

Raba naprednih tehnologij v slovenskih proizvodnih podjetjih

IRT3000 – april 2017

izr. prof. dr. Iztok Palčič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za načrtovanje proizvodnih sistemov

Povzetek

Pričenjamo s tretjim sklopom predstavitve rezultatov največje slovenske in evropske ankete o proizvodni dejavnosti, ki smo jo izvedli v letu 2016. To je že peta iteracije raziskave, saj jo redno izvajamo od leta 2003/04 dalje vsaka tri leta. Gre za slovenski del največje evropske raziskave o proizvodni dejavnosti »European Manufacturing Survey – EMS«, ki poteka v sodelovanju 14 evropskih držav, koordinator projekta pa je sloviti Fraunhoferjev inštitut iz Nemčije. V prispevkih bomo prikazali in analizirali stanje na področju proizvodne dejavnosti v Sloveniji ter občasno naredili primerjavo z drugimi državami. Ker je to prvi prispevek v tej seriji, se želim iskreno zahvaliti vsem podjetjem, ki so sodelovala pri raziskavi, za vaš dragocen čas in pripravljenost deliti informacije.

1 Uvod

V prvem prispevku tokratne serije predstavitev rezultatov stanja v slovenskih proizvodnih podjetjih se bomo osredotočili na rabo izbranih tehnologij. Po eni strani gre za »klasično« pojmovanje proizvodnih tehnologij v obliki napredne proizvodne opreme, po drugi strani pa za širok spekter informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT), ki si vse bolj utirajo pot v proizvodna podjetja. Iz povedanega sledi, da je bil osnova za razmišljanje o tem, katere tehnologije v ključiti v analizo, koncept t. i. Industrije 4.0. Le-ta v precejšnji meri bazira ravno na uporabi naprednih proizvodnih tehnologij (»Advanced Manufacturing Technologies–AMT«, »Key Enabling Technologies–KET«), smotrne rabe energije in na uporabi IKT v povezavi s koncepti računalništva v oblaku, interneta stvari ipd.

Tehnologije smo razdelili v pet skupin:

1. Roboti in avtomatizacija (2 tehnologiji);
2. Učinkovitost izrabe energije in virov (3 tehnologije);
3. Procesne tehnologije za nove materiale (5 tehnologij);
4. Dodajalne proizvodne tehnologije (2 tehnologiji);
5. Digitalna tovarna (13 tehnologij).

Skupaj smo v analizo torej vključili 25 tehnologij. Analizirali smo jih z več vidikov:

- pogostost rabe,
- stopnja rabe tehnologije,
- leto uvedbe tehnologije,
- nadgradnja tehnologije v zadnjih treh letih,
- planirana raba tehnologije.

Pri preučevanju pogostosti rabe tehnologij prikazujemo podatke za vseh 25 tehnologij, v vse nadaljnje analize pa smo vključili zgolj 10 najbolj pogosto uporabljenih tehnologij, saj je pri ostalih bila pogostost rabe prenizka za bolj detaljne analize. Našo analizo smo dopolnili z opazovanjem rabe tehnologij glede na velikost podjetja, glede na tehnološko intenzivnost panoge, v kateri podjetje deluje, in glede na dejstvo, ali je proizvodno podjetje proizvajalec končnih izdelkov (OEM) ali dobavitelj.

Že od začetka smo se zavedali, da v tej fazi tehnološkega razvoja ni moč pričakovati pri večini tehnologij velike razširjenosti. Seveda je tudi dejstvo, da določene tehnologije gotovo niso potrebne v velikem deležu podjetij. Nekatere tehnologije pa so seveda take, da bi lahko pričakovali njihov prodor v praktično vsako podjetje (še posebej tiste iz nabora »Digitalna tovarna« in roboti). Kljub navedenim dejstvom pa rezultati prikazujejo določeno sliko pogostosti oziroma rabe tehnologij v odvisnosti od več dejavnikov.

2 Anketa o proizvodni dejavnosti v Evropi

Prvega v seriji prispevkov bomo pričeli s predstavitvijo omenjene ankete o proizvodni dejavnosti. Originalni naziv ankete je European Manufacturing Survey (EMS). Prvič smo anketno raziskavo izvedli leta 2003/04, ponovili smo jo v letih 2006-07, 2009-10, 2012/13 in nazadnje v letih 2015/16. Koordinator celotnega projekta je sloviti Fraunhoferjev inštitut iz Nemčije. Anketa zajema poleg Nemčije in Slovenije še Avstrijo, Švico, Francijo, Hrvaško, Dansko, Nizozemsko, Španijo, Rusijo, Švedsko, Veliko Britanijo, Češko in Finsko. Našo evropsko družino smo v zadnji iteraciji ankete razširili še na Kitajsko in Brazilijo. Obsežni vprašalnik pošiljamo v proizvodna podjetja, ki imajo vsaj 20 zaposlenih. Na anketo odgovarjajo proizvajalci strojev in opreme, proizvajalci končnih izdelkov iz kovinsko-predelovalne industrije, proizvajalci plastičnih in gumenih izdelkov in podjetja, ki sodijo v elektro industrijo. V Sloveniji je v letu 2009 na anketo odgovorilo 71 podjetij, v letu 2012 89 podjetij, kar je pomenilo v obeh primerih stopnjo odziva nekaj čez 11 %. V zadnji iteraciji je na anketo odgovorilo 91 podjetij, kar je predstavljalo 12,4 % stopnjo odziva. Če izločimo iz odgovorov podjetja s področja tekstila in obutve, smo prejeli 85 odgovorov iz pretežno kovinsko-predelovalne industrije ter industrije umetnih mas, kar predstavlja 13 % stopnjo odziva .

Če pogledamo podjetja, ki so vrnila izpolnjen vprašalnik v letu 2016, je bilo 25 % malih, 56 % srednjih in 19 % velikih podjetij. Največ odgovorov smo dobili iz skupin proizvajalcev izdelkov iz umetnih mas in gume, proizvajalcev kovinskih izdelkov, proizvajalcev strojev in druge opreme ter proizvajalcev motornih vozil. Rezultate ankete bomo večinoma ponazorili z deskriptivno statistiko in nekaterimi osnovnimi merili za ugotavljanje korelacije med posameznimi spremenljivkami.

Rezultate ankete posredujemo v posameznih državah lokalnim in nacionalnim vladnim institucijam ter jih predstavljamo na najrazličnejših dogodkih, konferencah, srečanjih ter v obliki strokovnih prispevkov. V anketi sprašujemo podjetja o proizvodnih strategijah, rabi tehniških in organizacijskih inovacij, o smotrni rabi energije, o storitvah, ki jih nudijo podjetja zraven izdelkov, uporabi projektnega načina dela v podjetjih, selitvi proizvodnje, tipih proizvodnje in izdelkov, konkurenčnih kriterijih, kvalifikacijah in izobrazbi zaposlenih itd. Zbiramo tudi podatke o produktivnosti, fleksibilnosti, kakovosti, donosih ipd.

3 Raba tehnologij v slovenskih proizvodnih podjetjih

Najprej bomo s frekvenčno analizo preverili stopnjo uporabe izbranih tehnologij v slovenskih proizvodnih podjetjih (preglednica 1). Iz analize vidimo, da je najbolj pogosto uporabljena tehnologija programska oprema za planiranje in terminiranje proizvodnje (ERP sistemi), ki je prisotna v skoraj dveh tretjinah proizvodnih podjetij. Vse druge tehnologije so prisotne v manj kot polovici proizvodnih podjetij. Ko smo pogledali uporabo obeh vrst obravnavanih robotov skupaj, smo ugotovili, da je vsaj ena vrsta robotov prisotna v 47 % podjetij. Večina preostalih tehnologij s približno tretjinsko razširjenostjo v proizvodnih podjetjih prihaja iz skupine »Digitalna tovarna«. Približno 30 % razširjenost izkazujejo še tehnologije za rekuperacijo kinetične in procesne energije.

Preglednica 1: Delež rabe tehnologij v slovenskih proizvodnih podjetjih

Tehnologija	Delež [%]
Roboti in avtomatizacija	
Industrijski roboti za proizvodne procese (npr. varjenje, barvanje, razrez)	34,1
Industrijski roboti za montažne procese (npr. za prelaganje, montažo, sortiranje, pakiranje)	24,7
Učinkovitost izrabe energije in virov	
Kontrolni sistemi za samodejno ustavitve strojev v primeru manjše obremenitve	10,6
Avtomatski kontrolni sistemi za doseganje energetske učinkovite proizvodnje	9,4
Tehnologije za rekuperacijo kinetične in procesne energije (npr. ponovno izkoriščanje odpadne toplote)	29,4
Procesne tehnologije za nove materiale	
Proizvodne tehnologije za izdelavo mikromehanskih in mikroelektričnih komponent (npr. mikro-obdelava, litografija, precizno brizganje)	4,7
Nano-tehnološki proizvodni procesi (npr. obdelava površin)	9,4
Procesne tehnologije za kompozitne materiale (npr. karbonska vlakna, steklena vlakna)	5,9
Biotehnologija / metode genetskega inženiringa (npr. katalizatorji, bioreaktorji)	1,2
Procesne tehnologije za predelavo zlitin (npr. aluminijeve, magnezijeve, titanove zlitine ipd.)	7,1
Dodajalne proizvodne tehnologije	
Dodajalne tehnologije za izdelavo prototipov (npr. 3D tiskanje, SLS)	15,3
Dodajalne tehnologije za proizvodnjo izdelkov	23,5
Digitalna tovarna	
Programska oprema za planiranje in terminiranje proizvodnje (npr. ERP sistemi)	63,5
Proizvodni kontrolni sistemi v realnem času (npr. centralizirani sistemi za upravljanje strojev in pridobivanje podatkov)	35,3
Digitalna izmenjava podatkov o izdelkih in procesih z dobavitelji in kupci (SCM)	36,5
Sistemi za avtomatizacijo in menedžment notranje logistike (npr. RFID, sistemi za avtomatizirano upravljanje skladišč)	17,6
Mobilne / brezžične naprave za programiranje in upravljanje proizvodne opreme oz. strojev	16,5
Sistemi in menedžment življenjskega cikla izdelka (PLM) ali menedžment podatkov o izdelkih in procesih (PDM)	14,1
Tehnologije za varno interakcijo med človekom in strojem (npr. sodelovalni roboti, delovna mesta brez zaščitnih ograj, prepoznavanje glasu)	7,1
Digitalne rešitve za zagotavljanje načrtov, terminskih planov ali navodil za delo neposredno v proizvodnih obratih (npr. dlančniki / tablice ali pametni telefoni)	14,1
Samodejno zajemanje podatkov iz proizvodnje na ravni izdelka (real-time vpogled v procese)	31,8
Računalniško podprto sledenje izdelka od vhodnega materiala do končnega izdelka	38,8
Virtualna proizvodna platforma z zajemanjem in shranjevanjem podatkov v računalniškem oblaku	17,6
Uporaba senzorjev in tipal za zajem temperature, vlage ali tlaka v proizvodnem procesu	30,6
Tehnologija za vzdrževanje in popravila proizvodne opreme na daljavo - teleservice	25,9

Najnižji delež rabe imajo v povprečju »Procesne tehnologije za nove materiale«, vendar lahko pričakujemo njihov porast glede na dejstvo, da so novi materiali tudi eden izmed stebrov Slovenske strategije pametne specializacije in Strateških razvojno-inovacijskih partnerstev. Prav tako je opazen porast rabe vseh navedenih tehnologij glede na zadnjo raziskavo izpred treh let. Pridno narašča tudi raba 3D dodajalnih tehnologij, praktično četrtnina podjetij je odgovorila, da že uporablja določeno vrsto dodajalne tehnologije za proizvodnjo izdelkov.

Kot smo omenili v uvodu, smo za preostali del raziskave v analizo vključili le 10 najbolj pogosto uporabljenih tehnologij, ki jih prikazujemo v preglednici 2. Proizvodna podjetja smo povprašali, kdaj so tehnologijo prvič vpeljali v podjetje. Prikazane letnice so povprečno leto prve uvedbe tehnologije za vsa podjetja, ki tehnologijo uporabljajo. Prav tako nas je zanimalo, koliko podjetij načrtuje uvedbo določenih tehnologij v obdobju 2016-2018. Stolpec »Načrtovana raba« tako prikazuje delež podjetij, ki določene tehnologije še nima, ampak jo želi uvesti v omenjenem obdobju. Stolpec »Nadgradnja« je vezan na delež tistih podjetij, ki določeno tehnologijo že imajo, in so jo v obdobju 2013 do 2015 nadgradili. Stopnja rabe tehnologije smo ugotavljali glede na izkoriščanje potenciala, ki ga nudi tehnologija z ocenami: nizka (1), srednja (2) ali visoka (3).

Preglednica 2: Značilnosti desetih najbolj razširjenih tehnologij v slovenskih proizvodnih podjetjih iz naše raziskave

Tehnologija	Delež [%]	Leto prve uvedbe v povprečju	Načrtovana raba [%]	Nadgradnja [%]	Stopnja rabe [1 do 3]
Programska oprema za planiranje in terminiranje proizvodnje	63,5	2006	12,3	42,6	2,5
Računalniško podprto sledenje izdelka	38,8	2007	13,5	33,3	2,2
Digitalna izmenjava podatkov o izdelkih in procesih z okoljem	36,5	2009	7,4	22,6	2,0
Proizvodni kontrolni sistemi v realnem času	35,3	2007	12,7	46,7	2,4
Industrijski roboti za proizvodne procese	34,1	2004	10,7	44,8	2,3
Samodejno zajemanje podatkov iz proizvodnje na ravni izdelka	31,8	2008	12,1	44,4	2,4
Uporaba senzorjev in tipal za zajem temperature, vlage ali tlaka	30,6	2005	3,4	46,2	2,0
Tehnologije za rekuperacijo kinetične in procesne energije	29,4	2007	10,0	24,0	2,0
Teleservice	25,9	2009	6,3	27,3	1,8
Industrijski roboti za montažne procese	24,7	2003	14,1	52,4	2,2

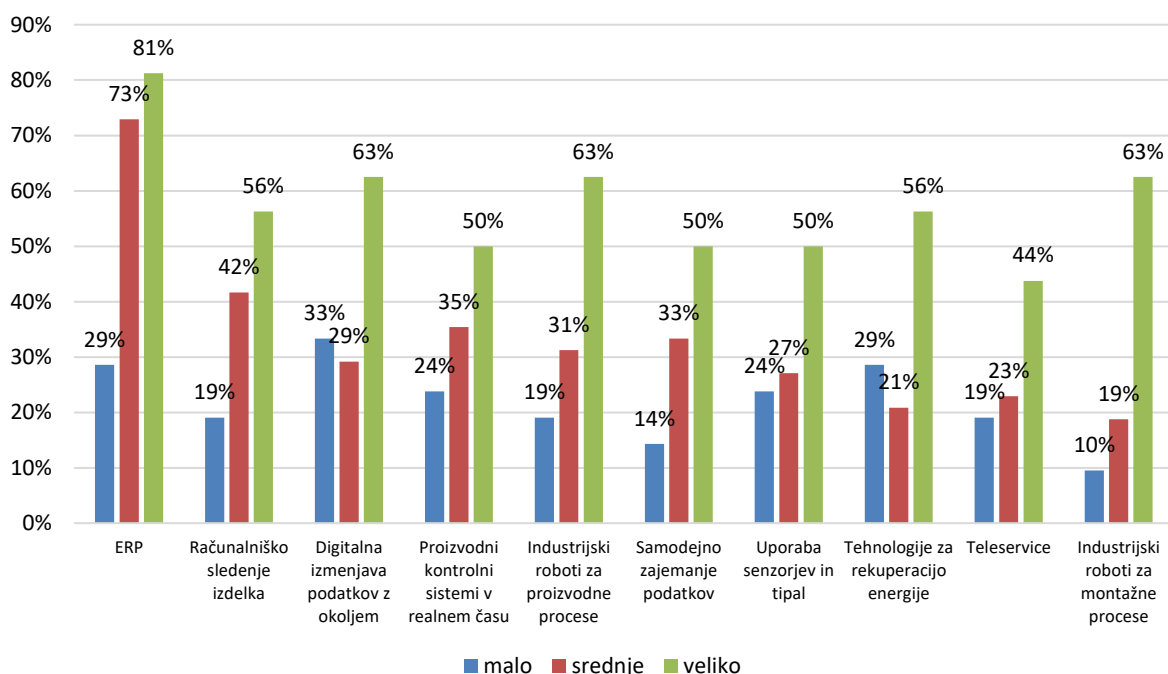
Opazimo lahko, da so roboti tehnologija, ki se najdalj časa nahaja v slovenskih proizvodnih podjetjih. Povprečno leto prve uvedbe je 2003 oziroma 2004, najbolj zgodnje navedbe prve rabe robotov pa segajo na začetek 1990-ih. Povprečna starost preostalih tehnologij v slovenskih proizvodnih podjetjih je manj kot 10 let. Opazimo lahko tudi, da je pri vseh vrstah tehnologij želja po uvedbi, v povprečju 10 do 14 % podjetij namerava vpeljati določeno tehnologijo, prednjačijo industrijski roboti ter IKT, vezane na sledenje izdelkov in proizvodnje ter zajemanje in izmenjavo podatkov. Sodobne tehnologije zahtevajo tudi kontinuirane izboljšave, kar priča podatek o tem, da je tretjina do polovica podjetij nadgradila svoje tehnologije v obdobju 2013 do 2015, najbolj ponovno izstopata obe vrsti industrijski robotov. Pri vseh obravnavanih tehnologijah je še kar nekaj prostora za izboljšave v smislu

izkoriščanja potenciala pri uporabi tehnologij. V poprečju imajo najvišjo stopnjo rabe IKT tehnologije (ERP, sledenje izdelkom in procesom, zajemanje podatkov), podobno velja tudi za rabo industrijskih robotov. Določene tehnologije pa so izkoriščene zgolj povprečno ali celo podpovprečno, kjer nekoliko prednjačijo tehnologije za izmenjavo podatkov na daljavo (s partnerji ali za upravljanje proizvodne opreme).

Splošno analizo o razširjenosti tehnologij smo dopolnili z bolj detajlno členitvijo proizvodnih podjetij glede na njihovo velikost in tehnološko intenzivnost panog, ki jim pripadajo, ter glede statusa končni proizvajalec za potrošnike ali poslovne kupce, oziroma dobavitelj (sistemski dobavitelj ali dobavitelj delov oziroma komponent). Proizvodna podjetja smo razdelili po velikosti zgolj na kriterij števila zaposlenih (majhna do 50 zaposlenih, srednja do 250 zaposlenih in velika nad 250 zaposlenih). Delež majhnih podjetij vključenih v pričujočo raziskavo je 25 %, srednjih 56 % in velikih 19 % (enako kot v celotnem vzorcu). Proizvodna podjetja smo razdelili glede na OECD-jevo klasifikacijo nizko-, srednje- in visokotehnoloških industrij v skladu z NACE Rev. 2 klasifikacijo. Naš vzorec smo razdelili v dve skupini:

- skupina nizko-srednje tehnološke industrije – NST, ki vključuje podjetja iz nizko tehnoloških industrij in srednje-nizko tehnoloških industrij – NACE kode 22, 23, 24, 25 in 32;
- skupina srednje-visoke tehnološke industrije – SVT, ki vključuje podjetja iz srednje-visoko tehnoloških industrij in visoko tehnoloških industrij – NACE kode 26, 27, 28, 29 in 30.

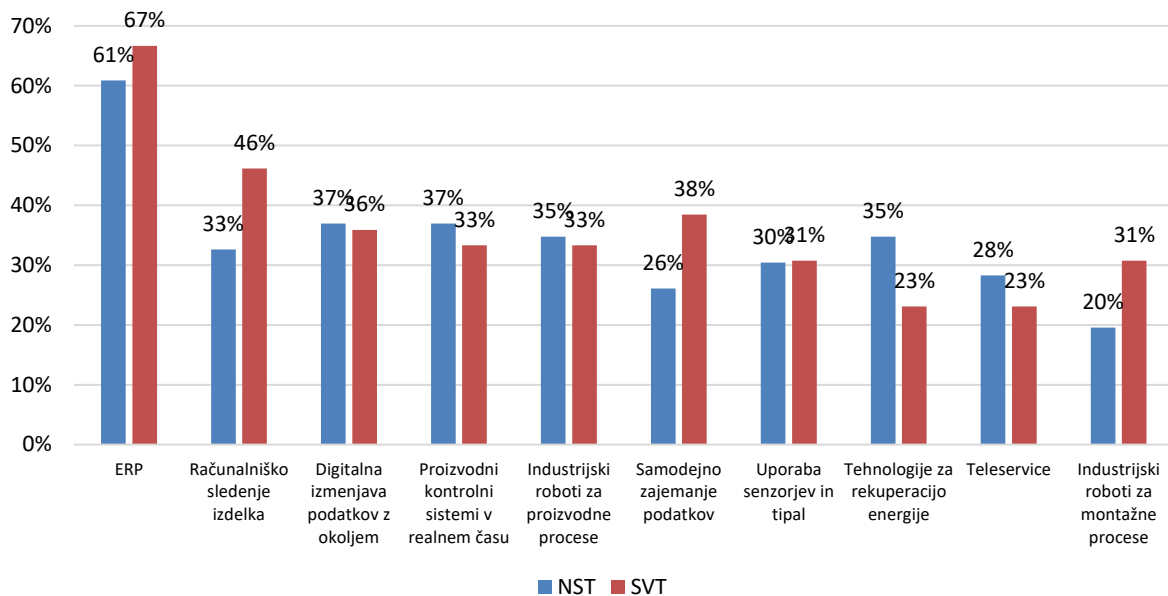
Glede na vse tri opisane značilnosti smo podrobneje analizirali 10 najbolj pogosto uporabljenih tehnologij. Slike 1 do 3 prikazujejo naše ugotovitve.



Slika 1: Delež rabe tehnologij glede na velikost podjetij

Delež rabe desetih najbolj pogosto uporabljenih tehnologij glede na velikost podjetja kaže, da so velika podjetja tista, ki daleč največ doprinesejo k uporabi analiziranih tehnologij (slika

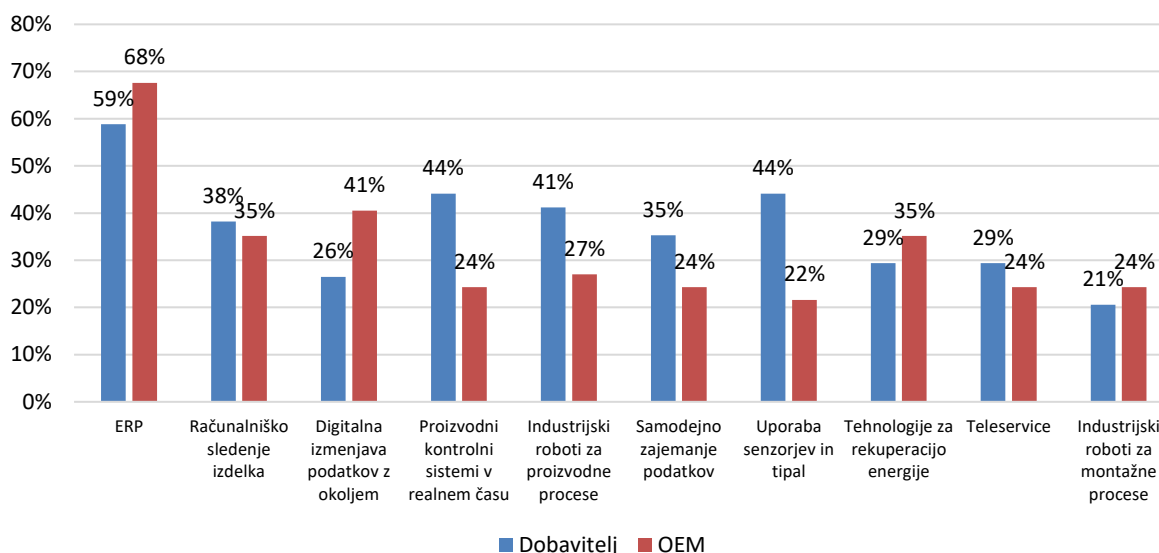
1). Raba izbranih tehnologij v srednje velikih podjetjih je v povprečju nekoliko nižja od povprečja skupnega deleža vseh podjetij, izjema je predvsem raba ERP, ki je tudi v srednje velikih podjetjih precej visoka. Mala podjetja so povsod pod povprečjem. V povprečju ni zaznati večje spremembe od prejšnje izvedbe raziskave. Dejstvo je, da so velika podjetja tista, ki (lahko) največ vlagajo v napredne tehnologije in v razvoj. Velja tudi, da so nekatere tehnologije v splošnem manj primerne za mala podjetja.



Slika 2: Delež rabe tehnologij glede na tehnološko intenzivnost panoge

Slika 2 prikazuje delež rabe tehnologij glede na tehnološko intenzivnost panoge. Zanimivo je bilo ugotoviti, da tehnološka intenzivnost podjetij oziroma industrij, iz katerih prihajajo, praktično ne vpliva na odstotek podjetij, ki uporabljajo analizirane tehnologije. Še največja razlika v prid SVT je pri tehnologijah računalniškega sledenja in zajemanja podatkov o izdelkih in procesih. Nekatere tehnologije mnogo bolj pogosto uporabljajo v NST kot v SVT podjetjih (npr. tehnologije smotrne rabe energije).

Slika 3 pa prikazuje delež rabe izbranih tehnologij glede na to, ali je podjetje proizvajalec končnih izdelkov ali dobavitelj. Tukaj so nas rezultati nekoliko bolj presenetili, saj je pri večini tehnologij precejšnja razlika. V povprečju je delež rabe tehnologij večji pri proizvodnih podjetjih, ki so sistemski dobavitelji oziroma dobavitelji delov. Izrazito večji delež imajo OEM zgolj pri tehnologiji digitalne izmenjave podatkov z okoljem. Glede na ugotovitve je izjemno težko določiti vzorec rabe tehnologij v tem primeru oziroma bo treba obravnavati vsako tehnologijo posebej.



Slika 3: Delež rabe tehnologij glede na status končni proizvajalec ali dobavitelj

3 Za konec

Tokratna anketa je že peta po vrsti. Tako imamo možnost spremljati trend rabe izbranih tehnologij od leta 2003 do 2016. Dve tehnologiji opazujemo celotno obdobje: industrijski roboti in digitalna izmenjava podatkov o izdelkih in procesih z okoljem (npr. dobavitelji). Opazili smo strm porast rabe industrijskih robotov, saj se je raba od 27 % v letu 2003 do danes praktično podvojila, je pa res da od leta 2009 do 2016 praktično stagnira delež podjetij, ki uporabljajo industrijske robote. Delež rabe tehnologije računalniške izmenjave podatkov med proizvajalci in dobavitelji počasi raste od 25 % iz leta 2003 do približno 40 % danes.

V naslednjih prispevkih bo govora o še dodatnih vidikih rabe tokrat obravnavanih tehnologij (struktura zaposlenih, vrsta izdelkov, vrsta proizvodnje, kompleksnost izdelkov ipd.), uporabi najrazličnejših organizacijskih konceptov, virih idej za inovacije, sodelovanju proizvodnih podjetij, obvladovanju vrednostne verige v proizvodnem podjetju ipd.