

# Primjena digitalnih alata u razvoju proizvodnih sustava

---

**Buljat, Krešimir**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:390188>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-21**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij strojarstva

Diplomski rad

**PRIMJENA DIGITALNIH ALATA U RAZVOJU PROIZVODNIH  
SUSTAVA**

Rijeka, studeni 2024.

Krešimir Buljat

0243101456

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij strojarstva

Diplomski rad

**PRIMJENA DIGITALNIH ALATA U RAZVOJU PROIZVODNIH  
SUSTAVA**

Mentor: Izv. prof. dr.sc. Sandro Doboviček

Komentor: Elvis Krulčić, dipl. ing.

Rijeka, studeni 2024.

Krešimir Buljat

0243101456

Rijeka, 15. ožujka 2024.

Zavod: **Zavod za industrijsko inženjerstvo i menadžment**  
Predmet: **Računalom integrirana proizvodnja**  
Grana: **2.11.03 proizvodno strojarstvo**

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnik: **Krešimir Buljat (0243101456)**  
Studij: **Sveučilišni diplomski studij strojarstva**  
Modul: **Industrijsko i proizvodno inženjerstvo**

Zadatak: **Primjena digitalnih alata u razvoju proizvodnih sustava**

### Opis zadatka:

Definirati elemente Industrije 4.0 i Industrije 5.0. Objasniti pojmove digitalnog modela, digitalne sjene i digitalnog blizanca. Objasniti Shewhartov PDCA ciklus. Istražiti mogućnosti primjene digitalnih alata u različitim fazama projektiranja proizvodnih sustava. Na primjeru zadanog proizvodnog sustava primijeniti dostupne digitalne alate za određivanje proizvodnosti i uskog grla proizvodnog sustava. Kreirati plan aktivnosti za unaprjeđenje proizvodnog procesa s obzirom na zadane ciljeve.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2024.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Sandro Doboviček

---

izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić

---

Elvis Krulčić, dipl. ing. (komentor)

## **IZJAVA**

Izjavljujem da sam ovaj diplomski rad samostalno izradio, koristeći se znanjem i vještinama stečenim tijekom školovanja na Tehničkom fakultetu u Rijeci. Rad je izrađen pod mentorstvom Izv. prof. dr. sc. Sandra Dobovičeka i komentora asist. Elvisa Krulčića, dipl. ing., a pri izradi sam se koristio literaturom koja je navedena na kraju ovog rada.

---

Krešimir Buljat

*Najiskrenije zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima za bezuvjetnu podršku, razumijevanje i ohrabrenje koje su mi pružali u svakom trenutku. Bez njihove prisutnosti i vjere u mene, ovaj uspjeh ne bi bio moguć. Također, zahvaljujem prof. dr. sc Sandru Dobovičeku i asist. Elvisu Krulčiću, dipl. ing. na nesebičnoj podršci, stručnom vodstvu i strpljenju tijekom cijelog procesa izrade diplomskog rada.*

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	INDUSTRIJA 4.0 I INDUSTRIJA 5.0 .....	2
2.1.	Povijest industrijskih revolucija .....	2
2.2.	Glavne karakteristike industrije 4.0 .....	4
2.3.	Osnovna načela Industrije 4.0 .....	7
2.4.	Tehnologije koje omogućuju Industriju 4.0 .....	8
2.4.1.	<i>Big data</i> i AI analitika .....	9
2.4.2.	Horizontalna i vertikalna integracija .....	10
2.4.3.	Računarstvo u oblaku (eng. <i>Cloud computing</i> ).....	11
2.4.4.	Proširena stvarnost (AR) .....	12
2.4.5.	Industrijski internet stvari (IIoT).....	13
2.4.6.	Aditivna proizvodnja.....	14
2.4.7.	Autonomni roboti .....	16
2.4.8.	Simulacija.....	16
2.4.9.	Kibernetička sigurnost.....	17
2.5.	Industrija 5.0: Ljudski faktor i personalizacija.....	17
2.5.1.	Temelji industrije 5.0.....	19
2.5.2.	Kolaborativni roboti (koboti) .....	21
2.5.3.	Umjetna inteligencija (AI) .....	22
2.5.4.	4D ispis.....	23
2.6.	Razlike između Industrije 4.0 i Industrije 5.0 .....	23
2.6.1.	Prednosti prelaska s Industrije 4.0 na Industriju 5.0 .....	24
3.	DIGITALNI MODEL, DIGITALNA SJENA I DIGITALNI BLIZANAC.....	26
3.1.	Digitalni model.....	27
3.1.1.	Primjena digitalnih modela .....	27
3.1.2.	Prednosti i ograničenja digitalnih modela.....	28

3.2.	Digitalna sjena.....	29
3.2.1.	Ključne karakteristike digitalne sjene .....	29
3.2.2.	Primjene digitalne sjene .....	30
3.2.3.	Ograničenja digitalne sjene .....	30
3.3.	Digitalni blizanac .....	31
3.3.1.	Elementi digitalnog blizanca.....	33
3.3.2.	Prednosti digitalnih blizanaca .....	34
3.3.3.	Primjena digitalnih blizanaca .....	36
4.	SHEWHARTOV PDCA CIKLUS .....	39
4.1.	Razvoj PDCA ciklusa.....	39
4.2.	PDCA proces poboljšanja.....	44
4.2.1.	Faza 1 – Planiranje .....	45
4.2.2.	Faza 2 – Izvršavanje .....	46
4.2.3.	Faza 3 – Provjera.....	47
4.2.4.	Faza 4 – Uvođenje.....	48
5.	PRIMJENA DIGITALNIH ALATA U RAZLIČITIM FAZAMA PROJEKTIRANJA PROIZVODNIH SUSTAVA .....	49
5.1.	Digitalni alati za fazu 1 – Analiza zahtjeva.....	49
5.2.	Digitalni alati za fazu 2 – Konceptualno projektiranje .....	53
5.3.	Digitalni alati za fazu 3 – Detaljno projektiranje .....	57
5.4.	Digitalni alati za fazu 4 – Simulacija i optimizacija .....	61
5.5.	Digitalni alati za fazu 5 – Implementacija i instalacija .....	65
6.	PRIMJER PRIMJENE DIGITALNIH ALATA NA ZADANI PROIZVODNI SUSTAV .....	71
6.1.	Ulazni podaci i ciljevi .....	71
6.2.	Elementi potrebni za postavljanje proizvodnog sustava u računalnom programu <i>Simio</i> 73	
6.2.1.	<i>Basic Node</i> (osnovni čvor) .....	73
6.2.2.	<i>Transfer node</i> (čvor za transfer).....	75
6.2.3.	<i>Source</i> (izvor).....	76



6.2.4.	<i>Server</i> .....	77
6.2.5.	<i>Worker</i> (Radnik) .....	78
6.3.	Postavljanje modela proizvodnog sustava PS1 u računalnom programu <i>Simio</i> .....	81
6.3.1.	Potvrda rezultata modela i analiza rezultata simulacije proizvodnog sustava PS1 84	
6.4.	Aktivnosti za unaprjeđenje proizvodnog procesa .....	87
6.5.	Usporedba rezultata proizvodnih sustava PS1 i PS2.....	93
7.	ZAKLJUČAK .....	95
	LITERATURA .....	96
	POPIS KRATICA.....	98
	POPIS SLIKA .....	101
	POPIS TABLICA .....	103
	SAŽETAK .....	104
	SUMMARY .....	104
	PRILOZI.....	105

# 1. UVOD

Suvremena industrija suočava se s brzim promjenama koje su rezultat napretka tehnologije i sve većih zahtjeva tržišta. Novim pristupima u proizvodnji nastaje četvrta industrijska revolucija, odnosno Industrija 4.0. Nastaje početkom 2000-ih godina, a predstavljena je 2011. godine i temelji se na primjeni digitalnih tehnologija koje omogućuju povezivanje fizičkih i digitalnih svjetova. Budući da povezani strojevi prikupljaju ogroman broj podataka koji mogu informirati o održavanju, performansama i drugim podacima, Industrija 4.0 omogućava da proizvođači brzo i učinkovito optimiziraju svoje poslovanje znajući na što treba obratiti pažnju.

Nasuprot tome, Industrija 5.0 predstavlja sljedeći korak u razvoju industrije gdje se stvara okruženje u kojem ljudi i strojevi surađuju na način koji maksimizira ljudsku kreativnost i inovativnost. Ova nova faza naglašava humanizaciju tehnologije kroz razvoj kolaborativnih robota (kobotova), personalizaciju proizvoda i usluga, te integraciju održivosti kao ključne komponente svakog proizvodnog procesa.

Industrija 4.0 i 5.0, kao i pojmovi poput digitalnog modela, digitalne sjene i digitalnog blizanca koji su ključni za njihovu implementaciju opisani su u prva dva poglavlja ovog diplomskog rada.

Nadalje, u trećem poglavlju opisan je Shewhartov PDCA ciklus (Planiraj - Učini - Provjeri - Djeluj) koji je jedan od osnovnih principa na kojem se temelji kontinuirano unaprjeđenje proizvodnih procesa. Prikazano je na koji način se primjenom PDCA ciklusa mogu postaviti ciljevi, pratiti promjene i rezultati te zaključno donositi odluke o daljnjim koracima.

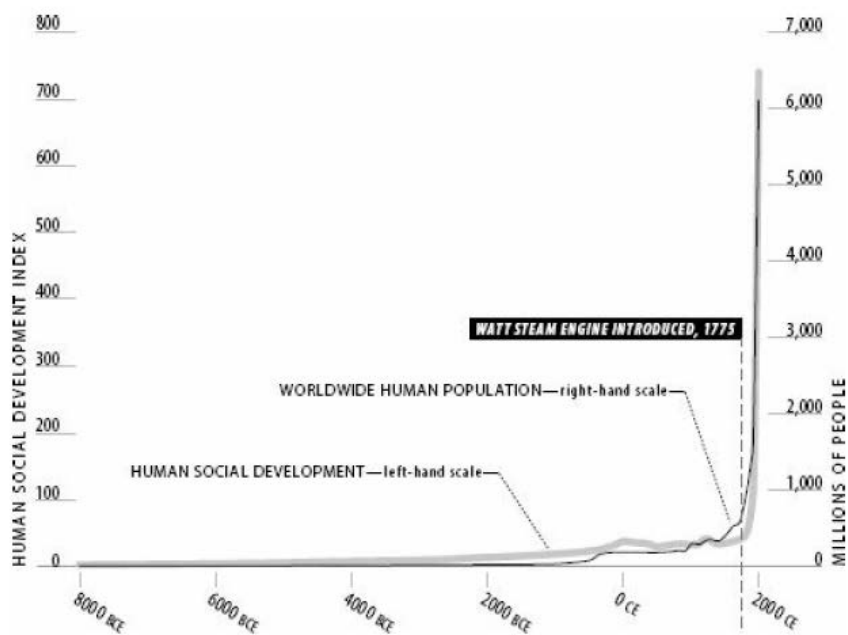
Istražene su mogućnosti primjene digitalnih alata u razvoju proizvodnih sustava, a fokus je na analizi primjene digitalnih alata u različitim fazama projektiranja. Temeljem zadanog proizvodnog sustava, u računalnom programu *Simio*, određena je proizvodnost i usko grlo sustava. Kroz rad je također predstavljen plan aktivnosti za unaprjeđenje proizvodnog procesa, uzimajući u obzir zadane ciljeve.

## 2. INDUSTRIJA 4.0 I INDUSTRIJA 5.0

### 2.1. Povijest industrijskih revolucija

U industrijskom smislu revolucija predstavlja naglu i radikalnu promjenu. Revolucije su se događale kroz povijest kada su nove tehnologije i novi načini poimanja svijeta potaknuli duboke promjene u ekonomskim sustavima i društvenim strukturama.

Prva takva promjena dogodila se sredinom 18. stoljeća kada je James Watt znatno povećao učinak parnog stroja, čime je započela prva industrijska revolucija. To je označilo prijelaz s mišićne snage na mehaničku. Uslijedile su brojne inovacije u različitim industrijama, npr. tekstilnoj, rudarskoj, metalurškoj, itd. Ovaj period obilježio je početak modernog ekonomskog, ali i društvenog razvoja. Na slici 2.1. prikazan je utjecaj prve industrijske revolucije na indeks društvenog razvoja.



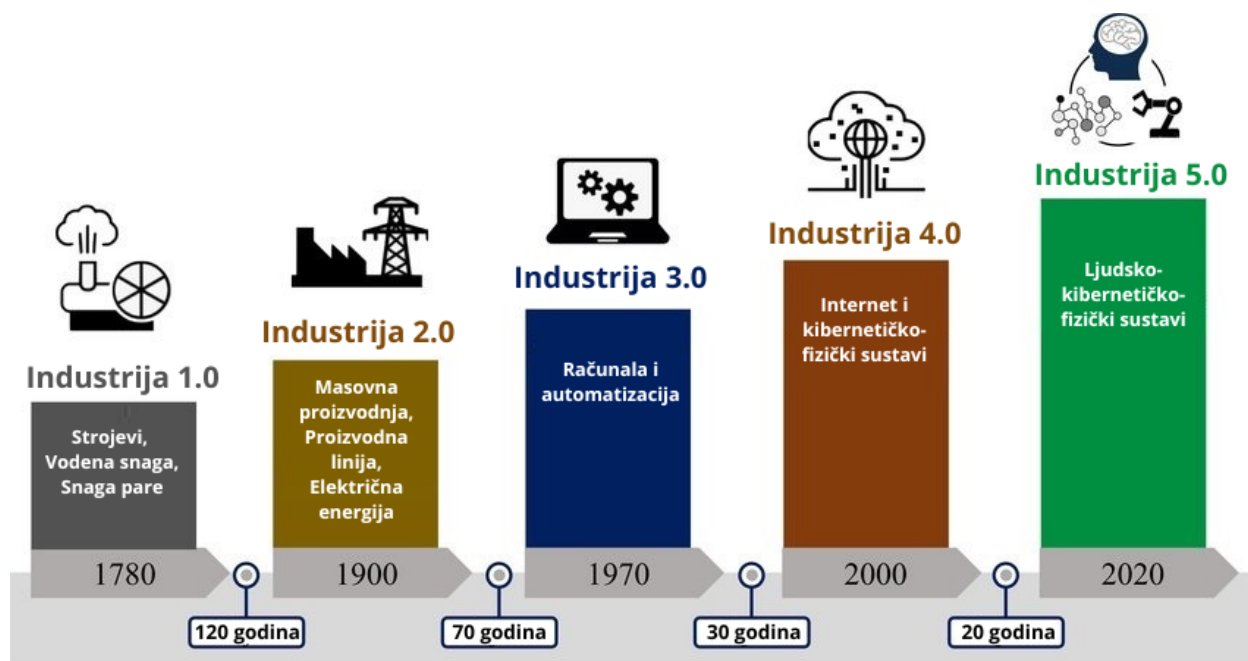
Slika 2.1. Utjecaj prve industrijske revolucije na indeks društvenog razvoja [1]

Druga industrijska revolucija nastaje krajem 19. i traje do početka 20. stoljeća. Ovo razdoblje najviše obilježava električna energija koja je postala primarni izvor energije u mnogim industrijama, omogućujući pouzdaniji i učinkovitiji rad strojeva u usporedbi s parnim strojevima. Tvornice su se sve više oslanjale na električne motore, što je omogućilo bolju raspodjelu

proizvodnih kapaciteta i bolje organiziranje proizvodnih linija. To je rezultiralo povećanjem produktivnosti i smanjenjem troškova proizvodnje, kao i masovnom proizvodnjom. Razvojem željezničkih mreža i brodogradnje naglo su se širila tržišta. Društvene posljedice ovog razvoja bile su značajne – masovna urbanizacija, rast radničke klase i povećana potreba za regulacijom radnih uvjeta i prava radnika. Druga industrijska revolucija u konačnici je postavila temelje za suvremeno industrijsko društvo i globalizaciju koja je uslijedila.

Treća industrijska revolucija pojavljuje se početkom 1970-ih godina 20. stoljeća razvojem digitalnih tehnologija, stoga je poznata kao Digitalna revolucija. U odnosu na prijašnje industrijske revolucije koje su bile zasnovane na mehaničkim inovacijama, treća industrijska revolucija promijenila je način rada, komunikacije i proizvodnje zahvaljujući brzom razvoju računala, informacijsko-komunikacijskih tehnologija (ICT) i mikroelektronike. Također, razvoj računalnih programa omogućio je automatizaciju mnogih industrijskih procesa. Automatizaciji i značajnom povećanju proizvodnosti u industriji pridonijela je i upotreba robotike. Internet, razvijen iz ARPANET-a u 1960-ima, u 1990-ima postaje ključna infrastruktura za globalnu komunikaciju i razmjenu informacija.

Prema slici 2.2. može se vidjeti da je razmak između svake industrijske revolucije sve kraći. Tako je četvrta industrijska revolucija uslijedila nakon 30 godina, početkom 2000-ih.



Slika 2.2. Industrijske revolucije kroz vrijeme [2]

Industrija 4.0. već je imala golem utjecaj na globalno gospodarstvo i način na koji poduzeća posluju u raznim industrijama. Tehnologija je pomogla da tvrtke postanu agilnije, učinkovitije, pa čak i ekološki prihvatljivije. Jedna od najvećih značajki Industrije 4.0 je korištenje povezane tehnologije, koja tvrtkama omogućuje razmjenu podataka u stvarnom vremenu, optimiziranje procesa, smanjenje troškova i poboljšanje kvalitete.

Industrija 5.0, kao sljedeća faza razvoja, još uvijek se oblikuje, ali očekuje se da će naglasak biti na bliskoj suradnji između ljudi i strojeva. Cilj je omogućiti ljudima da u potpunosti iskoriste svoje vještine, dok će rad postati sigurniji, učinkovitiji i ispunjeniji. Industrija 5.0 donosi napredne tehnologije poput umjetne inteligencije i robotike koje će podržavati i dopunjavati ljude na nove, inovativne načine.

## **2.2. Glavne karakteristike industrije 4.0**

Prema [3] Industriju 4.0 odlikuju četiri glavne karakteristike:

1. Vertikalna integracija pametnih proizvodnih sustava
2. Horizontalna integracija kroz globalne mreže lanca vrijednosti
3. Integrirano inženjerstvo kroz cijeli lanac vrijednosti
4. Ubrzanje proizvodnje

Prije svega, potrebno je objasniti značenje lanca vrijednosti. Sve tvrtke teže optimizirati svoj lanac vrijednosti, bez obzira na veličinu, jer trebaju partnere, možda u projektiranju i razvoju, marketingu ili u lancu opskrbe. Cilj svake tvrtke jest usmjeriti se na temeljne discipline koje donose profit i outsourcingom riješiti opskrbu, logistiku, marketing i prodaju. Njihova perspektiva je naravno smanjiti troškove i maksimizirati profit. Na kraju, velike tvrtke postaju profitabilne i uspješne jer rade nešto bolje od svojih konkurenata, ali ponekad čak i mala tvrtka obavlja jedan zadatak bolje jer je usredotočena na specifičan zadatak i može ga obavljati učinkovitije.

Stoga lanac vrijednosti zahtijeva da veliki proizvođači surađuju s partnerima koji imaju vještine u određenim disciplinama kako bi smanjili troškove. Primjer ovakvog scenarija je tvrtka za istraživanje nafte i plina, koja može imati puno novca, ali ne želi ulagati i učiti kako dizajnirati i proizvoditi cijevi. Umjesto toga, kupuje cijevi od specijaliziranog proizvođača naftnih cijevi, tvrtke koja je daleko manja i manje bogata.

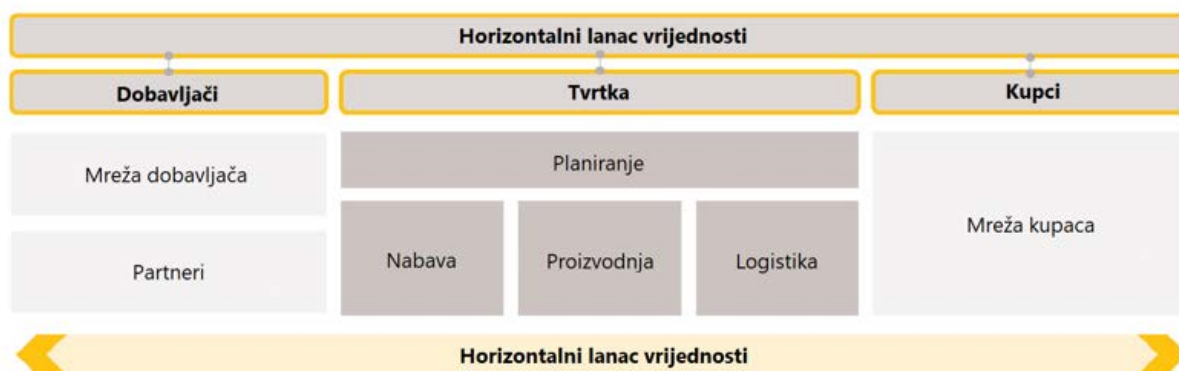
Međutim, to nije tako jednostavno kako se možda čini na prvi pogled. U proizvodnji, postati profitabilan i održavati profitabilnost odnosi se na kupnju sirovina po optimalnoj cijeni kako bi se

te sirovine pretvorile u prodajni proizvod. Svaki tjedan konkurenti mijenjaju svoje proizvode prema cijeni, kvaliteti ili dostupnosti. Stoga je cilj velikih tvrtki identificirati ključne poslovne aktivnosti, one koje generiraju najprofitabilnije aktivnosti poslovanja, kako bi osigurali maksimalan profit, a zatim outsourcingom riješiti ostalo.

Dakle, lanac vrijednosti, prema najboljim proizvodnim i industrijskim praksama, obvezan je za svakog proizvođača robe ili usluga. Malo je industrijskih tvrtki, ako ih uopće ima, koje mogu same podržavati vlastiti lanac vrijednosti, bez obzira na svoje bogatstvo. Uzmimo za primjer tvrtku Shell. Oni trebaju ogromne količine materijala, bilo da se radi o cijevima, kvalificiranim radnicima, naftnim alatima, naftnim platformama, helikopterima, pa čak i zgradama, koje nikako ne mogu sami proizvoditi.

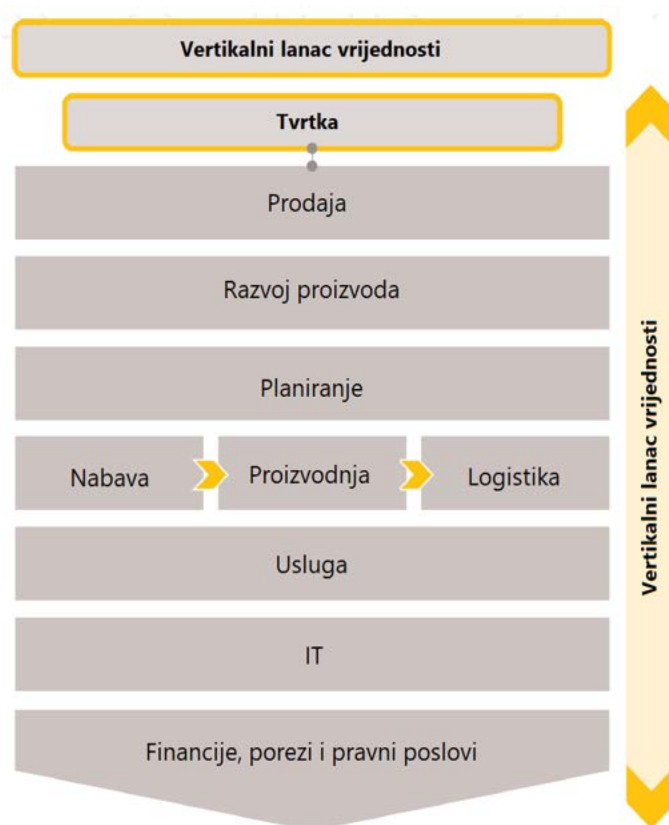
Postoje dva elementa poslovnog lanca vrijednosti – horizontalne i vertikalne aktivnosti. Horizontalne aktivnosti izravno se odnose na proizvodni lanac, koji je povezan sa svakim korakom proizvodnog procesa proizvoda. Vertikalne aktivnosti, poput IT-a, prodaje i marketinga, odnose se na proizvodnju do postprodajnih usluga. Primarne ili horizontalne vrijednosti izravno se odnose na vrijednost koja se može dodati proizvodnji, prodaji, podršci i održavanju proizvoda [3].

Prva asocijacija na horizontalnu integraciju je veza između poslovnih partnera i kupaca. To može uključivati spajanje s konkurentima ili suradnju s drugim tvrtkama na istom stupnju proizvodnje, ali i u različitim zemljama, što omogućava tvrtkama da prošire svoj utjecaj na više tržišta istovremeno koristeći prednosti svake zemlje u kojoj posluju. Ovaj proces uključuje integraciju i proaktivnu kontrolu svih internih područja tvrtke, kao što su planiranje, nabava, proizvodnja i logistika (Slika 2.3.).



Slika 2.3. Horizontalni lanac vrijednosti

Pametne tvornice, koje su u biti srž Industrije 4.0, ne mogu raditi samostalno, stoga uvijek postoji potreba za umrežavanjem kako njih, tako i npr. pametnih proizvoda i pametnih proizvodnih sustava. Bit vertikalnog umrežavanja proizlazi iz upotrebe kibernetičko-fizičkih proizvodnih sustava (CPPS), koji omogućuju tvornicama i proizvodnim pogonima da brzo i prikladno reaguju na različite varijable, kao što su razine potražnje, razine zaliha, kvarovi strojeva i nepredviđena kašnjenja. Također, vertikalna integracija je temelj za razmjenu informacija i suradnju između različitih hijerarhija tvrtke (slika 2.4.) [3].



Slika 2.4. Vertikalni lanac vrijednosti

Cijeli lanac vrijednosti u industriji podvrgnut je onome što se naziva integrirano inženjerstvo kroz cijeli proces, gdje se prati cijeli životni ciklus proizvoda, od proizvodnje do povlačenja iz upotrebe. U drugim proizvodnim disciplinama, na primjer u tekstilnoj industriji, fokus bi bio samo na proizvodnom procesu – napraviti proizvod, prodati ga, poslati i „zaboraviti“ na njega. Malo se vodi računa o tome što se događa s loše proizvedenom majicom, a još manje o tome što se događa s prodajnim trendovima u budućnosti nakon što je kupac baci u smeće.

Međutim, kada se radi o industrijskim komponentama, kvaliteta je najvažnija. Stoga, mora se usredotočiti na kvalitetu i zadovoljstvo kupaca, pa proizvođač mora izraditi proizvode koji će zadovoljiti očekivanja kupaca. Na primjer, vlasnik Mercedes Benza očekivat će da su komponente proizvedene u najvišoj kvaliteti i da postoji podrška nakon prodaje. Industrija 4.0 obuhvaća i proizvodni proces i cijeli životni ciklus proizvoda [3].

### **2.3. Osnovna načela Industrije 4.0**

Prema [3] i [4] Industrija 4.0 prepoznaje šest osnovnih načela koja proizvođači primjenjuju pri automatizaciji i digitalizaciji svojih proizvodnih procesa. Ta načela detaljnije su objašnjena u nastavku:

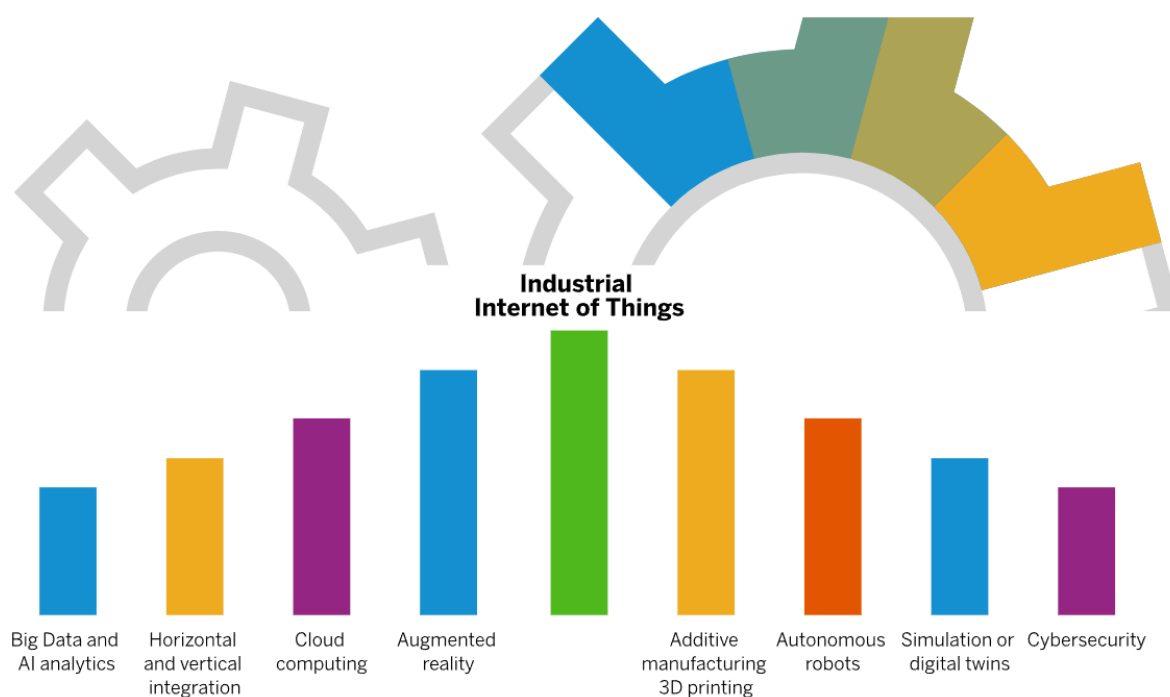
1. Interoperabilnost - Proizvodni proces ne slijedi samo unaprijed određeni skup metoda ili koraka i ne uključuje samo ljude, strojeve i procese koji su izravno uključeni. Interoperabilnost zahtijeva cjelokupno okruženje s fluidnom interakcijom i fleksibilnom suradnjom između svih elemenata.
2. Virtualizacija - Praćenje stvarnih procesa i strojeva odvija se u fizičkom svijetu, a povratni podaci senzora zatim su povezani s virtualnim modelima ili modelima stvorenim putem simulacije. Procesni inženjeri i dizajneri tada mogu prilagoditi, mijenjati i testirati promjene ili nadogradnje u potpunoj izolaciji, bez utjecaja na fizičke procese koje su virtualizirali.
3. Decentralizacija - Decentralizacija u Industriji 4.0 omogućuje autonomno donošenje odluka unutar proizvodnih sustava, čime se smanjuje potreba za centraliziranim upravljanjem. Svaka komponenta sustava može samostalno analizirati podatke i reagirati na promjene, što povećava fleksibilnost i brzinu odgovora na tržišne zahtjeve. Ovaj pristup također poboljšava učinkovitost i smanjuje vrijeme zastoja, jer se problemi mogu rješavati lokalno bez potrebe za intervencijom središnjeg sustava.
4. Real-Time sposobnost - Ciljevi Industrije 4.0 također su usmjereni na to da sve bude u stvarnom vremenu, što zahtijeva da se proces proizvodnje, prikupljanje podataka te povratne informacije i praćenje procesa također postižu u stvarnom vremenu.
5. Orijentacija na uslugu – Ovo omogućava svim dionicima pristup korisnim uslugama, proizvodima i informacijama o industriji koristeći virtualne i digitalne platforme dostupne u svakom trenutku.



6. Modularnost - Načelo modularnosti uključuje modularne sustave koji se mogu fleksibilno prilagoditi promjenjivim zahtjevima zamjenom ili proširenjem pojedinačnih proizvodnih modula. Modularni sustavi se stoga mogu jednostavno prilagoditi u slučaju sezonskih fluktuacija ili promjena u potrebama proizvodnje proizvoda, kao u slučaju uključivanja novih tehnologija. Stoga se proizvodnja uvijek može prilagoditi ekološkim, sustavnim i promjenjivim zahtjevima kupaca bez pogreške, gubitka produktivnosti ili nezadovoljstva kupaca.

## 2.4. Tehnologije koje omogućuju Industriju 4.0

Industrija 4.0 temelji se na devet tehnoloških stupova (slika 2.5.). Ove inovacije povezuju fizički i digitalni svijet te omogućuju pametne i autonomne sustave. Tvrtke i lanci opskrbe već koriste neke od ovih naprednih tehnologija, ali puni potencijal Industrije 4.0 ostvaruje se kada se te tehnologije koriste zajedno.



Slika 2.5. Tehnologije koje omogućuju industriju 4.0 [5]

Tehnologije koje omogućuju industriju 4.0 su:

- *Big data* i AI analitika

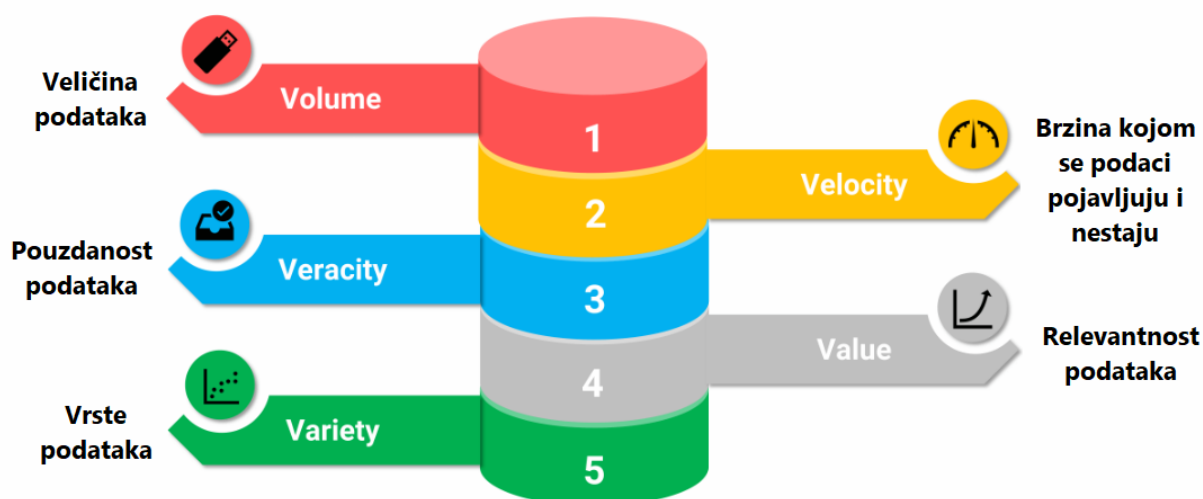
- Horizontalna i vertikalna integracija
- Računarstvo u oblaku (eng. *Cloud computing*)
- Proširena stvarnost (AR)
- Industrijski internet stvari (IIoT)
- Aditivna proizvodnja/3D ispis
- Autonomni roboti
- Simulacija
- Kibernetička sigurnost

#### 2.4.1. *Big data* i AI analitika

U okruženju Industrije 4.0, *Big data* (velika količina podataka) prikupljaju se iz širokog raspona izvora. To uključuje prikupljanje podataka s opreme i uređaja povezanih s IIoT-om (industrijskim internetom stvari). Osim podataka s proizvodnih linija, prikupljaju se i podaci iz drugih dijelova poslovanja i vanjskih izvora, poput recenzija kupaca, tržišnih trendova, vremenskih uvjeta i prometnih informacija, koji podržavaju istraživanje, razvoj i optimizaciju. Analitika, potpomognuta umjetnom inteligencijom i strojnim učenjem, primjenjuje se na te podatke u stvarnom vremenu, omogućujući bolje donošenje odluka i automatizaciju u svim fazama proizvodnje i upravljanja.

Prema [6] postoji pet elemenata koji pomažu razumjeti prirodu i izazove u radu s velikom količinom podataka, poznatiji kao 5V (slika 2.6.).

## The 5 Vs of Big Data



Slika 2.6. 5V velike količine podataka [6]

5V obuhvaćaju pojmovi:

1. Obujam (eng. *Volume*) – označava količinu generiranih, prikupljenih i obrađenih podataka
2. Brzina (eng. *Velocity*) – označava brzinu generiranja, obrade i analize podataka unutar sustava.
3. Ispravnost (eng. *Veracity*) – odnosi se na pouzdanost i točnost podataka. Radi se o tome da podaci korišteni za analizu budu pouzdani i bez pogrešaka ili pristranosti.
4. Vrijednost (eng. *Value*)– odnosi se na korištenje naprednih tehnika analitike (npr. strojno učenje, prediktivna analitika) za izvlačenje uvida iz velikih skupova podataka.
5. Raznolikost (eng. *Variety*) - odnosi se na različite vrste i formate podataka s kojima se organizacije susreću. Obuhvaća strukturirane, polustrukturirane i nestrukturirane podatke.

### 2.4.2. Horizontalna i vertikalna integracija

Pod ovime je cilj razviti okruženje u kojem su inženjering, proizvodnja, marketing i postprodajna podrška čvrsto povezani, a detaljnije je opisano u prethodnom poglavlju.

### 2.4.3. Računarstvo u oblaku (eng. *Cloud computing*)

Računarstvo u oblaku može se definirati kao skup tehnologija usmjerenih na pohranu, obradu i prijenos podataka ili, još bolje, kao skup aplikacija i računalnih programa za distribuciju radi dobivanja korisnih informacija u svrhu upravljanja procesima i kontrolom aktivnosti. Dakle, radi se o pohranjivanju i pristupanju podacima i programima putem interneta, umjesto na tvrdom disku računala. Oblak je tako nazvan jer se može zamisliti kao golemi oblak koji predstavlja gigantsku infrastrukturu podatkovnih centara interneta, sposobnu prihvatiti veze i distribuirati informacije dok "lebdi". Pristup podacima je brz i jednostavan: može se izvršiti s bilo kojeg računala, mobilnog telefona ili tableta, gdje god se nalazili, sve dok uređaj ima internetsku vezu. Značajna prednost koja sve više kompanija potiče na usvajanje oblaka nalazi se u upravljanju, u svim njegovim aspektima. Više nije potrebno kupovati skupi računalni program ili hardver, niti velike poslužitelje za pohranu podataka. Zapravo, potonji moraju biti aktivni 24 sata dnevno, što podrazumijeva visoke troškove upravljanja od strane IT osoblja i jednostavne troškove električne energije. Eliminiranjem poslužitelja, kompanija može imati potrebne informacije dostupne u kratkom vremenu i gotovo svugdje te može poboljšati produktivnost; IT osoblje, koje više nije uključeno u upravljanje poslužiteljima kompanije, može se stoga usmjeriti na postizanje važnijih i utjecajnijih strateških poslovnih ciljeva [7].

Treba napomenuti da usluge u oblaku mogu biti različitih vrsta, ovisno o potrebama. Bez ulaska u previše tehničke detalje, mogu se razlikovati potencijalno pružene usluge u tri vrste: SaaS (Računalni program kao usluga, eng. *Software as a Service*), PaaS (Platforma kao usluga, eng. *Platform as a Service*) i IaaS (Infrastruktura kao usluga, eng. *Infrastructure as a Service*). Jedan od najpopularnijih modela je SaaS (Računalni program kao usluga). Kroz ove konfiguracije, krajnji korisnik ne treba nikakvo IT znanje za korištenje aplikacije ili usluga koje se pružaju. Klasični primjeri SaaS modela koji se koriste svakodnevno su Gmail, Google aplikacije i Office 365. IaaS i PaaS protokole koriste kompanije poput Netflix, Spotifyja i Airbnb, koje su iskoristile ove sustave kako bi odgovorile na ekspanzijski rast poslovanja. U prvom slučaju, tj. kod IaaS modela, pružatelj usluga nudi virtualni hardver (CPU, RAM, pohranu i mrežne kartice) te stoga fleksibilnost fizičke infrastrukture, bez opterećenja korisnika u vezi s upravljanjem hardverom. Ova vrsta namijenjena je sistemskim administratorima ili inženjerima sustava. U drugom slučaju, kod PaaS modela, pružatelj usluga brine se o hardverskoj infrastrukturi, dok korisnik mora instalirati operacijski sustav i razviti svoju aplikaciju [7].

#### 2.4.4. Proširena stvarnost (AR)

Proširena stvarnost (eng. *Augmented reality*, AR) u kontekstu Industrije 4.0 predstavlja važnu tehnologiju koja značajno unapređuje produktivnost i učinkovitost u industrijskim procesima. AR omogućava korisnicima da integriraju digitalne informacije sa stvarnim svijetom, čime se stvara interaktivno radno okruženje koje olakšava vizualizaciju podataka u realnom vremenu.

Jedan od glavnih aspekata AR-a je njegova sposobnost prikazivanja uputa, informacija o komponentama, te dijelova strojeva izravno u radnom prostoru. To je posebno korisno za tehničare i inženjere koji rade na održavanju ili popravku složenih strojeva. Umjesto da koriste tradicionalne papirnate ili digitalne priručnike, oni mogu putem AR-a dobiti upute u stvarnom vremenu dok rade na opremi. Ove upute se projiciraju na vidno polje korisnika kroz uređaje poput AR naočala ili pametnih ekrana, čime se osigurava lakše snalaženje i smanjenje pogrešaka tijekom procesa rada [3].

Druga ključna primjena AR-a je praćenje i optimizacija operacija u stvarnom vremenu. AR omogućuje operaterima u tvornicama i logističkim centrima da prate status proizvodnih linija, zaliha, i strojeva izravno kroz vizualizaciju podataka na stvarnim objektima. Na primjer, AR naočale mogu prikazivati informacije o performansama strojeva, preostalom radnom vijeku komponenata ili čak upozorenja o mogućim kvarovima. To smanjuje vrijeme zastoja i omogućuje brže reakcije na operativne izazove [3].

Korištenje AR-a također poboljšava proces edukacije i obuke zaposlenika. Radnici se mogu obučavati u simuliranom, ali realističnom okruženju gdje dobivaju informacije i upute putem AR tehnologije, što im omogućuje brže učenje i bolje razumijevanje složenih procesa. Tradicionalna obuka često zahtijeva vrijeme i resurse, dok AR omogućava pristup potrebnim informacijama u stvarnom vremenu bez ometanja proizvodnog procesa.

Pored ovih primjena, AR se također koristi za poboljšanje suradnje unutar i izvan organizacija. Zaposlenici mogu dijeliti informacije s udaljenim timovima koristeći AR platforme, omogućujući im da vide iste digitalne informacije kao i oni na terenu. To je posebno korisno u globalnim industrijskim operacijama gdje timovi rade na udaljenim lokacijama i trebaju surađivati na složenim zadacima.

Konačno, AR doprinosi smanjenju troškova i povećanju učinkovitosti. U industriji, preciznost i brzina su ključni faktori uspjeha. AR omogućava radnicima da brže rješavaju probleme, smanjujući vrijeme zastoja i povećavajući produktivnost. Nadalje, vizualizacija složenih podataka

u realnom vremenu pomaže u donošenju boljih odluka, čime se poboljšava ukupna operativna učinkovitost.

Zaključno, AR tehnologija je postala važan alat u Industriji 4.0, omogućujući kompanijama da poboljšaju svoje operativne procese, smanje troškove i unaprijede produktivnost. Njezina sposobnost integriranja digitalnih podataka u stvarno okruženje otvara nove mogućnosti za industrijski sektor, posebno u održavanju, praćenju i edukaciji radnika. Kako se tehnologija razvija, AR će vjerojatno igrati još važniju ulogu u budućim industrijskim procesima, čineći proizvodne linije i logistiku još učinkovitijima i inteligentnijima.

#### 2.4.5. Industrijski internet stvari (IIoT)

Internet stvari (IoT) – točnije, Industrijski internet stvari (IIoT) – toliko je važan za Industriju 4.0 da se ta dva pojma često koriste kao sinonimi. IIoT povezuje fizičke objekte i uređaje s internetom i omogućuje im međusobnu komunikaciju. Ovi objekti, opremljeni senzorima, aktuatorima i sustavima za prikupljanje podataka, koriste se za prikupljanje, obradu i dijeljenje podataka kako bi poboljšali proizvodne procese. Ključne značajke IIoT prikazane su na slici 2.7.

IIoT ima svoje korijene u ranijim konceptima poput Računalom Integrirane Proizvodnje (CIM), koja je nastala 1970-ih, s ciljem umrežavanja strojeva i procesa u industriji. Međutim, zbog ograničenja tehnologije u to vrijeme, CIM nije uspio ostvariti sve ciljeve, ali je postavio temelje za modernije pristupe kao što su Lean proizvodnja i kasniji razvoj digitalne transformacije u industriji.

Ključne značajke (slika 2.7.) IIoT uključuju umrežavanje fizičkih i digitalnih entiteta u proizvodnim procesima, omogućujući stvaranje digitalnih tvornica (*Digital Factory*) i životnog ciklusa proizvoda (*Product Lifecycle Management - PLM*). U kontekstu IIoT-a, digitalne tvornice pružaju visoko precizne modele proizvoda i proizvodnih procesa, što omogućava simulaciju, optimizaciju i poboljšanje učinkovitosti. IIoT također uključuje napredne tehnologije poput umjetne inteligencije, analize podataka i sigurnosti podataka, koje podržavaju proces digitalne transformacije [8].



Slika 2.7. Ključne značajke IIoT

Primjena IIoT-a donosi mnoge prednosti, primjerice preventivno održavanje, automatsko otkrivanje grešaka i smanjenje troškova održavanja. IIoT također poboljšava proizvodno planiranje, omogućava brzu prilagodbu proizvodnih procesa i smanjuje vrijeme i troškove proizvodnje. U konačnici, IIoT omogućava industrijama da brže odgovore na promjene u potražnji tržišta, povećavajući fleksibilnost i učinkovitost.

#### 2.4.6. Aditivna proizvodnja

Aditivna proizvodnja (AM) je tehnologija koja omogućuje razvoj novih proizvoda. Skup tehnologija koji omogućuje "3D ispis" fizičkih objekata obuhvaća pojam aditivne proizvodnje. Jedinstveni proizvodi mogu se proizvoditi bez uobičajenih viškova, što predstavlja veliku prednost. Odnosno, aditivna proizvodnja stvara složene dijelove od nule, stalnim dodavanjem slojeva jedan po jedan, na temelju 3D CAD modela, bez planiranja tehnoloških procesa izrade [4].

Svaki sloj mora imati konačnu debljinu, pa će konačni dio biti aproksimacija izvornog modela, kao što je prikazano na slici 2.8. Što je svaki sloj tanji, to će konačni dio biti bliži CAD modelu. Svi komercijalizirani AM strojevi koriste pristup temeljen na slojevima, a glavne razlike među njima su u materijalima koji se mogu koristiti, načinu na koji se slojevi stvaraju i kako se međusobno povezuju. Takve razlike utječu na čimbenike poput točnosti konačnog dijela, njegovih materijalnih i mehaničkih svojstava. Također, određuju čimbenike poput brzine izrade dijela,

količine potrebne post-obrade, veličine korištenog AM stroja te ukupnog troška stroja i procesa [9].



*Slika 2.8. CAD slika šalice za čaj s dodatnim slikama koje prikazuju učinke izrade korištenjem različitih debljina slojeva [9]*

Danas je tehnologija 3D ispisa na visokoj razini. O tome dosta govori i činjenica da je započela izgradnja prvog hotela pomoću tehnologije 3D ispisa (slika 2.9.). Hotel se nalazi u gradiću Marfa u Teksasu.





*Slika 2.9. Izgradnja hotela El Cosmico u Teksasu [10]*

Hotel se radi pomoću velikog 3D pisača zvanog "Vulcan", koji koristi poseban materijal nazvan *lavacrete* za izgradnju struktura. Posebnost ovog projekta su jedinstvene arhitektonske forme poput kupola, lukova i paraboličnih oblika, koje bi bile skupe i teške za izgradnju tradicionalnim metodama. Planirano je da izgradnja hotela bude dovršena do 2026. godine.

#### 2.4.7. Autonomni roboti

Programirani za obavljanje zadataka uz minimalnu ljudsku intervenciju, autonomni roboti uvelike se razlikuju po veličini i funkciji, od dronova za skeniranje do autonomnih mobilnih robota za operacije preuzimanja i postavljanja. Opremljeni naprednim računalnim programom, umjetnom inteligencijom, sensorima i strojnom vizijom, ovi roboti sposobni su obavljati teške i delikatne zadatke te mogu prepoznati, analizirati i reagirati na informacije koje primaju iz svoje okoline.

#### 2.4.8. Simulacija

Progresivna digitalizacija svih industrijskih procesa, također zahvaljujući uvođenju kibernetičko-fizičkih sustava (CPS), omogućuje izradu digitalne reprezentacije proizvodnog postrojenja koja

savršeno odgovara postojećem fizičkom sustavu ili simulaciju virtualnog sustava djelomično ili u potpunosti. Drugim riječima, stvarni i simulirani podaci mogu pružiti vitalne informacije za procese donošenja odluka. S tog gledišta, digitalni blizanci (DT) etablirali su se i postaju alati koji su na neki način prisutni u industrijskim istraživanjima već dugi niz godina (primjerice simulacije složenih proizvodnih postrojenja). Danas su digitalni blizanci značajno unaprijeđeni zahvaljujući novim procesorima i integraciji s novim tehnologijama, a detaljnije su opisani u sljedećem poglavlju.

Naglo raste potražnja za alatima u obliku računalnih programa za simulaciju koji proizvođačima omogućuju testiranje novih ili redizajniranih proizvodnih linija prije nego što se pokrenu. Tehnologija simulacije neprestano se razvija, a sljedeći ciljevi vjerojatno će uključivati razvoj rješenja računalnih programa integriranih s AI algoritmima u području robotike i automatizacije procesa. Ključna prednost ovih alata je prilagodba tehnološkim zahtjevima tržišta, s primjenama usmjerenim, primjerice, na procjene utjecaja na okoliš. Također će biti sve važnije pružiti podršku kupcima nakon prodaje. Danas je, više nego ikad, potrebno simulirati ne samo proizvod, već i proizvodne procese koji igraju ključnu ulogu [7].

#### 2.4.9. Kibernetička sigurnost

Kibernetička sigurnost odgovorna je za pružanje zaštite pohranjenim informacijama, bilo na uređaju ili na mreži. Sustav mora biti sposoban zaštititi informacije od prijetnji poput računalnih napada. Važno je napomenuti da niti jedan sustav na svijetu nije 100% siguran te uvijek postoji određeni rizik koji se mora prihvatiti. Osim lokalne sigurnosti (kibernetičke sigurnosti), važno je spomenuti i fizičku sigurnost (biometrija, sefovi, čelična vrata), koja je iznimno važna metoda koja pomaže korisnicima u zaštiti informacija u podatkovnim centrima, kao primjer [4].

Kibernetička sigurnost usredotočena je na tri ključna aspekta: povjerljivost podataka, integritet podataka i dostupnost podataka, poznata kao CID model (*Confidentiality, Integrity, Availability*).

### 2.5. Industrija 5.0: Ljudski faktor i personalizacija

Budućnost industrije temelji se na napretku. Industrija 4.0 još uvijek je najpoželjnija tehnologija među proizvođačima. Proizvođači malih i srednjih poduzeća već su djelomično ili potpuno usvojili Industriju 3.0 i Industriju 4.0 te su željni uvesti dodatne tehnološke inovacije. Brzi napredak u

umjetnoj inteligenciji (AI), robotici, strojnom učenju (ML), analitici podataka i drugim područjima dovodi do nastanka pete industrijske revolucije ili Industrije 5.0. Ova revolucija bit će usmjerena na transformaciju putem AI-a, uz druge inovacije poput kvantnog računalstva i integracije ljudi, procesa, strojeva i okoline međusobno.

Robotika postaje sve važnija jer se sada može povezati s ljudskim umom zahvaljujući napretku u AI-u. Postoji snažna potreba za povećanjem produktivnosti, ali bez uklanjanja ljudskih zaposlenika iz proizvodne industrije, što postavlja nove izazove pred globalnu industrijsko-ekonomsku situaciju. Industrija 5.0 integrirat će ljude i strojeve kako bi se bolje iskoristile ljudske mentalne sposobnosti i kreativnost te poboljšale performanse procesa povezivanjem procesa s pametnim sustavima.

Industrija 5.0 integrira inteligentnu automatizaciju, uređaje i sustave na radnom mjestu kako bi povećala suradnju i kooperaciju između ljudi, procesa, robota i strojeva na proizvodnim linijama. Ona pomaže visoko kvalificiranim zaposlenicima da bolje upravljaju pametnim uređajima i robotima. Ekonomija i okoliš mogli bi značajno profitirati zbog smanjenja otpadnih proizvoda, budući da proizvodne tvrtke teže proizvodnji bez otpada, što smanjuje troškove materijala i upravljanja otpadom. Što se tiče društvenog okruženja, Industrija 5.0 će staviti veći naglasak na ljudski aspekt proizvodnje, dok je Industrija 4.0 bila usredotočena isključivo na tehnološke inovacije [11].

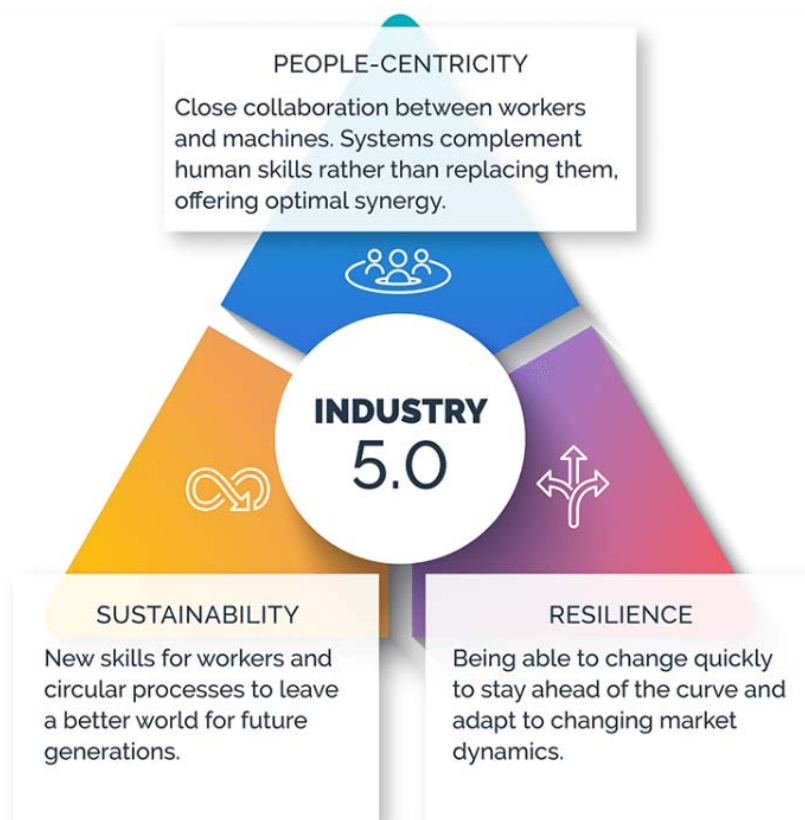
Povezivanje virtualnog i fizičkog svijeta glavni je kriterij za proizvođače kako bi mogli analizirati podatke, pratiti proizvodni proces, upravljati rizicima i smanjiti zastoje; sve to postignuto simulacijama uz dolazak digitalnih blizanaca. S trenutnim inovacijama u rukovanju velikim podacima i sustavima umjetne inteligencije, sada je moguće stvoriti mnogo realističnije modele koji prikazuju razne radne uvjete i karakteristike procesa. Dok predstavljaju nepredvidivost u procesu, digitalni blizanci nude ogromnu mogućnost smanjenja otpada surađujući sa sustavom. Industrija 5.0 donijet će neviđene izazove u području interakcije između čovjeka i stroja jer će strojevi biti iznimno bliski svakodnevnom životu svakog čovjeka [11].

Industrija 5.0 temelji se na napretku postignutom u Industriji 4.0. Zahvaljujući inovacijama i vraćanju čovjeka u središte industrijske proizvodnje, uređaji će automatski obavljati zadatke uz podršku kolaborativnih robota. Industrija 5.0 ne samo da ispunjava trenutne potrebe potrošača, već omogućuje ostvarivanje ciljeva koji dosežu nove razine i postaju značajniji nego ikad u proteklih stotinu godina.

### 2.5.1. Temelji industrije 5.0

Industrija 5.0 predstavlja komplementarni pristup digitalnoj industrijskoj revoluciji koja se temelji na tri glavna stupa, kako je prikazano na slici 2.10., a to su:

1. Suradnja između ljudi i strojeva
2. Održivost
3. Otpornost



*Slika 2.10. Temelji Industrije 5.0 [12]*

U pametnim tvornicama pojavljuje se novi trend čiji je cilj vratiti ljudski dodir u proizvodnju kako bi se zadovoljili zahtjevi potrošača koji traže visok stupanj personalizacije proizvoda koje kupuju. Industrija 5.0 stoga implementira ideju međusobnog dopunjavanja između ljudi i robota, gdje zajedno napreduju u kolaborativnom radnom procesu. Kolaborativni roboti (koboti) preuzimaju monotone i fizički zahtjevne zadatke, dok se ljudski kapital vrednuje zbog kognitivnih i kritičkih vještina koje ljudi posjeduju. Međutim, postoje određene zabrinutosti vezane uz suradnju između

ljudi i kobota. Jedna od najvažnijih odnosi se na pravna i regulatorna pitanja koja proizlaze iz integracije robota u radno okruženje. Osim toga, u ljudskoj je prirodi da izražava sklonosti ili averzije prema nečemu, pa ljudi mogu ili ne moraju voljeti surađivati s robotima. Neki će biti spremni započeti ovo iskustvo, dok će drugi možda osjećati da više ne mogu ostvariti interakciju s kolegama na poslu. U tom smislu, prijelaz na Industriju 5.0 zahtijeva konkretne i prilagođene mjere kako bi se osiguralo zadovoljstvo i zaposlenika i tvrtki u ovoj suradnji [13].

Održivi razvoj nalazi svoju primjenu i u slučaju glavnih stupova Industrije 5.0 jer se ekonomije širom svijeta neprestano suočavaju s novim izazovima. Bilo da reagiraju na vanjske poticaje ili globalne pandemije, na nove tehnologije ili predviđaju nove trendove, njihova sposobnost za promjene, reaktivnost ili proaktivnost testira se svaki dan. Stoga je održivost koncept koji se odnosi na ekološka, društvena i ekonomska pitanja. Postavljanje ciljeva održivog razvoja globalni je konsenzus o potrebi očuvanja uvjeta koji omogućuju život na ovom planetu te se fokusira na sjecište održivosti, okoliša i tehnologije te njihove implikacije na korporacije i korporativno upravljanje, vladu, institucije, obrazovanje, regije i društvo, sada i u bliskoj budućnosti.

Održivi razvoj predstavlja težak izazov za čovječanstvo. Rast stanovništva, pojačanje klimatskih promjena i povećani pritisak stvoren zbog hrane i vode, u kombinaciji s povećanim potrebama za energijom i ekološkim pitanjima, zahtijevaju leadersku ulogu s jakom predanošću kružnom gospodarskom modelu. Informacije i upotreba tehnologije u kibernetičkim komunikacijama i Internetu stvari (IoT) dovode do inovativnog pristupa za poboljšanje linearnih poslovnih modela i njihovu zamjenu održivim poslovnim modelima [13].

Tvrtke u Industriji 5.0 moraju biti sposobne brzo se prilagoditi kako bi ostale konkurentne u nestabilnom i promjenjivom okruženju, kao što su nova tehnologija i promjenjive tržišne potrebe. Da bi ostale ispred tržišnih promjena, tvrtke moraju brzo prilagoditi svoje prioritete. U tom kontekstu, otpornost postaje ključna – riječ je o sposobnosti prevladavanja prepreka, učenju iz neuspjeha te napredovanju s pozitivnim pristupom. Otpornost također podrazumijeva postojanje potrebne infrastrukture koja omogućuje kontinuirano poslovanje na visokoj razini, čak i u slučaju prirodnih katastrofa ili drugih kriza. Sposobnost održavanja pozitivnog stava tijekom teških situacija postaje važan alat za tvrtke koje žele povećati svoje šanse za uspjeh u današnjem nestabilnom poslovnom okruženju. Otpornost se savršeno nadopunjuje s održivošću, jer pomaže tvrtkama da ostanu na pravom putu prema svojim ciljevima i zadacima [14].

### 2.5.2. Kolaborativni roboti (koboti)

Kolaborativni roboti, poznati kao koboti, nova su inkarnacija proizvodnih robota dizajniranih da rade zajedno s ljudima. Koboti doživljavaju brzi razvoj na tržištu industrijske automatizacije. Kreirani su da besprijeckorno funkcioniraju zajedno s radnicima. Za razliku od tradicionalnih industrijskih robota koji mogu ozlijediti osobu u svojoj blizini, kolaborativni roboti koriste naprednu vizualnu tehnologiju i opremljeni su sofisticiranim senzorskim jedinicama koje im omogućuju da prepoznaju ljude i prilagode svoje zadatke. Jedna od najvažnijih sigurnosnih značajki kobota su njihovi zglobovi ograničene sile, koji su dizajnirani da osjete sile uslijed udara i brzo reagiraju. Koboti su korisni za mala i srednja proizvodna poduzeća zbog svoje cijene, svestranosti i fleksibilnosti [11].

Koboti stječu popularnost zahvaljujući činjenici da su senzori i računalna tehnologija postali toliko povoljni da smanjuju troškove robota. Koboti su također lakši za obuku i primjenu u usporedbi s masivnim industrijskim robotima. Mogu se koristiti u svakom industrijskom proizvodnom procesu, od izrade i pakiranja do CNC obrade, zavarivanja, oblikovanja, testiranja, kontrole kvalitete i drugih. Koboti neće zamijeniti ljudske radnike, već će raditi zajedno s njima, obavljajući ponavljajuće zadatke, čime će radnici biti oslobođeni za druge zadatke.

Na slici 2.11. prikazan je kobot za zavarivanje. Kobot zavarivanje odnosi se na upotrebu kolaborativnih robota (kobota) za automatizaciju određenih zavarivačkih procesa. Kobot zavarivač sastoji se od robotske ruke, kompleta za zavarivanje, izvora napajanja, sustava hlađenja i sustava za programiranje robota. Ovisno o specifičnoj primjeni, robot može biti montiran na zavarivački stol, kolica ili magnetski nosač.



*Slika 2.11. Zavarivanje pomoću kobota [15]*

Ključna prednost kobot zavarivača je ta što omogućava da ljudi rade zajedno s robotom, umjesto da budu zamijenjeni njime. Ova suradnja između čovjeka i stroja spaja jedinstvene vještine oboje kako bi se stvorio učinkovitiji i precizniji zavarivački proces. Kobot zavarivanje nudi ravnotežu između brzine i točnosti industrijskog robotskog zavarivanja i fleksibilnosti i prilagodljivosti ručnog zavarivanja, čineći ga idealnim za proizvodne male serije te primjene koje zahtijevaju ljudsku suradnju.

### 2.5.3. Umjetna inteligencija (AI)

Još jedna od tehnologija Industrije 5.0 je umjetna inteligencija (AI). Omogućuje stroju da izvršava zadatke i smanjuje ljudski napor uz pomoć alata i tehnika koje su stvorene kako bi stroju pružile sposobnost obavljanja zadataka bez ljudske intervencije. AI je suvremena tehnologija koja može riješiti velik broj poslovnih ili osobnih aktivnosti koje zahtijevaju donošenje odluka, složeno razmišljanje i znanje. AI je dugoročni tehnološki razvoj buduće industrijske ekonomije. Predstavlja simulaciju prirodne inteligencije u strojevima koji su programirani da uče i oponašaju ljudsko ponašanje. Današnji AI sustavi uglavnom se sastoje od neuronskih mreža koje se treniraju uz pomoć strojnog učenja i dubokog učenja [11].

#### 2.5.4. 4D ispis

4D ispis je nova tehnologija u nastajanju koja kombinira strategije 3D ispisa s naprednim znanstvenim znanjem o materijalima, inženjeringom i računalnim programima. Koristi tekuće kristalne elastomere, polimere s memorijom oblika i hidrogel, koji su sposobni mijenjati fizičke i termomehaničke oblike na programabilan način, ovisno o unosu korisnika ili neovisnom prepoznavanju. Tehnologija je još uvijek u fazi istraživanja.

U osnovi, 4D ispis predstavlja poboljšanje u odnosu na 3D ispis, pri čemu se ispisani predmeti mijenjaju nakon proizvodnje. Okidač za promjenu može biti voda, toplina, vjetar ili nešto drugo. Smanjeni troškovi, poboljšani računalni programi i veća raznolikost materijala za ispis omogućili su razvoj ove nove tehnologije [11].

4D ispis snažno je pod utjecajem koncepta samostalnog sastavljanja, koncepta koji se često koristi u nanotehnologiji. Ključna razlika je u tome što 4D ispisani objekti mijenjaju svoj oblik tijekom vremena nakon što su izrađeni, dok 3D ispisani proizvodi zadržavaju isti, fiksni oblik. Što se tiče materijala, koristi posebno dizajnirane "pametne" materijale koji imaju nekoliko komercijalnih svojstava koja se mogu mijenjati vanjskim okidačima [11].

Industrija 5.0 potiče 4D ispis jer će pomoći usredotočiti se na dizajn proizvoda, za razliku od samog procesa proizvodnje. Ova sloboda u dizajniranju dovest će do razvoja proizvoda koji su više prilagođeni i jedinstveni.

### **2.6. Razlike između Industrije 4.0 i Industrije 5.0**

Industrija 4.0 prvotno se odnosila na promjenu u njemačkom industrijskom sektoru prema digitalizaciji i automatizaciji, slično kao što je Industrija 2.0 označavala prijelaz s pogona na vodu i paru na električnu energiju. Internet stvari (IoT) i pripadajuće tehnologije čine ovu revoluciju mogućom omogućujući integriranu kibernetičko-fizičku konvergenciju, digitalizaciju, masovnu automatizaciju te integraciju IT i OT (informacijske i operativne tehnologije).

Industrija 5.0 je novi koncept koji se fokusira na suradnju između ljudi i strojeva. Cilj je stvaranje održivih proizvoda i usluga.

U tablici 2.1. prikazane su ključne razlike između Industrije 4.0. i 5.0.



Tablica 2.1. Razlike između Industrije 4.0. i 5.0.

Značajka	Industrija 4.0	Industrija 5.0
Fokus	Automatizacija i tehnologija za poboljšanje učinkovitosti u proizvodnji	Stvaranje održivih, ekološki prihvatljivih proizvodnih procesa
Naglasak	Korištenje podataka i analitike za optimizaciju procesa	Važnost ljudske interakcije i suradnje
Kompetencije	IoT, AI, ML za automatizaciju zadataka i odluka	Kombinacija naprednih tehnologija s ljudskim vještinama i kreativnošću
Upotreba	Roboti i autonomni strojevi za ponavljajuće, opasne ili precizne zadatke	Razvoj novih vještina i kompetencija među radnicima
Tvornice	Pametne tvornice za samoodržavanje proizvodnih procesa	Integrirani, fleksibilni proizvodni sustavi za prilagodbu zahtjevima kupaca i tržišnim trendovima
Tehnologije	Digitalni blizanci i alati za simulaciju radi optimizacije proizvodnog procesa	Napredne tehnologije poput nanotehnologije i biotehnologije za stvaranje novih materijala i proizvoda
Učinkovitost	Prediktivno održavanje, daljinsko praćenje i analiza podataka u stvarnom vremenu radi poboljšanja učinkovitosti i smanjenja troškova	Prioritet održivosti i etičkih proizvodnih praksi kako bi se smanjio otpad i smanjio utjecaj na okoliš

### 2.6.1. Prednosti prelaska s Industrije 4.0 na Industriju 5.0

Brojni tehnološki napreci očekuju se u prijelazu s Industrije 4.0 na Industriju 5.0. Tvrtke će vjerojatno sve više ovisiti o sustavima za samoučenje kako bi procesi postali još učinkovitiji i automatiziraniji. Suradnja između ljudi i strojeva također će biti ojačana zahvaljujući naprednim robotskim sustavima i umjetnoj inteligenciji. Na primjer, roboti će preuzeti fizički zahtjevne ili opasne zadatke, dok će ljudi biti angažirani kao stručnjaci za složene odluke i zadatke nadzora. Također, očekuje se veća upotreba proširene stvarnosti kako bi industrijsko održavanje ili radne

upute bile interaktivnije i intuitivnije. Svi ovi napreci pomoći će tvrtkama da brže reagiraju na promjenjive tržišne uvjete i razvijaju inovativne proizvode u kraćem vremenskom razdoblju.

Nadolazeća Industrija 5.0 nudi tvrtkama iz svih industrija ogromne mogućnosti da ostanu uspješne u sve digitaliziranijem svijetu i iskoriste nove tržišne prilike. Automatizacija će igrati ključnu ulogu jer se sve više ručnog rada može automatizirati uz pomoć robotike i umreženih sustava. To ne samo da štedi vrijeme i troškove, već i poboljšava kvalitetu njihovih proizvoda. Cijeli proizvodni proces može se optimizirati kroz opcije automatizacije, kao što su automatsko upravljanje zalihama ili sprječavanje prekida u proizvodnom procesu putem prediktivnog održavanja.

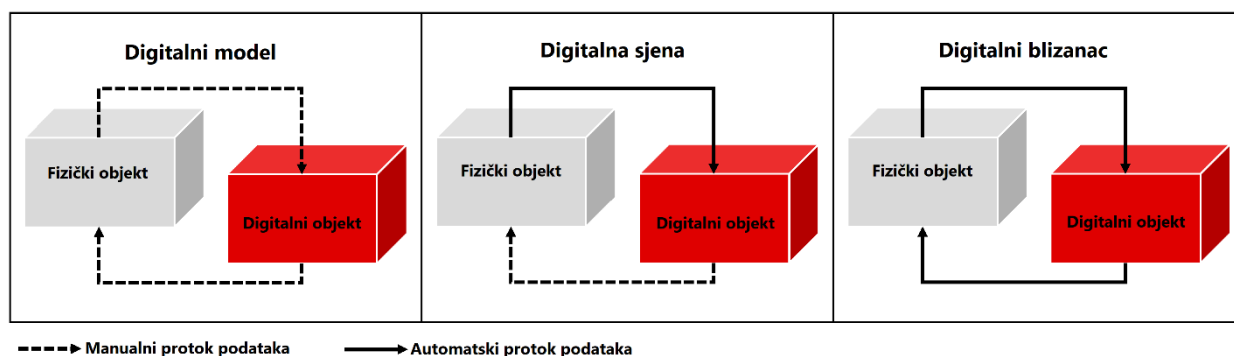
Drugi važan element za proizvodnju spremnu za budućnost je upotreba umjetne inteligencije (AI). Korištenjem samoučećih algoritama mogu se optimizirati proizvodni procesi i poboljšati kvaliteta proizvoda. Analizom podataka i korištenjem metoda strojnog učenja mogu se rano otkriti kvarovi strojeva i pravovremeno poduzeti odgovarajuće mjere. Zajedno s naprednim senzorima, umrežavanjem i inteligentnom proizvodnom tehnologijom duž cijelog lanca vrijednosti, tvrtke mogu steći odlučujuću konkurentsku prednost pripremajući se za ove razvojne trendove i ulažući u njih.

Posebna prednost leži u poboljšanju upravljanja radnom snagom. Zamjenom ručnih procesa automatizacijom, tvrtke mogu povećati produktivnost bez potrebe za zapošljavanjem dodatnog osoblja. To stvara privlačnije radno okruženje i dovodi do povećanog angažmana zaposlenika. Osim toga, senzori mogu pomoći u poboljšanju radnih uvjeta u stvarnom vremenu i sprječavanju kritičnih situacija.

Stoga Industrija 5.0 ne donosi koristi samo tvrtkama, već i zaposlenicima. Proizvodnja usmjerena na budućnost, koja se oslanja na digitalne tehnologije, stvara veću otpornost i održivost u radnom okruženju. Tvrtke koje se već pripremaju za ove promjene i ulažu u njih, postavljaju temelje za dugoročni uspjeh i konkurentsku prednost.

### 3. DIGITALNI MODEL, DIGITALNA SJENA I DIGITALNI BLIZANAC

U suvremenom digitalnom dobu, tehnologija igra ključnu ulogu u transformaciji načina na koji se promatraju, analiziraju i oblikuju sustavi i objekti. Pojmovi digitalnog modela (DM), digitalne sjene (DS) i digitalnog blizanca (DT) predstavljaju tri različita, ali međusobno povezana aspekta te transformacije (slika 3.1.). Svaki od tih pojmova odnosi se na digitalnu reprezentaciju fizičkih objekata, procesa ili sustava, ali svaki ima specifičnu funkciju i primjenu.



Slika 3.1. Međusobna povezanost DM, DS i DT [16]

Digitalni model je digitalni prikaz fizičkog objekta bez automatiziranog toka podataka između fizičkog i digitalnog objekta. Digitalni objekt predstavlja dovoljno preciznu sliku fizičkog objekta za određenu primjenu. Simulacijski modeli planiranih tvornica, matematički modeli novih proizvoda ili virtualni prikazi fizičkih objekata tipični su primjeri. Iako se podaci fizičkog objekta mogu koristiti za razvoj DM-a, sav prijenos podataka je manualan. Promjena stanja fizičkog objekta nema neposredan utjecaj na digitalni objekt i obratno. Na temelju DM-a, digitalna sjena ima jednosmjerni automatizirani tok podataka — od fizičkog prema digitalnom objektu. To znači da promjena stanja u stvarnom svijetu ima odraz u virtualnom svijetu, ali ne i obratno. Često se DS koristi isključivo za pružanje informacija i nema daljnjih funkcionalnosti. DS je uvijek povezana s određenim pitanjem ili zadatkom i stoga obuhvaća samo podskup dostupnih podataka. Dakle, ne predstavlja potpuno proizvodni sustav. Podaci mogu potjecati iz različitih izvora podataka i ne moraju biti homogeni, strukturirani ili centralno dostupni. DS stoga služi za filtriranje, povezivanje, apstrahiranje i agregaciju podataka s obzirom na specifični problem. Digitalni blizanac, pak, oslanja se na DS automatiziranjem toka podataka dvosmjerno. Promjena stanja fizičkog objekta dovodi do trenutne promjene stanja digitalnog objekta i obratno. Dakle, digitalni objekt je kontrolirajući entitet fizičkog objekta. U sažetku, može se reći da su digitalni

blizanci virtualni prikazi nematerijalnih ili materijalnih objekata (strojeva, procesa, usluga, itd.) koji predstavljaju objekt što realističnije u digitalnom prostoru. Nasuprot tome, digitalna sjena je samo dovoljno precizna virtualna slika objekta. Samo stvaranjem metamodela na temelju DS-a može se stvoriti DT [16].

### 3.1. Digitalni model

Digitalni model može se definirati kao računalna ili digitalna replika stvarnog objekta ili sustava. U osnovi, digitalni model stvara virtualnu sliku fizičkog entiteta putem matematičkih i računalnih metoda. Takvi modeli se koriste u fazi dizajna, razvoja, proizvodnje i simulacije, omogućujući korisnicima da testiraju različite scenarije i poboljšaju performanse sustava prije nego što stvarni proizvod ili sustav bude izgrađen.

Postoji nekoliko vrsta digitalnih modela, ovisno o njihovoj funkciji i stupnju složenosti:

- Geometrijski modeli - predstavljaju fizičke dimenzije i oblik objekta. To su najosnovniji digitalni modeli i koriste se u mnogim područjima, uključujući CAD (*Computer-Aided Design*) u inženjeringu i arhitekturi.
- Matematički modeli - koriste matematičke jednadžbe i algoritme za opisivanje ponašanja sustava. Oni se često koriste u fizici, ekonomiji i inženjerskim simulacijama kako bi se modeliralo ponašanje sustava u različitim uvjetima.

Nadalje,

- Simulacijski modeli - koriste se za testiranje i predviđanje dinamike složenih sustava putem simulacija. Ovi modeli omogućuju korisnicima da prouče utjecaj različitih varijabli na sustav bez potrebe za fizičkim eksperimentima.

#### 3.1.1. Primjena digitalnih modela

Digitalni modeli našli su široku primjenu u raznim industrijama. Neke od najznačajnijih aplikacija uključuju:

1. Industrija i inženjering: U inženjerskom sektoru digitalni modeli koriste se u svim fazama razvoja proizvoda. Oni omogućuju inženjerima da vizualiziraju nove projekte, testiraju

dizajne i simuliraju proizvodne procese prije stvarne izrade. Na taj način smanjuje se potreba za fizičkim prototipima, čime se štedi vrijeme i resursi.

2. Građevina i arhitektura: U arhitekturi, digitalni modeli, poznati i kao BIM (*Building, Information, Modeling*), koriste se za stvaranje detaljnih replika zgrada i infrastrukture. Ovi modeli omogućuju arhitektima i građevinskim inženjerima da bolje planiraju i upravljaju projektima, uzimajući u obzir sve aspekte izgradnje, od dizajna do održavanja.
3. Zdravstvo: U medicini, digitalni modeli ljudskih organa koriste se za simulacije kirurških postupaka, što omogućuje liječnicima da bolje pripreme operacije i predviđaju moguće komplikacije. Digitalni modeli također omogućuju razvoj i testiranje novih medicinskih uređaja prije nego što se uvedu u kliničku praksu.
4. Automobilska i zrakoplovna industrija: U ovim industrijama, digitalni modeli koriste se za simulacije aerodinamičkih svojstava, sigurnosnih testova i poboljšanja performansi vozila. Time se značajno smanjuje vrijeme razvoja novih modela i poboljšava sigurnost proizvoda.

### 3.1.2. Prednosti i ograničenja digitalnih modela

Digitalni modeli donose niz prednosti u usporedbi s tradicionalnim metodama razvoja i dizajna. Među najvažnijim prednostima su:

- Ušteda vremena i troškova: Korištenjem digitalnih modela u fazi planiranja i razvoja, organizacije mogu izbjeći mnoge pogreške koje bi se inače pojavile tijekom fizičke proizvodnje. Također, smanjuje se potreba za izradom skupih prototipova.
- Simulacija različitih scenarija: Digitalni modeli omogućuju testiranje različitih scenarija i uvjeta bez potrebe za fizičkim ispitivanjem. Na primjer, inženjeri mogu simulirati ponašanje konstrukcija pod različitim opterećenjima ili klimatskim uvjetima, čime se smanjuje rizik od nepredviđenih kvarova.
- Brza iteracija i prilagodljivost: U tradicionalnim metodama, promjene u dizajnu mogu zahtijevati značajno vrijeme i resurse. Međutim, digitalni modeli omogućuju brze promjene i prilagodbe, što povećava fleksibilnost i ubrzava razvojni proces.
- Poboljšana analiza podataka: Kroz digitalne modele moguće je prikupljati i analizirati podatke u stvarnom vremenu, što omogućuje kontinuirano praćenje performansi sustava i optimizaciju u stvarnom vremenu.

Unatoč brojnim prednostima, digitalni modeli suočavaju se s određenim izazovima. Jedan od ključnih izazova je potreba za točnim i kvalitetnim podacima. Ako podaci koji se koriste za izradu modela nisu precizni ili su nepotpuni, model može proizvesti netočne rezultate. Osim toga, složeni digitalni modeli mogu zahtijevati značajne računalne resurse i specijalizirane računalne programe, što može biti financijski zahtjevno za manja poduzeća.

Također, održavanje digitalnih modela ažuriranim s najnovijim podacima može biti složen zadatak, posebno u dinamičnim okruženjima gdje se fizički sustavi često mijenjaju.

### **3.2. Digitalna sjena**

Digitalna sjena može se definirati kao virtualna replika fizičkog objekta koja neprestano prima ažurirane informacije iz stvarnog svijeta, omogućujući da promjene stanja fizičkog objekta budu reflektirane u digitalnom svijetu. Za razliku od digitalnog blizanca (DT), gdje postoji dvosmjerni tok podataka – između fizičkog i digitalnog objekta – digitalna sjena omogućuje samo jednosmjerni prijenos podataka: od fizičkog prema digitalnom objektu. To znači da promjena stanja fizičkog objekta utječe na digitalnu verziju, ali ne i obrnuto.

Glavna svrha digitalne sjene je pružanje informacija. Njena upotreba se često ograničava na nadzor i analizu, što je čini ključnim alatom za praćenje stanja fizičkog sustava, ali bez mogućnosti intervencije ili kontroliranja sustava kroz digitalni model. Ovaj koncept se oslanja na prikupljanje podataka iz različitih senzora, uređaja ili sustava, koji su postavljeni na fizičke objekte, kao i na obradu tih podataka kako bi se dobila točna slika trenutnog stanja objekta u realnom vremenu.

#### **3.2.1. Ključne karakteristike digitalne sjene**

Ključne karakteristike digitalne sjene su:

1. Jednosmjerni tok podataka: Kao što je ranije spomenuto, digitalna sjena uključuje prijenos informacija isključivo iz fizičkog objekta u digitalni model. Promjene koje se događaju u fizičkom svijetu automatski se odražavaju u digitalnom svijetu, ali digitalna sjena nema utjecaja na fizički objekt.
2. Selektivno prikupljanje podataka: Digitalna sjena ne zahtijeva prikupljanje svih dostupnih podataka iz fizičkog objekta, već se fokusira na podatke relevantne za određeni zadatak ili

problem. Ovo omogućuje filtriranje, povezivanje i agregaciju podataka, što osigurava da korisnici dobiju informacije koje su im najpotrebnije za određeni kontekst.

3. Različiti izvori podataka: Podaci koji se koriste za formiranje digitalne sjene mogu dolaziti iz različitih, ne nužno homogenih ili centralno pohranjenih izvora. Ova raznolikost izvora omogućuje fleksibilnost u implementaciji digitalne sjene u različitim proizvodnim ili poslovnim okruženjima.
4. Ograničena funkcionalnost: Digitalna sjena, za razliku od digitalnog blizanca, nema mogućnost upravljanja fizičkim sustavom. Njena glavna funkcija je pružanje podataka, što je čini alatom za nadzor i analizu, ali ne i za aktivno upravljanje sustavom.

### 3.2.2. Primjene digitalne sjene

Digitalna sjena se najčešće koristi u industrijskim sustavima za nadzor i optimizaciju proizvodnih procesa. Primjerice, u tvornicama, digitalna sjena može pružiti detaljan uvid u stanje strojeva, praćenje parametara poput temperature, vibracija ili performansi. To omogućuje operaterima da brzo reagiraju na bilo kakve anomalije ili potencijalne kvarove, a da pritom ne moraju fizički biti prisutni uz stroj.

Jedan od ključnih primjera primjene digitalne sjene je u preventivnom održavanju. Korištenjem podataka iz stvarnog svijeta koji se prikupljaju putem senzora postavljenih na opremu, digitalna sjena može pomoći u identificiranju obrazaca koji prethode kvarovima. Na temelju tih informacija, tvrtke mogu planirati održavanje prije nego što dođe do stvarnog kvara, čime se smanjuju troškovi i vrijeme zastoja.

Također, digitalna sjena se koristi i u logistici, gdje može pomoći u praćenju robe i materijala u stvarnom vremenu. Ovaj tip informacija može značajno poboljšati upravljanje zalihama i opskrbnim lancem, osiguravajući da se potrebni resursi dostave na pravo mjesto u pravo vrijeme, uz minimalne zastoje ili pogreške.

### 3.2.3. Ograničenja digitalne sjene

Iako je digitalna sjena moćan alat za prikupljanje i analizu podataka, ona ima svoja ograničenja. Budući da omogućuje samo jednosmjerni tok podataka, nema mogućnost utjecaja na fizički objekt,

što je ključna razlika u odnosu na digitalne blizance. To znači da digitalna sjena nije alat za upravljanje ili kontrolu procesa, već služi isključivo kao informacijski sustav.

Također, podaci prikupljeni u digitalnoj sjeni mogu biti fragmentirani i heterogeni, što zahtijeva napredne metode filtriranja i agregacije kako bi se osiguralo da korisnici dobiju točne i relevantne informacije. U nekim slučajevima, nedostatak integracije između različitih izvora podataka može predstavljati izazov u stvaranju konzistentne slike fizičkog sustava.

### **3.3. Digitalni blizanac**

Koncept digitalnih blizanaca potječe iz NASA-ine primjene računalnih modela za simulaciju i upravljanje svemirskim misijama tijekom 1960-ih godina. Digitalni blizanci, međutim, postaju poznati tek u novije vrijeme zahvaljujući napretku u senzorskoj tehnologiji, analitici podataka i računalstvu u oblaku. Suvremena verzija koncepta digitalnog blizanca razvila se kao rezultat integracije različitih tehnologija koje omogućuju prikupljanje, obradu i analizu podataka u stvarnom vremenu.

Digitalni blizanac odnosi se na virtualnu repliku ili digitalni prikaz fizičkog objekta, sustava, procesa ili proizvoda. Zbog sposobnosti da bitno transformira način na koji se dizajniraju, nadziru i optimiziraju stvarni sustavi, ovaj koncept privukao je veliku pozornost u različitim industrijama [17].

Virtualni model digitalnog blizanca obuhvaća projektnu dokumentaciju, inženjerske modele, simulacije, analizu podataka te ostale informacije koje opisuju strukturu, performanse, stanje i povijest održavanja fizičkog objekta.

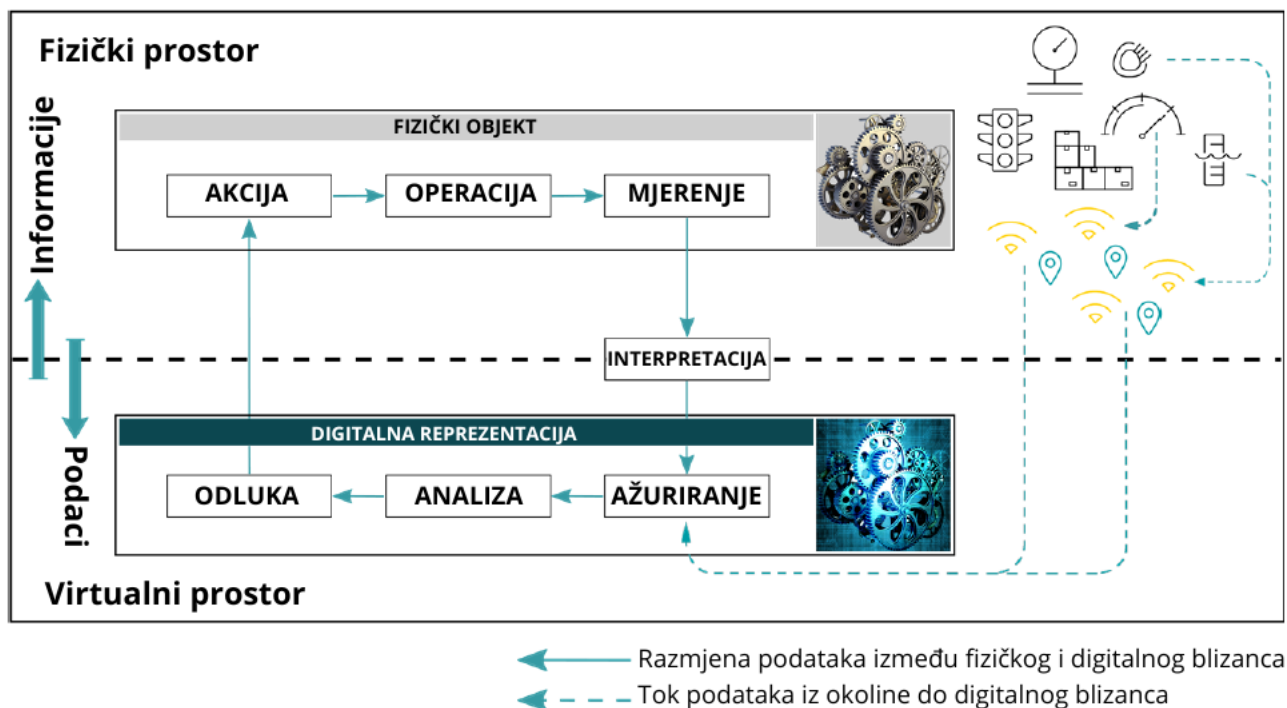
Tijekom rada digitalnog blizanca, virtualni model se kontinuirano ažurira u stvarnom vremenu putem podataka koje prikupljaju IoT senzori u fizičkom blizancu, kao i vanjski izvori podataka iz okoline. Ti podaci se koriste za obuku AI algoritama unutar digitalnog blizanca, pružajući informacije koje omogućuju optimizaciju performansi fizičkog blizanca, provođenje preventivnih ili korektivnih mjera, ili podršku menadžerima u donošenju odluka temeljenih na podacima.

Ono što razlikuje digitalne blizance od sličnih koncepata, poput digitalnog modela ili digitalne sjene, jest dvosmjerna razmjena podataka i informacija. Dok digitalni model predstavlja statičnu repliku bez razmjene podataka, a digitalna sjena omogućuje jednosmjerni protok podataka s fizičkog objekta prema digitalnom, digitalni blizanac omogućava dvosmjerni tok podataka, gdje promjena stanja u jednom može uzrokovati promjenu u drugom. Ova kontinuirana dvosmjerna



razmjena tijekom cijelog životnog ciklusa čini digitalnog blizanca dinamičnim i prilagodljivim sustavom, a ne samo statičnom kopijom.

Slika 3.2. prikazuje konceptualni prikaz digitalnog blizanca.



Slika 3.2. Konceptualni pregled digitalnog blizanca [17]

Različiti koncepti i detalji implementacije predloženi tijekom evolucije digitalnih blizanaca omogućuju prepoznavanje najvažnijih karakteristika digitalnih blizanaca. Prema [17], implementacija digitalnog blizanca trebala bi imati sljedeće karakteristike:

- Neometana povezanost i kontinuirana razmjena podataka između fizičkog i digitalnog svijeta. Ovo je ključno za prikupljanje i pružanje najtočnije reprezentacije fizičkog blizanca. Neometana povezanost omogućava održavanje blizanaca ažuriranim u stvarnom vremenu kada dođe do promjene statusa kod bilo kojeg para.
- Dinamični, eventualno senzorički podaci fizičkog blizanca. Ovi podaci opisuju status fizičkog objekta koji se replicira. Dinamični su jer se mijenjaju tijekom vremena, a učestalost prikupljanja ovisi o specifičnom slučaju upotrebe.
- Dinamični podaci o okolišu koji opisuju status okolnog okruženja. Prikupljeni podaci trebaju opisivati ne samo fizičkog blizanca, već i njegovo okruženje. To može uključivati

podatke s drugih IoT senzora, vremenske podatke, podatke o prometu, buci i slično. Takvi se podaci koriste za napajanje algoritama predikcije ili se dostavljaju stručnjacima za podršku u donošenju odluka.

- Komunikacijski procesi koji omogućuju dvosmjernu razmjenu podataka koja je prethodno spomenuta, bilo između fizičkog i virtualnog prostora, između digitalnih blizanaca ili između digitalnog blizanca i stručnjaka u određenom području.
- Sustav za pohranu podataka za deskriptivne, povijesne i podatke generirane u stvarnom vremenu tijekom cijelog životnog ciklusa digitalnog blizanca.
- Ontologije koje opremaju digitalne blizance semantikom, omogućujući im sposobnost zaključivanja i izvođenja.
- Algoritmi za fuziju podataka koji integriraju veliku količinu podataka generiranih iz heterogenih izvora podataka.
- Kontinuirano poboljšavanje AI-a koje pruža digitalnim blizancima prediktivne sposobnosti i analizu podataka s dubokim uvidom.

### 3.3.1. Elementi digitalnog blizanca

Prema [18], potpuni digitalni blizanac sastoji se od sljedećih elemenata:

- Fizički entitet: Odnosi se na stvarni fizički sustav, objekt ili proces koji digitalni blizanac predstavlja. To može biti oprema u proizvodnji, građevina, vozilo ili čak cijela infrastruktura grada.
- Virtualna reprezentacija: Ovaj dio uključuje digitalni prikaz fizičkog entiteta. Uključeni su geometrija, materijalna svojstva, algoritmi ponašanja i druge relevantne karakteristike.
- Senzori i izvori podataka: Ugrađeni su u fizički objekt kako bi prikupljali aktualne informacije o njegovom radu, okolini i uvjetima rada. Ovi izvori podataka redovito ažuriraju virtualni model, osiguravajući sinkronizaciju s fizičkim objektom.
- Integracija podataka i analitika: Korištenjem naprednih analitičkih metoda, poput strojnog učenja i umjetne inteligencije, prikupljeni podaci se integriraju i obrađuju. Ova analiza omogućuje razumijevanje ponašanja, obrazaca i potencijalnih problema fizičkog objekta.

- Alati za vizualizaciju i simulaciju: Različiti alati za vizualizaciju i simulaciju omogućuju korisnicima interakciju s digitalnim blizancem, pružajući dinamičan prikaz stanja i ponašanja stvarnog objekta.
- Povezivost i IoT: Digitalni blizanac ovisi o nesmetanoj razmjeni podataka između stvarnog objekta i njegove virtualne verzije. Ova povezanost omogućena je putem Interneta stvari (IoT).

### 3.3.2. Prednosti digitalnih blizanaca

Svaka industrija ili primjena može imati koristi od dodatne vrijednosti koja dolazi s usvajanjem digitalnih blizanaca. Prema [18], najvažniji benefiti implementacije digitalnih blizanaca su:

- Integracija podataka/informacija iz izoliranih sustava - Kontinuirana dvosmjerna komunikacija između fizičkog i digitalnog svijeta ključna je karakteristika koja mora biti prisutna u implementaciji digitalnog blizanca. Osim toga, ova razmjena podataka i informacija odvija se tijekom cijelog životnog ciklusa implementiranog sustava. To znači da svi dijelovi okruženja koji su replicirani u digitalnom blizancu trebaju dijeliti svoje podatke unutar zajedničke platforme. Uobičajeno je da unutar organizacija svi informacijski sustavi, operativni podaci ili drugi skupovi podataka generirani svakodnevnim procesima ostaju izolirani, svaki služeći posebnim potrebama (npr. financije, marketing, planiranje) i specifičnim vrstama korisnika (npr. menadžeri, operateri). Nasuprot tome, u digitalnom blizancu svi ti podaci se prikupljaju i dijele, bilo s drugim digitalnim blizancima, drugim sustavima, podsustavima, stručnjacima ili rukovoditeljima koji ih koriste na različitim razinama detaljnosti. Na taj način, sve radnje koje automatski poduzima digitalni blizanac ili ljudski korisnici temelje se na cjelovitoj slici okruženja koje se replicira.
- Predviđanje neželjenih situacija - Uobičajeno je da se u industrijskim proizvodnim sustavima korektivno održavanje provodi nakon što se dogodi kvar, što uzrokuje zastoje u poslovanju zbog neplaniranih radova održavanja. Neke su tvrtke poboljšale svoje prakse i pokušavaju procijeniti vijek trajanja fizičkih elemenata kako bi primijenile preventivno održavanje prije nego što se kvar dogodi. Iako se ovim pristupom radovi održavanja planiraju unaprijed, i dalje dolazi do zastoja u poslovanju. U idealnom scenariju, prekidi u poslovnim operacijama trebali bi biti smanjeni što je više moguće. Digitalni blizanci olakšavaju postizanje ovog cilja sa svojim prediktivnim mogućnostima. AI i ML algoritmi

koriste podatke prikupljene iz fizičkog okruženja, u kombinaciji s povijesnim operativnim podacima, kako bi predvidjeli ponašanje replicirane imovine. Stoga prediktivni model održavanja unutar digitalnog blizanca predviđa kvar stroja neposredno prije nego što se dogodi. To pruža ravnotežu između korektivnog i preventivnog održavanja, izbjegavajući duge prekide u radu, čime se štedi vrijeme i smanjuju troškovi.

- Procjena učinaka - Simulacijske sposobnosti digitalnih blizanaca omogućuju testiranje "*what-if*" scenarija kako bi se procijenili učinci odluka. Simulacije digitalnih blizanaca omogućuju prepoznavanje neočekivanih scenarija, analizu odgovora sustava na njih i ispitivanje akcija za ublažavanje neželjenog ponašanja, sve to bez utjecaja na stvarni model. Na primjer, digitalni blizanc usluge može se koristiti za simuliranje potražnje i procjenu različitih scenarija korištenja resursa kako bi se identificirao najoptimalniji. U zdravstvenoj industriji, digitalni blizanc pacijenta može se koristiti za testiranje lijekova i procjenu njihovih učinaka prije njihove primjene na stvarnog pacijenta. U digitalnom blizancu pametnog grada, simulacije prometnog toka omogućuju procjenu strategija za smanjenje prometnih gužvi.
- Povećanje učinkovitosti i sigurnosti - Na primjer, automatizacijom repetitivnih zadataka koje bolje obavljaju strojevi. Također, opasne situacije mogu se izbjeći upotrebom digitalnog blizanca za upravljanje opasnim okruženjima na daljinu. Na taj način ljudi se fokusiraju na kreativni i inovativni rad, samo nadzirući i kontrolirajući akcije koje digitalni blizanc provodi u prijetećim okruženjima.
- Bolje informirano donošenje odluka - IoT senzori koji u stvarnom vremenu prate fizičku imovinu, povijesni podaci o performansama i radu replicirane jedinice te snaga AI i ML algoritama za provođenje napredne analitike omogućuju rukovoditeljima potpun uvid u dinamiku repliciranog okruženja. Digitalni blizanc pruža uvid potreban za donošenje odluka temeljenih na podacima. Stoga su odluke zasnovane na preciznim i točnim podacima koji odražavaju cjelovitu sliku analizirane situacije.

Kao rezultat, sposobnosti digitalnih blizanaca omogućuju optimizaciju procesa, veću učinkovitost i uštede.

### 3.3.3. Primjena digitalnih blizanaca

Iako su digitalni blizanci prvobitno razvijeni za proizvodnju, danas njihova primjena donosi vrijednost u mnogim drugim sektorima. Slijede neki primjeri kako se digitalni blizanci koriste danas:

- Proizvodnja - Digitalni blizanci su nastali u proizvodnoj industriji i s vremenom se razvili u jednu od ključnih tehnologija za pametnu proizvodnju i Industriju 4.0. Digitalni blizanci se koriste kao učinkovit alat za rješavanje problema izoliranih podataka i dupliciranja informacija tijekom različitih faza životnog ciklusa proizvoda, poput projektiranja, proizvodnje i održavanja. Omogućuju testiranje i validaciju modela u fazi projektiranja prije nego što proizvod uđe u stvarnu proizvodnju. Osim toga, neefikasnosti u proizvodnim procesima često nastaju zbog nedostatka mehanizama za optimizaciju upravljanja resursima, razlika između proizvodnog plana i njegove stvarne realizacije te nepreciznog nadzora nad proizvodnim procesima. Kao rješenje, predlaže se primjena digitalnih blizanaca proizvodnih pogona, koji integriraju fizički prostor s podacima prikupljenim tijekom proizvodnje. U fazama upotrebe i održavanja proizvoda, digitalni blizanci omogućuju otkrivanje, razumijevanje i predviđanje potencijalnih problema koristeći podatke prikupljene s fizičkog proizvoda. Tvrtka SIEMENS prepoznala je važnost digitalnih blizanaca u proizvodnoj industriji, ističući njihovu ulogu u omogućavanju besprijekorne integracije podataka generiranih tijekom svake faze životnog ciklusa proizvoda.
- Pametni gradovi - Grad u kojem podaci u stvarnom vremenu, prikupljeni s IoT senzora i drugih izvora podataka, omogućuju praćenje i bilježenje stanja zgrada, parkova, cesta, mostova i bilo koje druge građevinske infrastrukture. Ovi podaci, u kombinaciji s operativnim podacima iz urbanih procesa, omogućuju procjenu i optimizaciju performansi usluga koje se pružaju građanima. U ovom kontekstu, digitalni blizanci pametnih gradova koriste se za praćenje i kontrolu fizičkih urbanih aktivnosti. Digitalni blizanci pomažu rukovoditeljima u planiranju i vođenju složenih urbanih procesa, poput mobilnosti, energetske učinkovitosti, upravljanja vodama, urbanog planiranja, te kontrole i upravljanja rizicima. Primjer je grad Herrenberg u Njemačkoj, gdje je implementiran digitalni blizanac. Ovaj blizanac uključuje 3D model urbanog okruženja, matematički model ulične mreže, simulacije urbane mobilnosti i strujanja zraka, obrasce kretanja ljudi, podatke s IoT senzora, kao i kvantitativne i kvalitativne podatke o percepcijama građana. Implementacija digitalnog blizanca omogućila je testiranje i procjenu učinaka različitih scenarija i rješenja

za gradske izazove, poput gužvi u prometu i zagađenja zraka. Osim toga, stvaranje virtualnog prostora u kojem građani mogu sudjelovati i aktivno doprinosti rješavanju problema povećava njihovu uključenost u procese javnog sudjelovanja.

- Zdravstvo - Prve primjene digitalnih blizanaca u zdravstvu bile su za prediktivno održavanje i optimizaciju performansi medicinskih uređaja. Danas su velike kompanije poput General Electrica i Siemens proširile njihovu upotrebu na cjelokupno pokrivanje u zdravstvenoj industriji. GE Healthcare, zajedno s GE-ovim Globalnim istraživačkim centrom, stvorio je ono što nazivaju „Simulacijska jedinica bolnice budućnosti“, digitalni bliznac koji imitira rad bolnice. Digitalni bliznac omogućuje modeliranje ponašanja pacijenata i osoblja, varijacije u potražnji i ponudi s ciljem optimizacije toka pacijenata, kapitalnih ulaganja i operativne učinkovitosti. Zdravstveni radnici i administratori bolnica mogu testirati scenarije "što-ako" kako bi, na temelju podataka, odredili koje radnje poduzeti. Implementacija digitalnog blizanca GE-a pomogla je optimizirati korištenje kreveta, raspored operacijskih blokova i planiranje osoblja kako bi se zadovoljila dinamika predviđene potražnje.
- Opskrbni lanac - Jedan od glavnih izazova u opskrbnim lancima je upravljanje poremećajima i mehanizmima oporavka. Ključno je unaprijed identificirati scenarije poremećaja i čvorove u opskrbnom lancu koji su podložni kvarovima kako bi se definirale odgovarajuće akcije i mehanizmi oporavka u slučaju problema. Za upravljanje rizicima od poremećaja, predloženi su modeli temeljeni na podacima i modelima implementirani u digitalni bliznac opskrbnog lanca (SCDT). SCDT omogućava praćenje stanja mreže opskrbnog lanca. Podaci u stvarnom vremenu iz IoT senzora, sustavi za praćenje i praćenje pošiljki, RFID sustavi, te podaci trećih strana o prirodnim, financijskim ili političkim rizicima, kao i povijesni podaci o poremećajima, koriste se za AI algoritme koji predviđaju poremećaje, čime se rukovoditeljima pomaže u anticipiranju prekida. U slučaju otkrivanja poremećaja, simulacije dinamike poremećaja i evaluacija alternativnih mrežnih topologija omogućuju optimizaciju strategija oporavka.
- Građevina - U eri digitalne transformacije, građevinska industrija se smatra jednom od najmanje digitaliziranih. Kako bi se nosila s trenutnim zahtjevima unutar Industrije 4.0, tj. donošenjem odluka temeljenih na podacima u stvarnom vremenu, digitalni blizanci predstavljaju održivu opciju za revolucioniranje građevinske industrije.
- Edukacija - Zahvaljujući sposobnosti digitalnih blizanaca da precizno repliciraju svoje fizičke ekvivalente, oni se mogu koristiti i kao obrazovni alat. U ovom kontekstu, digitalni blizanci se koriste kao pedagoški alat koji podržava proces učenja na određenim sveučilišnim kolegijima. Korištenjem njihovih simulacijskih mogućnosti i sposobnosti

pružanja podataka u stvarnom vremenu, studenti mogu primijeniti znanje stečeno tijekom teorijskih predavanja kroz izvođenje praktičnih laboratorijskih vježbi. Te vježbe izvode se na virtualnoj replici fizičkog procesa, omogućujući studentima da istraže svaki detalj manipulirajući virtualnim objektom bez utjecaja na stvarni rad. Profesor nadgleda praktične sesije s digitalnim blizancima, a tek nakon što studenti uspješno završe vježbe, prelaze na primjenu stečenih vještina na stvarnoj lokaciji.

## 4. SHEWHARTOV PDCA CIKLUS

PDCA ciklus (*Plan-Do-Check-Act*), poznat i kao Shewhartov ciklus, ključni je alat za kontinuirano poboljšanje procesa u upravljanju kvalitetom. Ovaj ciklus, koji je razvio Walter A. Shewhart i kasnije popularizirao W. Edwards Deming, pruža strukturu za sustavno rješavanje problema i optimizaciju poslovnih i proizvodnih procesa. U kontekstu Industrije 4.0 i Industrije 5.0, PDCA ciklus dobiva novu dimenziju kroz primjenu naprednih digitalnih alata i tehnologija koje omogućuju prikupljanje i analizu podataka u stvarnom vremenu.

Kao što je već prethodno spomenuto, Industrija 4.0 uvodi digitalizaciju i automatizaciju proizvodnih procesa putem različitih tehnologija kao što su npr. Internet stvari (IoT), analitika velikih podataka, umjetna inteligencija (AI). Ove tehnologije omogućuju precizno praćenje i kontrolu proizvodnih operacija, te stvaraju bogato podatkovno okruženje koje omogućuje kontinuirano poboljšanje procesa. PDCA ciklus postaje još moćniji alat u ovakvom okruženju, jer omogućuje brzo donošenje odluka temeljenih na podacima i prilagođavanje promjenama u stvarnom vremenu.

U Industrij 5.0, koja naglašava suradnju između ljudi i naprednih tehnologija, PDCA ciklus također igra važnu ulogu. Kroz personalizaciju procesa i povećan fokus na održivost, ljudski faktor i kreativnost, PDCA omogućuje tvrtkama ne samo da optimiziraju učinkovitost, već i da stvaraju inovativne i održive proizvodne modele. Kombinacija ljudske intuicije i kreativnosti s podacima koje prikupljaju IoT senzori, AI analitika i simulacije digitalnih blizanaca, omogućuje dublje razumijevanje i brže poboljšanje proizvodnih procesa.

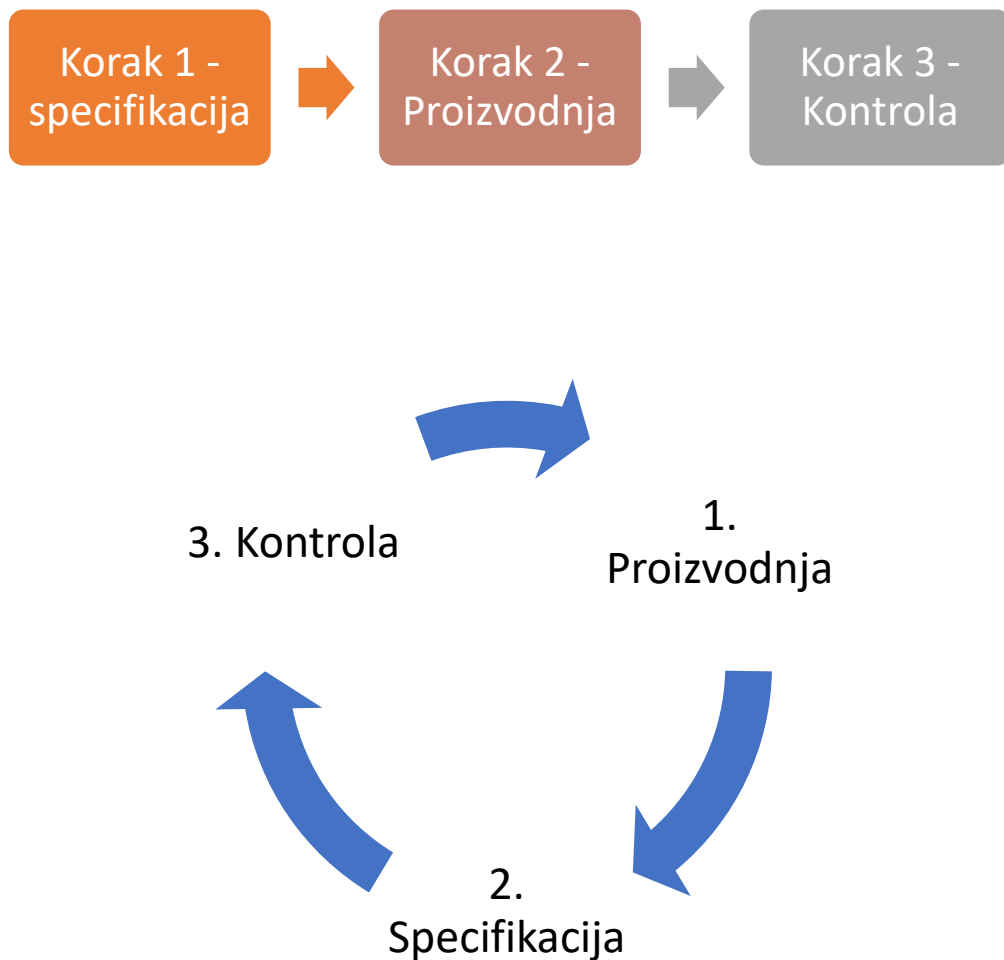
Kroz PDCA ciklus u Industrij 4.0 i Industrij 5.0, tvrtke imaju mogućnost kontinuiranog unaprjeđenja svih aspekata proizvodnje – od planiranja resursa, preko izvedbe, do analize i optimizacije. Digitalni alati omogućuju transparentnost i fleksibilnost u svim fazama ciklusa, stvarajući sustave koji su sposobni brzo reagirati na promjene u okolini, predviđati potencijalne probleme te učinkovito rješavati operativne izazove.

### 4.1. Razvoj PDCA ciklusa

Prve principe upravljanja i poboljšanja kvalitete postavio je Walter Shewhart u prvoj polovici 20. stoljeća. On je prvi razvio takozvani Shewhartov ciklus – krug poboljšanja kvalitete (slika 4.1.). Shewhartov krug poboljšanja kvalitete odvija se u tri koraka: specifikacija, proizvodnja i provjera,

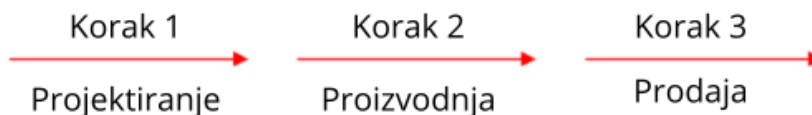


a sam Walter Shewhart je zapisao: „Ova tri koraka moraju se ponavljati u krugu, a ne u ravnoj liniji, kao što je prikazano... Korisno je razmišljati o ova tri koraka u procesu masovne proizvodnje kao o koracima u znanstvenoj metodologiji. U tom smislu, specifikaciji, proizvodnji i provjeri odgovarale bi faze postavljanja hipoteze, provođenja eksperimenta i testiranja hipoteze. Ta tri koraka čine dinamički, znanstveni proces stjecanja znanja.“ [19]



*Slika 4.1. Shewhartov ciklus iz 1939. godine*

Shewhartovu knjigu iz 1939. godine uredio je tada 39-godišnji W. Edwards Deming. Godine 1950. Deming je modificirao Shewhartov ciklus i predstavio ga u Japanu na seminaru „Statistička kontrola kvalitete za menadžere i inženjere“. Demingova ravna linija također se sastojala od tri koraka: projektiranje (dizajniranje), proizvodnja i prodaja (slika 4.2.) [19].

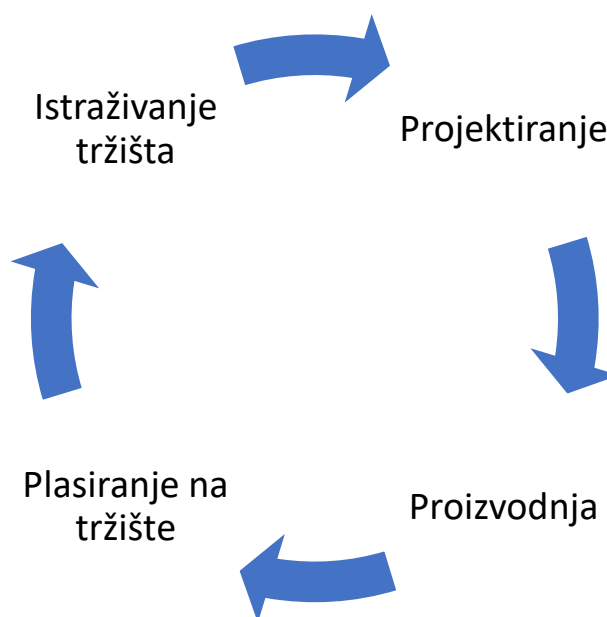


*Slika 4.2. Demingova ravna linija*

Deming je, slijedeći Shewhartov primjer, transformirao ovu ravnu liniju u krug dodavši četvrti korak: redizajn temeljen na tržišnim istraživanjima.

Istaknuo je važnost kontinuirane interakcije između projektiranja, proizvodnje, prodaje i istraživanja te naglasio da se ovaj četverostupanjski proces treba neprestano ponavljati kako bi se poboljšala kvaliteta proizvoda i usluga.

Shewhart-Demingov kružni ciklus blago je izmijenjen 1951. godine, kako je prikazano na slici 4.3. Japanci su taj kružni proces nazvali "Demingov kotač" [19].



*Slika 4.3. Demingov krug iz 1951. godine*

Na temelju Demingovog kotača poboljšanja iz 1951. godine nastao je poznati PDCA krug za poboljšanje kvalitete. Povezanost između Demingovog kotača iz 1951. godine i PDCA kruga prikazana je u sljedećoj tablici:

*Tablica 4.1. Povezanost između Demingovog kotača iz 1951. godine i PDCA kruga*

Demingov kotač iz 1951. godine	PDCA krug	
Designe	Plan	Definiranje problema i postavljanje hipoteza o mogućim uzrocima i rješenjima problema
Production	Do	Implementacija mogućih rješenja problema
Sales	Check	Evaluacija – procjena rezultata implementacije
Research	Act	Vraćanje na plan ukoliko rezultati implementacije nisu zadovoljavajući

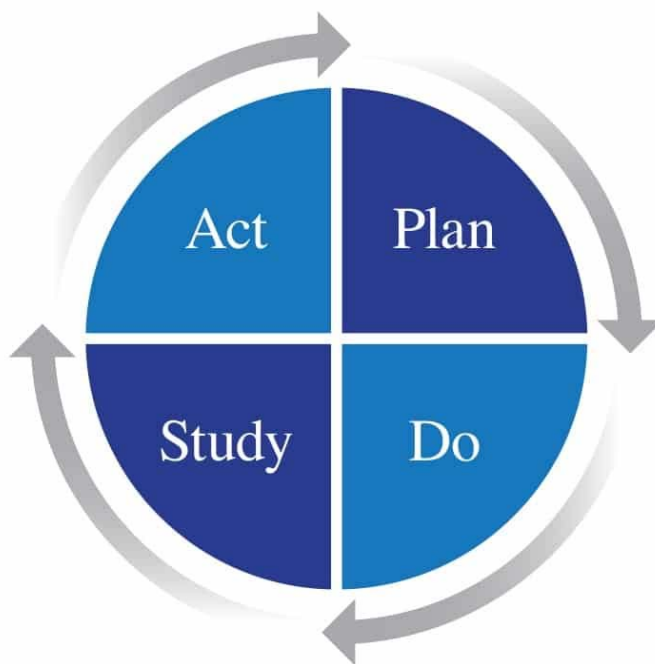
Rezultirajući PDCA ciklus prikazan je na slici 4.4. Četverostupanjski ciklus za rješavanje problema uključuje planiranje (definiciju problema i hipotezu o mogućim uzrocima i rješenjima), izvođenje (implementaciju), provjeru (evaluaciju rezultata) i djelovanje (povratak na plan ako rezultati nisu zadovoljavajući ili standardizaciju ako su rezultati zadovoljavajući). PDCA ciklus naglašava sprječavanje ponavljanja grešaka uspostavljanjem standarda i stalnim prilagođavanjem tih standarda. Čak i prije korištenja PDCA ciklusa, bitno je stabilizirati trenutne standarde. Proces stabilizacije često se naziva SDCA (standardiziraj-izvedi-provjeri-djeluj) ciklus [19].



*Slika 4.4. PDCA ciklus iz 1951. godine*

Do 1960-ih godina PDCA ciklus u Japanu razvio se u ciklus poboljšanja i alat za upravljanje. Izvor [19] navodi da 7 osnovnih alata (kontrolni list, histogrami, Pareto dijagram, dijagram riblje kosti, grafovi, dijagrami raspršenja i stratifikacija) naglašavaju središnje načelo japanske kvalitete. Ovi alati, zajedno s PDCA ciklusom i QC (kontrola kvalitete), postali su temelj za poboljšanje (kaizen) u Japanu.

Godine 1986. i ponovno 1993. godine, Edward Deming je izvršio izmjene na Shewhartovom ciklusu poboljšanja, što je rezultiralo Shewhart-Demingovim kružnim ciklusom: *Plan-Do-Study-Act* (PDSA). Shewhart-Demingov kružni ciklus (slika 4.5.), PDSA, sadrži četiri funkcije upravljanja kvalitetom: funkciju planiranja (*Plan*), funkciju izvršenja (*Do*), funkciju razmatranja (*Study*) i funkciju uvođenja (*Act*).



*Slika 4.5. PDSA ciklus [20]*

Funkcija planiranja počinje od postavljenih zahtjeva za kvalitetu koje treba ispuniti na određenim razinama organizacije i u specifičnim dijelovima organizacijske strukture kako bi se poboljšala kvaliteta. Planiranje poboljšanja kvalitete treba obuhvatiti sve potencijale koji bi mogli doprinijeti poboljšanju kvalitete (ljudski resursi, oprema, dokumentacija...).

Funkcija izvršenja trebala bi, uz primjenu odgovarajućih tehnika, sprovesti prethodno planirano poboljšanje kvalitete.

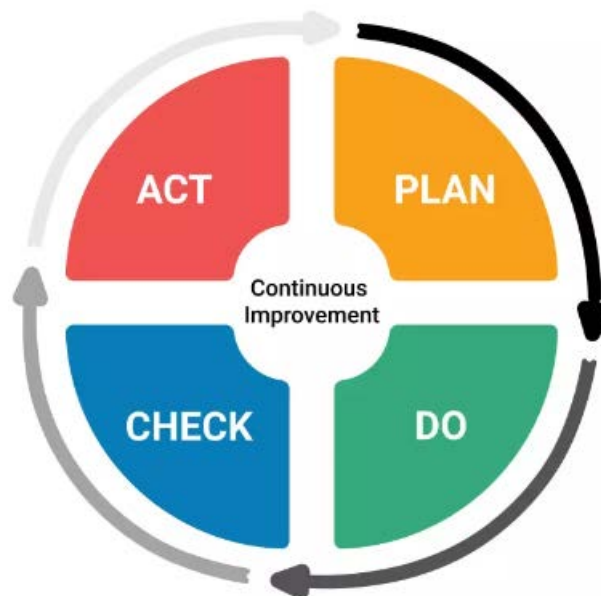
Funkcija razmatranja treba prethodno provedeno poboljšanje kvalitete utvrditi i detaljno analizirati primjenom metoda ulazne, procesne i izlazne kontrole kvalitete.

Funkcija uvođenja ima zadatak, na temelju dobivenih rezultata razmatranja, donijeti potrebne odluke za primjenu poboljšanja kvalitete u procesu upravljanja kvalitetom [19].

## 4.2. PDCA proces poboljšanja

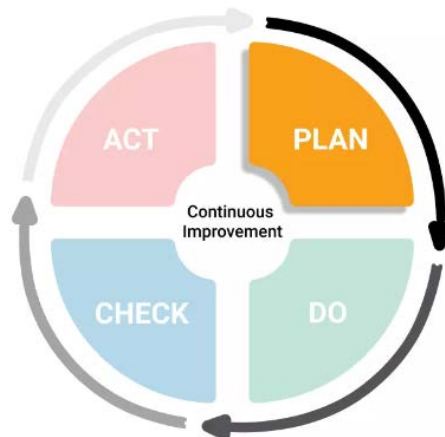
PDCA ciklus (slika 4.6.) sastoji se od 4 faze:

- faza planiranja,
- faza izvršavanja,
- faza provjere te
- faza uvođenja.



*Slika 4.6. PDCA ciklus [21]*

#### 4.2.1. Faza 1 – Planiranje



*Slika 4.7. Faza planiranja u PDCA ciklusu [21]*

U ovoj fazi (slika 4.7.) potrebno je detaljno isplanirati sve korake koje treba poduzeti. Ovisno o opsegu projekta, planiranje može zahtijevati značajnu količinu vremena i resursa tima. Proces se obično sastoji od manjih, preciznih koraka kako bi se izradio plan koji smanjuje rizik od neuspjeha.

Prije prelaska na sljedeću fazu, ključno je odgovoriti na nekoliko osnovnih pitanja:

- Koji problem je potrebno riješiti?
- Koji resursi su potrebni?
- Koji resursi su trenutno dostupni?
- Koje rješenje najbolje odgovara rješavanju problema s dostupnim resursima?
- Koji su kriteriji uspjeha i ciljevi plana?

Moguće je da će tim morati nekoliko puta revidirati plan prije nego što bude spreman za daljnje korake. U takvim situacijama korisno je koristiti tehnike poput Hoshin Kanri Catchballa, koje omogućuju stvaranje i održavanje povratnih petlji kako bi se prikupile sve potrebne informacije prije nego što se nastavi.

#### 4.2.2. Faza 2 – Izvršavanje



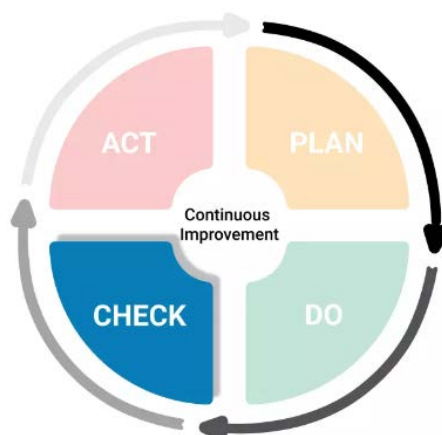
*Slika 4.8. Faza izvršavanja u PDCA ciklusu [21]*

Nakon što se postigne dogovor oko plana, tim prelazi na fazu izvršavanja (slika 4.8.). U ovom koraku provodi se sve što je prethodno planirano.

Važno je imati na umu da se tijekom ove faze mogu pojaviti nepredviđeni problemi. Stoga je u idealnim okolnostima preporučljivo prvo testirati plan u manjem opsegu i pod kontroliranim uvjetima.

Kako bi provedba plana bila što učinkovitija, standardizacija procesa može značajno olakšati rad. Ključno je osigurati da svaki član tima jasno razumije svoje uloge i odgovornosti. Od alata, u ovoj se fazi koriste kontrolne liste, obrasci za prikupljanje podataka, kontrolne karte, dijagrami toka i drugi alati i metode. Provedbu plana kontinuirano prati odgovorna i kompetentna osoba.

### 4.2.3. Faza 3 – Provjera



*Slika 4.9. Faza provjere u PDCA ciklusu [21]*

Cilj ove faze (slika 4.9.) je provjera učinkovitosti provedenih aktivnosti kroz usporedbu planiranih i postignutih rezultata. Također se uspoređuje stanje procesa prije i nakon implementacije korektivnih i/ili preventivnih mjera.

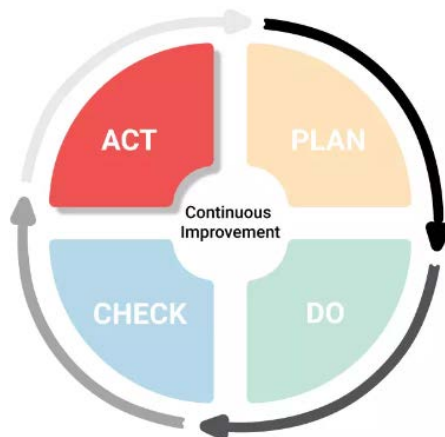
U ovoj fazi koriste se alati poput histograma, stupčastih grafikona, usporednih Pareto dijagrama, kontrolnih karata i drugih metoda.

Iz tih usporedbi mogu proizaći dva moguća ishoda:

- **Planirani rezultati nisu postignuti:** U tom slučaju analiziraju se uzroci neuspjeha. Ako se uzrok neuspjeha nalazi u neadekvatnoj provedbi plana, proces se vraća na fazu izvršavanja (DO). Ako uzroci nisu vezani za pogrešnu provedbu, potrebno je vratiti se na fazu planiranja (PLAN).
- **Planirani rezultati su postignuti:** Ako su rezultati jednaki ili bolji od ciljeva postavljenih u fazi planiranja, potrebno je provjeriti da nisu prisutni određeni negativni efekti.



#### 4.2.4. Faza 4 – Uvođenje



*Slika 4.10. Faza uvođenja u PDCA ciklusu [21]*

Nakon što se prepozna učinkovitost rješenja, u ovoj se fazi rješenja implementiraju kao dio poslovnog procesa.

Kako bi se kontinuirano postizali bolji i standardiziraniji rezultati, korisno je obratiti pažnju na sljedeća pitanja:

- Koji su resursi potrebni za uspješnu implementaciju rješenja?
- Je li potrebno osposobljavanje za implementaciju razvijenih rješenja?
- Koje druge prilike se mogu maksimalno iskoristiti?
- Postoji li mogućnost preciznijeg mjerenja rezultata?

## **5. PRIMJENA DIGITALNIH ALATA U RAZLIČITIM FAZAMA PROJEKTIRANJA PROIZVODNIH SUSTAVA**

Razvoj proizvodnih sustava danas zahtijeva primjenu naprednih tehnologija i alata koji omogućuju brže, preciznije i učinkovitije projektiranje, što je ključno za održavanje konkurentnosti na tržištu. Digitalni alati igraju važnu ulogu u svim fazama projektiranja, od konceptualizacije, preko simulacije i optimizacije, do implementacije sustava u stvarnom okruženju.

Ovaj dio rada bavi se analizom primjene digitalnih alata u ključnim fazama razvoja proizvodnog sustava. Prikazano je kako platforme računalnih programa, alata za simulaciju i modeliranje, kao i sustavi za upravljanje podacima mogu unaprijediti svaki korak u projektiranju. Cilj je pokazati kako integracija digitalnih alata u proces projektiranja ne samo da smanjuje mogućnost pogrešaka, već i omogućuje bolje donošenje odluka temeljenih na realnim podacima i simuliranim scenarijima, čime se postiže veća efikasnost i fleksibilnost proizvodnih sustava.

Projektiranje proizvodnih sustava obuhvaća nekoliko ključnih faza koje omogućuju planiranje, razvoj i implementaciju učinkovitog sustava. Te faze su sljedeće:

1. Analiza zahtjeva
2. Konceptualno projektiranje
3. Detaljno projektiranje
4. Simulacija i optimizacija
5. Implementacija i instalacija

### **5.1. Digitalni alati za fazu 1 – Analiza zahtjeva**

Analiza zahtjeva predstavlja početni korak u procesu projektiranja proizvodnih sustava i ima ključnu ulogu u postavljanju temelja za uspješan razvoj. Ova faza uključuje razumijevanje i prikupljanje svih relevantnih informacija koje definiraju potrebe i očekivanja sustava. Cilj je jasno definirati funkcionalne, tehničke, operativne i ekonomske zahtjeve koji će usmjeravati dizajn i razvoj sustava. Detaljan opis ove faze može se podijeliti u nekoliko koraka:

1. Identifikacija ciljeva i opsega sustava
2. Prikupljanje zahtjeva od ključnih dionika
3. Analiza tehničkih zahtjeva
4. Analiza kapaciteta i resursa

5. Definiranje performansi i ključnih pokazatelja uspjeha (KPI)
6. Razmatranje zakonskih i normativnih zahtjeva
7. Izrada dokumentacije zahtjeva (*Requirements Specification Document*)
8. Identifikacija rizika

U tablici 5.1. prikazani su digitalni alati za analizu zahtjeva.

*Tablica 5.1. Digitalni alati za analizu zahtjeva*

DIGITALNI ALAT	PRIMJERI	OPIS	PRIMJENA
PLM ( <i>Product Lifecycle Management</i> ) sustavi	<i>Siemens Teamcenter, Dassault Systèmes ENOVIA, PTC Windchill</i>	PLM sustavi koriste se za upravljanje podacima o proizvodu tijekom cijelog njegovog životnog ciklusa, uključujući prikupljanje i obradu zahtjeva. Ovi alati omogućuju koordinaciju i kolaboraciju između inženjerskih, proizvodnih, i menadžerskih timova. Oni integriraju podatke vezane uz dizajn, tehničke specifikacije i zahtjeve korisnika.	Tijekom analize zahtjeva, PLM sustavi omogućuju centralizirano prikupljanje, pohranu i praćenje svih zahtjeva, olakšavajući kolaboraciju između različitih timova i sprječavajući gubitak informacija.
<i>Requirements Management</i> alati	<i>IBM Engineering Requirements Management DOORS, Jama Connect</i>	Ovi alati pomažu u dokumentiranju, praćenju, analiziranju i upravljanju zahtjevima kroz cijeli	U fazi analize zahtjeva, ovi alati pomažu u evidentiranju svih prikupljenih zahtjeva,

		projekt. Omogućuju strukturirano prikupljanje zahtjeva od različitih dionika i njihovo usklađivanje s poslovnim ciljevima.	praćenju promjena i osiguravanju da su svi zahtjevi usklađeni s ciljevima projekta.
CAD ( <i>Computer-Aided Design</i> ) alati za konceptualno modeliranje	<i>AutoCAD, SolidWorks, CATIA</i>	Iako se CAD alati obično koriste u fazama dizajna, već u fazi analize zahtjeva mogu biti korisni za stvaranje ranih konceptualnih modela i vizualizaciju prostora ili opreme. Time se omogućuje bolja komunikacija i razumijevanje između tima i dionika.	Koriste se za brzo izradu preliminarnih nacrti i modela, kako bi se vizualno prikazali osnovni zahtjevi i mogućnosti dizajna sustava.
Simulacijski alati za analizu kapaciteta i performansi	<i>Simul8, Arena, AnyLogic</i>	Ovi alati omogućuju simulaciju rada budućeg sustava na temelju predviđenih zahtjeva. Pomoću simulacija, tim može testirati različite scenarije proizvodnje, identificirati potencijalna uska grla te provjeriti je li	Koriste se za procjenu mogućnosti proizvodnog sustava na temelju prikupljenih zahtjeva o kapacitetima i resursima te za simulaciju različitih opcija i optimizaciju planiranja resursa.

		kapacitet u skladu s očekivanjima.	
ERP ( <i>Enterprise Resource Planning</i> ) sustavi	SAP, Oracle ERP Cloud, Microsoft Dynamics 365	ERP sustavi pomažu u prikupljanju podataka o postojećim resursima (materijalima, opremi, ljudskim resursima) i njihovom planiranju u skladu s novim zahtjevima. Ovi alati omogućuju timovima da imaju uvid u trenutne kapacitete i definiraju realne zahtjeve za novi proizvodni sustav.	U fazi analize zahtjeva, ERP sustavi pomažu u analizi resursa koji su potrebni za ispunjavanje novih zahtjeva, kao i u procjeni troškova i vremena potrebnog za provedbu novih planova.
<i>Stakeholder Collaboration</i> alati (kolaboracijski alati)	Microsoft Teams, Slack, Asana, JIRA	Ovi alati olakšavaju komunikaciju i suradnju između dionika u procesu prikupljanja i analize zahtjeva. Oni omogućuju strukturiranu komunikaciju, dijeljenje dokumenata, praćenje napretka i evidentiranje odluka.	Koriste se za koordinaciju timova i dionika tijekom faze analize zahtjeva, omogućujući učinkovito prikupljanje povratnih informacija, razmjenu ideja i brže donošenje odluka.
<i>Big Data</i> alati za analizu podataka	Apache Hadoop, Splunk, Google BigQuery	Ako projekt uključuje analizu velikih količina podataka o	Ovi alati pomažu u analizi povijesnih podataka o

		prošlim proizvodnim procesima, big data alati omogućuju obradu tih podataka kako bi se identificirali obrasci i ključni pokazatelji koji će utjecati na zahtjeve za novi sustav.	performansama proizvodnje, što omogućuje bolju procjenu zahtjeva za novi proizvodni sustav, posebno u vezi s kapacitetom, učinkovitosti i uskim grlima.
--	--	--	---

Ovi digitalni alati olakšavaju fazu analize zahtjeva omogućujući precizno prikupljanje, dokumentiranje, analizu i vizualizaciju svih potrebnih informacija. Njihova upotreba osigurava da su zahtjevi svih dionika jasno definirani i da proizvodni sustav koji će se razvijati odgovara svim potrebama i ciljevima.

## 5.2. Digitalni alati za fazu 2 – Konceptualno projektiranje

U fazi konceptualnog projektiranja proizvodnih sustava, digitalni alati igraju značajnu ulogu u razvijanju i vizualizaciji početnih ideja, modeliranju opcija i optimizaciji različitih scenarija prije nego što se prijeđe na detaljan dizajn. Ova faza uključuje definiranje osnovne strukture i funkcionalnosti sustava, odabir tehnologija te određivanje rasporeda opreme i resursa.

U tablici 5.2. prikazani su digitalni alati za konceptualno projektiranje.

Tablica 5.2. Digitalni alati za konceptualno projektiranje

DIGITALNI ALAT	PRIMJERI ALATA	OPIS	PRIMJENA
CAD ( <i>Computer-Aided Design</i> ) računalni programi	<i>AutoCAD, SolidWorks, CATIA</i>	CAD računalni programi omogućuju stvaranje trodimenzionalnih (3D) modela konceptualnih dizajna proizvodnih sustava. Oni pružaju uvid u raspored opreme, strojeva i radnih stanica unutar proizvodnog pogona.	CAD alati omogućuju kreiranje konceptualnih modela tvornice i proizvodnih linija, olakšavajući razumijevanje rasporeda i dimenzija, kao i provjeru mogućih problema s prostorom ili funkcionalnošću sustava.
Alati za digitalne tvornice i simulacije	<i>Siemens Tecnomatix, Dassault Systèmes DELMIA, Autodesk Factory Design</i>	Ovi alati omogućuju stvaranje virtualnih modela tvornice i simulaciju tokova proizvodnje. Alati za digitalne tvornice pomažu u vizualizaciji cijelog proizvodnog sustava, omogućujući testiranje različitih scenarija i optimizaciju rasporeda opreme prije fizičke implementacije.	Koriste se za planiranje rasporeda opreme, radnih stanica i materijalnih tokova, omogućujući rano prepoznavanje uskih grla i optimizaciju protoka materijala kroz sustav.
BIM ( <i>Building Information</i> )	<i>Autodesk Revit, Graphisoft</i>	BIM alati se koriste za stvaranje trodimenzionalnih	Koriste se za planiranje i projektiranje zgrada i

<p><i>Modeling</i>) računalni programi</p>	<p><i>ArchiCAD, Bentley Systems</i></p>	<p>modela građevinskih i infrastrukturnih dijelova proizvodnog sustava, uključujući zgrade, instalacije i opremu. Oni pružaju detaljan uvid u građevinske aspekte i infrastrukturu potrebnu za proizvodni sustav.</p>	<p>prostorijska u kojima će se nalaziti proizvodna oprema. Omogućuju preciznu integraciju proizvodnog sustava unutar fizičke infrastrukture.</p>
<p>PDM (<i>Product Data Management</i>) sustavi</p>	<p><i>SolidWorks PDM, Autodesk Vault</i></p>	<p>PDM alati omogućuju upravljanje podacima o proizvodu i projektu, uključujući sve tehničke crteže, specifikacije i informacije o verzijama. Pružaju centraliziranu bazu podataka koja se koristi za koordinaciju timova.</p>	<p>Ovi alati pomažu u upravljanju podacima o proizvodnom sustavu tijekom konceptualnog projektiranja, osiguravajući konzistentnost i točnost informacija između različitih faza projekta.</p>
<p>Simulacijski računalni programi za tokove materijala i procesa</p>	<p><i>Simio, Plant Simulation, AnyLogic</i></p>	<p>Ovi alati omogućuju simulaciju različitih scenarija proizvodnje kako bi se procijenio protok materijala, radni ciklusi i performanse sustava. Simulacijski alati pomažu u evaluaciji opcija prije nego što</p>	<p>Koriste se za testiranje različitih koncepata proizvodnog sustava i za procjenu performansi u uvjetima poput različitih radnih opterećenja, promjena u potražnji</p>



		se donesu konačne odluke o rasporedu i kapacitetima	ili nepredviđenih zastoja.
Računalni programi za optimizaciju rasporeda	<i>FactoryCAD, Autodesk Factory Design Suite</i>	Ovi alati omogućuju detaljno planiranje i optimizaciju rasporeda opreme i prostora unutar tvornice. Integriraju podatke o tokovima materijala, operacijama i opremi kako bi osigurali optimalni raspored radnih stanica i transportnih sustava.	Koriste se za optimizaciju korištenja prostora i resursa unutar proizvodnog sustava, čime se minimizira vrijeme kretanja materijala i radnika, te poboljšava učinkovitost procesa.
ERP ( <i>Enterprise Resource Planning</i> ) sustavi	SAP ERP, <i>Oracle ERP Cloud</i>	ERP sustavi se koriste za planiranje resursa i u fazi konceptualnog dizajna. Oni omogućuju analizu potrebnih resursa za različite proizvodne scenarije, uključujući materijale, ljudske resurse, vrijeme i financijske troškove.	ERP sustavi pomažu u simuliranju financijskih i resursnih aspekata različitih proizvodnih scenarija kako bi se odabrao optimalan konceptualni dizajn.
AR/VR ( <i>Augmented Reality/Virtual Reality</i> ) alati	<i>PTC Vuforia, Microsoft HoloLens, Unity Reflect</i>	Alati proširene i virtualne stvarnosti omogućuju korisnicima da interaktivno pregledaju i testiraju	Koriste se za pregled i validaciju dizajna u 3D virtualnom okruženju, što omogućuje bolje razumijevanje

		konceptualne dizajne proizvodnih sustava u virtualnom okruženju. Omogućuju vizualizaciju prostora i opreme te olakšavaju donošenje odluka na temelju realističnih prikaza.	rasporeda opreme i identifikaciju problema prije nego što se sustav fizički izgradi.
--	--	--	--

U fazi konceptualnog projektiranja proizvodnih sustava, digitalni alati omogućuju vizualizaciju, simulaciju i analizu različitih scenarija prije nego što se donesu konačne odluke. Ovi alati pomažu u optimizaciji rasporeda, resursa i tokova materijala, smanjujući rizike i osiguravajući učinkovitost sustava u kasnijim fazama implementacije.

Ključni rezultati ove faze projektiranja su:

- Preliminarni dizajn sustava: Definiira osnovnu strukturu proizvodnog sustava, uključujući raspored opreme, tokove materijala, i glavne procese.
- Odabir tehnologije: Odluke o opremi, računalnom programu i metodama proizvodnje koje će se koristiti.
- Simulacije i analize: Procjene učinkovitosti dizajna putem simulacijskih alata.
- Procjena troškova: Preliminarna analiza troškova ulaganja i operativnih troškova.
- Dokumentacija: Izvještaji i dokumenti koji služe kao osnova za daljnje faze razvoja i implementacije.

### 5.3. Digitalni alati za fazu 3 – Detaljno projektiranje

U fazi detaljnog projektiranja proizvodnih sustava, digitalni alati postaju još precizniji za definiranje svih komponenti sustava, uključujući tehničke crteže, specifikacije opreme i alata, kao i operativne parametre. Cilj ove faze je prelazak s konceptualnih ideja na konkretne tehničke specifikacije koje omogućuju provedbu projekta. Faza detaljnog projektiranja također uključuje

planiranje automatizacije, programiranje strojeva i sustava te simulacije stvarnih operativnih uvjeta.

U tablici 5.3. prikazani su digitalni alati za detaljno projektiranje.

Tablica 5.3. Digitalni alati za konceptualno projektiranje

DIGITALNI ALAT	PRIMJERI ALATA	OPIS	PRIMJENA
CAD ( <i>Computer-Aided Design</i> ) računalni programi	AutoCAD, SolidWorks, <i>CATIA</i>	U fazi detaljnog projektiranja, CAD računalni programi se koriste za izradu preciznih tehničkih crteža svih elemenata proizvodnog sustava. Ovi alati omogućuju modeliranje opreme, linija, radnih stanica i svih komponenti, s točno definiranim dimenzijama i tolerancijama.	Koriste se za izradu detaljnih tehničkih crteža i 3D modela opreme, rasporeda proizvodnih linija, te specifikacija za alate i strojeve koji će se koristiti u proizvodnom sustavu.
CAM ( <i>Computer-Aided Manufacturing</i> ) računalni programi	<i>Mastercam</i> , <i>Fusion</i> 360, NX CAM	CAM alati se koriste za generiranje programa za upravljanje CNC strojevima i alatima na temelju CAD modela. Omogućuju pretvaranje tehničkih crteža u kod koji strojevi mogu izvršavati za proizvodnju dijelova.	Koriste se za izradu CNC koda i programa za strojeve koji će se koristiti u proizvodnji, omogućujući preciznu proizvodnju komponenata na temelju CAD dizajna.
CAE ( <i>Computer-Aided Engineering</i> ) računalni programi	<i>Ansys</i> , <i>Siemens NX</i> <i>Nastran</i> , <i>COMSOL</i> <i>Multiphysics</i>	CAE alati omogućuju inženjerima provođenje simulacija i analiza izvedbe dizajna prije	Koriste se za analizu dizajna opreme i komponenti kako bi se osiguralo da će

		implementacije. To uključuje simulacije strukturalnih opterećenja, toplinske analize, dinamičkih reakcija i drugih fizičkih parametara.	izdržati očekivane radne uvjete. Ovi alati pomažu u smanjenju rizika od kvarova i optimizaciji dizajna.
PDM ( <i>Product Data Management</i> ) sustavi	<i>Siemens Teamcenter, Autodesk Vault, SolidWorks PDM</i>	PDM sustavi omogućuju upravljanje svim podacima o proizvodu, uključujući tehničke crteže, specifikacije i verzije dizajna. Centraliziraju sve informacije potrebne za implementaciju sustava te omogućuju suradnju između timova.	PDM sustavi se koriste za pohranu i upravljanje svim relevantnim podacima vezanim za proizvodne sustave, olakšavajući pristup i ažuriranje informacija od strane različitih odjela unutar organizacije.
PLC ( <i>Programmable Logic Controller</i> ) programiranje	<i>Siemens TIA Portal, Rockwell Studio 5000, Schneider EcoStruxure Control Expert</i>	Ovi alati se koriste za programiranje PLC-ova, koji kontroliraju rad strojeva i proizvodnih linija. U ovoj fazi detaljno se programiraju funkcije, kontrola i sekvence rada opreme.	Koriste se za razvoj i implementaciju kontrolnih programa za strojeve i proizvodne linije, uključujući automatizirane procese, kontrolu pokreta i sekvenciranje operacija.
MES ( <i>Manufacturing Execution Systems</i> )	<i>Siemens Opcenter, Rockwell FactoryTalk, Dassault DELMIA</i>	MES alati povezuju detaljno projektiranje s proizvodnim operacijama. Oni omogućuju praćenje i kontrolu proizvodnog	Koriste se za integraciju detaljnog dizajna s proizvodnim operacijama,

		sustava u stvarnom vremenu te osiguravaju provedbu proizvodnih planova prema specifikacijama dizajna.	omogućujući praćenje proizvodnje u stvarnom vremenu te kontrolu izvedbe prema dizajnu.
Simulacijski alati za testiranje dizajna i optimizaciju	<i>Simul8, FlexSim, AnyLogic</i>	Simulacijski alati omogućuju testiranje rada proizvodnih sustava prije fizičke implementacije. Ovi alati simuliraju stvarne radne uvjete, omogućujući optimizaciju procesa, rasporeda opreme i radnih stanica.	Koriste se za provjeru performansi dizajna sustava u simuliranom okruženju, identifikaciju mogućih problema i optimizaciju procesa prije stvarne implementacije.
ERP ( <i>Enterprise Resource Planning</i> ) sustavi	<i>SAP ERP, Oracle ERP Cloud, Microsoft Dynamics 365</i>	ERP sustavi omogućuju detaljno planiranje resursa, materijala, troškova i vremena u skladu s tehničkim specifikacijama iz faze detaljnog dizajna. Oni integriraju sve aspekte proizvodnje kako bi osigurali glatku provedbu plana.	Koriste se za upravljanje svim potrebnim resursima, uključujući materijale, ljudske resurse i financije, na temelju detaljnog dizajna i zahtjeva sustava.
AR/VR ( <i>Augmented Reality/Virtual Reality</i> ) alati	<i>PTC Vuforia, Microsoft HoloLens, Unity Reflect</i>	AR i VR alati omogućuju vizualizaciju detaljno dizajniranih proizvodnih sustava u virtualnom okruženju. Ovi alati pomažu inženjerima i dizajnerima da vide kako će sustav funkcionirati	Koriste se za pregled i validaciju detaljnih tehničkih dizajna u virtualnom okruženju, kako bi se osiguralo da sustav ispunjava sve tehničke zahtjeve i da

		prije fizičke implementacije, omogućujući brže donošenje odluka.	su svi dijelovi ispravno integrirani.
<i>Collaborative Design Platforms</i>	<i>Autodesk BIM 360, Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE, Siemens Opcenter</i>	Ove platforme omogućuju suradnju između inženjera, dizajnera, menadžera i drugih članova tima u realnom vremenu. Alati za suradnju olakšavaju koordinaciju svih aspekata detaljnog projektiranja.	Koriste se za osiguravanje kontinuirane suradnje između timova, čime se omogućuje brže donošenje odluka i sinkronizacija između različitih odjela unutar projekta.

U fazi detaljnog projektiranja proizvodnih sustava, digitalni alati omogućuju preciznu izradu tehničkih specifikacija, analizu izvedivosti i optimizaciju dizajna. Ovi alati osiguravaju da sve komponente sustava budu točno definirane i pripremljene za implementaciju te omogućuju testiranje i simulaciju operativnih uvjeta prije nego što se sustav fizički implementira.

#### **5.4. Digitalni alati za fazu 4 – Simulacija i optimizacija**

Faza simulacije i optimizacije proizvodnih sustava je ključna jer omogućuje testiranje dizajna i procesa u virtualnom okruženju prije njihove fizičke implementacije. Cilj ove faze je osigurati da su svi elementi sustava optimizirani za maksimalnu učinkovitost, minimalne troškove, te da sustav može pouzdano funkcionirati pod različitim uvjetima rada. Ova faza koristi napredne digitalne alate za simulaciju, analizu podataka i optimizaciju, što omogućuje inženjerima da predvide performanse sustava i unaprijede dizajn prije stvarne proizvodnje.

U tablici 5.4. prikazani su digitalni alati za simulaciju i optimiziranje.

Tablica 5.4. Digitalni alati za simulaciju i optimiziranje

DIGITALNI ALAT	PRIMJERI ALATA	OPIS	PRIMJENA
Alati za simulaciju tokova materijala i procesa	<i>FlexSim, Simul8, Arena, Plant Simulation, Simio</i>	Ovi alati omogućuju simulaciju tokova materijala kroz proizvodni sustav. Inženjeri mogu testirati različite scenarije, uključujući promjene u kapacitetu, rasporedu radnih stanica, te opterećenju sustava.	Simulacijski alati omogućuju modeliranje i testiranje cijelog proizvodnog procesa, identificiranje uskih grla, procjenu performansi u stvarnim uvjetima rada i predviđanje mogućih problema prije nego što sustav uđe u stvarnu proizvodnju.
Alati za simulaciju diskretnih događaja (DES - <i>Discrete Event Simulation</i> )	<i>AnyLogic, Simio, Technomatrix Plant Simulation, WITNESS</i>	DES računalni programi omogućuju simulaciju proizvodnih sustava gdje se događaji odvijaju u diskretnim vremenskim intervalima, poput dolaska materijala, zastoja strojeva ili radnih ciklusa.	Koriste se za simulaciju složenih proizvodnih sustava i testiranje kako će se različiti događaji, poput kvarova opreme ili promjena u potražnji, odraziti na performanse cijelog sustava.
<i>Optimization software</i> (Računalni programi za optimizaciju)	GAMS, LINDO, IBM CPLEX	Ovi alati koriste matematičke modele za optimizaciju različitih aspekata proizvodnih sustava, uključujući raspored radnih zadataka,	Računalni programi za optimizaciju koriste se za traženje najboljih rješenja u smislu troškova, vremena i resursa, uzimajući u obzir

		<p>raspodjelu resursa i minimizaciju troškova. Oni koriste metode kao što su linearno programiranje, nelinearno programiranje i evolucijski algoritmi.</p>	<p>ograničenja i varijable unutar proizvodnog sustava.</p>
<p>Simulacija dinamičkih sustava</p>	<p><i>MATLAB/Simulink, MapleSim, Dymola</i></p>	<p>Ovi alati omogućuju simulaciju dinamičkih sustava, uključujući sustave s neprekinutim tokovima (kao što su tekućine ili energija) i kontrolne sustave. Koriste se za modeliranje i simulaciju složenih interakcija unutar sustava.</p>	<p>Dinamičke simulacije koriste se za procjenu i optimizaciju sustava koji uključuju stalne promjene u parametrima, poput toplinskih procesa, mehaničkih sistema ili složenih kontrolnih sustava u proizvodnji.</p>
<p><i>Digital Twin</i> tehnologija (Digitalni blizanci)</p>	<p><i>Siemens Digital Twin, GE Predix, Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE, Simio</i></p>	<p>Digitalni bliznac je virtualna replika stvarnog proizvodnog sustava koja omogućuje simulaciju njegovih operacija u stvarnom vremenu. Prikuplja podatke iz senzora u stvarnoj proizvodnji i omogućuje simulaciju različitih scenarija na</p>	<p>Digitalni blizanci omogućuju praćenje performansi u stvarnom vremenu i omogućuju optimizaciju procesa pomoću podataka iz stvarnog sustava, što olakšava donošenje odluka u stvarnim proizvodnim uvjetima.</p>



		temelju stvarnih podataka.	
SCADA ( <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> ) sustavi	<i>Ignition, Wonderware, WinCC</i>	SCADA sustavi koriste se za nadzor i prikupljanje podataka o stvarnim radnim uvjetima u proizvodnim sustavima. Oni omogućuju praćenje i kontrolu svih dijelova sustava te omogućuju simulaciju i analizu stvarnih performansi.	Koriste se za simulaciju i optimizaciju kontrolnih sustava u stvarnom vremenu, kao i za nadzor rada opreme i proizvodnih linija kako bi se osiguralo da performanse sustava ostaju optimalne.
<i>Big Data</i> analitika i <i>Machine Learning</i> alati	<i>Apache Hadoop, TensorFlow, Microsoft Azure ML Studio</i>	<i>Big Data</i> i <i>Machine Learning</i> alati koriste se za analizu velikih količina podataka prikupljenih iz proizvodnih sustava. Ovi alati omogućuju prediktivnu analitiku i automatsku optimizaciju proizvodnih procesa.	Koriste se za identifikaciju uzoraka u podacima i predviđanje budućih problema ili prilika za optimizaciju sustava, kao što su predviđanja kvarova strojeva ili optimizacija zaliha materijala na temelju povijesnih podataka.
ERP sustavi s modulima za optimizaciju	<i>SAP ERP, Oracle ERP Cloud, Microsoft Dynamics 365</i>	ERP sustavi često uključuju module za optimizaciju proizvodnih procesa. Ovi moduli omogućuju optimizaciju zaliha, rasporeda	Koriste se za optimizaciju proizvodnih resursa i planiranje u stvarnom vremenu, omogućujući proizvodnim sustavima da ostanu

		proizvodnje i kapaciteta resursa.	fleksibilni i prilagodljivi promjenama u potražnji ili uvjetima proizvodnje.
Simulacija ergonomske i ljudskih faktora	<i>Jack (Siemens Tecnomatix), AnyBody Modeling System</i>	Ovi alati omogućuju simulaciju interakcije između radnika i proizvodnih sustava, analizirajući ergonomiju radnih stanica i fizičke napore radnika.	Koriste se za optimizaciju radnih uvjeta i dizajn radnih stanica kako bi se smanjio rizik od ozljeda i poboljšala produktivnost radnika.

U fazi simulacije i optimizacije proizvodnih sustava, digitalni alati omogućuju testiranje performansi sustava u virtualnom okruženju, simulaciju različitih scenarija rada i optimizaciju resursa prije nego što se sustav implementira. Korištenje ovih alata omogućuje smanjenje rizika, optimizaciju učinkovitosti i troškova, te povećanje pouzdanosti proizvodnih sustava u stvarnim uvjetima rada.

### 5.5. Digitalni alati za fazu 5 – Implementacija i instalacija

Faza implementacije i instalacije proizvodnog sustava uključuje prijenos dizajna i planova u stvarni svijet, odnosno instalaciju opreme, integraciju rješenja računalnih programa, te pokretanje i puštanje u rad proizvodnog sustava. Cilj je osigurati da sve komponente sustava funkcioniraju prema specifikacijama, da su svi resursi pravilno instalirani, te da se sustav može nesmetano koristiti. Digitalni alati igraju ključnu ulogu u nadzoru, praćenju, te upravljanju tijekom implementacije kako bi se osiguralo da instalacija bude uspješna, sigurna i u skladu s planovima.

U tablici 5.5. prikazani su digitalni alati za implementaciju i instalaciju.

Tablica 5.5. Digitalni alati za implementaciju i instalaciju

DIGITALNI ALAT	PRIMJER ALATA	OPIS	PRIMJENA
ERP sustavi ( <i>Enterprise Resource Planning</i> )	<i>SAP ERP, Oracle ERP Cloud, Microsoft Dynamics 365</i>	ERP sustavi se koriste za koordinaciju i upravljanje svim resursima tijekom implementacije, uključujući ljudske resurse, opremu, zalihe materijala i financije. Oni omogućuju praćenje napretka instalacije i osiguravaju da sve ide prema planu.	ERP sustavi pomažu u organizaciji logistike, praćenju statusa implementacije, te nadzoru troškova i vremena potrebnog za implementaciju.
SCADA ( <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> ) sustavi	<i>Ignition, Wonderware, WinCC</i>	SCADA sustavi koriste se za nadzor i prikupljanje podataka iz proizvodnih pogona tijekom instalacije. Omogućuju praćenje statusa opreme u stvarnom vremenu, pružajući podatke o tome kako sustav funkcionira u stvarnim uvjetima.	SCADA sustavi pomažu u nadzoru rada strojeva i opreme prilikom instalacije, omogućujući brzo otkrivanje i rješavanje problema.
PLC ( <i>Programmable Logic Controller</i> ) računalni program za instalaciju i puštanje u rad	<i>Siemens TIA Portal, Rockwell Studio 5000, Schneider EcoStruxure Control Expert</i>	Računalni programi za programiranje i konfiguraciju PLC-a koriste se za programiranje	PLC računalni programi omogućuju instalaciju i konfiguraciju kontrolnih sustava, provjeru ispravnosti

		<p>kontrolnih sistema, sekvenci rada strojeva, te za automatizaciju proizvodnog procesa. U fazi instalacije, ovi alati se koriste za instalaciju kontrolnih programa i njihovo testiranje.</p>	<p>programskih kodova, te testiranje rada strojeva u stvarnim uvjetima.</p>
<p>MES (<i>Manufacturing Execution Systems</i>) za nadzor implementacije</p>	<p><i>Siemens Opcenter, Rockwell FactoryTalk, Dassault DELMIA</i></p>	<p>MES sustavi omogućuju praćenje i upravljanje proizvodnim operacijama u stvarnom vremenu, osiguravajući da je sustav ispravno instaliran i da svi procesi teku prema planu. Oni povezuju podatke iz ERP i SCADA sustava kako bi omogućili praćenje performansi.</p>	<p>Koriste se za nadzor i upravljanje instalacijom proizvodnog sustava te osiguravaju praćenje učinkovitosti i koordinaciju između različitih dijelova sustava.</p>
<p><i>Digital Twin</i> tehnologija (Digitalni blizanci)</p>	<p><i>Simio, Siemens Digital Twin, GE Predix, Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE</i></p>	<p>Digitalni blizanci omogućuju stvaranje virtualnih replika fizičkih sustava u stvarnom vremenu, koristeći podatke iz senzora tijekom implementacije. Ovi alati pomažu u</p>	<p>Digitalni blizanci se koriste za praćenje instalacije sustava u stvarnom vremenu, simuliranje performansi i predviđanje potencijalnih problema prije</p>

		nadzoru instalacije, omogućujući praćenje svih dijelova sustava i simulaciju njihovih performansi.	stvarnog pokretanja sustava.
Alati za upravljanje projektima	<i>Microsoft Project, Asana, JIRA</i>	Alati za upravljanje projektima pomažu u praćenju napretka instalacije, organizaciji timova i rasporedu zadataka. Omogućuju koordinaciju između inženjerskih, operativnih i menadžerskih timova te osiguravaju da svi zadaci budu izvršeni prema planu.	Koriste se za planiranje i praćenje svih koraka implementacije, osiguravajući da su svi rokovi ispoštovani i da su resursi pravilno iskorišteni.
BIM ( <i>Building Information Modeling</i> ) računalni programi za instalaciju infrastrukture	<i>Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Bentley Systems</i>	BIM računalni programi omogućuju detaljno planiranje i instalaciju infrastrukturnih elemenata, kao što su zgrade, instalacije i postrojenja. Koriste se za koordinaciju građevinskih i infrastrukturnih radova tijekom implementacije proizvodnog sustava.	BIM računalni programi pomažu u osiguravanju pravilne instalacije infrastrukture, kao što su elektroinstalacije, cjevovodi, te raspored prostorija za optimalno postavljanje proizvodnih linija.

<p><i>Augmented Reality (AR) i Virtual Reality (VR) alati</i></p>	<p><i>PTC Vuforia, Microsoft HoloLens, Unity Reflect</i></p>	<p>R i VR alati omogućuju inženjerima da vizualiziraju procese instalacije u stvarnom vremenu kroz virtualne prikaze. Oni pomažu u identificiranju problema tijekom instalacije i pružaju upute kroz proširenu stvarnost za brže rješavanje problema.</p>	<p>Koriste se za obuku operatera i inženjera tijekom instalacije, omogućujući im da u stvarnom vremenu vide virtualne prikaze sustava i prate upute za instalaciju kroz AR/VR tehnologiju.</p>
<p><i>IoT (Internet of Things) platforme</i></p>	<p><i>PTC ThingWorx, Siemens MindSphere, Amazon AWS IoT</i></p>	<p>IoT platforme koriste se za povezivanje senzora i uređaja u proizvodnom sustavu tijekom instalacije. Omogućuju prikupljanje podataka u stvarnom vremenu o performansama strojeva, što pomaže u otkrivanju potencijalnih problema tijekom instalacije.</p>	<p>IoT platforme koriste se za nadzor opreme i praćenje podataka tijekom instalacije kako bi se osiguralo da sve komponente sustava rade ispravno.</p>
<p><i>Collaborative Implementation Platforms</i></p>	<p><i>Siemens Opcenter, Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE, Autodesk BIM 360</i></p>	<p>Ove platforme omogućuju timovima iz različitih sektora (inženjerski, instalacijski, operativni) da</p>	<p>Koriste se za koordinaciju svih timova tijekom instalacije, omogućujući transparentnu</p>

		<p>suraduju na implementaciji i instalaciji sustava. Povezuju različite podatke i alate računalnih programa kako bi se osigurala integracija svih dijelova sustava.</p>	<p>komunikaciju i praćenje napretka u stvarnom vremenu.</p>
--	--	---	---

U fazi implementacije i instalacije proizvodnog sustava, digitalni alati omogućuju precizno upravljanje svim aspektima instalacije, nadzor rada sustava u stvarnom vremenu, te brže rješavanje problema. Alati kao što su SCADA, PLC računalni programi, IoT platforme i ERP sustavi osiguravaju da instalacija bude učinkovita, sigurna i u skladu s planiranim rokovima. Korištenje ovih alata omogućuje glatku integraciju proizvodnih sustava te osigurava optimizirane performanse od samog početka proizvodnog procesa.

## 6. PRIMJER PRIMJENE DIGITALNIH ALATA NA ZADANI PROIZVODNI SUSTAV

U ovom poglavlju prikazan je primjer primjene digitalnih alata na zadani proizvodni sustav s ciljem određivanja proizvodnosti i uskog grla, kao i optimizacije i unaprjeđenja procesa. Kao alat koji omogućuje simulaciju i analizu proizvodnih sustava odabran je računalni program *Simio*.

Računalni program *Simio* se koristi u širokom spektru industrija, uključujući proizvodnju, logistiku, zdravstvo i uslužne sektore. U proizvodnji, *Simio* omogućava optimizaciju proizvodnih procesa, analizu toka materijala i balansiranje proizvodnih linija. Kroz simulacije, mogu se identificirati uska grla, testirati različiti scenariji i implementirati najbolje strategije bez ometanja stvarne proizvodnje [22].

*Simio* se izdvaja po nekoliko ključnih značajki. Prva je kombinacija diskretne i kontinuirane simulacije, što omogućava modeliranje sustava koji uključuju i diskretne događaje (kao što su proizvodne operacije) i kontinuirane procese (kao što su tokovi fluida). Ova značajka čini *Simio* iznimno fleksibilnim alatom koji se može prilagoditi različitim potrebama [22].

Druga ključna značajka je objektno orijentirano modeliranje. Korisnici mogu kreirati objekte koji predstavljaju različite komponente sustava i ponovno ih koristiti u različitim modelima. Ovo ne samo da ubrzava proces modeliranja, već i omogućava standardizaciju i lakšu analizu [22].

### 6.1. Ulazni podaci i ciljevi

Tvornica se sastoji od 8 proizvodnih sustava strojne obrade koji izrađuju istu familiju dijelova. Razmatrat će se dva proizvodna sustava koji proizvode istu grupu ili klasu dijelova. Svaki proizvodni sustav sastoji se od četiri CNC tokarilice proizvođača Doosan, četiri CNC horizontalna obradna centra proizvođača Mori Seiki, stroja za pranje proizvođača Triton te stanice za kontrolu nepropusnosti i pakiranja. Za svaki proizvodni sustav potrebno je 8 radnika. Jedan takav proizvodni sustav već postoji u stvarnosti, što će olakšati provjeru modela proizvodnog sustava u računalnom programu *Simio*.

Ulazni podaci zadanog proizvodnog sustava prikazani su u tablici 6.1. i 6.2.



Tablica 6.1. Ulazni podaci zadanog proizvodnog sustava PS1

	Tc (min)	Broj radnika	MTBF	MTTR	NEQ	Nabavna vrijednost $I_c$
CNC_TOK_1	2:12	0,5	600 min	12 min	0,4 %	80.000 €
CNC_TOK_2	2:12	0,5	750 min	15 min	0,4 %	80.000 €
CNC_TOK_3	2:02	0,5	73,3 min	11 min	1,1 %	80.000 €
CNC_TOK_4	2:02	0,5	66,67 min	10 min	1,1 %	80.000 €
CNC_HOC_1	4:16	1	50 min	5 min	0,7 %	450.000 €
CNC_HOC_2	4:16	1	120 min	12 min	0,7 %	450.000 €
CNC_HOC_3	4:16	1	100 min	10 min	0,7 %	450.000 €
CNC_HOC_4	4:16	1	100 min	10 min	0,7 %	450.000 €
Stroj za pranje	0:48	1	200 min	20 min	0 %	230.000 €
Kontrola nepropusnosti i pakiranje	0:48	1	700 min	14 min	2,9 %	110.000 €
Vrijeme internog transporta uključeno u rad radnika						
Kalendar rada: sedam dana tjedno, rad u tri smjene, 8 sati/smjena, 7,5 sati efektivno, 330 dana godišnje						

Tablica 6.2. Ulazni podaci karakteristika i dimenzija proizvodne opreme PS1

Opis proizvodne opreme	Duljina (m)	Širina (m)
CNC TOK – jedno vretena visokoproduktivna tokarilica	2,95	2,23
CNC HOC – horizontalni OC sa 3 osi gibanja i dvije naprave	5,25	4,85
Tunelski stroj za pranje	7,1	2,35
Specijalni stroj za ispitivanje nepropusnosti	2,25	1,75

Za zadani proizvodni sustav PS1 odredit će se proizvodnost i usko grlo pomoću računalnog programa *Simio*. Nakon toga, proizvodni sustav pokušat će se optimizirati i to sa sljedećim ciljevima:

1. Postizanje proizvodnosti od minimalno 610 000 komada godišnje

2. Smanjiti broj radnika za 30 %
3. Smanjiti investiciju u opremu za minimalno 10 %
4. Smanjiti veličinu proizvodne hale za 30 %

## 6.2. Elementi potrebni za postavljanje proizvodnog sustava u računalnom programu *Simio*

Za postavljanje proizvodnog sustava u računalnom programu *Simio* koristit će se sljedeći elementi:

- *Basic Node* (osnovni čvor)
- *Transfer node* (čvor za transfer)
- *Source* (izvor)
- *Server*
- *Worker* (radnik)
- *Path* (put)
- *Sink* (izlaz)

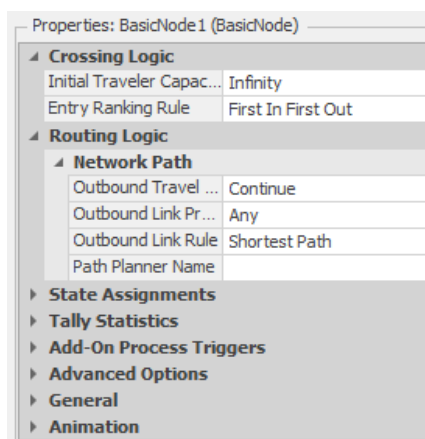
### 6.2.1. *Basic Node* (osnovni čvor)

Osnovni čvor (slika 6.1.) je jednostavan čvor koji podržava povezivanje između elemenata. Većina elemenata koji podržavaju ulazne veze ima pridruženi (ugrađeni) osnovni čvor. Osnovni čvorovi se često koriste kao početne i/ili završne točke veza. Također se mogu koristiti kao točke presjeka za mreže vozila.



Slika 6.1. Osnovni čvor

Razne su postavke osnovnog čvora. Neke od njih prikazane su na slici 6.2. i u tablici 6.3.



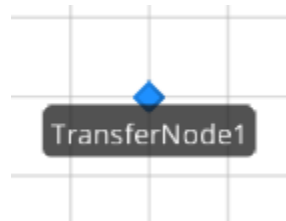
Slika 6.2. Glavne postavke osnovnog čvora

Tablica 6.3. Glavne postavke osnovnog čvora

Postavka	Mogući unosi	Opis
<i>Initial Traveler Capacity</i>	Izraz	Početni maksimalni broj objekata koji istovremeno mogu zauzeti ovaj čvor.
<i>Entry Ranking Rule</i>	<i>First in – first out, Last in – first out, Najmanja vrijednost prva, Najveća vrijednost prva</i>	Pravilo koje se koristi za rangiranje ulaska u ovaj čvor među objektima
<i>Outbound Travel Mode</i>	<i>Continue, Free Space Only, Network Only, Network If Possible</i>	Označava hoće li se objektima koji prelaze preko ovog čvora dodijeliti novi način kretanja.
<i>Outbound Link Preference</i>	<i>Any, Available, Specific</i>	Preferencija koju objekt koristi za odabir izlazne veze s ovog čvora do sljedeće destinacije.
<i>Outbound Link Rule</i>	<i>Shortest Path, By Link Weight</i>	Pravilo koje objekt koristi za odabir izlazne veze s ovog čvora do destinacijskog čvora (ako je postavljen).

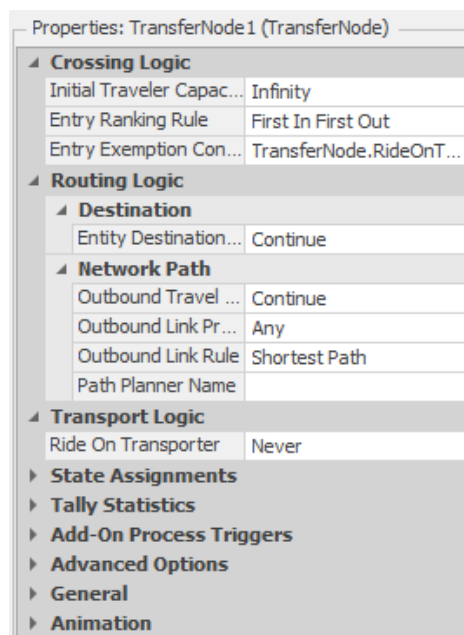
### 6.2.2. Transfer node (čvor za transfer)

Čvor za Transfer (Transfer Node) je sveobuhvatniji čvor koji podržava povezivanje s putevima, kao i mogućnost odabira odredišta, puta i transportnog uređaja. Većina elemenata koji podržavaju izlazne veze ima pridruženi (ugrađeni) čvor za transfer. Čvor za transfer u računalnom programu Simio prikazan je plavom bojom na slici 6.3.



Slika 6.3. Čvor za transfer

Postavke čvora za transfer (slika 6.4.) slične su postavkama običnog čvora no za razliku od njega, čvor za transfer pruža mnogo složenije i naprednije funkcionalnosti, čineći ga pogodnim za kompleksnije simulacije koje zahtijevaju detaljnije rutiranje, odabir odredišta i upravljanje transporterima.



Slika 6.4. Glavne postavke čvora za transfer

### 6.2.3. Source (izvor)

Izvor (slika 6.5.) je element koji omogućuje stvaranje entiteta određenom brzinom, prema određenom obrascu stvaranja ili aktivacijom događaja. Izvor ima izlazni međuspremnik (označen zelenom linijom na slici 6.5.) gdje entiteti mogu čekati prije nego što napuste izvor preko čvora.



Slika 6.5. Source (izvor)

Iz izlaznog čvora, entiteti odlaze putem odlaznih veza (*links*) do mjesta gdje ih određena logika šalje. Osnovne postavke izvora prikazane su na slici 6.6. i u tablici 6.4.

Properties: Source1 (Source)	
<b>Entity Arrival Logic</b>	
Entity Type	DefaultEntity
Arrival Mode	Interarrival Time
▶ Time Offset	0.0
▶ Interarrival Time	Random.Exponential(.25)
Entities Per Arrival	1
▶ Stopping Conditions	
<b>Buffer Logic</b>	
▶ <b>Output Buffer</b>	
Capacity	Infinity
▶ Balking & Reneging Options	
▶ Table Row Referencing	
▶ State Assignments	
▶ Financials	
▶ Add-On Process Triggers	
▶ Advanced Options	
▶ General	
▶ Animation	

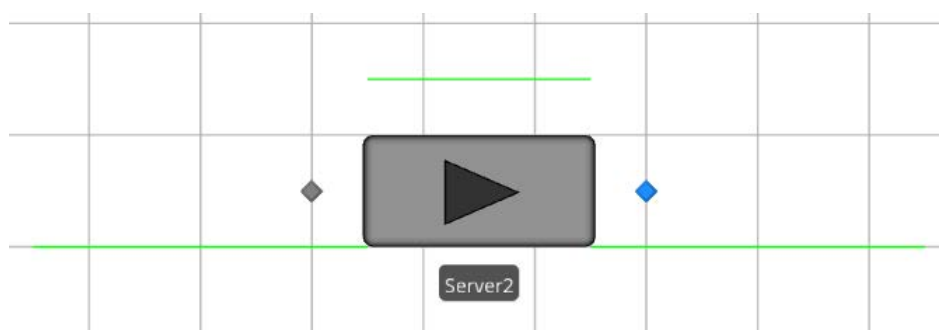
Slika 6.6. Osnovne postavke izvora

Tablica 6.4. Osnovne postavke izvora

Postavka	Mogući unosi	Opis
Vrsta Entiteta ( <i>Entity Type</i> )	Naziv Instance Entiteta ( <i>Entity Instance Name</i> )	Vrsta entiteta koju stvara izvor.
Način Dolaska ( <i>Arrival Mode</i> )	<i>Interarrival Time, Time Varying Arrival Rate, On Event, Arrival Table</i>	Način koji izvor koristi za automatsko generiranje dolazaka entiteta.
Kapacitet Izlaznog Međuspremnik ( <i>Output Buffer Capacity</i> )	Cijeli broj $\geq 0$	Broj diskretnih entiteta koji se mogu skladištiti u izlaznom međuspremniku izvora.

#### 6.2.4. Server

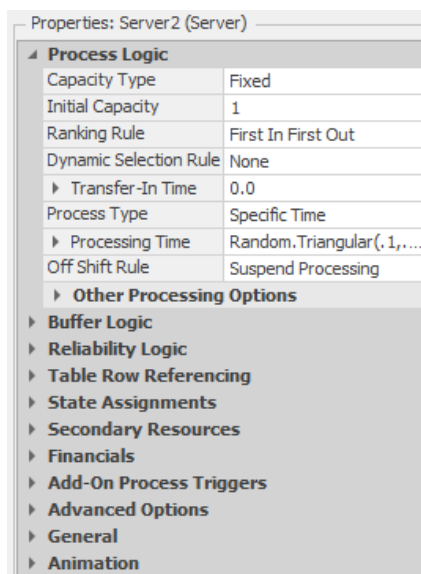
*Server* (slika 6.7.) je ključni objekt koji predstavlja resurs s kapacitetom i sadrži tri stanice: ulazni međuspremnik (*Input Buffer*), obrada (*Processing*), i izlazni međuspremnik (*Output Buffer*). Također, sadrži i dva čvora: osnovni na ulazu te transfer čvor kao izlazni čvor. Ulaznim i izlaznim međuspremnicima definiran je kapacitet koji određuje broj entiteta koji mogu čekati na obradu, odnosno broj obrađenih entiteta koji čekaju prije nego napuste server.



Slika 6.7. Server

U procesu obrade mogu se podesiti razni parametri, poput vremena obrade koje može biti specificirano kao konstantna vrijednost ili kao varijabilna vrijednost koja slijedi određenu distribuciju (npr. ekspanencijalna, normalna, uniformna), prioriteta obrade, kapaciteta obrade,

odnosno broj entiteta koji se mogu istovremeno obrađivati u serveru itd. Osnovne postavke servera prikazane su na slici 6.8.



Slika 6.8. Osnovne postavke servera

Također, serveru se može podesiti i njegova pouzdanost, odnosno njegovu sposobnost da ispravno funkcionira tijekom određenog vremenskog perioda. Pouzdanost se modelira korištenjem parametara kao što su prosječno vrijeme između kvarova (MTBF) i prosječno vrijeme do popravka (MTTR).

#### 6.2.5. Worker (Radnik)

Radnik (slika 6.9.) u Simio računalnom programu predstavlja pokretni resurs unutar modeliranog sustava koji može obavljati zadatke i premještati entitete između lokacija. Ključne karakteristike radnika uključuju:

##### 1. Praćenje i Statistika:

- Svaki radnik u populaciji se prati zasebno u smislu animacije i statistike.
- Radnici mogu imati kapacitet resursa 0 (*OffShift*) ili 1 (*OnShift*).

##### 2. Radni Raspored:

- Radnici mogu slijediti radni raspored *OnShift/OffShift* ili imati fiksni kapacitet.

- Mogu završiti zadatak prije nego što pređu u stanje *OffShift*.

### 3. Funkcionalnost:

- Radnici mogu biti angažirani (*seized*) i pušteni (*released*) za izvršenje zadataka prema logici modela.
- Mogu transportirati entitete između čvorova.

### 4. Prioriteti i Pravila:

- Novi zahtjevi za zauzeće (*seize*) uvijek imaju prioritet nad zahtjevima za transport.
- Postoje različiti načini rangiranja zahtjeva za zauzeće radnika (FIFO, LIFO, najmanja vrijednost, najveća vrijednost itd.).

### 5. Kretanje i Lokacija:

- Radnici fizički mijenjaju lokaciju u okviru modela i mogu nositi jedan ili više entiteta.
- Imaju definiranu početnu lokaciju (*Home*) i ponašanje kada su slobodni (*Idle Action*) ili van smjene (*Off Shift Action*).

### 6. Kapacitet:

- Radnici mogu imati fiksni kapacitet ili kapacitet određen radnim rasporedom.
- Početni kapacitet može biti definiran, a mogu se dodavati novi članovi populaciji tijekom simulacije.

### 7. Dodaci i Procesi:

- Mogu se definirati dodaci (*Add-On Process Triggers*) za specifične događaje kao što su zauzeće, oslobađanje, ulazak u čvor itd.

### 8. Troškovi:

- Definišu se troškovi po radniku, troškovi prijevoza, troškovi neaktivnosti i korištenja.

### 9. Strategije i Pravila Izbora:

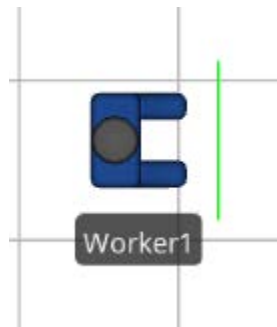
- Strategije izbora zadataka za transport (najmanja udaljenost, najveći prioritet, itd.).
- Pravila i izrazi za dinamičko odabiranje sljedećeg zadatka.

### 10. Vrijeme i Akcije:

- Vrijeme potrebno za uzimanje i odlaganje entiteta.



- Ponašanje kada radnik treba čekati na čvoru za uzimanje/odlaganje



Slika 6.9. Radnik

Osnovne postavke radnika prikazane su na slici 6.10.

Properties: Worker1 (Worker)	
<b>Resource Logic</b>	
Capacity Type	Fixed
Ranking Rule	First In First Out
Dynamic Selection Rule	None
Park While Busy	False
<b>Travel Logic</b>	
▶ Initial Desired Spe...	2.0
Initial Travel Mode	Network If Possible
Initial Network	Global
Network Turnaround ...	Exit & Re-enter
Free Space Steering ...	Direct To Destination
<b>Routing Logic</b>	
Initial Priority	1.0
Initial Node (Home)	
Idle Action	Park At Node
Off Shift Action	Park At Node
▶ <b>Transport Logic</b>	
▶ <b>Financials</b>	
▶ <b>Add-On Process Triggers</b>	
▶ <b>Population</b>	
▶ <b>Advanced Options</b>	
▶ <b>General</b>	
▶ <b>Animation</b>	

Slika 6.10. Osnovne postavke radnika

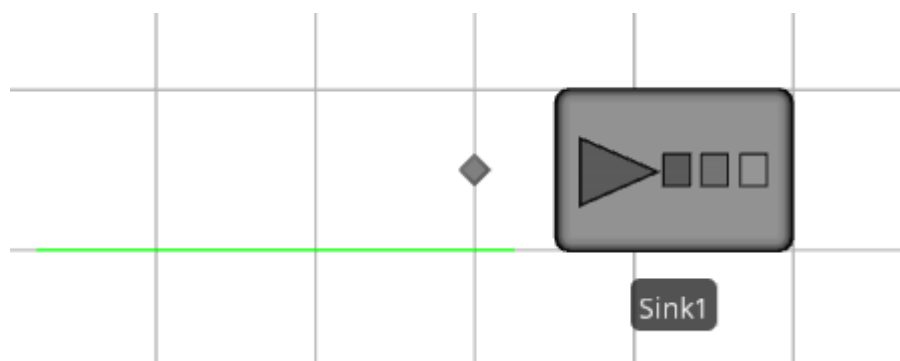
#### 6.2.6. Path (Put)

*Path* objekt u Simio računalnom programu predstavlja element za definiranje putanja između različitih lokacija unutar simulacijskog modela. Ovaj objekt omogućava precizno upravljanje prometom i protokom entiteta, pri čemu se vrijeme putovanja određuje kombinacijom duljine

putanje i brzine putnika. Putanje mogu biti jednosmjerne ili dvosmjerne, s mogućnošću dopuštanja ili zabrane prolaza, čime se dodatno kontrolira ponašanje entiteta na putu.

### 6.2.7. Sink (izlaz)

Izlaz (slika 6.11) služi kao izlaz entiteta iz modela.

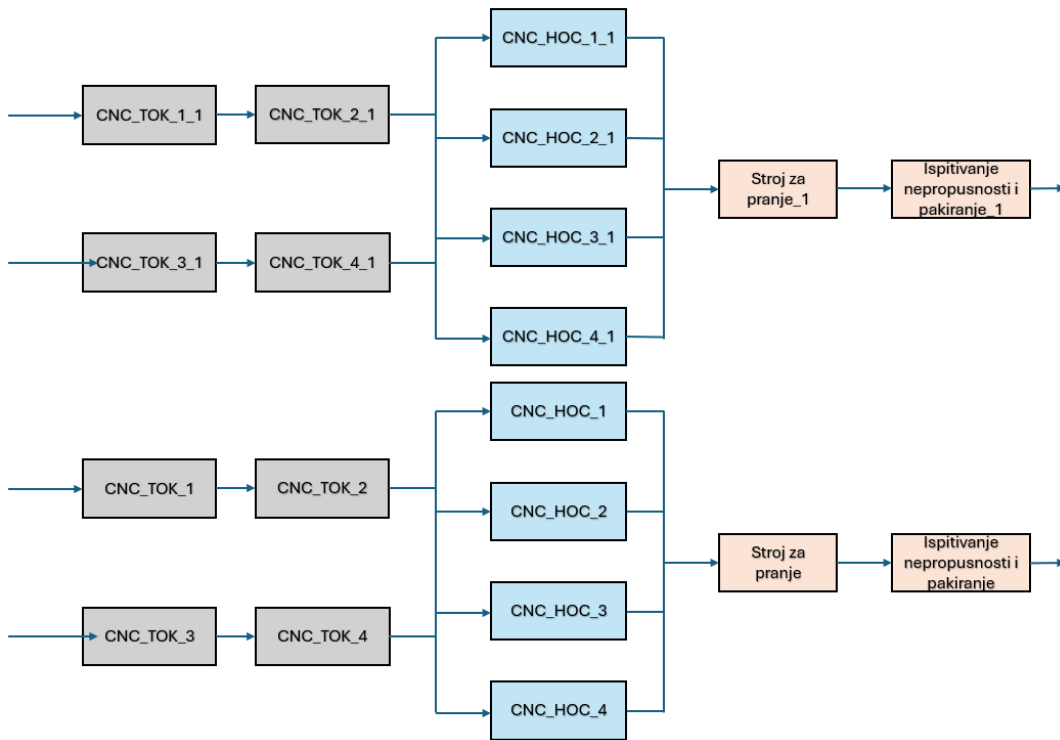


Slika 6.11. Sink (izlaz)

## 6.3. Postavljanje modela proizvodnog sustava PS1 u računalnom programu *Simio*

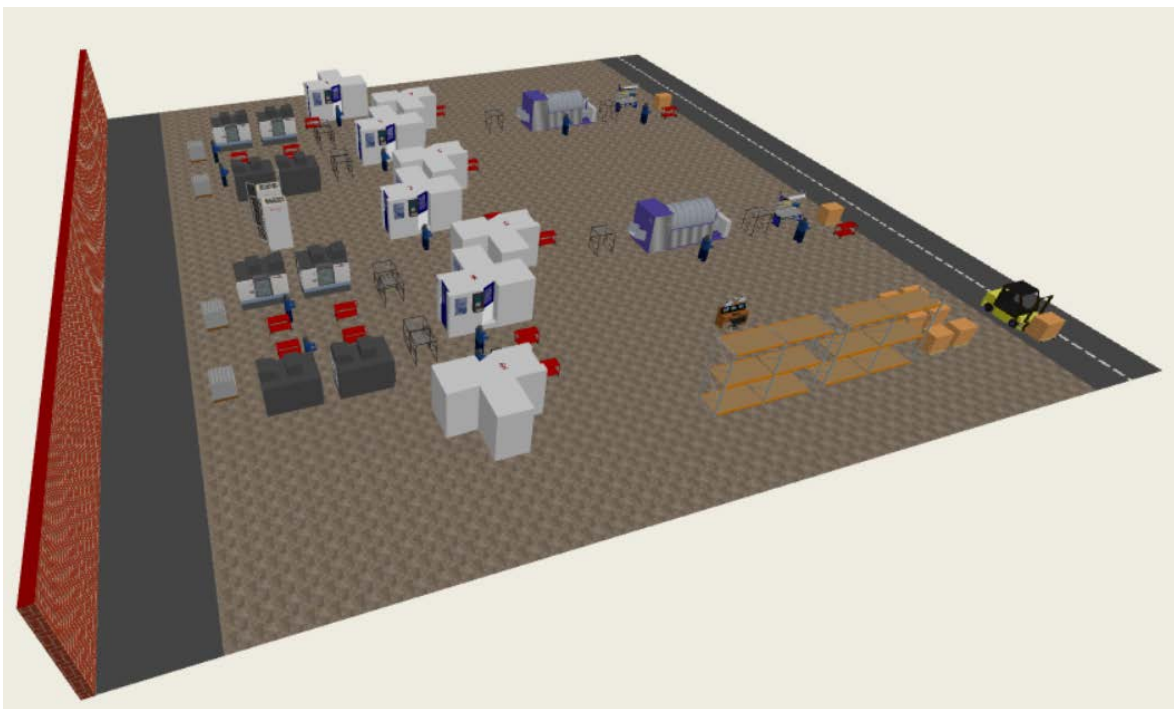
Kao što je spomenuto u potpoglavlju 6.1., jedan proizvodni sustav prikazan na slici 6.12. sastoji se od:

- 4 CNC tokarilice,
- 4 CNC horizontalna obradna centra,
- stroja za pranje te
- stanice za kontrolu nepropusnosti i pakiranje.



Slika 6.12. Raspored strojeva za zadani proizvodni sustav PS1

Proizvodni sustav postavlja se pomoću navedenih elemenata u prethodnom potpoglavlju, a na slici 6.13. prikazan je model zadanog proizvodnog sustava.



Slika 6.13. Model proizvodnog sustava PS1

Radi jednostavnijeg prikaza, slika 6.13. ne uključuje svu popratnu opremu koja se nalazi u proizvodnom sustavu. Cijela tvornica sa modelima 8 proizvodnih sustava prikazana je na slikama 6.14. i 6.15.



*Slika 6.14. Prikaz tvornice sa modelima 8 proizvodnih sustava PSI*



*Slika 6.15. Prikaz postrojenja tvornice sa modelima 8 proizvodnih sustava PSI*

### 6.3.1. Potvrda rezultata modela i analiza rezultata simulacije proizvodnog sustava PS1

Prema rezultatima dobivenih simulacijom proizvodnog sustava PS1 može se zaključiti da je model proizvodnog sustava PS1 dobro postavljen jer dobiveni rezultati odstupaju od stvarnih rezultata za 4 %, a prema [23] prihvatljivo odstupanje za digitalne modele i blizance između 1 % i 5 %.

Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS1 generirani u računalnom programu *Simio* prikazani su u tablici 6.5. Kako bi se postigli pouzdani rezultati simulacije, u radu su modelirani različiti vremenski periodi (početak proizvodnje, punjenje linije, generiranje kvarova) kako bi se obuhvatili svi planirani i neplanirani događaji koji izravno utječu na proizvodni proces. Ova sveobuhvatna simulacija omogućava preciznije predviđanje performansi sustava i donošenje informiranih odluka na temelju rezultata.

Tablica 6.5. Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS1

	1 smjena	1 dan	10 dana	30 dana	60 dana	330 dana
Proizvedeno proizvoda – PS1	627	1 959	20 030	60 129	120 450	663 597
Pouzdanost (%)	97	97	94	93	93	93

U godinu dana proizvodni sustav PS1 proizvest će 663 597 proizvoda, što je 670,3 proizvoda po smjeni. Može se primijetiti da je to za 43,3 proizvoda više u odnosu na proizvodnost u prvoj smjeni. Razlog niže proizvodnje u prvoj smjeni, unatoč većoj pouzdanosti, jest potrebno vrijeme punjenja proizvodne linije.

Sljedeći bitan faktor koji utječe na proizvodnost je utjecaj nekvalitete, prikazan u tablici 6.6.

Tablica 6.6. Utjecaj nekvalitete na produktivnost za PSI za razdoblje od 60 dana

Naziv stroja	Izašlo iz stroja, kom	Nekvalitetnih proizvoda	Udio nekv. proizvoda
CNC_TOK_1	31730	126	0,4 %
CNC_TOK_1_1	31720	136	0,4 %
CNC_TOK_2	31729	133	0,4 %
CNC_TOK_2_1	31711	108	0,3 %
CNC_TOK_3	31603	340	1,1 %
CNC_TOK_3_1	31583	339	1,1 %
CNC_TOK_4	31595	352	1,1 %
CNC_TOK_4_1	31602	336	1,1 %
CNC_HOC_1	15630	121	0,8 %
CNC_HOC_1_1	15620	93	0,6 %
CNC_HOC_2	15629	113	0,7 %
CNC_HOC_2_1	15618	111	0,7 %
CNC_HOC_3	15620	102	0,6 %
CNC_HOC_3_1	15631	111	0,7 %
CNC_HOC_4	15620	106	0,7 %
CNC_HOC_4_1	15631	118	0,7 %
PRANJE	62057	0	0,0 %
PRANJE1	62066	0	0,0 %
KONT_PAK	62039	1871	2,9 %
KONT_PAK1	62052	1770	2,8 %
UKUPNO	120450	6386	5,03 %

Prema rezultatima iz tablice 6.6. može se vidjeti da je udio nekvalitetnih proizvoda za vremensko razdoblje od 60 dana 5,03 %.

Nadalje, prema simulaciji u računalnom programu vidljivo je da je usko grlo procesa obrada na horizontalnim obradnim centrima te da opterećenost radnika nema utjecaj na uska grla. Uska grla u simulacijskom modelu prepoznaju se analizom dijelova sustava s najdužim vremenima čekanja ili zastoja, što ukazuje na ograničenja u protoku i smanjenje ukupne učinkovitosti proizvodnog procesa. Na slici 6.16. prikazano je prosječno vrijeme čekanja proizvoda u međuspremnicima.



Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Average Total
Buffer_HOC_1	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	0,6736
Buffer_HOC_1_1	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	0,6453
Buffer_HOC_2	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	2,0332
Buffer_HOC_2_1	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	2,0388
Buffer_HOC_3	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	1,5616
Buffer_HOC_3_1	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	1,5662
Buffer_HOC_4	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	1,5848
Buffer_HOC_4_1	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	1,6332
Buffer_KONT	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	20,9552
Buffer_KONT_1	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	21,0017
Buffer_PRANJE	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	0,2382
Buffer_PRANJE_1	Entities	Queue	TimeWaiting	Average (Minutes)	0,2269

*Slika 6.16. Prosječno vrijeme čekanja proizvoda u međuspremnicima za PSI*

Na temelju podataka sa slike 6.16. može se zaključiti da je najduže vrijeme čekanja na međuspremnicima za horizontalne obradne centre. Vrijeme čekanja od oko 20 minuta kod međuspremnika za kontrolu i pakiranje predstavlja vrijeme hlađenja, što znači da nije usko grlo u liniji nego specifičan zahtjev procesa hlađenja. Kao takvo, to vrijeme ne utječe na cjelokupnu protočnost linije, već samo na punjenje linije. Detaljan izvještaj rezultata simulacije za promatrano vremensko razdoblje od 60 dana nalazi se u Prilogu 1.

Sama proizvodna linija je dobro izbalansirana te se ne pronalazi rješenje postavljenih ciljeva sa zadanom opremom što se potvrđuje i korištenjem VR naočala (slika 6.17.)



*Slika 6.17. Korištenje VR naočala u simulaciji proizvodnog sustava PSI*

Još jedan bitan element je iznos investicije proizvodne opreme. Prema podacima nabavne cijene opreme iz tablice 6.1. iznos investicije proizvodnog sustava je:

$$C_{PS1} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n I_c \cdot k_i \quad (6.1)$$

gdje je:

$I_c$  nabavna vrijednost svakog tipa stroja,

$k_i$  količina svakog tipa stroja.

$$C_{PS1} = 2 \cdot (80.000 \cdot 4 + 450.000 \cdot 4 + 230.000 \cdot 1 + 110.000 \cdot 1)$$

$$C_{PS1} = 4.920.000 \text{ €}$$

Cijena investicije u opremu za proizvodni sustav PS1 iznosi 4.920.000 €

#### 6.4. Aktivnosti za unaprjeđenje proizvodnog procesa

Kako bi se ispunili zadani ciljevi, poglavito u broju radnika, najpovoljnije rješenje je zamjena horizontalnih obradnih centara drugom opremom. Kao rješenje predlaže se CNC 5 osni modularni obradni centar Mikron Multistep XT200 (slika 6.18.).



Slika 6.18. Obradni centar Mikron Multistep XT200 [24]



Jedan CNC 5 osni modularni obradni centar može zamijeniti 4 horizontalna obradna centra iz proizvodnog sustava PS1. Nadalje, s obzirom na promjenu koncepta stezanja tijekom operacija tokarenja te prijenos dijela obrade s tokarilica na novi proizvodni centar, u prvoj fazi novog koncepta predviđeno je korištenje dvije tokarilice manje u usporedbi s PS1. Ulazni podaci novog modela PS2 prikazani su u tablicama 6.7. i 6.8.

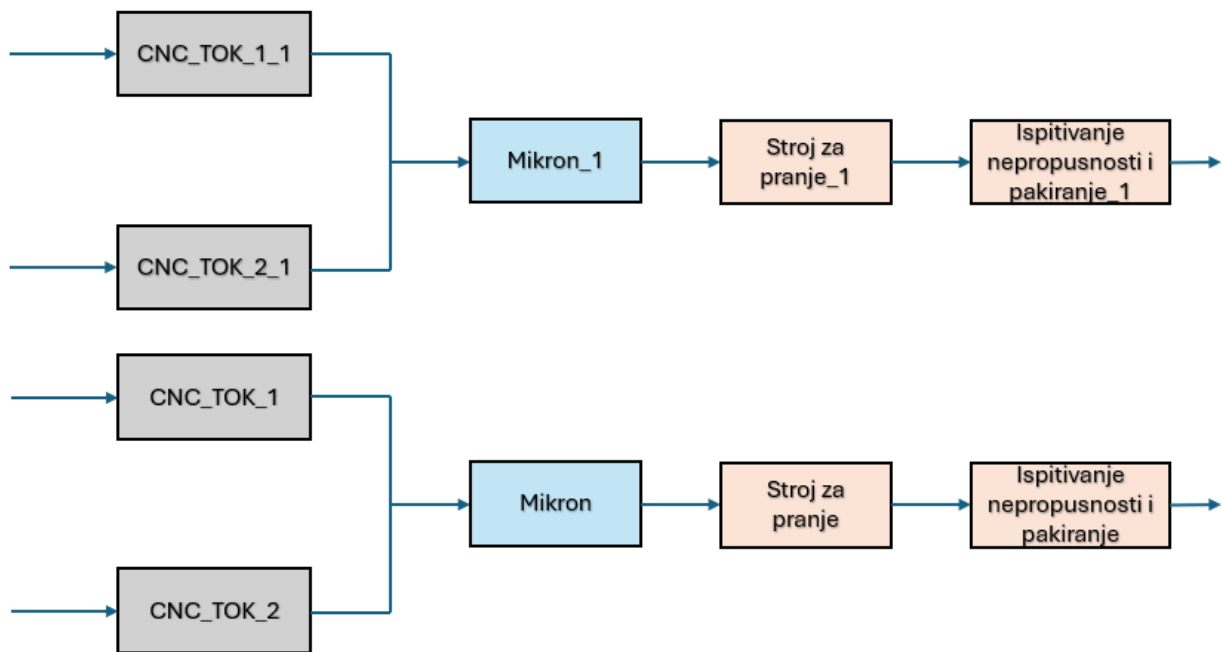
Tablica 6.7. Ulazni podaci modela PS2

	Tc (min)	Broj radnika	MTBF	MTTR	NEQ	Nabavna vrijednost $I_c$
CNC_TOK_1	2:09	0,5	750 min	15 min	0,4 %	80.000 €
CNC_TOK_2	2:09	0,5	850 min	15 min	0,4 %	80.000 €
MIKRON	1:06	1	460 min	55 min	1,7 %	1.100.000 €
Stroj za pranje	0:57	1	200 min	20 min	0 %	230.000 €
Kontrola nepropusnosti i pakiranje	0:48	1	500 min	10 min	2,9 %	110.000 €
Vrijeme internog transporta uključeno u rad radnika						
Kalendar rada: sedam dana tjedno, rad u tri smjene, 8 sati/smjena, 7,5 sati efektivno, 330 dana godišnje						

Tablica 6.8. Ulazni podaci karakteristika i dimenzija proizvodne opreme PS2

Opis proizvodne opreme	Duljina (m)	Širina (m)
CNC TOK – jedno vretena visokoproduktivna tokarilica	2,95	2,23
CNC više modulni 5-osni proizvodni centar	7,55	6,85
Tunelski stroj za pranje	7,1	2,35
Specijalni stroj za ispitivanje nepropusnosti	2,25	1,75

Raspored strojeva za jedan proizvodni sustav PS2 prikazan je na slici 6.19.



Slika 6.19. Raspored strojeva za proizvodni sustav PS2

Prilikom simulacije proizvodnog sustava PS2 u računalnom programu *Simio* uočljivo je da je usko grlo procesa radnik na CNC 5 osnom modularnom obradnom centru. Taj radnik uzima komad iz prvog međuoperacijskog spremnika, u koji se proizvodi odlažu nakon obrade tokarenjem. Zatim komad postavlja u obradni centar. Nakon što obradni centar završi obradu, radnik preuzima proizvod, uklanja srh s njega i odlaže ga na sljedeći međuoperacijski spremnik. Prema simulaciji vidljivo je da radnik nije u taktu zbog operacije uklanjanja srha. Kako bi se povećala proizvodnost bez povećanja broja radnika, predlaže se instalacija robotske ćelije za skidanje srha, ispuhivanje i odlaganje u košaru na stroju za pranje. Nakon navedene operacije slijedi automatizirano pranje u tunelskom stroju za pranje Triton. Na izlazu iz stroja za pranje instalirati će se druga robotska ćelija koja će preko kamere locirati oprani proizvod, stegnuti ga, ispuhati i odložiti na sljedeći međuoperacijski spremnik. Investicija u robotske ćelije iznosi 230.000 €.

Tvornica sa 8 modela proizvodnih sustava PS2 prikazana je na slikama 6.20. i 6.21.



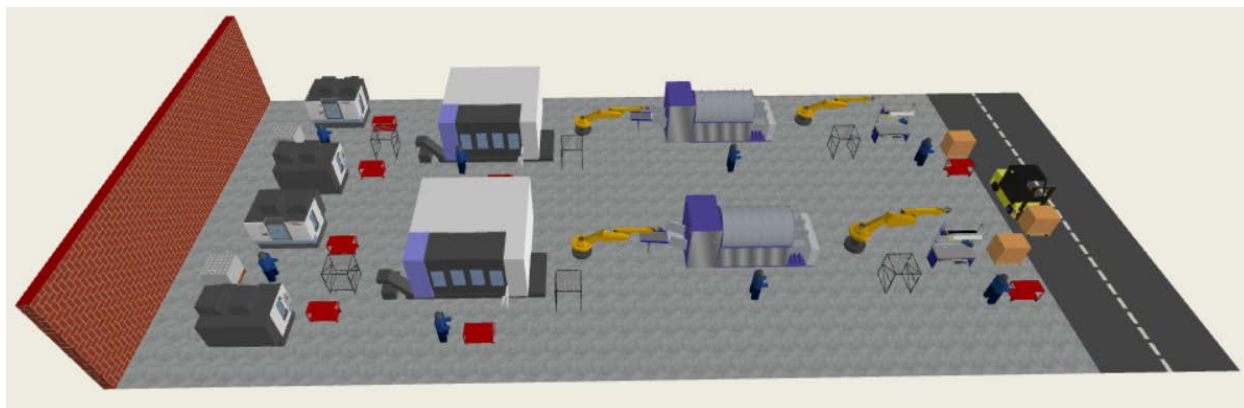
*Slika 6.20. Prikaz tvornice sa 8 modela proizvodnih sustava PS2*



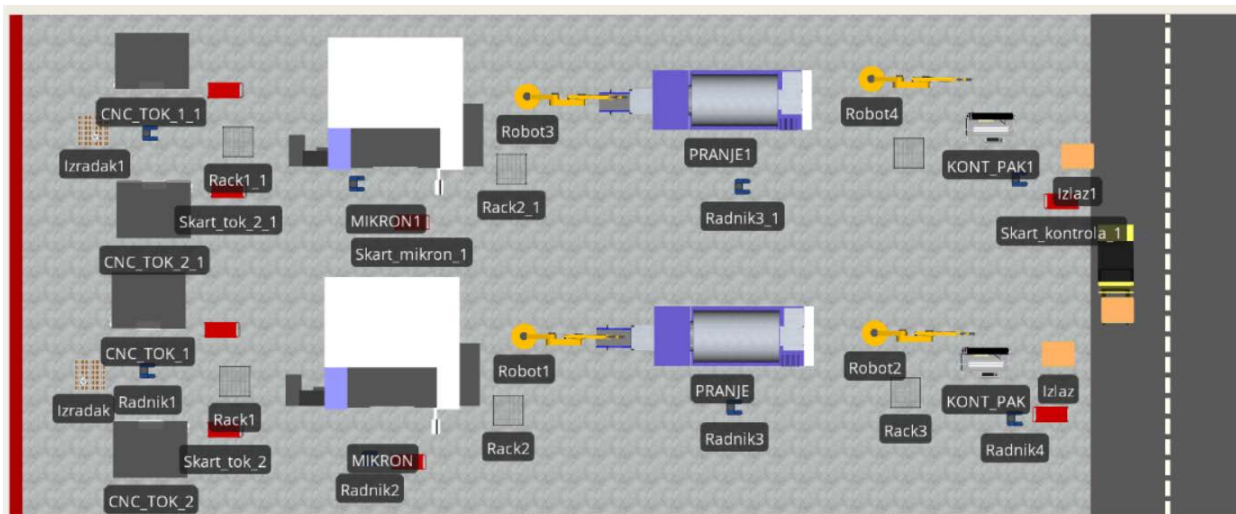
*Slika 6.21. Prikaz postrojenja tvornice sa 8 modela proizvodnih sustava PS2*

Uspoređujući dimenzije postrojenja tvornice sa slika 6.15. i 6.21. vidljivo je da će za tvornicu sa 8 proizvodnih sustava PS2 biti potrebno 3520 m<sup>2</sup> manje prostora, što je smanjenje za 44 %, čime je ispunjen cilj smanjenja veličine proizvodne hale.

Promatrani model proizvodnog sustava PS2 prikazan je na slikama 6.22. i 6.23.



Slika 6.22. Model proizvodnog sustava PS2 (1)



Slika 6.23. Model proizvodnog sustava PS2 (2)

Radi jednostavnijeg prikaza, slike 6.22. i 6.23. ne uključuju svu popratnu opremu koja se nalazi u proizvodnom sustavu.

Za operativno funkcioniranje proizvodnog sustava PS2 potrebno je 8 radnika, čime je ispunjen cilj za smanjenjem broja radnika od 30 %.

Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS2 generirani u računalnom programu *Simio* prikazani su u tablici 6.9.

Tablica 6.9. Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS2

	1 smjena	1 dan	10 dana	30 dana	60 dana	330 dana
Proizvedeno proizvoda – PS2	657	1 980	17 792	54 026	108 114	595 844
Pouzdanost (%)	89	84	75	76	76	76

Prema podacima iz tablice 6.9. proizvodni sustav PS2 ima manju proizvodnost i pouzdanost u odnosu na PS1. Proizvodnost od 595 844 komada godišnje ne zadovoljava postavljen cilj proizvodnosti, međutim potrebna proizvodnost se može postići povećanjem broja radnih dana na 338.

Prema rezultatima simulacije može se vidjeti da je udio nekvalitetnih proizvoda za 6,2 %.

Također, prema simulaciji vidljivo je da su usko grlo proizvodnog sustava CNC 5 osni modularni obradni centri zbog vremena trajanja operacije, a sama linija je dobro izbalansirana.

Prema podacima nabavne cijene opreme iz tablice 6.7. iznos investicije proizvodnog sustava je:

$$C_{PS2} = 2 \cdot \left( \sum_{i=1}^n I_c \cdot k_i + I_{RC} \right) \quad (6.2.)$$

gdje je:

$I_c$  nabavna vrijednost svakog tipa stroja,

$k_i$  količina svakog tipa stroja,

$I_{RC}$  nabavna vrijednost robotskih ćelija

$$C_{PS2} = 2 \cdot (80.000 \cdot 2 + 1.100.000 \cdot 1 + 230.000 \cdot 1 + 110.000 \cdot 1 + 230.000)$$

$$C_{PS2} = 3.660.000 \text{ €}$$

Cijena investicije u opremu za proizvodni sustav PS2 iznosi 3.660.000 €

## 6.5. Usporedba rezultata proizvodnih sustava PS1 i PS2

U tablici 6.10 prikazani su rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za proizvodne sustave PS1 i PS2.

Tablica 6.10. Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS1 i PS2

	1 smjena	1 dan	10 dana	30 dana	60 dana	330 dana
Proizvedeno proizvoda – PS1	627	1 959	20 030	60 129	120 450	663 597
Proizvedeno proizvoda – PS2	657	1 980	17 792	54 026	108 114	595 844
Razlika u proizvodnosti	+30	-21	-2 238	-6 103	-12 336	-67 753
Pouzdanost PS1(%)	97	97	94	93	93	93
Pouzdanost PS2(%)	89	84	75	76	76	76
Razlika u pouzdanosti	-12	-13	-19	-17	-17	-17

Prema podacima iz tablice 6.10. vidljivo je da je proizvodni sustav PS1 efikasniji po pitanju proizvodnosti te će proizvesti 67 753 proizvoda više od PS2 na godišnjoj razini. Također, proizvodni sustav PS1 ima bolju pouzdanost, i to za 17 % na godišnjoj razini.

Za postizanje potrebne proizvodnosti od 610 000 proizvoda godišnje kod proizvodnog sustava PS2 potrebno je povećati broj radnih dana na 338.

Udio škarta, odnosno nekvalitetnih proizvoda je veći kod proizvodnog sustava PS2 i iznosi 6,2 %, što je za 1,07 % više u odnosu na PS1, što predstavlja i veći trošak.

Nadalje, za proizvodni sustav PS2 potrebno je 4 radnika manje nego za PS1, što je 16 radnika manje na razini tvornice, te 3520 m<sup>2</sup>, odnosno 44 % manje potrebnog prostora za postavljanje opreme. Uzimajući u obzir da je cijena izgradnje proizvodne hale 200 €/m<sup>2</sup>, ukupna ušteda izgradnje proizvodne hale iznosi 704.000 €. Prikaz potrebnog broja radnika i ukupnog troška radne snage za proizvodne sustave PS1 i PS2 prikazan je u tablici 6.11.

*Tablica 6.11. Prikaz potrebnog broja radnika i ukupnog troška radne snage za proizvodne sustave PS1 i PS2*

	Potreban broj radnika u smjeni	Ukupan broj potrebnih radnika	Ukupni trošak radne snage
Proizvodni sustav PS1	16	64	992.000 €
Proizvodni sustav PS2	8	32	496.000 €

Također, proizvodni sustav PS2 je isplativiji i po pitanju cijene investicije, koja je za 1.260.000 € manja od one za PS1, što je ukupno 5.040.000 € manje na razini tvornice.



## 7. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu istraženo je kako primjena digitalnih alata u sklopu koncepata Industrije 4.0 i Industrije 5.0 može utjecati na razvoj proizvodnih sustava. Industrija 4.0, koja se temelji na širokoj primjeni naprednih tehnologija kao što su Internet stvari (IoT), proširena stvarnost (AR), simulacija i sl., omogućava visoki stupanj povezanosti i automatizacije unutar proizvodnih sustava. Time stvara temelje za tzv. pametne tvornice u kojima su fizički procesi usko povezani s virtualnim svijetom kroz digitalne modele, digitalne sjene i digitalne blizance. U ovom radu, naglasak je bio na primjeni digitalnih modela kako bi se postigla veća učinkovitost i smanjili troškovi u proizvodnim procesima.

Simulacijski modeli stvoreni u računalnom programu *Simio* omogućili su detaljno proučavanje zadanog proizvodnog sustava i identifikaciju ključnih točaka optimizacije. Prijenos dijela obrade s tokarilica i horizontalnih obradnih centara na CNC 5 osni modularni obradni centar pokazali su se kao učinkovit pristup, omogućivši smanjenje broja potrebne opreme i radnika. Ovaj rezultat jasno ilustrira kako tehnologije Industrije 4.0 doprinose racionalizaciji proizvodnih kapaciteta, što je posebno važno u kontekstu smanjenja resursa i optimizacije troškova.

Osim prikaza mogućnosti Industrije 4.0, rad također otvara smjer za daljnje istraživanje i primjenu elemenata Industrije 5.0, gdje se naglašava suradnja između ljudi i strojeva kroz kolaborativne robote (kobote) i primjenu umjetne inteligencije (AI). Integracija ovih tehnologija omogućila bi proizvodnim sustavima da se dodatno prilagode zahtjevima tržišta, zadrže visok stupanj prilagodljivosti i fleksibilnosti te povećaju sigurnost i efikasnost rada.

Zaključno, ovo istraživanje potvrđuje važnost digitalnih alata i tehnologija Industrije 4.0 u transformaciji proizvodnih sustava u održivije, prilagodljivije i inovativnije okruženje. Korištenje digitalnih modela, sjena i blizanaca, uz potporu PDCA ciklusa, omogućava visok stupanj upravljanja resursima i optimizacije, dok rezultati ovog rada pružaju čvrst temelj za daljnje usavršavanje i integraciju novih tehnologija. Prijelaz prema Industrij 5.0 otvara dodatne mogućnosti za personalizaciju, kolaboraciju i održivost u proizvodnji, čineći proizvodne sustave sposobnima za ispunjavanje zahtjeva današnjeg dinamičnog tržišta i usklađivanje s ciljevima održivog razvoja.



## LITERATURA

- [1] Brynjolfsson, E.; McAfee, A.; „The Second Machine Age“, Norton & Company, New York, SAD, 2014.
- [2] Maleki Nia, M.; „Industry 6.0“, s Interneta, [https://www.researchgate.net/publication/381393459\\_Industry\\_60\\_Public\\_Version#pf2a](https://www.researchgate.net/publication/381393459_Industry_60_Public_Version#pf2a), 29. listopada 2024.
- [3] Gilchrist, A.; „Industry 4.0: The Industrial Internet of Things“, Apress Media, USA, 2016.
- [4] Ortiz. J.H.; „Industry 4.0 - Current Status and Future Trends“, IntechOpen, Ujedinjeno Kraljevstvo, 2020.
- [5] s Interneta, <https://www.sap.com/croatia/products/scm/industry-4-0/what-is-industry-4-0.html>, 29. listopada 2024.
- [6] s Interneta, <https://botpenguin.com/glossary/five-v-of-big-data>, 29. listopada 2024.
- [7] De Felice, F.; Petrillo, A.; „Digital Effects, Strategies, and Industry 5.0“, CRC Press, SAD, 2024.
- [8] Jeschke, S. i dr.; „Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems“, Springer Cham, Švicarska, 2017.
- [9] Gibson, I.; Rosen, D.; Stucker, B.; „Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing“, Springer, SAD, 2015.
- [10] Osho-Williams, O.; s Interneta, <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/workers-just-started-building-the-worlds-first-3d-printed-hotel-in-the-texas-desert-180985166/>, 29. listopada 2024.
- [11] Elangovan, U.; „Industry 5.0: The Future of the Industrial Economy“, CRC Press, SAD, 2022.
- [12] de Oliveira, A.; s Interneta, <https://blog.proactioninternational.com/en/industry-50-technology-human-machine-synergy>, 29. listopada 2024.
- [13] Dragichi, A.; Ivascu, L.; „Sustainability and Innovation in Manufacturing Enterprises: Indicators, Models and Assessment for Industry 5.0“, Springer, Singapur, 2022.
- [14] Maroof, M. A.; Kapate, S.; „Exploring Dynamics of Industry 5.0“, World Journal of Management and Economics, ISSN: 1819-8643, 17, Indija, 2023.

- [15] s Interneta, <https://smooth-robotics.com/cobot-welding/>, 29. listopada 2024.
- [16] Frick, N. i dr.; „Design Model for the Digital Shadow of a Value Stream“, Systems, EISSN 2079-8954, 24, Švicarska, 2024.
- [17] Tello, A.; Degeler, V.; „Digital Twins: An enabler for digital transformation“, s Interneta, <https://research.rug.nl/en/publications/digital-twins-an-enabler-for-digital-transformation>, 29. listopada 2024.
- [18] Korhan, O.; Garcia Marquez, F. P.; „Digital Twin Technology - Fundamentals and Applications“, IntechOpen, Ujedinjeno Kraljevstvo, 2023.
- [19] Moen, R.; Norman, C.; “Evolution of the PDCA Cycle”, s Interneta, [https://www.researchgate.net/publication/228475044\\_Evolution\\_of\\_the\\_PDCA\\_cycle](https://www.researchgate.net/publication/228475044_Evolution_of_the_PDCA_cycle), 29. listopada 2024.
- [20] s Interneta, <https://deming.org/explore/pdsa/>, 29. listopada 2024.
- [21] s Interneta, <https://businessmap.io/lean-management/improvement/what-is-pdca-cycle>, 29. listopada 2024.
- [22] s Interneta, <https://www.simio.com/>, 29. listopada 2024.
- [23] Tao, F. i dr.; „Digital Twin in Industry: State-of-the-Art“, IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 15, pp. 2405-2415, 2019.
- [24] s Interneta, <https://www.mikron.com/en/machining/systems/flexible/multistep-xt-200>, 29. listopada 2024.

## POPIS KRATICA

AI	Umjetna inteligencija (od eng. naziva <i>Artificial Intelligence</i> )
AM	Aditivna proizvodnja (od eng. naziva <i>Additive Manufacturing</i> )
AR	Proširena stvarnost (od eng. naziva <i>Augmented Reality</i> )
ARPANET	Mreža Agencije za napredne istraživačke projekte (od eng. naziva <i>Advanced Research Projects Agency Network</i> )
BIM	Informacijsko modeliranje građevina (od eng. naziva <i>Building Information Modeling</i> )
CAD	Računalno potpomognuto projektiranje (od eng. naziva <i>Computer-Aided Design</i> )
CAM	Računalno potpomognuta proizvodnja (od eng. naziva <i>Computer-Aided Manufacturing</i> )
CAE	Računalno potpomognuto inženjerstvo (od eng. naziva <i>Computer-Aided Engineering</i> )
CID	Dizajn prilagođene integracije (od eng. naziva <i>Custom Integration Design</i> )
CIM	Računalno integrirana proizvodnja (od eng. naziva <i>Computer Integrated Manufacturing</i> )
CNC	Računalno numeričko upravljanje (od eng. naziva <i>Computer Numerical Control</i> )
CPPS	Kibernetičko-fizički proizvodni sustavi (od eng. naziva <i>Cyber-Physical Production Systems</i> )
DES	Diskretna simulacija događaja (od eng. naziva <i>Discrete Event Simulation</i> )
DM	Digitalni model (od eng. naziva <i>Digital Model</i> )
DS	Digitalna sjena (od eng. naziva <i>Digital Shadow</i> )
DT	Digitalni blizanac (od eng. naziva <i>Digital Twin</i> )
ERP	Planiranje resursa poduzeća (od eng. naziva <i>Enterprise Resource Planning</i> )
FIFO	Prvi unutra, prvi van (od eng. naziva <i>First In, First Out</i> )
GE	General Electric (ime tvrtke)

HMI	Sučelje čovjek-stroj (od eng. naziva <i>Human-Machine Interface</i> )
ICT	Informacijsko-komunikacijska tehnologija (od eng. naziva <i>Information and Communication Technology</i> )
IIoT	Industrijski Internet stvari (od eng. naziva <i>Industrial Internet of Things</i> )
IoT	Internet stvari (od eng. naziva <i>Internet of Things</i> )
IT	Informacijska tehnologija (od eng. naziva <i>Information Technology</i> )
KPI	Ključni pokazatelj uspješnosti (od eng. naziva <i>Key Performance Indicator</i> )
LIFO	Posljednji unutra, prvi van (od eng. naziva <i>Last In, First Out</i> )
MES	Sustavi za izvršavanje proizvodnje (od eng. naziva <i>Manufacturing Execution Systems</i> )
ML	Strojno učenje (od eng. naziva <i>Machine Learning</i> )
MTBF	Prosječno vrijeme između kvarova (od eng. naziva <i>Mean Time Between Failures</i> )
MTTR	Prosječno vrijeme popravka (od eng. naziva <i>Mean Time to Repair</i> )
OT	Operativna tehnologija (od eng. naziva <i>Operational Technology</i> )
PaaS	Platforma kao usluga (od eng. naziva <i>Platform as a Service</i> )
PDCA	Planiraj-izvedi-provjeri-djeluj (od eng. naziva <i>Plan-Do-Check-Act</i> )
PDCS	Planiraj-izvedi-provjeri-analiziraj (od eng. naziva <i>Plan-Do-Check-Study</i> )
PDM	Upravljanje podacima o proizvodu (od eng. naziva <i>Product Data Management</i> )
PLC	Programabilni logički kontroler (od eng. naziva <i>Programmable Logic Controller</i> )
PLM	Upravljanje životnim ciklusom proizvoda (od eng. naziva <i>Product Lifecycle Management</i> )
QC	Kontrola kvalitete (od eng. naziva <i>Quality Control</i> )
SaaS	Računalni program kao usluga (od eng. naziva <i>Software as a Service</i> )
SCDT	Digitalni blizanac lanca opskrbe (od eng. naziva <i>Supply Chain Digital Twin</i> )
SCADA	Nadzorno upravljanje i prikupljanje podataka (od eng. naziva <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> )

SDCA Standardiziraj-izvedi-provjeri-djeluj (od eng. naziva *Standardize-Do-Check-Act*)

VR Virtualna stvarnost (od eng. naziva *Virtual Reality*)

## POPIS SLIKA

Slika 2.1. Utjecaj prve industrijske revolucije na indeks društvenog razvoja [1] .....	2
Slika 2.2. Industrijske revolucije kroz vrijeme [2] .....	3
Slika 2.3. Horizontalni lanac vrijednosti .....	5
Slika 2.4. Vertikalni lanac vrijednosti .....	6
Slika 2.5. Tehnologije koje omogućuju industriju 4.0 [5] .....	8
Slika 2.6. 5V velike količine podataka [6] .....	10
Slika 2.7. Ključne značajke IIoT .....	14
Slika 2.8. CAD slika šalice za čaj s dodatnim slikama koje prikazuju učinke izrade korištenjem različitih debljina slojeva [9] .....	15
Slika 2.9. Izgradnja hotela El Cosmico u Teksasu [10] .....	16
Slika 2.10. Temelji Industrije 5.0 [12] .....	19
Slika 2.11. Zavarivanje pomoću kobota [15] .....	22
Slika 3.1. Međusobna povezanost DM, DS i DT [16] .....	26
Slika 3.2. Konceptualni pregled digitalnog blizanca [17] .....	32
Slika 4.1. Shewhartov ciklus iz 1939. godine .....	40
Slika 4.2. Demingova ravna linija .....	41
Slika 4.3. Demingov krug iz 1951. godine .....	41
Slika 4.4. PDCA ciklus iz 1951. godine .....	42
Slika 4.5. PDSA ciklus [20] .....	43
Slika 4.6. PDCA ciklus [21] .....	44
Slika 4.7. Faza planiranja u PDCA ciklusu [21] .....	45
Slika 4.8. Faza izvršavanja u PDCA ciklusu [21] .....	46
Slika 4.9. Faza provjere u PDCA ciklusu [21] .....	47
Slika 4.10. Faza uvođenja u PDCA ciklusu [21] .....	48
Slika 6.1. Osnovni čvor .....	73
Slika 6.2. Glavne postavke osnovnog čvora .....	74
Slika 6.3. Čvor za transfer .....	75

Slika 6.4. Glavne postavke čvora za transfer .....	75
Slika 6.5. Source (izvor).....	76
Slika 6.6. Osnovne postavke izvora .....	76
Slika 6.7. Server .....	77
Slika 6.8. Osnovne postavke servera.....	78
Slika 6.9. Radnik .....	80
Slika 6.10. Osnovne postavke radnika .....	80
Slika 6.11. Sink (izlaz) .....	81
Slika 6.12. Raspored strojeva za zadani proizvodni sustav PS1 .....	82
Slika 6.13. Model proizvodnog sustava PS1 .....	82
Slika 6.14. Prikaz tvornice sa modelima 8 proizvodnih sustava PS1.....	83
Slika 6.15. Prikaz postrojenja tvornice sa modelima 8 proizvodnih sustava PS1.....	83
Slika 6.16. Prosječno vrijeme čekanja proizvoda u međuspremnicima za PS1 .....	86
Slika 6.17. Korištenje VR naočala u simulaciji proizvodnog sustava PS1 .....	86
Slika 6.18. Obradni centar Mikron Multistep XT200 [24] .....	87
Slika 6.19. Raspored strojeva za proizvodni sustav PS2.....	89
Slika 6.20. Prikaz tvornice sa 8 modela proizvodnih sustava PS2.....	90
Slika 6.21. Prikaz postrojenja tvornice sa 8 modela proizvodnih sustava PS2 .....	90
Slika 6.22. Model proizvodnog sustava PS2 (1) .....	91
Slika 6.23. Model proizvodnog sustava PS2 (2) .....	91

## POPIS TABLICA

Tablica 2.1. Razlike između Industrije 4.0. i 5.0.....	24
Tablica 4.1. Povezanost između Demingovog kotača iz 1951. godine i PDCA kruga .....	42
Tablica 5.1. Digitalni alati za analizu zahtjeva.....	50
Tablica 5.2. Digitalni alati za konceptualno projektiranje.....	54
Tablica 5.3. Digitalni alati za konceptualno projektiranje.....	58
Tablica 5.4. Digitalni alati za simulaciju i optimiziranje .....	62
Tablica 5.5. Digitalni alati za implementaciju i instalaciju .....	66
Tablica 6.1. Ulazni podaci zadanog proizvodnog sustava PS1 .....	72
Tablica 6.2. Ulazni podaci karakteristika i dimenzija proizvodne opreme PS1 .....	72
Tablica 6.3. Glavne postavke osnovnog čvora .....	74
Tablica 6.4. Osnovne postavke izvora.....	77
Tablica 6.5. Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS1 .....	84
Tablica 6.6. Utjecaj nekvalitete na produktivnost za PS1 za razdoblje od 60 dana .....	85
Tablica 6.7. Ulazni podaci modela PS2.....	88
Tablica 6.8. Ulazni podaci karakteristika i dimenzija proizvodne opreme PS2.....	88
Tablica 6.9. Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS2 .....	92
Tablica 6.10. Rezultati proizvodnosti i pouzdanosti za PS1 i PS2.....	93
Tablica 6.11. Prikaz potrebnog broja radnika i ukupnog troška radne snage za proizvodne sustave PS1 i PS2.....	94



## SAŽETAK

U ovom diplomskom radu opisani su glavni elementi Industrije 4.0 i nadolazeće Industrije 5.0. Analizirane su mogućnosti koje nude digitalni modeli, digitalne sjene i digitalni blizanci za povezivanje fizičkog i digitalnog svijeta, čime se omogućava kontinuirano praćenje i upravljanje proizvodnim procesima. Također, istražene su mogućnosti primjene digitalnih alata u različitim fazama projektiranja proizvodnih sustava, kao i benefiti primjene Shewhartovog PDCA ciklusa. Rad obuhvaća i korištenje računalnog programa *Simio* za simulaciju zadanog proizvodnog sustava, kojemu je određena proizvodnost i usko grlo, a zatim je predložen novi koncept proizvodnog sustava koji bi povećao proizvodnost i smanjio broj zaposlenika, uz nižu cijenu investicije.

Ključne riječi: Industrija 4.0, Industrija 5.0, Digitalni alati, Simulacija, Proizvodni sustavi, Digitalni model, Digitalna sjena, Digitalni blizanac, PDCA ciklus, Optimizacija, Pametne tvornice, Održiva proizvodnja

## SUMMARY

This thesis describes the main elements of Industry 4.0 and the emerging Industry 5.0. It analyzes the potential of digital models, digital shadows, and digital twins for bridging the physical and digital worlds, enabling continuous monitoring and control of manufacturing processes. Additionally, it explores the possibilities of applying digital tools in various stages of manufacturing system design, as well as the benefits of using the Shewhart PDCA cycle. The work also includes the use of *Simio* software for simulating a given manufacturing system, identifying its productivity and bottlenecks, and proposing a new manufacturing system concept that would increase productivity, reduce the number of employees, and lower investment costs.

Keywords: Industry 4.0, Industry 5.0, Digital tools, Simulation, Manufacturing systems, Digital model, Digital shadow, Digital twin, PDCA cycle, Optimization, Smart factories, Sustainable production

## **PRILOZI**

Prilog 1 – Detaljan izvještaj simulacije proizvodnog sustava PS1 za promatrano vremensko razdoblje od 60 dana generiran u računalnom programu *Simio*.

# PRILOG 1

Project: PS1

Model: Model (Academic, COMMERCIAL USE PROHIBITED)

Run Date: 07.11.2024. 13:40:08

Analyst Name: Krešimir Buljat

Scenario: [Interactive Run]

DistanceTraveled - Total

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Object]	Travel	544503,70337
Radnik1_1[1]	[Object]	Travel	579988,03203
Radnik2[1]	[Object]	Travel	552707,1419
Radnik2_1[1]	[Object]	Travel	553895,31984
Radnik3[1]	[Object]	Travel	558901,13341
Radnik3_1[1]	[Object]	Travel	590405,7899
Radnik4[1]	[Object]	Travel	523646,95052
Radnik4_1[1]	[Object]	Travel	576631,34649
Radnik5[1]	[Object]	Travel	491334,92387
Radnik5_1[1]	[Object]	Travel	440841,72935
Radnik6[1]	[Object]	Travel	589429,25285
Radnik6_1[1]	[Object]	Travel	497513,23618
Radnik7[1]	[Object]	Travel	1173145,95594
Radnik7_1[1]	[Object]	Travel	990854,88333
Radnik8[1]	[Object]	Travel	643912,04597
Radnik8_1[1]	[Object]	Travel	638543,63236

NumberAccumulated - Average

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	Content	0,64352
Path1_1	[Travelers]	Content	0,63615
Path10	[Travelers]	Content	0,00007
Path11	[Travelers]	Content	0,42933
Path12	[Travelers]	Content	0,25874
Path12_1	[Travelers]	Content	0,25229
Path13	[Travelers]	Content	0,00007
Path15	[Travelers]	Content	0,00957
Path15_1	[Travelers]	Content	0,00958
Path16	[Travelers]	Content	0,01929
Path16_1	[Travelers]	Content	0,0193
Path17	[Travelers]	Content	0,26659
Path17_1	[Travelers]	Content	0,26718
Path18	[Travelers]	Content	0,26231
Path18_1	[Travelers]	Content	0,26751
Path19	[Travelers]	Content	0,00007
Path19_1	[Travelers]	Content	0,00007
Path2	[Travelers]	Content	0,64053
Path2_1	[Travelers]	Content	0,63972
Path20	[Travelers]	Content	0,00958
Path20_1	[Travelers]	Content	0,00957
Path21	[Travelers]	Content	0,03831
Path21_1	[Travelers]	Content	0,03831
Path22	[Travelers]	Content	0,00958
Path22_1	[Travelers]	Content	0,00958
Path23	[Travelers]	Content	0,03831
Path23_1	[Travelers]	Content	0,03831
Path24	[Travelers]	Content	0,2422
Path24_1	[Travelers]	Content	0,24933
Path26	[Travelers]	Content	0,15278
Path26_1	[Travelers]	Content	0,1529

**NumberAccumulated - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path27	[Travelers]	Content	0,53128
Path27_1	[Travelers]	Content	0,5443
Path28	[Travelers]	Content	0,00965
Path28_1	[Travelers]	Content	0,00964
Path29	[Travelers]	Content	0,00965
Path29_1	[Travelers]	Content	0,00964
Path3	[Travelers]	Content	0,00008
Path30	[Travelers]	Content	0,00006
Path31	[Travelers]	Content	0,00958
Path31_1	[Travelers]	Content	0,00958
Path32	[Travelers]	Content	0,00007
Path32_1	[Travelers]	Content	0,00007
Path33	[Travelers]	Content	0,46951
Path33_1	[Travelers]	Content	0,48327
Path34	[Travelers]	Content	0,03714
Path34_1	[Travelers]	Content	0,03721
Path35	[Travelers]	Content	0,00115
Path35_1	[Travelers]	Content	0,00109
Path36	[Travelers]	Content	0,15419
Path36_1	[Travelers]	Content	0,15476
Path37	[Travelers]	Content	0,53463
Path37_1	[Travelers]	Content	0,5386
Path38	[Travelers]	Content	0,00964
Path38_1	[Travelers]	Content	0,00965
Path39	[Travelers]	Content	0,00964
Path39_1	[Travelers]	Content	0,00965
Path4	[Travelers]	Content	0,00008
Path40_1	[Travelers]	Content	0,18987
Path41	[Travelers]	Content	0,48344
Path41_1	[Travelers]	Content	0,49249
Path42	[Travelers]	Content	0,01605
Path42_1	[Travelers]	Content	0,01604
Path43	[Travelers]	Content	0,31454
Path43_1	[Travelers]	Content	0,31697
Path45	[Travelers]	Content	0,42063
Path46	[Travelers]	Content	0,00006
Path47	[Travelers]	Content	0,00007
Path5	[Travelers]	Content	0,17502
Path6	[Travelers]	Content	0,0193
Path6_1	[Travelers]	Content	0,01929
Path7	[Travelers]	Content	0,00021
Path7_1	[Travelers]	Content	0,00021
Path8	[Travelers]	Content	0,00008
Path9	[Travelers]	Content	0,00022
Path9_1	[Travelers]	Content	0,00021

**NumberAccumulated - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	Content	1
Path1_1	[Travelers]	Content	1
Path10	[Travelers]	Content	1
Path11	[Travelers]	Content	1
Path12	[Travelers]	Content	1
Path12_1	[Travelers]	Content	1
Path13	[Travelers]	Content	1
Path15	[Travelers]	Content	1

**NumberAccumulated - Maximum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path15_1	[Travelers]	Content	1
Path16	[Travelers]	Content	1
Path16_1	[Travelers]	Content	1
Path17	[Travelers]	Content	1
Path17_1	[Travelers]	Content	1
Path18	[Travelers]	Content	1
Path18_1	[Travelers]	Content	1
Path19	[Travelers]	Content	1
Path19_1	[Travelers]	Content	1
Path2	[Travelers]	Content	1
Path2_1	[Travelers]	Content	1
Path20	[Travelers]	Content	1
Path20_1	[Travelers]	Content	1
Path21	[Travelers]	Content	1
Path21_1	[Travelers]	Content	1
Path22	[Travelers]	Content	1
Path22_1	[Travelers]	Content	1
Path23	[Travelers]	Content	1
Path23_1	[Travelers]	Content	1
Path24	[Travelers]	Content	1
Path24_1	[Travelers]	Content	1
Path26	[Travelers]	Content	1
Path26_1	[Travelers]	Content	1
Path27	[Travelers]	Content	3
Path27_1	[Travelers]	Content	3
Path28	[Travelers]	Content	1
Path28_1	[Travelers]	Content	1
Path29	[Travelers]	Content	1
Path29_1	[Travelers]	Content	1
Path3	[Travelers]	Content	1
Path30	[Travelers]	Content	1
Path31	[Travelers]	Content	1
Path31_1	[Travelers]	Content	1
Path32	[Travelers]	Content	1
Path32_1	[Travelers]	Content	1
Path33	[Travelers]	Content	1
Path33_1	[Travelers]	Content	1
Path34	[Travelers]	Content	1
Path34_1	[Travelers]	Content	1
Path35	[Travelers]	Content	1
Path35_1	[Travelers]	Content	1
Path36	[Travelers]	Content	1
Path36_1	[Travelers]	Content	1
Path37	[Travelers]	Content	3
Path37_1	[Travelers]	Content	3
Path38	[Travelers]	Content	1
Path38_1	[Travelers]	Content	1
Path39	[Travelers]	Content	1
Path39_1	[Travelers]	Content	1
Path4	[Travelers]	Content	1
Path40_1	[Travelers]	Content	1
Path41	[Travelers]	Content	1
Path41_1	[Travelers]	Content	1
Path42	[Travelers]	Content	1
Path42_1	[Travelers]	Content	1

**NumberAccumulated - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path43	[Travelers]	Content	1
Path43_1	[Travelers]	Content	1
Path45	[Travelers]	Content	1
Path46	[Travelers]	Content	1
Path47	[Travelers]	Content	1
Path5	[Travelers]	Content	1
Path6	[Travelers]	Content	1
Path6_1	[Travelers]	Content	1
Path7	[Travelers]	Content	1
Path7_1	[Travelers]	Content	1
Path8	[Travelers]	Content	1
Path9	[Travelers]	Content	1
Path9_1	[Travelers]	Content	1

**NumberAccumulated - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	Content	0
Path1_1	[Travelers]	Content	0
Path10	[Travelers]	Content	0
Path11	[Travelers]	Content	0
Path12	[Travelers]	Content	0
Path12_1	[Travelers]	Content	0
Path13	[Travelers]	Content	0
Path15	[Travelers]	Content	0
Path15_1	[Travelers]	Content	0
Path16	[Travelers]	Content	0
Path16_1	[Travelers]	Content	0
Path17	[Travelers]	Content	0
Path17_1	[Travelers]	Content	0
Path18	[Travelers]	Content	0
Path18_1	[Travelers]	Content	0
Path19	[Travelers]	Content	0
Path19_1	[Travelers]	Content	0
Path2	[Travelers]	Content	0
Path2_1	[Travelers]	Content	0
Path20	[Travelers]	Content	0
Path20_1	[Travelers]	Content	0
Path21	[Travelers]	Content	0
Path21_1	[Travelers]	Content	0
Path22	[Travelers]	Content	0
Path22_1	[Travelers]	Content	0
Path23	[Travelers]	Content	0
Path23_1	[Travelers]	Content	0
Path24	[Travelers]	Content	0
Path24_1	[Travelers]	Content	0
Path26	[Travelers]	Content	0
Path26_1	[Travelers]	Content	0
Path27	[Travelers]	Content	0
Path27_1	[Travelers]	Content	0
Path28	[Travelers]	Content	0
Path28_1	[Travelers]	Content	0
Path29	[Travelers]	Content	0
Path29_1	[Travelers]	Content	0
Path3	[Travelers]	Content	0
Path30	[Travelers]	Content	0
Path31	[Travelers]	Content	0

**NumberAccumulated - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path31_1	[Travelers]	Content	0
Path32	[Travelers]	Content	0
Path32_1	[Travelers]	Content	0
Path33	[Travelers]	Content	0
Path33_1	[Travelers]	Content	0
Path34	[Travelers]	Content	0
Path34_1	[Travelers]	Content	0
Path35	[Travelers]	Content	0
Path35_1	[Travelers]	Content	0
Path36	[Travelers]	Content	0
Path36_1	[Travelers]	Content	0
Path37	[Travelers]	Content	0
Path37_1	[Travelers]	Content	0
Path38	[Travelers]	Content	0
Path38_1	[Travelers]	Content	0
Path39	[Travelers]	Content	0
Path39_1	[Travelers]	Content	0
Path4	[Travelers]	Content	0
Path40_1	[Travelers]	Content	0
Path41	[Travelers]	Content	0
Path41_1	[Travelers]	Content	0
Path42	[Travelers]	Content	0
Path42_1	[Travelers]	Content	0
Path43	[Travelers]	Content	0
Path43_1	[Travelers]	Content	0
Path45	[Travelers]	Content	0
Path46	[Travelers]	Content	0
Path47	[Travelers]	Content	0
Path5	[Travelers]	Content	0
Path6	[Travelers]	Content	0
Path6_1	[Travelers]	Content	0
Path7	[Travelers]	Content	0
Path7_1	[Travelers]	Content	0
Path8	[Travelers]	Content	0
Path9	[Travelers]	Content	0
Path9_1	[Travelers]	Content	0

**NumberCreated - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	Throughput	70436
Izradak1	[Population]	Throughput	70436
Shelf1	[Population]	Throughput	12

**NumberDestroyed - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	Throughput	63432
Izradak1	[Population]	Throughput	63404
Shelf1	[Population]	Throughput	0

**NumberEntered - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	Throughput	31731
Path1_1	[Travelers]	Throughput	31721
Path10	[Travelers]	Throughput	108
Path11	[Travelers]	Throughput	15631
Path12	[Travelers]	Throughput	15630
Path12_1	[Travelers]	Throughput	15620
Path13	[Travelers]	Throughput	121
Path15	[Travelers]	Throughput	15509

**NumberEntered - Total**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path15_1	[Travelers]	Throughput	15527
Path16	[Travelers]	Throughput	31243
Path16_1	[Travelers]	Throughput	31266
Path17	[Travelers]	Throughput	15621
Path17_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path18	[Travelers]	Throughput	15621
Path18_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path19	[Travelers]	Throughput	113
Path19_1	[Travelers]	Throughput	111
Path2	[Travelers]	Throughput	31731
Path2_1	[Travelers]	Throughput	31712
Path20	[Travelers]	Throughput	15516
Path20_1	[Travelers]	Throughput	15507
Path21	[Travelers]	Throughput	62057
Path21_1	[Travelers]	Throughput	62067
Path22	[Travelers]	Throughput	15514
Path22_1	[Travelers]	Throughput	15513
Path23	[Travelers]	Throughput	62057
Path23_1	[Travelers]	Throughput	62066
Path24	[Travelers]	Throughput	62039
Path24_1	[Travelers]	Throughput	62053
Path26	[Travelers]	Throughput	31604
Path26_1	[Travelers]	Throughput	31584
Path27	[Travelers]	Throughput	46789
Path27_1	[Travelers]	Throughput	46765
Path28	[Travelers]	Throughput	15631
Path28_1	[Travelers]	Throughput	15621
Path29	[Travelers]	Throughput	15630
Path29_1	[Travelers]	Throughput	15621
Path3	[Travelers]	Throughput	126
Path30	[Travelers]	Throughput	102
Path31	[Travelers]	Throughput	15518
Path31_1	[Travelers]	Throughput	15520
Path32	[Travelers]	Throughput	106
Path32_1	[Travelers]	Throughput	118
Path33	[Travelers]	Throughput	10813
Path33_1	[Travelers]	Throughput	10778
Path34	[Travelers]	Throughput	60168
Path34_1	[Travelers]	Throughput	60282
Path35	[Travelers]	Throughput	1871
Path35_1	[Travelers]	Throughput	1770
Path36	[Travelers]	Throughput	31596
Path36_1	[Travelers]	Throughput	31603
Path37	[Travelers]	Throughput	46758
Path37_1	[Travelers]	Throughput	46799
Path38	[Travelers]	Throughput	15621
Path38_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path39	[Travelers]	Throughput	15621
Path39_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path4	[Travelers]	Throughput	133
Path40_1	[Travelers]	Throughput	34219
Path41	[Travelers]	Throughput	10858
Path41_1	[Travelers]	Throughput	10829
Path42	[Travelers]	Throughput	15603
Path42_1	[Travelers]	Throughput	15592



**NumberEntered - Total**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path43	[Travelers]	Throughput	8421
Path43_1	[Travelers]	Throughput	8623
Path44	[Travelers]	Throughput	15516
Path44_1	[Travelers]	Throughput	15507
Path45	[Travelers]	Throughput	15621
Path46	[Travelers]	Throughput	93
Path47	[Travelers]	Throughput	111
Path5	[Travelers]	Throughput	33153
Path6	[Travelers]	Throughput	31263
Path6_1	[Travelers]	Throughput	31244
Path7	[Travelers]	Throughput	340
Path7_1	[Travelers]	Throughput	339
Path8	[Travelers]	Throughput	136
Path9	[Travelers]	Throughput	352
Path9_1	[Travelers]	Throughput	336
Buffer_HOC_1	RackStorageStation	Throughput	15631
Buffer_HOC_1_1	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_2	RackStorageStation	Throughput	15630
Buffer_HOC_2_1	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_3	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_3_1	RackStorageStation	Throughput	15632
Buffer_HOC_4	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_4_1	RackStorageStation	Throughput	15632
Buffer_KONT	RackStorageStation	Throughput	62057
Buffer_KONT_1	RackStorageStation	Throughput	62066
Buffer_PRANJE	RackStorageStation	Throughput	62057
Buffer_PRANJE_1	RackStorageStation	Throughput	62067
CNC_HOC_1	OutputBuffer	Throughput	15630
CNC_HOC_1	Processing	Throughput	15631
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	Throughput	15620
CNC_HOC_1_1	Processing	Throughput	15621
CNC_HOC_2	OutputBuffer	Throughput	15629
CNC_HOC_2	Processing	Throughput	15630
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	Throughput	15618
CNC_HOC_2_1	Processing	Throughput	15619
CNC_HOC_3	OutputBuffer	Throughput	15620
CNC_HOC_3	Processing	Throughput	15621
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	Throughput	15631
CNC_HOC_3_1	Processing	Throughput	15632
CNC_HOC_4	OutputBuffer	Throughput	15620
CNC_HOC_4	Processing	Throughput	15621
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	Throughput	15631
CNC_HOC_4_1	Processing	Throughput	15632
CNC_TOK_1	OutputBuffer	Throughput	31730
CNC_TOK_1	Processing	Throughput	31731
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	Throughput	31720
CNC_TOK_1_1	Processing	Throughput	31721
CNC_TOK_2	OutputBuffer	Throughput	31729
CNC_TOK_2	Processing	Throughput	31730
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	Throughput	31711
CNC_TOK_2_1	Processing	Throughput	31712
CNC_TOK_3	OutputBuffer	Throughput	31603
CNC_TOK_3	Processing	Throughput	31604
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	Throughput	31583
CNC_TOK_3_1	Processing	Throughput	31584

**NumberEntered - Total**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
CNC_TOK_4	OutputBuffer	Throughput	31595
CNC_TOK_4	Processing	Throughput	31596
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	Throughput	31602
CNC_TOK_4_1	Processing	Throughput	31603
KONT_PAK	OutputBuffer	Throughput	62039
KONT_PAK	Processing	Throughput	62039
KONT_PAK1	OutputBuffer	Throughput	62052
KONT_PAK1	Processing	Throughput	62053
PRANJE	InputBuffer	Throughput	62057
PRANJE	OutputBuffer	Throughput	62057
PRANJE	Processing	Throughput	62057
PRANJE1	InputBuffer	Throughput	62067
PRANJE1	OutputBuffer	Throughput	62066
PRANJE1	Processing	Throughput	62067
Izlaz	InputBuffer	Throughput	60168
Izlaz1	InputBuffer	Throughput	60282
Skart_HOC_1	InputBuffer	Throughput	121
Skart_HOC_1_1	InputBuffer	Throughput	93
Skart_HOC_2	InputBuffer	Throughput	113
Skart_HOC_2_1	InputBuffer	Throughput	111
Skart_HOC_3	InputBuffer	Throughput	102
Skart_HOC_3_1	InputBuffer	Throughput	111
Skart_HOC_4	InputBuffer	Throughput	106
Skart_HOC_4_1	InputBuffer	Throughput	118
Skart_KONTROLA	InputBuffer	Throughput	1871
Skart_KONTROLA_1	InputBuffer	Throughput	1770
Skart_TOK_1	InputBuffer	Throughput	126
Skart_TOK_1_1	InputBuffer	Throughput	136
Skart_TOK_2	InputBuffer	Throughput	133
Skart_TOK_2_1	InputBuffer	Throughput	108
Skart_TOK_3	InputBuffer	Throughput	340
Skart_TOK_3_1	InputBuffer	Throughput	339
Skart_TOK_4	InputBuffer	Throughput	352
Skart_TOK_4_1	InputBuffer	Throughput	336
Ulaz1	OutputBuffer	Throughput	35218
Ulaz1	Processing	Throughput	35218
Ulaz1_1	OutputBuffer	Throughput	35218
Ulaz1_1	Processing	Throughput	35218
Ulaz2	OutputBuffer	Throughput	35218
Ulaz2	Processing	Throughput	35218
Ulaz2_1	OutputBuffer	Throughput	35218
Ulaz2_1	Processing	Throughput	35218
Radnik1[1]	RideStation	Throughput	126325
Radnik1_1[1]	RideStation	Throughput	126266
Radnik2[1]	RideStation	Throughput	126297
Radnik2_1[1]	RideStation	Throughput	126289
Radnik3[1]	RideStation	Throughput	31261
Radnik3_1[1]	RideStation	Throughput	31241
Radnik4[1]	RideStation	Throughput	31259
Radnik4_1[1]	RideStation	Throughput	31238
Radnik5[1]	RideStation	Throughput	31241
Radnik5_1[1]	RideStation	Throughput	31263
Radnik6[1]	RideStation	Throughput	31241
Radnik6_1[1]	RideStation	Throughput	31263
Radnik7[1]	RideStation	Throughput	124114

**NumberEntered - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik7_1[1]	RideStation	Throughput	124133
Radnik8[1]	RideStation	Throughput	124078
Radnik8_1[1]	RideStation	Throughput	124105

**NumberExited - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	Throughput	31731
Path1_1	[Travelers]	Throughput	31721
Path10	[Travelers]	Throughput	108
Path11	[Travelers]	Throughput	15631
Path12	[Travelers]	Throughput	15630
Path12_1	[Travelers]	Throughput	15619
Path13	[Travelers]	Throughput	121
Path15	[Travelers]	Throughput	15509
Path15_1	[Travelers]	Throughput	15527
Path16	[Travelers]	Throughput	31243
Path16_1	[Travelers]	Throughput	31265
Path17	[Travelers]	Throughput	15621
Path17_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path18	[Travelers]	Throughput	15621
Path18_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path19	[Travelers]	Throughput	113
Path19_1	[Travelers]	Throughput	111
Path2	[Travelers]	Throughput	31730
Path2_1	[Travelers]	Throughput	31712
Path20	[Travelers]	Throughput	15516
Path20_1	[Travelers]	Throughput	15507
Path21	[Travelers]	Throughput	62057
Path21_1	[Travelers]	Throughput	62067
Path22	[Travelers]	Throughput	15514
Path22_1	[Travelers]	Throughput	15513
Path23	[Travelers]	Throughput	62057
Path23_1	[Travelers]	Throughput	62066
Path24	[Travelers]	Throughput	62039
Path24_1	[Travelers]	Throughput	62053
Path26	[Travelers]	Throughput	31604
Path26_1	[Travelers]	Throughput	31584
Path27	[Travelers]	Throughput	46788
Path27_1	[Travelers]	Throughput	46764
Path28	[Travelers]	Throughput	15631
Path28_1	[Travelers]	Throughput	15621
Path29	[Travelers]	Throughput	15630
Path29_1	[Travelers]	Throughput	15621
Path3	[Travelers]	Throughput	126
Path30	[Travelers]	Throughput	102
Path31	[Travelers]	Throughput	15518
Path31_1	[Travelers]	Throughput	15520
Path32	[Travelers]	Throughput	106
Path32_1	[Travelers]	Throughput	118
Path33	[Travelers]	Throughput	10812
Path33_1	[Travelers]	Throughput	10777
Path34	[Travelers]	Throughput	60168
Path34_1	[Travelers]	Throughput	60282
Path35	[Travelers]	Throughput	1871
Path35_1	[Travelers]	Throughput	1770
Path36	[Travelers]	Throughput	31596

**NumberExited - Total**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path36_1	[Travelers]	Throughput	31603
Path37	[Travelers]	Throughput	46757
Path37_1	[Travelers]	Throughput	46798
Path38	[Travelers]	Throughput	15621
Path38_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path39	[Travelers]	Throughput	15621
Path39_1	[Travelers]	Throughput	15632
Path4	[Travelers]	Throughput	133
Path40_1	[Travelers]	Throughput	34218
Path41	[Travelers]	Throughput	10857
Path41_1	[Travelers]	Throughput	10828
Path42	[Travelers]	Throughput	15603
Path42_1	[Travelers]	Throughput	15592
Path43	[Travelers]	Throughput	8420
Path43_1	[Travelers]	Throughput	8622
Path44	[Travelers]	Throughput	15516
Path44_1	[Travelers]	Throughput	15507
Path45	[Travelers]	Throughput	15621
Path46	[Travelers]	Throughput	93
Path47	[Travelers]	Throughput	111
Path5	[Travelers]	Throughput	33153
Path6	[Travelers]	Throughput	31262
Path6_1	[Travelers]	Throughput	31243
Path7	[Travelers]	Throughput	340
Path7_1	[Travelers]	Throughput	339
Path8	[Travelers]	Throughput	136
Path9	[Travelers]	Throughput	352
Path9_1	[Travelers]	Throughput	336
Buffer_HOC_1	RackStorageStation	Throughput	15631
Buffer_HOC_1_1	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_2	RackStorageStation	Throughput	15630
Buffer_HOC_2_1	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_3	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_3_1	RackStorageStation	Throughput	15632
Buffer_HOC_4	RackStorageStation	Throughput	15621
Buffer_HOC_4_1	RackStorageStation	Throughput	15632
Buffer_KONT	RackStorageStation	Throughput	62057
Buffer_KONT_1	RackStorageStation	Throughput	62066
Buffer_PRANJE	RackStorageStation	Throughput	62057
Buffer_PRANJE_1	RackStorageStation	Throughput	62067
CNC_HOC_1	OutputBuffer	Throughput	15630
CNC_HOC_1	Processing	Throughput	15630
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	Throughput	15620
CNC_HOC_1_1	Processing	Throughput	15620
CNC_HOC_2	OutputBuffer	Throughput	15629
CNC_HOC_2	Processing	Throughput	15629
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	Throughput	15618
CNC_HOC_2_1	Processing	Throughput	15618
CNC_HOC_3	OutputBuffer	Throughput	15620
CNC_HOC_3	Processing	Throughput	15620
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	Throughput	15631
CNC_HOC_3_1	Processing	Throughput	15631
CNC_HOC_4	OutputBuffer	Throughput	15620
CNC_HOC_4	Processing	Throughput	15620
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	Throughput	15631

**NumberExited - Total**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
CNC_HOC_4_1	Processing	Throughput	15631
CNC_TOK_1	OutputBuffer	Throughput	31730
CNC_TOK_1	Processing	Throughput	31730
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	Throughput	31720
CNC_TOK_1_1	Processing	Throughput	31720
CNC_TOK_2	OutputBuffer	Throughput	31729
CNC_TOK_2	Processing	Throughput	31729
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	Throughput	31711
CNC_TOK_2_1	Processing	Throughput	31711
CNC_TOK_3	OutputBuffer	Throughput	31603
CNC_TOK_3	Processing	Throughput	31603
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	Throughput	31583
CNC_TOK_3_1	Processing	Throughput	31583
CNC_TOK_4	OutputBuffer	Throughput	31595
CNC_TOK_4	Processing	Throughput	31595
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	Throughput	31602
CNC_TOK_4_1	Processing	Throughput	31602
KONT_PAK	OutputBuffer	Throughput	62039
KONT_PAK	Processing	Throughput	62039
KONT_PAK1	OutputBuffer	Throughput	62052
KONT_PAK1	Processing	Throughput	62052
PRANJE	InputBuffer	Throughput	62057
PRANJE	OutputBuffer	Throughput	62057
PRANJE	Processing	Throughput	62057
PRANJE1	InputBuffer	Throughput	62067
PRANJE1	OutputBuffer	Throughput	62066
PRANJE1	Processing	Throughput	62066
Izlaz	InputBuffer	Throughput	60168
Izlaz1	InputBuffer	Throughput	60282
Skart_HOC_1	InputBuffer	Throughput	121
Skart_HOC_1_1	InputBuffer	Throughput	93
Skart_HOC_2	InputBuffer	Throughput	113
Skart_HOC_2_1	InputBuffer	Throughput	111
Skart_HOC_3	InputBuffer	Throughput	102
Skart_HOC_3_1	InputBuffer	Throughput	111
Skart_HOC_4	InputBuffer	Throughput	106
Skart_HOC_4_1	InputBuffer	Throughput	118
Skart_KONTROLA	InputBuffer	Throughput	1871
Skart_KONTROLA_1	InputBuffer	Throughput	1770
Skart_TOK_1	InputBuffer	Throughput	126
Skart_TOK_1_1	InputBuffer	Throughput	136
Skart_TOK_2	InputBuffer	Throughput	133
Skart_TOK_2_1	InputBuffer	Throughput	108
Skart_TOK_3	InputBuffer	Throughput	340
Skart_TOK_3_1	InputBuffer	Throughput	339
Skart_TOK_4	InputBuffer	Throughput	352
Skart_TOK_4_1	InputBuffer	Throughput	336
Ulaz1	OutputBuffer	Throughput	31731
Ulaz1	Processing	Throughput	35218
Ulaz1_1	OutputBuffer	Throughput	31721
Ulaz1_1	Processing	Throughput	35218
Ulaz2	OutputBuffer	Throughput	31731
Ulaz2	Processing	Throughput	35218
Ulaz2_1	OutputBuffer	Throughput	31712
Ulaz2_1	Processing	Throughput	35218

**NumberExited - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	RideStation	Throughput	126324
Radnik1_1[1]	RideStation	Throughput	126265
Radnik2[1]	RideStation	Throughput	126296
Radnik2_1[1]	RideStation	Throughput	126288
Radnik3[1]	RideStation	Throughput	31261
Radnik3_1[1]	RideStation	Throughput	31241
Radnik4[1]	RideStation	Throughput	31259
Radnik4_1[1]	RideStation	Throughput	31237
Radnik5[1]	RideStation	Throughput	31241
Radnik5_1[1]	RideStation	Throughput	31263
Radnik6[1]	RideStation	Throughput	31241
Radnik6_1[1]	RideStation	Throughput	31263
Radnik7[1]	RideStation	Throughput	124114
Radnik7_1[1]	RideStation	Throughput	124133
Radnik8[1]	RideStation	Throughput	124078
Radnik8_1[1]	RideStation	Throughput	124105

**NumberInStation - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	OutputBuffer	Content	0,02494
CNC_HOC_1	Processing	Content	0,90564
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	Content	0,02434
CNC_HOC_1_1	Processing	Content	0,90502
CNC_HOC_2	OutputBuffer	Content	0,03133
CNC_HOC_2	Processing	Content	0,90553
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	Content	0,0317
CNC_HOC_2_1	Processing	Content	0,90493
CNC_HOC_3	OutputBuffer	Content	0,03116
CNC_HOC_3	Processing	Content	0,90504
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	Content	0,03119
CNC_HOC_3_1	Processing	Content	0,90563
CNC_HOC_4	OutputBuffer	Content	0,03143
CNC_HOC_4	Processing	Content	0,90504
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	Content	0,03057
CNC_HOC_4_1	Processing	Content	0,90563
CNC_TOK_1	OutputBuffer	Content	0,11367
CNC_TOK_1	Processing	Content	0,87899
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	Content	0,1143
CNC_TOK_1_1	Processing	Content	0,87872
CNC_TOK_2	OutputBuffer	Content	0,11228
CNC_TOK_2	Processing	Content	0,87902
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	Content	0,11179
CNC_TOK_2_1	Processing	Content	0,87851
CNC_TOK_3	OutputBuffer	Content	0,10637
CNC_TOK_3	Processing	Content	0,91229
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	Content	0,10713
CNC_TOK_3_1	Processing	Content	0,91165
CNC_TOK_4	OutputBuffer	Content	0,10338
CNC_TOK_4	Processing	Content	0,91203
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	Content	0,10403
CNC_TOK_4_1	Processing	Content	0,91219
KONT_PAK	OutputBuffer	Content	0,07503
KONT_PAK	Processing	Content	0,62483
KONT_PAK1	OutputBuffer	Content	0,0746
KONT_PAK1	Processing	Content	0,62497
PRANJE	InputBuffer	Content	0,29054

**NumberInStation - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
PRANJE	OutputBuffer	Content	0,14908
PRANJE	Processing	Content	0,76978
PRANJE1	InputBuffer	Content	0,28838
PRANJE1	OutputBuffer	Content	0,1398
PRANJE1	Processing	Content	0,74756
Ulaz1	OutputBuffer	Content	1735,59817
Ulaz1_1	OutputBuffer	Content	1747,69559
Ulaz2	OutputBuffer	Content	1737,8054
Ulaz2_1	OutputBuffer	Content	1747,92038
Radnik1[1]	RideStation	Content	0,88249
Radnik1_1[1]	RideStation	Content	0,87902
Radnik2[1]	RideStation	Content	0,88378
Radnik2_1[1]	RideStation	Content	0,88355
Radnik3[1]	RideStation	Content	0,49836
Radnik3_1[1]	RideStation	Content	0,49425
Radnik4[1]	RideStation	Content	0,32046
Radnik4_1[1]	RideStation	Content	0,31896
Radnik5[1]	RideStation	Content	0,3254
Radnik5_1[1]	RideStation	Content	0,32068
Radnik6[1]	RideStation	Content	0,33346
Radnik6_1[1]	RideStation	Content	0,32902
Radnik7[1]	RideStation	Content	0,13612
Radnik7_1[1]	RideStation	Content	0,112
Radnik8[1]	RideStation	Content	0,33669
Radnik8_1[1]	RideStation	Content	0,34351

**NumberInStation - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_1	Processing	Content	1
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_1_1	Processing	Content	1
CNC_HOC_2	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_2	Processing	Content	1
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_2_1	Processing	Content	1
CNC_HOC_3	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_3	Processing	Content	1
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_3_1	Processing	Content	1
CNC_HOC_4	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_4	Processing	Content	1
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_HOC_4_1	Processing	Content	1
CNC_TOK_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_1	Processing	Content	1
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_1_1	Processing	Content	1
CNC_TOK_2	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_2	Processing	Content	1
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_2_1	Processing	Content	1
CNC_TOK_3	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_3	Processing	Content	1
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_3_1	Processing	Content	1

**NumberInStation - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_TOK_4	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_4	Processing	Content	1
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	Content	1
CNC_TOK_4_1	Processing	Content	1
KONT_PAK	OutputBuffer	Content	1
KONT_PAK	Processing	Content	1
KONT_PAK1	OutputBuffer	Content	1
KONT_PAK1	Processing	Content	1
PRANJE	InputBuffer	Content	19
PRANJE	OutputBuffer	Content	1
PRANJE	Processing	Content	20
PRANJE1	InputBuffer	Content	19
PRANJE1	OutputBuffer	Content	1
PRANJE1	Processing	Content	20
Ulaz1	OutputBuffer	Content	3488
Ulaz1_1	OutputBuffer	Content	3499
Ulaz2	OutputBuffer	Content	3489
Ulaz2_1	OutputBuffer	Content	3506
Radnik1[1]	RideStation	Content	1
Radnik1_1[1]	RideStation	Content	1
Radnik2[1]	RideStation	Content	1
Radnik2_1[1]	RideStation	Content	1
Radnik3[1]	RideStation	Content	1
Radnik3_1[1]	RideStation	Content	1
Radnik4[1]	RideStation	Content	1
Radnik4_1[1]	RideStation	Content	1
Radnik5[1]	RideStation	Content	1
Radnik5_1[1]	RideStation	Content	1
Radnik6[1]	RideStation	Content	1
Radnik6_1[1]	RideStation	Content	1
Radnik7[1]	RideStation	Content	1
Radnik7_1[1]	RideStation	Content	1
Radnik8[1]	RideStation	Content	1
Radnik8_1[1]	RideStation	Content	1

**NumberInStation - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_1	Processing	Content	0
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_1_1	Processing	Content	0
CNC_HOC_2	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_2	Processing	Content	0
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_2_1	Processing	Content	0
CNC_HOC_3	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_3	Processing	Content	0
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_3_1	Processing	Content	0
CNC_HOC_4	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_4	Processing	Content	0
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_HOC_4_1	Processing	Content	0
CNC_TOK_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_TOK_1	Processing	Content	0
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	Content	0



**NumberInStation - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_TOK_1_1	Processing	Content	0
CNC_TOK_2	OutputBuffer	Content	0
CNC_TOK_2	Processing	Content	0
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_TOK_2_1	Processing	Content	0
CNC_TOK_3	OutputBuffer	Content	0
CNC_TOK_3	Processing	Content	0
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_TOK_3_1	Processing	Content	0
CNC_TOK_4	OutputBuffer	Content	0
CNC_TOK_4	Processing	Content	0
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	Content	0
CNC_TOK_4_1	Processing	Content	0
KONT_PAK	OutputBuffer	Content	0
KONT_PAK	Processing	Content	0
KONT_PAK1	OutputBuffer	Content	0
KONT_PAK1	Processing	Content	0
PRANJE	InputBuffer	Content	0
PRANJE	OutputBuffer	Content	0
PRANJE	Processing	Content	0
PRANJE1	InputBuffer	Content	0
PRANJE1	OutputBuffer	Content	0
PRANJE1	Processing	Content	0
Ulaz1	OutputBuffer	Content	0
Ulaz1_1	OutputBuffer	Content	0
Ulaz2	OutputBuffer	Content	0
Ulaz2_1	OutputBuffer	Content	0
Radnik1[1]	RideStation	Content	0
Radnik1_1[1]	RideStation	Content	0
Radnik2[1]	RideStation	Content	0
Radnik2_1[1]	RideStation	Content	0
Radnik3[1]	RideStation	Content	0
Radnik3_1[1]	RideStation	Content	0
Radnik4[1]	RideStation	Content	0
Radnik4_1[1]	RideStation	Content	0
Radnik5[1]	RideStation	Content	0
Radnik5_1[1]	RideStation	Content	0
Radnik6[1]	RideStation	Content	0
Radnik6_1[1]	RideStation	Content	0
Radnik7[1]	RideStation	Content	0
Radnik7_1[1]	RideStation	Content	0
Radnik8[1]	RideStation	Content	0
Radnik8_1[1]	RideStation	Content	0

**NumberInSystem - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	Content	3505,20691
Izradak1	[Population]	Content	3527,40138
Shelf1	[Population]	Content	12

**NumberInSystem - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	Content	7013
Izradak1	[Population]	Content	7033
Shelf1	[Population]	Content	12

**NumberInSystem - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	Content	0

**NumberInSystem - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak1	[Population]	Content	0
Shelf1	[Population]	Content	0

**NumberOnLink - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	Content	0,65364
Path1_1	[Travelers]	Content	0,64966
Path10	[Travelers]	Content	0,00011
Path11	[Travelers]	Content	0,44795
Path12	[Travelers]	Content	0,28383
Path12_1	[Travelers]	Content	0,27704
Path13	[Travelers]	Content	0,00015
Path15	[Travelers]	Content	0,05131
Path15_1	[Travelers]	Content	0,06315
Path16	[Travelers]	Content	0,04027
Path16_1	[Travelers]	Content	0,03972
Path17	[Travelers]	Content	0,2772
Path17_1	[Travelers]	Content	0,2777
Path18	[Travelers]	Content	0,27257
Path18_1	[Travelers]	Content	0,28507
Path19	[Travelers]	Content	0,00014
Path19_1	[Travelers]	Content	0,00013
Path2	[Travelers]	Content	0,65241
Path2_1	[Travelers]	Content	0,65441
Path20	[Travelers]	Content	0,03843
Path20_1	[Travelers]	Content	0,04373
Path21	[Travelers]	Content	0,06338
Path21_1	[Travelers]	Content	0,0556
Path22	[Travelers]	Content	0,06213
Path22_1	[Travelers]	Content	0,04517
Path23	[Travelers]	Content	0,07687
Path23_1	[Travelers]	Content	0,06066
Path24	[Travelers]	Content	0,27118
Path24_1	[Travelers]	Content	0,27333
Path26	[Travelers]	Content	0,17326
Path26_1	[Travelers]	Content	0,17337
Path27	[Travelers]	Content	0,5347
Path27_1	[Travelers]	Content	0,54748
Path28	[Travelers]	Content	0,012
Path28_1	[Travelers]	Content	0,01205
Path29	[Travelers]	Content	0,0138
Path29_1	[Travelers]	Content	0,01427
Path3	[Travelers]	Content	0,00012
Path30	[Travelers]	Content	0,00009
Path31	[Travelers]	Content	0,04947
Path31_1	[Travelers]	Content	0,04424
Path32	[Travelers]	Content	0,00011
Path32_1	[Travelers]	Content	0,00013
Path33	[Travelers]	Content	0,50364
Path33_1	[Travelers]	Content	0,50547
Path34	[Travelers]	Content	0,06351
Path34_1	[Travelers]	Content	0,06822
Path35	[Travelers]	Content	0,002
Path35_1	[Travelers]	Content	0,00196
Path36	[Travelers]	Content	0,17551
Path36_1	[Travelers]	Content	0,17329

**NumberOnLink - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path37	[Travelers]	Content	0,53906
Path37_1	[Travelers]	Content	0,54804
Path38	[Travelers]	Content	0,0118
Path38_1	[Travelers]	Content	0,01254
Path39	[Travelers]	Content	0,01164
Path39_1	[Travelers]	Content	0,01148
Path4	[Travelers]	Content	0,00013
Path40_1	[Travelers]	Content	0,22859
Path41	[Travelers]	Content	0,51221
Path41_1	[Travelers]	Content	0,51738
Path42	[Travelers]	Content	0,04445
Path42_1	[Travelers]	Content	0,04458
Path43	[Travelers]	Content	0,33816
Path43_1	[Travelers]	Content	0,3463
Path44	[Travelers]	Content	0,02848
Path44_1	[Travelers]	Content	0,03369
Path45	[Travelers]	Content	0,43207
Path46	[Travelers]	Content	0,0001
Path47	[Travelers]	Content	0,00009
Path5	[Travelers]	Content	0,2167
Path6	[Travelers]	Content	0,03772
Path6_1	[Travelers]	Content	0,03757
Path7	[Travelers]	Content	0,00028
Path7_1	[Travelers]	Content	0,00028
Path8	[Travelers]	Content	0,00013
Path9	[Travelers]	Content	0,00033
Path9_1	[Travelers]	Content	0,00033

**NumberOnLink - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	Content	1
Path1_1	[Travelers]	Content	1
Path10	[Travelers]	Content	1
Path11	[Travelers]	Content	1
Path12	[Travelers]	Content	1
Path12_1	[Travelers]	Content	1
Path13	[Travelers]	Content	1
Path15	[Travelers]	Content	1
Path15_1	[Travelers]	Content	1
Path16	[Travelers]	Content	1
Path16_1	[Travelers]	Content	1
Path17	[Travelers]	Content	1
Path17_1	[Travelers]	Content	1
Path18	[Travelers]	Content	1
Path18_1	[Travelers]	Content	1
Path19	[Travelers]	Content	1
Path19_1	[Travelers]	Content	1
Path2	[Travelers]	Content	1
Path2_1	[Travelers]	Content	1
Path20	[Travelers]	Content	1
Path20_1	[Travelers]	Content	1
Path21	[Travelers]	Content	1
Path21_1	[Travelers]	Content	1
Path22	[Travelers]	Content	1
Path22_1	[Travelers]	Content	1
Path23	[Travelers]	Content	1

**NumberOnLink - Maximum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path23_1	[Travelers]	Content	1
Path24	[Travelers]	Content	1
Path24_1	[Travelers]	Content	1
Path26	[Travelers]	Content	1
Path26_1	[Travelers]	Content	1
Path27	[Travelers]	Content	3
Path27_1	[Travelers]	Content	3
Path28	[Travelers]	Content	1
Path28_1	[Travelers]	Content	1
Path29	[Travelers]	Content	1
Path29_1	[Travelers]	Content	1
Path3	[Travelers]	Content	1
Path30	[Travelers]	Content	1
Path31	[Travelers]	Content	1
Path31_1	[Travelers]	Content	1
Path32	[Travelers]	Content	1
Path32_1	[Travelers]	Content	1
Path33	[Travelers]	Content	1
Path33_1	[Travelers]	Content	1
Path34	[Travelers]	Content	1
Path34_1	[Travelers]	Content	1
Path35	[Travelers]	Content	1
Path35_1	[Travelers]	Content	1
Path36	[Travelers]	Content	1
Path36_1	[Travelers]	Content	1
Path37	[Travelers]	Content	3
Path37_1	[Travelers]	Content	3
Path38	[Travelers]	Content	1
Path38_1	[Travelers]	Content	1
Path39	[Travelers]	Content	1
Path39_1	[Travelers]	Content	1
Path4	[Travelers]	Content	1
Path40_1	[Travelers]	Content	1
Path41	[Travelers]	Content	1
Path41_1	[Travelers]	Content	1
Path42	[Travelers]	Content	1
Path42_1	[Travelers]	Content	1
Path43	[Travelers]	Content	1
Path43_1	[Travelers]	Content	1
Path44	[Travelers]	Content	1
Path44_1	[Travelers]	Content	1
Path45	[Travelers]	Content	1
Path46	[Travelers]	Content	1
Path47	[Travelers]	Content	1
Path5	[Travelers]	Content	1
Path6	[Travelers]	Content	1
Path6_1	[Travelers]	Content	1
Path7	[Travelers]	Content	1
Path7_1	[Travelers]	Content	1
Path8	[Travelers]	Content	1
Path9	[Travelers]	Content	1
Path9_1	[Travelers]	Content	1

**NumberOnLink - Minimum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path1	[Travelers]	Content	0

**NumberOnLink - Minimum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path1_1	[Travelers]	Content	0
Path10	[Travelers]	Content	0
Path11	[Travelers]	Content	0
Path12	[Travelers]	Content	0
Path12_1	[Travelers]	Content	0
Path13	[Travelers]	Content	0
Path15	[Travelers]	Content	0
Path15_1	[Travelers]	Content	0
Path16	[Travelers]	Content	0
Path16_1	[Travelers]	Content	0
Path17	[Travelers]	Content	0
Path17_1	[Travelers]	Content	0
Path18	[Travelers]	Content	0
Path18_1	[Travelers]	Content	0
Path19	[Travelers]	Content	0
Path19_1	[Travelers]	Content	0
Path2	[Travelers]	Content	0
Path2_1	[Travelers]	Content	0
Path20	[Travelers]	Content	0
Path20_1	[Travelers]	Content	0
Path21	[Travelers]	Content	0
Path21_1	[Travelers]	Content	0
Path22	[Travelers]	Content	0
Path22_1	[Travelers]	Content	0
Path23	[Travelers]	Content	0
Path23_1	[Travelers]	Content	0
Path24	[Travelers]	Content	0
Path24_1	[Travelers]	Content	0
Path26	[Travelers]	Content	0
Path26_1	[Travelers]	Content	0
Path27	[Travelers]	Content	0
Path27_1	[Travelers]	Content	0
Path28	[Travelers]	Content	0
Path28_1	[Travelers]	Content	0
Path29	[Travelers]	Content	0
Path29_1	[Travelers]	Content	0
Path3	[Travelers]	Content	0
Path30	[Travelers]	Content	0
Path31	[Travelers]	Content	0
Path31_1	[Travelers]	Content	0
Path32	[Travelers]	Content	0
Path32_1	[Travelers]	Content	0
Path33	[Travelers]	Content	0
Path33_1	[Travelers]	Content	0
Path34	[Travelers]	Content	0
Path34_1	[Travelers]	Content	0
Path35	[Travelers]	Content	0
Path35_1	[Travelers]	Content	0
Path36	[Travelers]	Content	0
Path36_1	[Travelers]	Content	0
Path37	[Travelers]	Content	0
Path37_1	[Travelers]	Content	0
Path38	[Travelers]	Content	0
Path38_1	[Travelers]	Content	0
Path39	[Travelers]	Content	0

**NumberOnLink - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path39_1	[Travelers]	Content	0
Path4	[Travelers]	Content	0
Path40_1	[Travelers]	Content	0
Path41	[Travelers]	Content	0
Path41_1	[Travelers]	Content	0
Path42	[Travelers]	Content	0
Path42_1	[Travelers]	Content	0
Path43	[Travelers]	Content	0
Path43_1	[Travelers]	Content	0
Path44	[Travelers]	Content	0
Path44_1	[Travelers]	Content	0
Path45	[Travelers]	Content	0
Path46	[Travelers]	Content	0
Path47	[Travelers]	Content	0
Path5	[Travelers]	Content	0
Path6	[Travelers]	Content	0
Path6_1	[Travelers]	Content	0
Path7	[Travelers]	Content	0
Path7_1	[Travelers]	Content	0
Path8	[Travelers]	Content	0
Path9	[Travelers]	Content	0
Path9_1	[Travelers]	Content	0

**NumberWaiting - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Buffer_HOC_1	Entities	Queue	0,12998
Buffer_HOC_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_1_1	Entities	Queue	0,12444
Buffer_HOC_1_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_2	Entities	Queue	0,39234
Buffer_HOC_2	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_2_1	Entities	Queue	0,39322
Buffer_HOC_2_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_3	Entities	Queue	0,30116
Buffer_HOC_3	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_3_1	Entities	Queue	0,30225
Buffer_HOC_3_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_4	Entities	Queue	0,30562
Buffer_HOC_4	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_4_1	Entities	Queue	0,3152
Buffer_HOC_4_1	Shelves	Queue	1
Buffer_KONT	Entities	Queue	16,0521
Buffer_KONT	Shelves	Queue	1
Buffer_KONT_1	Entities	Queue	16,09043
Buffer_KONT_1	Shelves	Queue	1
Buffer_PRANJE	Entities	Queue	0,18251
Buffer_PRANJE	Shelves	Queue	1
Buffer_PRANJE_1	Entities	Queue	0,17389
Buffer_PRANJE_1	Shelves	Queue	1
CNC_HOC_1	Processing	EntryQueue	0,41968
CNC_HOC_1_1	Processing	EntryQueue	0,41098
CNC_HOC_2	Processing	EntryQueue	0,2491
CNC_HOC_2_1	Processing	EntryQueue	0,24265
CNC_HOC_3	Processing	EntryQueue	0,25695
CNC_HOC_3_1	Processing	EntryQueue	0,25753
CNC_HOC_4	Processing	EntryQueue	0,25267

**NumberWaiting - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_4_1	Processing	EntryQueue	0,25786
CNC_TOK_1	Processing	EntryQueue	0,62393
CNC_TOK_1_1	Processing	EntryQueue	0,61657
CNC_TOK_2	Processing	EntryQueue	0,62094
CNC_TOK_2_1	Processing	EntryQueue	0,62015
CNC_TOK_3	Processing	EntryQueue	0,13327
CNC_TOK_3_1	Processing	EntryQueue	0,1334
CNC_TOK_4	Processing	EntryQueue	0,13469
CNC_TOK_4_1	Processing	EntryQueue	0,13525
KONT_PAK	Processing	EntryQueue	0,20391
KONT_PAK1	Processing	EntryQueue	0,21103
PRANJE	OutputBuffer	EntryQueue	0,09613
PRANJE1	OutputBuffer	EntryQueue	0,0753

**NumberWaiting - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Buffer_HOC_1	Entities	Queue	2
Buffer_HOC_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_1_1	Entities	Queue	2
Buffer_HOC_1_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_2	Entities	Queue	3
Buffer_HOC_2	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_2_1	Entities	Queue	3
Buffer_HOC_2_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_3	Entities	Queue	2
Buffer_HOC_3	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_3_1	Entities	Queue	2
Buffer_HOC_3_1	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_4	Entities	Queue	2
Buffer_HOC_4	Shelves	Queue	1
Buffer_HOC_4_1	Entities	Queue	2
Buffer_HOC_4_1	Shelves	Queue	1
Buffer_KONT	Entities	Queue	39
Buffer_KONT	Shelves	Queue	1
Buffer_KONT_1	Entities	Queue	39
Buffer_KONT_1	Shelves	Queue	1
Buffer_PRANJE	Entities	Queue	4
Buffer_PRANJE	Shelves	Queue	1
Buffer_PRANJE_1	Entities	Queue	4
Buffer_PRANJE_1	Shelves	Queue	1
CNC_HOC_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_HOC_1_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_HOC_2	Processing	EntryQueue	1
CNC_HOC_2_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_HOC_3	Processing	EntryQueue	1
CNC_HOC_3_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_HOC_4	Processing	EntryQueue	1
CNC_HOC_4_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_1_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_2	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_2_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_3	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_3_1	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_4	Processing	EntryQueue	1
CNC_TOK_4_1	Processing	EntryQueue	1

**NumberWaiting - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
KONT_PAK	Processing	EntryQueue	1
KONT_PAK1	Processing	EntryQueue	1
PRANJE	OutputBuffer	EntryQueue	19
PRANJE1	OutputBuffer	EntryQueue	19

**NumberWaiting - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Buffer_HOC_1	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_1	Shelves	Queue	0
Buffer_HOC_1_1	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_1_1	Shelves	Queue	0
Buffer_HOC_2	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_2	Shelves	Queue	0
Buffer_HOC_2_1	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_2_1	Shelves	Queue	0
Buffer_HOC_3	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_3	Shelves	Queue	0
Buffer_HOC_3_1	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_3_1	Shelves	Queue	0
Buffer_HOC_4	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_4	Shelves	Queue	0
Buffer_HOC_4_1	Entities	Queue	0
Buffer_HOC_4_1	Shelves	Queue	0
Buffer_KONT	Entities	Queue	0
Buffer_KONT	Shelves	Queue	0
Buffer_KONT_1	Entities	Queue	0
Buffer_KONT_1	Shelves	Queue	0
Buffer_PRANJE	Entities	Queue	0
Buffer_PRANJE	Shelves	Queue	0
Buffer_PRANJE_1	Entities	Queue	0
Buffer_PRANJE_1	Shelves	Queue	0
CNC_HOC_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_1_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_2	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_2_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_3	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_3_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_4	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_4_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_1_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_2	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_2_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_3	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_3_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_4	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_4_1	Processing	EntryQueue	0
KONT_PAK	Processing	EntryQueue	0
KONT_PAK1	Processing	EntryQueue	0
PRANJE	OutputBuffer	EntryQueue	0
PRANJE1	OutputBuffer	EntryQueue	0

**ScheduledUtilization - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	82,33559
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	82,2797
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	82,33037
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	82,27073



**ScheduledUtilization - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	82,28209
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	82,34107
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	82,28197
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	82,34084
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	86,18055
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	86,15337
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	86,17948
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	86,1289
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	79,33276
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	79,28253
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	79,31432
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	79,33021
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	61,27309
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	61,28677
PRANJE	[Resource]	Capacity	1,22582
PRANJE1	[Resource]	Capacity	1,22601
Radnik1	[Population]	Capacity	99,91649
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	99,91649
Radnik1_1	[Population]	Capacity	99,91677
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	99,91677
Radnik2	[Population]	Capacity	99,92546
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	99,92546
Radnik2_1	[Population]	Capacity	99,9259
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	99,9259
Radnik3	[Population]	Capacity	56,31387
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	56,31387
Radnik3_1	[Population]	Capacity	55,55748
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	55,55748
Radnik4	[Population]	Capacity	38,79054
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	38,79054
Radnik4_1	[Population]	Capacity	38,85287
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	38,85287
Radnik5	[Population]	Capacity	38,06797
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	38,06797
Radnik5_1	[Population]	Capacity	37,48145
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	37,48145
Radnik6	[Population]	Capacity	39,09565
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	39,09565
Radnik6_1	[Population]	Capacity	38,91675
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	38,91675
Radnik7	[Population]	Capacity	36,5024
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	36,5024
Radnik7_1	[Population]	Capacity	33,59509
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	33,59509
Radnik8	[Population]	Capacity	50,60014
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	50,60014
Radnik8_1	[Population]	Capacity	51,71902
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	51,71902

**TimeFailed - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	0,08333
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	0,08333
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	0,2
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	0,2
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	0,16667

**TimeFailed - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	0,16667
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	0,16667
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	0,16667
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	0,2
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	0,2
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	0,25
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	0,25
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	0,18333
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	0,18333
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	0,16667
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	0,16667
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	0,23333
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	0,23333
PRANJE	[Resource]	ResourceState	0,33333
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	0,33333

**TimeFailed - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	1333
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	1332
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	555
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	555
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	666
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	666
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	666
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	666
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	116
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	116
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	93
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	93
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	876
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	875
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	963
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	963
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	70
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	70
PRANJE	[Resource]	ResourceState	164
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	161

**TimeFailed - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	8,2284
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	8,22222
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	8,22222
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	8,22222
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	8,22222
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	8,22222
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	8,22222
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	8,22222
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	1,71852
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	1,71852
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	1,72222
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	1,72222
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	11,8963
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	11,88272
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	11,88889
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	11,88889
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	1,20988

**TimeFailed - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	1,20988
PRANJE	[Resource]	ResourceState	4,04938
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	3,97531

**TimeFailed - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	111,08333
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	111
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	111
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	111
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	111
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	111
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	111
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	111
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	23,2
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	23,2
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	23,25
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	23,25
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	160,6
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	160,41667
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	160,5
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	160,5
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	16,33333
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	16,33333
PRANJE	[Resource]	ResourceState	54,66667
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	53,66667

**Timeldle - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	0,01544
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,01539
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	0,01548
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,01516
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	0,05669
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,0567
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	0,0645
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,0645
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	0,06457
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,06522
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	0,06381
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,06411
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	0,01301
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,0132
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	0,01092
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,01292

**Timeldle - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	73
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	73
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	65
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	66
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	10404
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	10582
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	12811
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	12798
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	12948
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	12941
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	12886

**TimeIdle - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	12863
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	65900
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	67924
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	61068
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	50466

**TimeIdle - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	0,08351
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,08323
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	0,07454
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,0741
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	43,68613
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	44,44252
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	61,20946
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	61,14713
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	61,93203
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	62,51855
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	60,90435
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	61,08325
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	63,4976
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	66,40491
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	49,39986
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	48,28098

**TimeIdle - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	1,12733
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	1,12367
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	1,00626
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	1,0004
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	589,76273
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	599,97399
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	826,32772
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	825,48632
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	836,08247
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	844,0004
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	822,20872
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	824,62393
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	857,21757
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	896,46633
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	666,89812
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	651,79323

**TimeInStation - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00215
CNC_HOC_1	Processing	HoldingTime	0,07822
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,0021
CNC_HOC_1_1	Processing	HoldingTime	0,07822
CNC_HOC_2	OutputBuffer	HoldingTime	0,00271
CNC_HOC_2	Processing	HoldingTime	0,07821
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00274
CNC_HOC_2_1	Processing	HoldingTime	0,07822
CNC_HOC_3	OutputBuffer	HoldingTime	0,00269
CNC_HOC_3	Processing	HoldingTime	0,07822
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00269
CNC_HOC_3_1	Processing	HoldingTime	0,07821
CNC_HOC_4	OutputBuffer	HoldingTime	0,00272

**TimeInStation - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_4	Processing	HoldingTime	0,07822
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00264
CNC_HOC_4_1	Processing	HoldingTime	0,07821
CNC_TOK_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00484
CNC_TOK_1	Processing	HoldingTime	0,0374
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00486
CNC_TOK_1_1	Processing	HoldingTime	0,0374
CNC_TOK_2	OutputBuffer	HoldingTime	0,00478
CNC_TOK_2	Processing	HoldingTime	0,0374
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00476
CNC_TOK_2_1	Processing	HoldingTime	0,0374
CNC_TOK_3	OutputBuffer	HoldingTime	0,00454
CNC_TOK_3	Processing	HoldingTime	0,03897
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00458
CNC_TOK_3_1	Processing	HoldingTime	0,03897
CNC_TOK_4	OutputBuffer	HoldingTime	0,00442
CNC_TOK_4	Processing	HoldingTime	0,03897
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00444
CNC_TOK_4_1	Processing	HoldingTime	0,03897
KONT_PAK	OutputBuffer	HoldingTime	0,00163
KONT_PAK	Processing	HoldingTime	0,0136
KONT_PAK1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00162
KONT_PAK1	Processing	HoldingTime	0,0136
PRANJE	InputBuffer	HoldingTime	0,00632
PRANJE	OutputBuffer	HoldingTime	0,00324
PRANJE	Processing	HoldingTime	0,01675
PRANJE1	InputBuffer	HoldingTime	0,00627
PRANJE1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00304
PRANJE1	Processing	HoldingTime	0,01626
Ulaz1	OutputBuffer	HoldingTime	66,49716
Ulaz1_1	OutputBuffer	HoldingTime	66,99077
Ulaz2	OutputBuffer	HoldingTime	66,59106
Ulaz2_1	OutputBuffer	HoldingTime	66,98126
Radnik1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00943
Radnik1_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,0094
Radnik2[1]	RideStation	HoldingTime	0,00945
Radnik2_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00945
Radnik3[1]	RideStation	HoldingTime	0,02152
Radnik3_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,02136
Radnik4[1]	RideStation	HoldingTime	0,01384
Radnik4_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,01378
Radnik5[1]	RideStation	HoldingTime	0,01406
Radnik5_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,01385
Radnik6[1]	RideStation	HoldingTime	0,01441
Radnik6_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,01421
Radnik7[1]	RideStation	HoldingTime	0,00148
Radnik7_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00122
Radnik8[1]	RideStation	HoldingTime	0,00366
Radnik8_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00374

**TimeInStation - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00564
CNC_HOC_1	Processing	HoldingTime	0,15444
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00569
CNC_HOC_1_1	Processing	HoldingTime	0,15444

**TimeInStation - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_2	OutputBuffer	HoldingTime	0,00814
CNC_HOC_2	Processing	HoldingTime	0,27111
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00799
CNC_HOC_2_1	Processing	HoldingTime	0,27111
CNC_HOC_3	OutputBuffer	HoldingTime	0,00545
CNC_HOC_3	Processing	HoldingTime	0,23778
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00545
CNC_HOC_3_1	Processing	HoldingTime	0,23778
CNC_HOC_4	OutputBuffer	HoldingTime	0,00554
CNC_HOC_4	Processing	HoldingTime	0,23778
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00674
CNC_HOC_4_1	Processing	HoldingTime	0,23778
CNC_TOK_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,15444
CNC_TOK_1	Processing	HoldingTime	0,23667
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,15452
CNC_TOK_1_1	Processing	HoldingTime	0,23667
CNC_TOK_2	OutputBuffer	HoldingTime	0,13746
CNC_TOK_2	Processing	HoldingTime	0,28667
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,13732
CNC_TOK_2_1	Processing	HoldingTime	0,28667
CNC_TOK_3	OutputBuffer	HoldingTime	0,21595
CNC_TOK_3	Processing	HoldingTime	0,21722
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,24025
CNC_TOK_3_1	Processing	HoldingTime	0,21722
CNC_TOK_4	OutputBuffer	HoldingTime	0,2901
CNC_TOK_4	Processing	HoldingTime	0,20056
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,29014
CNC_TOK_4_1	Processing	HoldingTime	0,20056
KONT_PAK	OutputBuffer	HoldingTime	0,00471
KONT_PAK	Processing	HoldingTime	0,24667
KONT_PAK1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00476
KONT_PAK1	Processing	HoldingTime	0,24667
PRANJE	InputBuffer	HoldingTime	0,33324
PRANJE	OutputBuffer	HoldingTime	0,01029
PRANJE	Processing	HoldingTime	0,35563
PRANJE1	InputBuffer	HoldingTime	0,33332
PRANJE1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00981
PRANJE1	Processing	HoldingTime	0,35477
Ulaz1	OutputBuffer	HoldingTime	133,69131
Ulaz1_1	OutputBuffer	HoldingTime	134,1015
Ulaz2	OutputBuffer	HoldingTime	133,72738
Ulaz2_1	OutputBuffer	HoldingTime	134,3907
Radnik1[1]	RideStation	HoldingTime	0,23568
Radnik1_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,23554
Radnik2[1]	RideStation	HoldingTime	0,28561
Radnik2_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,28549
Radnik3[1]	RideStation	HoldingTime	0,14343
Radnik3_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,14238
Radnik4[1]	RideStation	HoldingTime	0,20672
Radnik4_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,20732
Radnik5[1]	RideStation	HoldingTime	0,17094
Radnik5_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,17024
Radnik6[1]	RideStation	HoldingTime	0,17226
Radnik6_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,17168
Radnik7[1]	RideStation	HoldingTime	0,00167

**TimeInStation - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik7_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00132
Radnik8[1]	RideStation	HoldingTime	0,24465
Radnik8_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,24476

**TimeInStation - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00164
CNC_HOC_1	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_HOC_1_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00152
CNC_HOC_1_1	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_HOC_2	OutputBuffer	HoldingTime	0,00147
CNC_HOC_2	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_HOC_2_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00151
CNC_HOC_2_1	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_HOC_3	OutputBuffer	HoldingTime	0,00156
CNC_HOC_3	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_HOC_3_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00156
CNC_HOC_3_1	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_HOC_4	OutputBuffer	HoldingTime	0,00164
CNC_HOC_4	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_HOC_4_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00152
CNC_HOC_4_1	Processing	HoldingTime	0,07111
CNC_TOK_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00069
CNC_TOK_1	Processing	HoldingTime	0,03667
CNC_TOK_1_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00069
CNC_TOK_1_1	Processing	HoldingTime	0,03667
CNC_TOK_2	OutputBuffer	HoldingTime	0,00073
CNC_TOK_2	Processing	HoldingTime	0,03667
CNC_TOK_2_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00069
CNC_TOK_2_1	Processing	HoldingTime	0,03667
CNC_TOK_3	OutputBuffer	HoldingTime	0,0008
CNC_TOK_3	Processing	HoldingTime	0,03389
CNC_TOK_3_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,0008
CNC_TOK_3_1	Processing	HoldingTime	0,03389
CNC_TOK_4	OutputBuffer	HoldingTime	0,00066
CNC_TOK_4	Processing	HoldingTime	0,03389
CNC_TOK_4_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00069
CNC_TOK_4_1	Processing	HoldingTime	0,03389
KONT_PAK	OutputBuffer	HoldingTime	0,00149
KONT_PAK	Processing	HoldingTime	0,01333
KONT_PAK1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00149
KONT_PAK1	Processing	HoldingTime	0,01333
PRANJE	InputBuffer	HoldingTime	0
PRANJE	OutputBuffer	HoldingTime	0,00154
PRANJE	Processing	HoldingTime	0,01333
PRANJE1	InputBuffer	HoldingTime	0
PRANJE1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00144
PRANJE1	Processing	HoldingTime	0,01333
Ulaz1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00149
Ulaz1_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00143
Ulaz2	OutputBuffer	HoldingTime	0,00152
Ulaz2_1	OutputBuffer	HoldingTime	0,00163
Radnik1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00104
Radnik1_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00104
Radnik2[1]	RideStation	HoldingTime	0,00101
Radnik2_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00099

**TimeInStation - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik3[1]	RideStation	HoldingTime	0,00167
Radnik3_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00152
Radnik4[1]	RideStation	HoldingTime	0,00164
Radnik4_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00153
Radnik5[1]	RideStation	HoldingTime	0,00115
Radnik5_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00108
Radnik6[1]	RideStation	HoldingTime	0,00141
Radnik6_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00147
Radnik7[1]	RideStation	HoldingTime	0,00129
Radnik7_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00112
Radnik8[1]	RideStation	HoldingTime	0,00142
Radnik8_1[1]	RideStation	HoldingTime	0,00136

**TimeInSystem - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	FlowTime	67,18909
Izradak1	[Population]	FlowTime	67,63193
Izlaz	[DestroyedEntities]	FlowTime	67,21358
Izlaz1	[DestroyedEntities]	FlowTime	67,71979
Skart_HOC_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	65,06951
Skart_HOC_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	73,21231
Skart_HOC_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	73,42395
Skart_HOC_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	71,33789
Skart_HOC_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	66,05064
Skart_HOC_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	71,56953
Skart_HOC_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	59,95794
Skart_HOC_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	61,91063
Skart_KONTROLA	[DestroyedEntities]	FlowTime	68,35883
Skart_KONTROLA_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	65,11563
Skart_TOK_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	65,18839
Skart_TOK_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	63,79157
Skart_TOK_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	64,42487
Skart_TOK_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	67,20828
Skart_TOK_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	64,02913
Skart_TOK_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	66,21023
Skart_TOK_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	62,8323
Skart_TOK_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	66,18848

**TimeInSystem - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	FlowTime	134,65352
Izradak1	[Population]	FlowTime	134,83193
Izlaz	[DestroyedEntities]	FlowTime	134,65352
Izlaz1	[DestroyedEntities]	FlowTime	134,83193
Skart_HOC_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	132,50942
Skart_HOC_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	132,51263
Skart_HOC_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,47152
Skart_HOC_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,18057
Skart_HOC_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	130,04835
Skart_HOC_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	134,12657
Skart_HOC_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,50566
Skart_HOC_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	132,22305
Skart_KONTROLA	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,85047
Skart_KONTROLA_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	134,54136
Skart_TOK_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,43259
Skart_TOK_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,96127
Skart_TOK_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	132,18702
Skart_TOK_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,05642



**TimeInSystem - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Skart_TOK_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	131,92451
Skart_TOK_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	134,01191
Skart_TOK_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	133,30838
Skart_TOK_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	134,26917

**TimeInSystem - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	FlowTime	0,08374
Izradak1	[Population]	FlowTime	0,08384
Izlaz	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,54083
Izlaz1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,54026
Skart_HOC_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,96149
Skart_HOC_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	1,47935
Skart_HOC_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	2,43233
Skart_HOC_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	4,3108
Skart_HOC_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,56415
Skart_HOC_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	3,98578
Skart_HOC_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,44604
Skart_HOC_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,53588
Skart_KONTROLA	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,5545
Skart_KONTROLA_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,55387
Skart_TOK_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,22322
Skart_TOK_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,68624
Skart_TOK_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,40961
Skart_TOK_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	2,66961
Skart_TOK_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,08374
Skart_TOK_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,08384
Skart_TOK_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,08394
Skart_TOK_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	0,56701

**TimeInSystem - Observations**

Object Name	Data Source	Category	Value
Izradak	[Population]	FlowTime	63432
Izradak1	[Population]	FlowTime	63404
Izlaz	[DestroyedEntities]	FlowTime	60168
Izlaz1	[DestroyedEntities]	FlowTime	60282
Skart_HOC_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	121
Skart_HOC_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	93
Skart_HOC_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	113
Skart_HOC_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	111
Skart_HOC_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	102
Skart_HOC_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	111
Skart_HOC_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	106
Skart_HOC_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	118
Skart_KONTROLA	[DestroyedEntities]	FlowTime	1871
Skart_KONTROLA_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	1770
Skart_TOK_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	126
Skart_TOK_1_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	136
Skart_TOK_2	[DestroyedEntities]	FlowTime	133
Skart_TOK_2_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	108
Skart_TOK_3	[DestroyedEntities]	FlowTime	340
Skart_TOK_3_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	339
Skart_TOK_4	[DestroyedEntities]	FlowTime	352
Skart_TOK_4_1	[DestroyedEntities]	FlowTime	336

**TimeOnLink - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	FlowTime	0,02781
Path1_1	[Travelers]	FlowTime	0,02765

**TimeOnLink - Average**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path10	[Travelers]	FlowTime	0,00137
Path11	[Travelers]	FlowTime	0,03869
Path12	[Travelers]	FlowTime	0,02452
Path12_1	[Travelers]	FlowTime	0,02394
Path13	[Travelers]	FlowTime	0,00167
Path15	[Travelers]	FlowTime	0,00447
Path15_1	[Travelers]	FlowTime	0,00549
Path16	[Travelers]	FlowTime	0,00174
Path16_1	[Travelers]	FlowTime	0,00172
Path17	[Travelers]	FlowTime	0,02396
Path17_1	[Travelers]	FlowTime	0,02398
Path18	[Travelers]	FlowTime	0,02356
Path18_1	[Travelers]	FlowTime	0,02462
Path19	[Travelers]	FlowTime	0,00164
Path19_1	[Travelers]	FlowTime	0,00153
Path2	[Travelers]	FlowTime	0,02776
Path2_1	[Travelers]	FlowTime	0,02786
Path20	[Travelers]	FlowTime	0,00334
Path20_1	[Travelers]	FlowTime	0,00381
Path21	[Travelers]	FlowTime	0,00138
Path21_1	[Travelers]	FlowTime	0,00121
Path22	[Travelers]	FlowTime	0,00541
Path22_1	[Travelers]	FlowTime	0,00393
Path23	[Travelers]	FlowTime	0,00167
Path23_1	[Travelers]	FlowTime	0,00132
Path24	[Travelers]	FlowTime	0,0059
Path24_1	[Travelers]	FlowTime	0,00595
Path26	[Travelers]	FlowTime	0,0074
Path26_1	[Travelers]	FlowTime	0,00741
Path27	[Travelers]	FlowTime	0,01543
Path27_1	[Travelers]	FlowTime	0,0158
Path28	[Travelers]	FlowTime	0,00104
Path28_1	[Travelers]	FlowTime	0,00104
Path29	[Travelers]	FlowTime	0,00119
Path29_1	[Travelers]	FlowTime	0,00123
Path3	[Travelers]	FlowTime	0,00129
Path30	[Travelers]	FlowTime	0,00115
Path31	[Travelers]	FlowTime	0,0043
Path31_1	[Travelers]	FlowTime	0,00385
Path32	[Travelers]	FlowTime	0,00141
Path32_1	[Travelers]	FlowTime	0,00147
Path33	[Travelers]	FlowTime	0,06288
Path33_1	[Travelers]	FlowTime	0,06331
Path34	[Travelers]	FlowTime	0,00142
Path34_1	[Travelers]	FlowTime	0,00153
Path35	[Travelers]	FlowTime	0,00144
Path35_1	[Travelers]	FlowTime	0,00149
Path36	[Travelers]	FlowTime	0,0075
Path36_1	[Travelers]	FlowTime	0,0074
Path37	[Travelers]	FlowTime	0,01556
Path37_1	[Travelers]	FlowTime	0,01581
Path38	[Travelers]	FlowTime	0,00102
Path38_1	[Travelers]	FlowTime	0,00108
Path39	[Travelers]	FlowTime	0,00101
Path39_1	[Travelers]	FlowTime	0,00099

**TimeOnLink - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path4	[Travelers]	FlowTime	0,00136
Path40_1	[Travelers]	FlowTime	0,00902
Path41	[Travelers]	FlowTime	0,06369
Path41_1	[Travelers]	FlowTime	0,0645
Path42	[Travelers]	FlowTime	0,00385
Path42_1	[Travelers]	FlowTime	0,00386
Path43	[Travelers]	FlowTime	0,05421
Path43_1	[Travelers]	FlowTime	0,05422
Path44	[Travelers]	FlowTime	0,00248
Path44_1	[Travelers]	FlowTime	0,00293
Path45	[Travelers]	FlowTime	0,03734
Path46	[Travelers]	FlowTime	0,00152
Path47	[Travelers]	FlowTime	0,00108
Path5	[Travelers]	FlowTime	0,00882
Path6	[Travelers]	FlowTime	0,00163
Path6_1	[Travelers]	FlowTime	0,00162
Path7	[Travelers]	FlowTime	0,00111
Path7_1	[Travelers]	FlowTime	0,00112
Path8	[Travelers]	FlowTime	0,00134
Path9	[Travelers]	FlowTime	0,00128
Path9_1	[Travelers]	FlowTime	0,00132

**TimeOnLink - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path1	[Travelers]	FlowTime	0,23568
Path1_1	[Travelers]	FlowTime	0,23554
Path10	[Travelers]	FlowTime	0,00137
Path11	[Travelers]	FlowTime	0,14343
Path12	[Travelers]	FlowTime	0,20672
Path12_1	[Travelers]	FlowTime	0,20732
Path13	[Travelers]	FlowTime	0,00167
Path15	[Travelers]	FlowTime	0,00454
Path15_1	[Travelers]	FlowTime	0,00557
Path16	[Travelers]	FlowTime	0,0021
Path16_1	[Travelers]	FlowTime	0,00208
Path17	[Travelers]	FlowTime	0,17094
Path17_1	[Travelers]	FlowTime	0,17024
Path18	[Travelers]	FlowTime	0,17226
Path18_1	[Travelers]	FlowTime	0,17168
Path19	[Travelers]	FlowTime	0,00164
Path19_1	[Travelers]	FlowTime	0,00153
Path2	[Travelers]	FlowTime	0,28561
Path2_1	[Travelers]	FlowTime	0,28549
Path20	[Travelers]	FlowTime	0,00334
Path20_1	[Travelers]	FlowTime	0,00381
Path21	[Travelers]	FlowTime	0,00146
Path21_1	[Travelers]	FlowTime	0,00128
Path22	[Travelers]	FlowTime	0,00546
Path22_1	[Travelers]	FlowTime	0,00398
Path23	[Travelers]	FlowTime	0,00167
Path23_1	[Travelers]	FlowTime	0,00132
Path24	[Travelers]	FlowTime	0,24465
Path24_1	[Travelers]	FlowTime	0,24476
Path26	[Travelers]	FlowTime	0,18226
Path26_1	[Travelers]	FlowTime	0,18226
Path27	[Travelers]	FlowTime	0,23762

**TimeOnLink - Maximum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path27_1	[Travelers]	FlowTime	0,24595
Path28	[Travelers]	FlowTime	0,00104
Path28_1	[Travelers]	FlowTime	0,00104
Path29	[Travelers]	FlowTime	0,00119
Path29_1	[Travelers]	FlowTime	0,00123
Path3	[Travelers]	FlowTime	0,00129
Path30	[Travelers]	FlowTime	0,00115
Path31	[Travelers]	FlowTime	0,00435
Path31_1	[Travelers]	FlowTime	0,0039
Path32	[Travelers]	FlowTime	0,00141
Path32_1	[Travelers]	FlowTime	0,00147
Path33	[Travelers]	FlowTime	0,27792
Path33_1	[Travelers]	FlowTime	0,40536
Path34	[Travelers]	FlowTime	0,00143
Path34_1	[Travelers]	FlowTime	0,00153
Path35	[Travelers]	FlowTime	0,00144
Path35_1	[Travelers]	FlowTime	0,00149
Path36	[Travelers]	FlowTime	0,16563
Path36_1	[Travelers]	FlowTime	0,16551
Path37	[Travelers]	FlowTime	0,32398
Path37_1	[Travelers]	FlowTime	0,2959
Path38	[Travelers]	FlowTime	0,00102
Path38_1	[Travelers]	FlowTime	0,00108
Path39	[Travelers]	FlowTime	0,00101
Path39_1	[Travelers]	FlowTime	0,00099
Path4	[Travelers]	FlowTime	0,00136
Path40_1	[Travelers]	FlowTime	0,16098
Path41	[Travelers]	FlowTime	0,27906
Path41_1	[Travelers]	FlowTime	0,4068
Path42	[Travelers]	FlowTime	0,00385
Path42_1	[Travelers]	FlowTime	0,00386
Path43	[Travelers]	FlowTime	0,30141
Path43_1	[Travelers]	FlowTime	0,27157
Path44	[Travelers]	FlowTime	0,0026
Path44_1	[Travelers]	FlowTime	0,00305
Path45	[Travelers]	FlowTime	0,14238
Path46	[Travelers]	FlowTime	0,00152
Path47	[Travelers]	FlowTime	0,00108
Path5	[Travelers]	FlowTime	0,18731
Path6	[Travelers]	FlowTime	0,00199
Path6_1	[Travelers]	FlowTime	0,00199
Path7	[Travelers]	FlowTime	0,00111
Path7_1	[Travelers]	FlowTime	0,00112
Path8	[Travelers]	FlowTime	0,00134
Path9	[Travelers]	FlowTime	0,00128
Path9_1	[Travelers]	FlowTime	0,00132

**TimeOnLink - Minimum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path1	[Travelers]	FlowTime	0,00126
Path1_1	[Travelers]	FlowTime	0,00141
Path10	[Travelers]	FlowTime	0,00137
Path11	[Travelers]	FlowTime	0,00244
Path12	[Travelers]	FlowTime	0,003
Path12_1	[Travelers]	FlowTime	0,00297
Path13	[Travelers]	FlowTime	0,00167

**TimeOnLink - Minimum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Path15	[Travelers]	FlowTime	0,00437
Path15_1	[Travelers]	FlowTime	0,0054
Path16	[Travelers]	FlowTime	0,00138
Path16_1	[Travelers]	FlowTime	0,00136
Path17	[Travelers]	FlowTime	0,00175
Path17_1	[Travelers]	FlowTime	0,00174
Path18	[Travelers]	FlowTime	0,00172
Path18_1	[Travelers]	FlowTime	0,00235
Path19	[Travelers]	FlowTime	0,00164
Path19_1	[Travelers]	FlowTime	0,00153
Path2	[Travelers]	FlowTime	0,00134
Path2_1	[Travelers]	FlowTime	0,00146
Path20	[Travelers]	FlowTime	0,00334
Path20_1	[Travelers]	FlowTime	0,00381
Path21	[Travelers]	FlowTime	0,00129
Path21_1	[Travelers]	FlowTime	0,00112
Path22	[Travelers]	FlowTime	0,00529
Path22_1	[Travelers]	FlowTime	0,00381
Path23	[Travelers]	FlowTime	0,00167
Path23_1	[Travelers]	FlowTime	0,00132
Path24	[Travelers]	FlowTime	0,00146
Path24_1	[Travelers]	FlowTime	0,00136
Path26	[Travelers]	FlowTime	0,00171
Path26_1	[Travelers]	FlowTime	0,00171
Path27	[Travelers]	FlowTime	0,00068
Path27_1	[Travelers]	FlowTime	0,00066
Path28	[Travelers]	FlowTime	0,00104
Path28_1	[Travelers]	FlowTime	0,00104
Path29	[Travelers]	FlowTime	0,00119
Path29_1	[Travelers]	FlowTime	0,00123
Path3	[Travelers]	FlowTime	0,00129
Path30	[Travelers]	FlowTime	0,00115
Path31	[Travelers]	FlowTime	0,00419
Path31_1	[Travelers]	FlowTime	0,00373
Path32	[Travelers]	FlowTime	0,00141
Path32_1	[Travelers]	FlowTime	0,00147
Path33	[Travelers]	FlowTime	0,00426
Path33_1	[Travelers]	FlowTime	0,00278
Path34	[Travelers]	FlowTime	0,00142
Path34_1	[Travelers]	FlowTime	0,00153
Path35	[Travelers]	FlowTime	0,00144
Path35_1	[Travelers]	FlowTime	0,00149
Path36	[Travelers]	FlowTime	0,00174
Path36_1	[Travelers]	FlowTime	0,00162
Path37	[Travelers]	FlowTime	0,00077
Path37_1	[Travelers]	FlowTime	0,00077
Path38	[Travelers]	FlowTime	0,00102
Path38_1	[Travelers]	FlowTime	0,00108
Path39	[Travelers]	FlowTime	0,00101
Path39_1	[Travelers]	FlowTime	0,00099
Path4	[Travelers]	FlowTime	0,00136
Path40_1	[Travelers]	FlowTime	0,00153
Path41	[Travelers]	FlowTime	0,00358
Path41_1	[Travelers]	FlowTime	0,0031
Path42	[Travelers]	FlowTime	0,00385

**TimeOnLink - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Path42_1	[Travelers]	FlowTime	0,00386
Path43	[Travelers]	FlowTime	0,00379
Path43_1	[Travelers]	FlowTime	0,00459
Path44	[Travelers]	FlowTime	0,00243
Path44_1	[Travelers]	FlowTime	0,00289
Path45	[Travelers]	FlowTime	0,00182
Path46	[Travelers]	FlowTime	0,00152
Path47	[Travelers]	FlowTime	0,00108
Path5	[Travelers]	FlowTime	0,0017
Path6	[Travelers]	FlowTime	0,00127
Path6_1	[Travelers]	FlowTime	0,00126
Path7	[Travelers]	FlowTime	0,00111
Path7_1	[Travelers]	FlowTime	0,00112
Path8	[Travelers]	FlowTime	0,00134
Path9	[Travelers]	FlowTime	0,00128
Path9_1	[Travelers]	FlowTime	0,00132

**TimeProcessing - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	0,15856
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	0,16244
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	0,10365
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	0,10419
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	0,10459
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	0,10189
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	0,10526
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	0,10522
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	1,13728
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	1,13249
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	1,07625
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	1,07066
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	0,03484
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	0,03484
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	0,03493
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	0,03494
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	0,03621
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	0,03827
PRANJE	[Resource]	ResourceState	0,01953
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	0,01905

**TimeProcessing - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	7010
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	6838
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	10723
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	10660
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	10621
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	10910
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	10553
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	10565
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	1023
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	1027
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	1081
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	1086
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	30741
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	30719
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	30652
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	30648

**TimeProcessing - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	22841
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	21619
PRANJE	[Resource]	ResourceState	28020
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	28338

**TimeProcessing - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	82,33559
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	82,2797
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	82,33037
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	82,27073
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	82,28209
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	82,34107
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	82,28197
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	82,34084
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	86,18055
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	86,15337
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	86,17948
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	86,1289
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	79,33276
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	79,28253
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	79,31432
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	79,33021
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	61,27309
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	61,28677
PRANJE	[Resource]	ResourceState	40,52723
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	39,98753

**TimeProcessing - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	1111,53052
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	1110,776
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	1111,46004
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	1110,65487
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	1110,80828
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	1111,6045
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	1110,80654
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	1111,60137
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	1163,43743
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	1163,07043
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	1163,42295
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	1162,74016
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	1070,99225
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	1070,31414
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	1070,74326
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	1070,95785
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	827,18667
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	827,37145
PRANJE	[Resource]	ResourceState	547,11764
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	539,8317

**TimeStarved - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	0,02244
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	0,02329
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	0,01254
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	0,0127
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	0,01288
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	0,01244

**TimeStarved - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	0,01297
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	0,01287
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	0,18011
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	0,17973
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	0,16531
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	0,16517
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	0,00396
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	0,004
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	0,004
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	0,00399
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	0,02224
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	0,0235
PRANJE	[Resource]	ResourceState	0,02686
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	0,02685

**TimeStarved - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	5677
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	5506
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	10168
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	10105
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	9955
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	10244
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	9887
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	9899
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	907
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	911
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	988
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	993
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	29865
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	29844
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	29689
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	29685
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	22772
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	21549
PRANJE	[Resource]	ResourceState	27857
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	28177

**TimeStarved - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	9,43601
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	9,49807
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	9,4474
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	9,50705
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	9,49568
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	9,4367
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	9,49581
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	9,43694
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	12,10093
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	12,12812
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	12,0983
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	12,14888
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	8,77094
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	8,83476
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	8,7968
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	8,7809
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	37,51704
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	37,50335



**TimeStarved - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
PRANJE	[Resource]	ResourceState	55,42338
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	56,03716

**TimeStarved - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	ResourceState	127,38614
CNC_HOC_1_1	[Resource]	ResourceState	128,224
CNC_HOC_2	[Resource]	ResourceState	127,53996
CNC_HOC_2_1	[Resource]	ResourceState	128,34513
CNC_HOC_3	[Resource]	ResourceState	128,19172
CNC_HOC_3_1	[Resource]	ResourceState	127,3955
CNC_HOC_4	[Resource]	ResourceState	128,19346
CNC_HOC_4_1	[Resource]	ResourceState	127,39863
CNC_TOK_1	[Resource]	ResourceState	163,36257
CNC_TOK_1_1	[Resource]	ResourceState	163,72957
CNC_TOK_2	[Resource]	ResourceState	163,32705
CNC_TOK_2_1	[Resource]	ResourceState	164,00984
CNC_TOK_3	[Resource]	ResourceState	118,40775
CNC_TOK_3_1	[Resource]	ResourceState	119,2692
CNC_TOK_4	[Resource]	ResourceState	118,75674
CNC_TOK_4_1	[Resource]	ResourceState	118,54215
KONT_PAK	[Resource]	ResourceState	506,48
KONT_PAK1	[Resource]	ResourceState	506,29522
PRANJE	[Resource]	ResourceState	748,21569
PRANJE1	[Resource]	ResourceState	756,50163

**TimeTransporting - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	18,22801
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	18,22806
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	20,4393
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	20,13432
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	0,07308
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,07088
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	0,04088
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,04098
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	0,03969
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,0391
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	0,04096
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,04085
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	0,00748
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,00668
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	0,01119
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	0,01384

**TimeTransporting - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	74
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	74
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	66
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	67
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	10403
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	10581
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	12810
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	12798
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	12947
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	12940
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	12885
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	12862

**TimeTransporting - Occurrences**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	65899
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	67923
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	61067
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	50465

**TimeTransporting - Percent**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	99,91649
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	99,91677
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	99,92546
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	99,9259
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	56,31387
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	55,55748
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	38,79054
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	38,85287
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	38,06797
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	37,48145
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	39,09565
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	38,91675
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	36,5024
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	33,59509
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	50,60014
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	51,71902

**TimeTransporting - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1[1]	[Resource]	ResourceState	1348,87267
Radnik1_1[1]	[Resource]	ResourceState	1348,87633
Radnik2[1]	[Resource]	ResourceState	1348,99374
Radnik2_1[1]	[Resource]	ResourceState	1348,9996
Radnik3[1]	[Resource]	ResourceState	760,23727
Radnik3_1[1]	[Resource]	ResourceState	750,02601
Radnik4[1]	[Resource]	ResourceState	523,67228
Radnik4_1[1]	[Resource]	ResourceState	524,51368
Radnik5[1]	[Resource]	ResourceState	513,91753
Radnik5_1[1]	[Resource]	ResourceState	505,9996
Radnik6[1]	[Resource]	ResourceState	527,79128
Radnik6_1[1]	[Resource]	ResourceState	525,37607
Radnik7[1]	[Resource]	ResourceState	492,78243
Radnik7_1[1]	[Resource]	ResourceState	453,53367
Radnik8[1]	[Resource]	ResourceState	683,10188
Radnik8_1[1]	[Resource]	ResourceState	698,20677

**TimeWaiting - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Buffer_HOC_1	Entities	Queue	0,01123
Buffer_HOC_1_1	Entities	Queue	0,01075
Buffer_HOC_2	Entities	Queue	0,03389
Buffer_HOC_2_1	Entities	Queue	0,03398
Buffer_HOC_3	Entities	Queue	0,02603
Buffer_HOC_3_1	Entities	Queue	0,0261
Buffer_HOC_4	Entities	Queue	0,02641
Buffer_HOC_4_1	Entities	Queue	0,02722
Buffer_KONT	Entities	Queue	0,34925
Buffer_KONT_1	Entities	Queue	0,35003
Buffer_PRANJE	Entities	Queue	0,00397
Buffer_PRANJE_1	Entities	Queue	0,00378
CNC_HOC_1	Processing	EntryQueue	0,03625
CNC_HOC_1_1	Processing	EntryQueue	0,03552

**TimeWaiting - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_2	Processing	EntryQueue	0,02152
CNC_HOC_2_1	Processing	EntryQueue	0,02097
CNC_HOC_3	Processing	EntryQueue	0,02221
CNC_HOC_3_1	Processing	EntryQueue	0,02224
CNC_HOC_4	Processing	EntryQueue	0,02184
CNC_HOC_4_1	Processing	EntryQueue	0,02227
CNC_TOK_1	Processing	EntryQueue	0,02655
CNC_TOK_1_1	Processing	EntryQueue	0,02624
CNC_TOK_2	Processing	EntryQueue	0,02642
CNC_TOK_2_1	Processing	EntryQueue	0,0264
CNC_TOK_3	Processing	EntryQueue	0,00569
CNC_TOK_3_1	Processing	EntryQueue	0,0057
CNC_TOK_4	Processing	EntryQueue	0,00575
CNC_TOK_4_1	Processing	EntryQueue	0,00578
KONT_PAK	Processing	EntryQueue	0,00444
KONT_PAK1	Processing	EntryQueue	0,00459
PRANJE	OutputBuffer	EntryQueue	0,00209
PRANJE1	OutputBuffer	EntryQueue	0,00164

**TimeWaiting - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Buffer_HOC_1	Entities	Queue	0,08864
Buffer_HOC_1_1	Entities	Queue	0,08857
Buffer_HOC_2	Entities	Queue	0,14782
Buffer_HOC_2_1	Entities	Queue	0,14942
Buffer_HOC_3	Entities	Queue	0,11095
Buffer_HOC_3_1	Entities	Queue	0,10951
Buffer_HOC_4	Entities	Queue	0,11371
Buffer_HOC_4_1	Entities	Queue	0,11184
Buffer_KONT	Entities	Queue	0,71924
Buffer_KONT_1	Entities	Queue	0,73169
Buffer_PRANJE	Entities	Queue	0,03621
Buffer_PRANJE_1	Entities	Queue	0,0306
CNC_HOC_1	Processing	EntryQueue	0,14099
CNC_HOC_1_1	Processing	EntryQueue	0,14056
CNC_HOC_2	Processing	EntryQueue	0,20372
CNC_HOC_2_1	Processing	EntryQueue	0,20435
CNC_HOC_3	Processing	EntryQueue	0,16919
CNC_HOC_3_1	Processing	EntryQueue	0,1685
CNC_HOC_4	Processing	EntryQueue	0,17054
CNC_HOC_4_1	Processing	EntryQueue	0,16933
CNC_TOK_1	Processing	EntryQueue	0,23442
CNC_TOK_1_1	Processing	EntryQueue	0,23413
CNC_TOK_2	Processing	EntryQueue	0,28427
CNC_TOK_2_1	Processing	EntryQueue	0,28403
CNC_TOK_3	Processing	EntryQueue	0,18056
CNC_TOK_3_1	Processing	EntryQueue	0,18056
CNC_TOK_4	Processing	EntryQueue	0,16389
CNC_TOK_4_1	Processing	EntryQueue	0,16389
KONT_PAK	Processing	EntryQueue	0,24318
KONT_PAK1	Processing	EntryQueue	0,2434
PRANJE	OutputBuffer	EntryQueue	0,1159
PRANJE1	OutputBuffer	EntryQueue	0,09423

**TimeWaiting - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Buffer_HOC_1	Entities	Queue	0,00291
Buffer_HOC_1_1	Entities	Queue	0,00238

**TimeWaiting - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Buffer_HOC_2	Entities	Queue	0,00368
Buffer_HOC_2_1	Entities	Queue	0,00369
Buffer_HOC_3	Entities	Queue	0,00231
Buffer_HOC_3_1	Entities	Queue	0,00227
Buffer_HOC_4	Entities	Queue	0,00232
Buffer_HOC_4_1	Entities	Queue	0,003
Buffer_KONT	Entities	Queue	0,33508
Buffer_KONT_1	Entities	Queue	0,33521
Buffer_PRANJE	Entities	Queue	0,00185
Buffer_PRANJE_1	Entities	Queue	0,00167
CNC_HOC_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_1_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_2	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_2_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_3	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_3_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_4	Processing	EntryQueue	0
CNC_HOC_4_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_1_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_2	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_2_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_3	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_3_1	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_4	Processing	EntryQueue	0
CNC_TOK_4_1	Processing	EntryQueue	0
KONT_PAK	Processing	EntryQueue	0
KONT_PAK1	Processing	EntryQueue	0
PRANJE	OutputBuffer	EntryQueue	0
PRANJE1	OutputBuffer	EntryQueue	0

**UnitsAllocated - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	15631
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	15621
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	15630
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	15619
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	15621
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	15632
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	15621
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	15632
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	31731
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	31721
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	31730
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	31712
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	31604
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	31584
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	31596
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	31603
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	62039
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	62053
PRANJE	[Resource]	Capacity	62057
PRANJE1	[Resource]	Capacity	62067
Radnik1	[Population]	Capacity	126325
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	126325
Radnik1_1	[Population]	Capacity	126266

**UnitsAllocated - Total**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	126266
Radnik2	[Population]	Capacity	126297
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	126297
Radnik2_1	[Population]	Capacity	126289
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	126289
Radnik3	[Population]	Capacity	31261
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	31261
Radnik3_1	[Population]	Capacity	31241
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	31241
Radnik4	[Population]	Capacity	31259
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	31259
Radnik4_1	[Population]	Capacity	31238
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	31238
Radnik5	[Population]	Capacity	31241
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	31241
Radnik5_1	[Population]	Capacity	31263
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	31263
Radnik6	[Population]	Capacity	31241
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	31241
Radnik6_1	[Population]	Capacity	31263
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	31263
Radnik7	[Population]	Capacity	124114
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	124114
Radnik7_1	[Population]	Capacity	124133
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	124133
Radnik8	[Population]	Capacity	124078
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	124078
Radnik8_1	[Population]	Capacity	124105
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	124105

**UnitsScheduled - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	1
PRANJE	[Resource]	Capacity	50
PRANJE1	[Resource]	Capacity	50
Radnik1	[Population]	Capacity	1
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik1_1	[Population]	Capacity	1
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	1

**UnitsScheduled - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik2	[Population]	Capacity	1
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik2_1	[Population]	Capacity	1
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik3	[Population]	Capacity	1
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik3_1	[Population]	Capacity	1
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4	[Population]	Capacity	1
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4_1	[Population]	Capacity	1
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5	[Population]	Capacity	1
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5_1	[Population]	Capacity	1
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6	[Population]	Capacity	1
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6_1	[Population]	Capacity	1
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7	[Population]	Capacity	1
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7_1	[Population]	Capacity	1
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8	[Population]	Capacity	1
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8_1	[Population]	Capacity	1
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	1

**UnitsScheduled - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	1
PRANJE	[Resource]	Capacity	50
PRANJE1	[Resource]	Capacity	50
Radnik1	[Population]	Capacity	1
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik1_1	[Population]	Capacity	1
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik2	[Population]	Capacity	1

**UnitsScheduled - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik2_1	[Population]	Capacity	1
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik3	[Population]	Capacity	1
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik3_1	[Population]	Capacity	1
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4	[Population]	Capacity	1
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4_1	[Population]	Capacity	1
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5	[Population]	Capacity	1
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5_1	[Population]	Capacity	1
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6	[Population]	Capacity	1
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6_1	[Population]	Capacity	1
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7	[Population]	Capacity	1
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7_1	[Population]	Capacity	1
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8	[Population]	Capacity	1
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8_1	[Population]	Capacity	1
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	1

**UnitsScheduled - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	1
PRANJE	[Resource]	Capacity	50
PRANJE1	[Resource]	Capacity	50
Radnik1	[Population]	Capacity	1
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik1_1	[Population]	Capacity	1
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik2	[Population]	Capacity	1
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	1

**UnitsScheduled - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik2_1	[Population]	Capacity	1
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik3	[Population]	Capacity	1
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik3_1	[Population]	Capacity	1
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4	[Population]	Capacity	1
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4_1	[Population]	Capacity	1
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5	[Population]	Capacity	1
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5_1	[Population]	Capacity	1
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6	[Population]	Capacity	1
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6_1	[Population]	Capacity	1
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7	[Population]	Capacity	1
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7_1	[Population]	Capacity	1
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8	[Population]	Capacity	1
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8_1	[Population]	Capacity	1
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	1

**UnitsUtilized - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	0,82336
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	0,8228
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	0,8233
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	0,82271
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	0,82282
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	0,82341
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	0,82282
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	0,82341
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	0,86181
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	0,86153
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	0,86179
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	0,86129
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	0,79333
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	0,79283
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	0,79314
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	0,7933
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	0,61273
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	0,61287
PRANJE	[Resource]	Capacity	0,61291
PRANJE1	[Resource]	Capacity	0,613
Radnik1	[Population]	Capacity	0,99916
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	0,99916
Radnik1_1	[Population]	Capacity	0,99917
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	0,99917
Radnik2	[Population]	Capacity	0,99925
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	0,99925
Radnik2_1	[Population]	Capacity	0,99926



**UnitsUtilized - Average**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	0,99926
Radnik3	[Population]	Capacity	0,56314
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	0,56314
Radnik3_1	[Population]	Capacity	0,55557
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	0,55557
Radnik4	[Population]	Capacity	0,38791
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	0,38791
Radnik4_1	[Population]	Capacity	0,38853
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	0,38853
Radnik5	[Population]	Capacity	0,38068
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	0,38068
Radnik5_1	[Population]	Capacity	0,37481
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	0,37481
Radnik6	[Population]	Capacity	0,39096
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	0,39096
Radnik6_1	[Population]	Capacity	0,38917
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	0,38917
Radnik7	[Population]	Capacity	0,36502
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	0,36502
Radnik7_1	[Population]	Capacity	0,33595
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	0,33595
Radnik8	[Population]	Capacity	0,506
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	0,506
Radnik8_1	[Population]	Capacity	0,51719
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	0,51719

**UnitsUtilized - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	1
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	1
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	1
PRANJE	[Resource]	Capacity	20
PRANJE1	[Resource]	Capacity	20
Radnik1	[Population]	Capacity	1
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik1_1	[Population]	Capacity	1
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik2	[Population]	Capacity	1
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik2_1	[Population]	Capacity	1
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	1

**UnitsUtilized - Maximum**

Object Name	Data Source	Category	Value
Radnik3	[Population]	Capacity	1
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik3_1	[Population]	Capacity	1
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4	[Population]	Capacity	1
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik4_1	[Population]	Capacity	1
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5	[Population]	Capacity	1
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik5_1	[Population]	Capacity	1
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6	[Population]	Capacity	1
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik6_1	[Population]	Capacity	1
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7	[Population]	Capacity	1
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik7_1	[Population]	Capacity	1
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8	[Population]	Capacity	1
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	1
Radnik8_1	[Population]	Capacity	1
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	1

**UnitsUtilized - Minimum**

Object Name	Data Source	Category	Value
CNC_HOC_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_HOC_1_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_HOC_2	[Resource]	Capacity	0
CNC_HOC_2_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_HOC_3	[Resource]	Capacity	0
CNC_HOC_3_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_HOC_4	[Resource]	Capacity	0
CNC_HOC_4_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_1_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_2	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_2_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_3	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_3_1	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_4	[Resource]	Capacity	0
CNC_TOK_4_1	[Resource]	Capacity	0
KONT_PAK	[Resource]	Capacity	0
KONT_PAK1	[Resource]	Capacity	0
PRANJE	[Resource]	Capacity	0
PRANJE1	[Resource]	Capacity	0
Radnik1	[Population]	Capacity	0
Radnik1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik1_1	[Population]	Capacity	0
Radnik1_1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik2	[Population]	Capacity	0
Radnik2[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik2_1	[Population]	Capacity	0
Radnik2_1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik3	[Population]	Capacity	0

**UnitsUtilized - Minimum**

<b>Object Name</b>	<b>Data Source</b>	<b>Category</b>	<b>Value</b>
Radnik3[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik3_1	[Population]	Capacity	0
Radnik3_1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik4	[Population]	Capacity	0
Radnik4[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik4_1	[Population]	Capacity	0
Radnik4_1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik5	[Population]	Capacity	0
Radnik5[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik5_1	[Population]	Capacity	0
Radnik5_1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik6	[Population]	Capacity	0
Radnik6[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik6_1	[Population]	Capacity	0
Radnik6_1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik7	[Population]	Capacity	0
Radnik7[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik7_1	[Population]	Capacity	0
Radnik7_1[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik8	[Population]	Capacity	0
Radnik8[1]	[Resource]	Capacity	0
Radnik8_1	[Population]	Capacity	0
Radnik8_1[1]	[Resource]	Capacity	0