

Pristop za uvajanje kognitivnih analitičnih rešitev v proizvodna podjetja na podlagi metode 6P

Matjaž Demšar*, Miha Glavan, Dejan Gradišar****

*** SIEMENS Slovenija, Letališka cesta 29c, Ljubljana**

**** Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, Ljubljana**

matjaz.demsar@siemens.com, miha.glavan@ijs.si, dejan.gradisar@ijs.si

Approach for introduction of cognitive-analytic solutions in production companies based on the 6P methodology

The paper presents a methodology for the design and implementation of pilot projects for the implementation of cognitive analytical solutions in industry. The developed methodology envisages the systematic use of various support tools that help the company to prepare requirements and specifications for digital infrastructure. The methodology prescribes a series of steps necessary to identify the ambitions and goals of the project, the identification of the necessary digital maturity of the process, and the design of a suitable digital infrastructure, thus supporting implementation activities for the introduction of new digital solutions in the industrial environment. The methodology was developed based on findings and good practices acquired within the EU cofounded project INEVITABLE. In the paper, we will demonstrate its use on the example of two processes from SIJ Acroni, i.e., process of electric arc furnace and rolling machine for thin sheet metal. More emphasis will be placed on the digital maturity assessment step, for which the 6P method was used, which overviews the organization or process through 6 key pillars and was created as a result of work in the parallel project CAPRI. The results of the collaboration between the two projects was the validation of the 6P tool for the assessment of the digital maturity of the process industry.

Kratek pregled prispevka

V prispevku je predstavljena metodologija za zasnovo in izvedbo pilotnih projektov, ki temeljijo na implementaciji kognitivnih analitičnih rešitev v industriji. Razvita metodologija predvideva sistematično uporabo različnih podpornih orodij, ki podjetju pomagajo pri pripravi zahtev in specifikacij za digitalno infrastrukturo. Metodologija predpisuje serijo korakov potrebnih za identifikacijo ambicij ter ciljev projekta, identifikacijo potrebne digitalne zrelosti procesa, ter zasnovo primerne digitalne infrastrukture, ter tako podpira izvedbene aktivnosti za uvajanje novih digitalnih rešitev v industrijskem okolju. Metodologija je bila razvita na podlagi ugotovitev in dobrih praks pridobljenih v okviru EU projekta INEVITABLE. V prispevku bomo prikazali njeno uporabo na primeru dveh procesov iz podjetja SIJ Acroni, t.j. proces elektro-obločne peči ter valjavskega stroja za tanko pločevino. Večji poudarek bo namenjen koraku ocene digitalne zrelosti, za kar je bila uporabljena metoda 6P, ki obravnava organizacijo oziroma proces skozi 6 ključnih stebrov in je nastala kot rezultat dela v vzporednem evropskem projektu CAPRI. Plod sodelovanja med obema projektoma pa je bila validacija orodja 6P za izdelavo ocene digitalne zrelosti procesne industrije.

1 Uvod

Digitalizacija prinaša prelomne spremembe, ki si sledijo v vse hitrejšem tempu. To je še posebej izrazito na področju industrije, kjer koncepti Industrije 4.0 rušijo pristope, ki so vrsto let pomenili predvidljivo ter skozi podatkovne silose obvladljivo in jasno razmejeno infrastrukturo in proizvodne procese. Če želimo zagotoviti pogoje za uspešnost uvajanja novih digitalnih rešitev je potrebno zagotoviti sodelovanje širokega nabora strokovnjakov ter zagotoviti sistematičen razvoj podjetja na raven zadostne digitalne zrelosti. To je predvsem pomembno v primeru malih in srednje velikih podjetij, kjer strateške, kadrovske in finančne omejitve pogosto vodijo do neuspešnosti projektov. [1]

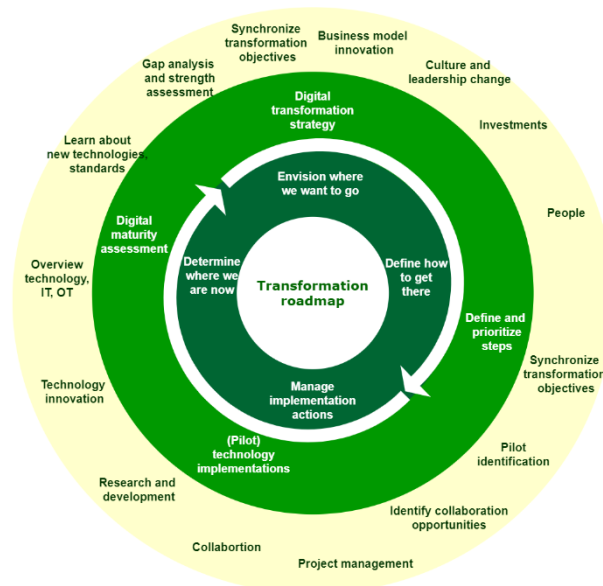
Evropska unija strategijo Industrije 4.0 vzpodbuja skozi različne programe, med katerimi je tudi raziskovalno-razvojni program Obzorje Evropa ter njegov predhodnik Obzorje 2020. Med projekti, ki potekajo v okviru slednjega, so tudi projekti INEVITABLE, CAPRI in COGNIPLANT [4][2][5], ki se ukvarjajo z ravnanjem in demonstracijo kognitivnih rešitev na izbranih energetsko potratnih procesih procesne industrije. INEVITABLE je usmerjen na področje optimizacije procesov v jeklarski industriji, CAPRI na procese v farmaciji, asfaltni industriji ter metalurgiji ter COGNIPLANT na splošno v procesni industriji. Rezultati vseh omenjenih projektov pa so služili za validacijo pristopov k digitalizaciji na konkretnih primerih ter tudi validaciji metode za oceno digitalne zrelosti 6P v procesni industriji.

V tem prispevku je predstavljen metodološki pristop k implementaciji industrijskih kognitivnih rešitev. Predstavljeni pristop temelji na delu in rezultatih projekta INEVITABLE in je sestavljen iz sistematičnih korakov, ki vodijo podjetje po od pregleda stanja in do konkretnih pilotnih projektov. Večji poudarek prispevka je namenjen primeru uporabe metode 6P za oceno stopnje digitalne zrelosti na enem od konkretnih primerov obravnavanih tekom projekta INEVITABLE, tj. proces obdelave jeklenih

trakov v valjavnem stroju Sendzimir v podjetju SIJ Acroni.

2 Metodologija implementacije industrijskih kognitivnih rešitev

Digitalna transformacija že obstoječih proizvodnih procesov tipično poteka ciklično, kot je to prikazano na *Sliki 1*. Takšen iterativen pristop omogoča postopen prehod, kjer se vedno znova preverjajo in definirajo tako poslovne zahteve kot tudi tehnološki pogoji oziroma storitve. Dodatno pa na oboje vplivajo tudi že obstoječe dobre prakse, rezultati predhodnih pilotnih projektov, kot tudi potrebni standardi ter veljavne pravne omejitve.[6]

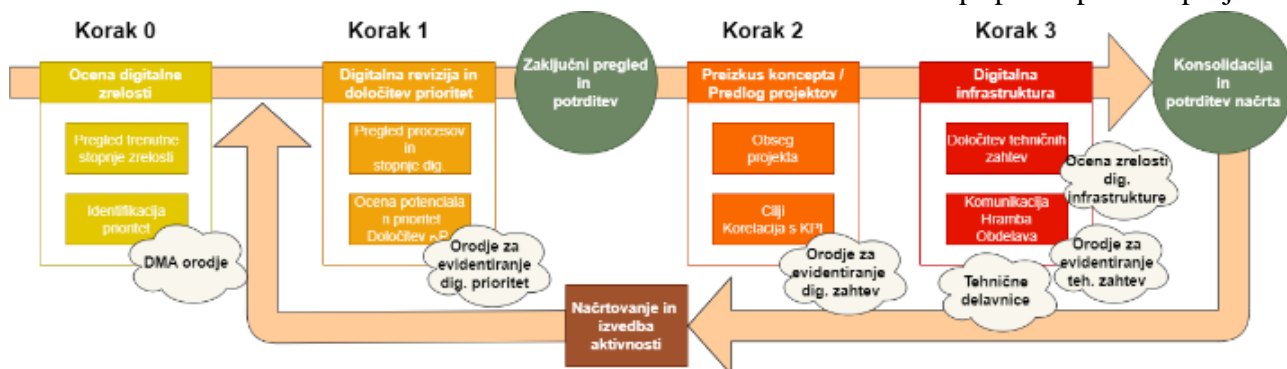


Slika 1 Iterativni cikel digitalne transformacije proizvodnega podjetja preko pilotnih projektov

2.1 Koraki metodologije

V sklopu projekta INEVITABLE je bila razvita metodologija, ki podpira pripravljalne ter implementacijske korake potrebne za izvedbo pilotnih projektov na področju naprednih digitalnih tehnologij. Razvita metoda pokriva vrsto zaporednih korakov. Določeni koraki so namenjeni validaciji in potrditvi doseženih rezultatov, vsak med njimi pa vključuje potrebne analize ter pripravo podatkov, ki omogočajo oceno trenutnega stanja ter informacije potrebne za planiranje dela v naslednjih fazah.

Metodologija ima štiri ključne korake, ko je to prikazano na Sliki 2 (več informacij o korakih in podpornih orodjih je predstavljeno v [7] in [9]):



Slika 2 Metodologija implementacije digitalnih rešitev

- **Korak 0: Ocena digitalne zrelosti**

Ta korak je namenjen oceni trenutnega stanja v organizaciji ter določitvi digitalnih strategij in ciljev. Pomoč pri izvedbi tega koraka predstavljajo orodja za oceno digitalne zrelosti (ang. DMA – Digital Maturity Assessment), ki skupaj z analizo trenutne situacije pomagajo pri določitvi najpomembnejših ciljev. Na voljo je precej različnih orodij, katerih uporaba se lahko od primera do primera razlikuje predvsem glede na razpoložljive informacije, oziroma vire. [6]

- **Korak 1: Digitalna revizija in prioritizacija ciljev**

Pravilna določitev digitalizacijskih zahtev je ključna za končni uspeh projekta. V tej fazi se določi obseg prioritetenih aktivnosti ter ključnih kazalnikov za spremljanje učinkov [6]. Na podlagi identificiranih prioritetenih aktivnosti se aktualni proces podrobneje analizira z pregledom sledečih informacij:

- identifikacija ključnih procesnih spremenljivk;
- opis procesnih spremenljivk;
- ocena kvalitete podatkov procesnih spremenljivk;
- ocena digitalizacijskih okoliščin procesnih spremenljivk glede na vidik uporabe.

- **Korak 2 – Definiranje testnih (ang. Proof of Concept - PoC) oziroma pilotskih projektov**

V tem koraku se pripravi pilotne projekte,

katerih namen je validacija konceptov digitalizacije. Pomembno je, da se njihovi cilji preslikajo na ključne kazalnike iz koraka 1. [6]

- **Korak 3: Digitalna infrastruktura**

Ta korak je namenjen zbiranju zahtev, povezanih z infrastrukturo. V ta namen se uporabi kombinacija različnih orodij, kot so npr. orodja DMA, orodja za zbiranje tehničnih zahtev, ter delavnice namenjene dizajnu rešitev. Cilj tega koraka je tehnični dizajn digitalne infrastrukture, ki mora biti usklajena z zahtevami organizacije, procesa ter pilotnega projekta. [6]

2.2 Orodje za oceno digitalne zrelosti 6P

Orodje 6P izhaja iz izkušenj pridobljenih pri delu z orodjem Test Industry 4.0, ki je namenjeno predvsem uporabi v proizvodnih podjetjih. V okviru projekta CAPRI je bilo orodje prilagojeno tudi za uporabo v procesni industriji.[8] Namen orodja 6P je ocena trenutne stopnje digitalne zrelosti podjetij ter oceni želene končne stopnje podjetja, po zaključku pilotnega projekta. Uporaba orodja omogoča pomoč pri zbiranju potrebnih informacij za Korak 0 in Korak 2. Na ta način je mogoče preko sistematičnega pristopa definirati želene strateške cilje podjetja, kot tudi pilotnega procesa. Ponovna validacija po zaključenem pilotnem projektu pa omogoča verifikacijo doseženih ciljev in identifikaciji nadaljnjih prioritetenih aktivnosti.

Orodje 6P ocenjuje dva ključna stebra – tehničnega in sociološko-poslovnega, kot to prikazuje *Slika 2*.



Slika 3 Stebri ter dimenzije orodja 6P

Tehnični steber je sestavljen iz treh dimenzij:

- **Izdelek**
Ocena povezana z zrelostjo na področju digitalnih in pametnih izdelkov in z njimi povezanimi storitvami. Ocena se deli na naslednja področja:
 - senzorji in aktuatorji,
 - komunikacije in povezljivost,
 - hramba in izmenjava informacij,
 - nadzor,
 - IT storitve povezane z izdelkom,
 - poslovni modeli, ki jih omogoča izdelek.
- **Proces**
Ocena povezana z digitalnimi tovarnami in proizvodnimi procesi v njih. Ocena obsega najbolj relevantne procese v proizvodnji, ki so:
 - dizajn in inženiring,
 - upravljanje proizvodnje,
 - upravljanje kvalitete,
 - upravljanje vzdrževanja,
 - upravljanje logistike,
 - upravljanje oskrbovalne verige.
- **Platforma**
Ocena digitalne proizvodne platforme ter možne smeri razvoja v smer digitalnih platform, ki podpirajo vertikalne ter horizontalne integracije ter inženiring skozi

celotno vrednostno verigo. Ocena obravnava naslednje ključne platforme:

- kibernetško-fizične in vgrajene sisteme,
- industrijski Internet Stvari (IIoT),
- industrijski internet,
- industrijska analitika,
- vertikalna interoperabilnost podatkov in dogodkov,
- horizontalna interoperabilnost podatkov in dogodkov.

Sociološko-poslovni steber sestavljajo naslednje tri dimenzije:

- **Ljudje**
Ocena spretnosti in znanja, ki naj bi ga imeli zaposleni v podjetju. Dimenzija se deli na tri kategorije: operaterji in tehniki, strokovni delavci ter vodstveni kader. Ocena obravnava naslednja področja:
 - pametne operacije,
 - pametna oskrbovalna veriga,
 - pametni izdelki in storitve,
 - industrija 4.0, IT-OT infrastruktura,
 - veliki podatki,
 - strategija za Industrijo 4.0.
- **Partnerji**
Ocena namenjena identificiranju partnerjev, ki so potrebni za doseg zastavljenih ciljev. Ocena obravnava naslednja področja:
 - digitalna inovacijska središča (DIH),
 - raziskave in inovacije,
 - treningi in izobraževanja,
 - IT ponudniki storitev,
 - dobavitelji,
 - kupci.
- **Izvedba**
Ocena vloge, ki jo tehnologije s področja Industrije 4.0 igrajo v ključnih kazalnikih proizvodnih podjetij na sledečih področjih:
 - operativno/tehnično,
 - ekonomsko,

- okolje,
- družbeno,
- življenjski cikel izdelka,
- oskrbovalna veriga.

Orodje 6P pri vrednotenju stopnje zrelosti po posameznih dimenzijah uporablja lestvico razvojnih stopenj:

- Začetna
- Upravljana
- Definirana
- Integrirana
- Polno izkoriščena

Dimenzije se ocenjujejo za oceno trenutnega, kot načrtovanega/želenega stanja. Vse stopnje so podrobno opisane v orodju 6P. [1]

3 Primer uporabe orodja 6P na procesu hladnega valjanja

Na podlagi metodologije, predstavljene v 2.1 so bili pripravljene potrebni podatki za pripravo digitalne infrastrukture ter sprejeta odločitve za izbiro platforme oziroma tehnologij. Za dodatno validacijo je bila s sodelovanjem vključenih partnerjev izvedena ocena digitalne zrelosti z orodjem 6P, ki je bila predstavljena v 2.3. Zaradi posebnosti samega procesa je bila ocena narejena za 5 od 6 dimenzij, saj dimenzija izdelka – v primeru procesa ZRM gre za valjane trakove oziroma plošče – ne igra vloge.

3.1 3.1. Predstavitev procesa v valjavskem stroju Sendzimir

Proces valjanja v valjavskem stroju sodi med zaključne procese obdelave – ta se prične s pripravo taline iz odpadnega jekla v elektro obločni peči, se nadaljuje s procesi sekundarne metalurgije, ki so lahko kombinacija tehnologij, kot so ponvična peč (an. *ladle furnace*), vakumsko razplinjevanje (an. *vacuum degasser*) ter razogličanje s pomočjo vakuma in kisika (an. *vacuum-oxygen-decarburization*). Po ulivanju jekla nastanejo polizdelki, ki se v procesu vročega valjanja obdelajo pod določenimi termičnimi in mehanskimi pogoji. Zaključna obdelava se izvede v hladni valjarni, kjer je eden

od procesov hladno valjanje v valjavskem stroju Sendzimir oziroma ZRM. [6]

Pri ZRM gre za proces hladnega valjanja, pri čemer nastajajo valjani trakovi in plošče. Proces poteka pri temperaturah, ki so nižje od rekristalizacijskih temperatur za jekla; pri tem so trakovi vstavljeni v sistem valjev, ki jih stisnejo, pri čemer material pridobi na trdnosti in odpornosti. Debelina končnih izdelkov je med 0.2 in 3 mm in širina med 540 in 1040 mm. Za doseganje potrebne končne kvalitete izdelka je pomembno, da je tehnološki proces primerno voden in spremljan, kar se tiče tako recepta, ki je aktiven, kot spremljanja parametrov med samim valjanjem. Cilj optimizacije procesa skozi projekt INEVITABLE je uvedba podpornega sistema, sestavljenega iz dveh komponent[1];

- Sistem za nadzor, optimizacijo, diagnostiko in spremljanje stanja procesa med delovanjem
- Odločitveno podporno orodje za operaterje

3.2. Prilagoditev orodja 6P

Pri izvedbi ocenjevanja z uporabo metode 6P je bilo z namenom izboljšanja analize vpeljanih nekaj sprememb. Namesto uporabe samoocenjevanja preko spletnega obrazca, je bil proces ocenjen v obliki intervjuja s strokovnjaki v podjetju SIJ Acroni. Ocenjujemo, da je bila na ta način pridobljena ocena natančnejša, samo ocenjevanje pa izvedeno hitreje ter brez morebitnih napak pri interpretaciji ocenjevalnih vprašanj.

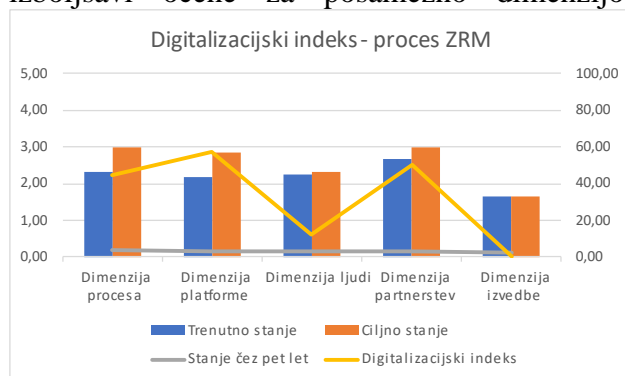
Poleg tega je bila dvema ocenama, ki ju predvideva orodje 6P (pred in po projektu) dodana tudi tretja; ta se nanaša na želeno stanje procesa čez 5 let. Ta ocena ni neposredno povezana na implementacijo pilotskega projekta, temveč ocenjuje dolgoročne plane ter prioritete podjetja ter obseg vpliva nadgrajenega stanja digitalizacije po posameznih področjih.

Za potrebe primerjave učinkov pilotskega projekta, pridobljenih z metodo 6P je bil

vzpostavljen *digitalizacijski indeks*, ki se izračuna s pomočjo naslednje formule:

$$\frac{Ocena_{Cilj} - Ocena_{Trenutna}}{Ocena_{Dolgi\ rok} - Ocena_{Trenutna}}$$

Formula omogoča izračun razmerja, ki ga ocenjena izboljšava z izvedbo pilotskega projekta prinaša v celotnem pričakovanem dolgoročnem ciljnem izboljšanju. Izražena je v odstotku, ki ga pilotski projekt prinaša pri izboljšavi ocene za posamezno dimenzijo.

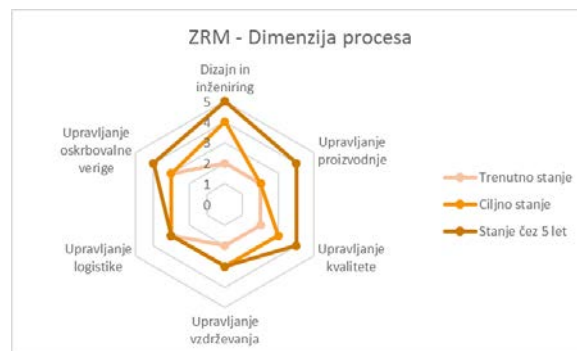


Slika 4 Prikaz digitalizacijskega indeksa za proces ZRM

3.3 Ocena za dimenzijo procesa

Rezultati ocene dimenzije procesa za ZRM nakazujejo, da je na področju dizajna in inženiringa pričakovati največje izboljšave, saj je težnja po premiku iz stanja *upravljanje* do *integrirane*, na dolgi rok pa do *polno izkoriščene*. Izboljšave so prav tako pričakovane na področjih upravljanja kvalitete ter vzdrževanja, kar se sklada s samo zasnovo procesa, ter potrebah podjetja po izboljšavah. Na daljši rok je pričakovano tudi izboljšanje upravljanja oskrbovalne verige, kar pa je splošno pričakovanje podjetja glede na kritično povezanost z dobavitelji.

Večja izboljšava je pričakovana na področju upravljanja proizvodnje, kar pa ni povezano s trenutnim pilotskim projektom, ki ne predvideva aktivnosti povezanih z izboljšavami procesa na tem področju.



Slika 5 Ocena za dimenzijo procesa

Začetna oziroma trenutna povprečna ocena te dimenzije je 2,3 – upravljana, skozi projekt je pričakovana sprememba na 3 – definirana, na dolgi rok pa na 3,8 – integrirana.

3.4 Ocena za dimenzijo platforme

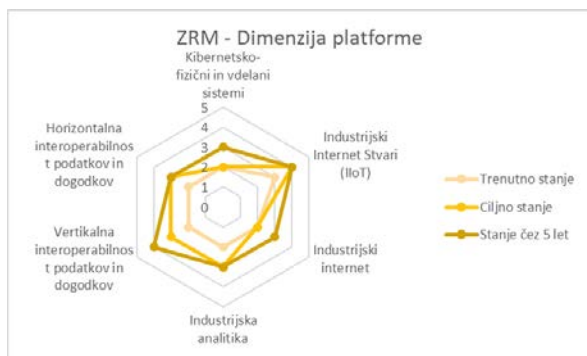
Pri analizi te dimenzije je razvidno, da je skozi izvedbo pilotskega projekta pričakovati manjše izboljšave področij:

- industrijskega interneta stvari,
- industrijske analitike,
- vertikalne interoperabilnosti ter
- horizontalne interoperabilnosti.

Na daljši rok so prav tako pričakovane izboljšave, ki presegajo izvedbo pilotskega projekta, niso pa z njim neposredno povezane. Gre za področja:

- kibernetško fizičnih in vdelanih sistemov,
- industrijskega interneta ter
- vertikalne interoperabilnost.

Pri analizi te dimenzije gre zaradi specifik procesa ter meritev parametrov izpostaviti predvsem področji industrijskega interneta stvari ter vertikalne interoperabilnosti, ki je tesno povezana s širšimi aktivnostmi povezanimi z digitalno transformacijo. To se izkazuje v najvišji ciljni razvojni stopnji tega področja.

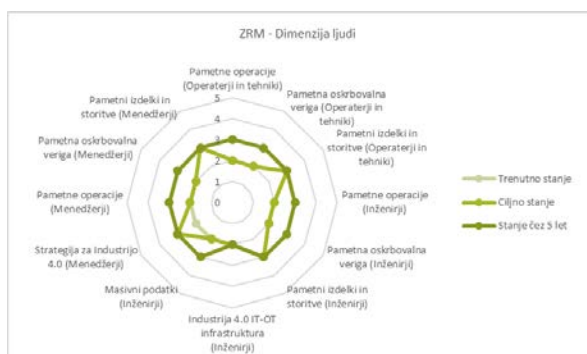


Slika 6 Ocena za dimenzijo platforme

Začetna oziroma trenutna povprečna ocena te dimenzije je 2,2 – upravljana, skozi projekt je pa pričakovana izboljšava na 2,8 – definirana, dolgoročno pa na 3,3.

3.5 Ocena za dimenzijo ljudi

Analiza te dimenzije kaže na relativno skromna pričakovanja glede izboljšav na tem področju, ter v povezavi s tem pilotskim projektom. Nekaj izboljšav je pričakovanih na področju strategije za Industrijo 4.0, sicer pa so vsa pričakovanja postavljena v prihodnost, ter presegajo učinke tega pilotskega projekta. Zanimivo je tudi, da je ocena vseh področij ljudi, ki pokrivajo splošna področja enakomerna, iz česar lahko sklepamo, da je razvoj različnih profilov kadrov, povezanih s tem procesom precej enakomeren.



Slika 7 Ocena za dimenzijo ljudi

Začetna oziroma trenutna povprečna ocena te dimenzije je 2,25 – upravljana, skozi pilotski projekt je pa pričakovana manjša sprememba na 2,33, dolgoročno pa na 2,9 – definirana.

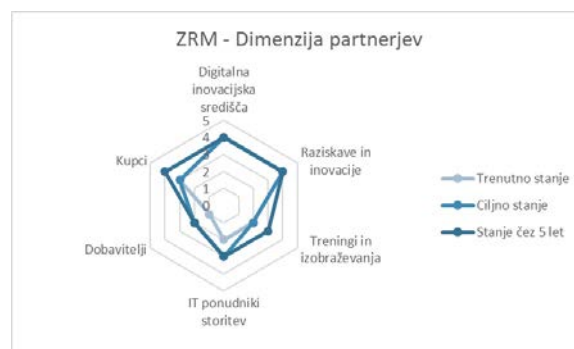
3.6 Ocena za dimenzijo partnerstev

Analiza partnerstev kaže sliko precej dobro razvitih sodelovanj z digitalnimi inovacijskimi središči ter področjem raziskav in inovacij. Z izvedbo pilotskega projekta pa so pričakovane izboljšave na področju partnerstev z dobavitelji in IT ponudniki storitev.

Na daljši rok so pričakovane spremembe na področjih:

- kupcev ter
- treningov in izobraževanj.

Zanimivo pri tej oceni je, da se skozi pilotski projekt pričakuje izboljšave odnosov z dobavitelji, ne pa tudi kupci, ki so eden od motivatorjev za izboljšanje kvalitete, kar je tudi eden od ključnih kazalnikov za uspešnost pilotskega projekta za ta proces.

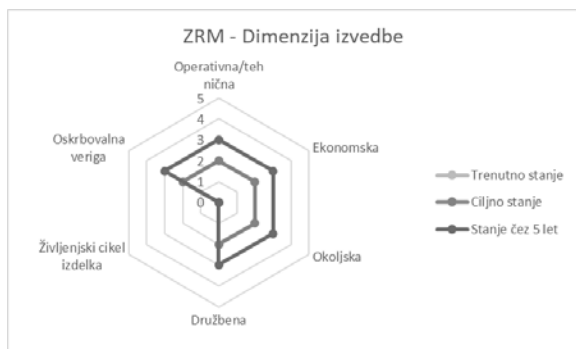


Slika 8 Ocena za dimenzijo partnerstev

Začetna oziroma trenutna povprečna ocena te dimenzije je 2,7 – definirana, skozi pilotski je pa pričakovana sprememba na 3, oziroma dolgoročno na 3,3, kar je še vedno na definirani stopnji.

3.7 Ocena za dimenzijo izvedbe

Pri analizi dimenzije izvedbe ni vidnih pričakovanih izboljšav na področju tega procesa. Dolgoročno so izboljšave pričakovane in so najverjetneje povezane s postopnimi izboljšavami, povezanimi s celotno industrijo.



Slika 9 Ocena za dimenzijo izvedbe

Začetna oziroma trenutna povprečna ocena te dimenzije je 1,7 – upravljana, skozi pilotski projekt pa ni pričakovane spremembe, dolgoročno pa je pričakovana sprememba na 2,5, ker je med upravljano ter definirano stopnjo, glede na manjkajočo oceno za življenjski cikel izdelka pa govorimo lahko o definirani stopnji.

4 Zaključne ugotovitve

Metodologija za implementacijo kognitivnih rešitev je bila skozi projekt INEVITABLE validirana pri industrijskih partnerjih projekta. Dosedanji rezultati analiz ter testov v praksi kažejo, da je izvedba s pomočjo opisanih korakov pripomogla pri doseganju zastavljenih ciljev ter izboljšala kakovost končne rešitve na področju doseganja zastavljenih ciljev digitalizacije procesov. Tehnične rešitve pri industrijskih partnerjih so se med seboj razlikovale, kar nakazuje na to, da trenutno ni jasne prevladujoče infrastrukture za industrijske rešitve, izbira ustrezne platforme pa je odvisna predvsem od partnerskega ekosistema, ter obstoječih kompetenc.

Dodatna razširitev ocen s tretjo, namenjeno dolgoročnim izboljšavam, se je izkazala za pozitivno, saj omogoča dodatno dimenzijo analize, namenjeno oceni vpliva, ki ga ima izvedba pilotskega projekta na dolgi rok. S to oceno je moč izračunati vpliv, ki ga pilotski projekt ima v procesu ter je tako dodatna informacija za proces odločanja o strategiji digitalne transformacije v primeru, ko je na voljo več potencialnih pilotskih projektov.

Metoda ocenjevanja 6P v povezavi z dolgoročnimi ocenami ter digitalizacijskim

indeksom ponuja relativno enostaven način za primerjavo posameznih pilotskih projektov, z njeno aplikacijo v koraku izbire ustreznih pilotskih projektov pa je moč učinkovito optimizirati prioritete, ter tako tudi vrstni red implementacij izbranih projektov, s čimer zagotovimo optimalno uporabo razpoložljivih virov za doseg ciljev.

Zahvala

Delo je bilo izvedeno v okviru mednarodnega projekta INEVITABLE (»Optimization and performance improving in metal industry by digital technologies«) (GA No. 869815), ki je sofinanciran s strani Evropske komisije v okviru programa Obzorja 2020, SPIRE in v sklopu nacionalnega raziskovalnega programa Sistemi in vodenje, P2-0001.

5 Literatura

- [1] agiplan GmbH, Fraunhofer IML, ZENIT GmbH, *Erschließen der Potenziale der Anwendung von 'Industrie 4.0' im Mittelstand*, 2015.
- [2] CAPRI Project, „CAPRI Project,“ 14 3 2022. [Elektronski]. Available: <https://www.capri-project.com/>.
- [3] EC - Project CAPRI, „Cognitive Automation Platform for European PProcess Industry digital transformation,“ 14 9 2022. [Elektronski]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/870062>.
- [4] EC - Project INEVITABLE, „Optimization and performance improving in metal industry by digital technologies,“ 14 9 2022. [Elektronski]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/869815>.
- [5] Cogniplant Project, „COGNIPLANT,“ [Elektronski]. Available: <https://www.cogniplant-h2020.eu/>. [Poskus dostopa 18 02 2023].
- [6] M. Demšar, „Pilotski projekt implementacije digitalne kognitivne platforme v jeklarski industriji,“ *Informacijsko poslovna revija*, Izv. 4, pp. 144-156, 30 11 2022.
- [7] V. Logar, M. Glavan, D. Gradišar in M. Lončnar, *Final requirements & specifications for Use case 1: Implementation of the EAF and ZRM optimization*, INEVITABLE Project, 2021.
- [8] Politecnica Milano, „D2.3 Digital Transformation Methodology for process industries definition,“ CAPRI project, 2022.
- [9] M. Demšar, D5.2: Preparation of design principles for the communication infrastructure, INEVITABLE Project, 2021.