

ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА ГРАЂЕЊА И БИМ**INDUSTRIALIZATION OF CONSTRUCTION AND BIM**Радомир Стојаковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област– ГРАЂЕВИНАРСТВО**

Кратак садржај– *Процес Индустријализације грађења је дуготрајан и непрестан. У данашње време на индустријализацију највише имају утицаја нове дигиталне технологије. Ове БИМ технологије обезбеђују бољу организацију грађења, пројектовање, контролу као и кључну повезаност са осталим инжењерским дисциплинама.*

Кључне речи: *Индустријализација, БИМ*

Abstract – *Process of Industrialization of construction is extended and continual. In today day and age most influence on industrialization have new digital technologies. This BIM technologies insure better organization of construction, designing, control as well as key link with other engineering fields.*

Keywords: *Industrialization, BIM.*

1. УВОД

Предмет овог рада јесте анализа везе између индустријализације грађења и БИМ технологије. Рад садржи кратка објашњења везана за области индустријализације и БИМ технологије. Такође у поглављу МОНТАЖНЕ ХАЛЕ и БИМ представљени су елементи за изградњу хала од армиранобетонских префабрикованих елемената у БИМ програму Revit. Типови ових елемената представљени су кроз каталоге производа. Склопом ових елемената може се пројектовати хала од армиранобетонских префабрикованих елемената. Циљ овог рада је да представи потенцијалну и практичну примену БИМ технологије у процесу пројектовања грађевинских монтажних елемената. Праве се озбиљни кораци у Европи и свету да примена БИМ технологије буде обавезна алатка при пројектовању, изградњи и одржавању јавних објеката. Планирају се измене и допуне правних акта које се везују за грађевинарство тако да се у Србији нпр. планира обавезно коришћење БИМ технологије до 2028. године за све грађевинске фирме.

Коришћене су метода анализе и синтезе, алати за тродимензионално пројектовање и консултације. За поглавље Индустријализација грађења и за поглавље БИМ углавном су коришћена најрелевантнија изабрана поглавља из дела различитих аутора. За поглавље Монтажне хале и БИМ одабрана је форма приказа практичног примера из праксе. Ово је

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Милан Тривунић, ред. проф.

поразумевало и рад у софтверу Revit зарад стварања слике о процесу пројектовања елемената хале као и каталог елемената произвођача.

2. ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА ГРАЂЕЊА

Индустријализација (Комитет Уједињених нација за индустријски развој) “је процес економског развоја у којем се највећи део ресурса привреде мобилише у развоју и примени савремене технологије, формирању привредне структуре коју карактерише динамички прерађивачки сектор са високом заступљеношћу производње средстава за производњу и потрошњу добара, чиме се осигурава висока стопа привредног раста у целини и успешно остварују циљеви економског и друштвеног напретка”.



Слика 1. Развој индустријализације (преузето из [1])

2.1. Методе грађења и индустријализација

- Основне методе грађења класичне – примена универзалне механизације и велика количина живог рада, припрема свих (или већине) материјала на самом градилишту, рационални класични системи – измештање великог броја послова са градилишта у погоне, индустријске – виши степен производње најчешће за мањи број различитих производа

2.2. Индустријализација–примена индустријских метода у грађевинарству**1. могућности примене индустријске производње у грађевинарству:**

- производња грађевинских материјала,
- извођење радова на монтажни начин уз префабрикацију (бетонских, челичних, дрвених и сл. Елемената код изградње кућа, мостовских носача др.)

2. предуслов за увођење:

- утврђивање обима производње који ће дати економски оправдану производњу – уз исти квалитет нижа цена производа,
- дужи временски период за припрему индустријализације технолошког процеса и детаљну разраду техничке документације.

2.3. Проблеми у вези са индустријализацијом

- у вези са паралелизацијом
 - организационо техничким мерама смањити број и обим ових радова (применом глатке оплате избећи малтерисање),
 - обезбеђењем дугорочне сарадње и довољно великих серија омогућује се префабрикација и израда у погонима (столарски, браварски, инсталатерски и др. радови),
 - применом нових материјала (за обраду подова, зидова, плафона, фасада)
 - код монтажних система грађења – производњом префабрикованих елемената са уграђеним свим потребним деловима,
- у вези са стандардизацијом, типизацијом и модуларном координацијом производа
 - типизација у систему пројектовања – једнообразност производа, (нпр. Пројектовање БИМ – каталози елемената....)
 - типизација у систему префабрикације – уједначене тежине префабрикованих елемената,
- у вези са финализацијом – давање коначног облика, изгледа завршним елементима:
 - све што може треба и да се потпуно заврши у погонима, фабрикама, а да се за градилиште остави само оно што се знатно може оштетити приликом манипулације, транспорта и монтаже,
 - пројектовати што мањи број спојева,
 - примена нових материјала, ради избегавања „мокрех спојева“.

2.4. Могућност примене ланчане производње

- основне карактеристике – тактне производње у грађевинарству
 - ✓ производ остаје на месту, а радници се померају са једног на друго радно место обављајући при томе исте операције,
 - ✓ ток извођења операција континуалан – по завршетку на једном радном месту иста се операција обавља на другом,
 - ✓ синхронизовано обављање технолошког процеса – након завршетка једне операције, на том радном месту се наставља друга – без непотребних пауза на радном месту,
 - ✓ поједини радници или бригаде врше увек исти рад,
 - ✓ рад се одвија у једнаким временским интервалима (такт или корак),
 - ✓ трајање операција је усаглашено са водећом, кључном операцијом
- услови за примену
 - ✓ постоји могућност поделе технолошког процеса на операције,

- ✓ могућност поделе објеката на већи број једнаких, или приближно једнаких делова,
- ✓ могућност непрекидног укључивања појединих радних места,
- ✓ време за детаљну припрему организације рада. **предност**
- ✓ убрзање радова, сивавање трошкова грађења

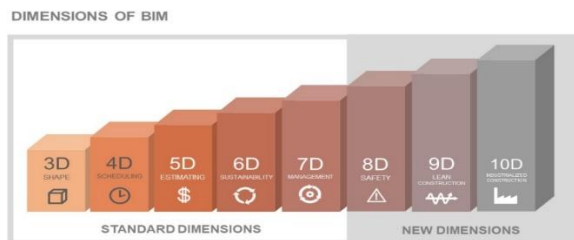
2.5. Промене у складу са елементима индустријске револуције 4.0

Свеобухватан приступ процесу грађења, од пројектовања до изградње и одржавања.

У складу са надолazeћим елементима надолazeће четврте индустријске револуције мењаће се и елементи грађевинарства.

Примена елемената:

- вештачке интелигенције,
- роботике,
- 3D штампања,
- нанотехнологије,
- наука о материјалима,
- квантног рачунања,



Слика 2. Димензије развоја процеса грађења у БИМ-у (преузето из [2])

3. БИМ

BIM (Building information modeling) је нови универзални језик архитектуре, грађевинарства и инфраструктуре, и покретач дигиталне трансформације грађевинског сектора у Европи и свету. На БИМ не треба гледати искључиво као на нову дигиталну технологију, већ као на стратешку и свеобухватну методологију за ефикасније управљање грађевинским и инфраструктурним пројектима, уз знатно мање трошкове. Кроз рад на заједничкој платформи, БИМ омогућава учесницима на пројекту да сагледају свеукупну ефикасност како великих, тако и малих пројеката, оптимизују време и ефикасније управљају трошковима и то у свим фазама животног циклуса објекта: од идејног решења, преко главног пројекта, изградње до експлоатације, одржавања и рушења на крају века трајања.

3.1. Како функционише БИМ?

БИМ је скуп алата и технологија које се користе за генерисање и управљање дигиталним приказом објекта на основу информација из свих пројектантских дисциплина, а које се складиште у једном једином документу. Захваљујући томе, на пројекту може да ради истовремено више корисника, додајући и мењајући информације о материјалима, конструкцији, енергетским карактеристикама, инсталацијама итд.

За разлику од традиционалног CAD пројектовања које се заснива на дводимензионалном техничком цртежу, BIM функционише по принципу интуитивног, информативног, виртуелног модела зграде, захваљујући коме се могу лако уочити конфликти (нпр. између архитектуре и инсталација, инсталација и конструкције итд.) и отклонити грешке, чак и у најранијим фазама пројектовања.

3.2. Имплементација BIM-а у пракси

За имплементацију BIM технологије се може слободно рећи да је у питању неминован, незаустављив и неповратан процес. Како је својевремено CAD технологија заменила ручно цртање, тако се у архитектонским бироима и грађевинским фирмама све већи број корисника одређује за BIM. Директивом о јавним уговорима број 2014/24/EU, Европска унија је предвидела да сви учесници на пројектима у јавном сектору морају користити BIM технологију. Ова директива је у фази имплементације.

3.3. Законска обавеза

На конференцији „BIM и инфраструктура“ која се одржала у Привредној комори Србије истакнуто је да је дат одложени рок како би пројектантске фирме имале довољно времена за припрему набавке потребне опреме. BIM технологија, која се већ користи у изградњи станице Прокоп и београдског метроа, омогућава дигитализацију и ефикасније одржавање инфраструктуре.

Министар је такође нагласио да ће се изменама Закона о планирању и изградњи дати већа улога пројектантским бироима, пребацујући издавање грађевинских и употребних дозвола на њих, чиме ће се растеретити секретеријати који тренутно издају ове дозволе.

Поред тога, у плану је и доношење Закона о одржавању инфраструктуре, који ће увести регистар свих инфраструктурних објеката у Србији и законску обавезу издавања буџетских средстава за њихово одржавање.

4. МОНТАЖНЕ ХАЛЕ И BIM

У овом поглављу биће приказана примена BIM технологије у процесу индустријске производње стандардизованих елемената. Примери ће обухватити аражман префабрикованих аб елемената (каталог) потребан за изградњу хала овог типа: темељи, стубови, греде и плоче.

Каталоге елемената обично формирају произвођачи са циљем да своје производе учине лако доступним потенцијалним пројектантским сарадницима у BIM окрижењу. Дизајнирање и пројектовање монтажних армиранобетонских елемената се у овом примеру врши у BIM софтверу Revit.

Revit је Autodesk CAD софтвер за архитектонско и грађевинско пројектовање заснован на технологији Building Information Modeling (BIM). Софтвер CAD система скројен за информационо моделирање зграда. Један од најстаријих компјутерских програма на тржишту и један од најпопуларнијих.

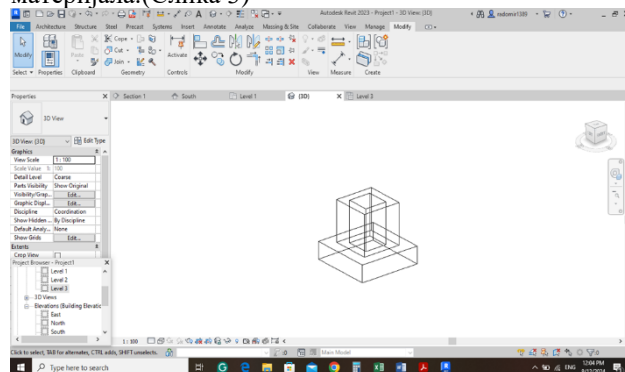
Важна ствар везана за наредни пример је да програм Revit подржава различите врсте модела – Templates–а у којима је омогућен рад на елементима.

У овом примеру су коришћени Architecture Template (углавном због опција намештања изгледа префабрикованих елемената) и Structural Analysis Template (погоднији за цртање арматурних склопова). Поред ова два која су коришћена постоји велики број других који су намењени осталим дисциплинама инжењерске праксе.

4.1. Темељна чаша

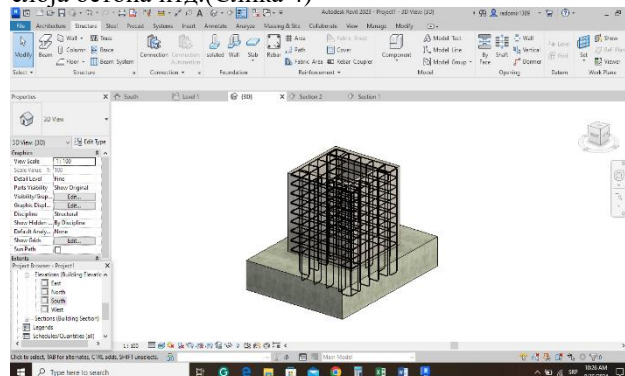
Темељне чаше се изводе као монтажне висине 80-120cm и монолитизују се са темељном стопом на лицу места. Темељи су међусобно повезани темељним гредама на које се ослањају фасадни панели. Спој стуб-темељна чаша се у статичком прорачуну моделира као упрти ослонац. (Слике 16 до 19)

Коришћењем команде Wall у картици Architecture могу се изабрати врсте зидова које ће се користити у цртању елемента. Сваки од ових врста зидова са собом носе и све специфичне особине материјала. (Слика 3)



Слика 3. Пројектовање темељне чаше – усвајање главних димензија

Елементу који је формиран може се помоћу опције Rebar у картици Structure додати арматурни склоп. Бира се пречник и врста арматуре, дебљина заштитног слоја бетона итд. (Слика 4)

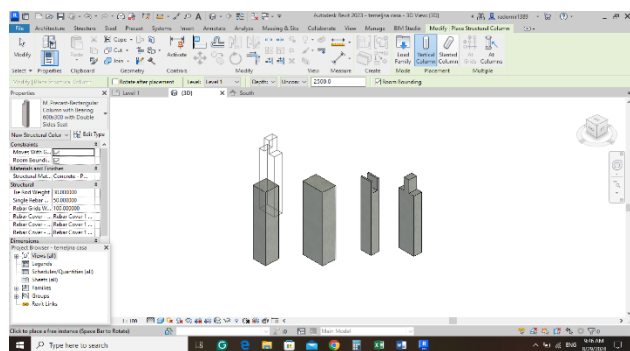


Слика 4. Пројектовање темељне чаше – додавање арматуре и материјала

4.2. Стубови

Унос елемената стубова у пројекат у програму Revit врши се преко команде Column у картици Architecture. Након активације ове команде бира се опција Load

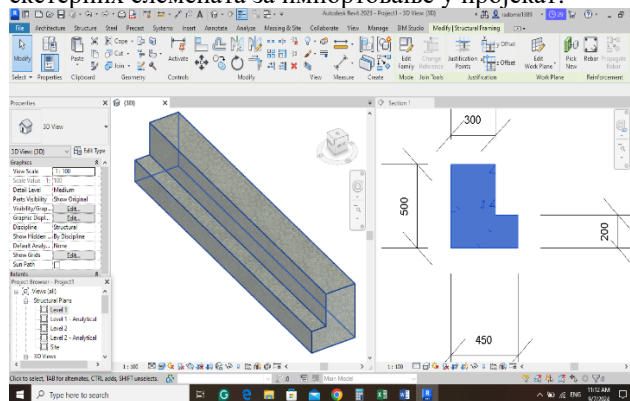
Family помоћу које се врши избор екстерних елемената за импортовање у пројекат. (Слика 5)



Слика 5. Унос префабрикованих стубова из каталога

4.3. Међуспратни носачи

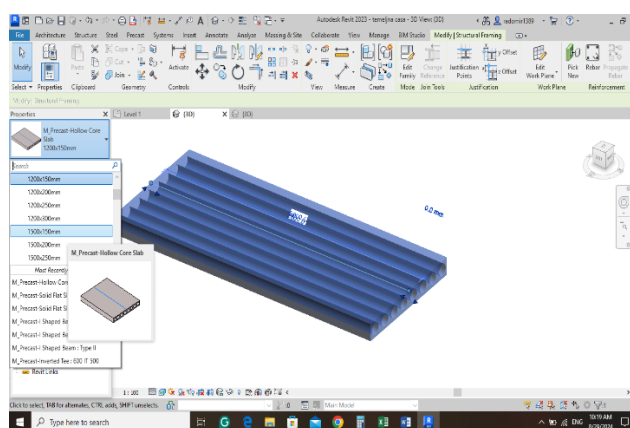
Унос елемената греда- носача у пројекат у програму Revit врши се преко команде Veam у картици Structure. Након активације ове команде бира се опција Load Family помоћу које се врши избор екстерних елемената за импортовање у пројекат.



Слика 6. L носач – слика у изгледу и попречни пресек

4.4. Међуспратне плоче

Код додавања површинских елемената као што је ошупљена плоча димензија која није фиксна је дужина елемента. Модели елемента су овом фамилијом везани за димензије висине и ширине. (Слика 7)

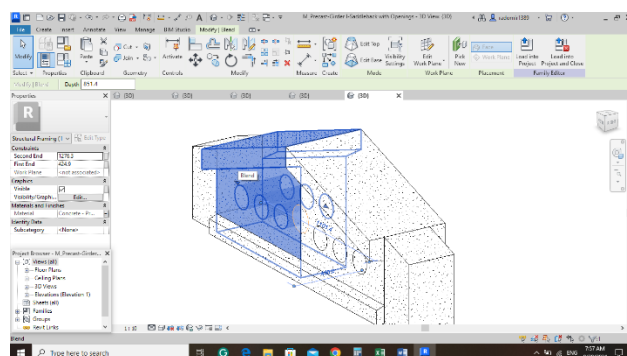


Слика 7. Додавање димензије дужине ошупљене плоче

5.5. Кровни носачи

Импортовани елементи који су модификовани у програму опцијом Edit Type могу се касније тако измењени сачувати командом Create Family. Овим се

ствара фамилија нових елемената која се чува на екстерној локацији. Она постаје приступачна за рад како на овом тако и на осталим сличним пројектима.(Слика 8)



Слика 8. Модификација импортованог кровног носача

5. ЗАКЉУЧАК

Оно што је важно напоменути је да сви елементи који се моделују у програму Revit могу да се примене и у осталим БИМ софтверима. Ова чињеница омогућава несметану сарадњу између учесника пројектата који имају различите софтвере у којима раде. Неки од ових програма су Archicad, Navisworks, AutoCAD Arch., AutoCAD MEP, AutoCAD P&ID, STAAD.Pro., Tekla Structures итд.

Овако формиране каталогне све више користе извођачи у сарадњи са пројектантима. Они у каталозима у дигиталној форми описују дијапазон својих производа и они су лако доступни пројектним бироима. Последица овога је та да је пројектант у могућности да отпочне пројектовање са јасно дефинисаним елементима које извођач може одмах да почне да производи.

6. ЛИТЕРАТУРА :

- [1] Тривунић, М., Дражић, Ј.: “Индустријализација у грађевинарству“ – предавања, шк 2021/2022.
- [2] <https://biblus.accasoft.com/en/what-is-10d-bim/>

Кратка биографија:



Радомир Стојаковић рођен је у Новом Саду 1995.год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – „Индустријализација грађења и БИМ“ одбрао је 2024.год.

контакт: radomir.stojakovic123@gmail.com