



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ IR GEOTECHNIKOS KATEDRA

Elina Indriūnė

**DUOMENŲ MAINŲ IR JŲ KOKYBĖS PERDUODANT INFORMACINĮ
MODELĮ Į PASTATO VALDYMO STADIJĄ ANALIZĖ**

**ANALYSIS OF DATA EXCHANGE AND DATA QUALITY IN THE
HANDOVER OF THE INFORMATION MODEL TO THE FACILITY
MANAGEMENT STAGE**

Baigiamasis magistro darbas

Statinio informacinio modeliavimo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX045

Statinio informacinio modeliavimo specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

VILNIUS, 2025

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ IR GEOTECHNIKOS KATEDRA

Elina Indriūnė

**DUOMENŲ MAINŲ IR JŲ KOKYBĖS PERDUODANT INFORMACINĮ
MODELĮ Į PASTATO VALDYMO STADIJĄ ANALIZĖ**

**ANALYSIS OF DATA EXCHANGE AND DATA QUALITY IN THE
HANDOVER OF THE INFORMATION MODEL TO THE FACILITY
MANAGEMENT STAGE**

Baigiamasis magistro darbas

Statinio informacinio modeliavimo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX045

Statinio informacinio modeliavimo specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

Liudas Galdikas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Lietuvių kalbos konsultantas

dr. Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

VILNIUS, 2025

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ IR GEOTECHNIKOS KATEDRA

Studijų kryptis: Statybos inžinerija

Studijų programa: Statinio informacinis modeliavimas, valstybinis kodas 6211EX045

Specializacija: Statinio informacinis modeliavimas

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Juozas Valivonis

2025-05-29

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Nr. SIMfm-23-11374

Vilnius

Studentas (-ė): Elina Indriūnė

Baigiamojo darbo tema: Duomenų mainų ir jų kokybės perduodant informacinį modelį į pastato valdymo stadiją analizė

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas pagal numatytą studijų kalendorinį grafiką.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Bendroji baigiamojo magistro darbo užduotis:

Tyrimo tikslas – išanalizuoti duomenų mainus perduodant projekto informacinį (PIM) modelį į pastato valdymo stadiją, įvertinant taikomus standartus, formatus bei praktinius sprendimus, siekiant nustatyti sėkmingo informacijos perdavimo prielaidas ir trukdžius.

Uždaviniai tikslui pasiekti:

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą apie BIM taikymą pastato eksploatacijos stadijoje ir AIM duomenų kokybės įtaką turto valdymui.
2. Išnagrinėti duomenų mainų formatus ir BIM-FM integracijai skirtus standartus, įskaitant IFC, COBie ir savuosius formatus.
3. Įvertinti dažniausiai pasitaikančias informacijos perdavimo problemas – trūkstamus atributus, nepakankamą duomenų struktūrą.
4. Palyginti ir identifikuoti unikalius ir pasikartojančius skirtingų standartų reikalavimus informacijai, pasirenkant konkretų elementą.
5. Parengti EIR pagal galiojančius reikalavimus ir suformuoti reikalavimus informacijai konkrečiam elementui, pateikiant atributų sąrašą ir duomenų tipus.
6. Atlikti praktinius bandymus, perduodant duomenis naudojant IFC ir COBie formatus, įvertinant jų tinkamumą informacijos perdavimui į pastato valdymo sistemas.
7. Pateikti tyrimo išvadas ir rekomendacijas, kaip pagerinti informacijos perdavimo kokybę pereinant nuo projektavimo ir statybos į pastato valdymo etapą, siekiant efektyvaus turto valdymo ir ilgalaikio tvarumo.

Vadovas Liudas Galdikas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas		ISBN	ISSN
Statybos fakultetas		Egz. sk.	
Gelžbetoninių konstrukcijų ir geotechnikos katedra		Data-.....-.....	

Antrosios pakopos studijų Statinio informacinio modeliavimo programos baigiamasis darbas	
Pavadinimas	Duomenų mainų ir jų kokybės perduodant informacinį modelį į pastato valdymo stadiją analizė
Autorius	Elina Indriūnė
Vadovas	Liudas Galdikas

	Kalba: lietuvių
--	------------------------

Anotacija
Magistro darbe analizuojamas duomenų mainų ir jų kokybės užtikrinimas perduodant projekto informacinį modelį PIM į pastato valdymo stadiją. Tyrimo aktualumą lemia didėjantis BIM taikymas ir būtinybė užtikrinti sklandų turto informacinio modelio AIM formavimą pagal tarptautinius (ISO 19650) ir nacionalinį reglamentą. Darbo tikslas – išanalizuoti duomenų mainų procesą, vertinant taikomus formatus ir standartus, siekiant nustatyti informacijos perdavimo trukdžius ir sėkmės prielaidas. Tyrime taikyta literatūros analizė, ekspertinis interviu su rinkos dalyviais, praktinė EIR dokumento sudarymo analizė. Nustatyta, kad pagrindiniai iššūkiai – nepakankamas duomenų struktūravimas, neaiškus informacijos poreikiai BIM metodologija paremtam turto valdymui ir kompetencijų trūkumas. Pateiktos rekomendacijos, kaip pagerinti informacijos kokybę pereinant iš PIM į AIM. Darbą sudaro 7 dalys: įvadas, literatūros analizė, tyrimas, eksperimentas, tiriamojo darbo rezultatai, bendrosios darbo išvados ir literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 60 psl. teksto be priedų, 13 pav., 10 lent., 32 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pridedami priedai.

Prasminiai žodžiai: AIM, BIM, COBie, duomenų mainai, eksploatacija, IFC, informacijos kokybė, klasifikatorius, PIM, turto valdymas.
--

Vilnius Gediminas Technical University		ISBN	ISSN
Faculty of Civil Engineering		Copies No.	
Department of Reinforced Concrete Structures and Geotechnics		Date-.....-.....	

Master Degree Studies Building Information Modelling study programme Master Graduation Thesis	
Title	Analysis of Data Exchange and Data Quality in the Handover of the Information Model to the Facility Management Stage
Author	Elina Indriūnė
Academic supervisor	Liudas Galdikas

	Thesis language: Lithuanian
--	------------------------------------

Annotation The master's thesis analyzes data exchange and quality assurance in the handover of the Project Information Model (PIM) to the facility management stage. The relevance of the research is driven by the growing application of BIM and the need to ensure a seamless formation of the Asset Information Model (AIM) in line with international (ISO 19650) and national regulations. The aim of the thesis is to analyze the data exchange process by evaluating applied formats and practical solutions in order to identify information transfer challenges and success factors. The study applies literature analysis, expert interviews with industry professionals, a practical analysis of an Employer's Information Requirements (EIR) document, and experiments transferring data using IFC and COBie formats. The main challenges identified include insufficient data structuring, unclear information needs for BIM-based facility management, and lack of competencies. The thesis provides recommendations for improving information quality during the transition from PIM to AIM. The thesis consists of seven parts: introduction, literature review, research methodology, experiment, research findings, general conclusions, and references. The total length is 60 pages excluding appendices, with 13 figures, 10 tables, and 32 bibliographic sources. Appendices are provided separately.
--

Keywords: AIM, BIM, COBie, data exchange, operation, IFC, information quality, classifier, PIM, asset management.

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Elina Indriūnė, 94011036

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos fakultetas

(Fakultetas)

Statinio informacinis modeliavimas, SIMfm-23

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2025 m. gegužės 29 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Duomenų mainų ir jų kokybės perduodant informacinį modelį į pastato valdymo stadiją analizė“ yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas Liudas Galdikas.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).

Elina Indriūnė

(Parašas)

(Vardas ir pavardė)

TURINYS

ĮVADAS	1
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	4
1.1. Turto informacinis modelis (AIM)	4
1.2. BIM taikymo atvejai Lietuvoje.....	7
1.3. BIM taikymo standartai	11
1.3.1. ISO 19650 serija.....	12
1.3.2. COBIM gairės eksploatacijos etapui.....	13
1.4. Duomenų mainų formatai	14
1.4.1. IFC formatas.....	14
1.4.2. COBie formatas	15
1.4.3. Savieji formatai.....	18
1.4.4. Tiesioginė ir dvipusė integracija	19
1.5. Klasifikatoriai	20
1.5.1. Nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius.....	21
1.5.2. Atributai.....	23
1.6. Turto valdymo platformos naudojančios AIM modelį (DaluxFM/ Granlund manager/ Autodesk Tandem/ Catenda Duo/...)	24
1.7. Pirmojo skyriaus apibendrinimas	25
2. TYRIMAS	28
2.1. Informacijos perdavimo iš statybos etapo į eksploatacijos etapą analizė.....	28
2.2. BIM modelių taikymas turto valdyme: rinkos dalyvių įžvalgos	37
2.3. Užsakovo informacijos reikalavimų (EIR) parengimas bandomajam projektui	39
3. EKSPERIMENTAS	48
3.1. Modelio parengimas	48
3.2. Duomenų perdavimas taikant IFC	50
3.3. Duomenų perdavimas taikant COBie	52
3.4. Išvados apie duomenų integralumą taikytais atvejais.....	54
4. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI.....	55
4.1. Rekomendacijos organizacijoms	55
BENDROSIOS IŠVADOS.....	57
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	59
PRIEDAI	63

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. BIM taikymo atvejų rinkinys bei jų susiejimas su statinio gyvavimo ciklo etapais ir etapų stadijomis	8
2 lentelė. Statinio informacinio modeliavimo taikymo atvejų rinkinys ir jų susiejimas su statinio gyvavimo ciklo etapais ir etapų stadijomis	9
3 lentelė. Duomenų modeliavimas (taikymo atvejis)	10
4 lentelė IFC taikymas SGC etapuose	15
5 lentelė. COBie sudarančių lentelių struktūra	16
6 lentelė BIM taikymo atvejo “duomenų modeliavimas” įvestys ir jų formatai (sudaryta autorės)	30
7 lentelė. Atributų palyginamoji analizė (sudaryta autorės)	32
8 lentelė. Užsakovo reikalavimai informacijai elementui durys (sudaryta autorės)	35
9 lentelė. Užsakovo informacijos reikalavimų forma EIR-1 (sudaryta autorės)	40
10 lentelė. Statinio informacinio modeliavimo geometrijos detalumo lygio (LOG) reikalavimai (sudaryta autorės)	46

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Informacijos perdavimo schema	2
2 pav. BIM modelio savybės nustatytos atlikus straipsnių analizę (Radzi et al., 2024).....	6
3 pav. Informacijos reikalavimų hierarchija (ISO 19650-3, 2020m)	12
4 pav. COBie pildymo struktūra (NBIMS-US 2024m).....	17
5 pav. NSIK ontologijų schema (Nacionalinio Statybos Informacijos Klasifikatoriaus Skaitmeninis Katalogas, 2025)	22
6 pav. Iššūkiai ir jų sąsajos turto informacijos perdavimo procese (Tsay et al., 2022).....	26
7 pav. AIM modeliavimo funkcinė procesų eigos schema (sudaryta autorės).....	29
8 pav. <i>Shared</i> parametru kūrimas <i>Autodesk Revit</i> aplinkoje (sudaryta autorės)	48
9 pav. Priskirti parametrai Bim elementui Autodesk Revit aplinkoje (sudaryta autorės)	49
10 pav. IFC modelis <i>BIM Vision 2.24</i> programoje (sudaryta autorės)	50
11 pav. IFC modelis <i>Trimble Connect</i> platformoje (sudaryta autorės)	51
12 pav. COBie parametru susiejimas <i>Revit</i> programoje (sudaryta autorės)	52
13 pav. COBie struktūros laukai <i>Autodesk Revit</i> aplinkoje (sudaryta autorės).....	53

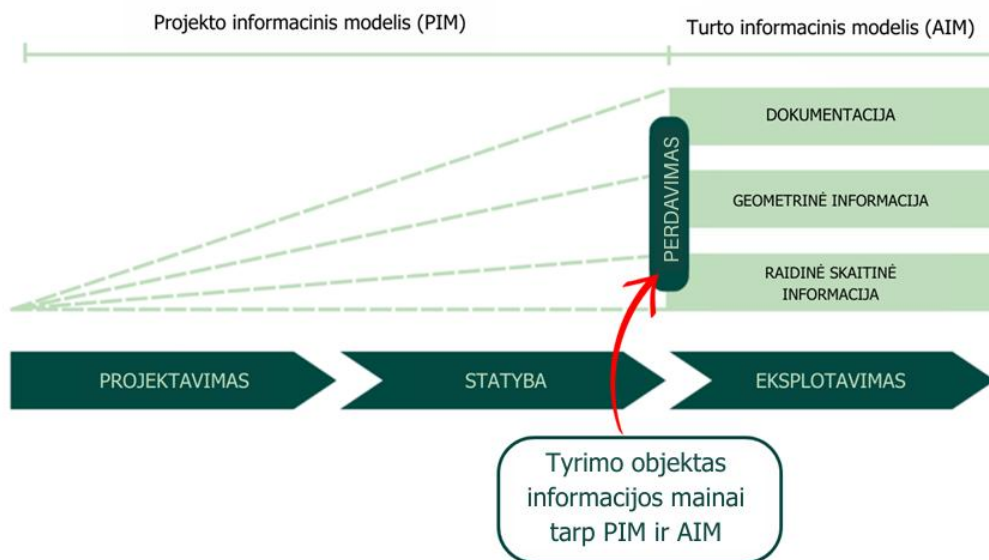
IVADAS

Temos aktualumas. Skaitmeninės statybos procesų raida, statinio informacinio modeliavimo (angl. *Building Information Modeling*, toliau – BIM) metodikos taikymo reglamentų stiprinimas ir privalomas BIM taikymas nustatytais atvejais lemia vis didesnę dėmesį turto informaciniam modeliui (angl. *Asset Information Model*, toliau - AIM). Spartėjanti skaitmenizacija keičia statinių gyvavimo ciklo etapų valdymo metodus, todėl BIM integravimas į naudojimo stadiją tampa strategiškai svarbus.

Nagrinėjama problematika. AIM ir BIM sąsaja yra informacijos valdyme. AIM reikalauja struktūrinės informacijos, o BIM metodologija gali ją pateikti. Bendradarbiavimas naudojant informacijos valdymo standartus (ISO 19650 ir kt.) leidžia atverti informacijos rezervuarus, integruoti procesus ir suderinti skaitmeninės informacijos teikimą bei naudojimą su AIM reikmėmis, siekiant konkrečių tikslų. Praktikoje, perduodant informaciją iš statybos etapo projekto informacinio modelio (angl. *Project Information Model*, toliau - PIM) kuriame yra daug ir tikslios informacijos apie turtą, į eksploataavimo etapą dažnai yra prarandama didelė dalis duomenų arba informacija perduodama ne skaitmeniniu formatu. Nėra aišku, kokia informacija reikalinga ir kas atsako už informacijos pildymą skirtinguose projekto etapuose. Iš dalies tai nutinka ir dėl to, kad reikalavimai rezultatų formatui, kurie reikalingi AIM, nėra iš anksto susitarti užsakovo informacijos reikalavimuose (angl. *Employer's Information Requirements*, toliau - EIR). Svarbus veiksnys yra ir žmogiškieji ištekliai – trūksta specialistų, turinčių pakankamai žinių ir kompetencijų valdyti bei naudoti informacinius modelius naudojimo stadijoje. Būtent kompetencijų trūkumas stabdo BIM taikymo plėtrą turto valdymo srityje ir trukdo realizuoti visą metodikos potencialą

AIM modelis naudojamas ilgiausioje pastato gyvavimo ciklo stadijoje – eksploatacijoje. Šioje stadijoje priimami sprendimai daro didžiausią poveikį energijos vartojimui, CO₂ emisijai ir pastato tvarumui. Priežiūrai ir valdymui tenka didžiausia statinio gyvavimo biudžeto dalis. Siekiant efektyvesnio skaitmeninio turto valdymo svarbu spręsti praktinio įgyvendinimo problemas, analizuojant duomenų mainų kokybę, standartų ir formatų taikymą.

Tyrimo objektas – informacijos modelio duomenų mainų procesas ir jų kokybė, perduodant sukurtą informacinį modelį iš projektavimo ir statybos etapų į pastato valdymo (eksploatacijos) etapą (1 pav.)



1 pav. Informacijos perdavimo schema

Tyrimo tikslas – išanalizuoti duomenų mainus perduodant projekto informacinį (PIM) modelį į pastato valdymo stadiją, įvertinant taikomus standartus, formatus bei praktinius sprendimus, siekiant nustatyti sėkmingo informacijos perdavimo prielaidas ir trukdžius.

Uždaviniai tikslui pasiekti:

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą apie BIM taikymą pastato eksploatacijos stadijoje ir AIM duomenų kokybės įtaką turto valdymui.
2. Išnagrinėti duomenų mainų formatus ir BIM-FM integracijai skirtus standartus, įskaitant IFC, COBie ir savuosius formatus.
3. Įvertinti dažniausiai pasitaikančias informacijos perdavimo problemas – trūkstamus atributus, nepakankamą duomenų struktūrą.
4. Palyginti ir identifikuoti unikalius ir pasikartojančius skirtingų standartų reikalavimus informacijai, pasirenkant konkretų elementą.
5. Parengti EIR pagal galiojančius reikalavimus ir suformuoti reikalavimus informacijai konkrečiam elementui, pateikiant atributų sąrašą ir duomenų tipus.
6. Atlikti praktinius bandymus, perduodant duomenis naudojant IFC ir COBie formatus, įvertinant jų tinkamumą informacijos perdavimui į pastato valdymo sistemas.

7. Pateikti tyrimo išvadas ir rekomendacijas, kaip pagerinti informacijos perdavimo kokybę pereinant nuo projektavimo ir statybos į pastato valdymo etapą, siekiant efektyvaus turto valdymo ir ilgalaikio tvarumo.

Tyrimo metodai.

1. Literatūros analizė. Nagrinėta mokslinė literatūra, teisės aktai ir BIM standartai, susiję su informacijos perdavimu eksploatacijos etapui.
2. Duomenų mainų formatų ir standartų analizė. Tiriami ir lyginami pagrindiniai duomenų mainų formatai (IFC, COBie, savieji formatai) bei BIM-FM integracijai skirti standartai, nustatant jų taikymo ypatumus ir reikalavimus.
3. EIR rengimas. Remiantis analize, parengiamas EIR pagal galiojančius reikalavimus ir sudaromas informacijos reikalavimų sąrašas pasirinktam elementui, įskaitant atributų aprašymą ir duomenų tipus.
4. Ekspertinis interviu. Atliekami interviu su statybų ir turto valdymo specialistais, siekiant įvertinti praktinius iššūkius ir surinkti rekomendacijas dėl informacijos perdavimo kokybės gerinimo.
5. Duomenų apibendrinimas. Surinkti duomenys sisteminami, lyginami ir apibendrinami, pateikiant tyrimo išvadas bei rekomendacijas, kaip pagerinti informacijos perdavimo kokybę pereinant nuo projektavimo ir statybos į pastato valdymo etapą, siekiant efektyvaus turto valdymo ir ilgalaikio tvarumo.

Darbo naujumas ir praktinė nauda. Darbo naujumą lemia dėmesys duomenų perdavimui iš PIM į AIM, pasitelkiant tiek teorinę analizę, tiek praktinių tyrimų rezultatus. BIM taikymas dažniausiai nagrinėjamos projektavimo ir statybos kontekste. Šiame darbe dėmesys sutelktas į mažiau išplėtotą duomenų formavimo ir perdavimo analizę. Gauti rezultatai gali būti naudingi praktikoje dirbantiems specialistams - siekiantiems aiškesnio supratimo apie informacijos struktūrą ir galimus duomenų perdavimo sprendimus. Taip pat rezultatai gali būti naudingi nekilnojamojo turto vystytojams ir valdytojams formuojant reikalavimus turto informaciniam modeliui.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Turto informacinis modelis (AIM)

Šiuolaikiniai BIM standartai aiškiai apibrėžia, kad BIM informacija turi būti valdoma ir naudojama per visą turto gyvavimo ciklą, įskaitant eksploataciją, remontą ir išmontavimą.

Turto informacinis modelis yra skaitmeninis informacijos rinkinys, skirtas turto eksploatacijos ir priežiūros etapui. AIM formuojamas projektavimo ir statybos proceso metu ir naudojamas kaip pagrindinis informacijos šaltinis turto valdymui. Jame kaupiami tiek grafiniai elementai (pvz., 3D modeliai, brėžiniai), tiek negrafiniai duomenys – eksploatacijos instrukcijos, priežiūros grafikai, techniniai parametrai, atnaujinimų žurnalai ir kita svarbi informacija, užtikrinanti efektyvų turto valdymą.

Remiantis ISO (angl. *International Organization for Standardization*) 19650-1:2018 standartu, AIM yra bendras centralizuotas informacijos šaltinis, palaikomas bendrojoje duomenų aplinkoje (angl. *Common Data Environment*, toliau - CDE), kuri leidžia valdyti dokumentų versijas, koordinuoti informacijos mainus tarp šalių bei užtikrina duomenų patikimumą ir prieinamumą (ISO 19650-1:2018), 2019).

AIM sudaro struktūruoti ir nestrukūruoti informacijos konteineriai. Struktūruoti duomenys organizuoti pagal iš anksto nustatytas schemas – tai parametrai, susieti su klasifikatoriais, identifikatoriais, lokacija ar kita sisteminga informacija. Nestrukūruoti konteineriai – tai įvairūs dokumentai, nuotraukos, tekstiniai failai, brėžiniai ar kita laisvos formos informacija, kuri, nors ir nėra lengvai sisteminama, suteikia vertingą kontekstą apie turtą ir jo būklę.

AIM informaciją sudaro statiniai ir dinaminiai duomenys – abu duomenų tipai yra būtini visapusiškam turto valdymui. Statiniai duomenys – tai nekintantys arba retai atnaujinami elementai, tokie kaip techniniai brėžiniai, projektiniai sprendiniai, įrangos specifikacijos ar gamintojo dokumentacija, dažniausiai perduodami į AIM iš PIM. Dinaminiai duomenys atspindi kintančią turto būklę ir apima priežiūros įrašus, atnaujinimų žurnalus, eksploatacinius rodiklius ar būklės stebėsenos duomenis, yra pildomi naudojant AIM. Nuolatinė šių duomenų sąveika leidžia priimti pagrįstus sprendimus dėl priežiūros planavimo, resursų paskirstymo ir ilgalaikio investavimo strategijų formavimo.

Pagal ISO 19650-1:2018, AIM formuojamas remiantis organizacijos strateginiais informacijos poreikiais (OIR – *Organizational Information Requirements*) bei turto informacijos reikalavimais (AIR – *Asset Information Requirements*), kurie apibrėžia, kokia informacija turi būti pateikta, koku detalumo lygiu, koku formatu ir kuriuo projekto etapu.

Tinkamas šių reikalavimų valdymas leidžia išvengti perteklinių duomenų kaupimo bei užtikrina informacijos aktualumą ir naudojimo galimybes.

LR Vyriausybės nutarimas Nr. 1061 (2021 m. gruodžio 8 d.) „Dėl statinio informacinio modeliavimo metodų taikymo atvejų nustatymo“ numato privalomą BIM taikymą viešuosiuose projektuose. Pagal LR aplinkos ministro įsakymą Nr. D1-57 (2022m.) „Dėl Užsakovo informacijos reikalavimų patvirtinimo“ taikytinas informacijos modeliavimas apima ir turto informacijos modelio (AIM) rengimą. Įsakymas nustato tris pagrindines AIM komponentų grupes:

- Paslaugų reikalavimai – apibrėžia tikslus ir taikymo atvejus;
- Valdymo reikalavimai – reglamentuoja AIM ir projekto informacijos modelio (PIM) suderinamumą;
- Technologiniai reikalavimai – apima formatų, perdavimo ir integracijos sąlygas.

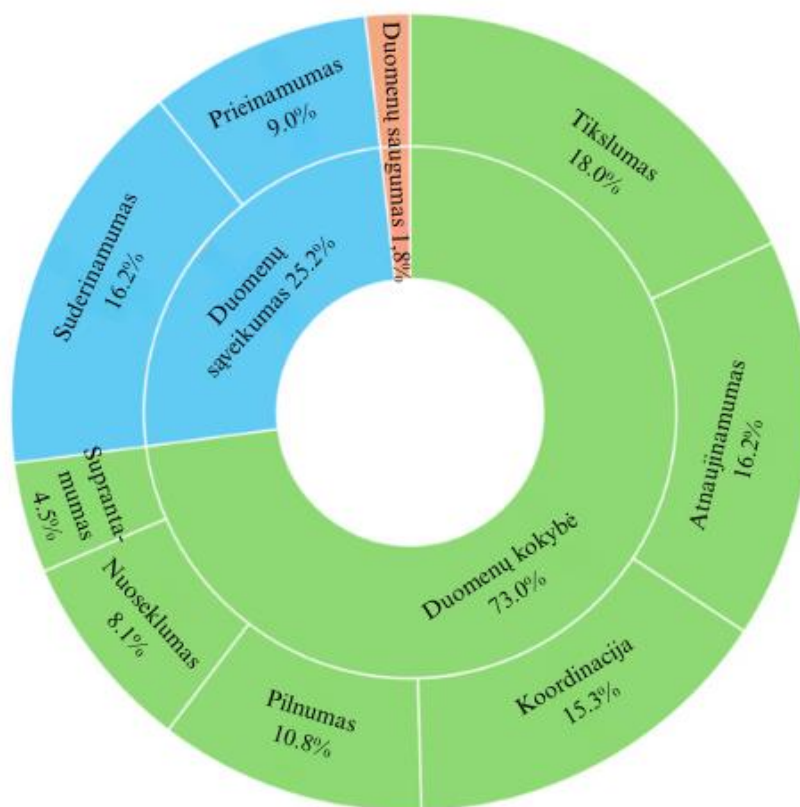
Užsakovo informacijos reikalavimai turi būti formuojami atsižvelgiant į užsakovo organizacijos turtą, kurį reikia prižiūrėti ir valdyti per visą turto gyvavimo ciklą. Pagal Nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus ontologijas tai turėtų apimti bet kurį turto elementą, komponentą ar sistemą, kurių priežiūrai ir valdymui reikalinga informacija gaunama iš projekto informacijos modelio. (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2024b) AIM paprastai susiformuoja kaip PIM evoliucija – iš projekto informacijos modelio (sukurto projektavimo ir statybos metu) jis perauga į turto informacijos modelį, pritaikytą eksploatacijos poreikiams. Perėjimas reikalauja sklandaus ir struktūruoto informacijos perdavimo – tai ypač pabrėžiama įvairiuose tyrimuose (Dixit et al., 2019; Tsay et al., 2022).

Heatonas, Parlikadas ir Schoolingas (2019) rekomenduoja AIM struktūrą formuoti ne pagal projektavimo logiką, o remiantis komponentų funkcinę reikšmę eksploatacijoje – tai leidžia išvengti perteklinio duomenų sudėtingumo ir padidina modelio praktinę vertę (Heaton et al., 2019).

Afiqah R. Radzi ir kiti (2024) atliko penkiasdešimties straipsnių, kuriuose aptariamas BIM diegimas statybos projektuose, analizę. Tyrimas sugrupavo savybes, kurios dažniausiai minimos kaip svarbios „taip pastatyta“ BIM modeliams, kad jie būtų tinkami naudoti efektyviam pastato valdymui. Išryškėjo pagrindines savybių grupes (2 pav):

- duomenų kokybė – tikslumas, atsinaujinimas, koordinacija, pilnumas, nuoseklumas ir suprantamumas;
- duomenų sąveikumas – suderinamumas ir prieinamumas
- duomenų saugumas.

Šių savybių užtikrinimas leidžia įvertinti, ar BIM modelis yra paruoštas perdavimu į naudojimo stadiją, ar jis bus naudingas skaitmeniniam dvyniui ir ilgalaikiam pastato valdymui. (Radzi et al., 2024)



2 pav. BIM modelio savybės nustatytos atlikus straipsnių analizę (Radzi et al., 2024)

Šiandien AIM neatsiejamai susijęs su skaitmeninių dvynių ir daiktų interneto (angl. *Internet of Things*, toliau - IoT) technologijų plėtra. Į turto informacijos modelį integravus jutiklių ar valdymo sistemų duomenis (pvz., energijos vartojimo, temperatūros ar įrangos darbo režimų), AIM tampa dinaminis – tai jau yra artima skaitmeninio dvynio koncepcijai. Skaitmeninis dvynys apibrėžiamas kaip realiuoju laiku atnaujinamas virtualus objekto atvaizdas, leidžiantis analizuoti duomenis, prognozuoti būsenas ir optimizuoti priežiūrą. Remiantis ISO/IEC 30173:2023, AIM yra būtinas skaitmeninio dvynio pagrindas, kuris, papildytas IoT duomenimis, tampa pažangiu turto valdymo įrankiu. Pasak *BuildingSMART* (2024) atstovų, skaitmeninis dvynys yra „dinamiškas virtualus fizinio objekto atitikmuo, kuris remiasi tiksliu informaciniu modeliu ir nuolat atsinaujinančiais realaus laiko duomenimis, leidžiančiais suprasti, modeliuoti ir prognozuoti objekto elgseną per visą jo gyvavimo ciklą“.

Svarbu pažymėti, kad AIM, veikiantis su IoT, ne tik kaupia statinius duomenis, bet ir tampa aktyviu turto valdymo įrankiu, galinčiu reaguoti į pokyčius aplinkoje ir vartotojų elgseną. (Heaton & Parlikad, 2020)

AIM tipologijos: informaciniai modeliai gali būti taikomi įvairių tipų turtui – nuo pavienių pastatų iki visų miestų infrastruktūros sistemų. Dažniausiai skiriami pastatų (*Building AIM*), inžinerinių tinklų, kelių, tiltų ir miestų (*Urban AIM*) modeliai. Kiekvienas tipas reikalauja specifinio duomenų struktūravimo ir valdymo.

AIM skaitmeninėje statybos pramonėje tapo elementu, sujungiančiu fizinį turtą su jo skaitmeniniu atspindžiu. Tolesni tyrimai turėtų sutelkti dėmesį į AIM integraciją su dirbtiniu intelektu ir miestų skaitmeniniais dvyniais (Elshabshiri et al., 2025).

Taigi, AIM ne tik saugo esminę informaciją apie turtą, bet ir atlieka pagrindinį vaidmenį pastato gyvavimo cikle, leidžia priimti informuotus sprendimus, užtikrina duomenų tęstinumą nuo projekto iki realaus pastato, bei sudaro pagrindą argumentuotam, duomenimis grįstam pastatų valdymui. AIM modelio ilgaamžiškumas ir nuoseklus atnaujinimas leidžia ne tik optimizuoti pastato priežiūrą, bet ir remtis realiais duomenimis siekiant didesnio energinio efektyvumo, ilgalaikio tvarumo bei CO₂ emisijų mažinimo – tai svarbu tiek organizaciniu, tiek visuomeniniu lygiu.

1.2. BIM taikymo atvejai Lietuvoje

BIM metodologija statybos procese apima įvairius taikymo atvejus, kurie turi būti aiškiai apibrėžti užsakovo informacijos reikalavimuose (EIR). BIM taikymo atvejai yra standartizuoti scenarijai, apibrėžiantys konkretų statinio informacinio modeliavimo technologijos pritaikymo būdą siekiant pasiekti apibrėžtus projektų valdymo rezultatus (National Institute of Building Sciences, 2024) Taikymo atvejai padeda nustatyti, kokia informacija turi būti pateikta, koku tikslu ir kokia forma. Užsakovo ir projekto vykdymo komandos viena iš svarbiausių užduočių yra parinkti kokioms projekto dalims ir etapams bus taikomos BIM technologijos, t. y. nustatyti BIM taikymo atvejus projekte (Statyba 4.0; BIM-LT projektas) BIM LT projekte buvo paruoštas Lietuvos rinkai siūlomų BIM taikymo atvejų rinkinys (žr.1lentelę). Dokumente skiriami du BIM taikymo atvejų tipai: būtinieji ir rekomenduojami. Būtinieji statinių BIM taikymo atvejai:

- esamų sąlygų modeliavimas;
- kiekių skaičiavimai;
- funkcinis, tūrinis, planinis vertinimas;
- projektavimas / modeliavimas;
- 3D koordinavimas / susikirtimų patikra;
- statybvietės planavimas;

- statybos procesų modeliavimas ir valdymas;
- išpildomasis modeliavimas.

1 lentelė. BIM taikymo atvejų rinkinys bei jų susiejimas su statinio gyvavimo ciklo etapais ir etapų stadijomis

Eil. Nr.	BIM taikymo atvejai	Statusas	Planavimas		Projektavimas			Statyba/gamyba		Naudojimas
			S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Esamų sąlygų modeliavimas	Būtinasis								
2	Kiekių skaičiavimai	Būtinasis								
3	Projekto etapų planavimas	Rekomenduojamas								
4	Sklypo analizė	Rekomenduojamas								
5	Funkcinis, tūrinis, planinis vertinimas	Būtinasis								
6	Statinio informacinio modeliavimo projekto vizualizavimas ir peržiūros	Rekomenduojamas								
7	Projektavimas / modeliavimas	Būtinasis								
8	Inžineriniai skaičiavimai ir analizė	Rekomenduojamas								
9	Energinė analizė	Rekomenduojamas								
10	Tvarumo vertinimas	Rekomenduojamas								
11	Konstrukcijų analizė ir projektavimas	Rekomenduojamas								
12	Apšvietimo analizė	Rekomenduojamas								
13	Inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų analizė	Rekomenduojamas								
14	Kiti analizės atvejai	Rekomenduojamas								
15	Atitikties vertinimas / statinio informacinio modeliavimo projekto ekspertizė	Rekomenduojamas								
16	3D koordinavimas / susikirtimų patikra	Būtinasis								
17	Statybvietės planavimas	Būtinasis								
18	Sveikatos ir saugos priemonių planavimas	Rekomenduojamas								
19	Konstrukcinė-technologinė analizė	Rekomenduojamas								
20	Statybos technologijos (technologinės schemos) ir montavimo eigos simuliacijos	Rekomenduojamas								
21	Statybos logistikos planavimas	Rekomenduojamas								
22	Statybos procesų modeliavimas ir valdymas	Būtinasis								
23	Skaitmeninė gamyba	Rekomenduojamas								
24	Statybos darbų techninė priežiūra	Rekomenduojamas								
25	Išpildomasis modeliavimas	Būtinasis								
26	Duomenų modeliavimas	Rekomenduojamas								
27	Statinio priežiūros planavimas	Rekomenduojamas								
28	Statinio inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų analizė	Rekomenduojamas								
29	Energijos sąnaudų analizė	Rekomenduojamas								
30	Turto valdymas	Rekomenduojamas								
31	Erdvės valdymas ir stebėsena	Rekomenduojamas								
32	Tvarumo stebėsena ir analizė	Rekomenduojamas								
33	Avarijų prevencija	Rekomenduojamas								

Šaltinis: (Statyba 4.0; BIM-LT projektas)

LR aplinkos ministro įsakyme Nr. D1-57 (2022 m.) šie taikymo atvejai yra patvirtinti, tik pasikeitęs privalomųjų taikymo atvejų rinkinys – lieka penki privalomieji BIM taikymo atvejai, tuo tarpu statybvietės planavimas, statybos procesų modeliavimas ir valdymas bei

išpildomasis modeliavimas jau yra priskiriami prie rekomenduojamų atvejų sąrašo (žr.2 lentelę).

2 lentelė. Statinio informacinio modeliavimo taikymo atvejų rinkinys ir jų susiejimas su statinio gyvavimo ciklo etapais ir etapų stadijomis

Eil. Nr.	BIM taikymo atvejai	Statusas	Planavimas		Projektavimas		Statyba ir (ar) gamyba		Naudojimas
			S0	S1	S2	S3	S4	S5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Esamų sąlygų modeliavimas	Privalomas	x	x	x	x	x	x	
2	Kiekių skaičiavimai	Privalomas			x	x	x	x	
3	Projekto etapų planavimas	Rekomenduojamas	x	x	x	x	x	x	x
4	Sklypo analizė	Rekomenduojamas	x	x	x	x			
5	Funkcinis, tūrinis, planinis vertinimas	Privalomas		x	x	x			
6	Statinio informacinio modeliavimo projekto vizualizavimas ir peržiūra	Rekomenduojamas		x	x	x			
7	Projektavimas ir (ar) modeliavimas	Privalomas		x	x	x			
8	Inžineriniai skaičiavimai ir analizė	Rekomenduojamas		x	x	x			
9	Energinė analizė	Rekomenduojamas		x	x	x	x	x	x
10	Tvarumo vertinimas	Rekomenduojamas		x	x	x	x	x	x
11	Konstruktijų analizė ir projektavimas	Rekomenduojamas				x	x	x	
12	Apšvietimo analizė	Rekomenduojamas				x			
13	Inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų analizė	Rekomenduojamas				x			
14	Kiti analizės atvejai	Rekomenduojamas				x			
15	Atitikties vertinimas ir (ar) statinio informacinio modeliavimo projekto ekspertizė	Rekomenduojamas				x	x		
16	3D koordinavimas ir (ar) susikirtimų patikra	Privalomas				x	x		
17	Statyb vietės planavimas	Rekomenduojamas				x	x		
18	Sveikatos ir saugos priemonių planavimas	Rekomenduojamas				x	x		
19	Konstruktinė-technologinė analizė	Rekomenduojamas				x	x		
20	Statybos technologijos (technologinės schemos) ir montavimo eigos simuliacijos	Rekomenduojamas					x		
21	Statybos logistikos planavimas	Rekomenduojamas					x		
22	Statybos procesų modeliavimas ir valdymas	Rekomenduojamas					x		
23	Skaitmeninė gamyba	Rekomenduojamas					x		
24	Statybos darbų techninė priežiūra	Rekomenduojamas					x		
25	Išpildomasis modeliavimas	Rekomenduojamas					x	x	
26	Duomenų modeliavimas	Rekomenduojamas						x	x
27	Statinio priežiūros planavimas	Rekomenduojamas							x
28	Statinio inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų analizė	Rekomenduojamas							x
29	Energijos sąnaudų analizė	Rekomenduojamas							x
30	Turto valdymas	Rekomenduojamas							x
31	Erdvės valdymas ir stebėseną	Rekomenduojamas							x
32	Tvarumo stebėseną ir analizė	Rekomenduojamas							x
33	Avarių prevencija	Rekomenduojamas							x

Šaltinis: Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2022).

Pagal Lietuvos Respublikos reglamentą naudojimo etape nėra privalomųjų BIM taikymo atvejų. Tai reiškia, kad AIM modelio kūrimas ir naudojimas priklauso nuo užsakovo poreikių ir projekto specifikos, tačiau nėra teisiškai įpareigotas ar būtinas visiems viešiesiems ar privačios statybos projektams. Norint suformuoti aktualų ir efektyvų AIM modelį viena svarbesnių įvesčių yra statinio išpildomasis modelis, kuris nėra privalomas, tačiau rekomenduojamas.

Kaip pabrėžia Afiqah R. Radzi ir kiti (2024) neteisingi ir netikslus „taip pastatyta“ modeliai, sukelia neatitikimus tarp fizinio objekto ir jo skaitmeninio dvynio, todėl atliekamos klaidingos analizės ir priimami klaidingi sprendimai dėl priežiūros, renovacijos ar eksploatavimo (Radzi et al., 2024). BIM modeliai, perduodami statybos pabaigoje, dažnai būna nepilni arba netikslus – juose trūksta esminės informacijos arba yra neatitikimų tarp projektavimo ir realios situacijos duomenų, todėl jie tampa netinkami efektyviam turto valdymui.“ (Marmo et al., 2020; Matarneh et al., 2022a; Munir et al., 2020)

Duomenų modeliavimas procesas, kurio metu statinio informaciniame modelyje pateikiamas tikslus objekto ir jo turto fizinių sąlygų bei aplinkos atvaizdavimas ir aprašymas. Šiuo taikymo atveju yra sukuriamas AIM modelis.

3 lentelė. Duomenų modeliavimas (taikymo atvejais)

Duomenų modeliavimas			
Statinio gyvavimo ciklo stadija: S5; S6			
1.1	Pavadinimas. Duomenų modeliavimas.		
1.2	S5. Statybos užbaigimas; S6 Statinio priežiūra ir naudojimas.		
1.3	Tikslas: Statybos darbų techninės priežiūros vykdymas (koordinavimas) naudojant informacinį modelį.		
1.4	Informacijos įvestis ir išvestis		
	<i>Įvestis</i>		<i>Išvestis</i>
	Statinio projektinis modelis, statinio išpildomasis modelis, techninės specifikacijos, techniniai pasai, garantijos, informacija apie rangovus, kita su statinio ir jo elementų, inžinerinių sistemų, tinklų, komunikacijų, įrangos naudojimu susijusi informacija.	S5	Duomenų modelis perduodamas užbaigus statybą.
	Duomenų modelis, perduodamas užbaigus statybą, priežiūros istorijos dokumentai, informacija apie renovacijos ar rekonstrukcijos metu atliktus pakeitimus.	S6	Duomenų modelis nuolat naujinamas statinio naudojimo stadijoje.
1.5	Specifiniai užsakovo reikalavimai (jei yra):		
1.6	Ryšys su kitais modelio taikymo atvejais		
	<i>Modelio taikymo atvejai, iš kurių gaunama informacija</i>		<i>Modelio taikymo atvejai, kuriems suteikiama informacija</i>
	Esamų sąlygų modeliavimas. Projektavimas ir (ar) modeliavimas. Išpildomasis modeliavimas.		Statinio techninė priežiūra. Statinio priežiūros planavimas. Statinio inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų analizė. Energijos sąnaudų analizė. Turto valdymas. Erdvės valdymas ir stebėseną. Tvarumo stebėseną ir analizė. Avarijų prevencija.

Šaltinis: Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2022).

Duomenų modelyje pateikiama informacija apie pagrindinius architektūrinius, konstrukcinius, inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų sistemų elementus, taip pat statinyje įrengtą įrangą bei turtą. Nuolat atnaujinant, pildant duomenų modelį ir didinant galimybę pateikti kuo daugiau informacijos, modelyje pateikiamas realus erdvinės padėties atvaizdavimas ir nuorodos į specifinę informaciją: pateikiami statinio ir jo įrangos komponentų serijos kodai, techniniai pasai, garantijos, sertifikatai, priežiūros istorijos dokumentai ir kt. Duomenų modelyje taip pat galima susieti iki statybos turimas specifikacijas su specifikacijomis užbaigus statybą. Duomenų modelis perduodamas statinio savininkui ar naudotojui ir vėliau yra taikomas statiniui naudoti ir valdyti. Duomenų modelis turi būti atnaujinamas periodiškai arba atlikus pakeitimus naudojimo stadijoje. Naudojant duomenų modelį, turi būti užtikrintas tinkamas duomenų valdymas, leidžiantis operatyviai pasiekti reikiamus duomenis ir efektyviai tvarkyti didelius informacijos kiekius.

Duomenų modeliavimo rezultatas - duomenų modelis skirtas statinio naudojimo stadijai yra pagrindas tolesniems naudojimo stadijos taikymo atvejams :

- Statinio techninė priežiūra.
- Statinio priežiūros planavimas.
- Statinio inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų analizė.
- Energijos sąnaudų analizė.
- Turto valdymas.
- Erdvės valdymas ir stebėseną.
- Tvarumo stebėseną ir analizė.
- Avarijų prevencija.

Pažangiausiose BIM šalyse, tokiose kaip Jungtinė Karalystė, Skandinavijos valstybės, Singapūras ar Ispanija, turto informacinio modelio kūrimas jau yra privalomas viešuosiuose projektuose ir laikomas neatsiejama viso statinio gyvavimo ciklo dalimi. Tai leidžia užtikrinti skaidrų, standartizuotą informacijos valdymą nuo projektavimo iki eksploatacijos, palengvina turto priežiūrą, optimizuoja eksploatacines išlaidas ir didina viso sektoriaus skaitmeninę brandą. Privalomas AIM diegimas skatina efektyvesnę bendradarbiavimą tarp visų dalyvių, mažina informacijos praradimo riziką perduodant statinį eksploatacijai ir sudaro prielaidas pažangiam, tvariam statinių valdymu.

1.3. BIM taikymo standartai

Tarptautiniu mastu BIM taikymą ir informacijos valdymą reglamentuoja ISO 19650 standartų serija. Šie standartai kartu su ankstesniais PAS 1192 dokumentais bei kitais

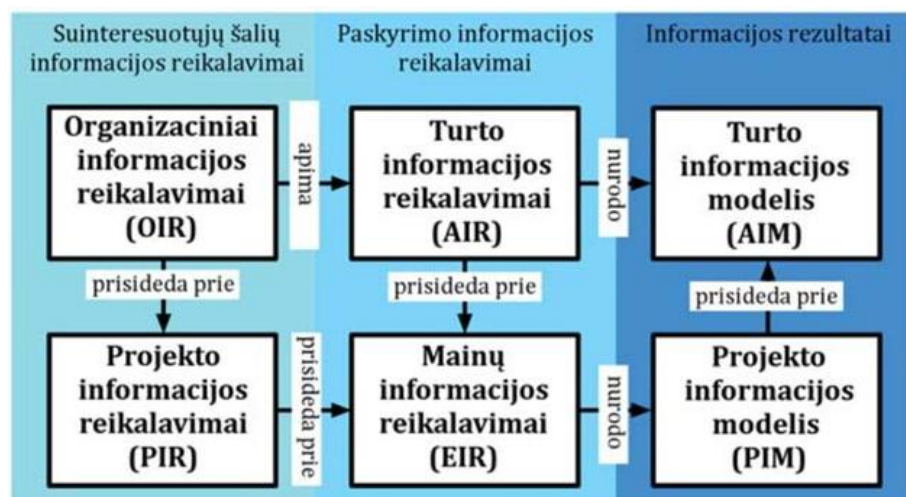
nacionaliniais ar teminiais dokumentais apibrėžia kaip turi būti valdomi duomenys per visą turto gyvavimo ciklą – nuo projektavimo iki eksploatacijos ir net išmontavimo.

1.3.1. ISO 19650 serija

ISO 19650-1:2018 – pateikia bendrus informacijos valdymo principus per visą turto gyvavimo ciklą

ISO 19650-2:2018 – nustato informacijos valdymo reikalavimus projektavimo ir statybos fazėse (International Organization for Standardization, 2018).

ISO 19650-3:2020 – orientuotas į informacijos valdymą eksploatacijos fazėje, ypač svarbus AIM formavimui. Šis standartas nustato struktūrizuotą informacijos srautų valdymo sistemą, siekiant užtikrinti patikimą, aktualią ir naudotojui pritaikytą informaciją per visą turto eksploatacijos laikotarpį. ISO 19650-3 pabrėžia ryšį tarp informacijos užsakovo poreikių (OIR), turto informacijos reikalavimų (AIR) ir konkrečių informacijos mainų reikalavimų (EIR), kurie yra būtini siekiant sukurti kokybišką AIM (3 pav.).



3 pav. Informacijos reikalavimų hierarchija (ISO 19650-3, 2020m)

Standartas taip pat išskiria informacijos produktus ir informacijos pristatymo strategijas, akcentuoja „trigger events“ – tam tikrus įvykius turto gyvavimo cikle, kurių metu turi būti atnaujinama informacija, pvz., remonto darbai, patalpų funkcijų keitimas, naujų sistemų diegimas. Tokie įvykiai užtikrina, kad AIM būtų nuolat aktualizuojamas ir naudingas FM sprendimų priėmimui.

ISO 19650-3 taip pat apibrėžia atsakomybių pasiskirstymą tarp turto savininko, operatorių, informacijos tiekėjų ir naudotojų. Tai padeda išvengti informacijos praradimo, dvigubo darbo ir leidžia efektyviai integruoti skirtingas sistemas – tiek technines (pvz., BMS,

CMMS), tiek organizacines (pvz., CAFM) (International Organization for Standardization, 2020)

ISO 19650 standartų serijoje svarbus vaidmuo tenka bendrajai duomenų aplinkos (CDE) sąvokai – tai skaitmeninė erdvė, kurioje centralizuotai kaupiama, valdoma ir keičiamasi visa su projektu susijusia informacija. Standartas pabrėžia, kad informacijos mainai tarp PIM (projektinis modelis) ir AIM (eksploatacinis modelis) turi būti vykdomi sistemingai ir pagal nustatytus informacijos perdavimo momentus. Šie standartai apibrėžia informacijos srautų valdymo principus visame statinio gyvavimo cikle – nuo projektavimo iki eksploatacijos. Ypač reikšminga yra ISO 19650-3 dalis, skirta informacijos valdymui naudojimo stadijoje. Tyrėjų teigimu, „sėkmingas turto informacinio modelio sukūrimas priklauso nuo aiškiai suformuluotų informacijos mainų reikalavimų (EIR) ir efektyvaus bendradarbiavimo pagal ISO 19650 principus“ (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019). Kiti autoriai pažymi, kad efektyvus informacijos srautas reikalauja visų projekto dalyvių įsitraukimo ir vienodų duomenų interpretavimo praktikų (Munir et al., 2020).

1.3.2. COBIM gairės eksploatacijos etapui

COBIM (angl. *Common BIM Requirements*) – tai Suomijos valstybinė iniciatyva, sukurta siekiant standartizuoti BIM taikymą visuose projekto gyvavimo ciklo etapuose. COBIM modulis 12 („*Use of BIM for Facility Management*“) yra skirtas informacijos perdavimui į pastato eksploatacijos ir valdymo fazę, ir atitinka pagrindinius principus, išdėstytus tarptautiniuose standartuose, tokiuose kaip ISO 19650-3.

COBIM gairėse akcentuojamas duomenų nuoseklumas, struktūriškumas ir ilgaamžiškumas. Rekomenduojama, kad eksploatacijos informacija būtų rengiama nuosekliai viso projekto metu, kadangi „Į FM stadijos poreikius reikia atsižvelgti jau projektavimo etape“ Gairėse taip pat pabrėžiama, kad eksploataciniai duomenys turi būti susiję su fiziniais objektais BIM modelyje, o ne pateikiami atskirai statiniais dokumentais.

Rekomenduojama naudoti atvirouosius formatus (pvz., IFC), kurie leistų išsaugoti informaciją ilgalaikiam naudojimui ir nepriklausytų nuo konkrečios programinės įrangos. COBIM dokumente siūloma naudoti informacijos perdavimo schemas, leidžiančias susieti 3D geometriją su techniniais duomenimis, eksploataciniais reikalavimais bei dokumentacija (pvz., instrukcijos, sertifikatai, garantijos).

Be to, COBIM modulyje aprašoma, kokia informacija turi būti įtraukta į BIM modelį prieš objekto perdavimą eksploatacijai. Ji apima:

- Turto identifikavimo duomenis
- Techninius parametrus

- Priežiūros informaciją
- Eksploatacijos instrukcijas
- Naudojimo apribojimus

Taip pat nurodomi formatai, kurie gali būti naudojami informacijos pateikimui: PDF dokumentai, Excel lentelės, bet prioritetas teikiamas susietam modeliui.

COBIM pabrėžia nuolatinio informacijos atnaujinimo svarbą ir siūlo naudoti centrinę informacijos valdymo sistemą, kurioje būtų archyvuojami ne tik modeliai, bet ir su jais susijusi dokumentacija. Visa ši informacija turi būti suderinta su turto valdymo (FM) sistemos poreikiais

Šios gairės tampa naudingas pagrindas viešosioms ir privačioms institucijoms, siekiančioms įdiegti BIM sprendimus su ilgalaikiu turto eksploatacijos tikslu. Jas galima sėkmingai derinti su kitais standartais – ISO 19650-3, PAS 1192-3, bei atvirųjų formatų (pvz., COBie, IFC) principais.

1.4. Duomenų mainų formatai

1.4.1. IFC formatas

IFC (angl. *Industry Foundation Classes*) – atvirasis, nepriklausomas BIM duomenų mainų standartas, sukurtas užtikrinti sklandų informacijos perdavimą tarp skirtingų AEC (architektūros, inžinerijos, statybos) sektoriaus įrankių. Jį valdo organizacija *BuildingSMART International*, o tarptautiniu mastu standartizuotas kaip ISO 16739. IFC apibrėžia objektinę schemą, leidžiančią aprašyti tiek geometrinius, tiek semantinius ir operacinius duomenis, reikalingus viso pastato gyvavimo ciklo valdymui, įskaitant pastato valdymo etapą.

Šiuo metu egzistuoja kelios plačiai naudojamos IFC standarto versijos, kiekviena jų taikoma skirtingiems poreikiams:

- IFC2x3 (2006): plačiai naudojama projektavimo ir statybos etapuose. Eksploatacijos etapui tinka ribotai, dėl trūkstamų atributų ryšių.
- IFC4 (2013): įtraukti patobulinti parametrai (garantijos, priežiūros grafikai, energijos duomenys). Geresnė atributų struktūra ir ryšiai tarp objektų.
- IFC4.3 (2021): orientuota į infrastruktūros objektus (kelius, tiltus, inžinerinius tinklus). Palaiko dinaminis duomenis (pvz., sensorių rodmenis), reikalingus skaitmeniniams dvyniams.

IFC formatas turi reikšmingų privalumų pastatų valdymo (FM) etapuose. Jis leidžia perduoti ne tik geometrinius modelius, bet ir atributinius duomenis, tokius kaip įrangos specifikacijos, priežiūros istorija ar erdvių hierarchija, taip užtikrinant struktūrizuotą

informaciją. IFC yra suderinamas su įvairiomis FM sistemomis (CAFM, CMMS) bei skaitmeniniais dvyniais, todėl duomenys gali būti lengvai integruojami ir naudojami skirtingose platformose. Be to, šis formatas garantuoja ilgalaikį duomenų tęstinumą nuo projektavimo iki eksploatacijos etapų (Kim et al., 2018; Otranto et al., 2025).

Nepaisant šių privalumų, IFC taikymas susiduria su duomenų kokybės ir perteklinės informacijos iššūkiais.

Šių problemų sprendimui rekomenduojama naudoti *Model View Definitions* (MVD), kurios filtruoja duomenis pagal FM poreikius, pavyzdžiui, COBie MVD. Taip pat vis plačiau taikoma automatizacija – dirbtinio intelekto algoritmai padeda pašalinti perteklinius modelio komponentus. Duomenų struktūros atitiktį užtikrina *BuildingSMART Data Certification* validavimo įrankiai.

Praktikoje IFC taikymas SGC etapuose iliustruojamas seka, pateikta 4 lentelėje.

4 lentelė IFC taikymas SGC etapuose

Etapas	Duomenys	IFC schema
Projektavimas	Erdvių planai, konstrukcijos, užpildantys elementai	IFC2x3
Statyba	Įrangos specifikacijos, garantijos	IFC4
Eksploatacija	Priežiūros žurnalai, energijos duomenys	IFC4.3

Šaltinis (*Building SMART*)

Lietuvos kontekste FM etapuose rekomenduojama rinktis IFC4.3 versiją dėl išplėstinių parametrų ir geresnio pritaikomumo. Taip pat būtina tobulinti IFC diegimą, ypač viešajame sektoriuje, integruojant turto valdymo sistemas ir *CityGIS*. Svarbus ir žmogiškųjų išteklių kompetencijų stiprinimas – reikalingi mokymai apie IFC struktūrą, MVD taikymą bei duomenų kokybės užtikrinimą.

Apibendrinant galima teigti, kad IFC yra pagrindinė priemonė sklandiems duomenų mainams tarp BIM ir FM, tačiau jo sėkmingam naudojimui būtina pasirinkti tinkamą schemą, taikyti duomenų filtravimą naudojant MVD bei nuolat užtikrinti duomenų kokybę ir darbuotojų kompetencijų augimą.

1.4.2. COBie formatas

COBie (angl. *Construction-Operations Building Information Exchange*) – tai atvirasis, negeometrinių duomenų mainų standartas, skirtas užtikrinti struktūrizuotą informacijos perdavimą tarp projektavimo, statybos ir pastato eksploatacijos etapų. Šis standartas buvo sukurtas JAV kariuomenės inžinerijos korpuso iniciatyva, siekiant optimizuoti turto

informacijos perdavimą naudojant paprastus formatus, pavyzdžiui, Excel skaičiuokles (East, 2020; Kumar & Teo, 2021).

COBie struktūra paremta modelio vaizdų apibrėžtimis (angl. *Model View Definitions*, toliau - MVD), kurios leidžia BIM duomenis eksportuoti iš IFC failų su konkrečiai eksploatacijai svarbia informacija (National Institute of Building Sciences, 2024) Tai leidžia efektyviai dalintis informacija tarp BIM ir FM sričių sistemų. Kaip pažymi Muniras ir kt.(2020), COBie veikia kaip tiltas tarp šių dviejų pasaulių – BIM kūrimo ir praktinio eksploatavimo (Munir et al., 2020)

Nors COBie buvo sukurtas kaip duomenų perdavimo specifikacija, terminas COBie dažnai vartojamas apibūdinti visą turto informacijos perdavimo procesą naudojant BIM. Todėl sunku atskirti, kur baigiasi COBie kaip duomenų specifikacija ir prasideda viso proceso iššūkiai (Tsay et al., 2022). Bendra COBie struktūra leidžia nuosekliai dokumentuoti eksploatacijai svarbią informaciją ir ją integruoti į įvairias CMMS arba FM sistemas (Kumar & Teo, 2021).

COBie duomenys gali būti perduodami visais šiais formatais: STEP physical file format; ifcXML format; SpreadsheetML format; JSON format) priklausomai nuo užsakovo poreikių ar programinės įrangos galimybių. Šie formatai leidžia užtikrinti duomenų mainų atvirumą ir suderinamumą su įvairiomis BIM/FMi sistemomis. (Otranto et al., 2025)

Lentelėmis grįsta COBie struktūra apima svarbiausius pastato komponentus ir jų tarpusavio ryšius – objektus, aukštus, patalpas, komponentus, tipus, sistemas, atributus, kontaktus, dokumentus, darbus ir kt. Kiekvienas lentelės tipas atlieka tam tikrą funkciją, o kartu jos formuoja vientisą informacijos rinkinį, kuriuo galima naudotis eksploatacijos metu. COBie sudarančių lentelių struktūra apima hierarchijas, pagrįstas duomenų tipais (žr. 5 lentelė).

5 lentelė. COBie sudarančių lentelių struktūra

BENDROSIOS LENTELĖS (<i>OVERALL TABLES</i>)	ERDVINĖS LENTELĖS (<i>SPATIAL TABLES</i>)	TURTO LENTELĖS (<i>ASSET TABLES</i>)	PROCESO LENTELĖS (<i>PROCESS TABLES</i>)	PAGALBINES LENTELĖS (<i>SUPPORT TABLES</i>)
Objektas (<i>FACILITY</i>) Imonė (<i>COMPANY</i>)	Aukštas (<i>LEVEL</i>) Zona (<i>ZONE</i>) Erdvės Tipas (<i>SPACETYPE</i>) Erdvė (<i>SPACE</i>) Koordinatės (<i>COORDINATE</i>)	Tipas (<i>TYPE</i>) Komponentas (<i>COMPONENT</i>) Sistema (<i>SYSTEM</i>) Atributas (<i>ATTRIBUTE</i>)	Paketas (<i>PACKAGE</i>) Darbas (<i>JOB</i>) Įvykiai (<i>EVENT</i>) Instrukcijos (<i>INSTRUCTION</i>) Rizikos (<i>RISK</i>)	Dokumentai (<i>DOCUMENT</i>) Ištekliai (<i>RESOURCE</i>) Sąrašas (<i>PICKLIST</i>)

(National Institute of Building Sciences, 2024)

Kiekvienoje duomenų lentelėje yra standartizuotas duomenų laukų rinkinys, ir kiekvienas laukas yra pažymėtas kaip visada būtinas, būtinas, jei nurodytas sutartyje, arba nuoroda į kitą duomenų bazės lauką. COBie standartas leidžia turto savininkams apibrėžti konkrečius laukus, kurių jie nori pateikdami duomenis. Tiesą sakant, tai suteikia geriausius rezultatus turto savininkams, kai jie nurodo, ką jiems reikia pristatyti. Kaip matome 4 pav. nurodoma, kurios COBie lentelės pildomos kiekviename SGC etape, taip pat šia struktūra galima remtis pasirenkant kuriuos laukus atnaujinti kiekviename etape.

LENTELIŲ GRUPĖS	LENTELĖS	STATINIO GYVAVIMO CIKLO ETAPAI (CONSTRUCTION PROJECT PHASES)								
		POREIKIŲ APIBRĖŽTIS (INCEPTION PHASE)	GALIMYBIŲ STUDIJĄ (CONCEPTUALIZATION PHASE)	PROJEKTINGAI PASISIŪLYMAI (CRITERIA DEFINITION PHASE)	TECHNINIS DARBO PROJEKTAS (DESIGN PHASE)	KOORDINAVIMAS (COORDINATION PHASE)	STATYBA (IMPLEMENTATION PHASE)	STATYBOS UŽBAIGIMAS (HANDOVER PHASE)	NAUDOJIMAS (OPERATIONS PHASE)	OBJEKTO UŽDARYMAS (CLOSURE PHASE)
BENDRA INFORMACIJA (GENERAL)	ĮMONĖ (COMPANY)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ERDVĖ (SPACE)	OBJEKTAS (FACILITY)		●	●	●					○
	AUKŠTAS (LEVEL)		●	●	●					●
	PATALPOS TIPAS (SPACETYPE)		●	●	●					○
	ERDVĖ (SPACE)			●	●			●		●
	ZONA (ZONE)			●	●					○
PRODUKTAS (PRODUCT)	TIPAS (TYPE)			●	●	●	●	●	●	●
	KOMPONENTAS (COMPONENT)				●	●	●	●	●	●
	SISTEMA (SYSTEM)				●	●				●
NAUDOJIMAS (OPERATIONAL)	IŠTEKLIAI (RESOURCE)							●	●	●
	DARBAS (JOB)							●	●	●
	ĮVYKIAI (EVENT)							●	●	●
	PAKETAS (PACKAGE)							●	●	●
PAPILDOMA INFORMACIJA (SUPPLEMENTARY)	RIZIKOS (RISK)					●			●	●
	DOKUMENTAI (DOCUMENT)	●	●	●	●	●	●	●		●
	ATRIBUTAI (ATTRIBUTE)				●	●		●		●
	KOORDINATOS (COORDINATE)				●	●	●	●		●

4 pav. COBie pildymo struktūra (NBIMS-US 2024m)

Svarbu pažymėti, kad COBie neturėtų būti suprantamas kaip pavienė ataskaita, generuojama projekto pabaigoje. Atvirkščiai – kaip nurodo P.Pishdad ir kt. (2018), duomenų kaupimas turi būti integruotas į visą projekto gyvavimo ciklą, pradedant projektavimo etapu. Toks požiūris leidžia užtikrinti ne tik duomenų kokybę, bet ir jų aktualumą eksploatacijos kontekste. Alavis ir kt. (2022) papildo, kad COBie turinys yra pagrįstas nuosekliu informacijos kaupimu iš BIM modelių, CAD brėžinių, techninių specifikacijų ir kitų dokumentų, o ne vėlyvu duomenų surinkimu projekto pabaigoje. Alavis ir kt. (2022), siūlo metodą, leidžiantį integruoti COBie informaciją kartu su IFC objektais bei techninės priežiūros duomenimis iš FM sistemų (Alavi et al., 2022; Pishdad-Bozorgi et al., 2018).

Jungtinėje Karalystėje COBie yra privalomas atvirųjų negeometrinių duomenų formatas visiems viešiesiems projektams nuo 2019 m., kaip numatyta vyriausybės statybos strategijoje (HM Government, 2016). Ši prievolė dar labiau sustiprino COBie reikšmę kaip „auksinės informacijos gijos“ („*Golden Thread*“) palaikymo formato.

COBie minimas daugumoje tyrimų apie BIM-FM integraciją, kai aptariami atvirieji duomenų formatai. Jis laikomas vienu iš svarbiausių standartų dėl savo struktūrizavimo, paprastos integracijos ir palaikymo tarp programinės įrangos gamintojų. Dėl šių savybių COBie dažnai rekomenduojamas kaip pagrindinis duomenų perdavimo sprendimas eksploatacijos tikslams (Munir et al., 2020; Pishdad-Bozorgi et al., 2018).

Nors COBie turi aiškią struktūrą ir plačiai pripažįstamas kaip standartas, jo taikymas susiduria su iššūkiais. Dažnai nurodomos problemos: rankinis duomenų pildymas, sudėtingas naudojimas nepatyrusiems naudotojams, sunkumai automatizuojant duomenų kokybės tikrinimą (Matarneh et al., 2022a).

Nors formatas gali atrodyti painus ir technologiškai sudėtingas, jis išlieka labiausiai struktūruotu ir pritaikomu įrankiu efektyviam duomenų perdavimui FM kontekste. Tinkamai įgyvendintas COBie tampa kertiniu elementu užtikrinant duomenų vientisumą, ilgaamžiškumą ir pritaikomumą praktiniame pastatų valdyme.

1.4.3. Savieji formatai

Savieji (angl. *native*) BIM formatai – tai konkrečiai programinei įrangai būdingi failų tipai, tokie kaip *Autodesk Revit* (RVT), *Graphisoft ArchiCAD* (PLN) ar *Bentley* (DGN). Šiuose formatuose saugoma visa modelio informacija: sudėtinga geometrija, parametriniai ryšiai, platformai būdingos funkcijos ir detalūs duomenys. Savieji formatai yra neatsiejama BIM kūrimo proceso dalis, ypač projektavimo ir statybos stadijose, kuomet modeliai kuriami specializuota AEC programine įranga.

Pereinant prie eksploatacijos (FM) stadijos, savųjų formatų naudojimas ne visada yra palankus. Pirmiausia, šie formatai yra ribotai suderinami tarpusavyje – skirtingų platformų savieji failai dažnai negali būti tiesiogiai naudojami kitose sistemose be papildomo konvertavimo, kurio metu galimi duomenų praradimai ir nekorektiškas informacijos perdavimas. Norint naudoti savuosius failus, būtina turėti atitinkamą programą, tai gali lemti papildomas sąnaudas tiek programinei įrangai, tiek personalo apmokymui. Technologijų kaita gali lemti, kad senesnių formatų failai ilgainiui taps nebeprieinami, todėl kyla ilgalaikio duomenų saugojimo problema.

Dar viena svarbi problema – informacijos pertekliaus rizika. Savuosiuose modeliuose dažnai saugoma daug projektui nereikalingų detalių, tokių kaip laikinos konstrukcijos ar itin detalios geometrijos, kurios apsunkina informacijos naudojimą eksploatacijos poreikiams. Literatūroje pabrėžiama, kad jei ankstyvosiose stadijose nėra atsižvelgiama į FM poreikius, duomenys, išgauti iš savųjų BIM modelių, dažnai neatitinka savininko turto valdymo reikalavimų (Pishdad-Bozorgi et al., 2018). Heatonas, Parlikadas ir Schoolingas (2019) taip pat nurodo, kad savieji modeliai dažnai turi perteklinių detalių, kurios nereikalingos eksploatacijos ir priežiūros tikslams, todėl reikia atlikti reikšmingą apdorojimą norint išgauti tinkamus turto duomenis. (Heaton et al., 2019)

Norint užtikrinti efektyvų duomenų perdavimą į eksploatacijos fazę, savųjų formatų pagrindu sukurti BIM modeliai turi būti tinkamai adaptuojami. Šis procesas apima tik aktualių duomenų atranką, geometrijos supaprastinimą ir informacijos struktūravimą pagal FM reikalavimus. Liu, Abudayyeh ir Liou (2020) pažymi, kad siekiant efektyviai taikyti BIM FM veiklose, būtina integruoti savųjų formatų duomenis laikantis standartų ir optimizuojant informacijos struktūrą (Liu et al., 2020). Priešingu atveju, kaip teigia P. Pishdad ir kt. (2018), BIM modeliai gali tapti pasyviais dokumentais, neprisitaikančiais prie realių eksploatacijos poreikių (Pishdad-Bozorgi et al., 2018)

Taigi, nors savieji formatai yra svarbūs detaliam modeliavimo darbui ir projektavimo procese, norint užtikrinti sklandų ir vertingą duomenų perdavimą į pastato valdymo stadiją, geriausia eksportuoti duomenis į atvirojo formatus, filtruoti bei adaptuoti informaciją pagal FM poreikius ir užtikrinti ilgalaikį jos prieinamumą.

1.4.4. *Tiesioginė ir dvipusė integracija*

Siekiant efektyvaus informacijos perdavimo tarp BIM modelių ir pastatų valdymo (FM) sistemų, naudojamos skirtingos integracijos strategijos: tiesioginė (vienpusė) ir dvipusė integracija.

Tiesioginė integracija (angl. *direct integration*) reiškia vienpusį duomenų perdavimą iš BIM modelio į FM sistemą. Tokiu atveju duomenys eksportuojami į atvirąjį formatą (pvz., COBie arba IFC), o vėliau importuojami į pastatų valdymo platformas, tokias kaip *Archibus*, *DaluxFM* ar *FM:Systems*. Dažniausiai naudojami formatai – COBie (XLSX) arba IFC (STEP failas).

Pavyzdys:

BIM modelis kuriamas *Autodesk Revit* aplinkoje (RVT formatas).

Duomenys eksportuojami į COBie formato *Excel* bylą.

COBie failas importuojamas į FM sistemą, pvz., *Archibus*.

Nėra nuolatinės sąsajos tarp modelio ir FM duomenų bazės.

Dvipusė integracija (angl. *bidirectional integration*) reiškia, kad BIM modelis ir FM sistema yra sujungti aktyvia sąsaja, leidžiančia keistis duomenimis realiuoju laiku arba pagal nustatytą sinchronizacijos tvarkaraštį. Tai leidžia automatiškai atnaujinti informaciją tiek BIM modelyje, tiek FM sistemoje.

Pavyzdys:

Autodesk Revit modelis integruojamas su *Autodesk Tandem* platforma naudojant specialų API ryšį. Visi atnaujinimai dėl įrangos būklės, vietos ar priežiūros darbų iš *Tandem* sistemos gali būti sinchronizuojami atgal į BIM modelį.

Dažniausiai naudojami formatai: IFC4, API protokolai arba debesų pagrindu veikiančios integracijos platformos.

Kaip nurodo Liu, Abudayyeh ir Liou (2020), dvipusė integracija leidžia palaikyti duomenų vientisumą viso pastato gyvavimo ciklo metu, užtikrinant, kad tiek eksploatacijos, tiek BIM duomenų bazės būtų atnaujinamos nuosekliai (Liu et al., 2020). P. Pishdad ir kt. (2018) pabrėžia, jog be nuoseklios integracijos egzistuoja rizika, kad BIM modeliai taps statiniais dokumentais, nepritaikytais dinamiškam pastatų valdymui (Pishdad-Bozorgi et al., 2018).

Tinkamo integracijos tipo pasirinkimas priklauso nuo projekto sudėtingumo, naudojamų technologijų ir ilgalaikės turto valdymo strategijos. dvipusė integracija dažnai reikalauja daugiau IT resursų, sudėtingesnių sprendimų ir aiškių duomenų valdymo taisyklių, tačiau ji tampa vis aktualesnė diegiant skaitmeninius dvynius ar siekiant ilgalaikio informacijos vientisumo (Hakimi et al., 2024).

1.5. Klasifikatoriai

Klasifikatoriai – tai struktūrizuoti informacijos tvarkymo metodai, padedantys BIM modeliuose susisteminti duomenis pagal nustatytas kategorijas. Jie naudingi visose statinio

gyvavimo ciklo fazėse – nuo projektavimo iki eksploatacijos. BIM-FM kontekste klasifikatoriai ypač svarbūs, nes palengvina informacijos perdavimą tarp skirtingų sistemų, užtikrina nuoseklumą ir padeda standartizuoti procesus.

Vienas plačiausiai naudojamų klasifikatorių Jungtinėje Karalystėje yra *Uniclass 2015*. Jis pasižymi universalia struktūra, apėmiančia statinio elementus, sistemas, veiklos zonas ir veiklas. Jungtinėse Amerikos Valstijose paplitę *OmniClass* ir *MasterFormat* klasifikatoriai. *OmniClass* išskirtinumas – gebėjimas klasifikuoti informaciją pagal dvylika lentelių, apimančių statybos subjektus, produktus, veiklas ir kitus aspektus. *MasterFormat* labiau orientuotas į statybos sąmatas ir darbų specifikacijas.

TALO klasifikatorius, naudojamas Suomijoje, išsiskiria orientacija į pastatų eksploataciją. Jis leidžia struktūruoti informaciją apie priežiūros veiklas, techninius sprendimus ir erdvių paskirtį. Ši sistema naudinga ilgalaikiam turto valdymui ir techninės priežiūros planavimui.

CoClass – Švedijos klasifikavimo sistema, integruota su ISO standartais. Ji apima elementų, sistemų ir funkcijų klasifikavimą, leidžia detalizuoti informaciją pagal hierarchinę struktūrą.

NSIK (Nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius) – Lietuvos klasifikatorius, patvirtintas aplinkos ministro įsakymu 2024 m. spalio 28 d. Jis pritaikytas BIM metodikai ir užtikrina bendrą statybos informacijos tvarkymą Lietuvoje. NSIK padeda standartizuoti objektus, darbus ir procesus, ypač viešuosiuose projektuose. Privalomas taikymas užtikrina duomenų suderinamumą su sąmatų sistemomis ir leidžia aiškiau vertinti projektų apimtis.

Integravus klasifikatorius į BIM modelius, kiekvienas elementas gauna konkretų kodą, pagal kurį galima lengvai identifikuoti, filtruoti ir perduoti duomenis į FM sistemas. Tai svarbu turto inventORIZacijai, priežiūros grafikų sudarymui ar energijos vartojimo analizei.

Gao ir Pishdad (2019) pažymi, kad klasifikatorių taikymas padeda išvengti nesusikalbėjimo tarp projekto etapų dalyvių ir pagerina duomenų kokybę eksploatacijos metu. Jie taip pat išskiria klasifikatorių naudą integruojant skirtingų šalių ar organizacijų informacijos struktūras – tam būtina kurti atitikmenų (*mapping*) schemas (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019).

Trumpai tariant, klasifikatoriai ne tik padeda susisteminti informaciją, bet ir tampa būtina sąlyga efektyviam, ilgalaikiam ir tvariam pastatų valdymui naudojant BIM-FM metodus.

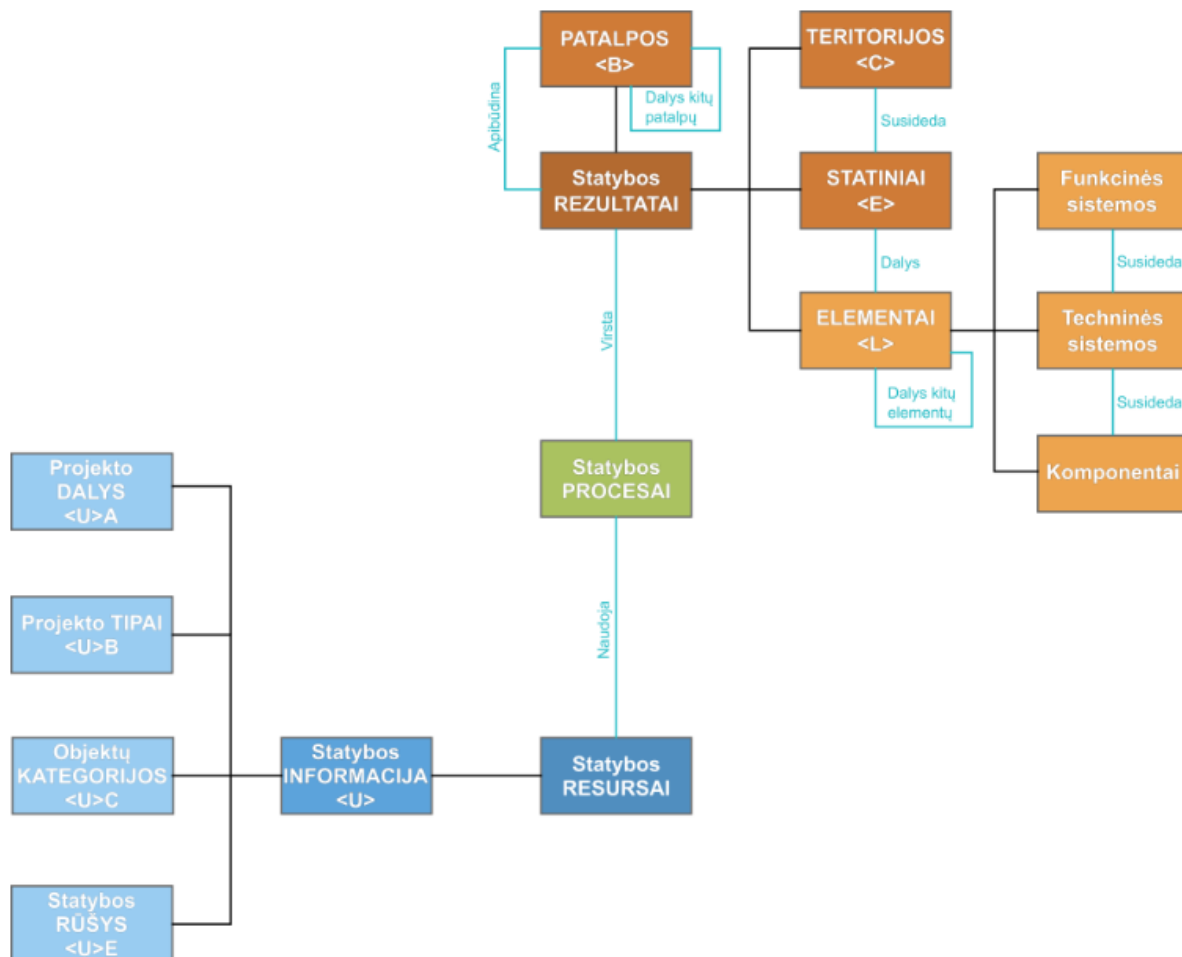
1.5.1. Nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius

Nacionalinis Statybos Informacijos Klasifikatorius (NSIK) yra Lietuvos nacionalinė statybos informacijos klasifikavimo sistema, skirta bendrai ir struktūrizuotai klasifikuoti informaciją apie užstatytą aplinką, statybos objektus, jų dalis, procesus ir resursus. NSIK yra

aspektinis klasifikatorius, sudarytas iš atskirų ontologijų (lentelių), kurios leidžia klasifikuoti informaciją įvairiais aspektais, išvengiant įrašų dubliavimosi ir užtikrinant lankstų informacijos valdymą.

NSIK kūrimas remiasi tarptautiniais standartais, tokiais kaip ISO 12006-2, ISO 81346 ir IEC 81346, taip pat adaptuoja Europos regiono CCI klasifikatorių (*Construction Classification International*), kuriame dalyvauja Estija, Čekija, Lenkija, Slovakija ir Lietuva. Šie standartai ir klasifikatoriai užtikrina, kad NSIK atitinka tarptautinius statybos informacijos klasifikavimo principus, leidžiančius ne tik efektyviai valdyti informaciją šalies viduje, bet ir sudaryti prielaidas tarptautiniam bendradarbiavimui.

NSIK struktūra susideda iš trijų pagrindinių grupių: statybos rezultatai, statybos procesai ir statybos resursai, kurios suskirstytos į 12 generalinių klasių (žr. 5 pav.). Kiekviena generalinė klasė reprezentuoja atskirą klasifikatorių, skirtą konkrečiai informacijai klasifikuoti: statybos informacijai; projekto dalims; projekto tipams; objektams; statybos rūšims; erdvėms, teritorijoms, statiniams, elementams, funkcinėms sistemoms; techninėms sistemoms ir komponentams.



5 pav. NSIK ontologijų schema (Nacionalinio Statybos Informacijos Klasifikatoriaus Skaitmeninis Katalogas, 2025)

Teisinis NSIK statusas buvo įtvirtintas 2023m. Lietuvos Statybos įstatyme, kuriame apibrėžta NSIK sąvoka ir jo poreikis, o 2024m. Lietuvos Vyriausybė patvirtino Nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus taikymo tvarką ir principus įsakymu Nr. D1-364. Šie dokumentai nustato NSIK kaip privalomą standartą statybos informacijos skaitmeninimui ir klasifikavimui valstybės lygmeniu (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2024a).

NSIK taikymas yra būtinas siekiant užtikrinti bendrą informacijos valdymą, skaitmeninimą ir tarpusavio suderinamumą statybos sektoriuje, o jo struktūra leidžia detalai klasifikuoti objektus, jų funkcijas, technines sistemas ir komponentus, taip pat priskirti specifinius atributus pagal užsakovo informacinius poreikius.

1.5.2. Atributai

Klasifikatoriai BIM aplinkoje yra glaudžiai susiję su atributais (angl. *properties, attributes*), kurie priskiriami klasifikuojamiems elementams ar BIM modelio objektams, siekiant suteikti papildomą, struktūruotą ir lengvai prieinamą informaciją. Tai leidžia efektyviau valdyti, ieškoti ir analizuoti duomenis statinio gyvavimo ciklo metu. Klasifikatoriai padeda susisteminti objektus pagal nustatytas kategorijas, o atributai apibūdina konkrečias jų savybes – pavyzdžiui, gaisrinę atsparą, šiluminį laidumą, modelį, serijinį numerį ar kainą. Tokie atributai gali būti apibrėžiami pagal projekto poreikius ir dažnai priklauso nuo pasirinktos klasifikacijos sistemos – skirtingoms klasėms gali būti priskiriami skirtingi atributų rinkiniai.

Atributai BIM modeliuose yra universalūs naudojami tiek projektavimo, tiek eksploatacijos etapuose. Jie leidžia ne tik tiksliai aprašyti objektus, bet ir palengvina duomenų paiešką, filtravimą, analizę, informacijos mainus tarp skirtingų programų bei integraciją su FM sistemomis. IFC standarte kiekvienas objektas turi priskirtus atributus (pvz., *Name, Description, PredefinedType, ObjectType, Tag*), tačiau išsamesniam aprašymui naudojamos savybių grupės (*property sets, Pset_*), kuriose galima apibrėžti įvairius parametrus – nuo techninių charakteristikų iki eksploatacinių rodiklių. Atributai IFC modelyje gali būti pateikiami įvairiais formatais, pavyzdžiui, *ifcPropertySingleValue, ifcPropertyEnumeratedValue*, naudojant pagrindinius duomenų tipus (*IfcInteger, IfcLabel, IfcText*).

Atributų svarba ypač išryškėja perduodant modelį į pastato valdymo (FM) etapą: jie užtikrina, kad visa reikalinga informacija apie objektų savybes, priežiūrą, būklę ar eksploatacijos istoriją būtų lengvai pasiekiami ir integruojama į FM sistemas (Otranto et al., 2025). Klasifikatorių ir atributų derinys BIM modeliuose leidžia ne tik standartizuoti ir sisteminti informaciją, bet ir užtikrina jos pritaikomumą viso objekto gyvavimo ciklo metu, palengvina duomenų mainus, analizę ir ilgalaikį turto valdymą.

1.6. Turto valdymo platformos naudojančios AIM modelį (DaluxFM/ Granlund manager/ Autodesk Tandem/ Catenda Duo/...)

Šiuolaikinėje statybos ir nekilnojamojo turto valdymo praktikoje vis svarbesnį vaidmenį užima turto valdymo (*Facility Management*, FM) platformos kurios palaiko AIM modelį. Šios platformos integruoja PIM duomenis ir užtikrina sklandžius bei struktūruotus duomenų mainus tarp projektavimo, statybos ir eksploatacijos etapų. Toks viso gyvavimo ciklo požiūris leidžia efektyviau valdyti turto informaciją, mažinti klaidų riziką ir optimizuoti išlaidas.

Pagrindinės turto valdymo platformos ir jų išskirtinumai

Autodesk Tandem yra pažangi debesijos pagrindu veikianti skaitmeninio dvynio platforma, leidžianti kurti išsamų skaitmeninį pastato modelį, apimantį ne tik geometrinius duomenis, bet ir IoT jutiklių informaciją, istorinius veiklos duomenis bei pažangius analizės įrankius. *Tandem* išsiskiria aukštos kokybės 3D vizualizacija, automatiniu sistemų elementų ryšių žemėlapių sudarymu ir plačiomis integracijomis su BMS, IoT bei CAFM sistemomis per atvirojo API. Platforma yra ypač tinkama dideliems objektams, tokiems kaip universitetai ar ligoninės (Autodesk, 2023).

Granlund Manager yra išsami FM sistema, orientuota į energijos vartojimo optimizavimą ir techninės priežiūros valdymą, plačiai naudojama Šiaurės Europoje. Ji suteikia priemones darbų planavimui, energijos stebėsenai ir dokumentų valdymui, integruodama BIM/AIM duomenis. *Granlund Manager* palaiko IFC ir COBie standartus, užtikrindama sklandų duomenų mainą tarp projektavimo ir eksploatacijos etapų (Granlund, 2022).

Dalux FM išsiskiria stipriu mobilumo akcentu – leidžia naudoti BIM duomenis tiesiogiai statybvietėje ar eksploatacijos vietoje per mobiliąsias programas, kas itin patogu darbų vykdytojams ir techninės priežiūros specialistams. Platforma palaiko IFC ir COBie formatus, užtikrindama atvirumą ir sklandų duomenų perdavimą (Dalux, 2023).

Catenda Duo leidžia centralizuoti įvairius duomenų šaltinius – nuo 2D brėžinių iki pažangių IoT jutiklių duomenų, taip sukuriant pilną skaitmeninį dvynį. Platforma yra lanksti ir pritaikoma pagal įmonės poreikius, o pagrindinis duomenų formatas yra IFC (Catenda, 2023).

Archibus yra viena iš seniausiai rinkoje veikiančių ir plačiausiai naudojamų FM sistemų, pasižyminti plataus spektro funkcionalumu – nuo turto inventoriaus ir erdvių valdymo iki techninės priežiūros ir darbo užsakymų koordinavimo. *Archibus* palaiko BIM/AIM integraciją per IFC ir COBie formatus bei siūlo platų API palaikymą, leidžiantį integruoti duomenis su kitomis verslo sistemomis (Archibus, 2023).

Visos minėtos platformos remiasi atviraisiais ir standartizuotais duomenų mainų formatais. Svarbu pabrėžti, kad dauguma šiuolaikinių turto valdymo platformų nėra skirtos tik eksploatacijos etapui, bet gali būti aktyviai naudojamos ir ankstyvose projekto stadijose: Šis viso gyvavimo ciklo požiūris, besiremiantis bendrąja duomenų aplinka (CDE) sudaro prielaidas bendradarbiavimui, kuris yra BIM metodologijos esmė. Sklandūs duomenų mainai ir integracija visais etapais yra kertiniai veiksniai siekiant modernizuoti statybos procesus ir užtikrinti ilgalaikį pastatų eksploatacijos efektyvumą. Tyrimuose pabrėžiama, kad sprendiniai, kai informacija iš BIM modelių (per IFC ir COBie) automatiškai integruojama į FM sistemas, įskaitant techninės priežiūros, energijos valdymo ir kitus duomenis, leidžia minimizuoti informacijos praradimą. (Matarneh et al., 2019)

Matarneh ir kt (2022) mano, kad BIM - FM integracija grindžiama atviraisiais formatais IFC, COBie, o informacijos perdavimas į FM sistemas, įskaitant realaus laiko duomenų srautus iš BMS ar IoT jutiklių, yra viena iš pagrindinių šiuolaikinės praktikos krypčių. (Matarneh et al., 2022).

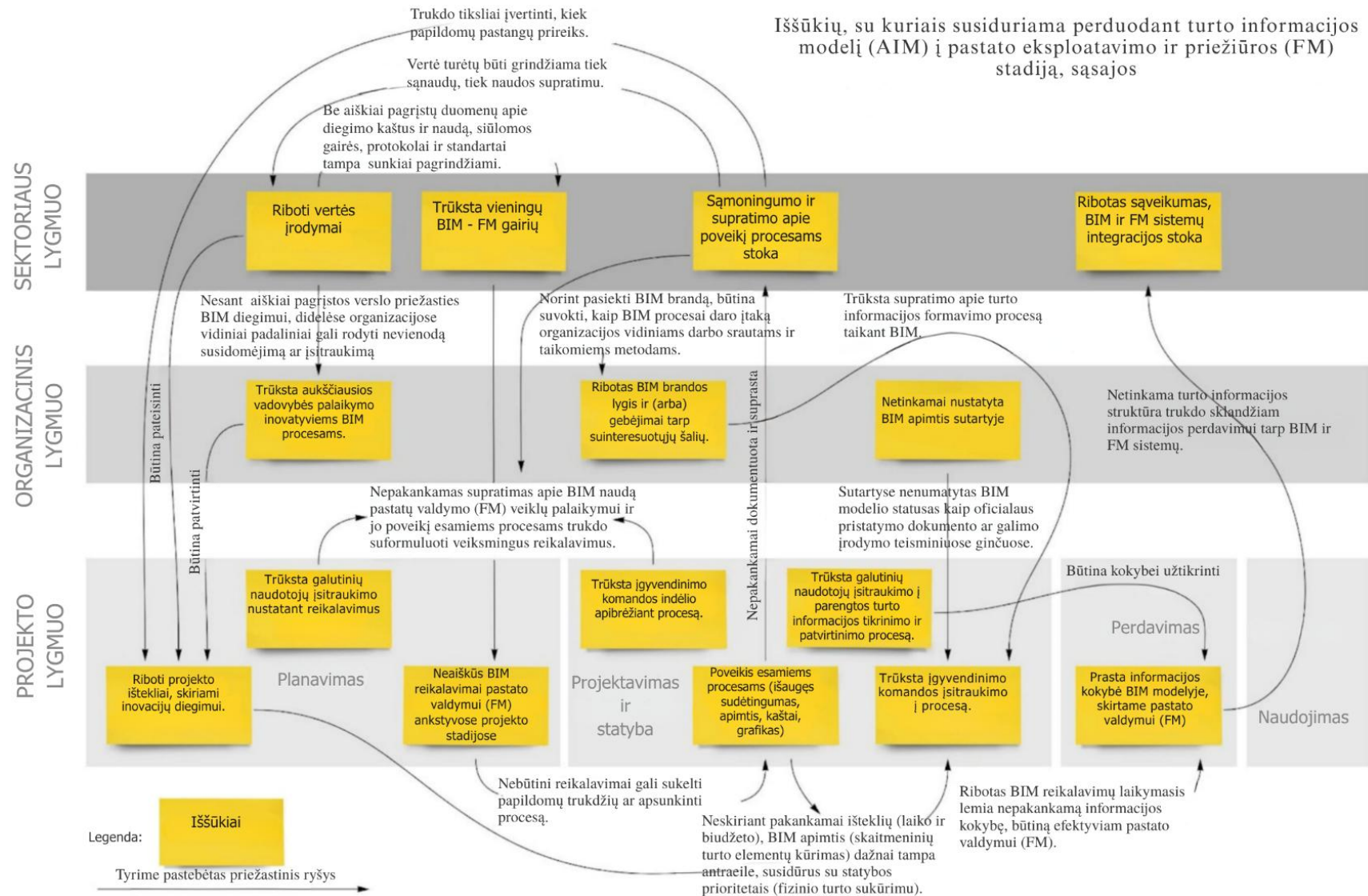
1.7. Pirmojo skyriaus apibendrinimas

Grupė tyrėjų Tsay, Staub-French ir Poirier (2022), atliko sisteminę literatūros, kurioje nagrinėjama BIM integraciją su pastatų valdymu analizę. Kaip matome 6 pav. autoriai identifikavo iššūkius ir jų sąsajas. Schemoje vizualizuojami pagrindiniai iššūkiai, su kuriais susiduriama diegiant BIM pagrįstą turto informacijos perdavimo procesą per visus projekto gyvavimo ciklo etapus – nuo planavimo iki eksploatacijos. Schema išskiria tris lygmenis: sektoriaus, organizacijos ir projekto, bei parodo, kaip šių lygmenų problemos tarpusavyje susijusios ir viena kitą lemia (Tsay et al., 2022)

Sektoriaus lygmenyje didžiausią įtaką daro ribotas BIM naudos įrodymas, nepakankamas standartų ir gairių aiškumas, žemas informuotumas apie BIM poveikį turto valdymo procesams, ribotas BIM ir FM sistemų tarpusavio suderinamumas. Dėl šių priežasčių visoje rinkoje trūksta aiškių gairių, o vertės argumentai lieka neįtikinami.

Organizaciniu lygmeniu iššūkiai kyla dėl vadovybės palaikymo stokos, riboto BIM brandumo ir kompetencijos tarp suinteresuotųjų šalių, taip pat dėl sutartyse netinkamai nustatomos BIM apimties. Be aiškos verslo vizijos ir vadovybės įsitraukimo, organizacijos dažnai turi fragmentuotą požiūrį į informacijos valdymą, o BIM procesai lieka neintegruoti į FM veiklą.

Projekto lygmenyje dominuoja praktiniai barjerai: riboti ištekliai inovacijoms, neaiškūs reikalavimai FM duomenims ankstyvuose etapuose, menkas galutinių naudotojų įsitraukimas,



6 pav. Iššūkiai ir jų sąsajos turto informacijos perdavimo procese (Tsay et al., 2022)

įgyvendinimo komandų motyvacijos stoka ir informacijos kokybės problemos. Visa tai lemia, kad projekto eigoje prastai apibrėžiami reikalavimai, atsiranda informacijos spragų, o galiausiai – netinkama informacijos kokybė BIM modeliuose, kurie perduodami į valdymo stadiją.

Tsay, Staub-French ir Poirier (2022) schema parodo, kad BIM metodologija pagrįstas turto informacijos perdavimas susiduria su daugiapakopiais iššūkiais. kurių sprendimas reikalauja ne tik technologinių, bet ir vadybinių, organizacinių bei teisinės aplinkos pokyčių. Tik nuosekliai stiprinant visų lygmenų kompetencijas, standartizavimą ir bendradarbiavimą galima užtikrinti kokybišką ir vertę kuriantį informacijos judėjimą nuo projektavimo iki eksploatacijos. Plačiai pripažįstama, kad turto savininkai AEC pramonėje iš tikrųjų nesupranta savo informacijos poreikių efektyviam BIM metodologija paremtam turto valdymui. Tyrimas atskleidė, kad AIR informacijos reikalavimai yra stipriai susiję su verslo poreikiais ir kad neįmanoma parengti griežto reikalavimų sąrašo turto savininkams, bet galima parengti keletą šablonų, kurie padėtų jiems apibrėžti savo duomenų reikalavimus. (Munir et al., 2020)

Remiantis analizuota literatūra bei informacija apie teisės aktus ir standartus, gautą iš oficialių interneto šaltinių, galima daryti išvadą, kad pagrindinė BIM taikymo vertė turto valdymo stadijoje slypi ne pačio modelio naudojime eksploatacijos metu, bet kokybiškame, struktūruotame informacijos perdavime iš projektavimo ir statybos etapų. Šis perdavimo procesas, apibrėžiamas kaip turto informacijos perdavimas (*handover*), yra plačiai nagrinėjamas tiek mokslinėje literatūroje, tiek praktikoje, o tokie standartai kaip ISO 19650 ir COBie suteikia aiškų pagrindą šiam procesui. Tačiau praktinis įgyvendinimas vis dar susiduria su iššūkiais – ne visuose projektuose nustatomi detalūs informacijos reikalavimai naudojimo stadijai, o grįžtamasis ryšys tarp teorijos ir įgyvendinimo gali būti nepakankamas. Lietuvoje reglamentuotas BIM taikymas integracijai į eksploatacijos etapą yra pakankamai aiškus, tačiau praktiniai sprendimai dažnai stringa dėl kompetencijų trūkumo, fragmentiško taikymo ir nepakankamos patirties, kas riboja BIM potencialą visaverčiam turto informacijos valdymui.

2. TYRIMAS

2.1. Informacijos perdavimo iš statybos etapo į eksploatacijos etapą analizė

Duomenys į AIM modelį patenka iš visų statinio gyvavimo ciklo stadijų įvairiais formatais – tiek kaip tiesioginė, tiek kaip netiesioginė įvestis. Tai reiškia, kad kiekvienoje stadijoje (nuo poreikių apibrėžties, esamų sąlygų modelio sudarymo, projektavimo, statybos iki eksploatacijos ir priežiūros) skirtingi projekto dalyviai pateikia informaciją, kuri AIM modelyje gali būti kaupiama kaip pirminiai duomenys (modeliai, brėžiniai, dokumentai) arba kaip apdorota, papildyta ir susisteminta informacija (ataskaitos, analizės, priežiūros istorija). Ši informacija AIM modelyje pateikiama įvairiais formatais – IFC, DWG, PDF, Excel, COBie, E57, nuotraukomis, GIS duomenimis ir kt., užtikrinant visapusišką statinio informacijos valdymą viso jo gyvavimo ciklo metu.

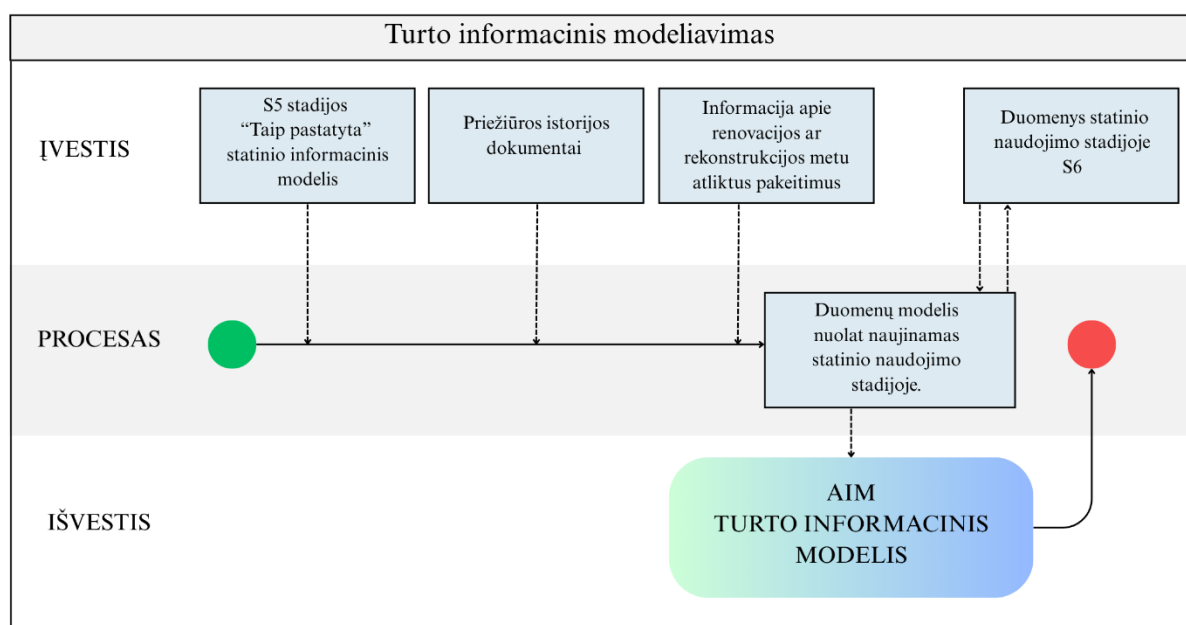
AIM modelio duomenų kaupimas vyksta nuosekliai per visus statinio gyvavimo ciklo etapus, o kiekvienas projekto dalyvis atsakingas už specifinės informacijos pateikimą tam tikru metu.

Pirmiausia – poreikių apibrėžtis. Šioje (S0) stadijoje užsakovas ar projekto iniciatorius pateikia pagrindinius projektavimo tikslus ir užsakovo informacijos reikalavimus (EIR). Dažniausiai ši informacija pateikiama tekstiniais dokumentais (PDF, DOCX) ar lentelėmis (Excel), kuriose apibrėžiami būsimo statinio funkcionalumo, eksploatacijos bei priežiūros lūkesčiai. Vis dažniau, siekiant užtikrinti struktūruotą, standartizuotą ir lengvai apdorojamą informacijos perdavimą, EIR rengiami ir perduodami naudojant IDS (*Information Delivery Specification*) formatą. IDS leidžia tiksliai apibrėžti, kokia informacija, kokių detalumo lygiu ir kokių formatu turi būti pateikta, taip užtikrinant sklandesnę duomenų mainų procesą tarp projekto dalyvių ir efektyvesnę informacijos valdymą BIM aplinkoje.

(S1) stadija – esamų sąlygų modeliavimas – matininkai, inžinieriai ar projektuotojai, pateikia esamos situacijos duomenis: topografinius žemėlapius, 3D skenavimo (E57) failus, GIS duomenis ar DWG brėžinius. Šie duomenys tampa pagrindu tolesniam projektavimui.

Projektavimo etape (S2/S3 stadijos) architektai ir inžinieriai, kuria skaitmeninius modelius, kurie pateikiami atviraisiais, numatytais sutartyje atvejais savaisiais (pvz. *Revit*, *ArchiCAD*) ir kitais formatais. Šiuose modeliuose kaupiama visa erdvinė, techninė, konstrukcinė ir inžinerinė informacija, reikalinga tiek statybai, tiek vėlesniam pastato eksploatavimui.

Statybos etape rangovai ir subrangovai pildo ir perduoda statybos eigos, atliktų darbų, naudojamų medžiagų bei įrangos duomenis. Ši informacija dažniausiai pateikiama COBie, IFC, BCF ar Excel formatais. Šioje stadijoje (S5) paruošiamas „taip pastatyta“ modelis, kurio įvestis yra ankstesnių stadijų sukaupti duomenys – visi svarbiausi projektavimo, statybos ir įrangos duomenys integruojami į vieną vientisą informacinį modelį. Būtent šis „taip pastatyta“ modelis, papildytas priežiūros istorijos dokumentais, bei informacija apie renovacijos ar rekonstrukcijos metu atliktus pakeitimus, toliau jau tampa pagrindu AIM modelio formavimui, kuris vėliau yra naudojamas turto valdymui ir eksploatacijai. AIM modeliavimo funkcinė procesų eigos schema pateikta 7 pav. Eksploatacijos ir priežiūros etape pastato valdytojai ar techninės priežiūros specialistai naudoja COBie, SQL/XML ar PDF formatus, kad nuolat atnaujintų informaciją apie įrangos būklę, priežiūros žurnalus, atliktus remonto darbus, garantijas ir kitus turto valdymui svarbius duomenis. Taip pat naudojimo etape vyksta duomenų integracijos procesas, kuriame jutiklių tinklai, IoT ir erdvinės stebėjimo technologijos formuoja sinchronizuotą duomenų srautą, integruojamą AIM modelį. Ši informacija užtikrina, kad pastato savininkas ar operatorius visada turėtų aktualius duomenis apie statinio būklę ir galėtų efektyviai planuoti priežiūros ar atnaujinimo veiklas.



7 pav. AIM modeliavimo funkcinė procesų eigos schema (sudaryta autorės)

Taigi, kiekviename etape informacija į AIM modelį patenka iš skirtingų šaltinių, naudojant tam tikrus formatus, o už informacijos pateikimą atsakingi atitinkami projekto dalyviai.

6 lentelėje pateikta sisteminta įvesties duomenų ir informacijos, perduodamos į turto informacinį modelį (AIM), apžvalga. Joje sugrupuoti pagrindiniai duomenų tipai, jų šaltiniai,

pateikimo formatai. Toks suskirstymas leidžia aiškiau suprasti, kokia informacija iš projektavimo ir statybos etapų yra aktuali eksploatacijos stadijoje bei kaip ji turi būti transformuojama ar papildoma prieš patenkant į AIM.

6 lentelė BIM taikymo atvejo “duomenų modeliavimas” įvestys ir jų formatai (sudaryta autorės)

Taikymo atvejis / Duomenų teikėjas	Projekto stadija	Pateikiamų duomenys	Formatas / standartas	Paskirtis
1	2	3	4	6
Poreikių apibrėžtis	S0	Tekstinė dokumentacija, reikalavimai	.pdf, .docx, .xlsx, .ids	Apibrėžti reikalavimus projekto įgyvendinimui
		BIM reikalavimai (EIR)	.pdf, .docx, .xlsx, .ids	
		BEP	pdf, .docx, .xlsx,	
		Projektavimo užduotis (PU)	.pdf, .docx, .xlsx	
Esamų sąlygų modeliavimas/ Geodezininkai, matininkai, skenerių operatoriai, projektuotojai	S2	3D skaitmeniniai modeliai pastatai ir požeminė/antžeminė infrastruktūra	.ifc	Esamos infrastruktūros suvokimui ir įvertinimui
		Analizės (akustinė)	.shp, .kml	
		Topo nuotraukos	.landxml	
		Fotogrametrija	las, e57	
		3d taškų masyvas (<i>point cloud</i>)	e57, .rcp	
		Kadastriniai brėžiniai	.dwg, .pdf	
		nuotraukos	.jpeg	
3D modeliavimas / Projektuotojai (architektai, inžinieriai, konstruktoriai)	TDP (S3)	3D modeliai,	.ifc, .rvt ir kiti savieji formatai	Architektūriniai Konstrukciniai sprendiniai, koordinacija
		techniniai duomenys,	.pdf, .xlsx (cobie)	
		brėžiniai	.dwg, .pdf	
Rangovai	S4	Statybos grafikas, 4D modelis	.ifc, .pdf, .xlsx	Statybos eigos, kokybės valdymas
		gamybiniai projekto dalių modeliai,	.ifc,	
		atliktų darbų aktai	.adoc	
		nuotraukos	.jpeg ir kt.	
Įrangos tiekėjai	S4	Įrangos techniniai pasai, sertifikatai, garantijos	pdf, doc, excel, nuorodos į dms	
Rangovai, projektuotojai, tiekėjai	S5	Išpildomieji modeliai	.ifc, .rvt ir kiti savieji formatai	Duomenų perdavimas pastato tinkamam naudoji mui ir priežiūrai
		perdavimo dokumentai, sertifikatai, garantijos	.pdf, .docx, .xlsx	
Techn., priežiūra	S5	Defektai	statybos žurnalas, html	

Taikymo atvejis / Duomenų teikėjas	Projekto stadija	Pateikiamų duomenys	Formatas / standartas	Paskirtis
1	2	3	4	6
		Defektai (kurių nėra statybos žurnale)	.bcf	
Turto savininkai/valdytojai	S6	Eksplloataciniai duomenys, priežiūros istorija, atnaujinimai	.excel, .pdf	Turto valdymas ir priežiūra

Pastato eksploatacijos etape pagrindiniu informacijos šaltiniu tampa turto informacinis modelis (AIM), suformuotas iš projekto informacinio modelio (PIM). AIM apjungia statinius duomenis, perimtus iš projektavimo stadijos (brėžiniai, modeliai, įrangos specifikacijos), ir dinامينius duomenis, kurie kaupiami eksploatacijos metu (priežiūros žurnalai, remonto įrašai, eksploataciniai rodikliai). Statiniai duomenys suteikia atskaitos tašką, o dinaminiai atspindi pastato būklės pokyčius, leidžiančius priimti pagrįstus sprendimus turto priežiūros klausimais.

Projektiniai duomenys AIM modelyje išlaiko pirminius pastato sprendinius, kurie svarbūs planuojant erdvinis pakeitimus. Statybos metu sukaupta „taip pastatyta“ informacija – išpildomasis modelis, įrangos techniniai pasai, sertifikatai, garantijos ir kiti dokumentai – papildomai integruojama į AIM. Tai leidžia tiksliai identifikuoti įdiegtus komponentus ir jų charakteristikas. Gedimo atveju valdytojas gali greitai nustatyti įrenginio modelį, gamintoją, įrengimo datą ir garantijos terminą, todėl sprendimai priimami operatyviau.

Eksploatacijos metu AIM nuolat pildomas realaus naudojimo duomenimis – planinės apžiūros, gedimai, remontai fiksuojami skaitmeniniame žurnale, formuojant techninės būklės istoriją. Šių duomenų analizė padeda atpažinti pasikartojančias problemas, prognozuoti modernizavimo poreikius ir taikyti prevencinės priežiūros priemones.

Efektyviam AIM naudojimui būtina duomenų valdymo sistema – CDE. Tokiu būdu informacija tampa lengvai pasiekiami ir sistemingai naudojama turto priežiūrai, atnaujinimui bei sprendimų priėmimui eksploatacijos laikotarpiu.

Dar projektavimo stadijoje svarbu apibrėžti būsimos informacijos panaudojimo tikslus. Tai leidžia tikslingai atrinkti reikalingus duomenis ir užtikrinti jų aktualumą eksploatacijos metu. BIM objektų atributų priskyrimas yra esminis elementas efektyviam informacijos valdymui. Aiškiai struktūrizuoti atributai leidžia tiksliai apibrėžti kiekvieno elemento savybes, svarbias turto valdymui, ir užtikrina informacijos aiškumą bei pritaikomumą. BIM elementų atributai skirstomi į kategorijas:

- Identifikavimo - unikalūs ID, žymos, klasifikaciniai kodai skirti objektų atpažinimui
- Lokacijos - erdvinės koordinatės, priklausomybės
- Geometriniai - matmenys, forma, orientacija

- Tipo ir konstrukcijos - statybinis tipas, kategorija, konstrukciniai parametrai
- Medžiagų ir apdailos - mechaninės, akustinės, vizualinės, savybės,
- Funkcionalumo ir saugos - prieinamumas, gaisrinė sauga, energetiniai reikalavimai
- Gamintojo informacijos - modelio numeris, garantijos sąlygos, sertifikavimo duomenys
- Techninės dokumentacijos - naudojimo instrukcijos, priežiūros grafikai
- Eksploatacijos ir priežiūros - periodinio techninio aptarnavimo reikalavimus, numatomas eksploatacijos išlaidas
- Aplinkosaugos ir tvarumo – CO₂ pėdsaką, perdirbamus medžiagų kiekį ir energetinio efektyvumo rodiklius.

Atsižvelgiant į šias kategorijas, galima sistemingai įvertinti, kurie duomenys yra būtini tam tikrai eksploatacijos funkcijai, o kurie – pertekliniai. Toks išankstinis planavimas leidžia ne tik optimizuoti duomenų kiekį, bet ir padidina jų praktinį pritaikymą pastato valdymo stadijoje.

Šiame darbe atlikta atributų palyginamoji analizė, siekiant įvertinti, kokia informacija yra rekomenduojama ar reikalaujama skirtinguose šaltiniuose ir standartuose. Analizei pasitelkti COBie, BIMids platforma, ir „Vilniaus Vystymo kompanijos“ (toliau VVK) reikalavimai atributų rinkiniai, taikomi BIM elementams. Palyginimui pasirinktas konkretus atvejis BIM elementas – durys. Jam priskirti atributai buvo išanalizuoti, siekiant rasti bendrus pasikartojančius atributus ir išskirti unikalius skirtinguose šaltiniuose.

7 lentelė. Atributų palyginamoji analizė (sudaryta autorės)

COBie	BIMids	VVK	Aprašymas lietuvių kalba
1	2	3	4
Identifikavimo atributai			
Name Door-TypeXX-Space#-01	Object name (a)	ID (98)	Nurodo unikalų elemento identifikatorių tos pačios rūšies elementų grupėje
Type Door-TypeXX	IFC Type (a)	TypeID (97)	Elemento tipas projekte: nurodo elemento tipą gamybiniu aspektu
	Classification (c)	ClassificationCode (89)	Elemento kodas pagal klasifikatorių
Lokacijos atributai			
Location	Space number (a)	RoomNumber (172)	Patalpos, kurioje sumontuotas gaminys, numeris

COBie	BIMids	VVK	Aprašymas lietuvių kalba
1	2	3	4
		Storey (80)	Aukšto, kuriame sumontuotas elementas, numeris
		StoryNumber (174)	Aukšto, kuriame sumontuotas gaminys, numeris
SpatialPlacement			Elemento erdvinis išdėstymas
Geometriniai, tipo ir konstrukcijos atributai			
Door Type -	Construction principle	Description (99),	Elementų tipo aprašymas (Veiverės plienines durys su įstiklinimu)
	Operation of the door		Elemento varstymo būdai ir kryptis
Frame Type	Door frame (fixed) - dimensions		Staktos tipas /išmatavimai
Door Width mm	Width	Width (203)	Elemento plotis
Door Height mm	Height	Height (439)	Elemento aukštis
Door Thickness mm	Thickness		
		Length (202)	Elemento ilgis (nominalus, specifikuojamas)
		Depth (201)	Elemento gylis arba aukštis (nominalus, specifikuojamas)
	Passage width (p)		Praėjimo plotį.
		Area (119)	Gaminio plotas
		Perimeter (120)	Gaminio perimetras
NominalWeight		Weight (19)	Elemento svoris
		MountingType (204),	Elemento montavimo tipas
Frame Sill	Stool - dimensions		Išorinis staktos slenkstis
	Shading device box - dimensions		šešėliavimo įrenginio dėžutės padėtis ir matmenis
Medžiagos ir apdaila			
Door Material -	-	Material (58)	Pagrindinė medžiaga, iš kurios pagamintas elementas
Door Finish -	-	Finish (49)	Matomas elemento apdaila
Glazing Type -	Glass layers (p)	-	Stiklinimas
-	-	GlazingArea Fraction (55)	Stiklo ploto santykis su angos plotu
-	-	Colour (105)	Pagrindinė elemento spalva
Frame Material	-		Staktos medžiaga
Frame Finish	-		Staktos apdaila
-	Acoustic resistance (p)	SoundInsulation (94)	Akustine varža, R _w

COBie	BIMids	VVK	Aprašymas lietuvių kalba
1	2	3	4
Funkcionalumo ir saugumo atributai			
Fire Label Rating -	Fire rating (p)	FireResistanceRating (426)	Konstrukcijos atsparumo ugnies poveikiui klasifikacija
Fire Label Class			Priešgaisrinės klasifikacijos klasė
Egress Door	Is emergency exit (p)	FireExit (50)	Statinio elementas naudojamas kaip evakuacijos kelias
-	Is handicap accessible (p)	HandicapAccessible (57)	Patalpa, įranga ar elementas prieinamas žmonėms su negalia
-	Is external (p)	IsExternal (46)	Išorinis elementas
-	Has motorized opening (p)	SelfClosing (70)	Nurodo jog elementas turi būti įrengtas taip, kad užsidarytų
	-	SmokeStop (26)	Nurodo elementas privalo sulaikyti dūmus
Pressurization			Slėgio reguliavimas
FireSafetySystem			Priešgaisrinės sistemos priskyrimas
AccessControlSystem	Access (p)		Priėjimo kontrolės sistema
Security Code -			Saugumo kodas
Hardware Set -	Accessories and specific elements		Techninės įrangos komplektas
		TemperatureRange (116),	Darbinis temperatūrų diapazonas
-	Is external (p)	IsExternal (46)	Išorinis elementas
	Is main entrance (p)		Pagrindinis įėjimas
	Thermal transmittance (p)	ThermalTransmittance (93),	Konstrukcijos šiluminis laidumas, U verte
	Is mobile shading device (p)		Judantis šešėliavimo įrenginys
Gamintojo Informacija			
Manufacturer	-	Manufacturer (82)	Gamintojas, atstovas ar elemento tiekėjas
ModelReference	-	ProductName (176)	Gamintojo suteiktas gaminio pavadinimas
ModelNumber	-	Model (84)	Gaminio modelis, nuo gamintojo priklausanti informacija
Dokumentacija ir techninė informacija			
SpecificationSection	Technical sheets	Specification (401)	Nuoroda į elemento ar jo tipo techninę specifikaciją
	Representative image		Gaminio nuotrauka

COBie	BIMids	VVK	Aprašymas lietuvių kalba
1	2	3	4
-	Environmental performance declaration	DeclarationURL (436)	Nuoroda (URL) į elemento ar jo tipo atitikties deklaraciją
-	Maintenance instructions	MaintainanceManualURL (438)	Nuoroda (URL) į elemento ar jo tipo priežiūros instrukciją
-	-	UserManualURL (437)	Nuoroda (URL) į elemento ar jo tipo naudotojo instrukciją
-	Installation instructions	-	Nuoroda (URL) į elemento ar jo tipo montavimo instrukciją
Garantinė informacija			
SerialNumber	-	WarrantyIdentifier (196)	Garantijos identifikatorius
WarrantyDurationParts	-	WarrantyPeriod (197)	Garantijos trukmė, mėnesiai
WarrantyStartDate	-	WarrantyStartDate (198)	Garantijos pradžios data
WarrantyGuarantorParts	-	PointOfContact (193)	Garantinio aptarnavimo paslaugą suteikiančios įmonės kontaktiniai duomenys
PurchaseCost	-	-	Įsigijimo kaina
TagNumber	Numerical identifier (a)	-	Žymės numeris
InstallationDate		Erection (9)	Elemento pastatymo ar sumontavimo data
		Permitted (43)	Leidimo montuoti elementą data
		Inspected (41)	Data ir laikas, kai atlikta elemento apžiūra
		ProductionYear (179)	Gaminio pagaminimo metai

Sugretinus duomenis buvo parengta– atributų lentelė (8 lentelė), kurioje atrinkti pasikartojantys bei, autorės nuomone, eksploatacijos požiūriu tikslingi atributai. Ši lentelė bus taikoma darbo 3 skyriuje, atliekant duomenų perdavimo bandymą.

8 lentelė. Užsakovo reikalavimai informacijai elementui durys (sudaryta autorės)

Atributo pavadinimas	Atributo aprašymas	Duomenų tipas, matavimo vienetas
Identifikavimo atributai		
ID	Nurodo unikalų elemento identifikatorių tos pačios rūšies elementų grupėje	Text

Atributo pavadinimas	Atributo aprašymas	Duomenų tipas, matavimo vienetas
TypeID	Elemento tipas projekte: nurodo elemento tipą gamybiniu aspektu	Text
NSIKCode	Elemento kodas pagal klasifikatorių	Text
Lokacijos atributai atributai		
RoomNumber	Patalpos, kurioje sumontuotas gaminys, numeris	Number
Level	Aukšto, kuriame sumontuotas elementas, numeris	Text
geometriniai ir tipo atributai		
Description	Elementų tipo aprašymas	Text
Width	Elemento plotis	Real, mm
Height	Elemento aukštis	Real, mm
Thickness	Elemento storis	Real, mm
Passage width	Praėjimo plotį.	Real, mm
Area	Gaminio plotas	Real, m ²
Weight	Elemento svoris	Number, kg
MountingType	Elemento montavimo tipas	Text
Medžiagos ir apdaila		
Material	Pagrindinė medžiaga, iš kurios pagamintas elementas	Text
Finish	Elemento apdaila	Text
Glazing Type	Stiklinimas	Text
GlazingArea	Istiklinto paviršiaus santykis su angos plotu	Number
Colour	Pagrindinė elemento spalva	Text
Frame Material	Staktos medžiaga	Text
Funkcionalumo ir saugumo atributai		
FireResistanceRating	Konstrukcijos atsparumo ugnies poveikiui klasifikacija	Text
SystemID	Ryšis su priešgaisrine sistema ar prieigos kontrole	Text
FireExit	Statinio elementas naudojamas kaip evakuacijos kelias	Logical T/N
HandicapAccessible	Patalpa, įranga ar elementas prieinamas žmonėms su negalia	Logical T/N
SoundInsulation	Akustinė varža, R _w	Number, dB
IsExternal	Išorinis elementas	Logical T/N
SelfClosing	Nurodo jog elementas turi būti įrengtas taip, kad užsidarytų	Logical T/N
ThermalTransmittance	Konstrukcijos šiluminis laidumas, U verte	Number, W/m ² ×K
Access	Praėjimo kontrolės sistema	Logical T/N
Is main entrance	Pagrindinis įėjimas	Logical T/N

Atributo pavadinimas	Atributo aprašymas	Duomenų tipas, matavimo vienetas
Gamintojo Informacija		
Manufacturer	Gamintojas, atstovas ar elemento tiekėjas	Text
Model	Gaminio modelis, nuo gamintojo priklausanti informacija	Text
Dokumentacija ir techninė informacija		
Specification	Nuoroda į elemento ar jo tipo techninę specifikaciją	Text
DeclarationURL	Nuoroda (URL) į elemento ar jo tipo atitikties deklaraciją	Text
MaintainanceManualURL	Nuoroda (URL) į elemento ar jo tipo priežiūros instrukciją	Text
MaintenanceHistory	Remonto datos ir tipai	Text
UserManualURL	Nuoroda (URL) į elemento ar jo tipo naudotojo instrukciją	Text
Garantinė informacija		
WarrantyIdentifier	Garantijos identifikatorius	Text
WarrantyPeriod	Garantijos trukmė, mėnesiai	Text
WarrantyStartDate	Garantijos pradžios data	Text
PointOfContact	Garantinio aptarnavimo paslaugą suteikiančios įmonės kontaktiniai duomenys	Text
Erection	Elemento pastatymo ar sumontavimo data	Datetime
Inspected	Data ir laikas, kai atlikta elemento apžiūra	Datetime

Suformuoto atributų sąrašo struktūra atitinka COBie ir IFC reikalavimus, loginiai atributai, tokie kaip *FireExit* ar *HandicapAccessible*, supaprastina filtravimą pagal funkcinis reikalavimus, o hipernuorodos skatina skaitmeninį dokumentų valdymą.

2.2. BIM modelių taikymas turto valdyje: rinkos dalyvių įžvalgos

Siekiant išsiaiškinti praktinius iššūkius ir galimybes, susijusias su turto informacinio modelio (AIM) taikymu eksploatacijos stadijoje, buvo atlikti interviu su įvairiais statybos sektoriaus dalyviais – projektuotojais, rangovais ir turto valdytojais. Tyrimo tikslas – identifikuoti esamas problemas ir gerąją praktiką, susijusią su BIM duomenų naudojimu po statybos užbaigimo.

Interviu klausimai buvo suformuluoti remiantis mokslinių straipsnių analize, siekiant užtikrinti jų aktualumą ir pagrįstumą. Surinkta informacija leido įvertinti rinkos brandą, supratimą apie BIM naudą eksploatacijos etape bei realias praktikas, taikomas projektų

įgyvendinimo metu. Atlikti interviu leido identifikuoti pagrindines problemas, kurios buvo kartotinai įvardytos skirtingų pašnekovų:

- Neaiškūs reikalavimų nustatymo procesai

Turto savininkai ir valdytojai neformuluoja aiškių reikalavimų AIM kūrimui, nes nemato tiesioginės naudos. Priežiūros procesai lieka neapibrėžti – trūksta struktūros, ilgalaikių tikslų ir proaktyvaus požiūrio į turto valdymą. Užsakovams, ypač mažoms įmonėms, trūksta patirties rengiant EIR, todėl reikalavimai dažnai kopijuojami iš kitų projektų, neatsižvelgiant į specifinius poreikius.

Viešajame sektoriuje, nors BIM taikymas yra privalomas, žinių apie procesus ir naudą stoka išlieka pagrindine kliūtimi. Tik didelės organizacijos (pvz., infrastruktūros operatoriai) sistemingai formuluoja AIM poreikius, o gerosios praktikos pavyzdžiai tampa pagrindu mažesnėms įmonėms.

- Duomenų modeliavimo problemos

Nors BIM technologijos plačiai taikomos projektavimo ir statybos etapuose, eksploatacijos poreikiai dažnai ignoruojami, todėl perėjimas prie AIM modelio tampa techniškai sudėtingas. „Taip pastatyto“ modelio kūrimas susiduria su iššūkiais dėl dažnų projektinių pakeitimų, dėl kurių dažnai apsiribojama negeometrine informacija arba dokumentų rinkiniu, o ne dinamiškai atnaujinamu duomenų šaltiniu. Praktikoje matyti, kad statybos metu sukuriamą labai daug informacijos, tačiau naudojimo (eksploatacijos) etape reikia tik dalies šių duomenų. Todėl svarbu atrinkti tik tuos duomenis, kurie iš tiesų reikalingi pastato valdymui. Tam padeda tokios priemonės kaip IDS specifikacijos, kurios leidžia tiksliai apibrėžti, kokios informacijos reikia. Pastebėta, kad kai duomenys perduodami toje pačioje platformoje (pavyzdžiui, Dalux–DaluxFM ar Catenda–Catenda Duo), sumažėja klaidų ir sutaupoma laiko, tačiau dėl gana aukštos kainos jų naudojimas rinkoje vis dar auga lėtai.

- Duomenų mainų standartai ir klasifikatoriai

COBie standartas yra specialiai sukurtas turto valdymo poreikiams ir jo struktūra pritaikyta eksploatacijos etapui, tačiau praktikoje jis beveik nenaudojamas. Plačiausiai taikomas IFC formatas, kuris laikomas pagrindiniu duomenų mainų standartu tarp skirtingų BIM platformų. Taip pat dažnai naudojami savieji formatai, kurie suteikia daugiau lankstumo ir galimybių valdyti projekto pakeitimus. Savieji formatai suteikia didelį funkcionalumą konkrečios platformos ribose, tačiau reikalauja aukšto lygio specializuotų žmogiškųjų išteklių.

NSIK klasifikatorius – nors jis vertinamas kaip sudėtingas ir reikalaujantis papildomų žinių, respondentai mato jo tolimesnio taikymo potencialą.

2.3. Užsakovo informacijos reikalavimų (EIR) parengimas bandomajam projektui

Šiame skyriuje nuspręsta parengti Užsakovo informacijos reikalavimus (EIR), orientuotus į Turto informacijos modelio (AIM) sukūrimą statybos užbaigimo etape. EIR buvo formuojamas remiantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2022 m. vasario 24 d. įsakymu Nr. D1-57 (redakcija galiojanti nuo 2024-11-01), kuriame pateiktas Užsakovo informacijos reikalavimų rengimo tvarkos aprašas. Detalizuojant duomenų modeliavimo taikymo atvejį, įvesties duomenys apima: statinio projektinį modelį, statinio išpildomąjį modelį, technines specifikacijas, techninius pasus, garantijas, informaciją apie rangovus, kitą informaciją, susijusią su statinio, jo elementų, inžinerinių sistemų, tinklų, komunikacijų ir įrangos naudojimu. Išvestis – tai duomenų modelis, kuris perduodamas užbaigus statybą į naudojimo etapą.

EIR parengiamas aprašant informacijos poreikį LOI (*Level of Information*) specifikacijoje, kuri pateikiama kaip detali atributų matrica. Joje apibrėžiami, pavyzdžiui, durų fiziniai parametrai, medžiagos, saugos reikalavimai ir dokumentacijos nuorodos. Detalizuojant duomenų modeliavimo taikymo atvejį, parengiama informacijos matrica vienam elementui – durims. Parengti informacijos detalumo lygio (LOI) reikalavimai, bus išbandomi 4 skyriuje, kuriame aprašomas duomenų perdavimas iš PIM (Projektinio informacijos modelio) į AIM (Turto informacijos modelį).

Siekiant užtikrinti tyrimo tikslingumą, EIR formos analizėje buvo įtraukti tik tie skyriai, kurie yra tiesiogiai susiję su tyrimo objektu. Skyriai, pažymėti „*neanalizuojama“, nebuvo nagrinėjami.

9 lentelė. Užsakovo informacijos reikalavimų forma EIR-1 (sudaryta autorės)

UŽSAKOVO INFORMACIJOS REIKALAVIMAI								
Statinio informacinio modeliavimo reikalavimai paslaugoms, valdymui ir technologijoms								
1. Statinio informacinio modeliavimo projekto etapai, stadijos ir rezultatai								
Eil. Nr.	Statinio gyvavimo ciklo etapas	Statinio gyvavimo ciklo stadija ir žymuo (S1–S6)	Statinio gyvavimo ciklo rezultatai					
1	2	3	4					
1	Statyba	Statybos užbaigimas (S5)	1. Faktiškai atliktų darbų atitikimas projektiniams sprendiniams (PIM modeliams) 2. Parengtas S5 „Taip pastatyta“ modelis pagal LOD reikalavimus 3. Sukurta informacija paskelbta bendrojoje duomenų aplinkoje (CDE) ir (arba) turto valdymo aplinkoje.					
2	Naudojimas	Statinio priežiūra ir naudojimas (S6)	1.Parengtas S6 turto informacijos modelis, pagal LOD reikalavimus 2. Sukurta informacija paskelbta turto valdymo aplinkoje. 3.Informacinis modelis naudojamas turto valdymui, priežiūrai, remontui ir rekonstrukcijai, taip sukuriant geriausią įmanomą pastato pridėtinę vertę, projektinės bei priežiūros informacijos perimamumą.					
2. Statinio informacinio modeliavimo taikymo atvejai, susieti su statinio gyvavimo ciklo etapais ir etapų stadijomis								
Eil. Nr.	Statinio informacinio modeliavimo taikymo atvejai	Planavimas		Projektavimas		Statyba		Naudojimas
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	2	3	4	5	6	8	9	10
1	Esamų sąlygų modeliavimas (privalomas)							
2	Kiekių skaičiavimai (privalomas)							
3	Projekto etapų planavimas (rekomenduojamas)							
4	Sklypo analizė (rekomenduojamas)							
5	Funkcinis, tūrinis, planinis vertinimas (privalomas)							
6	Statinio informacinio modeliavimo projekto vizualizavimas ir peržiūros (rekomenduojamas)							
7	Projektavimas ir (ar) modeliavimas (privalomas)							
8	Inžineriniai skaičiavimai ir analizė (rekomenduojamas)							
9	Energinė analizė (rekomenduojamas)							

10	Tvarumo vertinimas (rekomenduojamas)							
11	Konstrukcijų analizė ir projektavimas (rekomenduojamas)							
12	Apšvietimo analizė (rekomenduojamas)							
13	Inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacijų analizė (rekomenduojamas)							
14	Kiti analizės atvejai (rekomenduojamas)							
15	Atitikties vertinimas ir (ar) statinio informacinio modeliavimas projekto ekspertizė (rekomenduojamas)							
16	3D koordinavimas ir (ar) susikirtimų patikra (privalomas)							
17	Statybvietsės planavimas (rekomenduojamas)							
18	Sveikatos ir saugos priemonių planavimas (rekomenduojamas)							
19	Konstruktinė-technologinė analizė (rekomenduojamas)							
20	Statybos technologijos (technologinės schemos) ir montavimo eigos simuliacija (rekomenduojamas)							
21	Statybos logistikos planavimas (rekomenduojamas)							
22	Statybos procesų modeliavimas ir valdymas (rekomenduojamas)							
23	Skaitmeninė gamyba (rekomenduojamas)							
24	Statybos darbų techninė priežiūra (rekomenduojamas)							
25	Išpildomasis modeliavimas (rekomenduojamas)*neanalizuojamas						X	
26	Duomenų modeliavimas (rekomenduojamas)						X	X
27	Statinio priežiūros planavimas (rekomenduojamas)							
28	Statinio inžinerinių sistemų, tinklų ir komunikacinė analizė (rekomenduojamas)							
29	Energijos sąnaudų analizė (rekomenduojamas)							
30	Turto valdymas (rekomenduojamas)							
31	Erdvės valdymas ir stebėseną (rekomenduojamas)							
32	Tvarumo stebėseną ir analizė (rekomenduojamas)							
33	Avarijų prevencija (rekomenduojamas)							
3. Mokymų poreikis, susijęs su pirkimo objektu* neanalizuojama								

4. Projekto informacijos modelio struktūra		
Eil. Nr.	Projekto informacijos modelio tipas	Projekto informacijos modelio paskirtis
1	2	3
1	Esamų sąlygų informacinis modelis	Modelis, kuriame atvaizduojama esama objekto, sklypo ar pastato dalies būklė prieš projektavimo ar statybos pradžią. Sudaromas naudojant geodezinius matavimus, 3D skenavimą ar fotogrametriją. Naudojamas projektavimo pradžiai, sprendinių derinimui, kiekių tikrinimui, būklės analizei, rekonstrukcijos ar modernizacijos planavimui.
2	Statinio projektinis modelis	Skaitmeninis statinio modelis, kuriame atvaizduojama projektinė statinio būseną: architektūriniai, konstrukciniai, inžineriniai sprendiniai, tūriai, erdvės, elementai, jų tarpusavio ryšiai.
3	Statinio išpildomasis modelis	Modelis, atspindintis faktiškai įgyvendintą statinio būseną po statybos užbaigimo: realūs matmenys, medžiagos, įranga, įvykdyti pakeitimai. Naudojamas statinio priėmimui, atitikties vertinimui, eksploatacijos pradžiai.
4	Techninės specifikacijos	Dokumentų ir duomenų rinkinys, apibūdinantis statinio, jo dalių, sistemų, elementų techninius reikalavimus, standartus, kokybės kriterijus. Naudojamas projektavimo, pirkimų, statybos ir kokybės kontrolės procesuose.
5	Techniniai pasai	Gaminių, įrangos, sistemų gamintojų pateikiami dokumentai, kuriuose nurodomos techninės charakteristikos, eksploataavimo sąlygos, montavimo ir priežiūros instrukcijos. Naudojami eksploatacijos, priežiūros, remonto metu.
6	Garantijos	Dokumentai ir informacija apie suteiktas garantijas statinio dalims, įrangai, sistemoms: garantinis laikotarpis, sąlygos, gamintojo ar rangovo įsipareigojimai. Naudojama eksploatacijos, priežiūros, ginčų sprendimo atvejais.
7	Informacija apie rangovus,	Duomenys apie statybos, montavimo, projektavimo, priežiūros darbus vykdžiusius rangovus ar subtiekęjus: pavadinimai, kontaktai, atsakomybės sritys. Naudojama atsakomybių, komunikacijos, priežiūros ir remonto procese.
8	Informacija susijusi su statinio ir jo elementų, inžinerinių sistemų, tinklų, komunikacijų, įrangos naudojimu	Eksploatacinė informacija: naudojimo instrukcijos, priežiūros grafikai, remonto istorija, energijos vartojimo ar kitų rodiklių stebėseną. Naudojama pastato valdymui, priežiūrai, atnaujinimui, efektyvumo analizei.
5. Projekto informacijos modelio duomenų atskyrimo ir susiejimo principai		
Eil. Nr.	Projekto informacijos modelio duomenų atskyrimo ir susiejimo principai	
1	2	
1	Projekto informacijos modeliai skaidomi pagal pagrindines projekto dalis (architektūrinė, konstrukcinė, inžinerinių sistemų, aplinkos, dokumentacijos ir kt.), o prireikus – pagal erdves, sistemas ar elementų tipus, naudojant NSIK klasifikatorių	
2	Duomenų paskelbimas, apsikeitimas ir archyvavimas numatytas atlikti projekto bendrojoje duomenų aplinkoje (CDE).	

3	Modelių elementai privalo būti susieti su atitinkamais dokumentais per nuorodas ar dokumentų valdymo sistemas				
6. Klasifikavimo sistema					
Eil. Nr.	Klasifikavimo sistema				
1	2				
1	Taikoma klasifikavimo sistema – Lietuvos nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius (NSIK)				
7. Projekto informacijos modelio vientisumo ir kokybės užtikrinimas * neanalizuojama					
8. Pareigos ir atsakomybės valdant projekto informacijos modelį * neanalizuojama					
9. Projekto informacijos modelio vystymo ir informacijos pateikimo planas					
Eil. Nr.	Projekto informacijos modelio sudėtis	Stadija Sx (statinio gyvavimo ciklo stadija)		Stadija Sy (statinio gyvavimo ciklo stadija)	
		LOD	Pastabos	LOD	Pastabos
1	2	3	4	5	6
1	Techninis darbo projektas (TDP)	3		6	
2	Išpildomasis modeliavimas (taip pastatyta)	4		6	
10. Bendradarbiavimo procesai ir procedūros – Susitikimų planas* neanalizuojama					
11. Duomenų pateikimo reikalavimai, standartai (pildoma 2 priedo 6 lentelė) * neanalizuojama					
12. Informacijos atvaizdavimo standartai* neanalizuojama					
13. Projekto informacijos modelio tipai ir duomenų formatai					
Eil. nr.	Projekto informacijos modelio tipas	Projekto informacijos modelio trumpas aprašymas	Duomenų pateikimo ir (ar) sukūrimo formatai	Duomenų mainų formatai	Duomenų saugojimo formatai
1	2	3	4	5	6
1.	Modeliai	Užbaigus projekto stadiją ar etapą parengtas projekto BIM modelis perduodamas Užsakovui IFC	.ifc	.ifc; .landXML ir kt.	.ifc; .landXML
2.	Projekto brėžiniai 2D	Iš modelio sugeneruoti projektiniai brėžiniai. Atskirais atvejais (suderinus su Užsakovu) parengti brėžiniai, kai jų sugeneruoti iš modelio nėra įmanoma.	.dwg; .pdf .	.pdf ir kt.	.pdf, .adoc, .dwg
3.	Grafikai, lentelės	Įvairios projekto skaičiuoklės	.xlsx	.xlsx ir kt.	.pdf

4.	Projekto dokumentacija	Aiškinamoji projekto dalis, tekstas	.docx .	.docx; .pdf ir kt.	.pdf, .adoc
14. Projekto informacijos modelio padėtis erdvėje (koordinatų ir aukščių sistema)					
Eil. nr.	Projekto informacijos modelio padėtis erdvėje (koordinatų ir aukščių sistema)				
1	2				
1.	BIM modelio nulinio taško padėtis LKS-94 koordinatų ir LAS07 aukščių sistemoje.				
15. Projekto informacijos modelio nustatymai					
Eil. nr.	Projekto informacijos modelio nustatymai				
1	2				
1.	Projektas rengiamas metrine matavimo sistema, standartiniais SI matavimo vienetais. Modelio ilgio matavimo vienetai – milimetrai (statiniui), metrai (sklypo planui, teritorijoms ir infrastruktūros objektams). Modelio matmenų tikslumas nustatomas BEP pagal modelio dalis ir dokumentacijos tipą.				
16. Programinė įranga*					
17. Informacinių technologijų sistemų našumas*					
18. Duomenų saugumas*					
19. Bendroji duomenų aplinka*					
20. Turto informacinio modelio (AIM) poreikis					
Eil. nr.	Statinio informacinio modeliavimo taikymo atvejai naudojimo etape		Laukiamas rezultatas		
1	2		3		
1.	Statinio priežiūros planavimas		Naudojant modelį yra galimybė nustatyti tikslias elementų vietas, rasti atributinę elementų informaciją (su nuorodomis į dokumentus), realiu laiku gauti signalus į modelį iš statinio automatizavimo sistemos (BAS) ir kt. Sėkminga statinio priežiūros programa padeda ūkio valdytojui iš anksto planuoti statinio priežiūrą, paskirstyti priežiūros personalą, pagerina statinio veikimo charakteristikas, sumažina remonto poreikį ir bendras priežiūros išlaidas. Naudojant turimą informaciją galima analizuoti duomenis, įvertinti skirtingas priežiūros atlikimo galimybes, dokumentuoti priežiūros programą.		
2.	Energijos sąnaudų analizė		Taikant turto valdymo sistemos programinę įrangą, susietą su pastato automatizavimo sistemomis (BAS), yra naudojamas energijos efektyvumo stebėsenai ir automatinei lyginamajai analizei. Atliekant analizę vertinamos faktinės energijos sąnaudos statinio naudojimo stadijoje ir lyginamos su planuotomis energijos sąnaudomis, užduodami nauji statinio naudojimo tikslai energijos suvartojimui ir komforto lygiui. Energinių charakteristikų analizė gali reikšmingai pagerinti statinio energinį efektyvumą naudojimo stadijoje.		

3.	Turto valdymas	Turto valdymo sistema, abipusiu ryšiu sujungta su duomenų modeliu, padeda prižiūrėti ir naudoti objektą bei jo turtą. Turto valdymo sistema leidžia statinio naudotojui ir priežiūros komandai stebėti statinio turto naudojimą, veikimą ir priežiūrą. Turto valdymo sistema naudojama kaštų pasikeitimui įvertinti keičiant ar gerinant statinio turtą, turto sąnaudoms mokesčių įvertinimo tikslais išskirti, tikslams įmonės turto kiekiams, kurie skirti finansinėms ataskaitoms rengti, ateities projektų kainai įvertinti, gauti.
4.	Erdvių valdymas ir stebėseną	Modelio naudojimas erdvės (pastato patalpų, viešųjų erdvių, kelių, tiltų, miesto inžinerinių tinklų ir kt.) stebėsenai, išteklių paskirstymui, valdymui ir stebėsenai per statinio gyvavimo ciklą. BIM modelis leidžia ūkio valdymo komandai analizuoti esamą erdvės panaudojimą, tinkamai valdyti erdvių naudojimo pokyčius ir efektyviai planuoti ateities poreikius.
5.	Avarių prevencija	AIM susietas kartu su BMS padeda aiškiai nurodyti, kurioje įrenginio dalyje įvyko avarija, pateikti galimas prieigas bei pažymėti kitas pavojingas įrenginio vietas.
6.	Tvarumo stebėseną ir analizę	Atliekamas vertinamas remiantis tvarumo kriterijais (BREEAM / LEED), naudojant informacinį modelį statinio naudojimo stadijoje. Šie kriterijai taikomi medžiagoms, parametrams ir procesams. Tvarumo stebėsenos ir analizės metu atliekama atitikties projekto tvarumo reikalavimams patikra, energijos sąnaudų, inžinerinių sistemų veikimo analizę ir kt., siekiant parinkti tvariausią statinio veiklos modelį.

21. Projekto informacinio modelio ir turto informacinio modelio informacijos suderinamumo strategija

Eil. nr.	Turto informacinio modelio sudėtis	LOD	Pastabos
1	2	3	4
1.	Techninis darbo projektas (TDP)	6	LOD 6 lygyje numatomas žemesnis LOG, nei kituose LOD lygiuose.
2	Išpildomasis modeliavimas (taip pastatyta)	6	

22. Projekto informacinio modelio duomenų migracija į turto informacinį modelį

Eil. nr.	Turto informacijos modelio tipas	Turto informacijos modelio trumpas aprašymas	Duomenų perdavimo formatai
1	2	3	4
1.	Modeliai	Užbaigus projekto stadiją ar etapą parengtas projekto BIM modelis perduodamas Užsakovui IFC	.ifc
2.	Projekto brėžiniai 2D	Iš modelio sugeneruoti projektiniai brėžiniai. Atskirais atvejais (suderinus su Užsakovu) parengti brėžiniai, kai jų sugeneruoti iš modelio nėra įmanoma.	.pdf, .adoc, .dwg
3.	Grafikai, lentelės	Įvairios projekto skaičiuoklės	.xlsx
4.	Projekto dokumentacija	Tekstinė projekto dalis	.pdf, .adoc

10 lentelė. Statinio informacinio modeliavimo geometrijos detalumo lygio (LOG) reikalavimai (sudaryta autorės)

Kodinis žymuo pagal Nacionalinį statybos informacijos klasifikatorių	Pavadinimas, aprašymas Nacionaliniame statybos informacijos klasifikatoriuje	Sinonimai, taikymo apimtis, apribojimai	LOG 1 (100)	LOG 2 (200)	LOG 3 (300)	LOG 4 (350)	LOG 5 (400)	LOG 6 (500)	Tiekėjo papildyta informacija
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<L>AD	Sienos sistema sudėtinė	Durų anga, lango anga, siena, mūrinė siena, sienos langai, sienos durys, karkasinė sienos konstrukcija, monolitinė sienos konstrukcija, fasadinė siena, fasadų sistema, įlaidinė siena, vidinės pertvaros konstrukcija			Vaizduojama detalizuota tūrinė geometrija, išskiriant sienos konstrukciją. Sienos konstrukcija vaizduojama su langų ir durų išėmomis. Pertvaros vaizduojamos kaip sistema			Tiksli geometrija ir lokacija nustatyta sumontavimo metu. Eksploataciniame modelyje naudojama LOG 3 lygio geometrija.	(pildo tiekėjas)
<L>QQC	Durys	Žmones praeiti praleidžiantis erdvės prieigos komponentas.			Geometrija tikslioje projekcinėje lokacijoje Geometrija tiksliai matmenų				(pildo tiekėjas)“.

Pildant aprašo lentelę „Statinio informacinio modeliavimo geometrijos detalumo lygio (LOG) reikalavimai“ (žr.10 lentelę), buvo susidurta su neaiškumais dėl atskirų grafų reikšmių interpretavimo. Siekiant užtikrinti duomenų tikslumą ir atitikimą galiojantiems reikalavimams, lentelė buvo užpildyta remiantis LR aplinkos ministro įsakymo projektu, kuriame numatyti šios lentelės pakeitimai (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2025).

Aprašo priedo lentelė „Statinio informacinio modeliavimo informacijos detalumo lygio (LOI) reikalavimai“ šiame etape pakartotinai nepildyta, kadangi ji jau buvo pateikta ankstesniame darbo skyriuje (žr.8 lentelė. Užsakovo reikalavimai informacijai elementui durys (sudaryta autorės) . Taip pat pažymėtina, kad NSIK klasifikavimas šio tyrimo kontekste elementų atributams nėra taikomas, todėl šis aspektas nebuvo analizuojamas.“

Šiame tyrime BIM projekto vykdymo planas (angl. *BIM Execution Plan* toliau BEP) neruošiamas, nes EIR apimtis leidžia įvykdyti eksperimentą.

Tyrimas atskleidė, kad duomenų modeliavimo taikymo atvejis apima platų įvesties duomenų spektrą: statinio projektinį modelį, statinio išpildomąjį modelį, technines specifikacijas, techninius pasus, garantijas, informaciją apie rangovus bei kitą informaciją, susijusią su statinio, jo elementų, inžinerinių sistemų, tinklų, komunikacijų ir įrangos naudojimu. Šie duomenys formuoja išvesties produktą - duomenų modelį, kuris perduodamas užbaigus statybą į naudojimo etapą. Išpildomojo modelio reikšmė šiame procese yra ypač svarbi, nes jis atspindi faktinę statinio būklę po statybos darbų užbaigimo. Be šio komponento, AIM modelio sukūrimas tampa neišsamus ir netikslus, nes trūksta realios statinio būklės duomenų. Detalizuojant duomenų modeliavimo taikymo atvejį, parengiama informacijos matrica, kurioje apibrėžiami fiziniai parametrai, medžiagos, saugos reikalavimai ir dokumentacijos nuorodos.

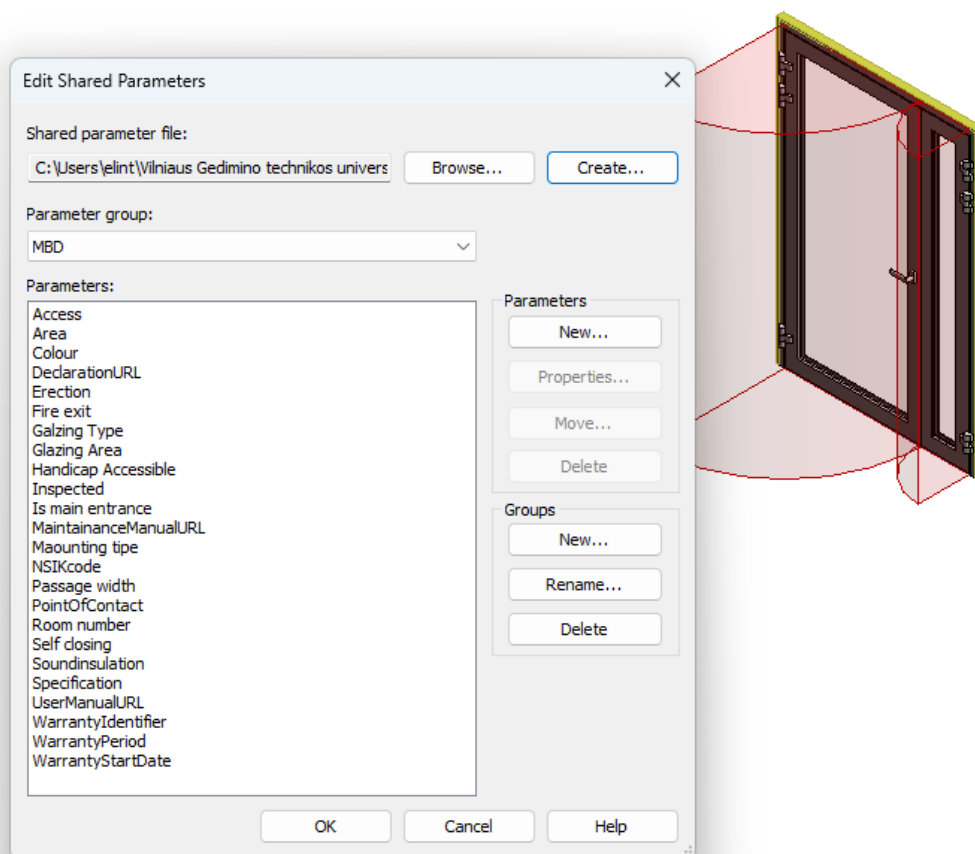
EIR parengiamas aprašant informacijos poreikį LOI (Level of Information) specifikacijoje, kuri pateikiama kaip detali atributų matrica. Šioje matricoje apibrėžiami elementai ir jų charakteristikos - fiziniai parametrai, medžiagos, saugos reikalavimai ir dokumentacijos nuorodos. Tokia detalizacija užtikrina, kad visi reikalingi duomenys būtų perduoti į AIM modelį struktūrizuotu ir naudojamu formatu.

EIR reikalavimų formalizavimas IDS (*Information Delivery Specification*) formatu žymi naują kokybės lygį duomenų valdyje. IDS – tai kompiuteriu skaitoma specifikacija, leidžianti automatizuoti informacijos reikalavimų tikrinimą ir užtikrinti, kad pateikti duomenys atitiktų užsakovo nustatytus kriterijus. Šis formatas yra paremtas IFC standartu. IDS taikymas tampa ypač svarbus, kai siekiama užtikrinti sklandų ir tikslų duomenų perdavimą naudojimo etapui, ypač kai į taikymo atvejus įtraukiamas išpildomasis modelis, kuris yra pagrindinis informacijos šaltinis AIM formavimui.

3. EKSPERIMENTAS

3.1. Modelio parengimas

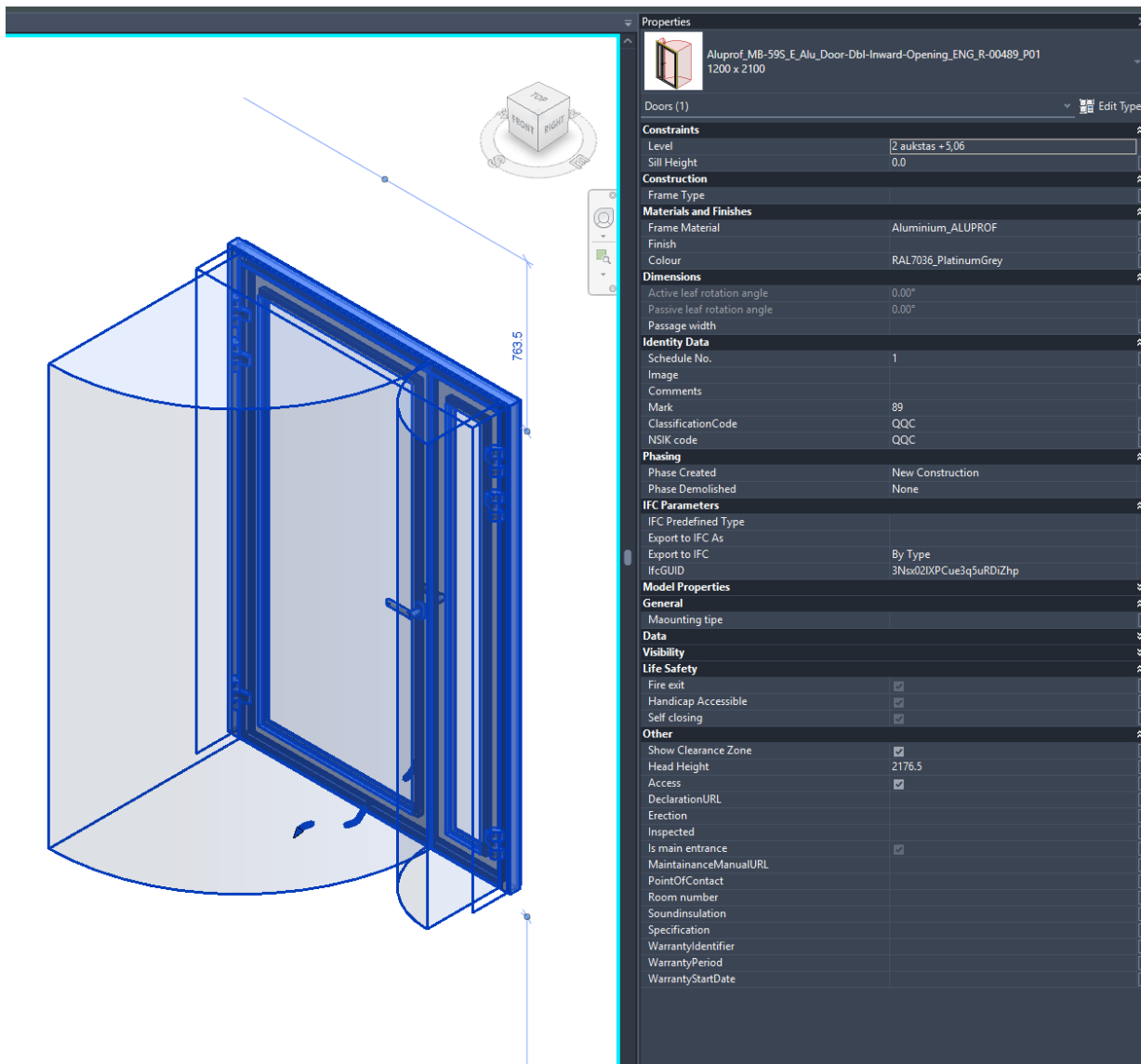
Remiantis parengtais statinio informacinio modeliavimo informacijos detalumo lygio (LOI) reikalavimais, programinėje įrangoje *Autodesk Revit* buvo sukurti trūkstami BIM elementų informaciniai atributai. Nustatyta, kad dalis LOI lentelėje nurodytų atributų pagal numatytuosius nustatymus nėra prieinami. Atsižvelgiant į tai, buvo sukurti naudotojo apibrėžti bendrinami atributai (angl. *Shared Parameters*), kurie atitiko LOI lentelėje apibrėžtus informacijos poreikius. Svarbu pažymėti, kad tokiu būdu atsiranda galimybė įtraukti ir NSIK (Statybos techninės informacijos klasifikatoriaus) žymėjimą prie konkrečių modelio elementų. Tai leidžia ne tik standartizuoti informacijos struktūrą, bet ir užtikrinti jos atsekamumą.



8 pav. *Shared* parametru kūrimas *Autodesk Revit* aplinkoje (sudaryta autorės)

Parametrų kūrimas ir priskyrimas rankiniu būdu yra imlus laiko sąnaudoms procesas, kuris didina klaidų tikimybę. Siekiant efektyvinti šį procesą, ypač dirbant *Autodesk Revit* aplinkoje, būtų tikslinga, kad užsakovas kartu su EIR pateiktų ir parengtą *Shared Parameters*

failą. Tai leistų automatizuoti parametrų integravimą į modelį, sumažinti klaidų riziką ir užtikrinti vienodą informacijos struktūrą viso projekto metu.

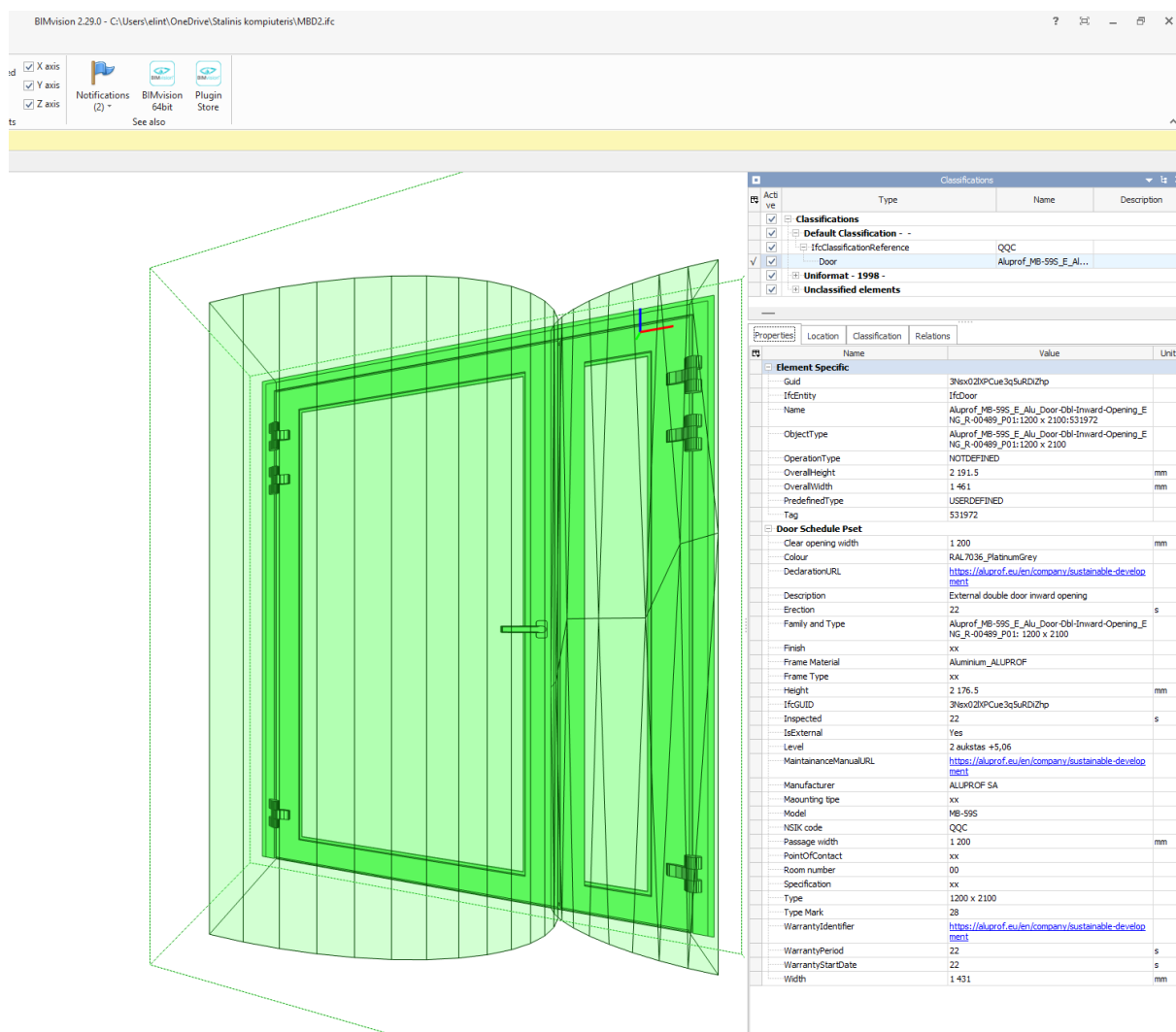


9 pav. Priskirti parametrai Bim elementui Autodesk Revit aplinkoje (sudaryta autorės)

Kaip matyti 9 pav., *Autodesk Revit* aplinkoje pasirinkus durų elementą, dešinėje pusėje esančiame savybių lange (*Properties*) pateikiami visi su šiuo elementu susiję parametrai. Tarp jų – tiek numatytieji *Revit* parametrai tiek naudotojo sukurti bendrinami parametrai, atitinkantys LOI lentelėje apibrėžtus informacijos reikalavimus.

Tokiu būdu kiekvienam modelio elementui gali būti sistemingai priskiriami konkretūs atributai, užtikrinant informacijos detalumo lygį.

3.2. Duomenų perdavimas taikant IFC

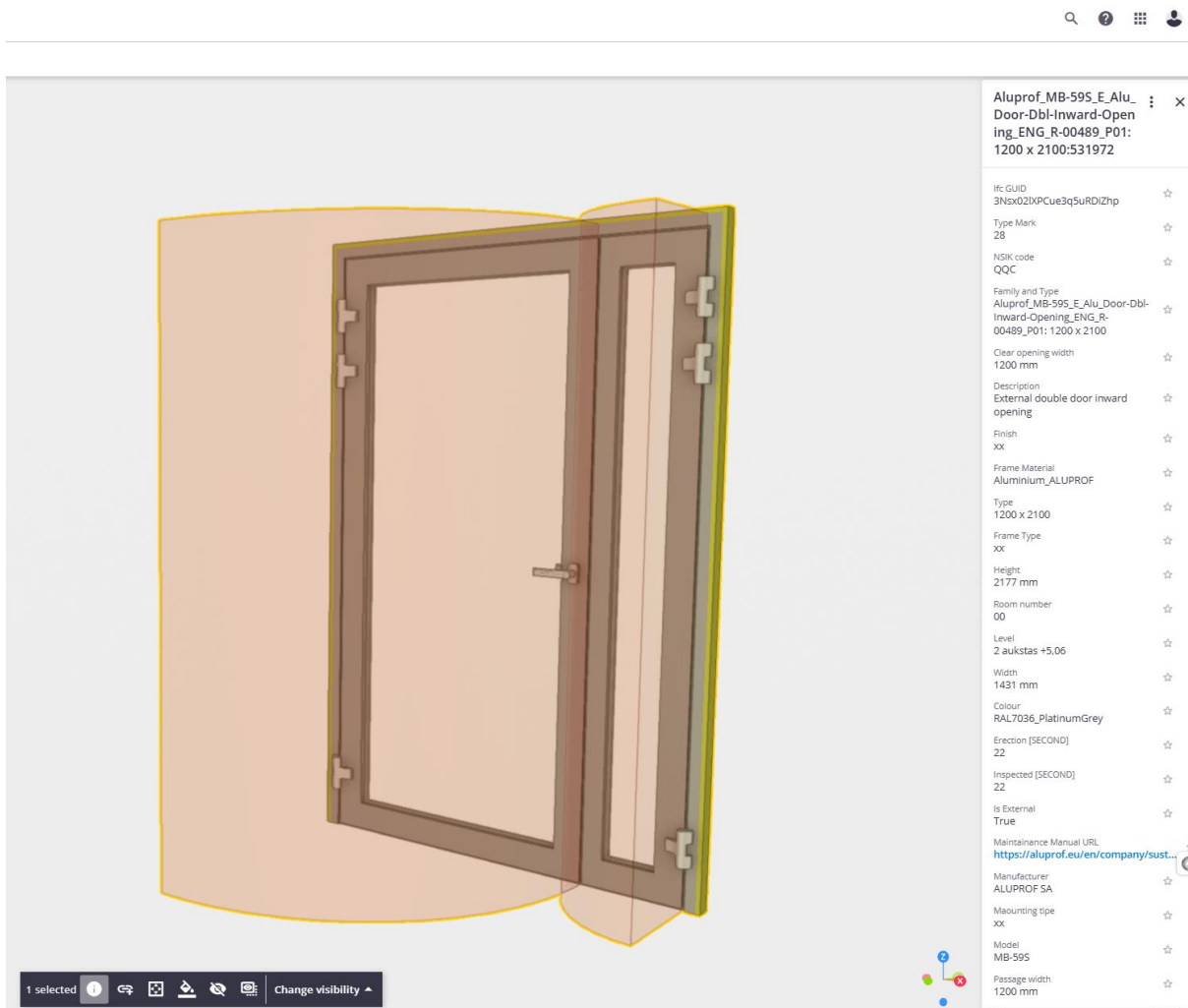


10 pav. IFC modelis *BIM Vision 2.24* programoje (sudaryta autorės)

Siekiant įvertinti, kaip informacija, parengta pagal Užsakovo informacijos reikalavimus ir LOI specifikaciją, yra perduodama ir atvaizduojama skirtingose BIM platformose, buvo atlikti du bandymai: modelio peržiūra *BIM Vision* ir *Trimble Connect* aplinkose. Abu atvejai buvo paremti tuo pačiu IFC formatu eksportuotu modeliu, kuriame naudoti pasirinktinių savybių rinkiniai (*Property Sets*), sukurti naudojant *Revit* funkciją „Export Schedules As *Property Sets*“.

Pirmuoju atveju IFC modelis buvo atidarytas *BIM Vision 2.24* programoje. Ši platforma leidžia analizuoti BIM modelius nepriklausomai nuo naudojamos projektavimo programinės įrangos. IFC faile (10 pav.), sėkmingai perduoti visi atributai numatyti EIR, tokie kaip: klasifikacija (NSIK), savybių rinkiniai (*Pset_DoorCommon*, *Pset_Manufacturer Type Information*), kiti LOI lentelėje numatyti parametrai.

Šis metodas leido išvengti perteklinės informacijos perteikimo, kuris dažnai pasitaiko automatinuose eksportuose, ir užtikrino, kad modelio duomenys atitiktų nustatytus reikalavimus.



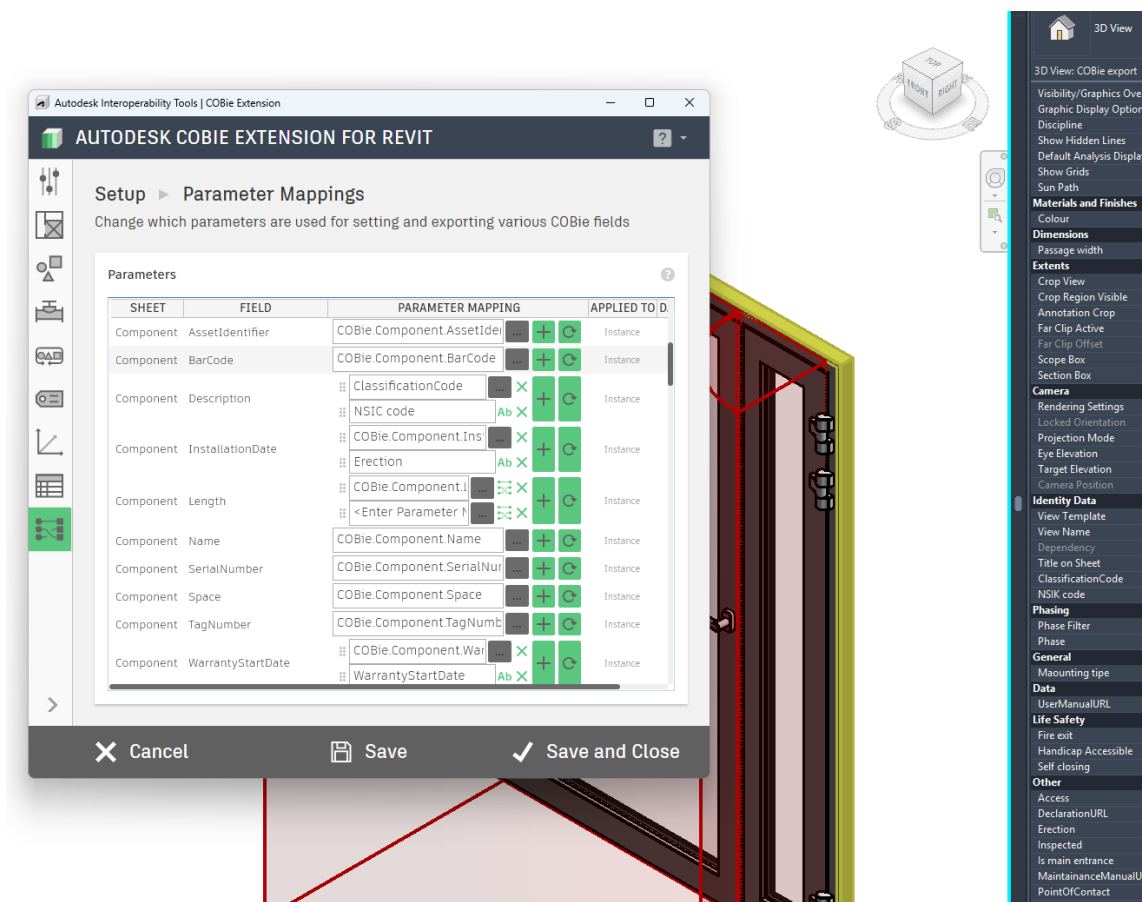
11pav. IFC modelis *Trimble Connect* platformoje (sudaryta autorės)

Antruoju atveju tas pats IFC modelis buvo įkeltas į *Trimble Connect* – debesijos pagrindu veikiančią bendradarbiavimo platformą. IFC faile (11 pav.), sėkmingai perduoti visi atributai numatyti EIR, tokie kaip: klasifikacija (NSIK), savybių rinkiniai (*Pset_DoorCommon*, *Pset_Manufacturer Type Information*), kiti LOI lentelėje numatyti parametrai.

. Trimble Connect aplinka suteikia galimybę ne tik peržiūrėti duomenis, bet ir juos komentuoti, dalintis su kitais komandos nariais bei koordinuoti sprendimus realiuoju laiku.

Abu bandymo atvejai parodė, kad tinkamai parengus *Property Sets* ir eksportuojant tik reikiamus atributus, galima efektyviai valdyti informacijos kiekį ir kokybę

3.3. Duomenų perdavimas taikant COBie

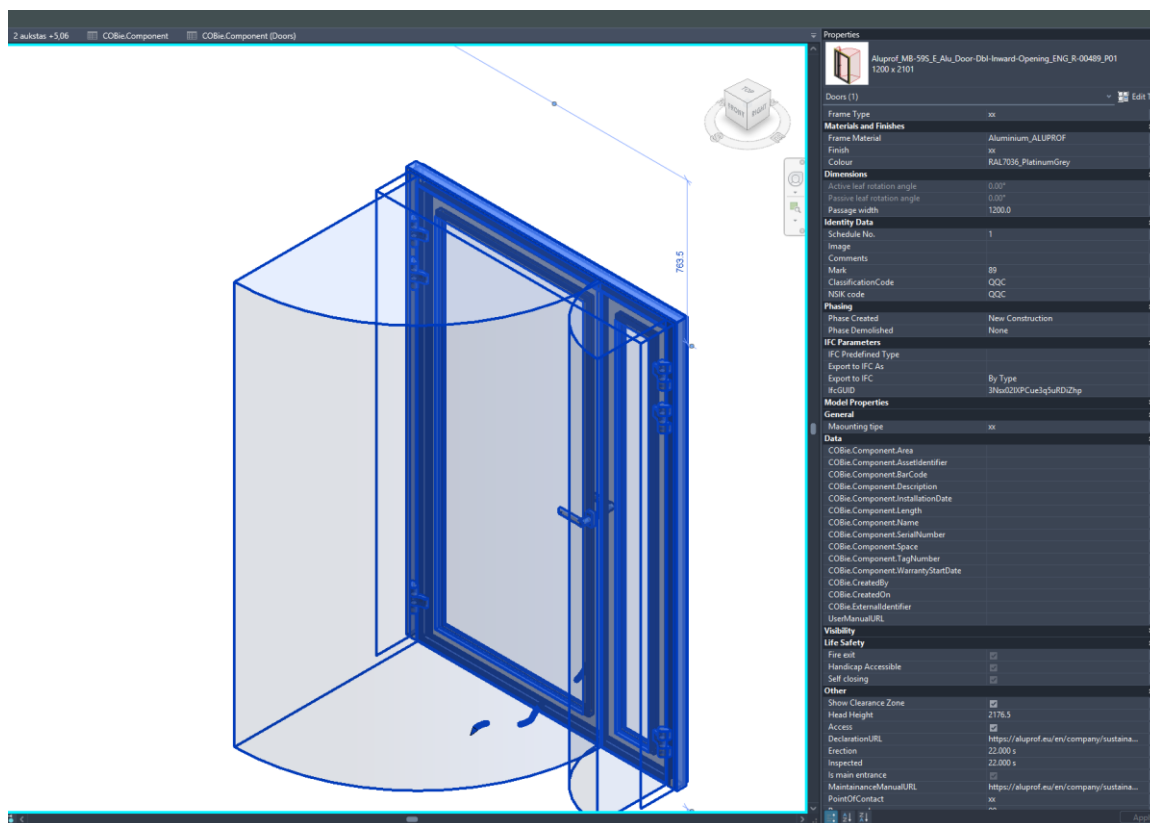


12 pav. COBie parametru susiejimas Revit programoje (sudaryta autorės)

Norint eksportuoti BIM elementus ir jų atributus į COBie formatą, būtina atlikti rankinį atributų susiejimą (angl. *parameter mapping*) tarp Revit modelyje esančių parametrų ir COBie struktūros laukų. COBie reikalauja griežtai apibrėžtos duomenų struktūros, todėl automatinis eksportas be išankstinio konfigūravimo nėra galimas.

Naudojant *Autodesk COBie Extension for Revit*, kiekvienam COBie laukui (pvz., *Description*, *InstallationDate*, *WarrantyStartDate*, *WarrantyDurationMonths*) reikia nurodyti, kuris Revit parametras atitinka tą lauką. Šis procesas, (12 pav.), atliekamas rankiniu būdu, pasirenkant atitinkamus parametrus iš sąrašo ir priskiriant juos konkreitiems COBie struktūros komponentams.

Kitas būdas iš anksto paruošti Revit šeimas ar tipus su COBie reikalavimus atitinkančiais parametrais. Kaip matyti 13 pav., durų elementui jau yra priskirtas atskiras skyrius *COBie Component*, kuriame galima įvesti tokius laukus kaip: *Description* (aprašymas), *InstallationDate* (įrengimo data), *Warranty Start Date* (garantijos pradžia), *Warranty Duration Months* (garantijos trukmė mėnesiais) ir kt.



13 pav. COBie struktūros laukai *Autodesk Revit* aplinkoje (sudaryta autorės)

Tokiu būdu: duomenys gali būti pildomi tiesiogiai *Revit* modelyje, be papildomo susiejimo eksporto metu. Tai leidžia užtikrinti nuoseklumą ir sumažinti rankinio darbo kiekį. Jei šie parametrai yra tinkamai sukurti kaip *Shared Parameters* ir įtraukti į šeimas, jie gali būti automatiškai atpažįstami COBie eksporto įrankyje, taip supaprastinant eksportavimo procesą.

Svarbu pažymėti, kad COBie standartiniai laukai yra orientuoti į statinio naudojimo (eksploatacijos) stadiją, todėl dauguma jų susiję su:

- komponentų identifikavimu ir aprašymu,
- įrengimo datomis,
- garantijomis,
- priežiūros informacija,
- gamintojo ir tiekėjo duomenimis.

Dėl šios priežasties COBie struktūra yra ypač aktuali turto valdymo (AIM) kontekste, o ne projektavimo ar statybos etapams. Todėl, norint užtikrinti sklandų informacijos perdavimą į eksploatacijos sistemas, būtina jau projektavimo metu suplanuoti, kaip šie duomenys bus renkami ir struktūrizuojami.

3.4. Išvados apie duomenų integralumą taikytais atvejais

Atlikus praktinius bandymus su IFC ir COBie formatais, nustatyta, kad jie užtikrina duomenų struktūrą, tačiau reikalauja reikalavimų parengimui ir rankinio konfigūravimo.

IFC formato tinkamumas pasitvirtina dėl duomenų vientisumo eksportuojant reikiamus atributus (pvz., *Property Sets*), IFC formatas išlaiko ryšius tarp elementų ir užtikrina informacijos perteikimą skirtingose platformose (*BIM Vision*, *Trimble Connect*).

Automatizavimo trūkumas nors IFC schemas lygmenyje apibrėžti duomenų tipai, eksportavimo metu vis tiek reikia rankiniu būdu nustatyti, kurie parametrai bus perduodami. Tai didina klaidų riziką, ypač dirbant su dideliais modeliais.

COBie struktūra (garantijos, priežiūros duomenys) yra optimali turto valdymui, tačiau reikalauja anksčiau suplanuotų parametrų modelyje.

Rankinis susiejimas reikalingas net naudojant *Autodesk COBie Extension*, kiekvienas laukas turi būti rankiniu būdu susietas su Revit parametrais.

COBie sėkmė priklauso nuo ankstyvo duomenų rinkimo projektavimo etape. Netikslūs ar neužpildyti laukai (pvz., *WarrantyDurationMonths*) apsunkina duomenų integravimą.

Sprendimai:

IFC: Naudoti *Shared Parameters* ir *Property Sets* standartus, kad būtų išvengta perteklinių duomenų.

COBie: Sudaryti parametrų susiejimo gaires jau projekto pradžioje ir integruoti juos į šeimų šablonus.

Automatizavimas: naudoti taisyklių pagrįstus tikrinimus eksportavimo metu, kad būtų užkirstas kelias klaidoms.

4. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI

4.1. Rekomendacijos organizacijoms

1. Aiškiai apibrėžti informacijos poreikius eksploatacijos stadijai
 - EIR dokumentuose būtina nurodyti, kokia informacija bus reikalinga turto valdymui, koku detalumo lygiu (LOD/LOI) ir koku formatu ji turi būti pateikta.
 - Rekomenduojama naudoti funkcinį požiūrį, t. y. planuoti informaciją pagal eksploatacijos funkcijas (prižiūra, remontas, energijos valdymas), o ne tik pagal projektavimo logiką.
2. Taikyti identifikavimo sistemas (IDS)
 - IDS leidžia tiksliai apibrėžti, kokie atributai turi būti priskirti konkrečioms BIM objektams. Tai padeda išvengti perteklinių ar neaktualių duomenų ir palengvina jų pritaikymą eksploatacijos metu.
 - IDS struktūra turėtų būti integruota į EIR ir BEP dokumentus kaip priedas ar nuoroda.
3. Numatyti duomenų perdavimo formatus ir platformas
 - EIR dokumentuose būtina nurodyti, kokie atvirieji formatai (pvz., IFC, COBie) bus naudojami duomenų perdavimui, taip pat kokia CDE bus naudojama informacijos valdymui.
 - Rekomenduojama rinktis platformas, kurios palaiko duomenų tęstinumą tarp projektavimo ir eksploatacijos etapų (pvz., *Dalux–DaluxFM*, *Catenda Duo*).
4. Apibrėžti atsakomybes ir informacijos pateikimo momentus
 - EIR dokumente turi būti aiškiai nurodyta, kas (projektuotojai, rangovai ar tiekėjai) ir kada (kuriame etape) yra atsakingas už konkrečios informacijos reikalingos AIM pateikimą į PIM.
 - Rekomenduojama naudoti „*trigger events*“ principą – informacija turi būti atnaujinama tam tikrais įvykiais (pvz., įrangos montavimas, patalpų perplanavimas).
5. Naudoti klasifikatorius ir standartizuotus atributus
 - Taikyti NSIK klasifikatorių, kuris leidžia struktūruoti informaciją pagal nacionalinius standartus. Siekiant praktinio pritaikomumo, būtina pateikti pavyzdinius kodų rinkinius ir jų taikymo scenarijus.

- Atributų rinkinių pavadinimai pateikti LOI specifikacijose
6. Numatyti informacijos kokybės tikrinimo mechanizmus
- Rekomenduojama naudoti automatizuotus įrankius (pvz., COBie validatorius, IFC *checker*), siekiant užtikrinti duomenų tikslumą ir vientisumą.

BENDROSIOS IŠVADOS

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą apie BIM taikymą pastato eksploatacijos stadijoje ir AIM duomenų kokybės įtaką turto valdymui.

- Remiantis analizuota literatūra, bei informacija apie teisės aktus ir standartus gauta iš oficialių interneto šaltinių, galima daryti išvadą, kad pagrindinė BIM taikymo vertė turto valdymo stadijoje slypi ne pačio modelio naudojime eksploatacijos metu, bet kokybiškame, struktūruotame informacijos perdavime iš projektavimo ir statybos etapų.
- COBie standartas, sukurtas JAV 2009 m., faktiškai tapo pagrindiniu negeometrinių duomenų mainų formatu eksploatacijos etapui. Jis plačiai integruotas į Jungtinės Karalystės, Suomijos (COBIM) ir kitų Europos šalių statybų reglamentus kaip „auksinės informacinės gijos“ (*Golden Thread*) pagrindas. ISO 19650-3 (2020 m.) standartas formalizavo COBie naudojimą turto valdymo kontekste, reikalaujant struktūrizuotų duomenų perdavimo iš PIM į AIM. Lietuvoje netaikomas.

2. Išnagrinėti duomenų mainų formatus ir BIM-FM integracijai skirtus standartus, įskaitant IFC, COBie ir savuosius formatus.

Išnagrinėjus šaltinius apie duomenų mainų formatus ir standartus, nustatyta, kad atliekant duomenų perdavimą iš PIM į AIM modelį:

- Išnagrinėjus šaltinius apie duomenų mainų formatus ir BIM-FM integracijai taikomus standartus, nustatyta, kad perduodant informaciją iš projekto informacinio modelio (PIM) į turto informacinį modelį (AIM), plačiausiai taikomas atvirasis IFC formatas. Šis formatas dažniausiai pasirenkamas dėl savo paplitimo, suderinamumo su įvairiomis turto valdymo (FM) sistemomis ir atitikimo tarptautiniams standartams
- Specializuotas duomenų mainų standartas COBie plačiai naudojamas. Jis oficialiai įtrauktas į buildingSMART tarptautinių standartų rinkinį kaip atvirasis formatas, skirtas eksploatacijos ir priežiūros duomenims valdyti. COBie struktūrizuoja informaciją lentelėmis (pvz., apie įrangą, patalpas, sistemos ryšius) ir leidžia ją naudoti nepriklausomai nuo BIM programinės įrangos
- įrangos. Savieji formatai (pvz., RVT, PLN) suteikia galimybę taikyti dvipusius duomenų mainus, tačiau ilginiui gali sukelti problemų dėl prisirišimo prie konkrečios platformos ir versijos, jei ji taptų nebepalaikoma.

3. Įvertinti dažniausiai pasitaikančias informacijos perdavimo problemas – trūkstamus atributus, nepakankamą duomenų struktūrą,
 - Atlikus projektavimo ir statybos sektoriaus dalyvių ekspertinį interviu nustatyta: dažniausiai pasitaikančias informacijos perdavimo problemas:
 - užsakovai nenustato kokia reikalinga atributines informacijos eksploatacijos metu
 - perduodamu duomenų kokybė ir aktualumas
 - Duomenų struktūra - BIM modeliai buvo klasifikuojami skirtingais klasifikatoriais, nuo 2024 m patvirtinus NSIK atsirado galimybė struktūruoti duomenis funkcinių, techninių sistemų ir elementų lygyje,
4. Palyginti ir identifikuoti unikalius ir pasikartojančius skirtingu standartu reikalavimus informacijai, pasirenkant konkretų elementą.
 - Atlikus praktinius bandymus su IFC ir COBie formatais, nustatyta, kad abu formatai gali būti sėkmingai taikomi duomenų perdavimui į AIM, tačiau būtina užtikrinti jų tinkamą struktūrizavimą. Eksperimento metu paaiškėjo, kad COBie formatas reikalauja daugiau pasirengimo ir žinių, tačiau leidžia tiksliai apibrėžti eksploatacijai svarbius duomenis. IFC formatas yra lankstesnis, tačiau reikalauja papildomo filtravimo pagal funkcinius poreikius.
5. Remiantis tyrimo rezultatais, pateiktos rekomendacijos organizacijoms, kurios planuoja duomenų perdavimą iš PIM į AIM. Rekomenduojama ankstyvoje stadijoje rengti EIR dokumentus, taikyti identifikavimo sistemas (IDS), naudoti atvirus formatus, apibrėžti atsakomybes ir informacijos pateikimo momentus, bei užtikrinti duomenų kokybės tikrinimą. Taip pat siūloma supaprastinti NSIK klasifikatoriaus taikymą ir skatinti kompetencijų ugdymą.
6. Apibendrinant galima teigti, kad siekiant efektyvaus BIM taikymo eksploatacijos stadijoje, būtina stiprinti užsakovų ir projekto dalyvių kompetencijas, ankstyvoje stadijoje apibrėžti informacijos poreikius pagal konkrečius taikymo atvejus, taikyti atvirose formatus bei standartizuotas struktūras (NSIK), ir užtikrinti nuoseklų duomenų valdymą viso pastato gyvavimo ciklo metu.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Alavi, H., Bortolini, R., & Forcada, N. (2022). BIM-based decision support for building condition assessment. *Automation in Construction*, 135, 104117. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2021.104117>
- Dixit, M. K., Venkatraj, V., Ostadalimakhmalbaf, M., Pariafsai, F., & Lavy, S. (2019). Integration of facility management and building information modeling (BIM): A review of key issues and challenges. *Facilities*, 37(7–8), 455–483. <https://doi.org/10.1108/F-03-2018-0043>
- East, B. (2020). *COBie Certified Professional™ Educational Curriculum*. <https://cobie.buildingsmart.org>
- Elshabshiri, A., Ghanim, A., Hussien, A., Maksoud, A., & Mushtaha, E. (2025). Integration of Building Information Modeling and Digital Twins in the Operation and Maintenance of a building lifecycle: A bibliometric analysis review. *Journal of Building Engineering*, 99, 111541. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2024.111541>
- Gao, X., & Pishdad-Bozorgi, P. (2019). BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. *Advanced Engineering Informatics*, 39, 227–247. <https://doi.org/10.1016/J.AEI.2019.01.005>
- Hakimi, O., Liu, H., & Abudayyeh, O. (2024). Digital twin-enabled smart facility management: A bibliometric review. *Frontiers of Engineering Management*, 11(1), 32–49. <https://doi.org/10.1007/S42524-023-0254-4>
- Heaton, J., & Parlikad, A. K. (2020). Asset Information Model to support the adoption of a Digital Twin: West Cambridge case study. *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), 366–371. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2020.11.059>
- Heaton, J., Parlikad, A. K., & Schooling, J. (2019). Design and development of BIM models to support operations and maintenance. *Computers in Industry*, 111, 172–186. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2019.08.001>
- Informacijos apie pastatus ir inžinerinius statinius rengimas ir skaitmeninimas, įskaitant statinio informacinį modeliavimą (BIM). Informacijos valdymas taikant statinio informacinį modeliavimą. 1 dalis. Sąvokos ir principai (ISO 19650-1:2018) (2019th-03-29.; Liet... ed., p. 36). (2019). [Document]. Lietuvos standartizacijos departamentas.*

- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 19650-2:2018 – Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of the assets.*
- International Organization for Standardization. (2020). *ISO 19650-3:2020 – Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 3: Operational phase of the assets.*
- Jokela, M., Laine, T., & Hänninen, R. (2012). *Common BIM Requirements 2012 (COBIM), Series 12: Use of models in facility management.*
- Kim, K., Kim, H., Kim, W., Kim, C., Kim, J., & Yu, J. (2018). Integration of ifc objects and facility management work information using Semantic Web. *Automation in Construction*, 87, 173–187. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2017.12.019>
- Kumar, V., & Teo, A. L. E. (2021). Development of a rule-based system to enhance the data consistency and usability of COBie datasheets. *Journal of Computational Design and Engineering*, 8(1), 343–361. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa083>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2024a). *Dėl Nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus patvirtinimo.* [tps://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/ad902000952f11efa605b9842742bf37](https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/ad902000952f11efa605b9842742bf37)
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2024b). *Įsakymas dėl užsakovo informacijos reikalavimų rengimo tvarkos aprašo ir viešojo pirkimo ar pirkimo, kuriuo perkamos statinio projektavimo ir (ar) statybos darbai, kuriems taikomi statinio informacinio modeliavimo metodai, sutarties sudarymo reikalavimų tvarkos aprašo patvirtinimas nr. D1-57*
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2025). *Dėl lietuvos respublikos aplinkos ministro 2022 m. Vasario 24 d. Įsakymo nr. D1-57 „dėl užsakovo informacijos reikalavimų rengimo tvarkos aprašo ir viešojo pirkimo ar pirkimo, kuriuo perkamos statinio projektavimo ir (ar) statybos darbai, kuriems taikomi statinio informacinio modeliavimo metodai, sutarties sudarymo reikalavimų tvarkos*

aprašo patvirtinimo“ pakeitimo.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2022). *Dėl Užsakovo informacijos reikalavimų rengimo tvarkos aprašo ir viešojo pirkimo ar pirkimo, kuriuo perkamos statinio projektavimo ir (ar) statybos darbai, kuriems taikomi statinio informacinio modeliavimo metodai, sutarties sudarymo reikalavimų tvarkos aprašo patvirtinimo Nr. D1-57 (D1-57)*. (n.d.).

Liu, H., Abudayyeh, O., & Liou, W. (2020). BIM-Based Smart Facility Management: A Review of Present Research Status, Challenges, and Future Needs. *Construction Research Congress 2020*, 1087–1095. <https://doi.org/10.1061/9780784482865.115>

Marmo, R., Polverino, F., Nicoletta, M., & Tibaut, A. (2020). Building performance and maintenance information model based on IFC schema. *Automation in Construction*, 118, 103275. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2020.103275>

Matarneh, S., Danso-Amoako, M., Al-Bizri, S., Gaterell, M., & Matarneh, R. (2019). BIM-based facilities information: streamlining the information exchange process. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(6), 1304–1322. <https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2019-0048>

Matarneh, S., Elghaish, F., Rahimian, F. P., Dawood, N., & Edwards, D. (2022a). Automated and interconnected facility management system: An open IFC cloud-based BIM solution. *Automation in Construction*, 143, 104569. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2022.104569>

Matarneh, S., Elghaish, F., Rahimian, F. P., Dawood, N., & Edwards, D. (2022b). Automated and interconnected facility management system: An open IFC cloud-based BIM solution. *Automation in Construction*, 143, 104569. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2022.104569>

Munir, M., Kiviniemi, A., Jones, S., & Finnegan, S. (2020). BIM-based operational information requirements for asset owners. *Architectural Engineering and Design Management*, 16(2), 100–114. <https://doi.org/10.1080/17452007.2019.1706439>

Nacionalinio Statybos Informacijos Klasifikatoriaus Skaitmeninis Katalogas. (2025). *NSIK*. <https://nsik.planuojatau.lt/>

National Institute of Building Sciences. (2024). *NBIMS-US*. National Institute of Building Sciences

- Otranto, R. B., Junior, G. M., & Pellanda, P. C. (2025). Bim-fm integration through openbim: solutions for interoperability towards efficient operations. *Journal of Information Technology in Construction*, 30, 298–318. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.012>
- Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C., & Self, A. P. (2018). Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). *Automation in Construction*, 87, 22–38. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2017.12.004>
- Radzi, A. R., Azmi, N. F., Kamaruzzaman, S. N., & Rahman, R. A. (2024). A framework of attributes for as-built bim models: a systematic review. In *Journal of Information Technology in Construction* (Vol. 29, pp. 612–634). International Council for Research and Innovation in Building and Construction. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.028>
- Statyba 4.0; BIM-LT projektas. (n.d.). *BIM-LT projektas*. Retrieved 31 May 2025, from <https://statyba40.lt/titulinis/bim-lt-projektas/>
- Tsay, G. S., Staub-French, S., & Poirier, É. (2022). BIM for Facilities Management: An Investigation into the Asset Information Delivery Process and the Associated Challenges. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/APP12199542>

PASTABA

Šio darbo teksto vertimui, redagavimui ir formuluočių tobulinimui buvo pasitelkta dirbtinio intelekto sistema „Perplexity“. DI įrankis naudotas tik pagalbiniais tikslais – teksto struktūrai, rašybai ir stiliui tobulinti. Visas darbo turinys, jo tikslumas ir originalumas yra autorės atsakomybė

PRIEDAI

Pusiau struktūruoto interviu klausimai:

1. BIM naudojimo praktika eksploatacijos stadijoje:

Ar įmonė naudoja/ruošia BIM modelių informaciją pastato eksploatacijos ir priežiūros stadijoje/jai?

Kokioms funkcijoms dažniausiai ruošiate/naudojate BIM modelį FM stadijoje?

Ar yra atnaujinamas AIM modelis atlikus patalpų perplanavimą, rekonstrukciją?

2. Reikalavimai informacijos perdavimui į AIM

Ar būna nurodyti reikalavimai AIM modeliui? (EIR, BEP, specialios sąlygos)

Kokie būna reikalavimai AIM modeliui (LOD, LOI, COBie, klasifikatoriai)?

Kas suformuoja reikalavimus AIM modeliui?

3. Duomenų perdavimo į AIM praktika

Kurio etapo modelį gaunate/perduodate į naudojimo stadiją? (TDP, As Built, kuriate savo)

Kokiais formatais gaunami/perduodami duomenys? (DWG, PDF, IFC, RVT, COBie, Equipment list)

Kada ir kas pateikia duomenis į AIM modelį? (projektuotojai, rangovai, priežiūros įmonė, trečioji šalis)

4. Technologijos ir priemonės

Kokias kompiuterizuotas pastatų valdymo sistemas (CMMS) naudojate / teko kelti duomenis?

Kaip susiejate realius ir skaitmeninio modelio objektus? (vardais, QR kodais, AR, nesusiejate)

5. Sunkumai, iššūkiai ir trūkumai

Kokie sunkumai ar iššūkiai kyla naudojant BIM modelius pastato priežiūros metu?

Kokios informacijos dažniausiai pasigendate BIM modelyje pastato priežiūros metu?

6. Poreikiai ir siūlomi sprendimai

Kokių funkcionalumų ar įrankių, susijusių su BIM naudojimu FM stadijoje, labiausiai pasigendate?

Kokie sprendimai, jūsų nuomone, galėtų paskatinti BIM naudojimą pastato priežiūros metu?

7. Vertė, nuosavybė ir turto perdavimas
8. Ar parduodant pastatą yra perduodama ir CMMS? Ar tai turi įtakos turto vertei?
9. Kaip, jūsų nuomone, turėtų atrodyti geriausias duomenų perdavimo tarp PIM ir AIM scenarijus?

UAB „YIT“ atstovas

Kuriant BIM projektus, svarbu užtikrinti „savųjų“ failų prieigą, nes tai palengvina modelių koregavimą ir atnaujinimą. Tačiau tai kelia klausimų dėl informacijos autorystės ir ataskomybės keičiant modelius.

Duomenų atranka ir filtravimas pagal funkcinis eksploatacijos poreikius yra svarbus aspektas formuojant AIM modelį. Perdavimo efektyvumas ir informacijos aktualumas dažnai priklauso ne nuo kiekybės, o nuo tikslinio informacijos taikymo pagal paskirtį. Pavyzdžiui konstruktyvo duomenų perdavimas į AIM modelį nebūtinai reikalingas. Pasak pašnekovo, architektūriniai kevalo elementai – fasadai, stogai – gali būti perduodami, o, interjero projektas turi būti perduodamas su aukštu detalumo lygiu ir tokiu formatu, kuris būtų lengvai redaguojamas (savasis failas). Interjero sprendiniai – ypač pertvarų išdėstymas, medžiagų specifikacijos, paviršių apdailos sprendimai – dažnai kinta jau eksploatacijos stadijoje.

Pasak pašnekovo, ši informacija yra tiesiogiai susijusi su pastato naudojimu, nes keičiantis nuomininkams ar funkicinei paskirčiai, būtina greitai prisitaikyti – o tai neįmanoma be tikslios ir koreguotinos interjero informacijos. Todėl interjero BIM modeliai turėtų būti perduodami ne tik IFC formatu, bet ir kaip redaguojami savieji failai, kad būtų galima greitai reaguoti į poreikių pokyčius.

Respondentas atstovavo statytojo poziciją ir pabrėžė, kad jų veiklos ciklas apsiriboja statinio pastatymu ir jo pardavimu, todėl tiesioginė eksploatacijos stadijos patirtis nėra kaupiama, o su pastato naudojimu susiję duomenys dažniausiai nebūna grąžinami atgal kaip atsiliepimai ar patirtis. Tokiu atveju vertingos įžvalgos apie ilgalaikį BIM modelių panaudojimą dažnai lieka neatskleistos.

Atsakydamas į klausimą apie pagrindinius iššūkius, pašnekovas pabrėžė, kad didžiausias sunkumas kyla ne iš technologijų ar standartų, bet iš žmogiškojo faktoriaus. Projektuotojai dažnai neįvertina savo modelių ilgaamžiškumo ar tolesnio naudojimo poreikių, o užsakovai nepakankamai aiškiai apsibrėžia, ką ketina daryti su informacija vėliau. Dėl to BIM modeliai neretai neatitinka turto valdymo poreikių, nes nuo pat pradžių nėra suplanuota, kokia informacija turi būti perduodama.

Respondentas taip pat iškėlė problemą, kad projektuotojų pateikiami IFC modeliai dažnai nėra lengvai koreguojami, todėl statytojams sudėtinga iš jų suformuoti „taip pastatyta“ (išpildomuosius) modelius, tinkamus perdavimui užsakovui ar naudotojui. Vietoj to,

informacija dažnai perduodama ne skaitmeniniu BIM modeliu, bet per statybos žurnalus, pastabų suvestines ar atskirus dokumentus, kas ne tik išskaido duomenis, bet ir mažina jų naudą eksploatacijos etape.

Kalbintas specialistas atkreipė dėmesį, kad BIM metodologijos taikymas eksploatacijos stadijoje šiuo metu Lietuvoje yra labai ribotas. Jo teigimu, viena pagrindinių priežasčių – nepakankama konkurencija rinkoje, dėl kurios vystytojai nejaučia realaus spaudimo investuoti į ilgalaikės vertės sprendimus, tokius kaip BIM naudojimas pastato priežiūrai.

Pašnekovas argumentavo, kad BIM įdiegimo kaštai daugeliui atrodo per dideli, o grąža – nepakankamai aiški ar greitai, ypač kai pastatas po statybos parduodamas ir tolesnė priežiūra nebeprisiekia statytojui. Esant nedidelei rinkai ir ribotai paklausai, dažniausiai pasirenkama vengti papildomų sąnaudų, kurios neatsiperka trumpuoju laikotarpiu. Todėl ilgalaikė turto valdymo vertė, kurią BIM galėtų generuoti, lieka neįvertinta.

Kalbėdamas apie NSIK (Nacionalinę statybos informacijos klasifikaciją), pašnekovas išreiškė aiškią paramą šiai iniciatyvai – jis mano, kad tai „tikrai labai reikalingas“ žingsnis sektoriaus skaitmenizavimo link. Nors pats įdiegimo procesas atrodo „per sudėtingas“, pašnekovas akcentavo, kad NSIK turi didelį potencialą ypač pirkimų, konkursų ir sąmatų rengimo srityse – tai galėtų žymiai supaprastinti ir standartizuoti procesus, padaryti BIM naudojimą labiau prieinamą ir racionalų tiek viešajame, tiek privačiame sektoriuje.

UAB „Baltic BIM Management“

Kalbintas BIM specialistas, dirbantis tiek koordinuojant projektus, tiek kaip trečioji šalis rengiant „taip pastatyta“ modelius, teigė, kad jų įmonė aktyviai ruošia BIM modelius eksploatacijos stadijai. Specialistas pažymėjo, kad BIM naudojimas FM (facility management) kontekste vis dar yra nauja ir besiformuojanti sritis, o metodika į eksploataciją Lietuvoje realiai pradėta taikyti tik pastaraisiais metais.

1. Reikalavimai AIM modeliui

Respondentas pažymėjo, kad AIM modeliui keliama reikalavimai priklauso nuo užsakovo brandos. Kai kurie, pavyzdžiui, VVK ar Rail Baltica, turi aiškiai suformuotus reikalavimus, įskaitant EIR dokumentus ir Property Set'us. Tačiau daugeliu atvejų užsakovai dar nežino, kokios informacijos jiems reikės, ir nesuformuluoja aiškių tikslų duomenų naudojimui. Reikalavimus dažniausiai formuluoja patys užsakovai arba BIM vadovai, dirbantys pagal paskyrimą.

Respondentas pabrėžė, kad labai svarbu projekto pradžioje žinoti, kokioje platformoje ir kaip duomenys bus naudojami vėliau, nes nuo to priklauso duomenų struktūra ir darbo eiga. Modelio ir informacijos ruošimas eksploatacijai gali vykti keliais būdais: projektuotojai supildo parametrinius duomenis pagal reikalavimus. Trečioji šalis (pvz., pati jų įmonė) papildo

trūkstamą informaciją ir formuoja galutinį „as-built“ modelį. Nors idealus scenarijus būtų, kad informaciją pateiktų rangovai, realybėje tai dažnai nevyksta, todėl BIM specialistai turi kompensuoti šį trūkumą. Naudojamos skirtingos platformos, iš jų išskirta:

Catenda Duo – kaip CDE, naudojama projektavimo metu, teoriškai tinkama ir eksploatacijai, tačiau Lietuvoje dar realiai netaikoma FM srityje.

Google Drive + IFC + hipernuorodos – įvardinta kaip paprasta alternatyva brangioms specializuotoms platformoms, ypač mažesnės brandos užsakovams.

COBie formatas, respondento nuomone, yra „pasenęs“ ir per sudėtingas praktiniam taikymui, todėl daug efektyviau naudoti LOI informaciją ir taikyti hibridinį modelį – jungiant 3D geometriją su susietais dokumentais ir hipernuorodas.

Informacijos susiejimas ir prieinamumas: modelio informacija eksploatacijos etape susiejama QR kodais, papildytos realybės (AR) priemonėmis, hipernuorodomis, arba net neformaliais būdais (pvz., PDF + nuorodos į objektus).

Svarbiausia – turėti centralizuotą, patogią naudoti informacinę aplinką (CDE), kurioje galima lengvai pasiekti garantinius kontaktus, susietus dokumentus ar brėžinius.

Iššūkiai BIM naudojimui FM stadijoje: žmogiškasis faktorius – trūksta kompetencijos, įmonėms trūksta darbuotojų, gebančių dirbti su BIM informacija. Žinių trūkumas privačiame sektoriuje, ypač tarp turto valdytojų. Eksploatacija vyksta „gesinimo principu“, t. y. reaguojama tik kai įvyksta gedimas, vietoje planinės priežiūros. Nekokybiški ar pertekliniai modeliai – pažymėta, kad nebūtina „viską sukelti į modelį“, svarbiau tiksli informacija, lokacija ir garantiniai duomenys. Nėra aiškios duomenų perdavimo strategijos nuo PIM iki AIM – būtina ankstyvoje stadijoje įtraukti BIM ekspertus ar sukurti BIM ekspertizės procesą.

Požiūris į efektyvų PIM → AIM perdavimą:

Modelis turėtų būti kuriamas ne tik kaip 3D reprezentacija, bet kaip išsamios, tiksliai susietos informacijos šaltinis. Modelis yra tik 10 % vertės, visa kita – tai informacija. Todėl svarbiau LOI nei LOD, o 3D modelis – tik vienas iš duomenų talpyklų tipų.