



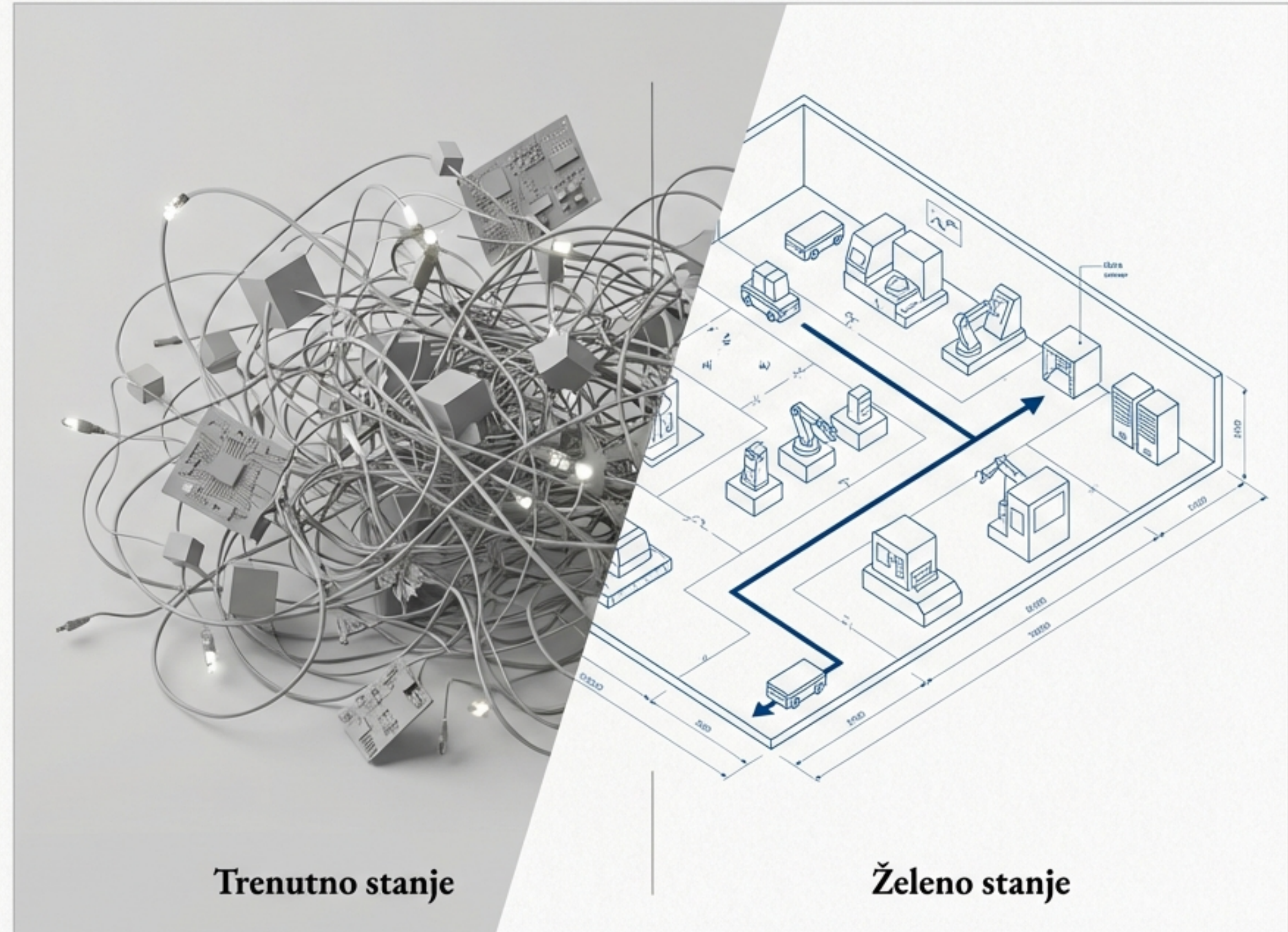
Načrtovanje Pametnih Tovarn: Od Kaosa do Jasnosti

Praktična metodologija za prehod od
ideje do digitalnega dvojčka

Izziv: Nujnost digitalizacije se sreča z abstraktnimi modeli

Podjetja morajo za ohranitev konkurenčnosti vpeljati koncepte pametnih tovarn. Vendar je pot polna nejasnosti.

- **Visoka abstraktnost**
Obstoječi modeli, kot je RAMI 4.0, so pogosto preveč teoretični in za industrijsko uporabo manj primerni.
- **Nejasna vloga digitalnih dvojčkov**
Standardni modeli ne definirajo dovolj jasno uporabe in razvoja digitalnih dvojčkov, ki so ključni za pametno tovarno.
- **Pomanjkanje strukture**
Manjka jasna, korak-po-korak metodologija, ki bi podjetja vodila od začetne ideje do končne realizacije.



Cilj: Potrebujemo strukturiran in praktičen pristop

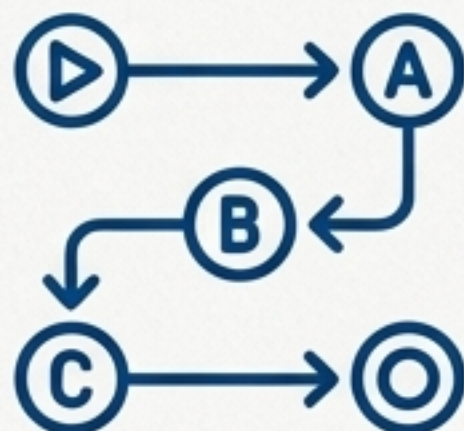


Za uspešen prehod v Industrijo 4.0 potrebujemo metodologijo, ki je:



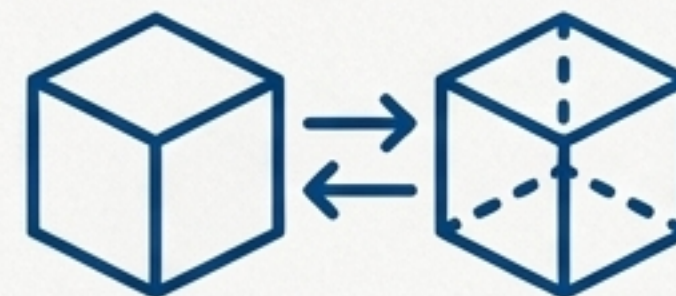
Praktična

Enostavna za razumevanje in uporabo v realnem industrijskem okolju, ne le v akademskem.



Celovita

Vodi uporabnika korak za korakom, od začetne ideje do končne realizacije in delovanja sistema.



Osredotočena na digitalne dvojčke

Eksplicitno vključuje in poenostavlja načrtovanje ter implementacijo digitalnih dvojčkov kot osrednjega elementa pametne tovarne.



Rešitev: Metodologija v treh jasnih korakih



KORAK 1

Usklajevanje in izobraževanje

Izvedba delavnic v podjetju za razumevanje procesov, razlago pojmov Industrije 4.0 in določitev ciljev ter stopnje digitalizacije.

Problem, ki ga rešuje: Nejasnosti in pomanjkljivo znanje o pametnih tovarnah v podjetjih.

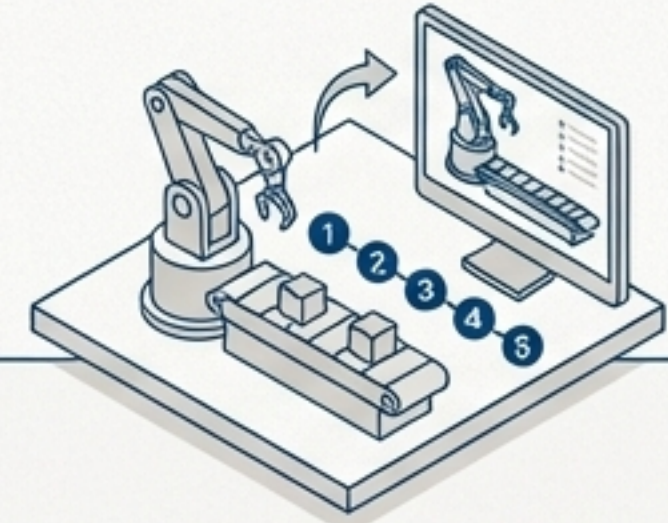


KORAK 2

Strukturiranje sistema

Uporaba novega arhitekturnega modela (LASFA) za pregledno postavitev gradnikov, tehnologij in digitalnih modelov v sistemu.

Problem, ki ga rešuje: Veliko število nepreglednih arhitekturnih modelov.



KORAK 3

Digitalizacija procesov

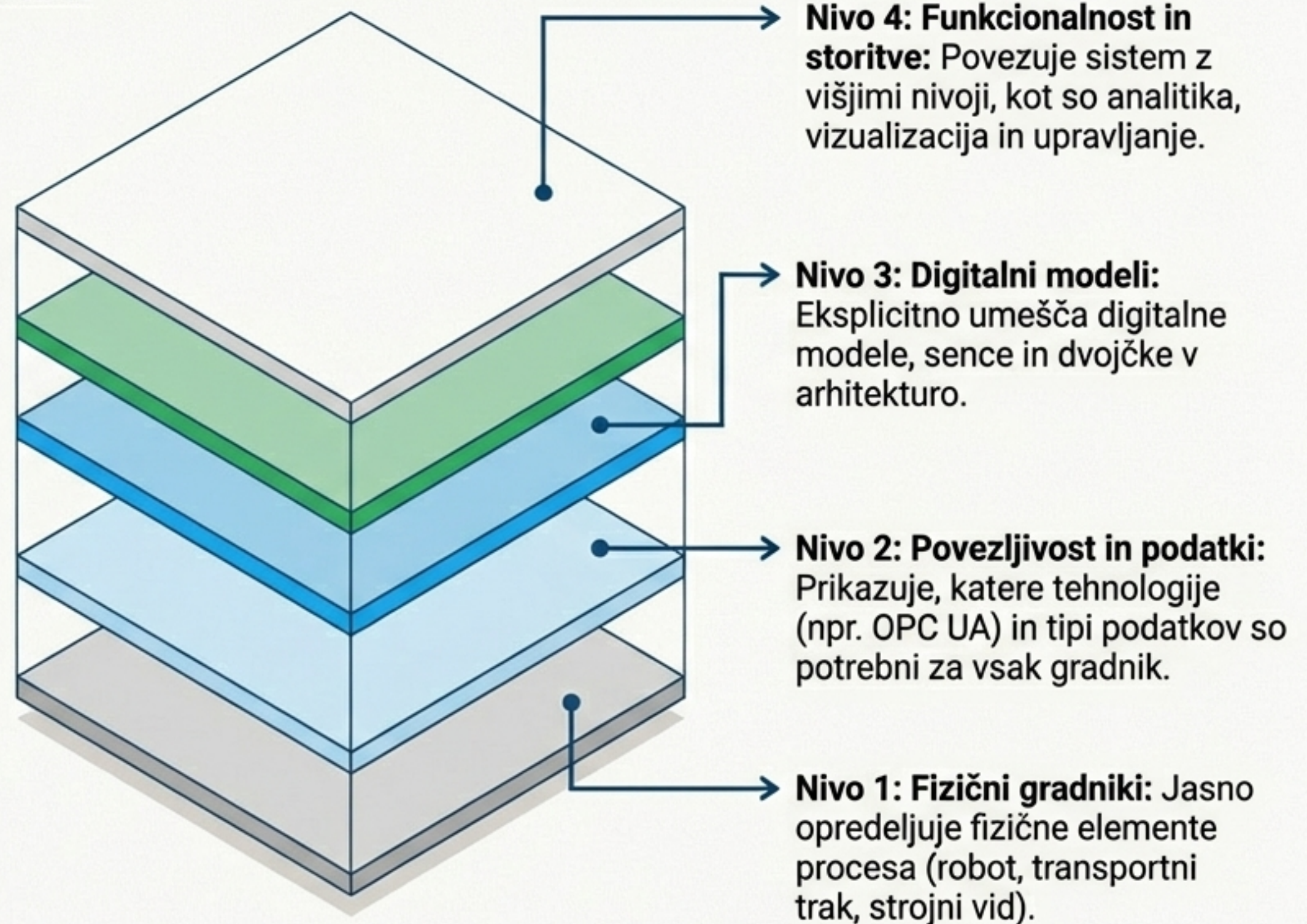
Uporaba univerzalne 5-stopenjske metodologije za načrtovanje in implementacijo digitalnih dvojčkov.

Problem, ki ga rešuje: Kako v praksi digitalizirati proizvodni sistem.



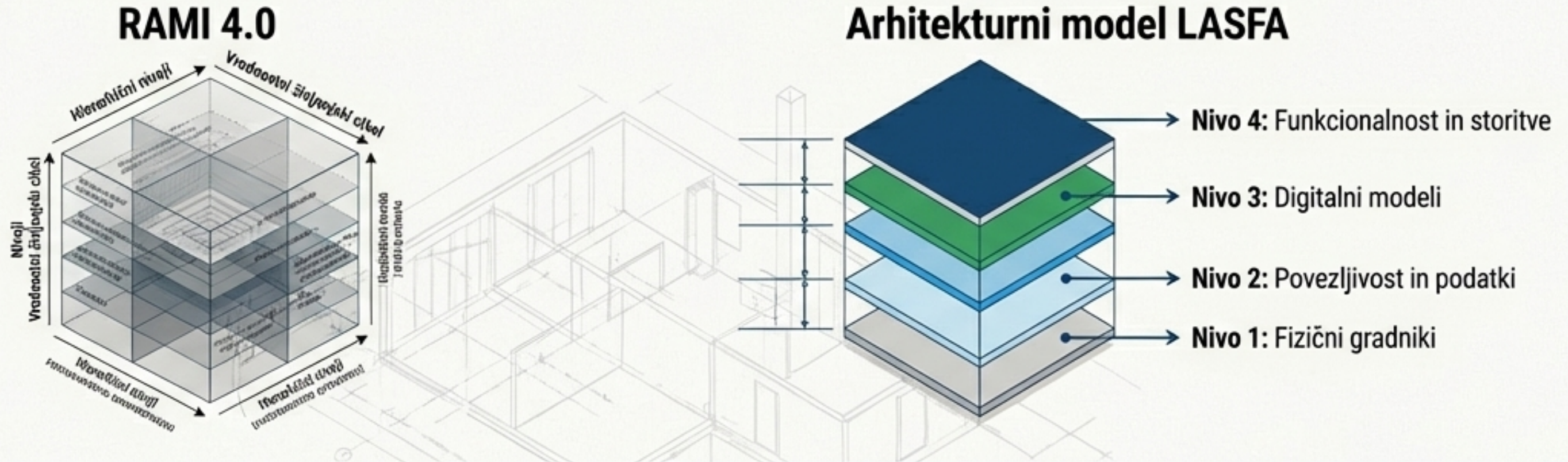
Korak 2: Arhitekturni Model LASFA – Zgrajen za jasnost in prakso

Obstoječi modeli so pogosto preveč abstraktni. LASFA (LASIM Smart Factory Architecture) je bil razvit kot pregleden in enostaven strukturni model, ki temelji na ključnih gradnikih pametne tovarne.





Zakaj je LASFA bolj praktičen od modela RAMI 4.0?

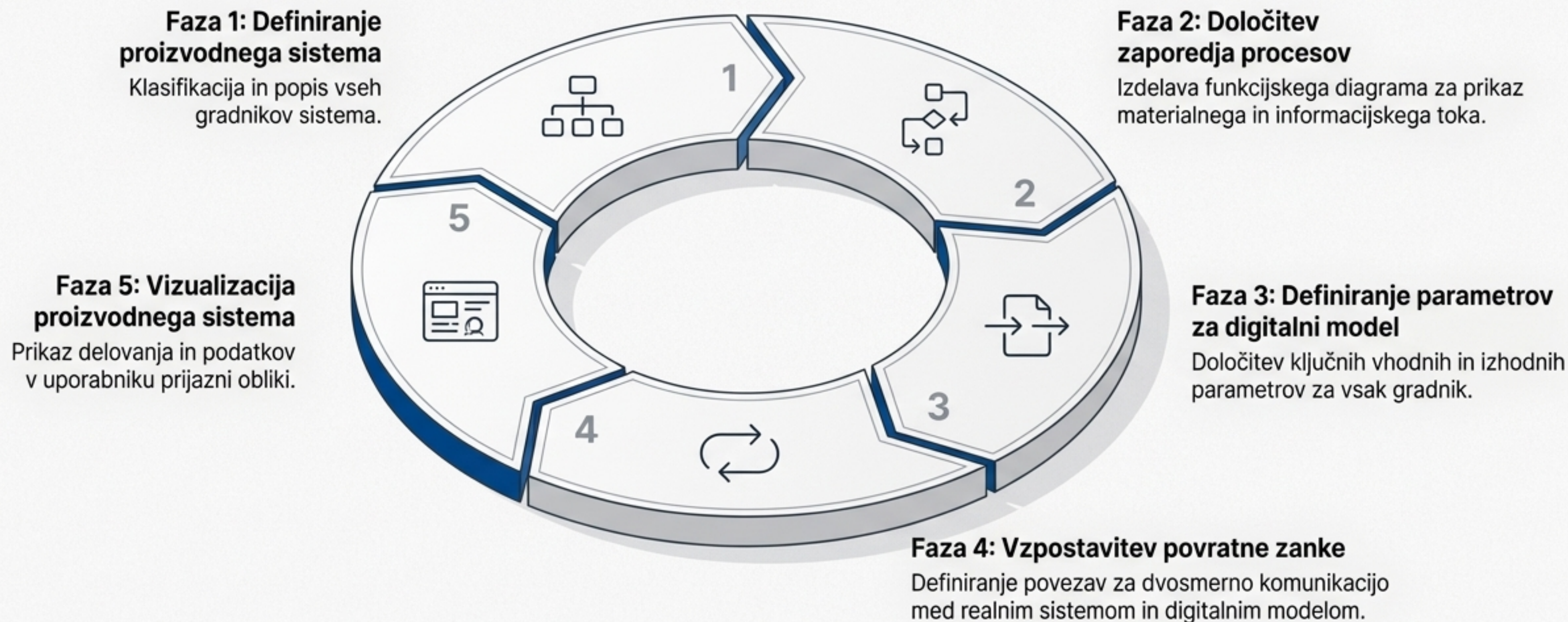


Kriterij	RAMI 4.0	Arhitekturni model LASFA
Kompleksnost	Visoka (3D model, težko razumljiv)	Nizka (2D strukturni model, enostaven za uporabo)
Osnova modela	Abstraktni nivoji in življenjski cikel	Fizični gradniki in pretok informacij
Digitalni dvojčki	Niso eksplicitno prikazani	Jasno definirano mesto in vloga digitalnih modelov, senc in dvojčkov
Praktična uporaba	Težavna za direktno implementacijo	Zasnovan za neposredno uporabo pri načrtovanju sistema

LASFA ponuja jasnost in praktično uporabnost tam, kjer je RAMI 4.0 preveč abstrakten, še posebej pri vključevanju digitalnih dvojčkov in tehnologij I4.0.

Korak 3: Od podatkov do delujočega digitalnega dvojčka

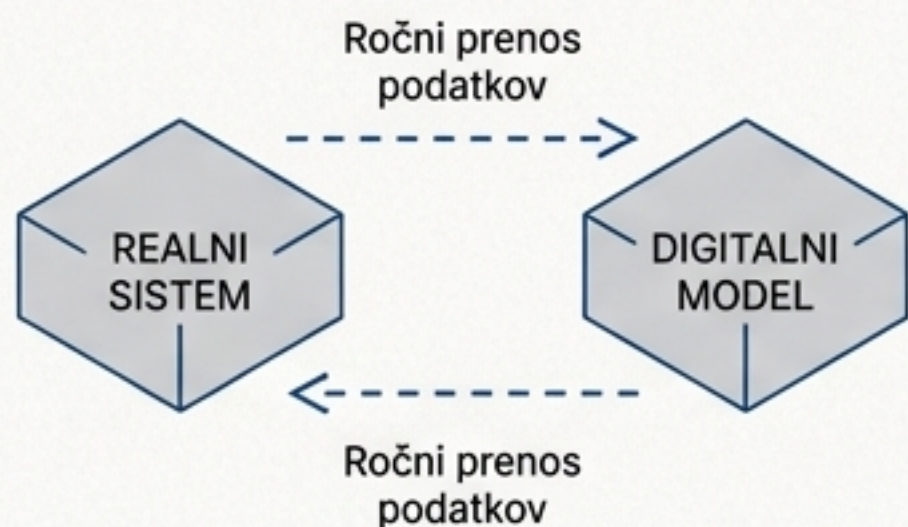
Metodologija ponuja univerzalen 5-stopenjski pristop, ki uporabnike vodi od definicije sistema do končne uporabe in vizualizacije digitalnega dvojčka.



Stopnje digitalizacije: Model, Senca, Dvojček

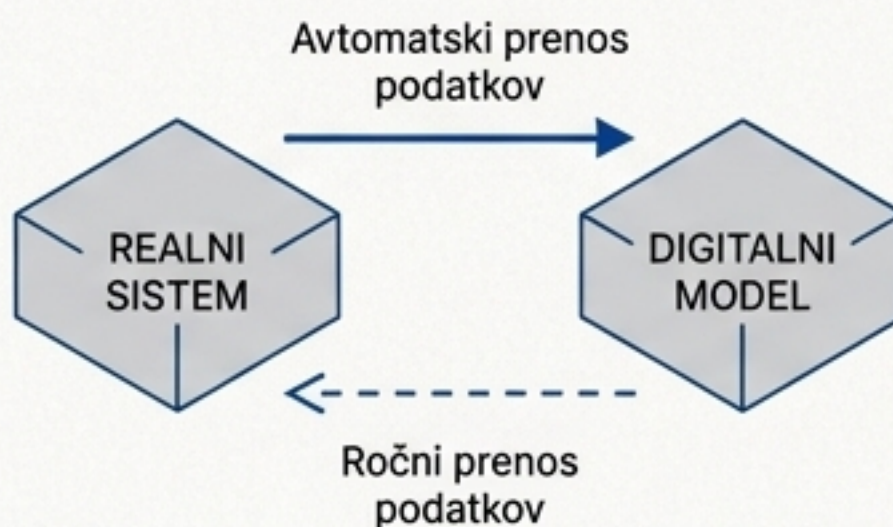
Digitalizacija ni en sam korak, ampak proces. Razumevanje razlik je ključno za uspešno implementacijo.

Digitalni Model



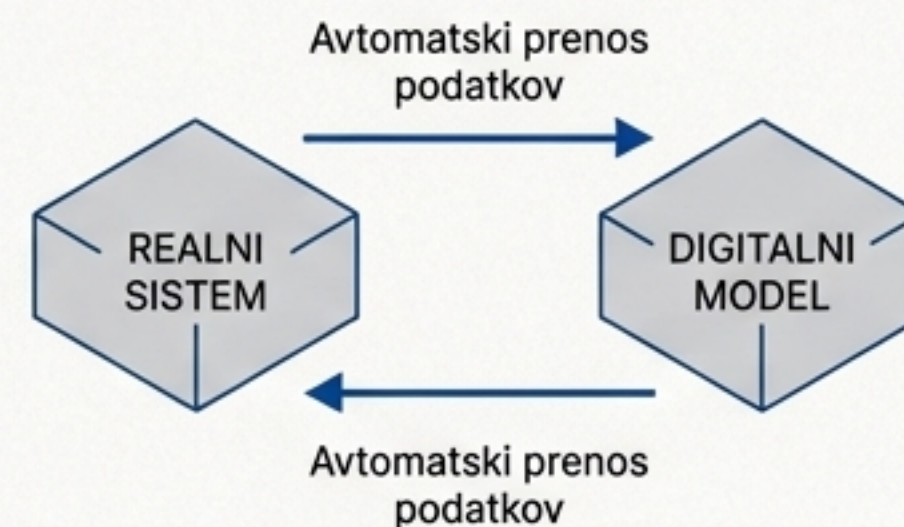
Digitalni prikaz sistema brez avtomatske izmenjave podatkov. Podatki se vnašajo ročno.

Digitalna Senca (Digital Shadow)



Avtomatiziran prenos podatkov poteka v eno smer: od realnega sistema do digitalnega modela. Spremembe v realnem svetu se odražajo v virtualnem.

Digitalni Dvojček (Digital Twin)



Popolnoma integriran sistem z avtomatiziranim, dvosmernim prenosom podatkov. Virtualni svet lahko krmili realnega.

Metodologija v praksi: Študija primera v Demo Centru Pametna Tovarna

Kontekst eksperimenta: Za preverjanje metodologije je bil izveden eksperiment v realnem okolju Demo centra na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

Cilj eksperimenta: Načrtovanje in implementacija digitalnega dvojčka za proizvodni sistem, ki sestavlja personalizirane proizvode (mozaike in ohišja za Raspberry Pi).

- Roboti (2x)
- Transportni sistem
- Strojni vid za kontrolo kakovosti
- Zalogovniki

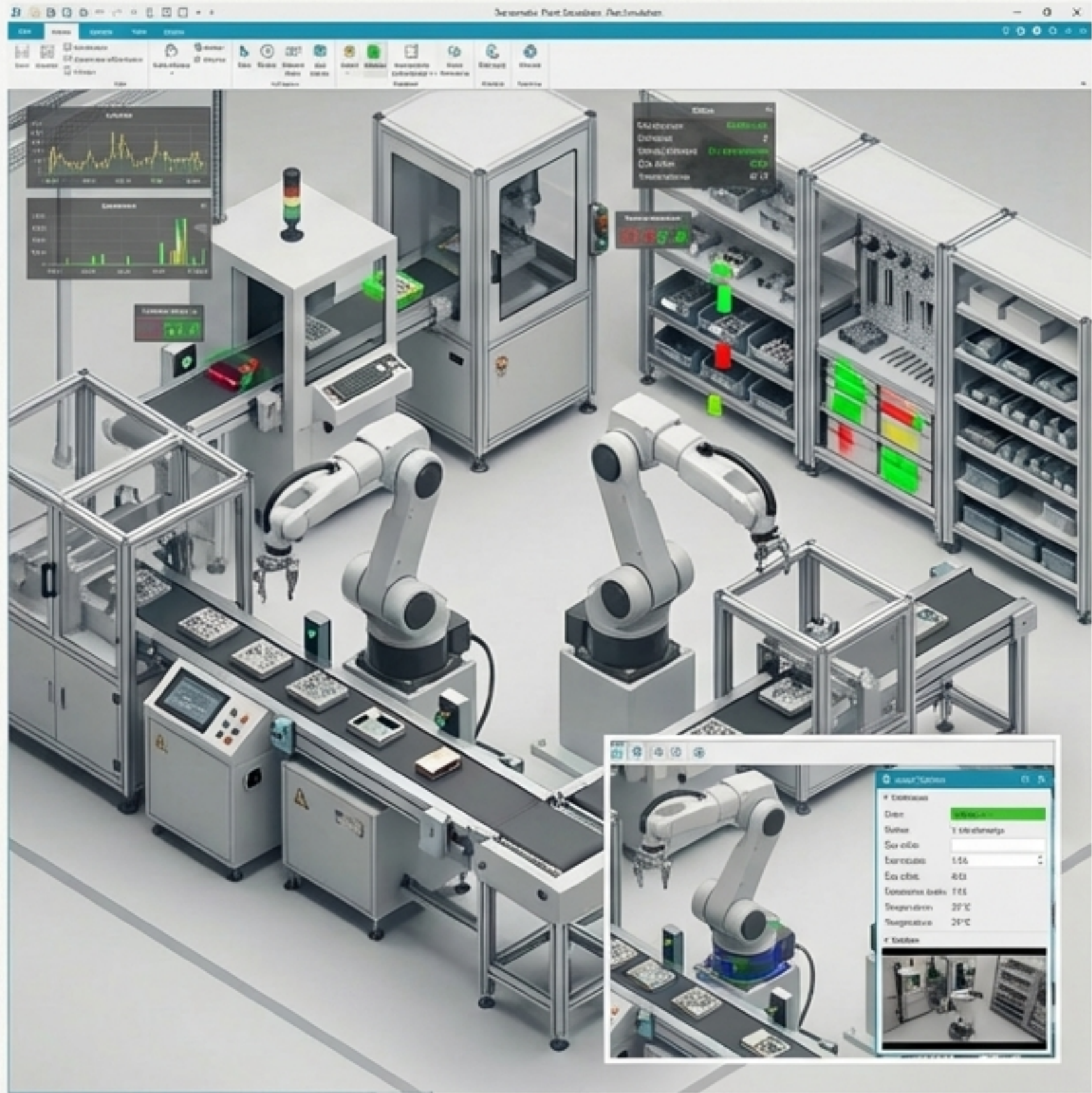


Rezultat: Od fizičnega sistema do popolnega digitalnega dvojčka

Z uporabo **3-stopenjske metodologije** je bil uspešno razvit in implementiran digitalni dvojček celotnega proizvodnega sistema.

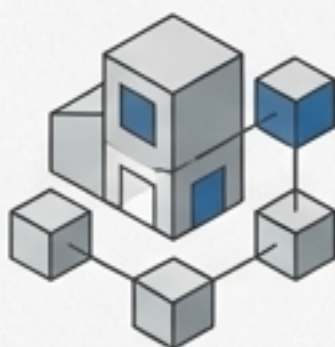
Kaj omogoča digitalni dvojček?

- Spremljanje delovanja sistema v realnem času.
- Vizualizacijo materialnega toka in statusa posameznih gradnikov.
- Zbiranje in analizo podatkov o trajanju operacij in učinkovitosti.
- Testiranje 'kaj-če' scenarijev brez poseganja v realni sistem.



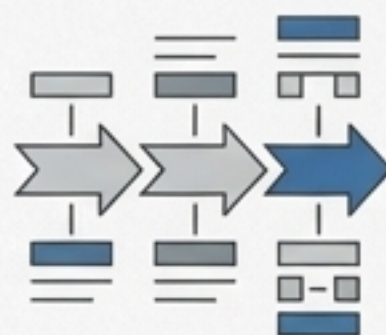
Ključni prispevki za industrijo in znanost

Metodologija prinaša tri ključne izvirne prispevke, ki rešujejo osrednje izzive pri načrtovanju pametnih tovarn.



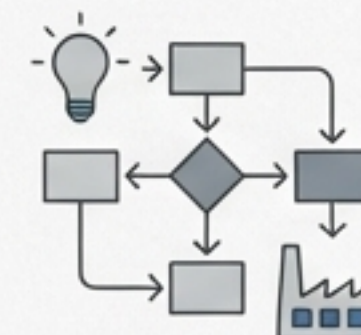
1. Nov arhitekturni model (LASFA)

Ponuja jasnost in praktično uporabnost tam, kjer so obstoječi modeli preveč abstraktni. Temelji na ključnih gradnikih in omogoča enostavno umestitev tehnologij I4.0 in digitalnih dvojčkov.



2. Sistematičen pristop za digitalne dvojčke

Predstavlja univerzalno 5-stopenjsko metodo za definiranje parametrov in razvoj digitalnih dvojčkov, kar pospeši in poenostavi razvoj ne glede na tip proizvodnje.

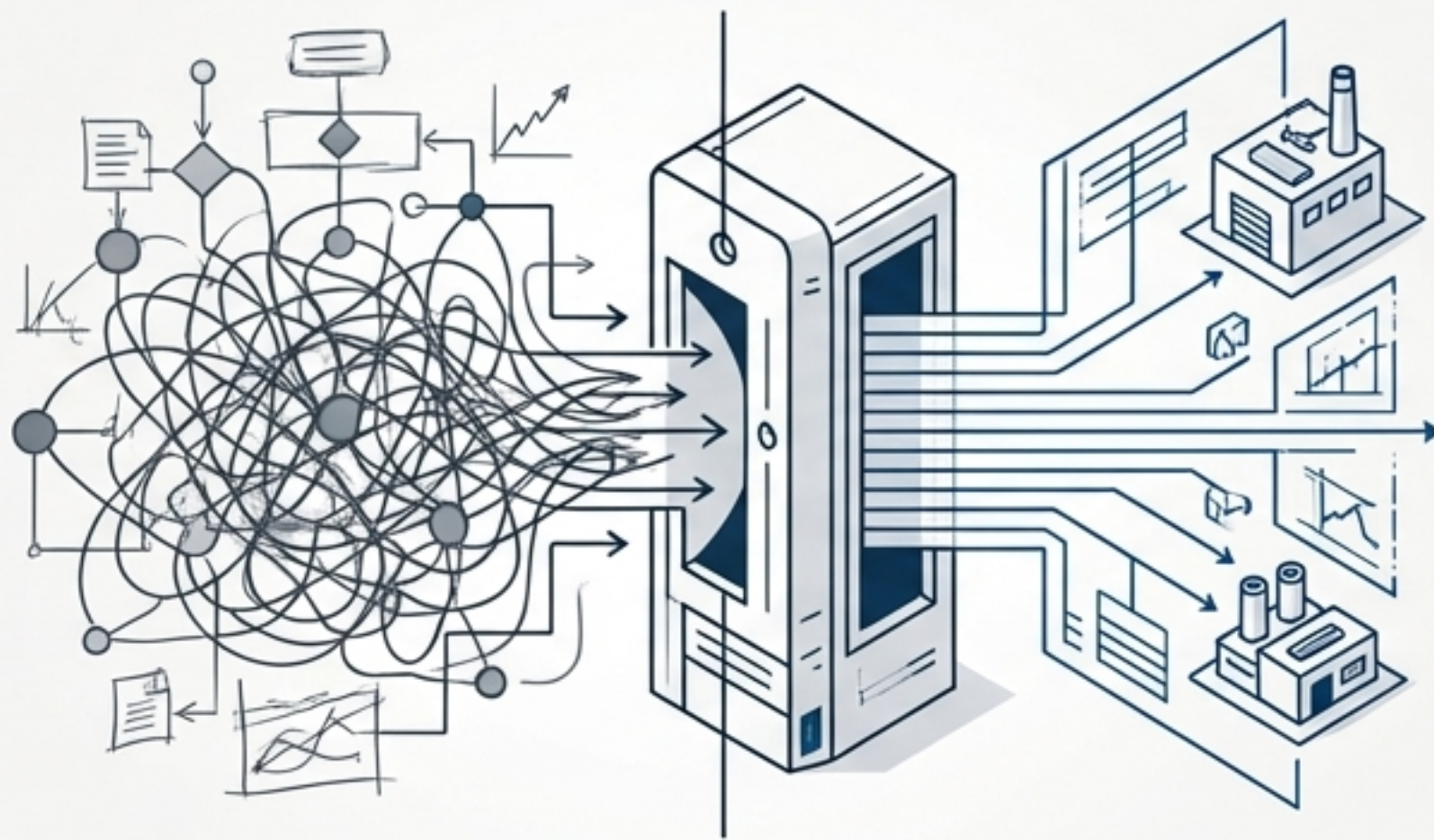


3. Celovita metodologija načrtovanja

Zagotavlja jasno in razumljivo pot od začetne ideje in delavnic v podjetju do delujoče implementacije pametne tovarne, s čimer zmanjšuje nejasnosti in skrajša čas načrtovanja.

Nova paradigma: Boljše, hitrejše in bolj enoznačno načrtovanje pametnih tovarn

Predstavljena metodologija ni le akademski koncept; je praktično orodje, ki podjetjem omogoča, omogoča, da zmanjšajo dvoumnost, pospenost, pospešijo proces načrtovanja in uspešno vodijo svojo digitalno transformacijo. Predsstvoci jn je praktačno načrtovanje pametnih tovarn.



pospešijo proces načrtovanja in uspešno vodijo svojo digitalno transformacijo. Omogoča prehod od reaktivnega reševanja problemov k proaktivnemu, na podatkih temelječemu optimiziranju proizvodnje.

Metodologija načrtovanja in snovanja pametnih tovarn na osnovi digitalnih modelov

Avtor: dr. Matevž Resman

Mentor: prof. dr. Niko Herakovič

Somentor: prof. dr. Peter Butala

Institucija: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij LASIM

Leto: 2022

