditve načel preoblikovanja v svojih tovarnah) ali celo socialne veščine (npr. timsko delo, prenos znanja, pridobivanje znanja, sodelovanje pri sinhronizaciji procesov in dobavnih rokov ter analiza napak).

7.4.3 Ključ do uspeha in pasti

Kako poiskati ključ za uspeh pri doseganju zadovoljstva učencev in prenosu učenja: pripraviti učence na e-učenje s krepitvijo učinkovite rabe računalnika in tehnologije ter dejanske uporabe pridobljenih veščin. Odlična študija Gunawardenove idr. (2010) opisuje glavne točke, v katere je potrebno usmeriti pozornost pri korporativnih spletnih izobraževalnih programih, da bi dosegli uspeh pri doseganju zadovoljstva učencev in prenosu učenja. Ta dobro dokumentirana študija poudarja, da je za zadovoljstvo učencev t. i. spletna učinkovitost daleč najpomembnejši dejavnik. Sekundarnega pomena – nekateri nimajo skoraj nobenega vpliva na zadovoljstvo učencev – so oblike tečajev (glej odstavke o MOOC), npr. tečajev navidezne resničnosti na CNC (prejšnje poglavje), interakcija med učencem in učencem ter interakcija med učencem in učiteljem; med njimi je interakcija učenec–učenec ocenjena kot najmanj pomembna.

Za učinkovit prenos učenja/znanja sta najpomembnejši kolegialna podpora (uporaba novih spretnosti) in organizacijska podpora (viri in ustrezna delovna obremenitev). Upravljalvska podpora in organizacijske spodbude imajo manj (oz. skoraj nič) vpliva.

Sklep

Številni ekonomisti verjamejo, da je odgovor na izzive sodobnih trgov četrta industrijska revolucija, ki se pogosto imenuje tudi Industrija 4.0 (I4.0). I4.0 je izraz za digitalno preobrazbo predelovalne industrije, katere cilj so prožnejša in učinkovitejša podjetja, ki bodo na ta način lahko ekonomično proizvedla tudi najmanjše serije izdelkov in proizvodni program omejila na najkrajši možni čas. Po mnenju številnih avtorjev ima I4.0 možnost pospeševanja procesov v celotnem življenjskem ciklu izdelka in odpira popolnoma nove poslovne potenciale. MSP so še posebej primerna za razvoj in uresničevanje idej v okviru I4.0, saj so v primerjavi z večjimi podjetji zanje značilne krajše poti odločanja, večja udeležba zaposlenih in višja sposobnost inovacij. Čeprav je uvedba I4.0 nujna za preživetje proizvodnih podjetij na zapletenih in turbulentnih trgih v prihodnosti, pa pomembnejše raziskave kažejo, da okoli 71 % podjetij še nima razvite I4.0 strategije.

Pametni inženiring, industrija 4.0 in internet stvari imajo velik potencial za MSP in zasebne evropske podjetnike v digitalnem gospodarstvu. To, kako evropska podjetja uporabljajo nove digitalne tehnologije, bo imelo velik vpliv na njihovo bodočo rast. Novi digitalni trendi ne vključujejo le pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari, temveč tudi računalništvo v oblaku, mobilne spletne storitve in pametna omrežja. Posledično se evropsko poslovno okolje in narava dela trajno spreminjata. To se dogaja zaradi inovativne moči novih tehnologij, saj te ne povzročajo sprememb le na tehnološki ravni, temveč vplivajo tudi na poslovne modele in mednarodni prenos znanja.

Strokovnjaki menijo, da bo digitalna preobrazba koristila zlasti MSP, saj jim bo ponudila odlične priložnosti za povečanje konkurenčnosti in ohranjanje prednosti pred konkurenti. Zato digitalna preobrazba proizvodnih procesov ni alternativa, pač pa edini način, na katerega lahko zagotovimo sproti pregled nad celotnim procesom in oskrbno verigo ter ustvarimo preglednejšo strukturo strank. Digitalna preobrazba tako ponuja koristi vsem udeležencem. Kupci uživajo izrazito optimizirane storitve, podjetja pa pridobijo privlačne poslovne modele.

Uporaba pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari lahko trajno spremeni evropska MSP. Ta potencial je mogoče izkoristiti na

gospodarsko pozitiven način, ga uporabiti za okrepitev digitalnega gospodarstva v Evropi in vzpostavitev močnega mednarodnega trga. Vendar pa ne smemo zanemariti etičnih in socialnih vidikov tega potenciala. Evropska MSP bodo lahko le z uravnoteženo uporabo aplikacij pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari imela trajnostno korist od novih digitalnih tehnologij. V Evropi obstaja veliko pristopov, ki spodbujajo ukrepe na področjih pametnega inženiringa, industrije 4.0 in interneta stvari. Od leta 2009 Evropska unija izvaja načrt za promoviranje razvoja pametne tehnologije, industrije 4.0 in interneta stvari v Evropi.

Prispevek visokošolskih izobraževalnih ustanov, s svojim znanjem in raziskavami, predstavlja pomembno podporo, da so MSP dobro pripravljene na izzive pametne industrije. Po drugi strani pa mora osebje MSP razviti znanja, spretnosti in kompetence, skupaj s posebnimi pedagoškimi pristopi, prilagojenimi njihovim proizvodnim procesom in poslovnemu življenju. V tem kontekstu je model sodelovanja med visokošolskimi izobraževalnimi ustanovami in podjetji eno najpomembnejših orodij, ki bi jih MSP lahko uporabila, da bi postala »pametna«, povečala svojo konkurenčnost in izboljšala svoj položaj na trgu. Tesno sodelovanje visokošolskih izobraževalnih ustanov in MSP lahko pomaga univerzam pri povečanju zmogljivosti za prenovu in obnovo raziskav, podjetjem pa pri pridobivanju in ohranjanju konkurenčnosti nacionalnega gospodarstva, prispeva h gospodarskemu razvoju na različnih ravneh.

Peter Štrukelj

Literatura

- 501 Commons. (B.l.). What's the difference between coaching & consulting? <https://www.501commons.org/resources/tools-and-best-practices/management-leadership/whats-the-difference-between-coaching-and-consulting>
- Alida. (2016, 5. avgust). *5 examples of brands driving customer-centric innovation*. <https://www.alida.com/the-alida-journal/5-examples-how-brands-are-using-co-creation>
- Anderl, R., Eigner, M., Sendler, U., in Stark, R. (2012). *Smart Engineering: Interdisziplinäre Produktentstehung*. Springer-Verlag.
- Anunziata, M. (2014). *The value of interconnectedness: Toward a new kind of industrial company*. <http://files.gecompany.com/gereports/MMWhitePaper2.pdf>
- Arntz, M. (2016). *The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189). OECD Publishing.
- Baltes, G., in Freyth, A. (2017). *Veränderungsintelligenz: Agiler, innovativer, unternehmerischer den Wandel unserer Zeit meistern*. Springer.
- Bauer, W., in Horváth, P. (2015). Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. *Controlling*, 27(8/9), 515–517.
- Bauernhansl, T., ten Hompel, M., in Vogel-Heuser, B. (2014). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration*. Springer.
- Baun, C., Kunze, M., Nimis, J., in Tai, S. (2011). *Cloud computing*. Springer.
- Becker, H. P., Himpel, F., in Kuß, A. (2004). *Gablers Wirtschaftswissen für Praktiker: Zuverlässige Orientierung in allen kaufmännischen Fragen*. Springer.
- Biesel, H., in Hame, H. (2018). *Vertrieb und Marketing in der Digitalen Welt: So schaffen Unternehmen die Business Transformation in der Praxis*. Springer Gabler.
- Bikakis, N. (2018). *Big data visualization tools*. <http://www.nbikakis.com/papers/Big.Data.Visualization.Tools.Survey.Encyclopedia.pdf>
- Bolt, S. (2015). Big data analytics. *Controlling*, 27(11), 674–675.
- Bonin, H. G. (2015). *Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland* (Kurzexpertise No. 57). Bundesministerium für Arbeit und Soziales
- Booch, G., in Brown, A. W. (2003). Collaborative development environments. *Advances in Computers*, 59(1), 1–27.
- Borgmeier, A., Grohmann, A., in Gross, S. F. (2017). *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices; Industrie 4.0, Internet*

- of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie.* Carl Hanser Verlag.
- Bousonville, T. (2016). *Logistik 4.0: Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette.* Springer.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., in Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 8(1), 37–44.
- Bruce, A., in Jeromin, C. (2016). *Agile Markenführung: Wie Sie Ihre Marke stark machen für dynamische Märkte.* Springer.
- Brynjolfsson, E., in McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies.* W. W. Norton.
- Bullinger, H.-J. (2015, 30. julij). Wem gehört künftig der Kunde? *Manager Magazin*. <http://www.manager-magazin.de/digitales/it/industrie-4-0-wem-gehoeert-kuenftig-der-kunde-a-1045769.html>
- Burghardt, M. (2018). *Projektmanagement: Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Projekten.* Wiley-VCH Verlag.
- Burmann, C., in Blinda, L. (2006). *Markenführungskompetenzen: Handlungspotenziale einer identitätsbasierten Markenführung* (LiM-Arbeitspapier No. 20). Universität Bremen.
- Burmann, C., Halaszovich, T., in Hemmann, F. (2012). *Identitätsbasierte Markenführung.* Springer.
- Business Europe. (2017). *Legal issues of digitalisation in Europe: Measures to effectively help companies advance their digital strategies* [brošura]. https://www.busseurope.eu/sites/buseur/files/media/reports_and_studies/2017-09-29_legal_issues_of_digitalisation_in_europe.pdf
- Cadac Group. (2017, 2. marec). *Wat is configure to order?* <https://www.cadac.com/nieuws/wat-is-configure-to-order-cto/>
- Carretero, J., in García, J. D. (2014). The Internet of Things: Connecting the world. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(2), 445–447.
- Cernavin, O., Schröter, W., in Stowasser, S. (2017). *Prävention 4.0: Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0.* Springer.
- Chambers, J. (2014, 15. januar). *Are you ready for the Internet of everything?* World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2014/01/are-you-ready-for-the-internet-of-everything/>
- Chesbrough, H. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: Evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), 529–555.
- Choi, S. H., in Cheung, H. H. (2008). A versatile virtual prototyping system for rapid product development. *Computers in Industry*, 59(5), 477–488.
- Christian Arnold, D. K. (2016, 19.–22. junij). *How Industry 4.0 changes business mo-*

- dels in different manufacturing industries* [predstavitev na konferenci]. XXVII ISPIM Innovation Conference – Blending Tomorrow's Innovation Vintage, Porto, Portugalska.
- Cooper, R. G. (1980). *Project NewProd: What makes a new product a winner? An empirical study of successful versus unsuccessful industrial product innovation*. Quebec Industrial Innovation Centre.
- Courtney, H., Kirkland, J., in Viguerie, P. (1997). Strategy under uncertainty. *Harvard Business Review*, 75(6), 66–79.
- Dan, M. C. (2013). Why should university and business cooperate? *International Journal of Economic Practices and Theories*, 3(1), 67–74.
- Davies, R. C. (2017). Review of socio-technical considerations to ensure successful implementation of industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 1288–1295.
- Deges, F. (2017). *Retourenmanagement im Online-Handel: Kundenverhalten beeinflussen und Kosten senken*. Springer.
- Delaney, K. J. (2017, 17. februar). *The robot that takes your job should pay taxes, says Bill Gates*. Quartz. <https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/>
- Deloitte. (2016). *Industry 4.0 engages customers: The digital manufacturing enterprise powers the customer life cycle* [brošura]. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-o-engages-customer-en-170224.pdf>
- Deloitte. (2017). *Industry 4.0 engages customers: The digital manufacturing enterprise powers the customer life cycle* [brošura]. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-o-engages-customer-en-170224.pdf>
- Deloitte. (2018). *The Fourth Industrial Revolution is here – Are you ready?* (Deloitte insights.) [Brošura.] https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/manufacturing/Industry4-o_Are-you-ready_Report.pdf
- Dengel, A. (2011). Künstliche Intelligenz in Anwendungen. *Künstliche Intelligenz*, 25(4), 317–319.
- Dorschel, J., in Nauerth, P. (2013). Big Data und Datenschutz-ein Überblick über die rechtlichen und technischen Herausforderungen. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 5(2), 32–38.
- Dr. Wieselhuber & Partner in Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. (2015). *Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0: Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau* [brošura]. https://www.wieselhuber.de/migrate/attachments/Geschaeftsmodell_Industrie40-Studie_Wieselhuber.pdf
- Dukić, D., in Milivojević, T. (2011). Model menadžment konsaltinga za preduzetnike i vlasnike malih preduzeća. *Industrija*, 39(2), 336–355.
- Dumitrascu, A.-E., in Nedelcu, A. (2012). Project costs and risks estimation regar-

- ding quality management system implementation. V T. Aized (ur.), *Total quality management and Six Sigma* (str. 41–68). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/2559>
- Eibl, M., in Gaedke, M. (ur.) (2017). *Lecture notes in informatics*. Gesellschaft für Informatik.
- E-learning (theory). (B. 1.). V *Wikipediji*. [https://en.wikipedia.org/wiki/E-learning_\(theory\)](https://en.wikipedia.org/wiki/E-learning_(theory))
- Ellermann, H., Kreutter, P., in Messner, W. (2016). *The Palgrave handbook of managing continuous business transformation*. Springer.
- eMarketer. (2017). *Anzahl der Internetnutzer weltweit in den Jahren 2013 bis 2016 sowie eine Prognose bis 2021 (in Milliarden)*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/369356/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-internetnutzer-weltweit/>
- Esch, F. (2012). *Strategie und Technik der Markenführung*. Verlag Franz Vahlen.
- Esch, F. R., Langer, T., Rempel, J. E. (2005). Ansätze zur Erfassung und Entwicklung der Markenidentität. V F. R. Esch (ur.), *Moderne Markenführung* (4. izd., str. 103–130). Springer Gabler.
- EU Robotics. (2016). *rockEU – Robotics coordination action for Europe*. <https://eurobotics.net/eurobotics/about/projects/2013-2016-rockeu.html>
- European Commission. (2011). *The state of European university business cooperation* [brošura]. Science-to-Business Marketing Research Centre, Münster University of Applied Sciences.
- European Commission. (2014a). *Internet of things: The next revolution; A strategic reflection about an European approach to Internet of Things*. <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=17867&no=1>
- European Commission. (2014b). *Measuring the Impact of University-Business Cooperation*. Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2017). *A renewed EU agenda for higher education* (COM (2017) 247 final).
- Fachhochschule des Mittelstands. (2018). *Learning and business consultant needs of Europe's SMES in smart engineering*. <http://smart.eu/en/results/learning-and-business-consulting-needs/SMEART-Needs-of-engineering-SMEs.pdf>
- Fitzgerald, J., Larsen, P. G., in Verhoef, M. (2014). *Collaborative design for embedded systems: Co-modelling and co-simulation*. Springer.
- Fleisch, E., Weinberger, M., in Wortmann, F. (2014). Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. *HMD Praxis Der Wirtschaftsinformatik*, 51(6), 812–826.
- Foidl, H., in Felderer, M. (2016). Research challenges of industry 4.0 for quality management. V M. Felderer, F. Piazzolo, W. Ortner, L. Brehm in H. J. Hof (ur.), *Innovations in enterprise information systems management and engineering* (str. 121–137). Springer.

- Forslid, E., in Wikén, N. (2015). *Automatic irony-and sarcasm detection in Social media*. Uppsala Universitet.
- Frey, C. B., in Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114(C), 254–280.
- Friedewald, M., Raabe, O., Georgieff, P., Koch, D. J., in Neuhäusler, P. (2010). *Ubiquitäres Computing das »Internet der Dinge« – Grundlagen, Anwendungen, Folgen*. Edition Sigma.
- Gandomi, A., in Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137–144.
- Geertsma, P. (2014, 14. november). *Wat is een interface en waarvoor wordt een interface gebruikt?* Technisch Werken. <http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-een-interface-en-waarvoor-wordt-een-interface-gebruikt/>
- Gehrke, L., Kühn, A. T., Rule, D., Moore, P., Bellmann, C., Siemes, S., Dawood, D., Lakshmi, S., Kulik, J., in Standley, M. (2015). *Industry 4.0: A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: A German and American perspective*. Verein Deutscher Ingenieure.
- Geisberger, E., in Broy, M. (2012a). *Agenda PS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Springer.
- Geisberger, E., in Broy, M. (2012b). Cyber-Physical Systems: Visionen, Charakteristika und Neue Fähigkeiten. V E. Geisberger in M. Broy (ur.), *Acatech Studie* (str. 29–68). Springer.
- Gleich, W. M. (2015). *Vergeltung für Wettbewerbsangriffe auf den Kernmarkt*. Springer.
- Go-Globe. (2017, 21. august). *Things that happen on the Internet every 60 seconds*. <https://www.go-globe.com/blog/things-that-happen-every-60-seconds/>
- Graetz, G., in Michaels, G. (2015). *Robots at work: The impact on productivity and jobs* (CEP Discussion Paper No. 1335). Centre for Economic Performance. <https://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1335.pdf>
- Grote, K.-H., Engelmann, F., Beitz, W., Syrbe, M., Beyerer, J., in Spur, G. (2014). *Das Ingenieurwissen: Entwicklung, Konstruktion und Produktion*. Springer.
- Grundig, C.-G. (2018). *Fabrikplanung: Planungssystematik – Methoden – Anwendungen*. Carl Hanser Verlag.
- Gunawardena, C. N., Linder-VanBerschot, J. A., LaPointe, D. K., in Rao, L. (2010). Predictors of learner satisfaction and transfer of learning in a corporate online education program. *American Journal of Distance Education*, 24(4), 207–226.
- Hagel, J., Wooll, M., Brown, J. S., Mathew, R., in Tsu, W. (2014, 27. oktober). *The lifetime learner: A journey through the future of postsecondary education*. De-

- oitte Insights. <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/public-sector/future-of-online-learning.html>
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., in Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1–6.
- Hermann, M., Pentek, T., in Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. V *HICSS '16: Proceedings of the 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences* (str. 3928–3937). IEEE. <https://doi.org/10.1109/hicss.2016.488>
- Hoff, P. (2016, 7. junij). *Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Greece, advantage or competitive disadvantage?* [Prispevek predstavljen na Siemens F&B Day Greece.] Solun, Grčija.
- Horvath, S. (2012). *Aktueller Begriff: Internet der Dinge*. Deutscher Bunderstag. https://www.bundestag.de/blob/192512/cfa9e76cdcf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_dinge-data.pdf
- Huber, R. (1985). *Überwindung der strategischen Diskrepanz und Operationalisierung der entwickelten Strategie*. Universität Zürich.
- Ibarra, D., Igartua, J. I., in Ganzarain, J. (2017). Business model innovation in industry 4.0: The case of a university-industry experience in smes. V *INTED 2017 Proceedings* (str. 5877–5886). IATED. <https://doi.org/10.21125/inted.2017.1374>
- I-Com – Institute for Competitiveness. (2016). *Internet of things & 5G revolution* [brošura]. http://www.astrid-online.it/static/upload/stud/studio-i-com_internet_5g_.pdf
- Industry 4.0. (B.l.). V *Wikipediji*. https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0
- Institut für Integrierte Produktion Hannover. (2018). *EU Compass for smart engineering initiatives and policies in the European Union* [brošura]. http://www.smeart.eu/en/results/eu-compass/SMeART-WP1_Compass-ENG__final.pdf
- ISWA. (2017). *The impact of the 4th industrial revolution on the waste management sector*. http://www.wastelessfuture.com/pdf/The_Impact_of_the_4th_Industrial_Revolution_on_the_Waste_Management_Sector.pdf
- ITU. (B.l.). *Internet of Things global standards initiative*. <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx>
- Jansen, J. (2017, 7. februar). 8,4 Milliarden vernetzte Geräte im Internet der Dinge. *Frankfurter Allgemeine*. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/netzwirtschaft/digitalisierung-8-4-milliarden-vernetzte-geraete-im-internet-der-dinge-14865654.html>
- Jara, A. J., Parra, M. C., in Skarmeta, A. F. (2012). Marketing 4.0: A new value added to the marketing through the internet of things. V *IMIS '12: Proceedings of the 2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing* (str. 852–857). IEEE Computer Society.

- Jodlbauer, H. (2016). *Die Datenspinne: Im Netz von Google, Facebook, Alibaba und Co!* Leykam Verlag.
- Jodlbauer, H., in Schagerl, M. (2016). Reifegradmodell Industrie 4.0-Ein Vorgehensmodell zur Identifikation von Industrie 4.0 Potentialen. V H. C. Mayr in M. Pinzger (ur.), *Informatik 2016* (str. 1473–1487). Gesellschaft für Informatik. <https://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings259/1473.pdf>
- Karnouskos, S. (2011). Cyber-physical systems in the SmartGrid. V *9th IEEE International Conference on Industrial Informatics* (str. 20–23). IEEE.
- Katal, A., Wazid, M., in Goudar, R. H. (2013). Big data: Issues, challenges, tools and good practices. V *2013 Sixth International Conference on Contemporary Computing* (str. 404–409). IEEE.
- Kaufmann, T. (2015). *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit*. Springer.
- Kaur, P., in Owonibi, M. (2017). A review on visualization recommendation strategies. V *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications* (str. 266–273). SciTePress.
- Kern, C. (2006). *Anwendung von RFID-Systemen*. Springer.
- Khan, A., in Turowski, K. (2016). A survey of current challenges in manufacturing industry and preparation for industry 4.0. V A. Abraham, S. Kovalev, V. Tarassov in V. Snášel (ur.), *Proceedings of the First International Scientific Conference »Intelligent Information Technologies for Industry«* (str. 15–26). Springer.
- Kleemann, F., in Glas, A. (2017). *Einkauf 4.0*. Springer.
- Knockaert, J., De Lepeleer, G., Stevens, T., in Saey, P. (2014). Industry and engineering education interacting in an interregional project: A Flanders' perspective. V *SEFI 2014: 42nd annual conference proceedings*. SEFI. <https://biblio.ugent.be/publication/5673276/file/5673277.pdf>
- Košmrlj, K., Širok, K., in Likar, B. (2015). *The art of managing innovation problems and opportunities*. Faculty of Management.
- Kotler, P. (2016, 9. december). *Weekend reading: »Marketing 4.0«*. Marketing Insider Group. <https://marketinginsidergroup.com/strategy/marketing-4-0-philip-kotler/>
- Kotler, P., Kartajaya, H., in Setiawan, I. (2010). *Die neue Dimension des Marketings: Vom Kunden zum Menschen*. Campus Verlag.
- Kouiss, K., Pierreval, H., in Mebarki, N. (1997). Using multi-agent architecture in FMS for dynamic scheduling. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 8(1), 41–47.
- KPMG. (2016). *The factory of the future: Industry 4.0 – The challenges of tomorrow and the solutions for tomorrow* [brošura]. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/es/pdf/2017/06/the-factory-of-the-future.pdf>
- Kreutzer, R. T. (2013). *Praxisorientiertes Online-Marketing*. Springer.
- Kumar, E. (2008). *Artificial intelligence*. I. K. International.

- Kwakman, F., in Smeulders, R. (ur.). (2017). *Groot innovatie modellenboek*. Van Duuren Management.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., in Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.
- Lauer, T. (2014). *Change Management: Grundlagen und Erfolgsfaktoren*. Springer.
- Lee, H. L. (2004). The triple-A supply chain. *Harvard Business Review*, 82(10), 102–112.
- Lemke, C., Brenner, W., in Kirchner, K. (2017). *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. Springer.
- Lewin, K. (1947). Frontiers in group dynamics: Concept, method and reality in social science; social equilibria and social change. *Human Relations: Studies towards the Integration of the Social Sciences*, 1(1), 5–41.
- Li, S., in Lin, B. (2006). Accessing information sharing and information quality in supply chain management. *Decision Support Systems*, 42(3), 1641–1656.
- Lies, J. (2017). *Die Digitalisierung der Kommunikation im Mittelstand*. Springer.
- Likar, B., in Fatur, P. (2007). *Managing innovation and R&D processes in EU environment*. Korona plus.
- Likar, B., Fatur, P., Mrgole, U., Chovan, C., Kullbjer, A., Medova, S., Tsaggaris, V., Lopéz de Sancho, A., Dominguez, C., San Cristobal Macho, A., Vidal Álvarez, P., Martire, F., Kalivas, Y., Gkofa, F., Rakovitis, C., Tonkov, A., & Petrov, V. (2013). *Innovation management*. Korona plus -- Institute for Innovation and Technology.
- Locke, E. A., in Latham, G. P. (1990). A theory of goal setting & task performance. *The Academy of Management Review*, 16(2), 480–483.
- Lubiewa-Wielezyski, P. A. (2012, 7 februar). *Innovation: What is open innovation?* Escuela de organización industrial. <https://www.eoi.es/blogs/piotradamlubiewa/2012/02/07/innovation-what-is-open-innovation/>
- Lucas, F. (2018, 26. junij). *Techniques for empathy interviews in design thinking*. Envato Tuts+. <https://webdesign.tutsplus.com/articles/techniques-of-empathy-interviews-in-design-thinking-cms-31219>
- Luenendonk, M. (2019, 23. september). *Industry 4.0: Definition, design principles, challenges, and the future of employment*. Cleverism. <https://www.cleverism.com/industry-4-0/>
- Man, J. C. de, de Man, J. C., in Strandhagen, J. O. (2017). An industry 4.0 research agenda for sustainable business models. *Procedia CIRP*, 63, 721–726.
- Markl, V., Krcmar, H., in Hoeren, T. (2013). *Big Data Management (Kurzfassung): Innovations potenzialanalyse für die neuen Technologien für das Verwalten und Analysieren von großen Datenmengen*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Mattern, F., in Flörkemeier, C. (2010). Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. *Informatik-Spektrum*, 33(2), 107–121.

- Matthyssens, P., in Vandenbempt, K. (2010). Service addition as business market strategy: Identification of transition trajectories. *Journal of Service Management*, 21(5), 693–714.
- Mayer-Schönberger, V., in Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Jonh Murray.
- Meier, C. (2011). *Time-cost tradeoffs in product development processes* [neobjavljena doktorska disertacija]. Technische Universität München.
- Mell, P., in Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing* (National Institute of Standards and Technology, Special Publication 800–145). U.S. Department of Commerce.
- Melnik, V. (2017, 10. januar). *SEO: Die 37 wichtigsten Rankingfaktoren, die du im Blick haben solltest*. Chimpify. <https://www.chimpify.de/marketing/rankingfaktoren/>
- Mettler, T., in Rohner, P. (2009). Situational maturity models as instrumental artifacts for organizational design. V *DESRIST '09: Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology* (str. 1–9). DESRIST. <https://doi.org/10.1145/1555619.1555649>
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., in Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMES in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136.
- Monostori, L., Váncza, J., in Kumara, S. R. T. (2006). Agent-based systems for manufacturing. *CIRP Annals*, 55(2), 697–720.
- Müller, J. M., Maier, L., Veile, J., in Voigt, K.-I. (2017). Cooperation strategies among SMES for implementing industry 4.0. V W. Kersten, T. Blecker in C. M. Ringle (ur.), *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics* (str. 301–318). Hamburg University of Technology (TUHH), Institute of Business Logistics and General Management.
- National Science Foundation. (2010). *Cyber-physical systems*. <https://www.nsf.gov/pubs/2010/nsf10515/nsf10515.htm>
- Nicolai, C. (2017). *Betriebliche Organisation*. UTB.
- Nnorom, I. C., in Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(6), 843–858.
- Nordhaus, W. D. (2015). Are we approaching an economic singularity? *Information technology and the future of economic growth* (Working Paper No. 21547). National Bureau of Economic Resarch. <http://www.nber.org/papers/w21547.pdf>
- Ohlhorst, F. J. (2012). *Big data analytics: Turning big data into big money*. Wiley.
- Ohmae, K. (1982). The strategic triangle: A new perspective on business unit strategy. *European Management Journal*, 1(1), 38–48.
- Online learning. (B.I.). V *Wikipediji*. https://en.wikipedia.org/wiki/Online_learning

- Open innovation. (B.l.). *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Open_innovation
- Orton, K. (2017). *7 steps to co-creating innovative solutions with your customers*. Medium. <https://medium.com/innovation-sweet-spot/7-steps-to-co-creating-innovative-solutions-with-your-customers-3489e38120ab>
- Osterwalder, A. (2013). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers with Wlyetxc set*. Wiley.
- Osterwalder, A., in Pigneur, Y. (2011). *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*. Campus Verlag.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., in Smith, A. (2015). *Value proposition design*. Campus Verlag.
- Parasam Gate. (2016, 19. maj). *IoT (Internet of Things): A short series of observations: Sensors, actuators & infrastructure*. <https://parasam.me/2016/05/19/iot-internet-of-things-a-short-series-of-observations-pt-2-sensors-actuators-infrastructure/>
- Peters, J. (2017, December 18). *Wat kan servitization jouw bedrijf opleveren?* mt.nl. <https://www.mt.nl/dossiers/made-in-nl/wat-kan-servitization-jouw-bedrijf-opleveren/547587>
- Pfeiffer, S. (2015). *Effects of Industry 4.0 on vocational education and training*. Institute of Technology Assessment.
- Pfeiffer, S., Lee, H., Zirnig, C., in Suphan, A. (2016). *Industrie 4.0 – Qualification 2025 (Management Summary)* [brošura]. VDMA. <https://bildung.vdma.org/documents/14969637/23826425/Englische+Kurzfassung+Management+Summary+Industrie+4.0+Qualification+2025.pdf/18ae1602-6aa3-40f0-a204-097c74a2781e>
- Plattform Industrie 4.0. (B.l.). *Effektive Metallteilebearbeitung für Losgröße 1. Vernetzte Produktion bei 3 D-Schilling*. <https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Anwendungsbeispiele/246-effektive-metallteilebearbeitung-fuer-losgroesse-1/beitrag-effektive-metallteilebearbeitung-fuer-losgroesse-1.html>
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Porter, M. E. (1996). What is strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61–78.
- Prahalad, C. K., in Ramaswamy, V. (2004). *Co-creation experiences: The next practice in value creation*. *Journal of Interactive Marketing*, 18(3), 5–14.
- Provost, F., in Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big Data*, 1(1), 51–59.
- PWC. (2014). *Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial Internet* [brošura]. <https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf>
- PWC. (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise* [brošura]. <https://www>

- .pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf
- Rad, C.-R., Hancu, O., Takacs, I.-A., in Olteanu, G. (2015). Smart monitoring of potato crop: A cyber-physical system architecture model in the field of precision agriculture. *Conference Agriculture for Life*, 6, 73–79.
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., in Madsen, E. S. (2014). The smart factory: Exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia Engineering*, 69, 1184–1190.
- Raps, A. (2017). *Erfolgsfaktoren der Strategieimplementierung*. Springer.
- Rauch, E., Dallasega, P., in Matt, D. T. (2016). The way from Lean Product Development (LPD) to Smart Product Development (SPD). *Procedia CIRP*, 50, 26–31.
- Raymundo, O. (2014, 28. oktober). *Richard Branson: Companies should put employees first*. Inc.com. <https://www.inc.com/oscar-raymundo/richard-branson-companies-should-put-employees-first.html>
- Reinhart, G. (2017). *Handbuch Industrie 4.0: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik*. Carl Hanser Verlag.
- Richardson, J. E. (2008). The business model: An integrative framework for strategy execution. *Strategic Change*, 17(5–6), 133–144.
- Richter, D. (2017, 15. november). *ROPO-Kaufverhalten: Recherche online – kaufen offline – Hyper Local Marketing*. Hyper Local Marketing. <http://www.local-marketing.news/ropo-kaufverhalten-recherche-online-kaufen-offline/>
- Rise of the robots: Mady Delvaux on why their use should be regulated*. (2017, 15. januar). European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20170109STO57505/rise-of-the-robots-mady-delvaux-on-why-their-use-should-be-regulated>
- Rizk, A. (2016). *Industry 4.0: The urgency of data standardization*. Manufacturing Global. <https://www.manufacturingglobal.com/lean-manufacturing/industry-40-urgency-data-standardisation>
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. *International Journal of Information Management*, 11(5), 77–90.
- Roth, A. (2016). *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*. Springer.
- Russell, S. J., Russell, S. J., in Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach*. Prentice Hall.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., in Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54–89.
- Sagioglu, S., in Sinanc, D. (2013). Big data: A review. V G. C. Fox in W. W. Smari (ur.), 2013 *International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (str. 42–47). IEEE.
- Sandhusen, R. (2000). *Marketing*. Barron's.

- Schallmo, D. R. A. (2016). *Jetzt digital transformieren: So gelingt die erfolgreiche Digitale Transformation Ihres Geschäftsmodells*. Springer.
- Schallock, B., Rybski, C., Jochem, R., in Kohl, H. (2018). Learning factory for industry 4.0 to provide future skills beyond technical training. *Procedia Manufacturing*, 23, 27–32.
- Schebek, L., Kannengießner, J., Campitelli, A., Fischer, J., Abele, E., Bauerdick, C., Anderl, R., Haag, S., Sauer, A., Mandel, J., Lucke, D., Bogdanov, I., Nufer, A.-K., Steinhilper, R., Böhner, J., Lothes, G., Schock, C., Zühlke, D., Plociennik, C., in Bergweiler, S. (2017). *Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0: Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes*. Fraunhofer.
- Schneider, P. (2016). Welche Auswirkungen hat Industrie 4.0 auf KMU? Das Geschäftsmodell als Analyseinstrument. *Zeitschrift für KMU und Entrepreneurship*, 64(4), 253–279.
- Schumacher, A., Erol, S., in Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161–166.
- Sciocchetti, A. (2015). Services per remote: how Industry 4.0 changes a business. *Bosch ConnectedWorld Blog*. <https://blog.bosch-si.com/industry40/services-per-remote-how-industry-4-o-changes-a-business/>
- Shah, D. (2017, 25. april). MOOCs started out completely free: Where are they now? *The Report*. <https://www.classcentral.com/report/moocs-started-completely-free-now/>
- Shemwell, D. J., Yavas, U., in Bilgin, Z. (1998). Customer-service provider relationships: An empirical test of a model of service quality, satisfaction and relationship-oriented outcomes. *International Journal of Service Industry Management*, 9(2), 155–168.
- Siebe, A. (2018). *Die Zukunft vorausdenken und gestalten: Stärkung der Strategiekompetenz im Spitzencluster it's OWL*. Springer.
- Smart Industry. (2018). *Smart Industry Implementatieagenda 2018–2021*. <https://www.nederlanddigitaal.nl/binaries/nederlanddigitaal-nl/documenten/publicaties/2018/2/1/smart-industry-implementatieagenda-2018-2021/Smart+Industry+Implementatieagenda+2018-2021.pdf>
- Smart systems. (B.l.). V *Wikipediji*. https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_system
- Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., in Carlberg, M. (2016). *Industry 4.0*. European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)
- Smith, D. J. (2013). Power-by-the-hour: The role of technology in reshaping business strategy at Rolls-Royce. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25(8), 987–1007.
- Song, H., Fink, G. A., in Jeschke, S. (ur.). (2017). *Security and privacy in cyber-physical systems: Foundations, principles, and applications*. Wiley-IEEE Press.

- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., in Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0*. Fraunhofer Verlag.
- Statista. (2018). *Digital Economy Compass*. http://static2.statista.com/download/pdf/Digital_Economy_Compass_2018.pdf
- Stehr, C., in Struve, F. (2017). CSR und Marketing. V C. Stehr in F. Struve (ur.), *CSR und Marketing: Nachhaltigkeit und Verantwortung richtig Kommunizieren* (str. 3–11). Springer.
- Stepponat, M. (2018). *Entwicklung und Test einer Internet of Things-Anwendung: Erfassung und Analyse von Bilddaten*. FHM Bielefeld.
- Stewart, D. W., in Zhao, Q. (2000). Internet marketing, business models, and public policy. *Journal of Public Policy & Marketing*, 19(2), 287–296.
- Strassner, M. (2005). *RFID im Supply Chain Management: Auswirkungen und Handlungsempfehlungen am Beispiel der Automobilindustrie*. Deutscher Universitätsverlag.
- Stubbs, W., in Cocklin, C. (2008). Conceptualizing a »sustainability business model.« *Organization & Environment*, 21(2), 103–127.
- Symonds, M. (2018, 28. februar). *Why tech is the bright future for business schools*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/mattsymonds/2018/02/28/why-technology-is-the-bright-future-for-business-schools/>
- Tan, K. H., Zhan, Y.-Z., Ji, G., Ye, F., in Chang, C. (2015). Harvesting big data to enhance supply chain innovation capabilities: An analytic infrastructure based on deduction graph. *International Journal of Production Economics*, 165(C), 223–233.
- Telekom. (B.l.). *Digital genius*. <https://www.telekom.com/en/company/details/digital-genius-363578>
- Toffler, A. (1983). *Die dritte Welle: Zukunftschance; Perspektiven für des 21. Jahrhunderts*. Goldman.
- Tupa, J., Simota, J., in Steiner, F. (2017). Aspects of risk management implementation for industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 1223–1230.
- University of Duisburg. (B.l.). *Smart engineering*. <https://www.uni-due.de/iw/en/research/psp3.php>
- van der Veen, J. (2017, 16. juni). *Operational Excellence is uit – CEX is in*. Logistiek. <http://www.logistiek.nl/supply-chain/blog/2017/6/operational-excellence-uit-cex-101156530>
- van Ede, J. (2017, 30. avgust). *Smart industry: Introductie*. Procesverbeteren.nl. https://www.procesverbeteren.nl/smart_industry/Smart_Industry_Introductie.php
- van Looy, B., Gemmel, P., in Dierdonck, R. (2003). *Services management: An integrated approach*. Pearson Education.
- VDI. (2015). *Analytische Untersuchung zur Ressourceneffizienz im verarbeitenden Gewerbe*. https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/

- downloads/studien/VDI-ZRE_Analytische_Untersuchung_zur_Ressourceneffizienz_im_verarbeitenden_Gewerbe.pdf
- VDI. (2016). Materialkosten als größter Kostenfaktor. <https://www.vdi.de/technik/fachthemen/produkt-und-prozessgestaltung/artikel/materialkosten-als-groesster-kostenfaktor/>
- VDI. (2017). *Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes*. https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Newsroom/Studie_Ressourceneffizienz_durch_Industrie_4.0.pdf
- Vermeend, W., in Timmer, J. W. (2016). *De wereldwijde opmars van Smart Industry*. Einstein Books.
- Vikram, A. (2016, 10. september). *The rise of PROsumers (and what it means for CONsumer companies)*. Medium. <https://medium.com/@aditya.vikram/the-rise-of-prosumers-and-what-it-means-for-consumer-companies-26d408325934>
- Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T., in ten Hompel, M. (ur.) (2016). *Handbuch Industrie 4.0*. Springer.
- Vogt, A., Dransfeld, W., in Landrock, H. M. (2016). *Industrie 4.0/Internet of Things, vendor benchmark* [White paper]. Experto Group.
- Vollmuth, J. (2015, 15. junij). *Erstes Exoskelett für die Industrie präsentiert*. Vogel Communications Group. <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/erstes-exoskelett-fuer-die-industrie-praesentiert-a-492424/>
- Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., in Gnanzou, D. (2015). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234–246.
- Weinberger, M., Bilgeri, D., in Fleisch, E. (2016). 20 Linsen auf digitale Geschäftsmodelle. V O. Gassman in P. Sutter (ur.), *Digitale Transformation im Unternehmen gestalten: Geschäftsmodelle Erfolgsfaktoren Fallstudien Handlungsanweisungen* (str. 65–70). Carl Hanser Verlag.
- Weiser, M. (1995). The computer for the 21st century. V R. M. Baeker, J. Grudin, W. A. S. Buxton in S. Greenberg (ur.), *Readings in human-computer interaction: Toward the year 2000* (str. 933–940). Elsevier.
- White, D., in Fortune, J. (2002). Current practice in project management: An empirical study. *International Journal of Project Management*, 20(1), 1–11.
- Wolf, S., Dollinger, C., Hees, A., in Reinhart, G. (2017). Der Mensch in Interaktion mit autonomen Planungs- und Steuerungssystemen für Cyber-Physische Produktionssysteme. V S. Wolf, C. Dollinger, A. Hees in G. Reinhart (ur.), *Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung* (str. 123–132). Springer.
- World Economic Forum. (2015). *Industrial Internet of Things: Unleashing the potential of connected products and services*. http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_IndustrialInternet_Report2015.pdf

- Xiaomin, L., Di, L., Wan, J., Athanasios, V., in Chin-Feng, L. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0. *Wireless Networks*, 23(1), 23–41.
- Yaqin, M. (2016, 27. junij). *Welke soorten (big) data kan je analyseren?* http://www.maryayaqin.com/soorten_data/
- Zamfirescu, C.-B., Pârvu, B.-C., Schlick, J., in Zühlke, D. (2013). Preliminary insides for an anthropocentric cyber-physical reference architecture of the smart factory. *Studies in Informatics and Control*, 22(3), 269–278.
- Zhang, Q., Cheng, L., in Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), str. 7–18.
- Zukunft der Intralogistik. (2010). *Logistik Entdecken: Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund*, 9, 18–21.

Slovensko-angleški glosar izrazov

aditivna proizvodnja	<i>additive manufacturing/production</i>
aktuator	<i>actuator</i>
asistivne naprave, asistivna tehnologija	<i>assistive devices, technologies</i>
avtonomni roboti	<i>autonomous robots</i>
brežžična senzorska omrežja	<i>wireless sensor networks</i>
brežžični senzor	<i>wireless sensor</i>
celoviti inženiring	<i>end-to-end engineering</i>
čitalnik oznak (oz.značk)	<i>tag reader</i>
daljinsko vzdrževanje	<i>remote maintenance</i>
deskriptivna analitika	<i>descriptive analytics</i>
digitalna transformacija (oz. preobrazba)	<i>digital transformation</i>
digitalni dvojček	<i>digital twin</i>
digitalno gospodarstvo	<i>digital economy</i>
digitalno podjetje	<i>digital enterprise</i>
faza zrelosti	<i>maturity stage</i>
fizične izhodne vrednosti	<i>physical output values</i>
horizontalno povezovanje	<i>horizontal integration</i>
industrija 4.0	<i>industry 4.0</i>
inkrementalne inovacije	<i>incremental innovations</i>
integralno projektiranje	<i>integrated design</i>
interakcija med človekom in strojem	<i>human-machine interaction</i>
internet stvari	<i>Internet of Things (IoT)</i>
izvajanje pasivne rezistence pri delu ali delati z minimalnim vložkom, da se zgolj zadosti pravilom podjetja	<i>work-to-rule</i>
kibernetsko-fizični sistem	<i>cyber-physical systems (CFS)</i>
kibernetska varnost	<i>cyber security</i>
kibernetski prostor, kiberprostor	<i>cyberspace</i>
kosimulacija	<i>cosimulation</i>
kibernetsko-fizični proizvodni sistemi	<i>Cyber-Physical Production System (CPPS)</i>
matrika zrelosti	<i>maturity matrix</i>
metode naslavljanja	<i>addressing schemes</i>
model prihodka	<i>revenue model</i>
model za pametni inženiring (MPI)	<i>Model for Smart Engineering (MOSE)</i>
modeli pametnega upravljanja prihodkov	<i>smart revenue models</i>

modeli zrelosti (poslovnih procesov) *maturity models*
MSP – mala in srednje velika podjetja *SME – small and medium-sized enterprises*
nadgradnja (oz. obogatena) spretnost *upskilling*
nadgrajena resničnost *augmented reality*
napovedno (prediktivno) vzdrževanje *predictive maintenance*
napovedovalna analiza *predictive analysis*
obsežni podatki *big data*
ocena vložka *effort estimation*
odpadne surovine *waste materials*
odprto inoviranje *open innovation*
odzivni čas *reaction time*
okolje v oblaku *cloud environment*
opisna analitika *descriptive analytics*
oskrbna veriga *supply chain*
oznaka *tag*
pametna proizvodnja/industrija *smart industry*
pametna tovarna *smart factory*
pametni dom *smart home*
pametni inženiring *smart engineering*
pametni predmeti *smart objects*
pametno omrežje *smart grid*
plačilo po porabi *pay-per-use*
platforma kot storitev *platform-as-a-service*
podatkovno usmerjene storitve *data-driven services*
prebojne inovacije *breakthrough innovations*
predinvenzijska faza *fuzzy front end*
predpisovalna analiza *prescriptive analysis*
prediktivno vzdrževanje, napovedno vzdrževanje *predictive maintenance*
preventivno vzdrževanje *preventive maintenance*
preverjanje (pristnosti) identitete *ID verification*
problemsko rudarjenje *problem mining*
programska oprema kot storitev *software-as-a-service*
proizvodnja brez zalog, proizvodnja »ravno ob pravem času« *JIT – just-in-time production*
prožna proizvodnja *flexible production*
računalniško podprt inženiring *computer-aided engineering (CAE)*
računalniško podprto načrtovanje *computer-aided design (CAD)*
računalniško podprta proizvodnja *computer-aided manufacturing (CAM)*
rušilne (tudi moteče) inovacije (pogosto prebojne) *disruptive innovation*

senzor vnosa *input sensor*
 senzorična (oz. senzorska) enota *sensory unit*
 serijska proizvodnja *serial production*
 celoviti informacijski sistemi *enterprise resource planning (ERP) systems*
 sledilec dejavnosti *activity tracker*
 spletna učna platforma *online learning platform*
 spletno podprti objekt *Web-enabled objects*
 spletno učenje *online learning*
 sprotno, v realnem času *in real time*
 storitvizacija *servitisation*
 stresni test (preverjanje dejavnikov tveganja v izjemnih razmerah) *stress test*
 strežniška programska oprema in varnostne kopije *server software and backups*
 testiranje poslovne ideje *idea testing*
 tržni delež *market share*
 upravljanje (management) inoviranja *innovation management*
 upravljanje (nadzor) z gestami *gesture control*
 upravljanje sprememb *change management*
 upravljanje tržnih proizvodov *product management*
 usmerjene povezave *forced connections*
 ustvarjanje vrednosti *value creation*
 vertikalno povezovanje *vertical integration*
 vgrajeni računalniki *embedded computers*
 virtualna naprava *virtual machine*
 virtualni razvoj prototipov *virtual design of prototypes*
 virtualno usposabljanje *virtual training*
 vitka proizvodnja *lean production*
 vmesna programska oprema *middleware*
 vrednost za stranko *customer value*
 vrednostna veriga *value chain*
 vseprisotno računalništvo *ubiquitous computing*
 vseživljensko učenje *life-long learning (LLL)*
 vzdržen za prihodnost, prilagojen prihodnosti *future-proof*
 začetna faza *initiation stage*
 zaprtozančni sistem *closed-loop system*
 zaprtozančni sistem vodenja *closed-loop control system*
 zasloni, nameščeni na glavo *head-mounted displays*
 zmogljivost dobave *delivery capability*
 življenjski cikel izdelka *product life cycle*

