

Civil engineering Statybos inžinerija

BIM-M DUOMENŲ MODELIO TAIKYMO ANALIZĖ

Viačeslav ZIGMUND , Jurgita ANTUCHEVIČIENĖ , Darius MIGILINSKAS 

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2020 m. birželio 6 d.; priimta 2020 m. spalio 22 d.

Santrauka. Straipsnyje analizuojamas BIM-M (angl. *Building Information Modeling for Masonry*) integravimas į BIM (angl. *Building Information Modeling*) projektą, siekiant užtikrinti racionalų mūro darbo projekto dalies rengimą. BIM-M modelį sudaro mūro elementų duomenų bazė, mūro elementų modelis, mūro elementų duomenų bazės modelis ir mūro elementų bei mūro sienos BIM schema. Tyrime siūlomas BIM-M modelis, kuris skirtas apdailos mūro trisluoksniams fasadams, mūrinių konstrukcijų, vidinių mūrinių pertvarų ir objektų, susijusių su mūru, etapų gyvavimo ciklui vaizduoti, įtraukiant suinteresuotus projekto dalyvius ir užtikrinant keitimąsi informacija projektavimo etape CAD (angl. *Computer Aided Design*) su galimybe perduoti informaciją į kitus gyvavimo ciklus CAM (angl. *Computer Aided Manufacturing*) ir CAE (angl. *Computer Aided Engineering*).

Reikšminiai žodžiai: BIM, BIM-M, duomenų modelis, mūro konstrukcijos.

Įvadas

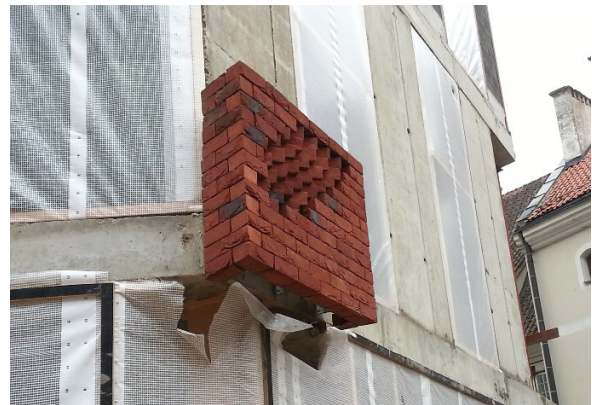
BIM (angl. *Building Information Modeling*) technologija, kuri yra šiuolaikinės skaitmeninės statybos dalis, yra naudojama kaip nuosekliųjų procesų derinys, leidžiantis sėkmingai įvykdyti užduotį ir sujungti atskirus projektus į vieną projektavimo procesą. BIM projektavimo procesas tobulina koordinavimą tarp projekto dalyvių, kartu su ekonominiais palyginimais ir prognozėmis (Popov et al., 2019). Šiandien BIM taikymas moksliniuose ir praktiniuose tyrimuose apima daugumą statybų sektoriaus sričių. Ar

gali BIM būti įgyvendintas apdailos mūro sektoriuje ir suteikti mūro rangovams pridėtinę vertę?

Apdailos plytų gamintojai siūlo platų šiuolaikišką plytų asortimentą, kuris pastato fasadui suteikia prabangią išvaizdą. Trisluoksniai apdailos plytų fasadai yra ilgamžiškesni, lengviau remontuojami ir užtikrina geresnę garso bei šilumos izoliaciją. Tokie fasadai yra nelakančioji konstrukcija, atremta į pamatą (1 pav.) arba pakabinta ant pastato laikančiojo karkaso (2 pav.). Trisluoksniai apdailos plytų fasadai įrengiami visuomeniniuose



1 paveikslas. Apdailos mūras atremtas į pamatą
Figure 1. Cavity wall support on the foundation



2 paveikslas. Apdailos mūro fragmentas pakabintas ant pastato karkaso
Figure 2. Facing wall support on the bracket

*Autorius susirašinėti. El. paštas viaceslav.zigmund@vgtu.lt

projektuose bei gyvenamosios paskirties vienbučių ir daugiabučių projektuose.

BIM projektavimo procesas yra plačiai paplitęs statybų sektoriuje įvairiose šalyse, taip pat ir Lietuvoje, tačiau retai taikomas rengiant apdailos mūro projektą. Šis gana platus apdailos mūro fasadų projektavimo, gamybos ir statybos segmentas dar nėra tapęs BIM bendru projektavimo procesu. Pirma, apdailos mūro statybos, gamybos ir projektavimo procesas praranda naudą BIM aplinkoje dėl didelio duomenų kiekio mūro duomenų modelyje. Antra, dėl mūro formų, tipų ir konstrukcijų labai sunku sukurti apdailos mūro modelį naudojant BIM platformas (Zigmund et al., 2017). Apdailos mūro sektorius, kaip atskiras BIM-M projektas bendrame projekte, atsilieka nuo BIM diegimo Lietuvoje, nors pažangiųjų technologijų taikymas statybos srityje sparčiai tobulėja. Apdailos plytos ir apdailos mūro pakabinimo sistema bei mūro armavimo elementai yra trisluoksni apdailos plytų fasado sudedamosios dalys, įgyvendinant pastato kūrybingą šiuolaikišką architektūrą. Šiuolaikinė apdailos plytų fasadų architektūra yra viena iš patraukliausių savo menišku stiliumi. Apdailos plytos ir mūro komponentai yra atskiri dizaino elementai, išreiškiantys fasado viziją, tačiau dėl gausaus mūro elementų kiekio, apdailos mūro ir jo komponentų projektavimo, gamybos ir statybos technologijų etapai nepakankamai tobulėjo BIM aplinkoje.

Šiame straipsnyje analizuojami veiksmai ir procesai, apimantys BIM-M integravimą į BIM projektą, užtikrinant racionalų mūro darbų projektavimo etapą.

1. Tyrimo objektas ir problematika

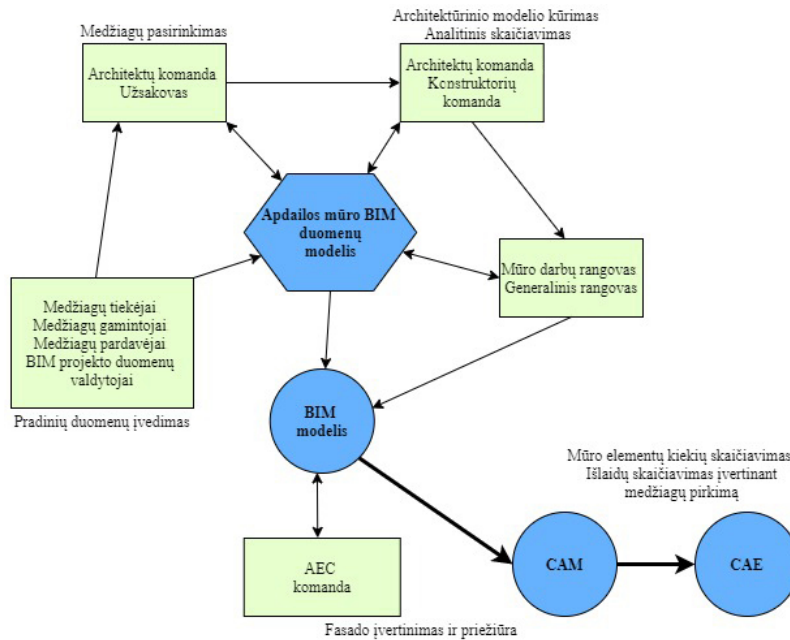
Pagrindinis BIM-M projekto tikslas yra sukurti mūro darbams skirtą BIM duomenų modelį, kuris apibūdintų pastato sistemų ypatybes ir funkcijas bei palengvintų bendradarbiavimą ir informacijos mainus tarp visų statybos projekte dalyvaujančių projekto dalių (Afsari et al., 2014). Viena iš svarbiausių BIM-M taikymo metodikų yra duomenų struktūros sistema, kurioje renkama ir kaupiama informacija, reikalinga skaitmeniniams mūro elementams atvaizduoti. Šių tyrimų metu nagrinėjama tik viena stadija – projektavimas (angl. *Computer Aided Design, CAD*) pritaikius apdailos mūro BIM duomenų modelį. Apdailos mūro plytų ir mūro elementų gamintojai didelį informacijos kiekį apie statybos gaminius įtraukia į mūro duomenų modelį (Gentry et al., 2016). Kuriant mūro elementų duomenų bazę, kurioje numatoma dalintis mūro elementais, visi mūro elementai turi būti apibrėžti kaip statybiniai objektų modeliai (angl. *Building Object Model, BOM*) (Afsari et al., 2014). Apdailos mūro fasadai, atremti į pamatą arba pakabinti ant laikančiųjų konstrukcijų, susideda iš daugybės mūro elementų. BOM mūro elementai iš esmės yra pastato informacinis modelis su 2D ir 3D geometriniais vaizdais. Pagrindinis mūro elementų duomenų bazės (angl. *Masonry Unit Database, MUD*) duomenų reikalavimas yra mūro elementų geometrinis aprašymas, taip pat spalva ir tekstūra. Informa-

cija apie mūro elementus supaprastins statybos procesus, pavyzdžiui, sąmatų sudarymą, prieinamumą ir užsakymų pateikimą (Sharif et al., 2015). Kuriant mūro duomenų modelį ir surenkant visą reikiamą informaciją apie mūro elementus, turimi duomenys turi būti apdorojami ir pateikiami taip, kad sumažintų duomenų sudėtingumą ir sukoncentruotų dėmesį tik į reikiamą informaciją. Pirminis tokio tipo duomenų modelio kūrimo etapas yra informacijos, reikalingos tam tikram projektavimo ar statybos procesui, nustatymas (Gentry et al., 2016). Išnagrinėjus tyrimo objektą paaiškėjo, kad apdailos mūro fasado projektų Lietuvoje problematika yra informacijos apie mūro elementus trūkumas, o ji reikalinga per visą pastato gyvavimo ciklą. Prieiga prie išsamios ir atnaujintos informacijos apie mūrinius elementus yra labai svarbi architektūros, inžinerijos ir konstrukcijų (angl. *architecture, engineering, construction, AEC*) specialistams įgyvendinant bet kurį mūro statybos projektą (Afsari et al., 2014). Antra problema – apdailos mūro fasado projektas yra labai sudėtingas, susidedantis iš labai mažų mūro elementų ir turintis daug projekto dalyvių. Trečia problema – dažniausiai apdailos mūro siena vaizduojama 2D piešiniu ir manoma, kad tai yra siena, sudaryta iš mūro, bet realiai nėra nustatyti tikslūs mūro elementai. Sienų mūro elementai paprastai vaizduojami LOD 100 detalumo lygiu, o sienų storis ir medžiagos nėra apibrėžtos (Madone et al., 2016). Ketvirta problema – tarp apdailos mūro projekto dalyvių yra labai silpnas ryšys. Dažniausiai apdailos mūro elementų projektas yra rengiamas pabaigus projekto architektūrinę ir konstrukcinę dalį, o tam reikia papildomų darbo sąnaudų projektuojant apdailos mūro komponentus, nes perprojektuojamos statinio konstrukcijos.

2. Tyrimo rezultatai ir pasiūlymai

Atlikus tyrimą, siūlomas BIM-M duomenų modelis (3 pav.), kuris yra skirtas visiems projekto dalyviams – nuo medžiagų tiekėjų iki generalinio rangovo – apdailos mūro fasado gyvavimo ciklui vaizduoti projektavimo etape ir informacijos mainams užtikrinti skirtinguose projekto įgyvendinimo etapuose.

Sukurtas mūro elementų duomenų modelis sumažina informacijos sudėtingumą. Architektui reikalinga visa informacija apie mūro elementus, įskaitant estetiškes, geometrines, fizines savybes (Gentry et al., 2016). Projekto konstruktoriams reikalinga prieiga prie informacijos apie mūro elementų laikomąją galią, geometriją, elementų fizines ir mechanines savybes bei gamintojų rekomendacijas. Visi duomenys apie mūro elementus saugomi mūro duomenų bazėje. Kaip ir architektams, mūriniams ir mūro darbų rangovams reikalinga informacija apie visus mūro elementus, atsižvelgiant į projekto įgyvendinimo etapą. Mūriniams gali prireikti vizualinės medžiagos apie mūro komponentus su galimybe pakeisti į kitus. Norint sudaryti sąmatas, reikalinga informacija apie darbo apimtį, sąnaudas ir prieinamumą (Gentry et al., 2016). Apibendrinant,



3 paveikslas. Apdailos mūro BIM duomenų modelis
Figure 3. Building information data model for masonry

vienas iš pagrindinių BIM-M modelio duomenų kūrimo tikslų yra pagerinti rodiklius, kurie yra tokie:

- a) medžiagų kiekiai;
- b) gamybiniai brėžiniai;
- c) armavimas;
- d) darbo dokumentacijos rengimas;
- e) darbo aplinkos, darbo įrankių, pastolių reikalavimai;
- f) statybvietės logistika;
- g) gamybos tobulinimas;
- h) kokybės tobulinimas;
- i) kalendorinio grafiko tobulinimas;
- j) saugos tobulinimas;
- k) pagerintas bendradarbiavimas tarp visų projekto dalyvių.

Duomenų mainai BIM-M modelyje pagerina projektavimą, gamybą, medžiagų tiekimą ir visą statybos grandinę. Mūrininkai, darbo inspektoriai ir medžiagų tiekėjai gali numatyti darbo apimtį ir sąnaudas, susipažinti su projekte naudojamomis statybinėmis medžiagomis ir užtikrinti reguliarių medžiagų tiekimą į statybvietę. Šiuolaikiniai trisluoksniai apdailos mūro fasadai kabinami ant statinio konstrukcijų karkaso. Apdailos mūro fasado pagrindinis laikantysis elementas yra gembinė pakaba. Atlikus apdailos mūro pakabinimo sistemos darbo projektą, prasideda gembinių pakabų gamyba. Projektavimo etape turi dalyvauti mūrininkai, darbo inspektoriai, medžiagų tiekėjai, generalinis rangovas ir architektai. Naudodamas virtualius maketus, statybos rangovas gali sumodeliuoti plytinio fasado fragmentą ir, bendradarbiaudamas su mūrininkais, medžiagų tiekėjais, generaliniais rangovais ir architektais,

surasti ir išspręsti problemas prieš pradėdant statybas. Po klaidų paieškos detalūs projekto mazgai yra tvirtinami. Klaidų paieškoje siūlomas bendradarbiavimas tarp mūrinių, generalinių rangovų ir architektų. Po šio proceso projektuojami detalūs mazgai su detaliais mūro elementais, tokiais kaip armatūra, detalūs apdailos mūro planai, tvirtinimo mazgai, angokraščių mazgai, parapeto mazgai, cokolio mazgai ir t. t. Parengus darbo projektą, siūloma dirbti kartu ir keistis informacija tarp mūrinių, darbų vadovo ir rangovų, taip pat pritraukti įrangos tiekėjų. Įrangos tiekėjas suteiks visą reikalingą įrangą, įskaitant pastolius, prieš pradėdant statybas.

Išvados

1. Atlikus tyrimą nustatyta, kad įgyvendinus visus 4 etapus (mūro elementų duomenų bazė, mūro elementų modelis, mūro elementų duomenų bazės modelis, mūro elementų ir mūro sienos BIM schema), būtų sukurta bendra BIM-M mūro duomenų bazė, kuri palengvintų projektavimo darbus dėl atvirosios informacijos prieigos.
2. Mūro duomenų bazės funkcijos leistų greitai tarp tūkstančių aukštos kokybės mūro elementų objektų surasti tai, ko reikia bet kokios paskirties projektui.
3. Gamintojai turi turėti prieigą prie BIM-M duomenų bazės, tuomet jie nuolat atnaujintų bazę naujais produktais ir sprendimais, kurie leistų projektuotojams efektyviai bendradarbiauti su kitais projekto dalyviais, realizuojant visus pastato informacinio modeliavimo pranašumus vykdant bet kokio masto statybos projektą.

Literatūra

- Afsari, K., & Eastman, C. (2014). Categorization of building product models in BIM Content Library portals. *Blucher Design Proceedings*, 1(8), 370–374. <https://doi.org/10.5151/despro-sigradi2014-0074>
- Gentry, T. R., Sharif, S., Cavieres, A., & Biggs, D. (2016). BIM schema for masonry units and walls. In C. M. F. da Porto, & M. R. Valluzzi (Eds), *Brick and block masonry – trends, innovations and challenges*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b21889-78>
- Madone, M., Norberg, A., Wenger, J., Kinatader, M., Davenport, E., Hester, S., Kendellen, K., Weinbrenner, C., & Smith, J. (2016). *BIM-M building information modeling for masonry. BIM deliverables guide for masonry contractors volume II*. National Concrete Masonry Association on behalf of BIM-M. <https://businessdocbox.com/Construction/69640013-Bim-deliverables-guide-for-masonry-contractors-volume-ii.html>
- Popov, R., Shipilova, N., Sekisov, A., Solovyova, Y., & Gura, D. (2019). Innovative development of construction in Russia: economics, technologies, management. *Amazonia Investiga*, 8(19), 653–663.
- Sharif, S., Gentry, T. R., Eastman, C., & Edler, J. (2015). *Masonry unit database development for BIM-Masonry* [Conference presentation]. 12th North American Masonry Conference Masonry, Denver, Colorado.
- Zigmund, V. ir Migilinskas, D. (2017). BIM metodologijos taikymo fasado mūro konstrukcijoms analizė [Analysis of BIM methodology application for masonry facade constructions]. *Mokslas – Lietuvos ateitis: Statyba, transportas, aviacinės technologijos* [Science – Future of Lithuania: Civil and transport engineering, aviation technologies], 9(5), 531–535. <https://doi.org/10.3846/mla.2017.1085>

ANALYSIS OF THE BIM-M DATA MODEL APPLICATION

V. Zigmund, J. Antuchevičienė, D. Migilinskas

Abstract

The article analyses implementation of BIM-M (Building Information Modeling for Masonry) into the BIM (Building Information Modeling) project to ensure the preparation of the masonry project. The BIM-M model consists of a masonry database, a masonry unit model, a masonry unit database model, and masonry unit model definition and BIM masonry wall definition model. The case study proposes a BIM-M model for cavity wall, masonry structures involving project stakeholders and ensuring the exchange of information at the design stage CAD (Computer Aided Design) with the ability to transfer information to other life cycles CAM (Computer Aided Manufacturing) and CAE (Computer Aided Engineering).

Keywords: BIM, BIM-M, data model, masonry structures.