



UNIVERZA V LJUBLJANI
University of Ljubljana

Digitalna transformacija in Gradbeništvo X.0 – globalne usmeritve

prof. dr. Žiga Turk
University of Ljubljana, Slovenia

[Transformacija izvedbe gradbenih projektov:
rešitve in pasti novih modelov ter pristopov v mednarodnem prostoru](#)

GZS, Ljubljana, 16.1.2026.

www.zturk.com

1

Uvod

- gradbeništvo je gospodarska panoga
 - gospodarstvu usmeritve daje trg
- gradbeništvo veliko dela za državo
 - usmeritve tudi od tam
- bolje govoriti o
 - izzivih,
 - usmeritvah in
 - trendih

www.zturk.com

2

Kazalo



www.zturk.com

3



4

Paradoks produktivnosti

• Izziv stagnacije

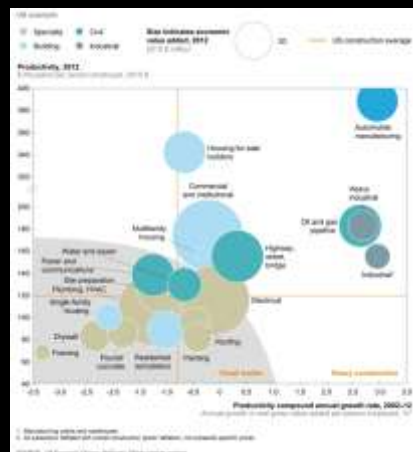
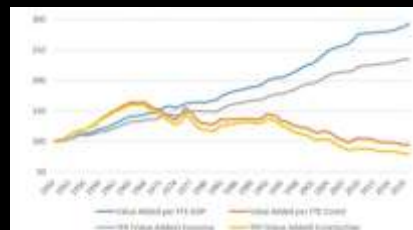
- Produktivnost v gradbeništvu zgodovinsko zaostaja za predelovalno industrijo;
- Kljub tehnološkemu napredku v zadnjih desetletjih stagnira.

• Omejitve človeškega kapitala

- Ker se bo 25 % delovne sile v EU upokojilo v desetletju, se industrija sooča z eksistencialnim pomanjkanjem kadrov.

• Začaran krog

- Pot naprej zahteva premik od delovno intenzivnih obrtnih metod k pametnejšim, podatkovno vodenim kapitalno intenzivnim naložbam.
- Ki pa jih ni, ker ni rasti produktivnosti.



www.zturk.com

5

Digitalizacija kot rešitev?



www.zturk.com

6

Digitalizacija že 40 let rešitev !



www.zturk.com

7

Resnični vzroki za slabo rast produktivnosti

- Gradbeništvo je **storitvena** dejavnost.
 - Stroškovna bolezen storitev (William J. Baumol).
- Gradbeništvo ima mnoge elemente **obrtne** dejavnosti.
 - Ni ponovljivosti in serijske proizvodnje, modularnosti.
- Gradbeništvo dela **projektno**.
 - Veliko znanja se po koncu projekta izgubi.
- Gradbeništvo ima **merilni problem** produktivnosti.
 - Rast produktivnosti drugje zviša plače, ne pa outputa.
 - Zahtevnejša regulacija dvigne standarde, output ostaja enak.
 - Koristi IKT razpršene, zakasnele ali napačno izmerjene. (Brynjolfsson et. al.).

www.zturk.com

8



9

Trojni prehod

- Zeleno
- Digitalno
- Odporno

www.zturk.com

Trojni prehod: Zeleno, digitalno, odporno



10

Strategija Evropske komisije (EK)

• Vizija

- Konkurenčen, suveren in ogljično nevtralen evropski gradbeni ekosistem, ki vodi na področju tehnologije.

• Cilj

- Izvedba "Vala prenove" in doseganje 16-odstotnega izboljšanja energetske učinkovitosti stavbnega fonda do leta 2030.

• Metoda

- Implementacija revidirane uredbe o gradbenih proizvodih (CPR) in uvedba obveznih digitalnih dnevnikov stavb (DBL).



www.zturk.com

11

Strategija Foruma na visoki ravni za gradbeništvo (HLCF)

• Vizija

- Sodelovalen digitalni prehod "od spodaj navzgor", ki vključuje celotno vrednostno verigo, od MSP do velikih izvajalcev.

• Cilj

- Uspešna izvedba "Poti prehoda za gradbeništvo" (Transition Pathway) preko zavez različnih deležnikov.

• Metoda

- Izvedba več kot 80 specifičnih ukrepov, osredotočenih na digitalizacijo, odpornost in socialni dialog z delovno silo.



www.zturk.com

12

Strategija ECTP (Evropska gradbena tehnološka platforma)

- **Podnebno nevtravno in odporno grajeno okolje**
Razogljčenje, prilagajanje podnebnim spremembam in povečanje odpornosti stavb ter infrastrukture kot osrednji cilj evropskega grajenega okolja.
- **Človeku prijazno, vključujoče in zdravo okolje**
Grajeno okolje mora izboljševati kakovost življenja, zdravje, varnost in dostopnost ter upoštevati družbene in kulturne razsežnosti.
- **Konkurenčna, digitalizirana in krožna vrednostna veriga**
Digitalizacija (BIM, digitalni dvojčki, podatkovne platforme) in krožno gospodarstvo kot temelj produktivnosti in konkurenčnosti sektorja.
- **Raziskave in inovacije kot izvedbeni mehanizem**
Usmerjene R&I dejavnosti od raziskav do demonstracij za prenos rešitev v prakso in na trg.
- **Sistemsko povezovanje politik, industrije in deležnikov**
ECTP kot platforma za usklajevanje industrije, raziskav in EU politik, zlasti prek partnerstva Built4People.



www.zturk.com

13

Strategija FIEC

- **1. Zeleni prehod in okolje:**
- **2. Gospodarska rast in produktivnost:**
- **3. Družbena odgovornost in ljudje:**
- **V središču: CONSTRUCTION 4.0 (Digitalizacija)**
 - Digitalna transformacija je **ključni pospeševalec** vseh zgornjih ciljev:
 - **BIM (Informacijsko modeliranje zgradb):** Boljše načrtovanje, manj napak in manj odpadnega materiala.
 - **Avtomatizacija in robotika:** Večja varnost delavcev in hitrejša izvedba projektov.
 - **Pametna mesta (Smart Cities):** Povezovanje infrastrukture s podatki za boljšo kakovost bivanja.
 - **Inovacije:** Uporaba umetne inteligence (AI) in interneta stvari (IoT) za napredno upravljanje objektov.



www.zturk.com

14

Manifest EFCA 2024

- **Infrastruktura je pogoj za podnebne cilje**
Razogljičenje in odpornost nista dosegljiva brez sistematičnih vlaganj v energetska, vodna in prometna infrastruktura ter v vzdrževanje in prenova.
- **Vztrajanje pri Zelenem dogovoru in digitalizaciji**
Nadaljevanje obstoječih politik brez institucionalnih pretresov; pospešitev zelenega in digitalnega prehoda grajenega okolja.
- **Tehnološka in materialna nevtralnost**
Zavrnitev normativnega favoriziranja posameznih materialov; odločitve morajo temeljiti na strokovnih, funkcionalnih, varnostnih in stroškovnih kriterijih.
- **Dokončanje digitalne transformacije in rabe AI**
Razvoj digitalnih znanj, reševanje delitve podatkov (Data Act) ter odprava regulativnih ovir za uporabo AI v inženirstvu.
- **Reforma javnega naročanja v smeri kakovosti**
Obvezna digitalizacija postopkov, več prostora za inovacije ter premik od najnižje cene k vrednostno in trajnostno usmerjenim merilom.

www.zturk.com

5 poudarkov EFCA EU Election Manifesto 2024



- 1 Infrastruktura je pogoj za podnebne cilje**
 Razogljičenje in odpornost nista dosegljiva brez sistematičnih vlaganj v energetska, vodna in prometna infrastruktura ter v vzdrževanje in prenova.
- 2 Vztrajanje pri Zelenem dogovoru in digitalizaciji**
 Nadaljevanje obstoječih politik brez institucionalnih pretresov; pospešitev zelenega in digitalnega prehoda grajenega okolja.
- 3 Tehnološka in materialna nevtralnost**
 Zavrnitev normativnega favoriziranja posameznih materialov; odločitve morajo temeljiti na strokovnih, funkcionalnih, varnostnih in stroškovnih kriterijih.
- 4 Dokončanje digitalne transformacije in rabe AI**
 Razvoj digitalnih znanj, reševanje delitve podatkov (Data Act) ter odprava regulativnih ovir za uporabo AI v inženirstvu.
- 5 Reforma javnega naročanja v smeri kakovosti**
 Obvezna digitalizacija postopkov, več prostora za inovacije ter premik od najnižje cene k vrednostno in trajnostno usmerjenim merilom.

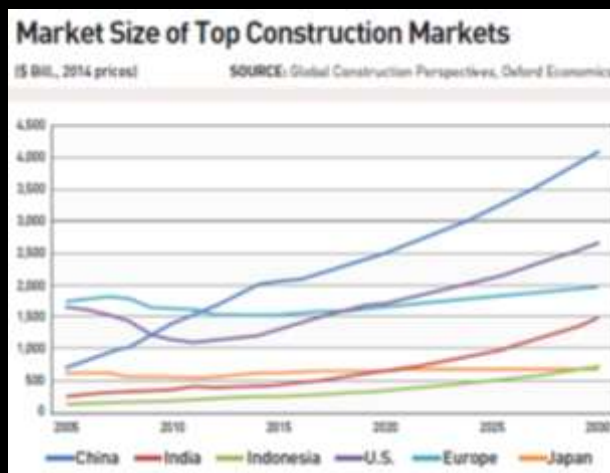
EFCA je Evropska zveza svetovlanih inženirjev. Vn: EFCA EU Election Manifesto 2024
 Vn: EFCA EU Election Manifesto 2024

15

PS. Odpornost in varnost

- **Strateška avtonomija**
 - Digitalizacija zmanjšuje odvisnost od nestabilnih globalnih dobavnih verig z optimizacijo uporabe lokalnih, trajnostnih materialov.
- **Zaščita kritične infrastrukture**
 - Digitalni dvojčki in sence niso več le projektantsko ali upravljalno orodje, temveč ključni za varnost in energetska upravljanje grajenega okolja.
- **Ekonomska žilavost (antifragile)**
 - Decentralizirani podatkovni sistemi, podatkovno podprte dobavne verige, panevropski trgi ... zagotavljajo prilagodljivost, ki je potrebna za absorpcijo nenadnih tržnih ali geopolitičnih šokov.

www.zturk.com

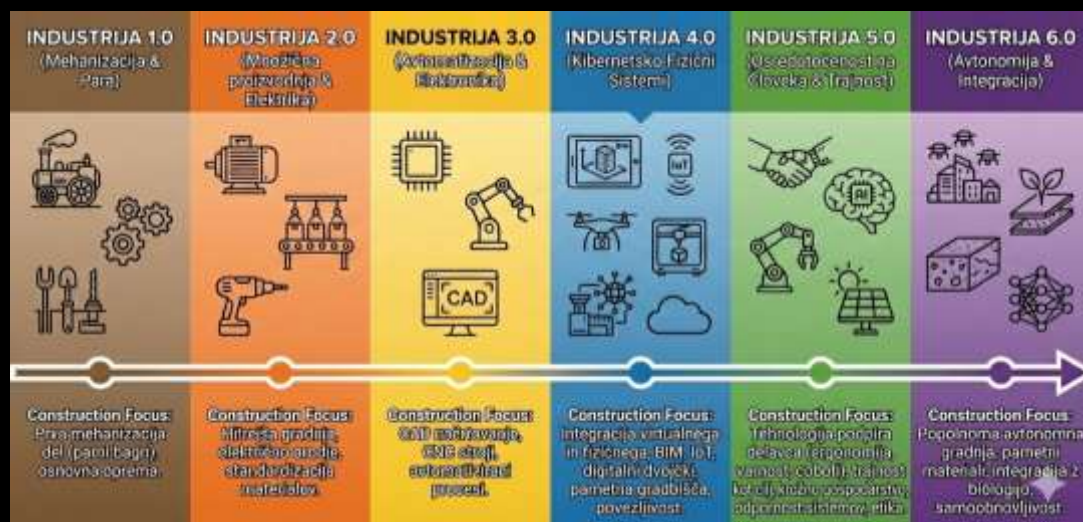


16



17

Gradbeništvo nekaj pika nič



www.zturk.com

18

Gradbeništvo še več pika nič

- **Kibernetsko fizični sistemi 4.0**
 - še dolgo bodo izziv
- **Past semantične inflacije**
 - Industrija je preplavljena z novimi števkami verzij; prednost moramo dati realnim rezultatom pred trendovskim poimenovanjem.
- **Kritika Gradbeništva 5.0**
 - „Osredotočenost na človeka“ se lepo sliši, ampak vse, kar se dogaja v gospodarstvu je že od nekdaj osredotočeno na človeka.
- **Pomp okoli Gradbeništva 6.0**
 - Avtonomija je zajeta že v 4.0 kibernetsko fizičnih sistemih.
- **Pragmatična implementacija**
 - Vodilni se osredotočajo na reševanje razkoraka v produktivnosti.
 - Kandidati za EU sredstva se posvečajo „družbenim“ ciljem.

www.zturk.com



19



Prihodnost: AI, robotika in platforme

- **Generativna AI za projektiranje in planiranje**
 - Modelarje nadomesti umetna inteligenca, podobno, kot so risarje nadomestili CAD sistemi.
- **Industrializirana gradnja**
 - Robotika se končno širi preko modularne proizvodnje zunaj gradbišča tudi na gradbišče.
- **Integrirane informacijske platforme**
 - Prednosti BIM zaradi boljšega informacijskega upravljanja ne znotraj ampak med projekti
- **Integrirane gradbene platforme**
 - Platforme v oblaku povezujejo dobavno verigo s fizičnim gradbiščem v realnem času, kar zmanjšuje odpadke in zamude.

20

Vsiljevanje ali iskanje tehnologij?

Technology push

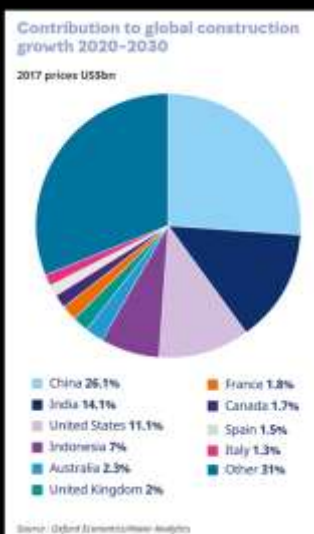
- **Pobuda:** Tehnološki ponudniki in razvojni ekosistem; rešitev išče problem.
- **Motiv in logika:** Tehnološka možnost, demonstracija inovativnosti, pilotski projekti.
- **Vloga uporabnika:** Pretežno pasivna; omejena pooblastila za spremembo procesov.
- **Učinek:** Delna raba, vzporedni sistemi, šibek vpliv na produktivnost.

Technology pull

- **Pobuda:** Naročniki, regulativa, odgovornost za stroške, tveganja in skladnost.
- **Motiv in logika:** Reševanje konkretnih problemov; tehnologija kot pogoj.
- **Vloga uporabnika:** Aktivni nosilec odločitve in odgovornosti.
- **Učinki:** Sistematična uvedba, standardizacija, trajna sprememba prakse.

www.zturk.com

21



Prihodnost
je treba še
zgraditi.

Kje točno?

22