

## Lean u građevinarstvu Bosne i Hercegovine

### Anamarija Arapović

mag. građ., anamarija.arapovic@gf.sum.ba

### Ivana Domljan

Sveučilište u Mostaru, Građevinski fakultet, prof. dr. sc.

ivana.domljan@gf.sum.ba

### Dragan Katić

Sveučilište u Mostaru, Građevinski fakultet, mr. sc.

dragan.katic@gf.sum.ba

**Sažetak:** Istraživanja pokazuju da postoje značajni gubici resursa u građevinarstvu te sukladno tome zaostajanje u produktivnosti za globalnom ekonomijom i industrijom posebice. Također, mali je broj radova i studija o tim gubicima. S druge strane, veći stupanj produktivnosti iziskuje manje gubitke materijala, energije i ostalih inputa. Stoga se građevinska poduzeća odlučuju na uvođenje leana kao jednog od vodećih metoda smanjivanja gubitaka. Ovaj rad se bavi sagledavanjem uvođenja leana u građevinska poduzeća u BiH, koje je trenutno na niskoj razini. Zaključuje, imajući u vidu da je većina građevinskih poduzeća u BiH mala, da uvođenje leana i tim putem smanjivanja rasipanja resursa te povećanja produktivnosti i konkurentnosti traži znatno bolju informiranost i posebice veću naobrazbu.

**Ključne riječi:** građevinarstvo, lean, gubici, produktivnost

## Lean in Construction in Bosnia and Herzegovina

**Abstract:** Research shows that there is a significant resources waste in construction, and accordingly lagging in productivity behind the productivity of the global economy and industry in particular. There is also a small number of papers and studies on this waste. On the other hand, a higher productivity level requires small waste of material, energy and other inputs. Therefore, construction companies are deciding to introduce lean as one of the leading methods of waste reduction. This paper deals with the introduction of lean in construction companies in BiH, currently at very low level. Bearing in mind that most construction companies in BiH are small, it concludes that introducing lean and thus reducing the resources waste and increasing productivity and competitiveness requires more information and particularly skills improvements.

**Key words:** construction industry, lean, waste, productivity

## 1. UVOD

Taiichi Ohno (1988), glavni inženjer u Toyoti, je ustanovio, u sklopu Toyotinog proizvodnog sustava (TPS), sedam vrsta gubitaka (rasipanja): (i) prekomjerna proizvodnja, (ii) čekanje, (iii) nepotreban transport, (iv) prekomjerna dorada, (v) prekomjerne zalihe, (vi) nepotrebni pokreti i (vii) kvarovi (popravljanje već napravljenog), koji se ponekad nazivaju i T-I-M W-O-O-D-(S) (akronim odnosnih sedam gubitaka: Transportation – Inventory – Movement – Waiting – Overproduction – Overprocessing - Defects – (Skills)). Kasnije je, naime, dodana osma vrsta gubitka – neiskorišteni potencijal zaposlenika.

Radi lakšeg poimanja odnosi gubici se uobičajeno grupiraju u dvije skupine: (a) tok materijala (koji obuhvaća prvih pet vrsta gubitaka tj. gubitke (i-v)) i (b) rad (gubici vi-vii).

Razne studije ustanovljuju da gubici sudjeluju s visokim postotkom u troškovima građevinskih poduzeća neovisno od toga kako ih se definira i mjeri – kao suvišak utrošenog materijala, ponovni radovi, popravke, neproduktivno trošenje radnog vremena itd. (Formoso, Bølviken and Dietz 2020).

Građevinska se poduzeća radi eliminiranja gubitaka odlučuju, između ostaloga, i na uvođenje leana, tj. na maksimiziranje produktivnost (pretvaranje inputa u outpute) uz smanjivanje gubitaka i vremena.

U odnosu na tradicionalne financijske pokazatelje, pojedine matrice gubitaka (npr. gubici na materijalu, utrošak vremena koji ne stvara dodanu vrijednost) su korisnije za upravljanje procesima pošto osiguravaju bolje uočavanje problema i pružanje korisnijih informacija zaposlenicima, čime se otvara prostor za snažnije prakticanje decentraliziranog rukovođenja i tim putem povećanja produktivnosti i efikasnosti.

Na temelju sagledavanja većeg broja studija, Formoso, Bølviken and Dietz (2020), zaključuju da postoji pet vrsta gubitaka kod građevinarstva spram navedenih sedam kod industrije: (i) gubici zbog neangažiranja resursa, (ii) gubici u izgradnji (iii) gubici zbog nedovršenih poslova, (iv) gubici zbog transporta i (v) gubici zbog nepostizanja prethodno definirane kvalitete

U izvjesnim slučajevima gubici zbog neangažiranosti resursa (engl. making do) mogu biti visoki. Proizlaze iz neosiguranog pristupa i/ili radnog prostora, neosiguranih priključaka na infrastrukturu (voda, električna energija i sl.), nepostojanja adekvatne zaštite, te nedostatka opreme i alata. Jednostavno kazano, glavni razlozi gubitaka zbog neangažiranosti resursa su neučinkovitost u osiguranju adekvatnog prostora za rad, infrastrukture, planiranja i kontrole radnog prostora te nedostatak informacija koji se odnose radne zadatke (Formoso, Bølviken and Dietz, 2020).

Nekoliko studija je ustanovilo da su gubici po osnovu nedovršene proizvodnje (engl. work-in-progress) vrlo visoki zbog nekoliko razloga: neangažiranost resursa, vremenski neusklađeno djelovanje zaposlenika i slabo upravljanje logistikom montažnog građenja (Formoso, Bølviken and Dietz, 2020).

Gubici zbog nedovršenih poslova (engl. unfinished work) javljaju se stoga što se mali poslovi obično zanemaruju na sastancima na kojima se planiraju aktivnosti i što se mnogo poslova na gradilištima obavlja neformalno pa stoga i ti poslovi i nisu uključeni u radne planove. Ovi mali radni paketi obično imaju veliki udio u aktivnostima koje nemaju dodanu vrijednost (Formoso, Bølviken and Dietz, 2020).

Gubici transporta (engl. transportation) se odnose na transport otpada materijala, čekanja na transport, formiranje zaliha i nesreće koje se pri tome dešavaju. Veza između gubitaka po osnovu transporta i gubitaka po osnovu neangažiranosti resursa npr. neblagovremeno dopremanje skele je vrlo značajna (Formoso et al., 2017; Pérez and Costa, 2018).

Gubitke zbog odstupanja od kvalitete (engl. quality deviations) karakterizira velika varijabilnost, slabo otkrivanje odstupanja (npr. zbog dugog razdoblja od otkrivanja do popravke) te nedovoljno uvažavanje zahtjeva klijenata. Odstupanja od kvalitete mogu

prouzročiti pritužbe klijenata, ponovne radove i sl. (Formoso et al., 2017; Formoso, Bølviken and Dietz, 2020).

Iako opsežna literatura ukazuje da su gubici u građevinarstvu prilično visoki, broj članaka i studija o tim gubicima je mali. Otuda i interes autora ovog rada da se sagleda zastupljenost i uloga leana u građevinskim poduzećima u Bosni i Hercegovini (BiH) u funkciji smanjivanja gubitaka.

## 2. LEAN U GRAĐEVINARSTVU

Produktivnost u građevinarstvu se smanjila za više od 20% tijekom posljednjih 40 godina dok se istodobno produktivnost industrije podvostručila (Zegarra and Alarcón 2019; Erthal and Marques, 2020; Domljan and Domljan, 2020).

Produktivnost rada u građevinarstvu je, globalno promatrano, rasla 1% godišnje tijekom posljednjih 20 godina. Istodobno je produktivnost rada ekonomije svijeta rasla po stopi od 2,8% godišnje, a industrije 3,6% godišnje, što jasno pokazuje zaostajanje građevinarstva (Barbosa et al., 2017).

Prema MGI indeksu digitalizacije, građevinarstvo spada među najmanje digitalizirane sektore svijeta. U SAD je predzadnje, a u Europi posljednje po digitaliziranosti (Barbosa et al., 2017).

Pod produktivnošću se podrazumijeva pretvaranje inputa u outpute i od ključnoga je značaja za konkurentnost i profitabilnost poduzeća. Naime, građevinska poduzeća mogu praviti slične objekte, ali ona koja koriste manje resursa imaju konkurentsku prednost. Visok stupanj produktivnosti podrazumijeva vrlo male gubitke materijala, energije ili ostalih inputa.

Široko je poznato Demingovo zapažanje, koje je postalo poznato kao Demingovo pravilo 85% (kasnije 94%), prema kojemu 85%(94%) problema leži u sustavima, procesima, strukturama i praksama organizacije dok se preostalih 15% (6%) odnosi na čimbenike izvan sustava te da je odgovornost menadžmenta da to popravi.

Kod uvođenja novih pristupa i tehnologija u građevinarstvo sa svrhom povećanja produktivnosti odnosno smanjenja gubitaka, posebice se ističu dva, koja se razvijaju od 1990-tih godina: BIM (engl. building information modeling) i lean građevinarstvo (lean construction, LC) (Dave et al., 2016; Sarhan et al., 2017; Tezel et al., 2020).

Neki istraživači smatraju da građevinarstvo treba biti kao industrija kad se primjenjuje lean, te da stoga građevinarstvo treba imati veći stupanj industrijalizacije i standardizacije. Drugi smatraju da primjena leana u građevinarstvu nije jednostavno i izravno preslikavanje leana iz industrije, te smatraju da treba iznalaziti nove načine upravljanja projektima, one koje najbolje odgovaraju posebnostima građevinarstva, da bi se postiglo maksimiziranje vrijednosti i minimiziranje rasipanja resursa (Meng, 2019).

U svakom slučaju, nema jedinstvene definicije leana. Neki smatraju da je i ne treba biti. Nedvojbeno se može kazati da postoje raznovrsna gledišta o prirodi, obuhvatu i značaju leana. Također bi se moglo, na temelju provedenih anketa među istraživačima, kazati da je lean skup teorija, načela, aksioma, tehnika i načina razmišljanja koji zajedno i zasebno pomažu pojedince i timove poboljšati procese i sustave u kojima djeluju (Mossman, 2018).

Pojam lean construction vuče korijen od The International Group for Lean Construction (IGLC), preciznije s prvog skupa te Grupe održanoga 1993. god. Pojam je nastao usvajanjem razmišljanja razvijenog u japanskoj automobilskoj industriji i njegovog presađivanja u građevinarstvo, a podrazumijeva bolje zadovoljenje očekivanja klijenata uz istodobno "manje svega".

Ključna načela lean načina razmišljanja su: (i) eliminirati gubitke i varijabilnost, (ii) ustanoviti vrlo precizno koje vrijednosti želi krajnji kupac, (iii) ustanoviti jasno koji procesi pružaju ono što čini vrijednost kupcu (tok vrijednosti) i ukloniti suvišne korake tj. one koji ne

daju vrijednost, (iv) osigurati da preostali koraci oni koji dodaju vrijednost teku bez prekida upravljanjem vezama između tih koraka, (v) učiniti da klijent bude onaj koji vuče tj. ne činiti ništa dok ne bude potrebno, a onda to napraviti brzo i (vi) slijediti savršenost stalnim poboljšanjima.

Ovo razmišljanje se operacionalizira kroz razne tehnike kao što su sustav zadnjeg planera (engl. The Last Planner System), poboljšanje stepeničastim procesom (kaizen), vizualni menadžment, mapiranje toka vrijednosti (value stream mapping, VSM), dostavljanje u pravom trenutku (Just-in-time, JIT logistics) itd. (Tezel et al., 2020).

Treba istaći, imajući u vidu organizacijsku strukturu građevinskog sektora (posebice u BiH, u kojoj ima svega devet velikih poduzeća), da je proučavanje leana kod malih i srednjih poduzeća privuklo malo pažnje istraživača, što se vidi po zanemarivom broju istraživačkih radova.

Tezel et al. (2018) smatraju da su glavne prepreke uvođenju leana u mala i srednja poduzeća: (i) financije koje onemogućavaju značajnija ulaganja u inovacije, (ii) neuvjerenost tih poduzeća da će ih veliki klijenti dovoljno podržali kao partnera u leanu, (iii) neintegritetnost u suradni lanac vrijednosti, pa mala i srednja poduzeća ne postižu veće koristi od leana, (iv) opći skepticizam da mala i srednja poduzeća mogu proisteći uzajamne koristi iz suradnje i sličnih inicijativa i (v) nedostatak podrške klijenata i/ili imperativ da se pomogne razvoj leana kod vlastitih malih dobavljača.

Istraživački interes za lean malih i srednjih poduzeća intenzivira se od 2010. god. Uočljiv trend je da su za lean mnogo više zainteresirana izvođačka mala i srednja poduzeća no projektantska (construction vs. design) (Tezel et al., 2018).

Aktualna literatura je fokusirana na sagledavanje primjene lean tehnika putem pilot projekata i studija slučaja kao glavnih istraživačkih metoda. Stoga nema dovoljno teorijskog istraživanja leana pa tako ni sagledavanja organizacijskih pitanja, obuke, upravljanja i sl. kod primjene leana. Posebice nedostaju radovi usmjereni na obuku u lean građevinarstvu i mehanizmima širenja unutar malih i srednjih poduzeća (Tezel et al., 2018; Gupta, S., Ahmadi, M.A. and Kumar, L., 2020).

### 3. DIZAJN I REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Istraživanje zastupljenosti leana u građevinskim poduzećima u BiH provedeno je anketiranjem završenih studenata Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru, magistara građevinarstva koji su studij završili u razdoblju 2010.-2020. god. Sukladno popisu na internetskoj stranici Građevinskog fakulteta, u navedenom razdoblju diplomiralo je 419 studenata. Budući da njihovi kontakt podaci nisu bili dostupni, do njih se došlo preko društvenih mreža (Facebook, Instagram) do njih 150 kojima su poslani anketni upitnici.

Anketiranje, koje je bilo anonimno, provedeno je u lipnju 2021. god. korištenjem komercijalnog anketnog softvera Kwiksveys namijenjenog izradi online anketa, upitnika i kvizova.

Korištena je statistička metoda obrade podataka, metoda deskriptivne statistike (aritmetička sredina, standardna devijacija, frekvencije odgovora).

Na anketu je odgovorilo 66 magistara građevinarstva: 40 zaposlenih u građevinskim poduzećima u BiH, 22 iz Hrvatske i ostali iz drugih zemalja, pri čemu se u ovom radu razmatraju samo odgovori iz BiH.

Približno polovica (52%) ispitanih radi u malim poduzećima (<49 zaposlenika), trećina (33%) u srednjim (50-249 zaposlenika) te ostatak (15%) u velikim poduzećima (>250 zaposlenika). Standardna devijacija iznosi 6,13.

Najveći broj ispitanika (42%) radi u izvođenju, zatim na poslovima projektiranja 33%, a 5% u investiranju, vođenju projekata i stručnom nadzoru/kontroli. Kategoriju ostalo čini 10%.

Nijedan od ispitanih nije uposlen u području pružanja konzultantskih usluga. Standardna devijacija iznosi 6,06.

Oni koji rade u izvođačkim poduzećima, najčešće rade na projektima visokogradnje (40%), zatim projektima niskogradnje (25%), te ostalim projektima (22%) i specifičnim industrijskim pogonima/objektima (13%). Standardna devijacija iznosi 3,24.

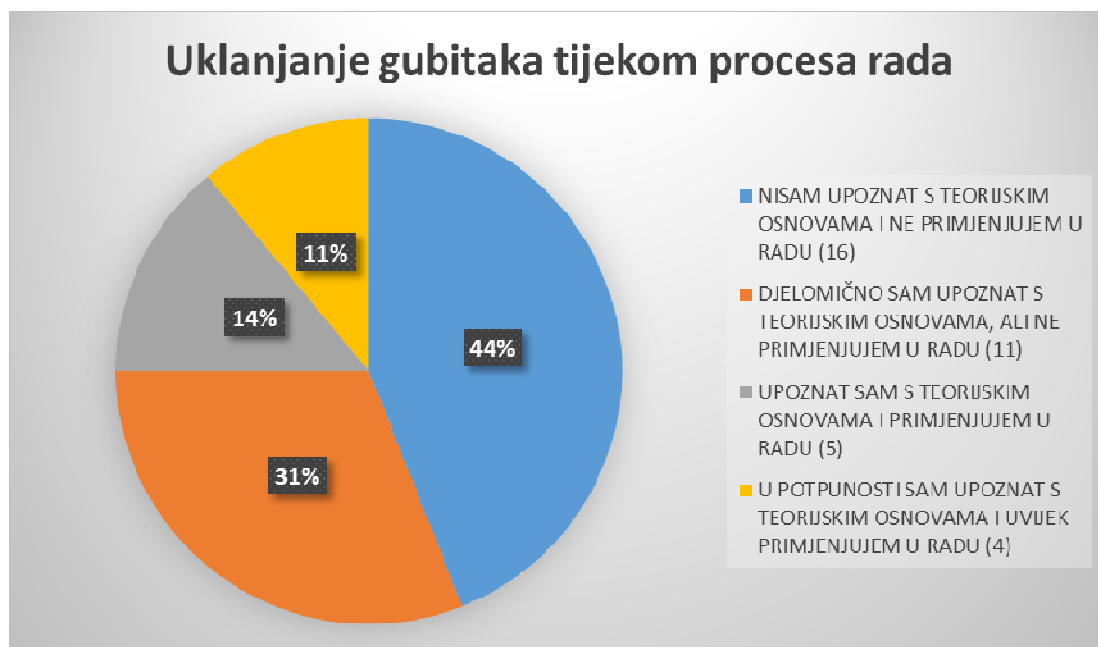
Na pozicijama voditelja gradilišta/radova/gradnje i projektanta/revidenta radi 27% ispitanika, na poziciji voditelja projekta 10% ispitanika, te poziciji nadzornoga inženjera 5% ispitanika, poziciji pomoćnika voditelja gradilišta/ poslovođa i poziciji člana uprave poduzeća 3%. Ostale pozicije čine 25%. Nijedan od ispitanika nije uposlen kao lean construction ekspert/konzultant. Standardna devijacija iznosi 4,53.

Najviše ispitanih osoba (75%) ima do tri godine radnog iskustva, od tri do pet godina ima 22% ispitanih osoba, a preostalih 3% ima pet do deset godina radnog iskustva. Standardna devijacija iznosi 11,51.

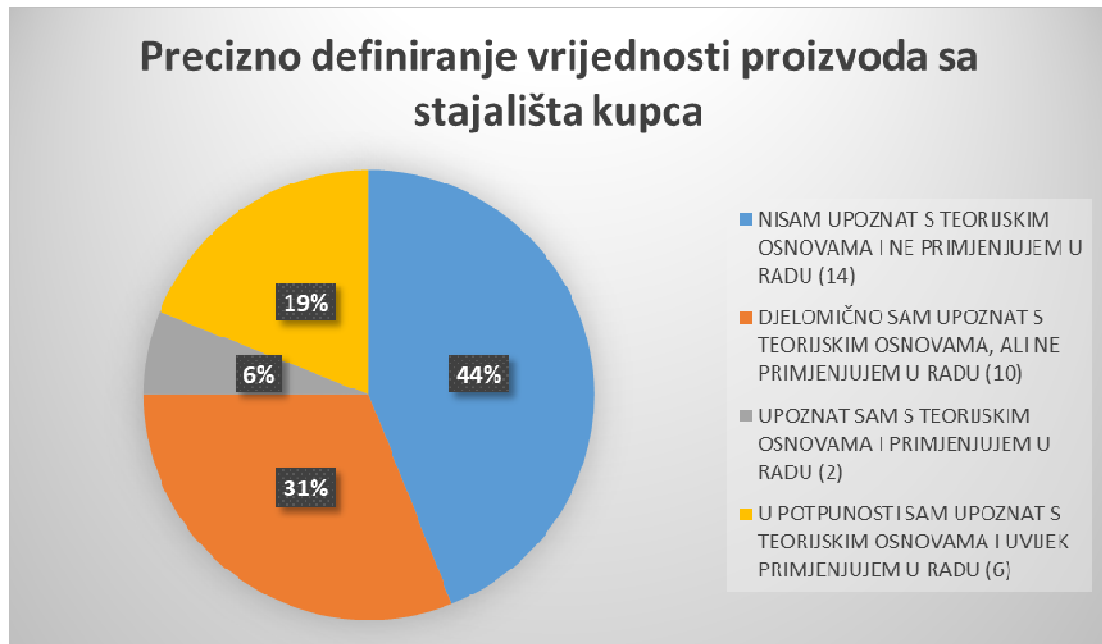
U nastavku se daju detaljni rezultati koji se odnose na anketna pitanja u kojoj mjeri ispitanici poznaju i primjenjuju šest načela lean promišljanja (lean thinking), te sumarne rezultate glede poznavanja i primjene lean alata/tehnika.

### 3.1 Lean promišljanje

S mogućnošću sustavnog uklanjanja gubitaka resursa tijekom procesa rada, 44% ispitanika nije upoznato, pa stoga i ne primjenjuje načelo, 31% ispitanika je djelimično upoznato s teorijskim osnovama, ali ne primjenjuje načelo u praksi, 14% ih je upoznato s načelom i započelo je primjenu u praksi dok je 11% upoznato s načelom i primjenjuje ga u praksi (slika 1).



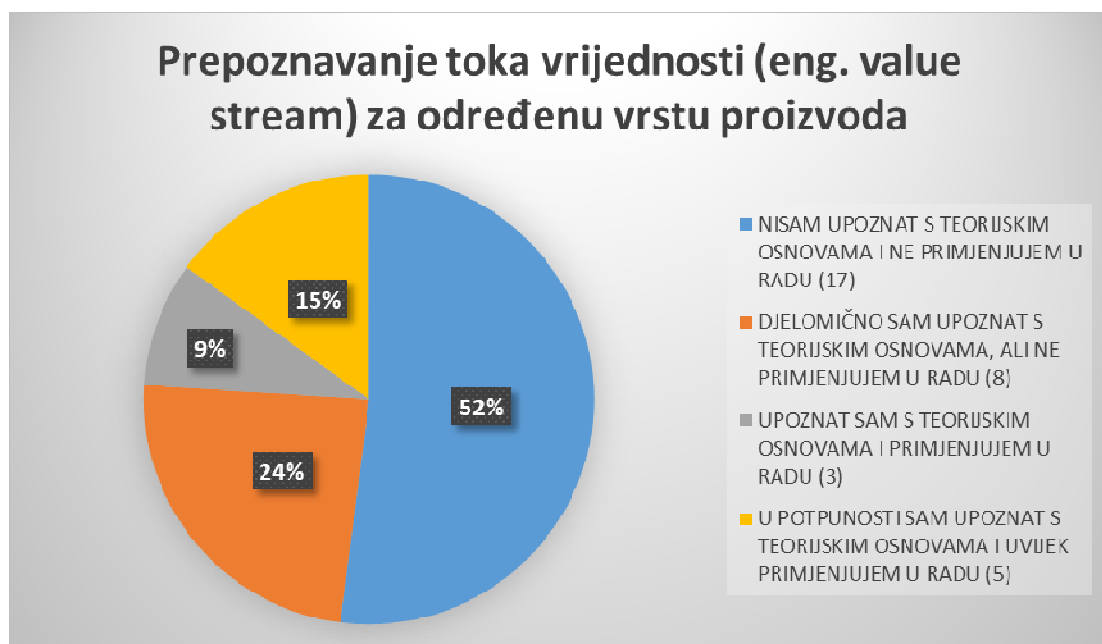
Slika 1. Uklanjanje gubitaka tijekom procesa rada



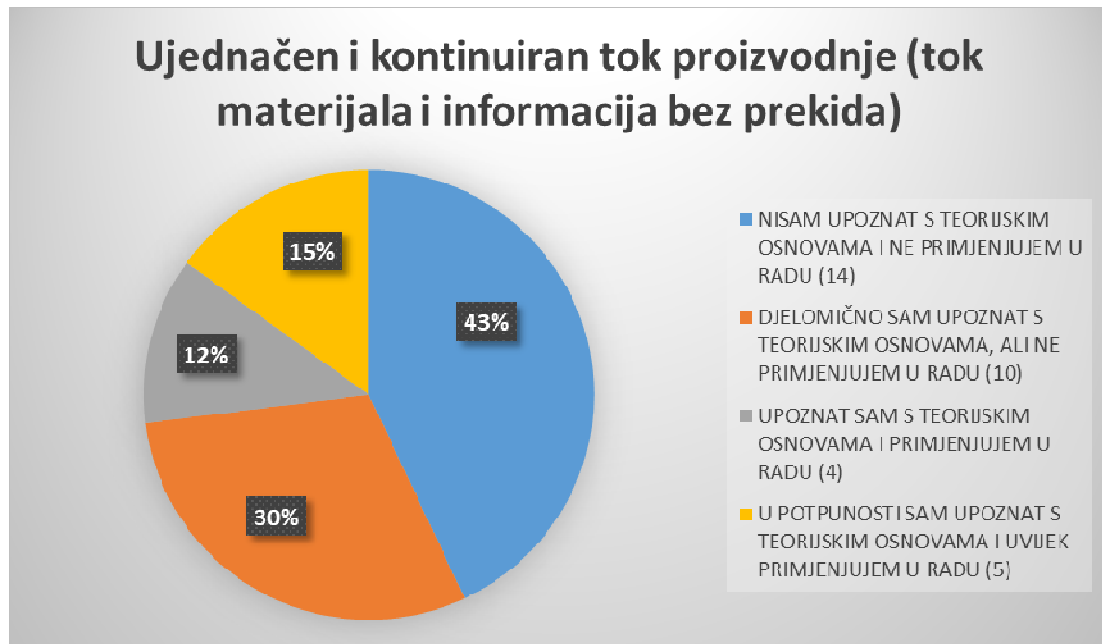
Slika 2. Precizno definiranje vrijednosti proizvoda sa stajališta kupca

Kod definiranja vrijednosti proizvoda sa stajališta kupca, 44% ispitanika nije upoznato, 31% je djelimice upoznato, 6% je potpuno upoznato a 19% je u potpunosti upoznato s načelom i primjenjuje ga u praksi (slika 2).

52% ispitanika nije upoznato s tokom vrijednosti za određenu vrstu proizvoda (eng. value stream), 24% je upoznato djelimice ali ga ne primjenjuje u praksi, 9% je upoznato i otpočelo s primjenom, dok ih je 15% potpuno upoznato s načelom i primjenjuje ga u praksi kao što pokazuje slika 3.



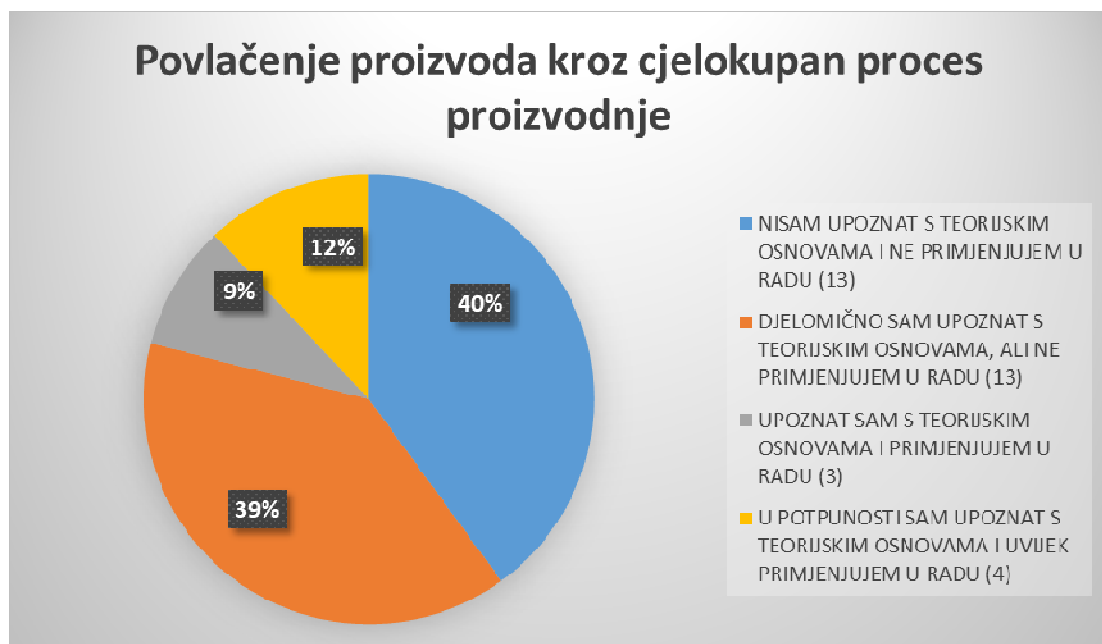
Slika 3. Prepoznavanje toka vrijednosti



Slika 4. Ujednačen i kontinuiran tok proizvodnje

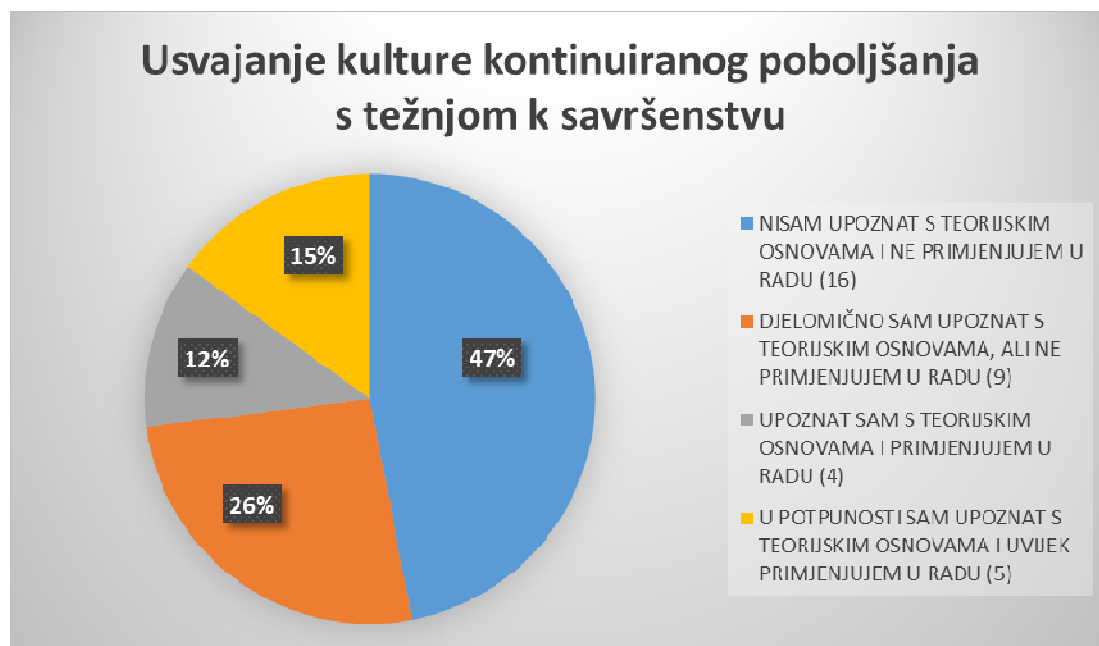
S načelom ujednačenog i kontinuiranog toka proizvodnje (toka materijala i informacija bez prekida) nije upoznato 43% ispitanika, 30% djelomično je upoznato ali ga ne primjenjuje, 12% je upoznato s načelom i otpočelo je s njegovom primjenom, dok je 15% u potpunosti upoznato s načelom i primjenjuje ga u praksi što pokazuje slika 4.

S povlačenjem proizvoda kroz cjelokupan proces proizvodnje nije upoznato 40% ispitanika, 39% ih je djelimično upoznato no ne primjenjuje načelo, 9% ih je upoznato s načelom i otpočelo je s njegovom primjenom dok je 12% ispitanika upoznato u cijelosti s načelom i stalno ga primjenjuje u praksi (slika 5).



Slika 5. Povlačenje proizvoda kroz cjelokupan proces proizvodnje





Slika 6. Usvajanje kulture kontinuiranog poboljšanja

S potrebom usvajanja kulture kontinuiranog poboljšanja s težnjom k savršenstvu, kao što je prikazano na slici 6., nije upoznato 47% ispitanika, 26% ih je djelimice upoznato ali ne usvaja načelo, 12% ih je upoznato i otpočelo je s usvajanjem, dok je 15% je u cijelosti upoznato s načelom i primjenjuje ga u praksi.

### 3.2 Način rada prema leanu

Ljudi, znanje i organizacija su međusobno povezani i isprepleteni pojmovi. Ljudi, kao pojedinci ili kolektiv, posjeduju znanje i koriste ga u organiziranju aktivnosti. Razumijevanje lean načina rada iziskuje poznavanje ne samo saznanja teorije proizvodnje nego i teorije organizacije.

Najveći izazov s kojim se susreću građevinska poduzeća kad primjenjuju lean je transformacija postojeće organizacije u onu koja teži stalnom poboljšanju. Ako je ključ lean razmišljanja ili teorije proizvodnje u razumijevanju i dizajniranju proizvodnih procesa, nepobitno je da ti procesi ovise o ljudima.

Sustav zadnjeg planera (engl. Last Planner System) izražava ravnotežu između ljudi i proizvodnih procesa u građevinarstvu. Pomjeranje od stabilne industrijske proizvodne trake k dinamičnoj projektnoj organizaciji iziskuje promjenu fokusa od smanjenja zaliha, što je ključ Toyotina proizvodnog sustava, k povećanju planske odgovornosti uz zadržavanje naglaska na vremenu. Širok opseg vizualnih menadžerskih alata, od mapiranja vrijednosti toka do kanbana i andona, između ostalih, također je dizajniran s razmišljanjem o važnosti komunikacije za odvijanje upravljanja procesima.

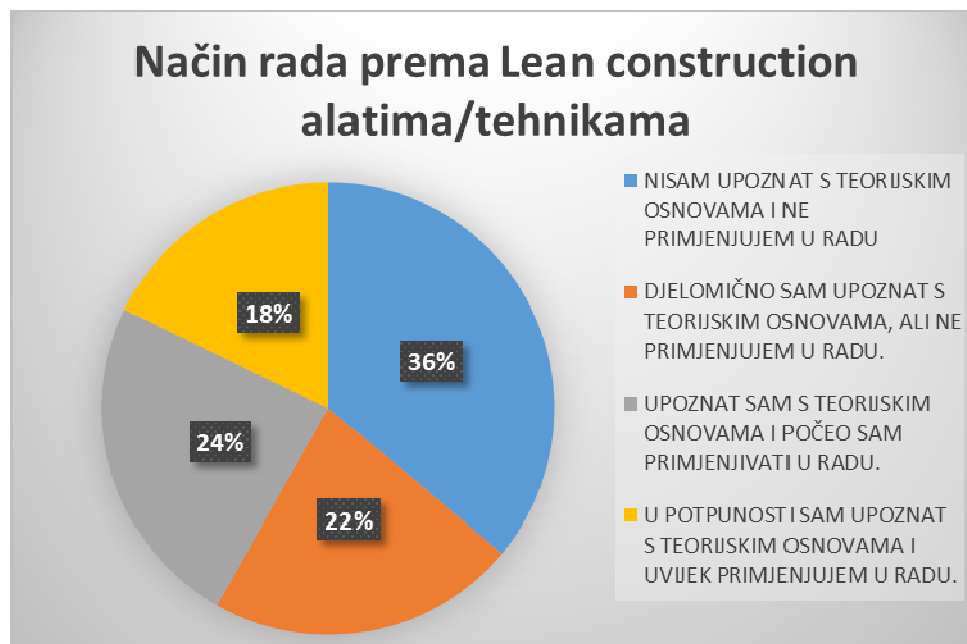
Literatura o teškoćama prelaska na lean, posebice na sustav zadnjeg planera, vrlo je razvijena. Štoviše, ustanovljeni su strukturni obrasci otpora prelasku na lean, koji se temelje na neadekvatnoj obuci, otporu obuci, neadekvatnome izboru lean alata, nerazumijevanje leana (Rooke, 2020).

U svezi s načinom rada sukladno leanu, u ovom istraživanju ispitanicima je postavljeno deset pitanja: 1. provođenje kontinuiranog prepoznavanja i procjene problema, razvoja i



provedbe rješenja te mjerenja postignutih rezultata; 2. korištenje više vrsta digitalnih tehnologija, posebice tehnologija informacijskog građenja (primjerice BIM (engl. Building Information Modeling)) s ciljem lakšeg protoka informacija te razvoja objektnog prototipa građevinskog sustava; 3. poticanje kontinuiranog mjerenja, analize i unaprjeđivanja na temelju korištenih resursa, potrebnog vremena, zahtijevanje kvalitete naručitelja i drugih značajki; 4. korištenje lako razumljivih digitalnih prikaza za povećanje transparentnosti procesa te olakšavanje kontrole rada i protoka informacija; 5. planiranje rada na način da završena aktivnosti odmah povlači sljedbenu s ciljem smanjenja gubitaka, odnosno proizvodnja isključivo na zahtjev naručitelja s ciljem zadržavanja zaliha na što nižoj razini; 6. provođenje i kontrola razvrstavanja, uspostave reda, standardizacije, čišćenja i samodiscipline tijekom rada; 7. kontinuirano provođenje procesa planiraj – učini – provjeri – djeluj tijekom rada; 8. održavanje redovne komunikacije i sastanaka, zajedničko planiranje te povećanje razine pouzdanosti i predanosti među članovima tima; 9. planiranje rada na temelju vremena potrebnog za isporuku određenog procesa – takta, koji se višekratno ponavlja i 10. upravljanja opskrbom građevinskim materijalom i opremom s ciljem isporuke istoga neposredno prije ugradnje, izbjegavajući prekomjerno skladištenje na gradilištu.

Prema sumiranim i uprosječenim odgovorima, 36% ispitanika nije upoznato s načinom rada prema lean construction alatima/tehnikama, 22% ih je djelimice upoznato, no ne primjenjuje ga u svom radu, 24% ih je djelimice upoznato i otpočelo s primjenom dok ih je 18% u cijelosti upoznato s načinom rada prema lean construction alatima/tehnikama i primjenjuje ga u svom radu kako je prikazano na slici 7.



Slika 7. Način rada sukladno leanu

### 3.3 Korištenje lean alata/tehnika

Tipični alati koji se koriste u leanu su: (i) proces 5S<sup>1</sup>; (ii) izbjegavanje pogreške - poka yoke (engl. error proofing); (iii) drvo postojeće realnosti (engl. current reality trees); (iv)

<sup>1</sup>Proces 5S, sukladno prijevodu s japanskog na engleski: Seiri-Organizacija, Seiton-Uređenost, Seiso-Čistoća, Seiketsu-Standardizirano čišćenje, Shitsuke-Disciplina.

iščekavajući oblak (nazivano i dijagram razrješenja sukoba (eng. evaporating cloud, EC; conflict resolution diagram); (v) dijagram buduće realnosti (engl. future reality diagram); (vi) koeficijent obrta zaliha (engl. inventory turnover rate); (vii) teorija pravog trenutka (eng. Just in time, JIT theories); (viii) kaizen<sup>2</sup>; (ix) kanban<sup>3</sup>; (x) lean metrika<sup>4</sup>; (xi) tok pojedinog proizvoda (eng. one-piece flow); (xii) ukupna efektivnost opreme (eng. overall equipment effectiveness, OEE)<sup>5</sup>; (xiii) stablo preduvjeta (engl. prerequisite tree); (xiv) tablica opreme (eng. process route table); (xv) brza zamjena alata (engl. quick changeover); (xvi) standardna procedura rada (eng. standard rate of work); (xvii); teorija najvećeg ograničenja (engl. theory of constraints); (xviii) ukupno produktivno održavanje (engl. total productive maintenance); (xix) Toyota proizvodni sustav (engl. Toyota production system); (xx) stablo tranzicije (engl. transition tree); (xxi) odnos vremena aktivnosti koji daju i ne daju dodanu vrijednost (engl. value added to non-value added lead time ratio); (xxii) mapiranje toka aktivnosti (engl. value stream mapping); (xxiii) profitabilnost toka vrijednosti (engl. value stream costing); (xxiv) vizualni menadžment (engl. visual management) ili kontrola (engl. controls) i (xxv) dijagram radnog toka (engl. workflow diagram) (Vanzant Stern, 2020).

Glede korištenja lean construction alata/tehnika, ispitanicima je postavljeno deset pitanja vezano za korištenje: 1. sustav posljednjeg planera (engl. last planner system), 2. cjelovito upravljanje kvalitetom (engl. Total Quality Management – TQM), 3. upravo na vrijeme (engl. Just in time – JIT), 4. povlačni kanban sustav (engl. pull kanban system), 5. povećana vizualizacija (engl. increased visualization), 6. taktno planiranje vremena (engl. takt time planning), 7. kontinuirano poboljšanje (engl. continuous improvement), 8. 5S procesi (engl. Five S's), 9. informacijske tehnologije za primjenu lean construction – a (engl. Information technologies to support Lean construction deployments) i 10. procesa za rješavanje problema – PDCA ciklus (engl. problem solving process – Plan – Do – Check – Act Cycle).

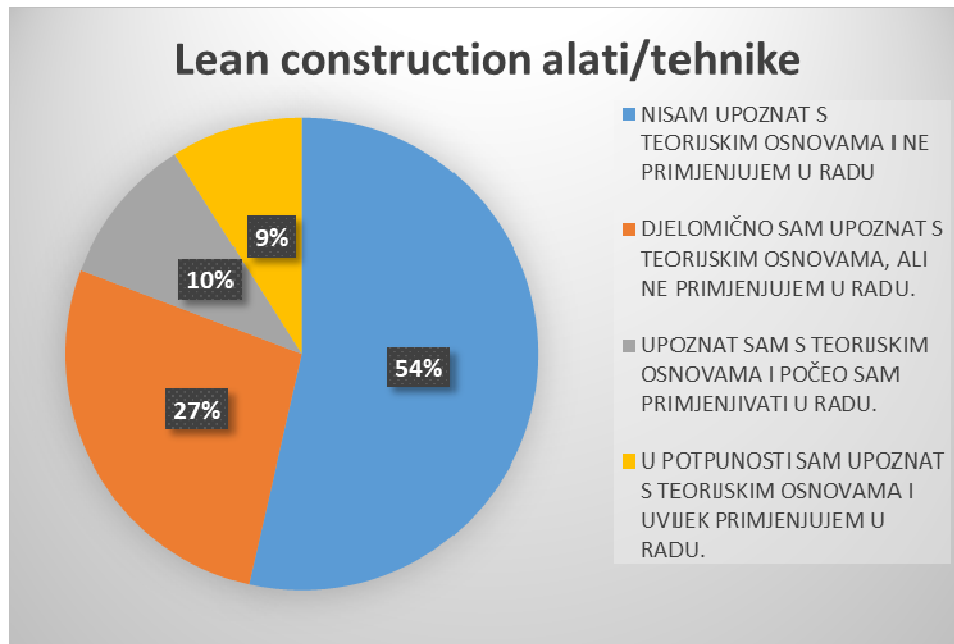
Prema sumiranim i uprosječenim odgovorima (slika 8.) 54% ispitanika nije upoznato pa tako i ne primjenjuje lean construction alate/tehnike, 27% ih je djelimice upoznato no ne primjenjuju ih u radu, 10% ih je djelimice upoznato i otpočelo s primjenom dok ih je 9% u cijelosti upoznato s odnosnim tehnikama i primjenjuje ih u radu.

<sup>2</sup> Kaizen se prevodi s japanskog kao kai-promjena i zen-za bolje ili kao neprestana promjena. Kao rezultat timskog rada dolazi do postupnih ali i stalnih poboljšanja produktivnosti stoga što se iznose brojne ideje, poboljšavaju svakodnevne procedure, postiže zainteresiranost uposlenika čime posao postaje samorealizirajući, manje dosadan i više siguran.

<sup>3</sup> Kanban se prevodi s japanskog kao vizualna tabela. Pokazuje tabelarno ono (i) što se treba uraditi, (ii) što se radi i (iii) što je urađeno u realnom vremenu, ukazujući na uska grla u realizaciji.

<sup>4</sup> Lean metrika obuhvaća: 1. trajanje ciklusa (eng. cycle time) tj. vrijeme od počinjanja do okončanja proizvodnje/postupka i sl.; 2. stopu protoka (eng. throughput rate) koja pokazuje prolazno odvijanje aktivnosti, 3. vrijeme takta (eng. takt time) tj. vrijeme potrebno da se obavi proizvodnja sekvencijalne jedinice, 4. cjelokupni tok (eng. cumulative flow) i 5. analizu temeljnog uzroka (eng. root cause analysis).

<sup>5</sup> Kad overall equipment effectiveness (OEE) iznosi 100% to znači da su proizvedene samo ispravne stvari (kvaliteta 100%), uz maksimalnu brzinu (100% performanca) i bez prekida (raspoloživost 100%).



Slika 8. Lean construction alati/tehnike

#### 4. ZAKLJUČAK

Istraživanja ukazuju na nisku produktivnost građevinskih poduzeća tj. nedovoljno učinkovito pretvaranje inputa u outpute jer taj proces prate visoki gubici. Radi smanjenja gubitaka građevinska se poduzeća okreću, između ostalog i leanu odnosno sustavu postupnog ali stalnog poboljšanja tokova proizvodnje.

Istraživanja pokazuju i da postoje strukturni problemi prijelaza građevinskih poduzeća na lean u korijenu izazvanih nedovoljnom informiranošću i nedovoljnom naobrazbom.

Ovo istraživanje je potvrdilo da većina ispitanika u građevinskim poduzećima u Bosni i Hercegovini nije upoznata s leanom odnosno da nije upoznata s teorijskim osnovama leana, pa u svojim aktivnostima ne primjenjuje lean razmišljanje, lean način rada i lean alate.

Većina ispitanika se kroz ovo istraživanje po prvi put susrelo s pojmom leana dok su ga preostali upoznali kroz formalno obrazovanje (studij) i neformalno (tečaj, literatura izvan studijskog programa, webinar i sl.).

Budući da ne postoje istraživanja o lean u građevinarstvu BiH, ovaj rad će zasigurno poslužiti kao referenca u budućim, prijeko potrebnim istraživanjima.

#### LITERATURA

1. Barbosa, F. et al.: Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity, McKinsey Global Institute McKinsey Global Institute | McKinsey & Company, 2017.
2. Domljan V., Domljan I.: Efficiency of the Bosnian-Herzegovinian Economy. In: Karabegović I. (eds) New Technologies, Development and Application II. NT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 76. Springer, Cham, 2020. DOI:10.1007/978-3-030-18072-0\_40

2. Erthal, A. and Marques, L.: Organisational culture in lean construction: managing paradoxes and dilemmas, *Production Planning & Control*, Latest article published online 15 Nov 2020. DOI:10.1080/09537287.2020.1843728.
3. Formoso, C. T., Bølviken T. and Dietz Viana.: Understanding waste in construction, In: Tzortzopoulos, P., Kagioglou, M. and Koskela, L. (Eds), *Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers*. New York and London: Routledge, 2020.
4. Formoso, C.T., Sommer, L., Koskela, L., Isatto, E.L.: The identification and analysis of making-do waste: Insights from two Brazilian construction sites, *Ambiente Construído*, 17(3), 2017, pp. 183–197.
5. Gupta, S., Ahmadi, M. A. and Kumar, L.: Identification of the Barriers of Lean Construction Implementation in Construction Projects - A Review, *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology (IJIRCST)*, Volume 8, Issue 3, May 2020, DOI:10.21276/ijircst.2020.8.3.27, Available at: [www.ijircst.org](http://www.ijircst.org)
6. Meng, X.: Lean management in the context of construction supply chains, *International Journal of Production Research*, Volume 57, Issue 11, 2019, DOI:10.1080/00207543.2019.1566659.
7. Mossman, A.: What is lean construction: another look, In: *Pros. 26th Annual Conference of the International, Group for Lean Construction (IGLC)*, González, V.A. (ed.), Chennai, India, 2018, pp. 1240–1250. DOI:10.24928/2018/0309, Available at: [www.iglc.net](http://www.iglc.net).
8. Ohno, T.: *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Cambridge: Productivity Press, 1988.
9. Pérez, C.T., Costa, D.B.: Developing a taxonomy of transportation waste in construction production processes, *Built Environment Project and Asset Management*, 2018, DOI:10.1108/BEPAM-04-2018-0062
10. Plenert, G., Plenert, J.: *Strategic Excellence in the Architecture, Engineering, and Construction Industries - How AEC Firms Can Develop and Execute Strategy Using Lean Six Sigma*. London: Routledge, 2018.
11. Rooke, J.: Lean Organisation, In: Tzortzopoulos, P., Kagioglou, M. and Koskela, L. (Eds) *Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers*. New York and London: Routledge, 2020.
12. Tezel, A., Taggart, M., Koskela, L., Tzortzopoulos, P., Hanahoe, J. and Kelly, M.: Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: a systematic literature review, *Can. J. Civ. Eng.* 47, 2020, pp. 186–201, DOI:10.1139/cjce-2018-0408.
13. Vanzant Stern, T.: *Lean and Agile Project Management: How to Make Any Project Better, Faster, and More Cost Effective*, Second Edition. New York and London: Routledge, 2020.
14. Zegarra, O., Alarcón, L. F.: Coordination of Teams, Meetings, and Managerial Processes in Construction Projects: Using a Lean and Complex Adaptive Mechanism. *Production Planning & Control*, 30 (9), 2019, pp. 736–763, DOI:10.1080/09537287.2019.1578905.