

Program

Digitalna transformacija robotiziranih tovarnih prihodnosti

DIGITOP

Rezultat 5.2:

ERP sistem nadgrajen z novim MES modulom

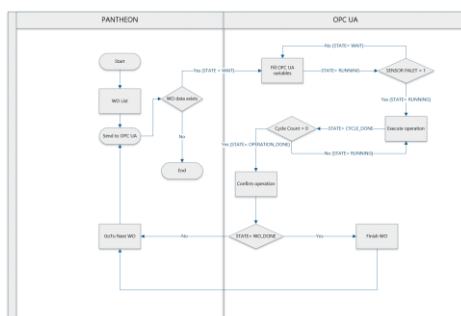
Projekt/RRP	DIGITOP/ RRP5, Aktivnost 5.3
Vrsta dokumenta	Poročilo
Verzija dokumenta	1.0
Sodelujoči partnerji	DATALAB d.d.
Avtorji	Dr. Krištof Debeljak, Dr. Janez Povh, Vinko Longar, Rok Struna, Jasna Rihter
Datum priprave	20.10.2024

Kazalo

1	UVOD	3
2	OBSTOJEČI ERP SISTEM	4
2.1	POMANJKLIVOSTI OBSTOJEČEGA SISTEMA	4
3	POSODOBLJENI ERP SISTEM	4
3.1	DELOVNI NALOGI Z VEČ KOSI	5
3.2	VZDRŽEVANJE ORODIJ	7
3.3	VZDRŽEVANJE RESURSOV	8
4	NADALJNJA NADGRADITEV SISTEMA	9
4.1	UPORABA UMETNE INTELIGENCE ZA OPTIMIZACIJO PROIZVODNIH PLANOV	10
4.2	SISTEM ZA UPRAVLJANJE ENERGIJE	10
5	BIBLIOGRAFIJA	10

1 UVOD

Aktivnost 5.3 projekta DIGITOP se osredotoča na integracijo sistema MES in ERP ter povezovanje s strežnikom OPC UA. Projekt DIGITOP je usmerjen v izboljšanje avtomatizacije in optimizacije proizvodnih procesov s pomočjo naprednih digitalnih tehnologij, pri čemer strežnik OPC UA omogoča standardizirano in varno komunikacijo med različnimi napravami in sistemi v proizvodnem okolju. V sklopu aktivnosti bo trenutni MES sistem, ki komunicira s proizvodno linijo v laboratoriju LabTOP, nadomeščen z novim MES modulom, ki bo razvit v okviru projekta. Ta nov MES modul bo sestavni del obstoječega ERP sistema, ki upravlja proizvodno linijo v LabTOP-u. Integracija posodobljenega sistema MES+ERP bo omogočila številne prednosti, vključno z odpravo nepotrebnih podatkovnih baz ter zagotavljanjem točnih in ažurnih informacij po celotni organizaciji. Ta integracija bo omogočala zmanjšanje napak, boljši vpogled v količino zalog ter optimizirano upravljanje ponudbe in povpraševanja v realnem času. Integracija se sklada s smernicami Industrije 5.0, ki temelji na tesno sodelovanje med ljudmi in tehnologijo ter celostno povezovanje različnih naprav in senzorjev, kar omogoča boljšo interakcijo med delavci in sistemi. Delo na tej aktivnosti poteka predvsem v podjetju Datalab, ki je lastnik ERP sistema, ter v sodelovanju z Rudolfovim. Novi MES sistem v celoti podpira realizacijo naročil, kar vključuje planiranje, sledenje in analizo naročil skozi celoten proizvodni proces. Omogoča tudi učinkovito upravljanje proizvodnih tokov, sledljivost izdelkov ter pravočasno izpolnjevanje naročil. Zagotovljena je celovita sledljivost v okviru MES sistema, vključno s funkcionalnostmi, kot so dodajanje kosov v obstoječ delovni nalog, spreminjanje delovnega naloga med operacijo in terminiranje. S tem je omogočeno natančno sledenje napredku naročil ter izboljšano upravljanje proizvodnih procesov. Novi MES sistem omogoča popolnoma avtomatizirano planiranje aktivnosti vzdrževanja, kar vključuje načrtovanje in usklajevanje vzdrževalnih del ter optimizacijo razporeda vzdrževanja glede na razpoložljivost opreme in proizvodne potrebe. Avtomatizirano vzdrževanje pripomore k preprečevanju nepotrebnih zastojev v proizvodnji, zmanjšanju okvar na opremi ter povečanju razpoložljivosti proizvodnih sredstev. Cilj te integracije je poenostaviti proizvodne procese, zagotoviti boljši vpogled v proizvodno okolje ter prispevati k večji učinkovitosti celotnega proizvodnega okolja.



Slika 1: Kontekst uporabe PA OPC UA modula

2 OBSTOJEČI ERP SISTEM

V obstoječem sistemu je proizvodna linija v LabTOPu omogočala izvajanje le enega delovnega naloga naenkrat, kar pomeni, da je linija lahko hkrati izdelovala le en izdelek. Delovanje linije je temeljilo na prijavi delavca v aplikacijo Pantheon, kjer je razpisal delovni nalog za obdelavo. Po razpisu naloga je bil potreben še njegov zagon, pri čemer se je na PLC poslala spremenljivka z oznako številke delovnega naloga. Ko je PLC prejel številko naloga, je sprožil proizvodni proces na liniji. Ob koncu vsakega procesa na stroju smo podatke poslali na OPC UA strežnik, ki je beležil zaključek operacij na strojih in ob koncu operacij zaključil delovni nalog. Obstoječi proces je bil primeren za demo proizvodno linijo, vendar je za pridobitev več relevantnih podatkov in simulacijo realnega proizvodnega okolja potrebno, da linija in njen sistem podpirata izdelavo več kosov znotraj enega delovnega naloga. S pridobivanjem podatkov iz okolja lahko te podatke uporabimo za optimizacijo linije, kar omogoča zmanjšanje napak, znižanje stroškov in povečanje produktivnosti.

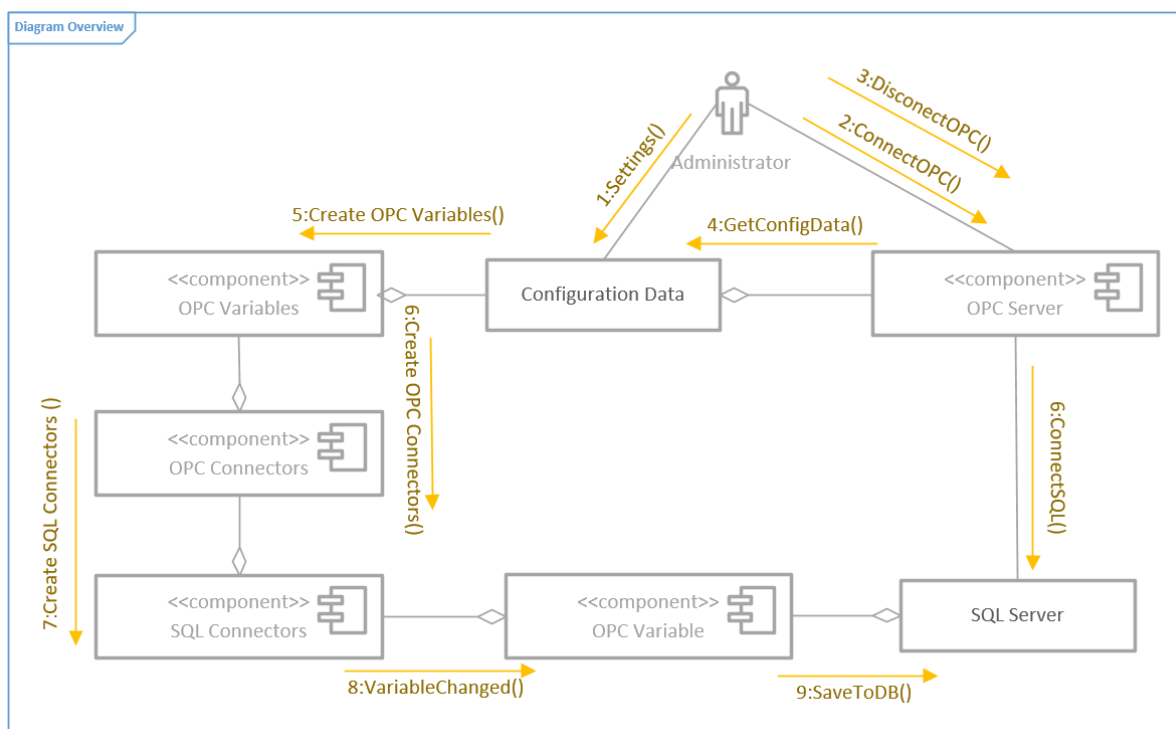
2.1 Pomanjkljivosti obstoječega sistema

Poleg prej omenjene pomanjkljivosti sistema, da ne podpira izdelave več kosov hkrati, predstavlja težavo tudi omejitev pri zbiranju podatkov iz OPC strežnika, kar vključuje nezmožnost pridobivanja statusnih spremenljivk robotov iz PLC-ja. V praksi to pomeni, da se ob napaki v sistemu celotni delovni nalog ustavi, delavec pa je prisiljen ročno nastaviti spremenljivke, kot da je bila operacija uspešno izvedena, da lahko zaključi delovni nalog. Obstoječi sistem je bil tudi nekoliko neizkoriščen, saj ni omogočal razpisa delovnih nalogov vnaprej, kar bi omogočilo simulacijo obstoječega sistema kot proizvodno okolje.

3 POSODOBLJENI ERP SISTEM

Nadgrajeni integrirani ERP sistem omogoča sledenje ciljem industrije 5.0 ter simulacijo napredne proizvodne linije, opremljene z najsodobnejšimi tehnologijami. Sistem omogoča zbiranje in analizo podatkov, kar podpira stalno optimizacijo linije, zmanjšanje napak ter povečanje produktivnosti in prilagodljivosti. S pomočjo pridobljenih podatkov lahko bolje načrtujemo preventivno vzdrževanje in izboljšamo učinkovitost posameznih komponent proizvodnje. Posodobljen ERP sistem vključuje tudi funkcionalnosti za spremljanje statusa strojev in robotov v realnem času, kar zmanjšuje tveganje za zaustavitve linije zaradi napak in omogoča hitrejše ukrepanje. Poleg tega omogoča naprednejše upravljanje z delovnimi nalogi, saj podpira več kosov na en delovni nalog, kar pospešuje serijsko proizvodnjo. Ta nadgrajeni sistem omogoča natančnejše simulacije in načrtovanje proizvodnih procesov ter povečuje fleksibilnost in konkurenčnost podjetja v dinamičnem industrijskem okolju. Slika 2 prikazuje delovanje nadgrajenega ERP sistema in tok informacij ter postopek konfiguracije z integracijo OPC UA modula, ki omogoča povezovanje različnih komponent sistema. Administrator najprej nastavi parametre povezave in konfigurira spremenljivke ter nato vzpostavi povezavo z OPC strežnikom z uporabo funkcije »ConnectOPC«, s čimer omogoči komunikacijo med sistemom in proizvodnimi stroji. V primeru napake lahko administrator povezavo prekine z uporabo funkcije »DisconnectOPC«. Ko je povezava vzpostavljena, sistem

pridobi konfiguracijske podatke z metodo »GetConfigData«, ki ustvari podatkovno strukturo za ustvarjanje OPC spremenljivk in komponent OPC UA konektorja. Te spremenljivke se nato povežejo s postavkami (ItemID) iz OPC UA strežnika. V naslednjem koraku se za vsak OPC konektor ustvarijo komponente SQLConnector, ki omogočajo povezave med OPC spremenljivkami in ustreznimi polji v bazi podatkov v skladu s konfiguracijskimi nastavitvami. Sistem nato vzpostavi povezavo s SQL strežnikom z uporabo funkcije »ConnectSQL«, kar omogoča varno shranjevanje podatkov, pridobljenih iz proizvodnih strojev. Ob spremembi vrednosti spremenljivk (»VariableChanged«) sistem samodejno shrani nove podatke v bazo (»SaveToDB«).



Slika 2: Diagram komponent

3.1 Delovni nalogi z več kosi

Nadgradnja ERP sistema v sklopu projekta DIGITOP prinaša izboljšave v upravljanju delovnih nalogov z dodatno možnostjo zajemanja več kosov znotraj enega delovnega naloga, kot to prikazuje Slika 3 in 4. Ta funkcionalnost omogoča proizvodni liniji, da izdela več enot v okviru enega procesa, kar povečuje fleksibilnost in učinkovitost serijske proizvodnje. S sistemom, ki podpira delovne naloge z več kosi, podjetje pridobi večji nadzor nad proizvodnjo in sledenjem zalog, kar zmanjšuje potrebo po večkratnih nastavitvah in zagonih posameznih procesov. Poleg tega sistem omogoča natančnejše sledenje napredku proizvodnje in učinkovito beleženje podatkov v realnem času. To je ključnega pomena za optimizacijo operacij, saj omogoča vpogled v proizvodne vzorce, zgodovino porabe materialov in časovne zahteve za vsako fazo proizvodnje. Z integracijo teh podatkov v MES in ERP sistem lahko podjetje doseže boljše usklajevanje proizvodnih nalogov in učinkovitejše upravljanje z viri, kar vodi k nižjim stroškom in zmanjšani napaki v celotnem proizvodnem procesu.

Kriteriji kreiranja DN

Naročilo
 Izdelek Alternativa
 Količina EM Vrsta dokumenta
☒ V podnivoje kosovnice Do nivoja
 Primary resource
☒ Prenos orodij ☒ Prenos predpisov ☒ Prenos manjših orodij
☐ Prod. Waste/Scrap

Naročnik
 Prejemnik
 Priority
 Oddelek
 Str.nosilec
 Datum DN
 Končni termin
 Začetni termin

Opomba ☒ Prikaz protokola

SYDNEY BETA DEBUG Podjetje d.o.o. DataLab PANTHEON™ (Podjetje d.o.o. (RUDOLFOVO)): AD - Administrator

Nastavitve

Naročila

Blago

Proizvodnja

Servis

Denar

Kadri

Analitika

Napizje

Pgmoč

Dodatno

Išči po Vse

Tasks

Registracija dela sa OPC UA

Delavec 1

Administrator

Napredno

Osveževanje

10 sek

Prijava

Predvideno

OPC UA

Work order fields					Operation			Resource		OPC DATA									
Key View	Event Type	EventTime	Oper Time	Plan qty	No	Ident	UM	ID	Name	Action buttons		Status	Done qty	Progress	Energy [Wh]	Power [W]	Voltage [V]	Current [mA]	
24-6H0-000023	Začetek opere	17.10.2024 15:27:41	4:41:17	20	10	0502		URA	05	ROCNO DELOVNO MESTO	Pause	Stop	✓ OPERATION_Di	10	50 %	13	20,54614	220,182	51
	Začetek opere	17.10.2024 15:27:41	4:41:17	20	20	0202		URA	02	OPERACIJA-LASER-RAZREZ/GRAV1	Pause	Stop	⚙️ IDLE	9	45 %	50,18205	20,54614	220,182	51
	Začetek opere	17.10.2024 15:27:41	4:41:17	20	25	0302		URA	03	BRUSILNI-STROJ	Pause	Stop	⚙️ WAIT	9	45 %	70,36409	20,54614	220,182	51
	Začetek opere	17.10.2024 15:27:41	4:41:17	20	30	0502		URA	05	ROCNO DELOVNO MESTO	Pause	Stop	✓ OPERATION_Di	10	50 %	13	20,54614	220,182	51
	Začetek opere	17.10.2024 15:27:41	4:41:17	20	35	0602		URA	06	VISION	Pause	Stop	✓ OPERATION_Di	10	50 %	13	20,54614	220,182	51
	Začetek opere	17.10.2024 15:27:41	4:41:17	20	40	0702		URA	07	ETIKETIRKA	Pause	Stop	✓ WO_DONE	12	60 %	70,36409	20,54614	220,182	51
	Začetek opere	17.10.2024 15:27:41	4:41:17	20	45	0802		URA	08	ETIKETIRKA	Pause	Stop	⚠️ ERROR	12	60 %	70,36409	20,54614	220,182	51
					20					AGV	Pause	Stop							

Modules

-10

-20

-25

-30

-35

-40

-45

Connectors

Variable	Type	Active	Links
UaConnector10	TUaConnector	True	12

Variables

Name	Type	Active	Timestamp (Central Eur)	Value
CURRENT	Variant	True	17. 10. 2024 20:11:27	50,91024
CYCLE_COUNT	Variant	True	17. 10. 2024 20:11:27	10
ENERGY	Variant	True	17. 10. 2024 20:11:27	13
ID	Variant	True	17. 10. 2024 11:41:57	#BAD
OPERATION_NO	Variant	True	17. 10. 2024 11:41:57	#BAD
POWER	Variant	True	17. 10. 2024 20:11:27	20,54614
PROGRESS	Variant	True	17. 10. 2024 11:41:57	#BAD
RESOURCE_QID	Variant	True	17. 10. 2024 11:41:57	#BAD
SERIAL_NO	Variant	True	17. 10. 2024 11:41:57	#BAD
STATUS	Variant	True	17. 10. 2024 15:30:21	40
VOLTAGE	Variant	True	17. 10. 2024 20:11:27	220,182
WO_KEY	Variant	True	17. 10. 2024 11:41:57	#BAD

VarProps

Property	Value
Value	50,91024
Caption	CURRENT
Alarm State	#BAD
Description	#BAD
Alarm Text	#BAD
Alarm Help	#BAD

50,91024

Prijava / Odjava

Prekinitiev

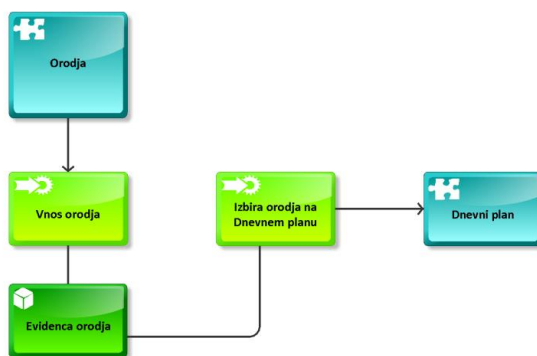
Stop

Slika 3, 4: OPC UA in PLC upravljanje z več kosi

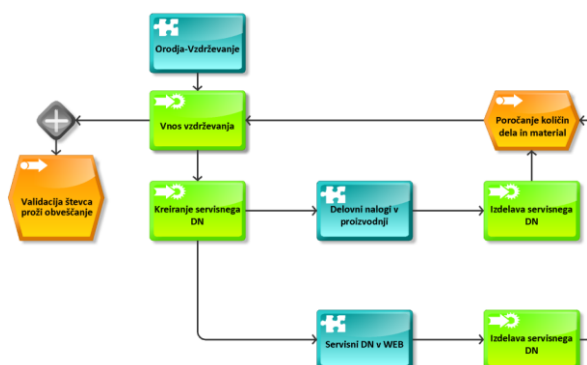
3.2 Vzdrževanje orodij

Upravljanje vzdrževanja orodij v PANTHEON-u je namenjeno preprečevanju nepotrebnih zastojev v proizvodnji zaradi nedelovanja strojev. Sliki 5 in 6 kažeta proces vnosa orodij in izdelava servisnih delovnih nalogov. Vzdrževanje orodij vsebuje sledeče funkcionalnosti:

- vnos novih orodij in vodil za evidenco orodij,
- načrtovanje vzdrževalnih posegov na orodjih,
- določanje možnosti obveščanja o vzdrževalnih posegih na orodjih,
- kreiranje servisnih delovnih nalogov na osnovi načrtovanih vzdrževalnih posegov orodij,
- spremljanje in obdelava napak vzdrževalnih posegov,
- dodajanje orodja v dnevni plan,
- vodenje potrebne dokumentacije, povezane z orodji.



Slika 5: Proces vnosa in izbire orodij v dnevni planu



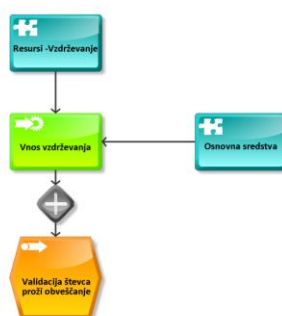
Slika 6: Proces vzdrževanja orodij in izdelave servisnih delovnih nalogov

Proces upravljanja in vzdrževanja orodij v sistemu PANTHEON vključuje standardne funkcionalnosti ter dodatne možnosti za podrobno spremljanje in vzdrževanje orodij. Obrazec za orodja je razdeljen na več razdelkov, vključno z zavihki za osnovne podatke (npr. naziv orodja, oddelek, vrsta orodja), parametre, resurse, izdelke, vzdrževanje ter dokumentacijo. Uporabniki lahko iščejo in filtrirajo orodja po različnih kriterijih, kot so status, oddelek in stroškovni nosilec. Za načrtovanje uporabe orodij v dnevnem planu je dodana možnost izbire orodja, ki omogoča filtriranje po različnih lastnostih, vključno z resursi in izdelki. Ta funkcionalnost omogoča prikaz razpoložljivih orodij s ključnimi podatki, kot so naziv, oddelek, stroškovni nosilec ter zasedenost. Nadaljnje izboljšave sistema vključujejo dodajanje nastavitev v administracijski konzoli za lažje upravljanje osnovnih sredstev in možnost prilagoditve z dodatnimi polji. Dopolnjen je tudi šifrant vrst dokumentov, kar omogoča vključitev orodij v načrtovanje v dnevnem planu. Sistem vključuje možnosti za različne vrste izpisov, kot so vzdrževanje orodij in podrobnosti uporabe, kar omogoča uporabnikom pregled in upravljanje podatkov na različnih ravneh. Avtorizacije in prilagoditve za servisne delovne naloge so urejene skladno s klasičnimi delovnimi nalogi, kar zagotavlja enoten nadzor in varnost pri upravljanju vzdrževalnih procesov.

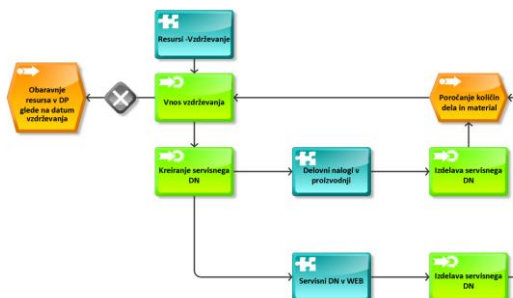
3.3 Vzdrževanje resursov

Upravljanje vzdrževanja resursov v PANTHEON-u je namenjeno proizvodnim in storitvenim podjetjem, ki opravljajo storitvene in vzdrževalne posege na svojih ali tujih resursih. Sliki 7 in 8 predstavljata proces priprave za vzdrževanje resursov. Vzdrževanje resursov v PANTHEON-u vsebuje funkcionalnosti, kjer bo uporabnik lahko:

- načrtoval vzdrževalne posege na resursih,
- vodil evidenco vzdrževalnih posegov,
- določal možnosti obveščanja o vzdrževalnih posegih na resursih,
- kreiral servisne delovne naloge na osnovi načrtovanih in izrednih vzdrževalnih posegov,
- spremljal obrabo resursov,
- spremljal in obdeloval napake vzdrževalnih posegov,
- vodil dokumentacijo vezano na vzdrževalne posege,
- spremljal resurse v vzdrževalnih posegih preko dnevnega plana



Slika 7: Proces vnosa vzdrževanja resursov in validacije števca



Slika 8: Celovit proces vzdrževanja resursov in kreiranja servisnih delovnih nalogov

V sistemu PANTHEON se za upravljanje vzdrževanja resursov uvajajo posebne funkcionalnosti in uporabniški vmesnik, zasnovan na predlogih v "Digitop only material". Uporabniki imajo na voljo zavihek Vzdrževanje, kjer lahko dodajajo nova vzdrževanja, določajo tipe vzdrževanja (glede na število izdelanih kosov ali delovne ure) ter nastavljajo intervale servisiranja in opozorila. Ob kliku na Novo vzdrževanje se odpre okno za vnos novih vzdrževalnih nalogov, z možnostjo določanja začetka in konca vzdrževanja, vrste vzdrževanja, vzdrževalca, števca, delovnih ur in opomb. Za kreiranje servisnega delovnega naloga je na voljo obrazec, ki vsebuje ključne podatke, kot so naročnik, vrsta servisa, prioriteta, raven, oddelek, stroškovni nosilec in drugi parametri. Dodatne možnosti vključujejo kopiranje orodij in pravil iz kosovnice ter kreiranje dnevnika. Sistem omogoča tudi spremljanje obrabe resursov prek zavihka obraba, kjer se prikazujejo podatki o izdelkih in opravljenem delu v obliki tedenskih ali mesečnih pregledov. V proces je vključena integracija z dnevnim planom, kjer se v obdobju vzdrževanja onemogoči planiranje na določenem resursu, za boljši pregled pa je na voljo ikona z informacijami o začetku, koncu in vrsti vzdrževanja. V administracijski konzoli so prilagojene nastavitve za nadzor nad resursi in načrtovanje, ki vključujejo dodatne možnosti izbire in omejevanja resursov za dnevni plan.

4 NADALJNJA NADGRADITEV SISTEMA

Po vzpostavitvi posodobljenega ERP sistema, ki omogoča pridobivanje podrobnih in relevantnih podatkov iz proizvodnih procesov, je smiselno sistem še nadgraditi za dodatno optimizacijo in učinkovitost. Na podlagi zdaj dostopnih podatkov lahko nadaljnje nadgraditve prinesejo nove možnosti, kot sta uporaba umetne inteligence za optimizacijo proizvodnih planov ter uvedba sistema za upravljanje energije. Z vključitvijo umetne inteligence bi lahko samodejno analizirali proizvodne vzorce in optimizirali načrtovanje proizvodnje, kar bi izboljšalo uporabo virov, zmanjšalo čas prekinitev in povečalo prilagodljivost na tržne spremembe. Poleg tega bi sistem za upravljanje energije omogočal spremljanje in zmanjševanje porabe energije v realnem času, kar prispeva k trajnostni naravnosti podjetja in znižanju operativnih stroškov. S to dodatno nadgradnjo bi podjetje postavilo temelje za pametno proizvodno okolje, ki je v skladu s cilji industrije 5.0 ter zagotavlja večjo konkurenčnost in prilagodljivost.

4.1 Uporaba umetne inteligence za optimizacijo proizvodnih planov

V sklopu aktivnosti 5.4 načrtujemo vključitev umetne inteligence (UI) v MES sistem, da bi optimizirali proizvodne plane po delovnih nalogih in izboljšali učinkovitost proizvodnje. Z uporabo naprednih algoritmov UI bo sistem sposoben samodejno analizirati ključne dejavnike, kot so razpoložljivost zalog, čas izdelave, stroški in povpraševanje, ter na tej osnovi predlagati najbolj optimalne rešitve za razporeditev delovnih nalogov. Algoritmi umetne inteligence bodo omogočili hitro in natančno prilagajanje proizvodnih planov trenutnim pogojem v realnem času. Sistem bo lahko na primer prepoznal, katera obdelava je glede na razpoložljive zaloge surovin in proizvodne zmogljivosti najbolj optimalna. Na ta način bo sistem pripomogel k zmanjšanju zalog, skrajšanju časa obdelave in optimizaciji stroškov, kar bo posledično povečalo prilagodljivost podjetja na tržne spremembe in povečalo zadovoljstvo strank.

4.2 Sistem za upravljanje energije

V sklopu aktivnosti 5.1 smo že integrirali merilce energije v proizvodno linijo, kar omogoča spremljanje in beleženje porabe energije v SQL bazo podatkov. Naslednji korak v izboljšanju energetske učinkovitosti proizvodnih procesov je uporaba teh podatkov tudi v sistemu Pantheon, kjer bodo postali dostopni za nadaljnjo analizo in optimizacijo. Aktivnost vključuje nadgradnjo z namenom, da se podatki o porabi energije v realnem času uporabljajo za sprejemanje bolj informiranih odločitev, kar bo pripomoglo k boljšemu upravljanju proizvodnje in virov. Načrtovana aktivnost 5.5 predvideva razvoj in integracijo sistema za upravljanje energije, ki bo v pametni tovarni LABTOP omogočal celovito spremljanje in analizo energetske porabe. Tak sistem ne bo zgolj pasivno beležil podatkov, temveč bo zagotavljal vpogled v priložnosti za zmanjšanje porabe, kar bo prispevalo k izboljšanju energetske učinkovitosti.

5 BIBLIOGRAFIJA

1. DATALAB Tehnologije d.d., *Funkcionalne zahteve vzdrževanje orodij v PANTHEON*. [Interni dokument].
2. DATALAB Tehnologije d.d., *Funkcionalne zahteve vzdrževanje resursov v PA*. [Interni dokument].
3. DATALAB Tehnologije d.d., *Funkcionalne zahteve za servisni delovni nalog PANTHEON*. [Interni dokument].
4. DATALAB Tehnologije d.d., *Funkcionalne zahteve za servisni delovni nalog Web (PA)*. [Interni dokument].
5. DATALAB Tehnologije d.d., *Tehnična dokumentacija za servisne DN*. [Interni dokument].
6. DATALAB Tehnologije d.d., *Whitepaper - Predlagan gradnik nadzorne plošče*. [Interni dokument].
7. DATALAB Tehnologije d.d., *Whitepaper - Razvoj funkcionalnosti za prikaz analiz in podatkov proizvodnje v celostnem načinu*. [Interni dokument].