

## СТРОИТЕЛНО ИНФОРМАЦИОННОТО МОДЕЛИРАНЕ (СИМ) - ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ИНТЕЛИГЕНТНОТО УПРАВЛЕНИЕ НА ЖИЗНИЯ ЦИКЛ НА СГРАДИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА

Ячко Иванов<sup>1</sup>, Ана Янакиева<sup>2</sup>

### BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

Yachko Ivanov, Ana Yanakieva

#### Abstract:

*Computers have given rise to information technologies (IT) and industry. Their development has been accompanied with changes in many fields of economy and management of activities and processes. Lots of industries and businesses employ now digitalization to manage their operation. The construction branch however, being more conservative, is still not ready to enter the digital era disregarding the so-called construction information modeling (CIM). The present paper offers an analysis of the state-of-the-art of construction digitalization. It illustrates the advantages of and the obstacles to the application of the method. It also gives some examples illustrating the CIM capabilities of intelligent management of the life cycle of buildings and facilities, thus contributing to the sustainable development of the construction branch.*

#### Keywords:

*Building Information Modelling (BIM), construction industry, life cycle of constructions*

**Резюме:** Компютрите създадоха условия за създаването на информационните технологии (ИТ) и Индустрия-4. Тяхното развитие е съпроводено с изменения в редица области на икономиката и управлението на много дейности и процеси. Много индустрии и бизнеси вече използват дигиталното представяне и по-специално на Цифрова трансформация (ЦТ) за управление на дейността си. Строителният бранш, като по-консервативен, все още не е готов да се включи в дигиталната епоха и не прилага така нареченото Строителното информационно моделиране (СИМ). В доклада е анализирано състоянието на дигитализация в бранша у нас и в чужбина. Показани са предимствата и пречките при неговото приложение. Дадени са някои примери за възможностите, които предоставя СИМ за интелигентно управление на жизнения цикъл на сградите и съоръженията и за устойчивото развитие на строителния бранш.

**Ключови думи:** Строителното информационно моделиране (СИМ), строителен бранш, жизнен цикъл на сградите и съоръженията

<sup>1</sup> Ячко Иванов, акад., Институт по механика, БАН

Yachko Ivanov, prof., DSc, Member of BAS, Institute of Mechanics, BAS, E-mail: yadir\_1@abv.bg

<sup>2</sup> Ана Янакиева, доц. д-р инж., Институт по механика, БАН

Ana Yanakieva, assoc. prof, eng., Institute of Mechanics, BAS, E-mail: aniyanakieva@imbm.bas.bg;

## **1. ВЪВЕДЕНИЕ.**

Едно от големите открития на миналия век бе създаването на компютъра – откритие, което за наша радост и гордост е свързано с името на американеца от български произход проф. Джон Атанасов. Компютърът е мощен стимулатор за развитието и приложението на информационните технологии, за появата на Индустрия-4 и на така наречените Digital Transformation (DT). На български език е Цифрова трансформация (ЦТ). В същността си това е развитие или промяна на бизнеса, посредством преосмислянето му, с нови стратегии, модели, операции, продукти, маркетингови подходи, цели и пр., които включват цифрови технологии. Очакванията са ЦТ да ускори продажбите и да увеличи ръста на бизнеса. По друг начин казано, ЦТ може да означава и „безхартиен офис“ или „достигане зрелостта на бизнеса“ по начин по който ще окаже съществено влияние, както на отделното предприятие, а така също и на цели общества, индустрии, институции (правителство, масови комуникации, изкуство, медицина, строителство, наука и мн. др). Цифровите решения стимулират появата на нови видове иновации и идеи, а не служат само за усъвършенстване и поддръжка на традиционните методи.

За жалост, ЦТ в строителния бизнес, у нас, са слабо развити. Идеята на представената статия е да покаже нуждата от тяхното развитие и приложение за целия жизнен цикъл на сградите и съоръженията, като отчете всичките предимства, пречки и проблеми които трябва да се оценят и в последствие преодолеят в процеса на нейното внедряване.

Действащи участници в жизнения цикъл на една сграда (като пример) са: инвеститори, проектанти, производители и търговци на строителни материали, строители, надзорници и включващите се, след завършване на строителството, брокери, фасилити специалисти и инженери, осигуряващи устойчива, продължителна и икономична експлоатация на изградените обекти. Всички тези специалисти, все още, работят без нужната добра координация и ефективността от тяхната дейност не кореспондира с изискванията на Индустрия-4.

В началото на 21-ви век, пред строителите, се поставят нови изисквания за използване възможностите на Информационните технологии (ИТ). От 2018, съгласно измененията в Закона за устройство на територията (ЗУТ), Разрешение за строеж (виза) от общината се издава само след одобрен (по електронен път) Проект за управление на отпадъците. Към момента обаче, малко общини имат необходимите софтуер и специалисти, за да изпълнят това. Същото се отнася и за инвеститори и строители.

От тази година, Комисията за воденето и поддържането на Централния професионален регистър на строителите, въведе изискването за представянето в електронна форма на документите, подавани в Комисията от строителните фирми, за да бъдат вписани в Регистъра. И тук, за съжаление, не всички фирми имат тази готовност.

Пак от началото на тази година, строителните компании са задължени при участие в конкурси по Обществени поръчки, да представят своята документация и на електронен носител. На това изискване, за момента, могат да отговорят само част от големите строителни компании.

В наши дни, приложението на ИТ и ЦТ в строителния бранш става по-актуално и наложително. Въведен е и терминът Строително информационно моделиране (СИМ). ИТ трябва да влязат в дейността на строителните компании задължително, тъй като ще дадат значителен напредък на този важен отрасъл от икономиката на страната ни - двигател за нейното устойчивото развитие.

## 2. ЕВРОПЕЙСКИЯТ СЪЮЗ И ЦТ

Европейският Парламент и Съвет имат приети серия от Регламенти и Директиви, свързани с дигиталните политики на Съюза. Дефиницията, дигиталното съдържание и дигиталния сервиз са предмет на Директива 2011/83/ ЕУ. Последната Директива 2019/770/ ЕУ урежда договорите за доставка и дигиталното съдържание, [1]. Европейският съвет публикува резултати от наблюдението за изпълнението им от страните – членки по отношение на дигиталната свързаност, дигиталните умения, онлайн активност, [2]. Заключение от това наблюдение е, че прогресът остава незадоволителен за Европа. Европейският съюз се стреми да подобри развитието на ЦТ в строителния бизнес и да намали голямата разлика, която е налице така наречените „успешните“ и по-малко „успешни“ страни в тази област. Проучването показва, че страни като Дания, Швеция, Финландия и Нидерландия са лидерите в ЦТ. Следват ги Люксембург, Ирландия, Обединеното кралство, Естония, Белгия, Кипър и Испания. За съжаление, България не е между посочените страни и по определенията на Европейската комисия, тя и другите страни ще трябва да извървят дълъг път, за да могат да са конкурентоспособни на глобалната сцена и да отговори на критериите на дигиталната епоха.

Към ЕС е създадена специализирана BIM Task Group. Днес, не минава ден без появата на научна статия в изданията по строителство и по ИТ по проблемите на СИМ и приложението му. Свидетели сме на утвърждаване на тези нови методи и в Африканския континент [3]. ИТ специалисти и строителните консултанти от Кения съобщават за проведено обсъждане, на базата на опита на регистрираните в Найроби 462 консултанти архитекти и строителни инженери, на резултатите от приложението на СИМ и възможностите, които метода открива при оценка на риска. Подобни обсъждания и оценки са направени и в Северна Ирландия, страните от Източна Азия и Бразилия [4,6].

## 3. СЪСТОЯНИЕ НА ЦТ В СТРОИТЕЛНИЯ БРАНШ В БЪЛГАРИЯ

Началото на развитие на ИТ в България бе поставено през 70–80 години на миналия век. През 80-90 години се появиха първите разработки на изчислителен софтуер. В тези години, в ВИСИ (днес УАСГ) проф.Т. Карамански създаде софтуер за изчисления по бурно развиващите се методи на крайните елементи. В тези години, в Института по математика на БАН, бе създадена първата изчислителна машина, показана и на специализирана изложба в Москва. Създадени бяха мощните за онова време КЦИИТ и Институт по техническа кибернетика и роботика към БАН. У нас започна развитието и производството на изчислителна техника. Това бе времето, когато в областта на строителството бяха създадени и работиха Национален изчислителен център в строителството, Институт по строителна кибернетика и Център за електронизация на строителството и строителната индустрия. Създаден бяха и редица програми NASTRAN, SAP IV, ABACUS, DINA, COSMOS/M - програми за дигитализация на бизнеса и на е-търговията. Появиха се и около 10 фирми с разработки на такива програми за нуждите на предприятия за производство на строителни материали.

Сравнително добре работят в областта на използването на модерните ИТ проектантските фирми, които използват специални програми като 3D, CAD/CAM, Auto Cad, CADAM, както и съвременните модерни програми за архитектурно проектиране ArchCad, Revit, Rhinoceros, Sketchup [5]. Някои от тези програми се ползват и в учебния процес при разработка на курсови и дипломни проекти. Все още се правят първи стъпки в използването на BIM технологиите. За сега примерите за опити за дигитализация в строителните компании са много редки. Същото може да се каже и за е-бизнеса.

Резултатите от направеното в България проучване, с участието на КСБ и НТССБ, за е-бизнеса на строителните компании от 83 Работна група на комисията за устойчиво

развитие на ООН [7] показва, че: (1) в България сравнително добре е реализирана обмяната на електронни данни за договори в строителството; (2) Одобряваните договори са най-често съобщавани по електронен път, но по-малките договори не са потвърждавани чрез електронната поща - те са голям процент от сключените договори; (3) Обжалваните договори, трудовите договори, смените и проектните промени рядко са съобщавани. Направено бе заключение за отсъствието на СИМ и за липса на електронно сътрудничество в проектна фаза. Отбелязано бе, че с нарастване на използването на СИМ електронния обмен на проектна информация също ще се увеличи. Ниската степен на обмяна на електронна документация в етапа на оценка, договаряне и идентификация на проектите би следвало да бъдат обект на електронен обмен. Това проучване за съжаление не бе обект на задълбочено разглеждане от отговорните институции в страната.

Дискусиите по време на Международната изложба „Архитектурно строителна седмица 2020“, организирани от КСБ и Камарата на архитектите, предизвикаха създаване на специална комисия от Министерството на регионалното развитие, която в следващите две години да разработи стратегия за развитието на дигитализацията в строителството. НТС по строителство в България счита, че този срок е твърде дълъг и планира през есента на 2020 да организира кръгла маса за обсъждане проблемите със дигитализацията в строителството и да се потърсят възможности за обединение на усилията на всички заинтересувани ведомства и организации за ускоряване разработката на Стратегията. От своя страна Областното представителство - София на КСБ стартира подготовката за провеждане на мероприятия за обучение на строителните компании по приложението на СИМ. Тук със голяма доза разочарование ще отбележим, че на провежданите в периода 3 – 23 юни 2020 година онлайн серия обучителни уебинари „Дигитална трансформация в строителството“ практически няма присъствие на представители на водещите строителни компании. Проучванията показват, че в по-голяма част от проектантските фирми на стадии проектиране се използват посочените по-горе програми, но след това документацията се оформя на книжен носител.

В последните 3-4 години, у нас, се забелязва раздвижване в научните среди: На 10 – та Юбилейна международна конференция по „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения – DCB’ 2018 (Теория и практика за устойчиво бъдеще), организирана от НТССБ и на Международната конференцията AR CivE’2019 (BCU „Ч.Храбър“) бяха представени по няколко доклада на тази тема. На предстоящата през есента на 2020 г. конференция DCB’ 2020 е планирана отделна секция по този проблем. В областта на дигитализацията лидер сред компаниите, производители на строителни материали, е Кнауф – България, която има разработена и действаща дигитализация на системите за сухо строителство.

#### **4. КАКВО Е СИМ И КАКВО ПРЕДЛАГА**

За СИМ и дигитализацията се заговори в последното десетилетие на миналия век, когато започна постепенен преход от работа върху чертожната дъска към такава посредством така наречените САД системи и BIM. Съществен бум в развитието на методите на СИМ реално се наблюдава в 21 век.

Дефиницията за СИМ бе дадена през 2001 г., [8] „Мрежа от взаимодействащи си политики, процеси и технологии, пораждащи методология за управление на отговорни строителни проекти и основни данни в дигитална форма за целия жизнен цикъл на сградите и съоръжения“. По-късно, в [9] СИМ е вече дефиниран, като „Система за генериране, съхранение, управление, размяна и споделяне, на всякаква полезна информация, която включва и 3D моделиране“. Най-общо казано е серия от софтуерни програми, които могат да бъдат класифицирани по следния начин:

- Управленски софтуер
- Софтуер за моделиране
- Генеративен софтуер за проектиране и анализи
- Конструктивен софтуер
- Софтуер за фасилити управление
- Софтуер за енергийна ефективност

Възможности на СИМ и какво предлага

- За проектирането – чертаене, изчисления, архитектура, визуализация (вкл. 3D)
- Закони, правилници и наредби
- Обслужване, логистика и поддръжка на сградите и съоръженията
- Организация на строителството – график и др.
- Спецификации и класификационни стандарти
- Фасилити управление – поддръжка, гаранции, продажби
- Материали – доставки, ценови данни, информация за продукта
- Управление на строителната документация
- Управление на целия жизнен цикъл на сградите и съоръженията, за екология, за предсказване на продължителността му
- Симулация свързани на дейностите по целия на сградите и съоръженията

Казаното до тук разкрива големите възможности на СИМ като го представя като незаменим помощник за всички професионалисти участващи в различните етапи от жизнения цикъл на сградите и съоръженията.

## **5. ПОЛЗИ ЗА СТРОИТЕЛНИЯ БРАНШ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ЦТ**

Строителството и строителната индустрия, като цяло, са една от най–мощните и ефективни области на националното икономическо развитие. Този бранш, обаче не само у нас, но и в света е един от най–консервативните към иновативните решения. Това е една от причините браншът в България да е най–слабо дигитализиран. След него, у нас, е само земеделието. Свидетели сме на по–бърз темп на развитие и интерес към СИМ технологиите от много учени и преподаватели. Тази технология все по–често се възприема като спасително средство при решаване проблемите на реконструкциите и реновирането на сградите и съоръженията. В този контекст, ще се опитаме да открием какви възможности и ползи ще имат строителните компании, както и всички участници в строителния бизнес и в целия жизнен цикъл на сградите и съоръженията от бързото, компетентно въвеждане и използване на ЦТ:

### **5.1. Непрекъсната, достъпна и своєвременна информация - предпоставка за бърза реакция и вземане на адекватни решения по време на жизнения цикъл на сградите и съоръженията.**

- Развитие на дигитализацията и СИМ в архитектурата, инженерната, строителната индустрия и останалите участници в жизнения цикъл на сградите и съоръженията, подкрепено от прогреса в материалното осигуряване и строителните процеси отговаря на новите изисквания за изграждане и поддръжане на енергоефективни сгради и съоръжения;
- Дигитализацията и СИМ могат да подпомагат значително екологията и устойчивото развитие на отрасъла, управлението на разходите, контрола на качеството, спазването на графика, както и необходимите комуникации и

сътрудничество между участниците в изграждането на сградите и съоръженията, както и със специалистите, работещи в търговията, експлоатацията на жилищата и съоръженията;

- Контрол на количествата на строителните материали в проекта и действително използвана част от тях (от съществено значение за инвеститорите);
- Управление и контрол на доставките на необходимите материали и оборудване в реално време и спазването на графика за планираните доставки на строителната площадка;
- Ще е възможно още на етап архитектурно проектиране да бъдат предвидени и оценени разходите свързани с опазване на околната среда;
- Използване на дрон за контрол на качеството на работите.

## **5.2. Лесен контрол на доставките, рационално тяхно използване с цел намаляване на разходите**

### **5.3. Възможност за управление и контрол на обслужване свързано с експлоатацията на сградите и съоръженията, отново с цел намаляване на разходите. Целесъобразно управление на административните и данъчни разходи**

**5.4. Изследванията показват, че дигитализацията и СИМ значително могат да подпомогнат сертифицирането на сградите по BEREEM [10]). Тези методи дават добър резултат когато се използват при подготовката на документите още в процеса на строителство с очакван икономически ефект, [11]**

**5.5. Използването на методите ще бъде полезно и за контрола и при възстановяването на културно – историческите паметници.**

**5.6. При кризисни ситуации, каквато е в момента ситуацията с пандемията COVID19 работата няма да бъде нарушена с възможността за работа от вкъщи. В такива ситуации се променят условията за информационен обмен между участниците в строителството. Налагат се нови изисквания за здравословни и безопасни условия на труд. В тези нови условия, се налага бърз анализ на наличните ресурси, обединение на знания и усилия на различни специалисти и кадри в бранша, биха могли значително да бъдат подпомогнати от ЦТ.**

Всички участници в процеса на проектиране, производството на строителни материали и оборудване, цялостното строителството и надзор ще се нуждаят от прилагането на ЦТ, за да може да са конкурентно способни на международния пазар, а така също и да печелят обществени поръчки за изпълнение на проекти, финансирани от чужди инвеститори. Друга причина, която налага бързото овладяване и приложение на тези методи е изпълнението на поетите ангажименти и изисквания на ЕС по отношение на новите сгради и съоръжения, както и саниране на старите. Това са изисквания заложи в Директивите за гарантиране близко до нулево потребление на енергия и осигуряване на нужните характеристиките при пасивните/ устойчиви сгради и съоръжения. Не на последно място е и спазването изискванията за опазване на околната среда и управлението на строителните отпадъци. Необходима е нова форма на управление, контрол и икономичност, които се очаква да бъдат гарантирани, чрез използването на СИМ [12].

## **6. ОСНОВНИ ПРЕЧКИ ЗА УСПЕШНО ВЪВЕЖДАНЕ НА ДИГИТАЛИЗАЦИЯТА В СТРОИТЕЛСТВОТО**

Първата, съществена пречка, е липсата на знания и информация в тази област в средите на участниците в осигуряването на жизнения цикъл на сградите и съоръженията и

преди всичко в собствениците и ръководителите на строителните компании, надзорниците и инвеститорите.

Съществена пречка е невъзможността на малките и средни строителни фирми да осигурят финансиране и поддържане в състава си на специалист или специалисти, които да се занимават с дигиталната трансформация и за закупуване на съответните програми. Това са проблеми, които засягат почти 90 % от регистрираните строителни фирми. Тези проблеми сигурно ще съпътстват и част от производителите и доставчиците на строителни материали.

Към посочените пречки следва да добавим и забавянето на въвеждането на дисциплини за висшето и средно образование по проблемите на дигитализацията и използването на СИМ . Днес студентите, бъдещи инженери, се запознават най-добре с програми за изготвяне на курсови и дипломно проекти, но нямат съответната подготовка за използване на дигиталните трансформации и СИМ при координацията на дейностите на строителната площадка, както и при работата с натрупваните данни.

Тук трябва да добавим и факта, че истинското практическо приложение на моделирането в строителството все още не е изследвано в достатъчна степен. Има изследователска недостатъчност по отношение на това как най-добре да се подходи при приложението на методите на дигитална трансформация (и СИМ) в бранша. Тъй като повечето съществуващи програми са за стадия проектиране изследванията са концентрирани върху работата във проектантските офиси [13]. Нуждаем се от изследвания за пренасяне на виртуалната реалност в живата среда и как малките и средни компании могат да присъстват в дигиталните изпълнения. Може би, в недалечно бъдеще, ще имаме повод да отчетем, че работата по провеждането на онлайн научни и други форуми, оперативни заседания и консултации в условията на пандемията е оказало положително или инициращо влияние върху развитието и използването на дигиталните трансформации в строителството и жизнения цикъл на сградите и съоръженията.

## **7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Налице е необходимост от изследвания и научни разработки, за гарантирано и успешно приложение на ЦТ и дигитализация в строителния бранш. В тази посока надеждни резултати може да очакваме и от добре организирано обучение на ръководителите на строителните компании, както и на студенти - бъдещи строителни инженери и икономисти, подготвяни за работа в строителния бранш. В допълните, със СИМ и неговите възможности следват да запознати и специалистите със средно техническо и икономическо образование. За да се осигури и успешното приложение на дигиталните трансформации в малките средни строителни компании следва да бъде специално ангажирана Камарата на строителите. Може да се окаже полезно организирането на специално звено към Камарата, което да работи с членове от малки и средни компании.

За осигуряване на бъдещото устойчиво развитие на компаниите и специалистите, работещи в областта на жизнения цикъл на сградите и съоръженията е наложително да се ориентира подготовката младите инженери за овладяване на дигиталните методи. Като се има предвид, че инженерните и технически специалности са трудни и в последните години има проблем с привличане на студенти и ученици в тези специалности се налага да се намерят и приложат стимули.

Поради очертаващите се след епидемията изменения в условията на работа и управление на всички дейности в реалния живот, дигиталната трансформация в строителната инженерна практика трябва да се развие бързо. Приложението на ИТ в управлението на компаниите и процесите в бранша да стартира и се превърна в рутинен

процес. По такъв начин ще се гарантира успешното развитие на бранша и на икономиката на страната, а така също нашите строителни компании ще бъдат конкурентоспособни на европейския строителен пазар.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://data.europa.eu/eli/dir/2019/770/oj>
- [2] [http://europa.eu/rapid/press-releases -IP-18 -3742](http://europa.eu/rapid/press-releases/IP-18-3742)
- [3] Detallez A., Effect of Building Information Modeling On Construction Projects Risks Management in Kenia, American Based Research Journal,6 (1), 2019, 53–67
- [4] Kassem M., B. Succar and N. Dawood, BIM Information Modeling: analyzing noteworthy publications of eight countries using knowledge content taxonomy. In Succar M., BIM Handbook, Hong Kong Publ., 2019, 329 -346
- [5] Kovachev A. and Topchev H., Appearance of digital tools for architectural modeling, Presentation at the IX Int. scient. Conf. ArCivE, Varna, 2019, June 2 -4
- [6] Rowlinson S., Collins R, Tuili M. and Yunyan J., (2010), Implementation of BIM in Construction: A Comparative Case Study, Presentation at the 2nd Intern. Symposium on Computational Mechanics and 12th Intern. Conf. on Enhancement and Promotion of Computational Methods in Engineering and Science, Macao, Nov.30 – December 2, 2010
- [7] Eadie R., Sankov N., Ivanov Ya. and Perera J., State of E –business in Bulgarian construction industry, Publ. of TG 83 of Commission of UN, Sidney, 2016, 36 p
- [8] Succar B., Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, 18 (3), p. 357
- [9] Eadie R., at al., (2013) J. Automation in Constriction, Vol.36, 2013, p. 145
- [10] Atanasova R., Banishka N., and Tsenkova J., Prilozenie na BIM v protsesite po otsenka na sgradite po BREEM, Presentation at the IX Int. scient. Conf. ArCivE, Varna, June 2 -4, 2019, (in Bulgarian)
- [11] Dermendjiev S., Jordanov V., and Rangepova F., Tehniko – ikonomicheski aspekti na digitalizatsiata na stroitelni kniza,sastaveni po vreme na izpalnenie i posledvasta efektivna eksploatatsia na stroitelniq obekt, chrez izpolzvaneto na BIM produkti, Presentation at the IX Int. scient. Conf. ArCivE, Varna, Jun 2- 4, 2019, (in Bulgarian)
- [12] Kusheva R., Zaharieva R. and Petrova R. (2019) Necessity of electronic system for construction waste management, Presentation at the IX Int. scient. Conf. ArCivE, June 2-4, 2019, Varna (in Bulgarian)
- [13] Eadie R., Proctor J., and Ivanov Ya., Applications for virtual and reality modelling for construction, J. “Engineering sciences”, 2020, Vol.2. (in press)