

ИНТЕГРАЦИЈА И ПРИМЕНА BIM И LEAN МЕТОДОЛОГИЈА НА ГРАЂЕВИНСКИМ ПРОЈЕКТИМА**INTEGRATION AND APPLICATION OF BIM AND LEAN METHODOLOGIES ON CONSTRUCTION PROJECTS**Милош Мирковић, Мирјана Терзић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

КРАТАК САДРЖАЈ – У поређењу са другим индустријама, грађевинска индустрија већ годинама бележи пад у продуктивности, односно мањак исте. Један од кључних узрока успоравања и бројних губитака на грађевинским пројектима јесу проблеми у комуникацији, односно размени информација. Овим радом обухваћене су две различите иницијативе, BIM и Lean методологија, које имају велики утицај на грађевинску индустрију, као и предности њихове заједничке имплементације на грађевинским пројектима, ради побољшања кључних узрока у паду продуктивности.

Кључне речи: BIM, Lean градња, методологија, грађевинарство

Abstract – Compared to other industries, the construction industry has been experiencing a decline in productivity for years. One of the key causes of this slowdown and numerous losses on construction projects are communication problems, or the exchange of information. This paper covers two different initiatives, both BIM and Lean methodologies, which have a significant impact on the construction industry, as well as the benefits of their joint implementation on construction projects to improve key factors that are contributing to the decline in productivity.

Keywords: BIM, Lean Construction, methodology, construction

1. УВОД

Грађевински пројекти се свакодневно суочавају са разним, непредвиђеним проблемима, као и много захтевнијим изазовима, као што су на пример, разне измене од стране клијента током извођења објекта, али и сама комплексност пројекта. Како би се ови проблеми савладали, свакодневно се потражују нове технике и технологије за унапређења ових модерних проблема, али се траже и комбинације разних метода и техника [1].

У поређењу са другим индустријама, грађевинска индустрија већ годинама бележи пад у продуктивности, односно мањак исте, док се у неким од других индустрија продуктивност скоро двоструко увећала

Напомена:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Игор Пешко.

за исти временски период и сваким наредним даном се побољшава.

Један од кључних узрока успоравања и губитака приликом грађења самог објекта јесу проблеми у комуникацији, односно размени информација. Велики део отпада и губитака настаје доношењем различитих одлука, како кроз пројектовање конструкције, тако и кроз процес изградње. Интеграција Lean приступа заједно са BIM методологијом требала би значајно да помогне у отклањању тог отпада.

2. BIM

Оно на чему се BIM базира је сарадња свих учесника пројекта. Стварању дигиталног модела који ће садржати све потребне информације о самом пројекту, као и оних које ће пратити читав животни циклус објекта. Сама скраћеница BIM има неколико значења као што су:

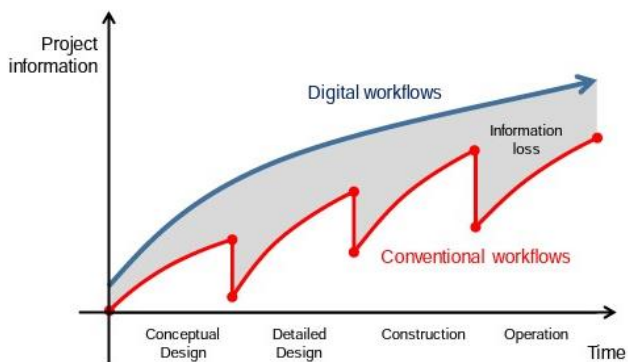
- Building Information Model
- Building Information Modelling
- Building Information Management.

Кроз литературу се могу пронаћи многе дефиниције BIM приступа, које се често разликују, али на крају крајева заправо описују технологију на сличан начин. Најчешће се дефинише као грађевински концепт који тежи да интегрише све процесе у једну целину. Из наведеног, може се закључити да је BIM приступ препознао један од кључних проблема у грађевинарству, који се своди на недостатак потпуне и правремене размене информација између различитих учесника пројекта.

2.1. Зашто BIM?

У традиционалном приступу грађевинарству, који је и данас умногоме заступљен на нашим просторима, фазе пројекта се посматрају одвојено, односно подељене су у фазе планирања, пројектовања, изградње итд., што доводи до великих губитака, како самих информација, тако и времена, ефективности али и новца.

Често се врло битне информације о пројекту изгубе. Разлог томе је широка заступљеност преношења информација у виду цртежа, или у форми физички одштампаних на папиру, или у дигиталној форми, али лимитираног формата. Такав прекид у континуалном току информација се дешава у свим наведеним фазама пројекта и приказан је на слици 1.



Слика 1. Губитак информација приликом преласка у нову фазу пројекта [2].

Цео процес, од планирања до реализације је веома комплексан процес који захтева широк спектар учесника из бројних професија. Како би се пројекат успешно реализовао, потребно је обезбедити квалитетну размену информација између њих. Проблем се јавља у софтверима који су стари већ деценију и више. Потенцијалне грешке могу се уочити само ручним прегледањем огромног броја цртежа, што често доводи до бројних пропуса које пројекат коштају изгубљеног времена, нарушене динамике, али и новца.

Информацијама из традиционалног приступа израде пројекта не може се приступити једноставно. Да би се оне користиле за неке од додатних процена, анализа или симулација, морају се поново, ручно, унети у неки од софтвера, што само изискује додатни, непотребни посао и повећава шансе за добијање нових потенцијалних грешака. Примењивањем ВИМ приступа добија се много већа корист коришћењем компјутера и технологије у свим фазама израде пројекта.

2.2. Разумевање ВИМ приступа

ВИМ приступ се може посматрати у два смера, као „технологија“, али и као „методологија“. ВИМ као „технологија“, представља дигиталну репрезентацију физичких и функционалних карактеристика једног објекта, док као „методологија“, представља сарадњу различитих учесника пројекта у различитим фазама животног века објекта.

У вези са тим, кроз литературу, ВИМ се дефинише као [3]:

- **Процес** - У којем различити учесници пројекта раде заједно, на једном моделу, размењују информације и сарађују на стварању што учинковитијег процеса градње, како би процеси били бржи и исплативији, али и самих учинковитијих објеката, како би било што мање отпада.
- **Технологија** - Која омогућава координацију, односно комбинацију рада различитих учесника у један ВИМ модел. Модел је тродимензионалан, састоји се од бројних елемената који чине једну целину, где је сваки од тих елемената јединствен и садржи информације, на пример о геометрији и својствима елемента.

ВИМ приступ се примењује у свим животним фазама пројекта (слика 2.), од планирања, пројектовања, изградње, али и управљања и одржавања, па самим тим омогућава: подршку у процесима доношења одлука, рано уочавање потенцијалних грешака на пројекту, детаљније анализе, брзе измене и лакше управљање променама, јасније разумевање пројектних циљева, визуализацију пројектних решења, учинковитост процеса у фази изградње као и подршку у анализи животног циклуса и трошкова пројекта.



Слика 2. ВИМ приступ кроз фазе грађевинског пројекта [4]

3. LEAN

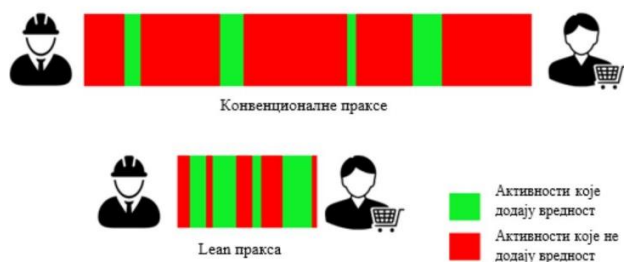
3.1. Шта представља Lean?

Lean метода потиче из јапанске аутомобилске индустрије, прецизније из компаније Тојота. Будући да се тадашња масовна производња углавном базирала на количини, применом новог приступа, уочени су бројни недостаци традиционалних метода производње.

Ток рада традиционалном методом функционисао је тако да се производња настављала, иако су уочени потенцијални недостаци процеса, који су се отклањали тек у неким будућим процесима производње. Такав начин рада резултовао је великим расипањима, попут бачених већих комада опреме, или потребе за више времена у процесима прераде. Такође, поред оваквих губитака, примећени су и други проблеми код масовне производње, као што су недостатак координације и комуникације међу секторима али и проблеми са квалитетом који су уочавани тек на крају производње. Према томе, у Тојоти је уочена потреба за повећањем нивоа продуктивности, па је развијена идеја којом су поред тога што су учинковитији, процеси постали и сигурнији.

Циљ *Lean*-а јесте да детектује губитке, тј. отпад приликом непотребних поступака и процеса у активностима. Међутим, *Lean* разликује и активности, које су графички приказане на слици 3. Постоје активности које додају вредност, као и активности

које не додају вредност финалном производу. Наравно, потребно је фокусирати се на активности које додају вредност производу, међутим Lean пракса је показала да приоритетно прилике за побољшања треба тражити у активностима које не додају вредност.



Слика 3. Разлика између заступљене праксе и Lean праксе [5]

У Lean-у се по први пут појављује појам „отпад“ (енгл. *Waste*), и они су класификовани у наредне групе губитака, које су шематски приказане на слици 4.



Слика 4. Шематски приказ Lean губитака [6].

Неки од ових губитака могу бити примећени одмах, док остали могу представљати проблем за уочавање. Из тог разлога, захтевају додатне ресурсе, мапирање тока вредности и различите темељне анализе.

3.2. LEAN CONSTRUCTION

Lean се први пут појављује у грађевинској индустрији неколико година након што се постигло потпуно прихватање у западним производним индустријама. Бројни аутори су покушали да пруже објашњење о перспективи Lean градње. То укључује *Koskela (1992)* и његов рани разговор о потенцијалу онога што је назвао „новом производном филозофијом“ у грађевинској индустрији у његовом научном раду [7]. Једноставна дефиниција **Lean Construction-a** дата је од стране *Koskela (2002)* и она гласи:

„Lean градња је начин дизајнирања производних система ради минимизирања отпада материјала, времена и напора како би се генерисала максимална могућа вредност.“

Koskela (2002)

Најпознатији од њих је „Last Planner approach“, који представља приступ планирању и управљању грађевинским процесима (*Ballard and Howell 1998; Ballard 2000*). Циљ је стварање поузданог тока рада тако што ће пројектни тим, укључујући све заинтересоване стране, заједнички створити план свих

фаза за део неког посла. Ово представља процес који укључује дискусију са радницима на градилишту и правовремено планирање, како би се осигурало да посао не чека раднике и да радници не чекају посао.

3.3. Побољшање након имплементације Lean-a

Многе иницијативе у менаџментском управљању не крену добро у раној фази и не буду лако применљиве због чињенице да укључени учесници у пројекту или компанији не виде користи повезане са променама. У контексту Lean Construction-a, примећен је пораст броја емпиријских студија, пореклом из многих земаља, које тврде да успешна примена Lean принципа у грађевинарству може побољшати структуру трошкова, продуктивност, време испоруке, поузданост планирања, квалитет, однос између радника и задовољство послом. Ово су само неки од добрих разлога за спровођење Lean Construction методологије.

За Lean Construction заједницу се сматра да је спора у превазилажењу кључне дебате о томе шта је Lean, а шта није. Бројни напори учињени су од стране истраживача да побољшају кредибилитет Lean градње адресирањем или изазивањем њених недостатака.

Литература о примени Lean Construction-a добила је значајну пажњу у развијеним земљама, попут Велике Британије, САД-а, Сингапура и нордијских земаља. Један од значајних подстицаја у промоцији Lean концепта је политика у овим развијеним земљама. У земљама у развоју, имплементација Lean Construction-a је још увек у врло раној фази. Почело је истраживањем свести о Lean концептима међу грађевинским практичарима и елиминацијом отпада у грађевинским процесима. Показало се да је ниво свести о Lean-у у грађевинској индустрији био низак. На пример, неки извођачи су већ свакодневно примењивали један или више Lean концепата, али нису били свесни да ли је то у складу са Lean Construction-ом све док им Lean оквири нису представљени. Осим тога, корисно је за земље у развоју истражити препреке које могу ометати усвајање Lean-a у грађевинарству. Ово указује да подршка владе у земљама у развоју треба да буде унапређена. Без јасно постављених циљева владе, неће бити подигнуте свести о Lean-у.

4. BIM и LEAN CONSTRUCTION

Грађевински пројекти су најчешће инвестиције које су од велике вредности, као и огромне важности за јавност, односно државу, па је због тога веома важно јасно разумети примену BIM и Lean приступа, како би се побољшала производња пројеката. BIM и Lean су две различите иницијативе, али обе имају велик утицај на грађевинску индустрију. У вези са тим, врло је важно препознати њихове додирне тачке. С обзиром на то да се ради о два независна приступа, могу се, такође, и независно имплементирати у пројектима. Међутим, највећи потенцијал за побољшање грађевинских пројеката се заправо налази у међусобној интеракцији ове две методологије.

BIM се сматра једним од најбољих ресурса, који би прихватањем Lean принципа смањео губитке и тиме значајно довео до побољшања исхода пројекта, или

компаније генерално. Компаније које су имплементирале BIM, тврде да је примећено значајно побољшање у пословању, чак наглашавају да им BIM, такође, помаже приликом набавке материјала тачно на време када им је то потребно, као и у побољшаној комуникацији у тиму.

4.1. Предности BIM – Lean интеграције

Бројна истраживања показују како синергија приступа BIM-а и Lean-а може бити квалитетно имплементирана, ако њихова сарадња почне што раније могуће на пројекту – од фазе пројектовања, како би жељени Lean принципи били добро планирани и према томе квалитетно имплементирани у фази производње. Такође, на темељу свега што је до сада наведено, могуће је приметити како неки од BIM алата већ укључују технике Lean Construction-а. Према томе, много је разлога за усвајање Lean – BIM приступа, а неки од њих су:

- BIM - Lean интеграција доприноси већој учинковитости. Све што је учињено у припреми за пројекат биће корисно за пројекат,
- BIM - Lean олакшавају разумевање онога што клијент цени, и то показују кроз поступак пројектовања и изградње,
- BIM - Lean и одређене Lean технике смањују ниво стреса у тиму, и избегавају грешке и губитке, и
- Побољшава се проток информација и комуникација.

Међутим, да би се BIM и Lean интеграција могла применити мора се узети у обзир неколико битних фактора:

- Имплементација оба система захтевају јаку културу сарадње свих учесника у пројекту.
- BIM се примењује од фазе пројектовања, а Lean од фазе производње, односно извођења. Но да би се максимално искористила синергија ова два приступа, Lean Construction приступ мора бити добро испланиран и интегрисан у BIM још у фази пројектовања.
- Неопходно је да менаџмент који води пројекат заиста научи и прихвати нове методологије које ће им бити потребне у будућим пројектима. Од делимичне имплементације незахвално је очекивати постизање великог успеха синергије BIM-а и Lean-а.

Важно је истаћи да, BIM приступ, и култура Lean менаџмента, дефинишу унутрашњи карактер компаније која их је имплементирала.

5. ЗАКЉУЧАК

Интеграција BIM-а и Lean-а значајно подстиче учинковитост, продуктивност, одрживост, али и хуманост на грађевинским пројектима. Технике и принципи Lean-а потпомажу у организацији самог пројекта, док BIM представља платформу која подржава ток и размену информација између учесника пројекта. Суштина је да се BIM начином управљања пројектом олакшава сам процес припреме и израде пројекта, али само уколико се користи на прави начин.

Циљ је указати на грешке, али и учити из њих како се убудуће не би понављале. Грађевинска индустрија је сама по себи специфична и тешко тежи променама. Нема серијску производњу, па се тиме сваки пут очекује неко ново, иновативно решење. Прихватањем дигиталних технологија, грађевинарство може кренути ка ефикаснијем, одрживијем и сарадничком достављању пројеката. Осим тога, да би се превазишла ова ограничења и изазови, кључно је повећати свест и образовање о користима BIM и Lean метода у грађевинским пројектима. То може укључивати пружање обуке и подршке, као и промовисање коришћења стандардизованих процеса и алата. Такође, важно је наставити истраживање и развој у овој области како би се идентификовале и решиле преостале препреке за усвајање BIM и Lean метода у грађевинским пројектима.

6. LITERATURA

- [1] B. Dave, L. Koskela, A. Kiviniemi, P. Tzortzopoulos, and R. Owen, 'Implementing lean in construction: Lean construction and BIM', 2013.
- [2] Borrmann, A.; König, M.; Koch, C.; Beetz, J. (Eds): Building Information Modeling - Technology Foundations and Industry Practice, Springer, 2018.
- [3] Hichri, N.; Stefani, C.; De Luca, L.; Veron, P.; Hamon, G. (2013); "From point cloud to BIM: a survey of existing approaches"; XXIV International CIPA Symposium, 2013, Strasbourg, France. Proceedings of the XXIV International CIPA Symposium, 2013.
- [4] Creating a digital information model in the design, construction and operation of construction objects, доступно на: <https://inno-institute.com/bim.html>, отворено (20.01.2024.)
- [5] Lean Six Sigma in Crisis Situations, доступно на: <https://www.theleansixsigmacompany.vn/blog/algemen/lean-six-sigma-in-economic-crisis-situations/>, отворено: (22.01.2024.)
- [6] Lean proizvodnja, доступно на: <https://project-management-srbija.com/lean-menadment>, отворено: (01.03.2024.)
- [7] Shang Gao, Sui Pheng Low, „Lean Construction Management The Toyota Way“.
- [8] Opće smjernice za BIM u graditeljstvu, доступно на: <https://www.bim-hrvatska.hr/download/HKIG-Opce-smjernice-za-BIM-pristup-u-graditeljstvu-2017.pdf>, отворено: (02.03.2024)

Kratka biografija:



Милош Мирковић рођен је у Зрењанину 1994. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства одбранио је 2024. год. контакт: mirkovicmilosm@gmail.com



Мирјана Терзић рођена је у Вогошћи 1994. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства је одбранила 2021. год., од када је у звању асистент-мастер. контакт: terzic.mirjana@uns.ac.rs