



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSE ÜHTSE KLASSIFITSEERIMISSÜSTEEMI
(CCI-EE) RAKENDAMINE BÜROOHOONE
ARHITEKTUURI MUDELI NÄITEL**

**THE USE OF CONSTRUCTION CLASSIFICATION SYSTEM
(CCI-EE) BASED ON AN ARCHITECTURAL MODEL OF
OFFICE BUILDING**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Aleksander Hasardži

Üliõpilaskood 177539 EAEI

Juhendaja: Raido Puust

Tallinn 2022

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

21. nov 2022

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"....." 20.....

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....." :20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, Aleksander Hasardži, sünd. 13.12.1998

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Ehituse ühtse klassifitseerimissüsteemi (CCI-EE) rakendamine büroohoone arhitektuuri mudeli näitel,

mille juhendaja on Raido Puust

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

_____ (kuupäev)

Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Üliõpilane: **ALEKSANDER HASARDŽI**

Üliõpilaskood **177539**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peeriala: Ehitusjuhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSE ÜHTSE KLASSIFITSEERIMISSÜSTEEMI (CCI-EE) RAKENDAMINE
BÜROOHOONE ARHITEKTUURI MUDELI NÄITEL**

The use of construction classification system (CCI-EE) based on an architectural model
of office building

Juhendaja: **Raido Puust**

raido.puust@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
---	------------------------------	--------------------

.....
.....
.....

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Klassifitseeritud mudel
2. Tulemuste analüüs ja ettepanekud optimaalseks klassifitseerimiseks

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Kirjanduse ülevaade (ehitusinfo mudel hoonete ehituses, klassifitseerimissüsteemide olemus rakendusfookusega hoonete ehitusele)	28.09.2022
2. Klassifitseerimissüsteemi rakendamine olemasolevale arhitektuuri mudelile, automatiseerimise võimalused Autodesk Revit näitel (ajakulu ja võimalikud ohud, puudused)	11.11.2022
3. Tulemuste analüüs, ettepanekud optimaalseks klassifitseerimiseks	16.11.2022
Kokkuvõte eesti keeles	16.11.2022
Kokkuvõte inglise keeles	16.11.2022

Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	17.11.2022

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: Powerpoint esitlus ja jaotusmaterjalid

Kirjeldus	Tähtaeg
1 PowerPoint esitlus	21.11.2022

Lõputöö esitamise tähtaeg: 21. nov 2022

Lõputöö ülesanne välja antud: 08.02.2022

Juhendaja:

Raido Puust

Ülesande vastu võtnud:

Aleksander Hasardži

Avalikustamise
piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	3
SISUKORD	6
EESSÕNA.....	8
TABELITE LOETELU	9
JOONISTE LOETELU.....	10
SISSEJUHATUS	11
1. Kirjanduse ülevaade	13
1.1 BIM hoonete ehituses	13
1.2 BIM ja klassifitseerimine	15
1.2.1 Milleks on vaja klassifitseerimissüsteemi?.....	16
1.2.2 Klassifitseeritud infomudel ja korrashoid.....	17
1.3 Klassifitseerimissüsteemi ülesehitus ja näited teistest riikidest.....	18
1.3.1 Klassifitseerimissüsteemi raamistikud EN ISO 12006 ja EN IEC/ISO 81346	18
1.3.2 Rahvusvahelised klassifitseerimissüsteemid.....	21
1.3.2.1 OmniClass.....	22
1.3.2.2 Uniclass 2015.....	23
1.3.2.3 CoClass	24
1.3.2.4 CCS.....	25
2. Eestis kasutatavad Klassifitseerimissüsteemid	27
2.1 CCI-EE klassifitseerimissüsteem	28
2.2 CCI-EE juhendid	31
2.2.1 CCI tuumiktabelid.....	32
2.2.2 CCI-EE klassifitseerimistabelid.....	34
2.2.3 CCI-EE kasutuselevõtu analüüs	38
3. CCI-EE rakendamine arhitektuuri mudeli näitel.....	41
3.1 Objekti tutvustus.....	41
3.2 Ettevalmistamine CCI-EE rakendamiseks	43
3.2.1 Ettevalmistus ja meetodika.....	43
3.2.2 Andmete eksport MS Excelisse	44
3.2.3 Ühistabeli loomine ja seoste leidmine	46
3.3 CCI-EE rakendamine	47
3.3.1 Elementide koodi ja tüübi määramine.....	47

3.3.2	Elementide unikaalse ID ja viiterühma määramine	50
3.3.3	Andmete import mudelisse.....	52
4.	Tulemuste analüüs ja ettepanekud.....	54
4.1	Lõpptulemus ja ajakulud	54
4.2	Probleemsete kohtade leidmine	55
4.3	Ettepanekud	57
	KOKKUVÕTE	59
	Summary	61
	KASUTATUD KIRJANDUS.....	63
	LISAD	65

EESSÕNA

Ehituse ühtse klassifitseerimissüsteemi magistritöö teema pakkus välja juhendaja Raido Puust, kuna töö autor väljendas huvi BIM-tehnoloogiate vastu. Töö peamiseks eesmärgideks on anda ülevaade olemasolevatest klassifitseerimissüsteemidest ning rakendada CCI-EE süsteemi arhitektuuri mudeli näitel, selgitades välja eelised ja puudused. Autor on kasutanud näitena Tartu linnas asuva büroohoone arhitektuuri mudeli *Autodesk Revit* formaadis.

Autor soovib tänada professor Raido Puusti lõputöö teema sõnastamise ja juhendamise eest. Samuti soovib töö autor tänada *Projektibüroo OÜ*, kes andsid võimaluse selle lõputöö raames kasutada arhitektuuri projektumodelit.

Võtmesõnad: BIM, klassifitseerimissüsteem, ehitusinfo mudel, CCI-EE, magistritöö

TABELITE LOETELU

Tabel 1.1 Kodeeringu võrdlemine <i>Uniclass2015</i> ja EN IEC/ISO 81346 vahel [18].....	21
Tabel 1.2 Levinumad klassifitseerimissüsteemid [19].....	22
Tabel 2.1 Ehitatud ruumide põhiklassid [22]	32
Tabel 2.2 Ehituskomplekside põhiklassid [22]	33
Tabel 2.3 Ehitiste põhiklassid [22].....	33
Tabel 2.4 Ehituse abivahendite põhiklassid [22].....	34
Tabel 2.5 Ehituse osaliste põhiklassid [22].....	35
Tabel 2.6 Juhtimiste põhiklassid [22]	35
Tabel 2.7 Juhtimiste põhiklassid [22]	36
Tabel 2.8 Ehitise elukaare põhigrupid [22]	37
Tabel 2.9 Ehitusinfode põhigrupid [22].....	38
Tabel 2.10 CCI klassifitseerimissüsteemi SWOT-analüüs [25].....	39
Tabel 3.1 Büroohoone põhilised tehnilised andmed	42
Tabel 3.2 Klassifitseerimisel kasutatud põhilised parameetrid.....	48
Tabel 4.1 Lõputöös välja pakutud laudade tüübid.....	58
Tabel 4.2 Lõputöös välja pakutud toolide tüübid	58

JOONISTE LOETELU

Joonis 1.1 BIM-i kasutuselevõtu ulatus Euroopa liikmesriikides [6]	14
Joonis 1.2 Hierarhiline klassifitseerimise struktuur [9]	19
Joonis 1.3 Klassid ja nendevaheline üldseos [15].....	20
Joonis 2.1 CCI-EE klassifitseerimisraamistiku osa [21]	27
Joonis 2.2 CCI-EE klassifitseerimismudel [22]	30
Joonis 2.3 CCI-EE MS Excel-i tabel klassifikaatoritega [22]	31
Joonis 3.1 Asukoha joonis Maa-ameti geoportaalist [26].....	41
Joonis 3.2 Arhitektuuri mudel, mis on projekteeritud <i>Projektibüroo OÜ</i> poolt.....	42
Joonis 3.3 Väljavõte <i>Autodesk Revit</i> tarkvarast, kus on välja toodud välisuste loend.....	44
Joonis 3.4 <i>SheetLink</i> pistikprogrammi juhtpaneel	45
Joonis 3.5 <i>SheetLink</i> pistikprogrammi abil loodud akende spetsifikatsioonitabel.....	46
Joonis 3.6 Valitud akna element klassifitseeritud arhitektuuri mudelis	49
Joonis 3.7 <i>SheetLink</i> pistikprogrammi abil loodud akende spetsifikatsioonitabel CCI-EE parameetritega.....	52
Joonis 3.8 Valitud tooli element klassifitseeritud arhitektuuri mudelis	53
Joonis 4.1 Väljavõte BIM mudelist akende loendiga.....	54

SISSEJUHATUS

BIM (*Building information Modelling*) on inglise keelest tõlgituna kui ehitusinformatsiooni modelleerimine. BIM-i käsitletakse ka kui protsessi, mis muutnud ehitiste kavandamise, projekteerimise, ehitamise ja korrashoiuga seotud tegevusi. BIM-tehnoloogiad võimaldavad hallata ehitusprojekti selle varasemast staadiumist kuni lammutamiseni. Kõige olulisem BIM-is on infomudel, st ühtse infobaasi loomine ehitise kohta, joonised, visualiseerimine on teisejärgulised. See tähendab, et ehitise BIM mudel peab sisaldama kogu vajalikku informatsiooni, et seda saaks ehitada ning hiljem ka teostada korrashoidu. BIM-tehnoloogia peamiseks eeliseks võib pidada informatsiooni pärinemist ühtsest andmebaasist, mis võimaldab teostada erinevaid väljavõtteid automaatselt. Veelgi enam, loodud infomudel võib esitada ehitise digitaalset kaksikut kogu tema elukaare vältel.

Kommunikatsiooni- ja infotehnoloogiate kasutamine ehitussektoris lõi uued võimalused koostööks, koordineerimiseks ja infovahetuseks ehitusprojektiga tegelevate organisatsioonide vahel. Ehitusinfo modelleerimise protsessis osalevad arhitektid, projekteerijad, ehitajad, KVJ-insenerid, omanikud jpt, kelle jaoks on oluline, et mudelid oleksid loetavad ja mõistetavad, lähtuvalt erinevatest eesmärkidest. Projekti puudutavast infost peavad ühtmoodi aru saama nii tellija, kui ka projekteerija/ehitaja, arvestades erinevat hariduslikku tausta ja/või kogemuste. Arusaadava informatsiooni ja mugavama infovahetuse eelduseks on ühtse, ehitist kirjeldava, klassifitseerimissüsteemi olemasolu, kus igal ehituselemendil on oma unikaalne kood, mis ühtlasi esitab selle kuuluvust või seoseid teiste ehitise elementidega. See aitab kokku hoida aega ja võimaldab kasutada mugavat andmebaasi, mille abil saab kiiremini protsessid automatiseerida. Heaks näiteks võib tuua ehituspoes toodete klassifitseerimise (elektritarbed ja elektroonika, sisustus ja siseviimistlus, värvid ja lakid, tööriistad jne).

Erinevates riikides on välja kujunenud oma kindlad klassifitseerimissüsteemid, näiteks Rootsis – *CoClass*, Ühendkuningriigis – *Uniclass*, Taanis – *CCS*, Ameerika Ühendriikides – *Omniclass*, Soomes – *Talo*. Erinevus seisneb selles, kuidas klassifitseeritakse komponente ja sama komponentidega seotud ehitisi võib erinevates süsteemides liigitada erinevalt. Eesti on alates 2020. aasta septembris rahvusvahelise ühingu CCIC(*Construction Classification International Collaboration*) liige, mis on oma eesmärgiks seadnud ühtse ehituse klassifitseerimissüsteemi loomise. Hetkel on selles ühingu 4 liiget – Eesti, Tšehhi, Poola ja Slovakkia, kuid vaatelejatena osalevad veel mitmed teisedki Euroopa riigid (sh Taani, Rootsi, Soome, Läti, Leedu), kes võivad ühel

hetkel samuti liituda põhiliikmetega. CCI põhineb suuresti EN/ISO/IEC standarditel ning omab seetõttu ühisjooni ka taanlaste *CCS*-i või rootslaste *CoClass*-iga. Liikmesriikide CCI arendused omavad üldjuhul lisaviidet, mis Eesti puhul on märgitud kui CCI-EE. CCI-EE on hetkel piloteerimise staadiumis. Teisisõnu, omades põhjalikke juhendmaterjale, püütakse seda rakendada olemasolevate projektide näitel, mis peaks andma ka väärtuslikku tagasisidet CCI-EE toote omanikule, kelleks täna on *ET Ehituskeskuse AS*. Seeläbi saab CCI-EE klassifitseerimissüsteemi ka täpsustada või laiendada, et see kataks erinevate tellijate huve.

Magistritöö peamiseks eesmärgiks on CCI-EE rakendamine olemasolevale büroohoone arhitektuuri osamudelile. Esmakordselt rakendatakse CCI-EE põhise unikaalse ID kontseptsiooni, et seeläbi tagada varakeskset klassifitseerimise loogikat. See tagab informatsiooni jälgitavuse üle ehitise elukaare ning võimaldab ehitusinfo mudelit liidestada erinevate teiste IT-süsteemidega. Antud lõputöös kasutatakse *Autodesk Revit* nimelist projekteerimistarkvara, kuid lõputöös toodud CCI-EE rakendamise põhimõtteid saab üle kanda ka mistahes teisele tarkvarale, veebiplatvormile. Lõputöö on jagatud neljaks peatükiks: (1) kirjanduse ülevaade; (2) Eestis kasutatavad klassifitseerimissüsteemid; (3) CCI-EE rakendamine arhitektuuri mudeli näitel ning (4) tulemuste analüüs ja ettepanekud. Esimeses peatükis antakse ülevaade enamlevinud ehituse klassifitseerimissüsteemidest. Teises peatükis vaadatakse lähemalt Eestis kasutatavaid klassifitseerimissüsteeme ning antakse ülevaade CCI-EE põhiolemusest. Kolmandas peatükis esitletakse CCI-EE põhise klassifitseerimise protsessi *Autodesk Revit* tarkvaras teostatud arhitektuuri osamudeli näitel. Lõputöö neljandas peatükis tuuakse välja analüüsi käigus leitud CCI-EE kitsaskohad ning esitletakse autoripoolset nägemust nende lahendamiseks.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 BIM hoonete ehituses

Sageli arvatakse, et BIM on projekteerimistehnoloogia, mis tähendab uute ehitiste projekteerimist nullist. Lisaks visualiseerimisele ja arhitektuuri projekteerimisele, võttes arvesse paljusid komponente, lahendab BIM-tehnoloogia tulevases tööprojektiis nii tehnoloogilisi kui ka majanduslikke probleeme. BIM-i põhimõtete kasutamine projektis kui tervikus aitab vältida vigu, tõsta projekti tasuvust ja efektiivsust. Tänaasel päeval kasutatakse BIM-tehnoloogiad üle maailma. [1]

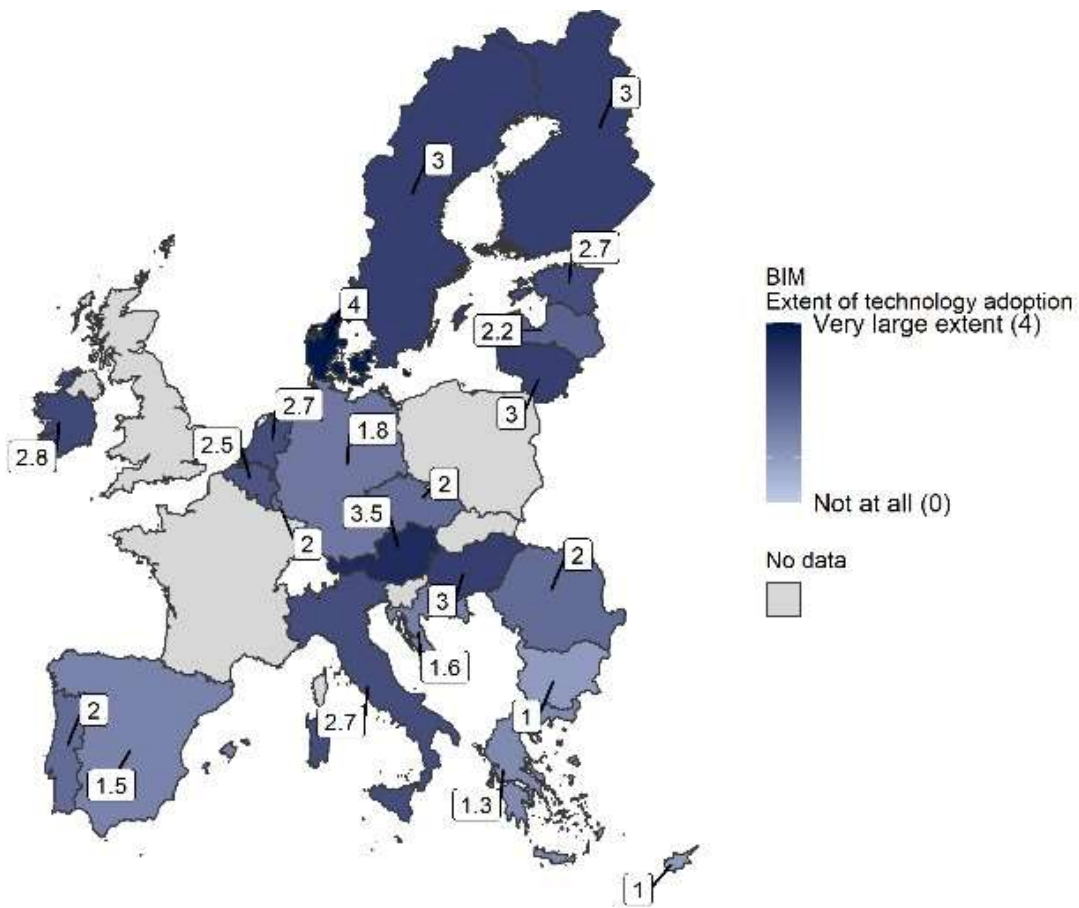
Tänaasel praktikas kasutatakse BIM-i hoonete ehituse võtmes alates projekteerimisetapist, kus selle abiga koostatakse eelarvet juba ammu enne reaalse ehituse algust nii valitud materjalidele, nende tarnimisele, valmiskonstruktsioonide või moodulosade tarnimisele, tööjõukuludele või robotprotsessidele. See võimaldab kõigil projektis osalejatel teha objektiivset valikut, arvestades objekti eelarvet ja eesmäärke ning vajadusel otsida alternatiive kulude vähendamiseks. See puudutab nii materjalide tarneaega, ökonoomsemat materjalide valikut kui ka valikut kokkupanud valmiskonstruktsioonide kasutamist või selle kokkupanekut kohapeal. Kulude ja aja optimeerimine on BIM-tehnoloogia kasutamise üks peamisi eeliseid, mis on oluline nii tellijale kui ka ehitajale. [2]

Täna digitaliseeritud andmetele ja programmidele, mis suudavad algoritmide järgi analüüsida ja õiget asja välja valida, saab projekti kui tervikut paremini ette valmistada. Lõppkokkuvõttes, mida varem ehitus lõpetatakse, seda odavam see tuleb. Kõik vead või valearvestused viivad protsessi piknemiseni, mis tähendab kulude suurenemist. Rakendades BIM-i aga ehituse ja korrashoiu etappides, mis on kõige kulukamad, saab ehitusega seotud kulusid oluliselt vähendada. Ja mida varem objekt kasutusele võetakse, seda kiiremini algab investeringutasuvus.[3]

Eestis kasutatakse BIM-tehnoloogiat eelkõige projekteerijate hulgas, kuid ka tellijad ja ehitajad on rohkem huvi üles näitamas BIM-tehnoloogiate efektiivsemaks kasutusele võtuks. *Riigi Kinnisvara AS* (lühend RKAS) on aktiivselt tegelenud BIM-tehnoloogia juurutamisega, mille eesmärgiks suurendada BIM-i kasutajate hulka ja selle kasutamist populariseerida. Lisaks toetab RKAS BIM valdkonnaga seotud uuringuid, näiteks "Liitreaalsuse kasutatavus ehitusvaldkonnas", "BIM protsessiskeemide ning seletuskirjade koostamine ehitustegevuseks". Nende eesmärk on tagada ühtlasem arusaam BIM-iga seotud põhieelistest. Tänaasel päeval on RKASi BIM nõuded olnud ka

Ühtsete BIM nõuete (ÜBN) loomise aluseks (hoonete osas), mis on leitavad e-ehituse veebilehelt. [4]

2015. aastal viidi Eestis läbi BIM-tehnoloogia kasutuse uuring *ET Infokeskuse AS* ja *Usesoft AS* poolt. Uuringus osales 297 ettevõtet. Uuring läbi viidud küsitluse vormis ja selle tulemusel leiti, et 77% vastajatest on varasemalt BIM-tehnoloogiaga kokku puutunud, olles teadlik või seda kasutades. 51% vastajatest juba kasutab või planeerib BIM-tehnoloogia järgmise 5 aasta jooksul kasutusele võtta. [5] 2021. aastast võib aga leida ECSO (*European Construction Sector Observatory*) raporti, mille eesmärk on kirjeldada digitaliseerimise hetkeolukorda *Euroopa Liidu* ehitussektoris ning selgitada välja mõned selle peamised tõukejõud ja väljakutsed. Allpool esitatud joonisel 1.1, mis antud aruandest pärineb, liigitatakse BIM-i tehnoloogia kasutuselevõttu skaalas 0 kuni 4, kus on näha, et Eesti on saanud 2,7, mis on üle keskmise. [6]



Joonis 1.1 BIM-i kasutuselevõtu ulatus Euroopa liikmesriikides [6]

Lähtuvalt nendest uuringutest võib öelda, et BIM-tehnoloogiate populaarsus kasvab ning ehitus- ja projekteerimisega seotud ettevõtted hakkavad BIM-i üha rohkem omaks võtma.

1.2 BIM ja klassifitseerimine

Teatavasti tekib hoone infomudeli loomisel suur hulk informatsiooni, mida saab pidada suureks eeliseks kui seda võrrelda CAD-iga (*Computer Aided Design*). Selle informatsiooni kasutamine aitab teha erinevaid analüüse, arvutusi, koostada töögraafikuid/eelarvet, kavandada ehituse maksumust jpm. Kõiki toodud töid saavad korrigeerida teha erinevad spetsialistid tänu BIM-i poolt pakutavatele koostöövõimalustele. Iga projekteerimisega seotud osaleja lisab projekti uusi objekte, omadusi, parameetreid ning saab teha ka muudatusi olemasolevates objektides, näiteks konstruktsiooniosad, materjali, värvi või suuruse muutmise. Kõik need andmed on näha olemasoleva elemendi omadustes, kus BIM-rakendus automaatselt või projekti osaleja ise neid muudab, eraldades need omadused erinevatesse kategooriatesse ja luues seeläbi andmete klassifitseerimise loogika. [7]

BIM-andmete klassifitseerimine kokkulepitud viisil (näiteks ühine BIM-keel) võimaldab erinevatel ehituses osalejatel leida just neile olulised andmed. [8] Arvestades asjaolu, et iga ehitusettevõtte saab ise määrata oma projektide jaoks vajaliku andmemahu, olles seda eelnevalt tellijaga arutanud, sobib BIM-tehnoloogia suurepäraselt nii projekteerimiseks, ehitamiseks kui ka edaspidiseks korrashoiuks.

Seetõttu peaks info modelleerimine toimuma õigel viisil, kus on informatsiooni organiseeritud struktureerimine ja klassifitseerimine. Tuleb kasutada asjakohaseid ja usaldusväärseid andmeid. Parema mõistmise huvides näidata elementide seoseid, samuti edastada selle informatsiooni või analüüsi tulemused edasiseks kasutamiseks teistes programmides. Just need komponendid iseloomustavad infomudeli kasutamise edukust tulevikus. [7] BIM-tehnoloogia kasutamise põhitulemuseks on seega mahukas infomudel, kuid sama oluline erinevus uue lähenemise ja varasemate projekteerimismeetodite vahel on see, et aja jooksul suureneb informatsiooni ja tehniliste tööde hulk ning inimesel muutub sellise andmehulgaga toimetulemine keerulisemaks. Samuti muutub selle informatsiooni kasutamine keerulisemaks omaniku või tellija jaoks, kui tegemist on rekonstrueerimise või renoveerimisega ning infomudeli kasutamine on vajalik.

1.2.1 Milleks on vaja klassifitseerimissüsteemi?

Tänases praktikas klassifitseerimissüsteemi tähtsus kasvab, kuna ehitusprojektid muutuvad üha keerukamaks, kaasates hulga rohkem andmeid, et ehitusprotsesse mudelpõhiselt automatiseerida. [9] Ehitise elukaarel tekkivaid andmeid on vaja struktureeritult hallata, et need oleksid kasutatavad erinevate osaliste poolt. [10]

Ehituse informatsiooni modelleerimise (BIM) tehnoloogiate ja ehitusmeetodite pidev arendamine mitte ainult ei suurenda genereeritavate ja edastatavate andmete mahtu ja detailsust, vaid suurendab ka nende kasutamise ja säilitamise väärtust. Informatsiooni hulga suurenemine ja selle pidev kättesaadavuse vajadus (leitavus) eeldab informatsiooni haldamisega seotud standardite kasutamist. [11]

Ehitusega seotud organisatsioonid on hakanud mõistma, kui vajalik on ehitise informatsiooni klassifitseerimine. Klassifitseerimissüsteemi eeliseks on see, et see säästab aega ja raha informatsiooni kasutamiseks erinevatel eesmärkidel. Paljud kinnisvaraomanikud ja haldajad nõuavad juurdepääsu kogu hoone ehitamisel saadud informatsioonile. Nad soovivad juurdepääsu andmetele, mida kasutati otsuste elluviimiseks, kaalutud valikutele, nende valikute ja otsuste tegemisel kasutatud informatsioonile. Nad vajavad seda oma ehitiste paremaks haldamiseks, kuna seda on tõenäoliselt vaja ka tulevikus. Selle informatsiooni säilitamise ja otsimise koordineerimine on keeruline ülesanne. [10]

BIM-is modelleeritakse eelkõige informatsiooni. Rahvusvahelistes projektides võib probleem olla keelekasutuses, kui sõnade mõisted võivad erinevates keeltes erineda. Näiteks *Autodesk Revit* tarkvaral on standardsed komponendid, samad kategooriate ja perekondade väärtused, aga kui vaadelda IFC (*Industry Foundation Classes*) põhise andmevahetusest, siis tekib juba küsimus, milline programm mudeli tegi, kuna igal programmil on oma väärtused. Muidugi saab kasutada *Element ID*-d või *GUID*-it (*Globally Unique Identifier*), kuid jooniseid ja 3D-mudeleid kasutavad inimesed ei saa nende koodide abil aru, millisest komponendist räägitakse. ISO standarditel põhinevaid süsteeme riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil on palju ja kui ühes projektis kasutatakse ühtset süsteemi, siis see aitab luua ühist arusaama. Siin tulebki esile vajadus klassifitseerimise järele. Näiteks eelarved, mille koostamiseks kasutatakse erinevaid programme. Kui võtta arvesse, et mudel on klassifitseeritud ühe süsteemi ja standardi järgi, siis saavad nende eelarve koostamis-programmide tootjad seda enda huvides ära kasutada. Tänu sellele väheneb eelarvetes vigade tõenäosus ja säästetakse aega. Klassifitseerimissüsteem suurendab andmete taaskasutatavust kogu hoone elukaare jooksul. [12]

Ehitusturu areng muudab infomudeli klassifitseerimise ja ehitusdokumentatsiooni koostamise ülioluliseks. Klassifitseerimine lihtsustab suhtlust kõigi ehitusprojektidega seotud osaliste vahel. See aitab projekteerimis- ja ehitusmeeskondadel viia hooned omanikeni vastavalt nende nõuetele, tähtaegadele ja eelarvele.

1.2.2 Klassifitseeritud infomudel ja korrashoid

Ehitusinfo mudelil on palju laiem rakendus, sealhulgas on see väga kasulik olemasolevate hoonete jaoks, kuna see sisaldab kogu nende kohta vajalikku informatsiooni, mida saab hoone eksploatatsiooni ajal kasutada. Korrashoid on tihedalt seotud ehitusega, näiteks restaureerimis-, hooldus- või renoveerimistööd. Kõige arenenumates riikides on täna juba nii palju hooned, et esikohal ei ole mitte uute hoonete ehitamine, vaid olemasolevate korrashoid. See BIM-i kasutamise pool on veel vähetuntud, kuid katsed rakendada BIM-i olemasolevatele objektidele algasid samaaegselt ehitusinfo modelleerimise arendamisega.

Siin muutuvad BIM-i eelised veelgi ilmsemaks [13]:

- On võimalik simuleerida muutusi hoone konstruktsioonis;
- Projekteerida hoone varustamist uute tehniliste seadmetega, viies tema toimimise tänapäevaste nõuete tasemele;
- Jälgida hoone hetkeseisukorda ja teostada ennetavat korrashoidu;
- Olemasolevaid ehitisi nii tehnoloogiliselt kui ka majanduslikult eksploateerida ja taaskasutada.

Kui hoone infomudel on täpne, siis on omanikul või haldusfirmal palju lihtsam teostada korrashoidu, näiteks mitu lambipirni on ruumides vaja vahetada, milline on iga konkreetse seadme (näiteks pump või elektriarvesti) hooldus- ja vahetusgraafik, kui palju kipsi või veetorusid on vaja remondiks, kui palju maksab hoone fassaadi katmine uute materjalidega, kust neid soodsamalt leida ja kui kaua kulub aega kõigi tööde tegemiseks jpm. Sama oluline on võimalike õnnetuste või rikete korral kiirelt täpset infot saada.

Selge on see, et selleks on vaja spetsiaalseid arvutiprogramme, mis võtavad mudelilt täpselt korrashoiuks vajaliku info. Hoone kasutamise algstaadiumis ei ole vaja infot hooldusgraafiku või seadmete väljavahetamise aja kohta. Kuid seda on vaja hoone eksploatatsiooni ajal. Seetõttu tekib vajadus nii uute programmide kui ka mudeli

pideva uuendamise järele, täiendades seda lisa- või muutunud infoga. Seega jätkub hoone eksploatatsiooni ajal infomodelleerimise protsess. [13]

Kui rääkida klassifitseerimissüsteemist BIM-is, siis korrashoid ja korrashoiuga seotud tegevused on käsitletud CCI-EE klassifitseerimissüsteemis vastavalt standardile EVS 807. Klassifitseerimissüsteemis korrashoiu mõiste väljendatakse ehitise, selle osade ja konstruktsiooni-osade korrashoius. Eesmärk on säilitada ehitist, selle kasutatavust ja ohutust. [14]

1.3 Klassifitseerimissüsteemi ülesehitus ja näited teistest riikidest

Alapeatükis 1.3.1 „Klassifitseerimissüsteemi raamistikud EN ISO 12006 ja EN IEC/ISO 81346“ on kirjeldatud raamistikud, mille alusel klassifitseerimissüsteem üles ehitatud. Alapeatükis 1.3.2 „Rahvusvahelised klassifitseerimissüsteemid“ on välja toodud erinevate riikude klassifitseerimissüsteemid ning järgnevalt antakse lühiülevaade enamlevinud klassifitseerimissüsteemidest.

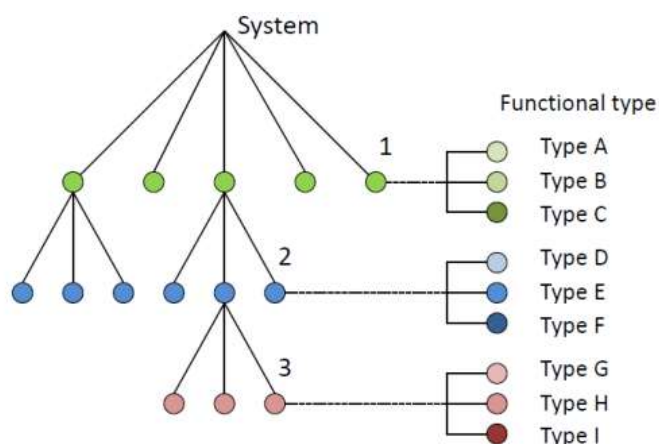
1.3.1 Klassifitseerimissüsteemi raamistikud EN ISO 12006 ja EN IEC/ISO 81346

Enne klassifitseerimissüsteemi ülesehituse mõistmist peaks välja selgitama, mis on klass ja mis on süsteem. Klass on kontseptuaalne konstruktsioon, mis viitab infoobjektide kogumile, millel on üks või mitu ühist omadust. Klassifitseerimine tähendab objektide kogumi jagamist üksteisest eraldatud komplektidesse või klassidesse. Klassifitseerimine on projektis orienteerumise aluseks. [9]

Süsteemi mõiste tähendab objekti, mis koosneb teistest omavahel seotud objektidest. Süsteemil on koostis, keskkond ja struktuur, viimane viitab süsteemi kõikidele sise- ja välisseostele. Süsteemi koosseisu liikmetel ja süsteemil tervikuna on osa-terviku suhted. Selle seose põhiolemus seisneb selles, et osa olemasolu eelneb terviku olemasolule. [9]

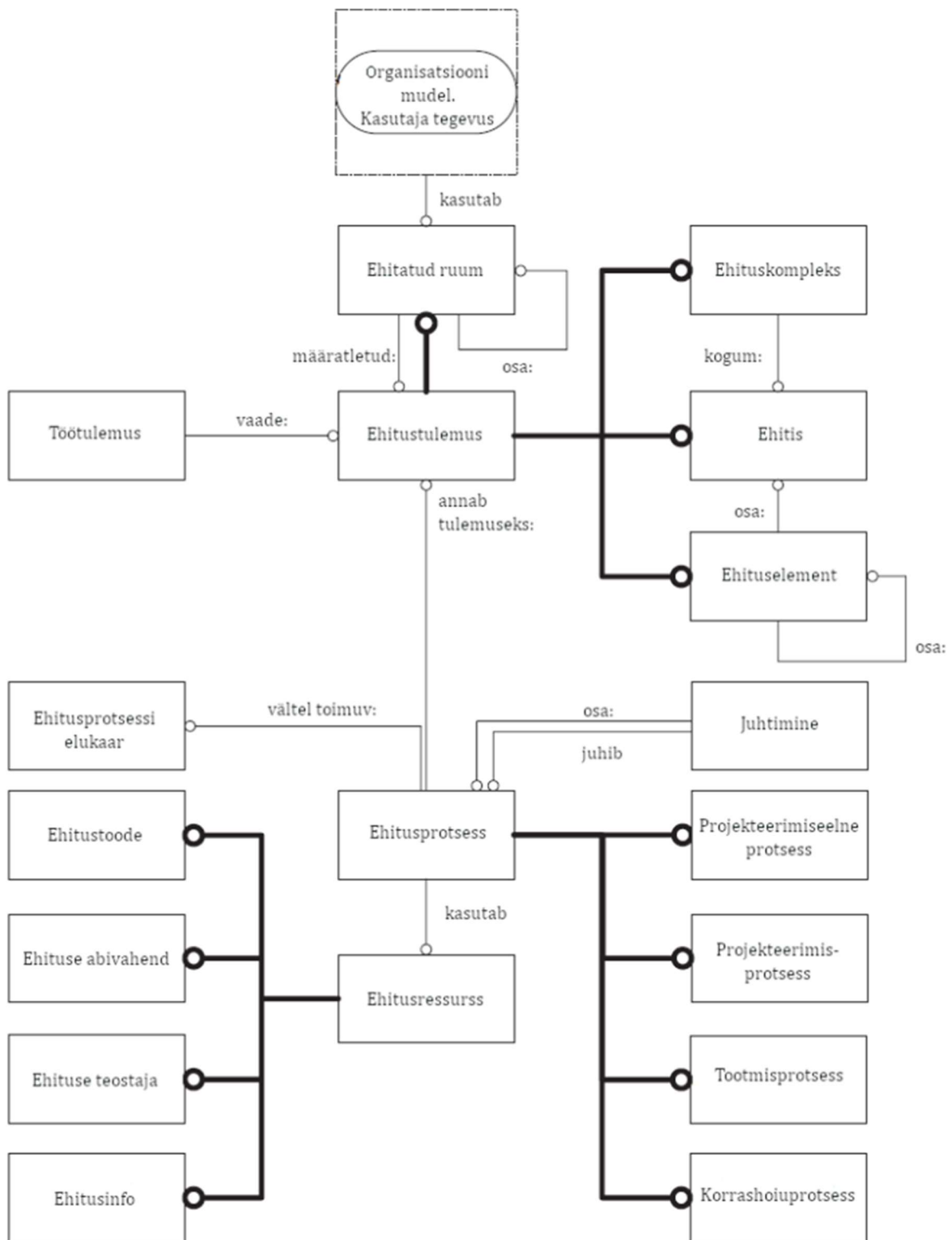
Klassifitseerimissüsteem on mis tahes objektide jaotamine klassidesse ja/või alamklassidesse vastavalt teatud sarnastele tunnustele või omadustele.

Klassifitseerimisel võidakse kasutada hierarhilist struktuuri, kus objektide kogum jagatakse olenevalt valitud klassifitseerimistunnusest klassideks, mis moodustavad 1. taseme. Iga 1. taseme klass jagatakse vastavalt oma klassifitseerimistunnusele alamklassideks, 2. tase. Iga 2. taseme alamklass jagatakse rühmadeks, 3. tase jne. See tähendab süsteemi komponentide paigutust kõrgeimast tasanditest madalaimani. Sellest lähtuvalt võib väita, et mida spetsiifilisem on komponent, seda madalama taseme see hõivab. Joonisel 1.2 allpool on kujutatud kompositsiooniliste osade ja funktsionaalsete tüüpidega klassifitseerimisestruktuur erinevatel tasanditel, kus numbrid 1-3 näitavad klasside ja alamklasside vahelisi seoseid. [9]



Joonis 1.2 Hierarhiline klassifitseerimise struktuur [9]

Seda kirjeldab ka klassifitseerimissüsteemi raamistik EN ISO 12006, mida kasutatakse klassifitseerimissüsteemide väljatöötamiseks. Standardi eesmärk on hõlbustada klassifitseerimissüsteemide väljatöötamist, et toetada infovahetust huvirühmade ja rakenduste vahel kogu ehitatud keskkonna elukaare jooksul. [15] Rakendused hõlmavad modelleerimise, spetsifikatsiooni, tooteteabe ja eelarvestamise süsteeme. Standard ei sisalda klassifikatsioonitabeleid, vaid toob võimalike tabelite ja klasside näiteid. Esimene variant ilmus 2001. aastal (ISO 12006-2:2001). Selle raamistiku koostamise ajal puudusid rahvusvahelised juhised ehituse klassifitseerimiseks. Lähtudes standardist, töötati välja mitmed riiklikud süsteemid Põhja-Ameerikas, Skandinaavias ja Ühendkuningriigis. [16] Selle lõputöö kirjutamise ajal raamistiku EN ISO 12006 uusim versioon on EN ISO 12006-2:2020, mis on tõlgitud eesti keelde. Standardis ISO EN 12006-2:2020 on esitatud üldseos (vt joonis 1.3), mis näitab klasse ja nende omavahelisi seoseid lihtsustatud kujul. [15]



Joonis 1.3 Klassid ja nendevaheline üldseos [15]

Lisaks raamistikule EN ISO 12006 on olemas ka standardite seeria EN IEC/ISO 81346. Kui raamistiku EN ISO 12006 peamine eesmärk on esitada üldine ehitusvaldkonnas kasutatav klassifitseerimissüsteemi mall, siis standardite seerial EN IEC/ISO 81346 on anda erinevate objektide jaoks klassifitseerimiskeemid ning määrata klassidele

tähekoodid. [17] Standardi seeria EN IEC/ISO 81346 on ehitussektori jaoks väga hea, kuna see haarab tööstuslikud süsteemid, paigaldised ja seadmed ning tööstustooted. Sellest tulenevalt on raamistik EN ISO 12006 seotud hierarhiaga ja standardi seeria EN IEC/ISO 81346 kodeeringuga, mis kirjeldab mis tahes objekti kolmes aspektis: asukoht, funktsioon ja toode.

Näide kodeeringu võrdlemiseks EN /IECISO 81346 ja *Uniclass 2015* (raamistik EN ISO 12006) vahel on näidatud tabelis 1.1. *Uniclass 2015* kirjeldab 4 klassi 44 tähemärgiga, samas kui ISO 81346 kirjeldab 6 klassi 34 tähemärgiga. See näitab ISO 81346 põhise kodeeringu eelist *Uniclass 2015* ees, kus klassifikaatori klassid ja tüübid on lühemad ning sisaldavad elemendi kohta rohkem teavet. [18]

Tabel 1.1 Kodeeringu võrdlemine *Uniclass2015* ja EN IEC/ISO 81346 vahel [18]

Uniclass2015	EN IEC/ISO 81346
Pr_65_52_07_58/Ss_70_80/EF_30_20/En_80_96_80	++23.11.EBB47/<L>=K2.HG.1.HH2.WPA35
PVC toru/valgustussüsteem/korrus/šaht	Hoone nr.23, 11 korrus, šaht nr.47/toru nr.35 on osa valgustussüsteemist nr.2, mis on osa hoone elektrivarustusesüsteemist nr.1, mis on osa üldelektrivõrgust nr.2

1.3.2 Rahvusvahelised klassifitseerimissüsteemid

Maailma klassifitseerimise praktika põhineb erinevatel, ehituses kasutatavate klassifitseerimissüsteemidel, mida on rakendatud paljudes riikides. Kõige levinumad klassifitseerimissüsteemid on loodud Ühendkuningriigis, Taanis, Rootsis ja Ameerikas (vt tabel 1.2). Klassifitseerimissüsteemide ja BIM-tehnoloogiate arendamisega neis riikides kaasnes riigi aktiivne poliitika BIM-i ehituses kasutamise standardimise ja reguleerimise osas. [19] [20]

Mõned klassifitseerimissüsteemid on tehtud sama organisatsiooni poolt või on kasutatud sama raamistikku (vt tabel 1.2). Seega on mitmeid klassifitseerimissüsteeme aja jooksul täiendatud/täpsustatud vastavalt vajadustele ja seeläbi on see saanud ka uue versiooni tähise. Järgnevates alalõikudes kirjeldatakse enamlevinud klassifitseerimissüsteeme.

Tabel 1.2 Levinumad klassifitseerimissüsteemid [19]

Klassifitseerimissüsteem	Loomise kuupäev	Päritoluriik	Organisatsioon	Raamistik
CI/SfB	1959	UK	SfB	BS 4940 & BS1192-5:1998
CAWS	1987	UK	CPIc	CI/SfB
SFG20 (book)	1990	UK	BESA	-
SFG20 (CD)	2000	UK	BESA	-
SFG20 (web)	2012	UK	BESA	-
OmniClass	2006	Põhja-Ameerika	CSI&CSC	ISO 12006
MasterFormat	1975	Põhja-Ameerika	CSI&CSC	Industry Standards
UniFormat	1989	Põhja-Ameerika	CSI&CSC	ISO 12006
Uniclass	1997	UK	NBS&CPIc	ISO 12006
Uniclass 2	2013	UK	NBS&CPIc	ISO 12006
Uniclass 2015	2015	UK	NBS&CPIc	ISO 12006
NRM (1-3)	2009	UK	RICS	
Talo 2000 (Construction 2000)	2000	Soome	RTS	ISO 12006
CoClass (BSAB)	2019	Rootsi	Trafikverket	ISO 81346
Cuneco (CCS)	2011	Taani	Danish Government	ISO 81346

Järgnevalt antakse lühiülevaade enamlevinud klassifitseerimissüsteemidest nagu *OmniClass*, *Uniclass*, *CoClass* ning *CCS*.

1.3.2.1 OmniClass

OmniClass on 2006. aastal Ameerika Ühendriigis loodud ehituse klassifitseerimissüsteem. *OmniClass*-i arendamise põhieesmärk on ühendada ja ühtlustada olemasolevaid riiklikke klassifitseerimissüsteeme, nagu *MasterFormat* ja *UniFormat*, mis on välja töötanud Põhja-Ameerika ühingutega *Construction Specification Institute (CSI, USA)*, *Construction Specifications Canada (CSC, Kanada)* ühtseks klassifitseerimissüsteemiks, mis põhineb EN ISO 12006 standardil. [14]

Selle klassifitseerimissüsteemi väljatöötamisel lähtusid autorid järgmistest aluspõhimõtetest [8]:

- kõik *OmniClass*-i arenduses osalejad omavad täielikku infot, nende suhtlus põhineb kõigi arendusprotsesside läbipaistvuse ja info täieliku kättesaadavuse põhimõtetel;
- *OmniClass* põhineb rahvusvahelistel klassifikatsioonistandarditel EN ISO 12006;

- *OmniClass* on edasise laienemise võimalusega avatud standard, standard on kättesaadav kõigile osalejatele ehitusvaldkonnas;
- *OmniClass*-i süsteemi arendamine ja modifitseerimine toimub laia ehitusvaldkonna esindajate kaasamisel;
- *OmniClass*-i väljatöötamises ja arendamises osalemine on vabatahtlik ja tasuta kõigile isikutele, kes on tõeliselt huvitatud klassifitseerimissüsteemi arendamisest ja täiustamisest;
- *OmniClass*-i arendusprotsessi ja edasist rakendamist peaks juhtima ehitustööstus tervikuna, mitte ükski osaleja või organisatsioon;
- *OmniClass*-i süsteem on keskendunud Põhja-Ameerika terminoloogiale ja praktikale;
- *OmniClass*-i arendamisel võetakse arvesse olemasolevate klassifitseerimissüsteemide arendamise ja rakendamise praktikad ning kõiki muid uuringuid, mida saab kasutada *OmniClass*-i süsteemi täiustamiseks.

OmniClass-i klassifitseerimissüsteem kordab peaaegu täielikult standardis EN ISO 12006-2:2001 pakutud hooneteabe klassifitseerimise struktuuri ja põhimõtteid, iga viieteistkümnest klassifikatsioonitabelist, mis esindab eraldi unikaalseid ehitusinfo kateegooriaid, võib liigitada ühte kolmest põhikategoriast: ehitusressursid, ehitusprotsessid või ehitusprotsessi tulemused. *OmniClass*-i tabelleid vaadates ei toeta need kõik täielikult kõiki kolme kateegooriat. Mõned olulised tabelid on puudu, näiteks komplekside ja süsteemide kohta. Seal on ebajärjekindel lähenemine tabelite sügavusele ja objektide paigutusele neis. Tabeleid, mida võiks ja tuleks joondada, et hõlbustada kogu klassifikatsioonisüsteemi kasutamist, ei joondata.

BIM nõuab ühtset klassifitseerimise lähenemisviisi koos hästi struktureeritud klassifikatsioonitabelitega. *OmniClass* ei saa seda praegusel kujul pakkuda, kuid Ühendkuningriigis on sellele sarnane klassifitseerimissüsteem *Uniclass 2015* ja pakub *OmniClass*-iga võrreldes tabelites üksikasjalikumaid klasse.

1.3.2.2 Uniclass 2015

Uniclass 2015 on ühtne klassifitseerimissüsteem, mis on mõeldud Ühendkuningriigi ehitussektori jaoks, kuid seda kasutatakse ka teistes riikides ja see on üks põhjalikumaid klassifitseerimissüsteeme. *Uniclass 2015* sisaldab ühtlustatud tabelleid, mis klassifitseerivad erinevaid elemente, alates tervetest süsteemidest, nagu raudtee, kuni toote üksikute elementideni, nagu LED-lambid. *Uniclass 2015* süsteem on rakendatav ka projekti info struktureerimiseks ja selle kasutamiseks CAD-

süsteemides. *Uniclass 2015* koosneb üheteistkümnest klassifikatsiooni tabelist, millest igaüks esindab eraldi ehitusteabe kategooriat. Neid tabelleid saab kasutada erinevate ülesannete täitmiseks, näiteks eelarve koostamiseks, töömahtude arvutamiseks ja muude liigitusobjekti kvantitatiivsete ja kvalitatiivsete näitajate hankimiseks kogu selle elukaare jooksul. Täna sel päeval sisaldab *Uniclass 2015* enam kui 14000 klassi, mis klassifitseerivad ehitisi ja nende komplekse, ruume, funktsionaalseid süsteeme ja ehitise elukaare protsesse, osalejate rolle, CAD atribuute, ehituskonstruksioonide spetsiifilisi elemente ja vastavate omadustega insenerisüsteeme.

Uniclass 2015 süsteemi aluseks olev klassifitseerimismetoodika lähtub sarnaselt *OmniClass*-iga rahvusvahelise standardi EN ISO 12006-2:2015 põhimõtetest ja pakub üksikasjalikumaid klasse. [8] *Uniclass 2015* süsteemi klasside otsimiseks saab kasutada veebilehte <https://uniclass.thenbs.com/>, kus sisestades otsingusse näiteks akna, pakutakse välja selle jaoks palju variante ja nimetusi. Valik on väga spetsiifiline ja detailne, aga lõputöö autori arvates võib esmapilgul selline valikute hulk olla eksitav ning viia klassifitseerimisprotsessis vigadeni. Projekteerimisel pole alati teada, millist toodet lõpuks kasutama hakatakse, seega on parem alustada üldisemast ning siis seda täpsustada. Võrdluseks võivad olla klassifitseerimissüsteemid *CoClass* ja *CCS*, mis pakuvad funktsioonide põhjal üldisemaid klasse. Neid klassifitseerimissüsteeme kirjeldatakse järgnevas alalõikudes.

1.3.2.3 CoClass

CoClass on Rootsis välja töötatud klassifitseerimissüsteem, mis põhineb klassifitseerimise ja infohalduse põhimõtetil, mis on sätestatud rahvusvahelistes standardites EN IEC/ISO 81346. *CoClass*-i arendamise põhieesmärk on alternatiiv Rootsi vananenud *BSAB-96* klassifitseerimissüsteemile, kõrvaldada etapipiirangud (*BSAB-96* on rakendatav projekteerimisel ja osaliselt ehitamisel) ning ühilduvusprobleemid info modellemise ja digitaalsete andmete esitlustehnoloogiatega. *CoClass*-i arendamine on eelkõige riigi initsiatiiv, mida rakendatakse prioriteetse meetmena ehitussektori kulude vähendamiseks. [8]

Selle klassifitseerimissüsteemi väljatöötamisel lähtusid autorid järgmistest aluspõhimõtetest [8]:

- Digitaalne andmete esitusformaad – klassifitseerimissüsteem tuleb välja töötada ja kasutada ainult digitaalsel kujul BIM-tehnoloogiate mugavamaks kasutamiseks;

- andmete esitamise universaalsus – klassifitseerimissüsteem peaks hõlmama kõiki ehitusteabe aspekte. Süsteemi nimi *CoClass*, mis moodustatakse eesliitest "Co", peegeldab seostamise, jagamise ja universaalse lähenemise põhimõtet teabe esitamisel;
- kasutamine kogu ehitusobjekti elukaare jooksul – klassifitseerimissüsteem peaks olema elukaareülene;
- rahvusvaheline staatus – klassifitseerimissüsteem peaks põhinema rahvusvahelistel standarditel.

Põhiline erinevus *CoClass*-i ja paljude olemasolevate laialt levinud süsteemide vahel seisneb selles, et *CoClass*-i süsteem töötati algselt välja universaalse keelena digitaalseks suhtluseks erinevate infosüsteemide vahel. *CoClass*-i süsteemil puudub klassikaline esitusviis paber kandjal või elektroonilisel kujul (näiteks tabelina). Juurdepääs *CoClass*-ile on võimalik kas spetsiaalse veebiteenuse kaudu, mis rakendab kasutaja isikliku konto funktsioone, või programmilise suhtluse tasemel.

1.3.2.4 CCS

CCS (Cuneco Classification System) on Taani klassifitseerimissüsteem, mis asendas vananenud *DBK*. Selle klassifitseerimissüsteemi arendamisega tegeleb 2011. aastal Taani valitsuse poolt spetsiaalselt loodud kompetentsikeskus *Cuneco*. Klassifitseerimissüsteemi praktilise rakendamise ja kasutamise tulemused olid suure väärtusega ning neid võeti arvesse rahvusvahelise standardi EN ISO 12006 läbivaatamisel. *CCS* klassifitseerimissüsteem sarnaneb paljuski Rootsi *CoClass*-i klassifitseerimissüsteemiga, sealhulgas esitusviisi poolest. *CCS*-i sisu ja struktuur ei oma ka klassikalist esitlust paber kandjal või tabeli kujul, ligipääs klassifikaatori sisule on võimalik spetsiaalse veebiteenuse või API (*Application Programming Interface*) kaudu. [8]

CCS-i eesmärk on standardiseerida ehitusvaldkonnas järgmised ainevaldkonnad [8]:

- Ehitise elementide klassifitseerimine ja identifitseerimine;
- Klassifitseeritavate objektide vajaliku ja piisava infotaseme (ingl *Level of Information Need* ehk LOIN) määramine elukaare erinevateks etappideks;
- ühtsete reeglite kujundamine ehitussüsteemi elementide kvantitatiivseks hindamiseks;
- ehitise elementide vajalike atribuutide määratlemine.

Kõik käsitletavat klassifitseerimissüsteemid on praegu laialdaselt kasutatavad ning põhinevad rahvusvahelise standardi EN ISO 12006-2 klassifitseerimispõhimõtetel. *CoClass* ja *CCS* süsteemid põhinevad samuti standardite seerial EN ISO/IEC 81346. Standardite seerias ISO/IEC 81346 (ja nendel põhinevad klassifitseerimissüsteemid) pakutakse välja meetodikat, kus põhinetakse tavaliste muutumatute ja võõrandamatute tunnuste kasutamisel, mis on objektidele püsivalt omased ning määravad ära paljud muud nende objektide sarnased omadused. Selline klassifikatsioon algab üldisemast klassist ja edaspidi täpsustub. Kõik muud klassifikatsiooni tunnused on objektile omased parameetrid, mis ei ole klassifitseerimisega seotud ning on klassifitseeritud objektide ulatusest välja jäetud. Need parameetrid võivad muutuda kogu klassifikatsiooniobjekti elukaare jooksul, kuid nende muutumine ei mõjuta klassifikatsiooni aluseid, mistõttu on objektil kogu elukaare jooksul püsiv klassifikatsioonikoodi identifikaator.

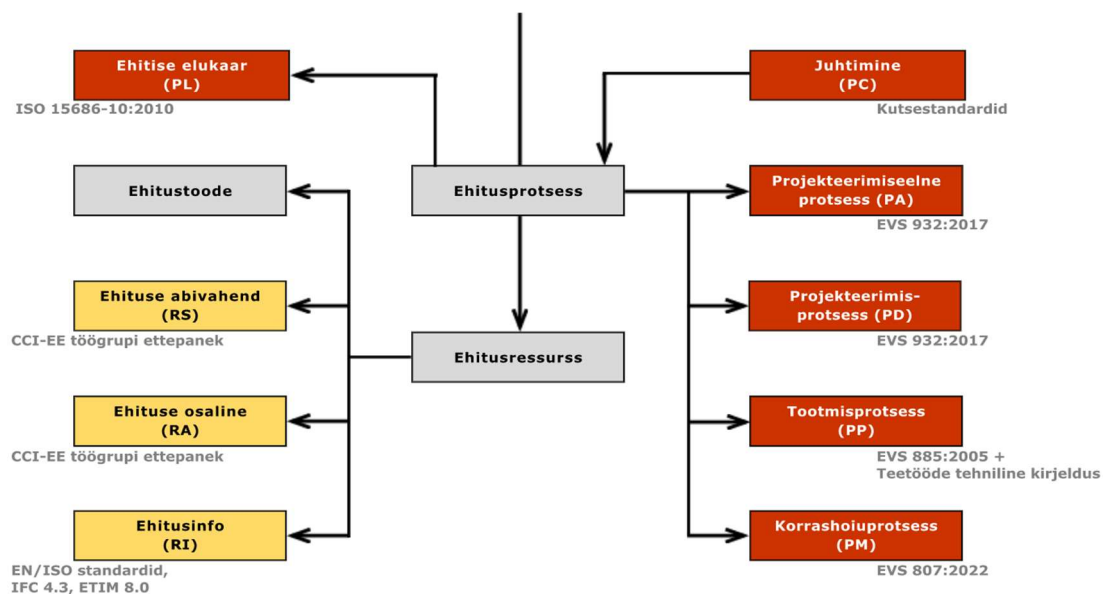
Rahvusvaheliste klassifitseerimissüsteemide analüüsi põhjal on *CoClass* ja *CCS* paljulubavad süsteemid. Võib järeldada, et EN ISO / IEC 81346 standardite seerias sõnastatud klassifitseerimismetoodika põhieesmärk on lihtsate ja mugavalt kasutatavate klassifitseerimisstruktuuride moodustamine, mis põhinevad teabe esitamise universaalsuse, minimeerimise põhimõtetel ja klassifikatsiooni tunnuste püsivusel. Need põhimõtted aitasid igati kaasa uue CCIC (*Construction Classification International Collaboration*) klassifitseerimissüsteemi loomisele, milles osales ka Eesti. Järgmisena käsitletakse CCI klassifitseerimissüsteemi, selle olemust, struktuuri ja kirjeldatakse klassifitseerimistabeleid.

2. EESTIS KASUTATAVAD KLASSIFITSEERIMISSÜSTEEMID

Eesti ehitusvaldkonna klassifitseerimine sai alguse 1990-ndatest aastatest, kui toodi ehitusturule hulk klassifitseerimisega seotud juhendmaterjale:

- EVS 885:2005 „Ehituskulude liigitamine“. EVS 885:2005 koostamisega alustati 2002. aastal ning osalesid endise nimetusega *Eesti Projektbüroode Liit* ja *Eesti Ehitusettevõtjate Liit*, kes jõudsid sobiva klassifitseerimissüsteemi. Standardis piirdui vaid hoonetega seotud kulude klassifitseerimisega, mida kasutatakse praegugi hangete ettevalmistamisel kui ka läbiviimisel.
- Aastal 2001 ilmus standard EVS 807:2001 „Kinnisvarakeskkonna juhtimine ja korrashoid“, mida uuendatakse 21. aasta jooksul ja uusim versioon on EVS 807:2022. Seda kasutatakse korrahoiutegevuste klassifikaatorina.
- 2010. aastal ilmus projekteerimist kirjeldav ja korraldav standard EVS 907:2010 „Rajatise ehitusprojekt“, mis on praegu uuendatuna projekteerimisele eelnevalt ja projekteerimise käigus läbiviidavate tegevuste loetelude kirjeldav standard EVS 932:2017 „Ehitusprojekt“.

Järgnevaks sammuks võeti 2015. aastal MKM (*Majandus- ja Kommunikatsiooniministerium*) poolt vastu määrus „Ehitiste kasutamise otstarvete loetelu“, mis põhineb 1991. aastal *Ühinenud Rahvaste Organisatsioonilt* koostatud vastavasisulisel klassifikaatoril. Kokkuvõttes kujunes 2018. aastal MKM poolt ühtse klassifitseerimissüsteemi loomise hanke, mis 2020. aastal lõppes edukalt *Tallinna Tehnikaülikooli* juhtimisel. Lõpptulemusena ülaloodud standardid on nüüdseks üheks tervikuks liidetud (vt joonis 2.1) tänu CCI-EE klassifitseerimissüsteemile, mille olemust kirjeldatakse järgnevates alalõikudes. [14]



Joonis 2.1 CCI-EE klassifitseerimisraamistiku osa [21]

2.1 CCI-EE klassifitseerimissüsteem

CCI loomisel lähtuti Taani klassifitseerimissüsteemi CCS põhimõtetest ning aluseks võeti standardid EN ISO 12006 ja EN IEC/ISO 81346. 2019. aastal leppisid Eesti, Tšehhi, Soome, Rootsi, Norra ja Taani organisatsioonide esindajad kokku ehitusvaldkonna ühtse klassifitseerimissüsteemi loomises. Selle lepingu tulemusena uuendati aastatel 2019–2020 Taani CCS-süsteemi. 2020. aastal otsustati luua CCIC (*Construction Classification International Collaboration*) organisatsiooni ning aasta lõpuks sõlmiti riikide vahel asutamisleping. Lepingu alusel iga organisatsiooniga liituv liige võtab aluseks CCI baastabelid ja võib selle baasil välja arendada oma enda klassifitseerimissüsteemi. Eestis kannab see nimetust CCI-EE klassifitseerimissüsteem. [14]

CCIC omab CCI klassifitseerimissüsteemi ja CCIC loomisel on lähtunud järgmistest aluspõhimõtetest:

- eesmärk on luua rahvusvaheline klassifitseerimissüsteem, mis võimaldab riikidevahelist koostööd, tõhustada andmevahetust ning rakendada partnerriikidele digitaalsed tehnoloogiaid ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas;
- klassifikatsiooni informatsioon, tabelid ja klassifikaatorid kuuluvad kõikidele partneritele ning neid saab tasuta kasutada üle maailma. Iga organisatsiooni liige katab kulud ise ja organisatsiooniga liitumistasusid ei ole;
- CCI aluseks on ühised klassifikatsiooni tabelid. Tabelite sisu lepitakse kokku partnerriikide vahel ning edasised muudatused lepitakse kokku kõigi lepingu alla kirjutanud riikidega. Muudatused üldtabelites tuleb teha kõigi partnerriikide jaoks. Kõige keerulisemaks ja ajakulukamaks protsessiks võib olla muudatuste/täienduste tegemine klassifitseerimistabelites, sest osalejate riikide arvu suurenemisega, suurenevad ka muudatusettepanekud.

CCI raamistik baseerub standardil EN ISO 12006-2:2020 „*Klassifitseerimisraamistik*“. [15] Eesti CCI-EE klassifitseerimissüsteemi baastabelid ehk tuumiktabelid baseeruvad samadel standarditel, mis CCI. Täiendavad tabelid lähtuvad aga lisastandarditest. Et aru saada, milliseid standardeid milleks kasutati, allpool on lisatud kirjeldus standardite nimetuste ja kasutuskoha viitamisega.

Kasutatud on järgmisi standardeid:

- EN IEC 81346-2:2020 „*Tööstuslikud süsteemid, paigaldised ja seadmed ning tööstustooted. Liigendamise põhimõtted ja viitetunnused. Osa 2: Objektide liigitamine ja liikidele vastavad koodid*“. Seda standardit kasutati Ehitatud ruumi <CS> ja Ehituskomponentide <CO> tuumiktabelite puhul;
- ISO 81346-10:2022 „*Industrial systems, installations and equipment and industrial products — Structuring principles and reference designations — Part*

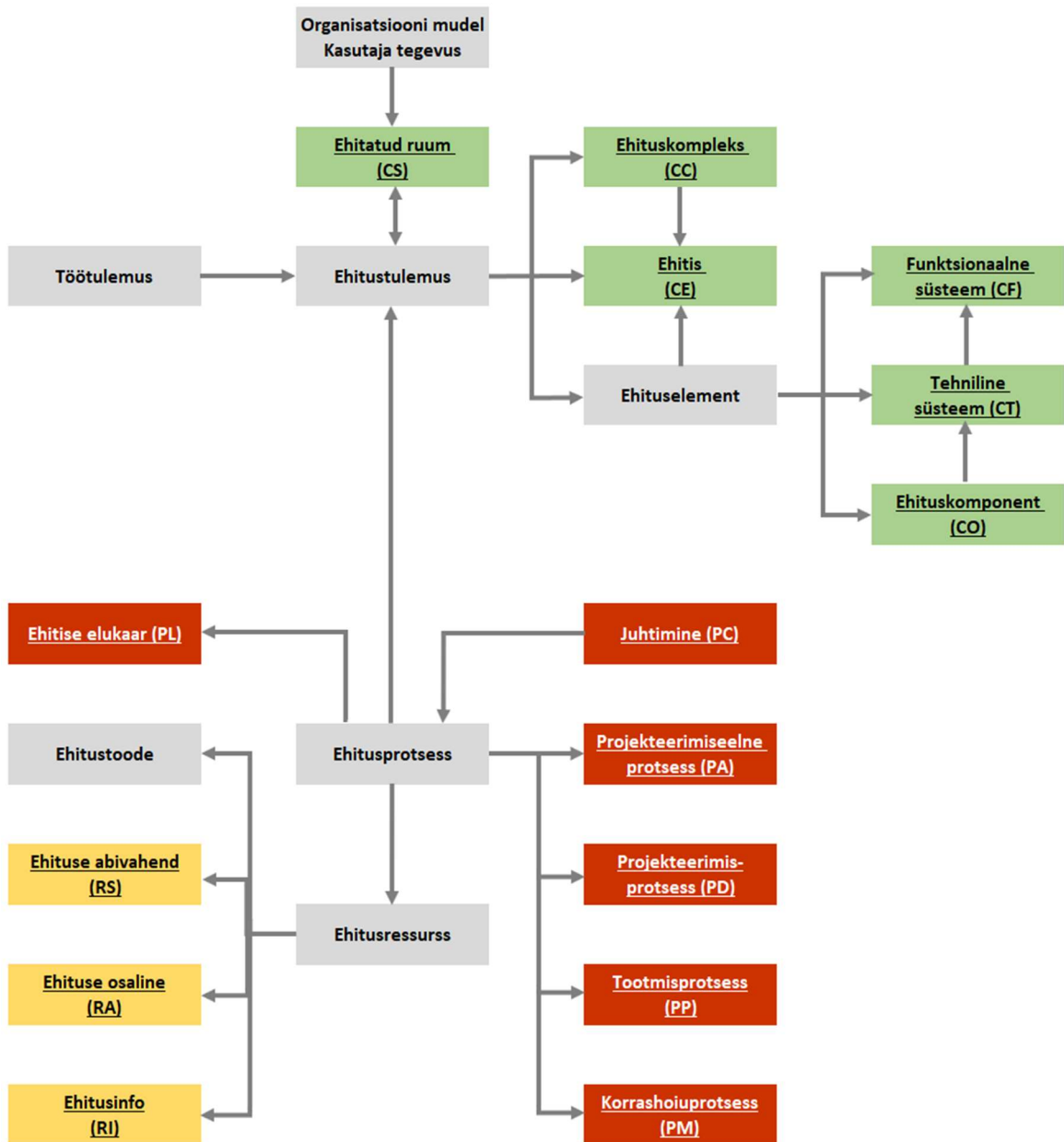
10: *Power supply systems*". Seda standardit kasutati Ehituskompleksi <CC> ja Ehitise <CE> tuumiktabelite puhul;

- ISO 81346-12:2018 „*Industrial systems, installations and equipment and industrial products -- Structuring principles and reference designations -- Part 12: Construction works and building services*”. Seda standardit kasutati Funktsionaalse süsteemi <CF> ja Tehnilise süsteemi <CE> tuumiktabelite puhul;
- ISO 15686-10:2010 „*Buildings and constructed assets -- Service life planning - - Part 10: When to assess functional performance*”. Seda standardit kasutati Ehitise elukaare <PL> CCI-EE klassifitseerimistabeli puhul;
- EVS 932:2017 „*Ehitusprojekt*”. Seda standardit kasutati Projekteerimiseelse protsessi <PA> ja Projekteerimisprotsessi <PD> CCI-EE klassifitseerimistabelite puhul;
- EVS 885:2005 „*Ehituskulude liigitamine*”. Seda standardit kasutati Korrashoiuprotsessi <PM> CCI-EE klassifitseerimistabeli puhul;
- EVS 807:2022 „*Kinnisvarakeskkonna juhtimine ja korrashoid*”. Seda standardit kasutati Ehitise elukaare <PL> CCI-EE klassifitseerimistabeli puhul;

Klassifitseerimissüsteem koosneb erinevatest klassidest ja *Ehituskeskuse* veebilehel on esitatud klassifitseerimissüsteemi üldine mudel (vt joonis 2.2), kus on esitatud kõiki ehitatud keskkonnaga seotud komponendid. Mudel võimaldab analüüsida ehitise erinevaid osi vastavalt mis tahes informatsiooni vajadusele. CCI-EE klassifitseerimismudel on koostatud lähtuvalt standardi EN ISO 12006-2:2020, mille järgi kasutaja ei piirdu konkreetsete tabelitega ja kasutades mudeli mallina, saab luua temale sobivaid klassifitseerimistabeleid. [14]


Klassifitseerimismudeli komponendid:

- Rohelise värviga on tähistatud tuumik-klassifitseerimistabelid, mis on sisu poolest samad kõikide kasutatavate riikide jaoks. Täht "C" nendes lahtrites tähendab "core", inglise keelest tõlkides tähendab see tuumikut;
- Kollase värviga on tähistatud ehitatud keskkonna loomiseks vajalikke ressursse. Täht „R” nendes lahtrites tähendab „resource”, inglise keelest tõlkides tähendab see ehitusressursse. Need tabelid võivad riigiti erineda;
- Punase värviga on tähistatud ehitatud keskkonna loomisega seotud protsesse. Täht "P" nendes lahtrites tähendab "process", inglise keelest tõlkides tähendab see ehitusprotsesse. Need tabelid võivad riigiti erineda;
- Halli värviga on tähistatud komponendid, mida kasutatakse alam klassifitseerimistaseme kirjeldamiseks. Nendel puuduvad lühendkoodid.



Joonis 2.2 CCI-EE klassifitseerimismudel [22]

Kõik CCI-EE klassifikaatorid on esitatud Excel-tabelitena, mis moodustab loendi kõikidest klassidest ja alamklassidest koos nende definitsioonidega. Igal klassil/alamklassil on oma kood, mis koosneb ladina tähtedest ja numbritest ning eesliidetest, mis iseloomustavad viidatavat klassi. CCI-EE MS Excel-i tabeli esilehel kirjeldatakse klassifitseerimissüsteemi ülesehitust ja sisu (vt joonis 2.3). [22]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S																
1	Omanik ja peamine kontakt:		ET Infokeskuse AS																																
2	Kontakt e-post:		cci@ehituskeskus.ee																																
3	CCI-EE versiooni number:		2022.10.0.1																																
4																																			
5	Sisujuht																																		
6	Sissejuhatus																																		
7	Klassifikatsioonisüsteemi ülesehitus																																		
8	Kasutatud standardid																																		
9	Üksiku klassi üldine ülesehitus (CS ... PL)																																		
10	Klassi/tabeli muutmise protsess																																		
11	Klassi koodi kasutamine (üheastmeline)																																		
12	Klassi koodi kasutamine (mitmeastmeline)																																		
13	Klassi koodi kasutamine (ehitusinfo)																																		
14	Klassi koodi kasutamine (protsess, ressursid)																																		
15	Kombineeritud klassifikatsiooni kood																																		
16																																			
17																																			
18																																			
19	Tagasi sisukorda																																		
20	Sissejuhatus																																		
21	Käesolev dokument esitab rahvusvahelise klassifikatsiooni süsteemi CCI (ingl construction classification international - CCI) ühes rahvuslike lisadega (EE), mida kasutatakse Eestis, et tagada elukaareülene, ehitusega seotud informatsiooni kasutamine. Antud klassifikatsioonisüsteemi vastutav omanik on ET Infokeskuse AS . Klassifikatsioonisüsteem on esitatud versiooni põhisel, milles peamine versiooni number on esitatud ka faili nimes ning käesoleva töölehe, EE-Sissejuhatus , päises. Ehkki ka üksiku klassi tabelis on omanik versiooni numbrit, tuleb viitamisel alati kasutada faili versiooni ehk peamist versiooni numbrit. Kõik muudatused lähtuvad käesoleva faili vastutavalt omanikult.																																		
22																																			
23																																			
24																																			
25																																			
26																																			
27																																			
28																																			
29																																			
30																																			
31	Tagasi sisukorda																																		
32	Klassifikatsioonisüsteemi ülesehitus																																		
33	Klassifikatsioonisüsteem koosneb erinevatest klassidest, millest igauks on esitatud omaette töölehena (töölehe nimetus on vastava klassi lühinimi).																																		
34	Klassifikatsioonisüsteemi üldine ülevaade on esitatud töölehel EE-Overview .																																		
35	Klassifikatsioonisüsteem põhineb standardil EVS-EN ISO 12006-2.Üksikud klassid on eristatavad värvikoodi baasil ning need viitavad erinevatele ehitise elukaart nuuritatavale aenektirlele ning nntaccirlele .																																		
36																																			
37																																			
38																																			
39																																			
40	<table border="1"> <tr> <td>CS</td> <td>CC</td> <td>CE</td> <td>CF</td> <td>CT</td> <td>CO</td> <td>RS</td> <td>RA</td> <td>RI</td> <td>PC</td> <td>PA</td> <td>PD</td> <td>PP</td> <td>PM</td> <td>PL</td> </tr> </table>																				CS	CC	CE	CF	CT	CO	RS	RA	RI	PC	PA	PD	PP	PM	PL
CS	CC	CE	CF	CT	CO	RS	RA	RI	PC	PA	PD	PP	PM	PL																					
41																																			
42																																			
43	Roheline																																		
44	Rohelised klassid esitavad ehitustulemust, mis tekib või muutub läbi ühe või rohkema ehitusprotsessi (Punane), milles kasutatakse üht või rohkem ehitusressursi (Kollane). Rohelisi klasse nimetatakse ka CCI süsteemi tuumikuks (ingl <i>core of the CCI</i>), mis on osaliselt loodud ning värskendatud rahvusvahelise CCI komitee poolt. CCI komitee jagab oma ettepanekuid antud klassifikatsioonisüsteemi omanikuga, ET Infokeskuse AS , kes kontrollib ning koordineerib seejärel kõikide teiste klasside värskendamise vajadust ning väljastab uue versiooni ühes versiooni numbriga muudatusega.																																		
45																																			
46																																			
47																																			
48																																			
49																																			
50																																			
51																																			
52																																			
53																																			
54																																			
55																																			
	EE-Sissejuhatus		EN-Introduction		EE-Ülevaade		EN-Overview		CS	CC	CE	CF	CT	CO	RS	RA	RI	PC	PA	PD	PP	PM	PL	EN-Revisions											

Joonis 2.3 CCI-EE MS Excel-i tabel klassifikaatoritega [22]

2.2 CCI-EE juhendid

CCI-EE klassifitseerimissüsteemi kasutamiseks on koostatud juhendmaterjal „*Klassifitseerimissüsteem CCI-EE: Olemus ja kasutamine*“, eesti ja inglise keeles. Juhendmaterjal on koostatud kõigile võimalikele projektis osalejatele: ehitajad, tellijad, arhitektid, projekteerijad, kinnisvaraarendajad jne. Materjal hõlmab kogu ehitise elukaart – selle kavandamisest lammutamiseni.

Alguses kirjeldatakse klassifitseerimissüsteemi vajadust ehituses ja CCI-EE põhimõtteid. See annab ülevaate klassifitseerimissüsteemi loomisest, klassifikaatoritest ja nende täiendamisest. Järgnevates peatükkides kirjeldatud CCI-EE

tabelite kasutamise juhised, süsteemi ülesehitus, kasutatud standardid ja klassi koodi kasutamine koos näidetega.

Eelviimane peatükk on kirjeldatud avaliku sektori tellijate BIM nõuded ja räägitakse etalonmudelitest, mis vastaks tellija vajadustele ja teostaja võimalustele. On tehtud kirjeldus klassifitseerimissüsteemi lisamisest ja alusfailid tarkvarades: *AutoCAD Architecture*, *AutoCAD MEP*, *Autodesk Civil 3D* ja *Autodesk Revit*.

Viimane peatükk kirjeldab eelarvete koostamise võimaluste CCI-EE süsteemis. See on kasulik pakkumise koostamiseks, kui riigihanke kulude tabeli koostamisel on kasutatud CCI-EE klassifitseerimissüsteem. Lisas on olemas ka näide ehitaja poolt koostatud eelarvega, kus on kasutatud EVS 885 klassifikaatorid.

Lisaks sellele on olemas CCI-EE infolehed praktiliseks kasutamiseks. Nendes on tehtud lühikirjeldus juhendiga tellijale, projekterijale, ehitusettevõtjale, ehitusmaksumuse hindajale ja kinnisvaraobjekti korrashoidjale. [23]

2.2.1 CCI tuumiktabelid

Käesoleva magistritöö juures on lähtutud sellel hetkel kättesaadavast CCI-EE versioonist, CCI-EE-2022.10.0.1. [22] Järgnevalt tehakse üldine ülevaade CCI-EE koosseisus olevatest tabelitest ja klassifikaatorite peatasanditest.

1) Ehitatud ruum (**CS – Built space**)

Ruum on piiritletud, kolmemõõtmeline, ala, mis on määratud kas füüsiliselt või kokkuleppeliselt. See tähendab, et mõistet „ruum“ saab kasutada mitte ainult hoonete puhul aga ka väliskeskkonna tähenduses, sh taristuobjektide kirjeldamisel. CCI-EE kontekstis on ehitatud ruumid jagatud seitsmeks põhiklassiks:

Tabel 2.1 Ehitatud ruumide põhiklassid [22]

Level 1	Mõiste (EE)
A	Ruum inimasustuseks
B	Ruum inimtegevuseks
C	Ladustamisruum
D	Ruum tehnosüsteemidele
E	Ruum tugiülesehitusele
F	Liikluse ruum
P	Füüsikalise nähtuse ruum

2) Ehituskompleks (CC – Construction complex)

Suur hulk hooneid ei ole eraldi ehitatud, vaid kujutavad endast erineva otstarbega hoonete kompleksi, näiteks kool, mööblivabrik, haigla jne. Kompleksis asub nn peahoone ja peahoone tegevust toetavad hooned. Seega ehituskompleks on oluline osa tuumiktabelitest ning on jaotatud 16 põhiklassiks:

Tabel 2.2 Ehituskomplekside põhiklassid [22]

Level 1	Mõiste (EE)	Level 1	Mõiste (EE)
A	Elamukompleks	M	Jaotuskompleks
B	Tervishoiu ja hooldekumpleks	N	Tootmiskompleks
C	Administratiiv, kaubanduse või teeninduse kompleks	P	Töötlemiskompleks
D	Hariduse või teaduse kompleks	Q	Ladustamiskompleks
E	Kaitse või turvalisuse kompleks	R	Liikluskompleks
F	Kultuurikompleks	T	Maakasutamise kompleks
G	Puhke ja spordikompleks	U	Veekasutamise kompleks
L	Energiavarustuse kompleks	X	Varemete kompleks

3) Ehitis (CE – Construction entity)

Eestis kehtiv ehitusseadustiku (§3 lg 1 ja 2) järgi: „Ehitis on inimtegevuse tulemusel loodud ja aluspinnasega ühendatud või sellele toetuv asi, mille kasutamise otstarve, eesmärk, kasutamise viis või kestvus võimaldab seda eristada teistest asjadest. Ehitis on hoone või rajatis. Hoone on väliskeskkonnast katuse ja teiste välispiiretega eraldatud siseruumiga ehitis. Rajatis on ehitis, mis ei ole hoone.“ [24] Selles tabelis klassifitseeritakse ehitisi kasutamise otstarbe järgi, milleks seda kasutatakse või milleks seda kavandati kasutada. Ehitised on jaotatud 21 põhiklassiks:

Tabel 2.3 Ehitiste põhiklassid [22]

Level 1	Mõiste (EE)	Level 1	Mõiste (EE)
A	Elamud	N	Tootmisehitised
B	Hooned füüsiliste vajadustega tegelemiseks	P	Töötlemisehitised
C	Administratiiv, kaubandus või teenidushooned	Q	Kogumisehitised
D	Haridus- või teadushooned	R	Liiklusehitised
F	Kultuurihooned	S	Liiklust ülekandvad ehitised
G	Puhkehitised	T	Sihtkasutusotstarbega maa-alad
H	Spordiehitised	U	Vesiehitised
J	Ehitised kogunemiseks	X	Varemed
K	Juurdepääsu või piirdehitised	Y	Dekoratiivehitised
L	Energiajaamad	Z	Määratlemata ehitised
M	Edastusvõrkude ehitised		

4) Ehituselement (*Construction element*)

Ehituselementi on kirjeldatud standardis EN ISO 12006-2, see määratleb ehituselemendi nii: „Ehituselement on koostisosa iseloomuliku funktsiooni, kuju või asukohaga.“ Standardis EN IEC/ISO 81346-1:2022, ehituselement on jaotatud kolme kriteeriumi järgi:

- **Funktsionaalne süsteem (CF – *Functional system*)**
 - Funktsionaalse süsteemi klassifitseerimistabel on standardis ISO 81346-12:2018, normatiivne lisa A, tabel A1.
- **Tehniline süsteem (CT – *Technical systems*)**
 - Tehnilise süsteemi klassifitseerimistabel on standardis ISO 81346-12:2018, normatiivne lisa A, tabel A2.
- **Ehituskomponent (CO – *Construction component*)**
 - Ehituskomponentid liigitatakse lähtuvalt standardist EVS-EN IEC 81346-2:2020.

2.2.2 CCI-EE klassifitseerimistabelid

Käesoleva magistritöö kirjutamise ajal (2022. a sügis), viimane Excel-tabelite versioon on CCI-EE-2022.10.0.1. Tegemist on rahvuslikega komponentidega, mille puhul puuduvad ühtsed rahvusvahelised reeglid ning iga CCI kasutatav riik peab neid tabeleid täitma iseseisvalt. [22]

1) Ehituse abivahend (RS – *Construction aid*)

Klassifitseerimistabelis “ehituse abivahend” klassifitseeritakse kõik vahendid ja seadmed, mida kasutatakse lõpptulemuse saavutamiseks, nt ehitamise ajal. Klassifikator jagab seadmed vastavalt nende funktsioonidele. Ehituse abivahendi kohta puudub ühtne rahvusvaheline standard, seega iga partner-riik koostab selle tabeli ise. CCI-EE puhul on käesolev tabel koostatud pikaajalise ehituskogemuse ja tehnoloogiate põhjal, koos mõistete ja definitsioonidega. Ehitamise abivahendid on jaotatud üheksaks põhiklassiks:

Tabel 2.4 Ehituse abivahendite põhiklassid [22]

Level 1	Mõiste (EE)
A	Insenervarustuse seadmed
B	Isikukaitsevahendid
C	Tõste- ja transpordivahendid

Level 1	Mõiste (EE)
D	Vahendid ressursside vastuvõtuks ja ladustamiseks
E	Puhastusseadmed
F	Ehitusmaterjale ja -tooteid töötlevad seadmed
G	Ehitustoodete ettevalmistamise seadmed
H	Pinnasetöötlemise seadmed
J	Möötmisseadmed

2) Ehituse osaline (RA – Construction agent)

Ehituse osaliste puhul liigitakse projekti osalisi lähtuvalt nende funktsioonidest ja pädevustest. Osalisteks võivad olla nii organisatsioonid kui ka organisatsioonide konkretsed isikud, kellel on konkreetseid ülesandeid ja kohustusi. Samas on võimalik ka see, et osalejal võib projektis olla mitu rolli. Näiteks tellija võib olla ka peatöövõtja või ehitustöövõtja. Seega ehituse osalisi on mõistlik klassifitseerida kogu projekti kestel täidetavate funktsioonide alusel.

Tabel 2.5 Ehituse osaliste põhiklassid [22]

Level 1	Mõiste (EE)
A	Arendajad
B	Korraldajad
C	Täitjad
D	Organisatsioonid, asutused

3) Juhtimine (PC - Management)

Projektijuhtimine seisneb protsesside, tööriistade, meeskonnaliikmete ja oskuste ühtlustamises, et projekte ellu viia. Tegemist on korralduslike protsessidega, konkreetse eesmärgini jõudmiseks. Juhtimise kohta puudub ühtne rahvusvaheline standard. CCI-EE puhul on kasutusel traditsioonilised juhtimisprotsessid, mille järgi saab klassifitseerida töötegevusi. Siin lähtutakse rahvuslikest tavadest, mis on riigis eelmiste aastate jooksul kujunenud.

Tabel 2.6 Juhtimiste põhiklassid [22]

Level 1	Mõiste (EE)
A	Ehitusjuhtimine
B	Uuringute juhtimine
C	Koolituse juhtimine
D	Projekteerimise juhtimine
E	Ehitusmaksumuse hindamise juhtimine
F	Ehitustegevuse juhtimine
G	Omaniku järelevalve korraldamine
H	Korrashoiu ja käitamise juhtimine

4) Projekteerimiseelne- (PA – *Pre-design*) ja projekteerimis protsess (PD – *Design*)

Projekteerimise kohta puudub ühtne rahvusvaheline standard, sest erinevates riikides on oma nõuded ehitamise alustamiseks, dokumentatsiooniks, vajalikeks lubadeks ja nende kooskõlastamiseks.

CCI-EE projekteerimiseelse- ja projekteerimisprotsesside klassifitseermistabeli koostamiseks on võetud aluseks standard EVS 932:2017 „*Ehitusprojekt*“. Standardis on kirjeldatud juhised ehitusprojekti koostamiseks ja loetelu nõutud dokumentidest ja tegevustest projekteerimise alustamiseks. Eestis on nend üsna sarnased tegevused kõikide ehitiste puhul, näiteks eskiisi koostamine, projekteerimistingimuste koostamine, projekti määratlemine, omanikujärelevalve määramine jne.

5) Tootmisprotsess (PP – *Production process*)

Tootmisprotsessi klassifitseerimistabel klassifitseerib ehitamise tööliigid. Kui eelmine tabel on mõeldud projekteerijate jaoks, siis tootmisprotsessi tabel on mõeldud ehitajate jaoks. Ehitajad planeerivad oma tööd ja ressursse. Seega tootmisprotsessi klassifitseeritakse lähtuvalt tööliikidest ja tööde järjekorrast. Kuna ehitamisprotsess pidevalt areneb, on võimalik et tulevikus lisatakse veel mingid põhi- ja alamgrupid. Seda tabelit on lihtsam täiendada, kuna see ei kuulu tuumiktabelite kooseisu ja kokkulepet teiste partner-riikidega ei ole vajalik. Praegu tabelis on 20 põhiklassi:

Tabel 2.7 Juhtimiste põhiklassid [22]

Level 1	Mõiste (EE)
A	Ettevalmistustööd
B	Lammutustööd
C	Puurimis- ja lõhketööd
D	Pinnasetööd
E	Vaiatööd
F	Betoonitööd
G	Elementehitus
H	Müüritööd
J	Puidutööd
K	Katusekattetööd
L	Isolatsioonitööd
M	Avatäidete paigaldamine ja klaasfassaaditööd
N	Välisviimistlustööd
P	Hoonesisesed tarinditööd
Q	Siseviimistlustööd
R	Hoonesiseste tehnosüsteemide ehitus
S	Sisustustööd ja seadmete paigaldamine
T	Välisvõrkude rajamine
U	Teede ja platside ehitus
V	Muud abitööd

6) Korrashoid (PM - Maintenance)

CCI-EE hõlmab ka korrashoiu klassifitseerimistabelit, mis puudub paljudes teistes klassifitseerimissüsteemides. Naaberriikidest ainult Rootsi klassifitseerimissüsteemis *CoClass* haarab eksploatatsiooni ajal toimuvaid korrashoiu tegevusi. Korrashoiu klassifitseerimistabel on koostatud lähtuvalt standarditest EVS-EN 15221-4:2011 (*Kinnisvarakeskkonna juhtimine. Osa 4: Taksonoomia, klassifikatsioon ja struktuurid kinnisvarakeskkonna juhtimises*) ja EVS 807:2016 (*Kinnisvarakeskkonna juhtimine ja korrashoid*). Korrashoiu peamiseks eesmärgiks on säilitada ja taastada ehitist, mille korral see säilitab oma kasutatavust. Seega korrashoiu klassifikaator on oluline osa CCI-EE klassifitseerimissüsteemist ja hõlbustab korrashoiu tegevusi ehitise edaspidisel kasutamisel.

7) Ehitise elukaar (PL - Lifecycle)

Ehitise elukaar on näitab milliseid inseneriuuringuid, projekteerimisi, ehitamisi, rekonstrueerimisi, remonte, lammutusi teostati teatud aja jooksul, st kogu ehitise elukaare jooksul. See tähendab, et aja jooksul läbib ehitise erinevaid protsesse ja võib isegi oma kasutamise otstarvet muuta või kasutatakse ehitise lammutamisel saadud materjale uues ringis või kasutatakse olemasolevat vundamenti uue hoone rajamiseks. Antud tabel baseerub rahvusvahelisel standardil ISO 15686-10:2010 (*Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 10: When to assess functional performance*). Ehitise elukaare tabel on jaotatud kolmeks põhigrupiks:

Tabel 2.8 Ehitise elukaare põhigrupid [22]

Level 1	Mõiste (EE)
A	Portfelli juhtimine
B	Projekti elluviimine
C	Varahaldamine

8) Ehitusinfo (RI – Construction information)

Klassifitseerimistabel „ehitusinfo“ on kõige mahukam võrreldes teistega ja see on mõeldud ehituskomponendi tüüpide või temaga seotud omaduste ja omaduste gruppide täpsustamiseks. Lähtutud on tähe-numbrilisest koodist, milles 2 esimest on tähed ja 3 järgmist numbritena. Klassifitseerimistabeli omadused luuakse vastavalt tellija soovidele ja tabelit saab täiendada vastavate koodide lisamisega. Omaduste gruppide loomiseks tuleb lähtuda standarist EVS-EN ISO 23387:2020 (*Building information modelling (BIM) - Data templates for construction objects used in the life*

cycle of built assets - Concepts and principles). Ehitusinfo tabel on jaotatud 19 põhigrupiks:

Tabel 2.9 Ehitusinfode põhigrupid [22]

Level 1	Mõiste (EE)
A	Administratiivsed omadused
B	Akustilised omadused
C	Keemilised omadused (sh bioloogilised)
D	Elektrilised ja signaalitehnoloogiaga seotud omadused
E	Energiaga ning soojusmahtuvusega seotud omadused
F	Keskkonnaga seotud omadused
G	Tuleohutusega seotud omadused
H	Vedeliku/gaasi või selle kasutamisega seotud omadused
J	Valgusega seotud omadused
K	Mehaanilised omadused
L	Asukohaga ja positsiooniga seotud omadused
M	Pikkusest, suurusest või massist lähtuvad omadused
P	Toote ja tootmisega seotud omadused
Q	Kvaliteediga seotud omadused
S	Tervise ja ohutusega seotud omadused
T	Ajamõõtega seotud omadused
V	Dokumenteermise ja esitusega seotud omadused
X	Maksumusega seotud omadused
Z	Korrashoiuga seotud omadused

2.2.3 CCI-EE kasutuselevõtu analüüs

Täna sel päeval on CCI-EE üsna uus klassifitseerimissüsteem ning selle plusside ja miinuste analüüsimiseks on vajalik selle praktiline kasutamine. Hetkel on turul kasutusel palju klassifitseerimissüsteeme ja standardeid, mida veel uuendatakse ning üks populaarsemaid süsteeme on *Uniclass 2015*. Kaunase Tehnikaülikool viis läbi uuringu, mille eesmärk oli võrrelda CCI ja *Uniclass 2015* klassifitseerimissüsteeme. *Uniclass 2015* ja CCI valiti nende populaarsuse ja kohaldatavuse tõttu riigi õiguskeskkonna küsimustes. *Uniclass 2015* sarnaneb *OmniClass*-iga ja pakub üksikasjalikumaid klasse ning CCI sarnaneb *CoClass*-i ja *CCS*-iga ning pakub üldisemaid, funktsioonipõhiseid klasse. [25]

Uurimismeetodiks oli küsitlus, milles osales 11 eksperti, kellel on:

- vähemalt 5-aastane BIM-i kasutamise kogemus;
- ehitusinseneri haridus ja töökogemus (nt projektjuhina, BIM koordinaatorina, projekteerijana vms);
- ehitustehniliste ja juriidiliste dokumentide teadmised;

- klassifitseerimissüsteemi kasutamise kogemus, eelistades CCI ja *Uniclass 2015*;
- tulenevalt klassifitseerimissüsteemide eripäradest, inglise keele tase mitte madalam kui C1.

Eksperdid analüüsisid ja võrdlesid klassifitseerimissüsteeme ning küsitluse tulemuste põhjal moodustati SWOT-analüüsid (vt tabel 2.10). [25]

Tabel 2.10 CCI klassifitseerimissüsteemi SWOT-analüüs [25]

CCI SWOT-analüüs	
Tugevused	Nõrkused
<ul style="list-style-type: none"> • Vastab standardile EN ISO 12006-2, mis tagab klassifitseerimissüsteemi vastavuse rahvusvahelistele põhimõtetele ehitustööde klassifitseerimisel; • Põhineb rahvusvahelisel standardil EN ISO/IEC 81346, mis on aluseks CCS ja <i>CoClass</i> süsteemidele; • Ühildub ehitusteenuste projekteerimise ja ekspordi osas tänu suurenenud juurutamisele Ida- ja Lõuna-Euroopa riikides; • EN ISO/IEC 81346 standardi seeria pakub meetodikat üksikute komponentide, riiklike klassifitseerimissüsteemide või muu täiendava välisteabe linkimiseks; • Pakub viitetunnussüsteemi, mis identifitseerib komponendid ja tagab võimaluse komponente struktureerida vastavalt erinevatele aspektidele (funktsioon, asukoht, tüüp, muu); omab klassidele funktsionaalset lähenemist, mis tagab klassifitseerimissüsteemi viitenimetuste teatud stabiilsuse kogu hoone elukaare jooksul; • Sellel on väga paindlik kodeerimise süntaks; võimalik paigutada mitu hierarhiat (mitu koodiosa) ühele koodireale vastavalt erinevatele aspektidele; • Kodeerimis põhimõtted võimaldavad näidata salastatud objekti asukohta teises objektis (asukoha aspekt). 	<ul style="list-style-type: none"> • Standardiseeritud klasside arv ei kirjelda täpselt ehitatud keskkonna objekte, mistõttu tuleb välja töötada täiendavad ontoloogiad või kaardistada need täiendavate allikatega; • EN ISO/IEC 81346 standardi seeria keskendub hoonete tehnosüsteemidele, seega vajavad konstruktsioonide klassid ja mõned tsiviilobjektide osad täiendavat üksikasjalikku jaotust ja arendamist.
Võimalused	Ohud
<ul style="list-style-type: none"> • Võimalik siduda olemasolevaid riiklike klassifitseerimissüsteeme, mis on seotud ehitatud keskkonnaga (nt ehitise elukaarefaasid), üksikute või ainult projektiga seotud omadustega (nt koordinaadid, aadressid jne) või muud tüüpi teabega, kasutades EN ISO/IEC 81346 komponentide lisamise reeglit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Osa üldklassidest vastavalt EN ISO 12006-2 (rollid, ehitusinfo, protsessid jne) ei ole kehtestatud, mis võib siseriiklike klassifitseerimissüsteemide rakendamisel põhjustada kõrvalekaldeid rahvusvahelistest ehitusklassifikatsiooni põhimõtetest.

CCI klassifitseerimissüsteemi SWOT-analüüsi kokkuvõtteks võib öelda, et CCI peamised eelised *Uniclass 2015* ees on selle võime haakuda riiklike klassifitseerimissüsteemidega, selgemad klasside definitsioonid, viitetunnussüsteem komponentide identifitseerimiseks ja kodeering, mis võimaldab kasutada ühes koodis mitut hierarhiat. *Uniclass 2015* peamine eelis CCI ees on palju klasse koos objektide üksikasjalike omadustega (klassifitseerides enam kui 14 000 ehitatud keskkonna objekti). Kuid nii paljude klasside olemasolu tõttu võivad tekkida arusaamatused, mis võivad viia elemendi valesti klassifitseerimiseni, mistõttu võib seda nimetada pigem nõrkuseks. Samuti *Uniclass 2015* eeliseks on pistikprogrammide olemasolu populaarsetes BIM-tarkvarades ja võime siduda *OmniClass*-i (USA) klassifitseerimissüsteemiga. Kuna CCI on üsna värske, võib eeldada, et tulevikus võib ka siin tekkida erinevate pistikprogrammide võimekus, mis lihtsustab klassifitseerimissüsteemi rakendamist mingi konkreetse tarkvara põhiselt.

SWOT-analüüsis puudutati tuumiktabelitega CCI-d. Kui võrrelda *Uniclass 2015* CCI-EE-ga, koos rakendustabelitega (tabel komponentide tüüpide ja alatüüpidega), siis viimane klassifitseerimissüsteem on struktureeritum ning võtab arvesse ehitusprotsesside ja ehitusressursside kohalikke standardeid, mis tänu CCI-EE üheks tervikuks liidetud. Kodeerimisel arvestatakse funktsionaalseid ja tehnilisi aspekte, mis annab rohkem võimalusi viitamiseks. Kodeerimishierarhia on jälgitav ja komponendi koodide defineerimist alustatakse üldisematest klassidest ning seejärel tüüpide ja alamtüüpide täpsustused. Kõik see lihtsustab klassifitseerimisprotsessi ja säästab aega.

3. CCI-EE RAKENDAMINE ARHITEKTUURI MUDELI NÄITEL

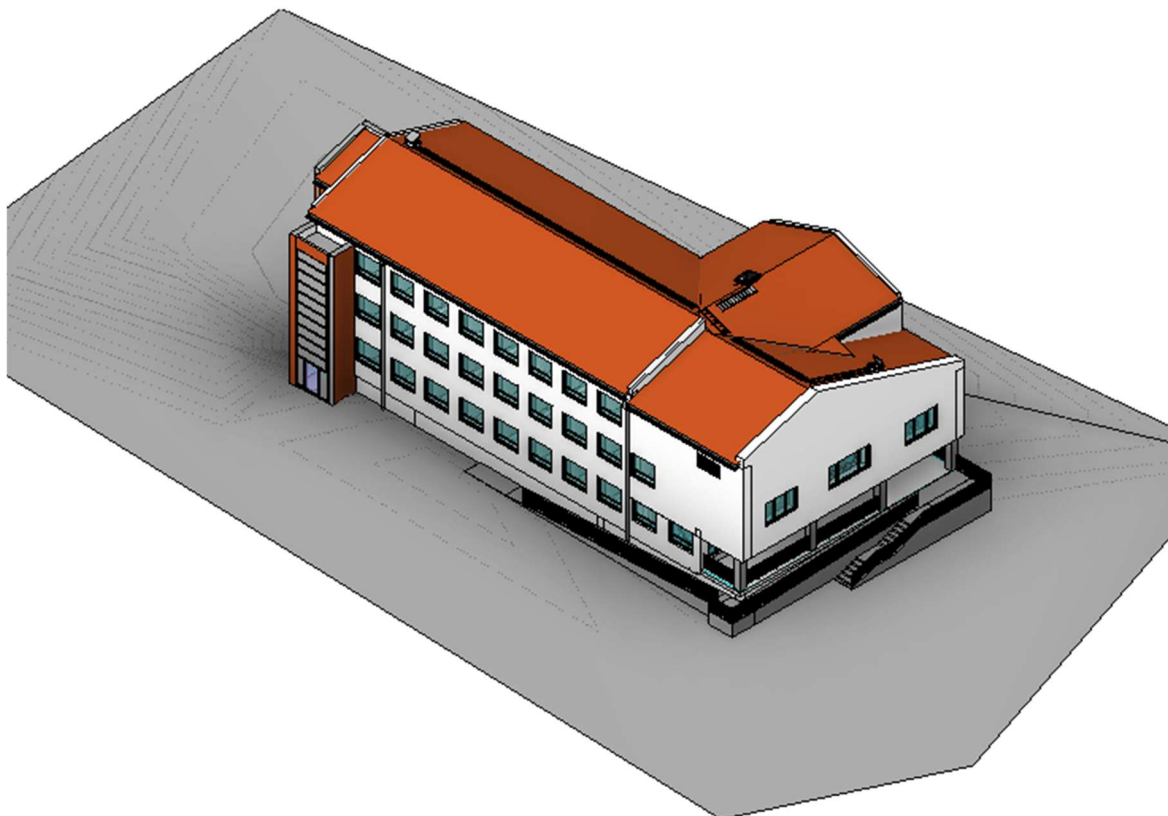
3.1 Objekti tutvustus

Klassifitseerimissüsteemi rakendamiseks kasutatud arhitektuur projekt on Tartus asuv keskkonnamaja rekonstrueerimise projekt aadressil *Aleksandri tn 14*. Rekonstrueeritud hoone on büroohoone. Antud projektiga rekonstrueeriti osaliselt vana büroohoone. Lisati lift hoovi poole, keskmisest trepikojast moodustati uus evakuatsioonitee, lisati üks uus sissepääs, projekteeriti uus ventilatsioonisüsteem ja uued elektri- ja sidesüsteemid. Vahetati osaliselt välja avatäited ja hoone välisseinad mis veel pole soojustatud, soojustati väljast. Hoone gabariitmõõdud on 39,9x21,1m. Hoone kõrgus on piiratud 14,3 meetriga, absoluutne kõrgus 51,1m. Antud kirjeldus on võetud projekti seletuskirjast. Alltoodud joonisel 3.1 on väljavõte *Maa-ameti* geoportaalist, mis näitab hoone asukoha. [26]



Joonis 3.1 Asukoha joonis Maa-ameti geoportaalist [26]

Projekti tellijaks on *Riigi Kinnisvara AS* ja peaprojekteerijaks on *Projektibüroo OÜ*, kes andsid juurdepääsu projektile ja infomudelile *Autodesk Revit* formaadis. Allpool joonisel 3.2, on esitatud ekraanipilt arhitektuuri mudelist.



Joonis 3.2 Arhitektuuri mudel, mis on projekteeritud *Projektibüroo OÜ* poolt

Arhitektuur projekt on koostatud eelprojekti staadiumis. Eelprojekti aluseks on võetud lähteülesanne, tellija poolt kooskõlastatud eskiisprojekt ja projekteerimiskoosolekutel kokku lepitud ja protokollitud lähteandmed. Eskiisprojekt on koostatud *Rabatron Projekt OÜ* poolt. Tulenevalt büroohoone rekonstrueerimise projekti seletuskirjast on põhilised tehnilised andmed järgmised:

Tabel 3.1 Büroohoone põhilised tehnilised andmed

Hoonealune pind	611 m ²
Korruselisus	4
Suletud netopind	1785,8 m ²
Kõrgus	14,3 m
Pikkus	39,9 m
Laius	21,1 m
Hoone maht	8378,6 m ³

3.2 Ettevalmistamine CCI-EE rakendamiseks

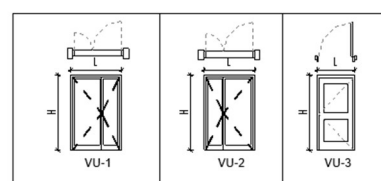
3.2.1 Ettevalmistus ja metoodika

Enne klassifitseerimisprotsessiga alustamist viidi läbi ettevalmistustööd. Esimese etapina uuriti ja analüüsiti arhitektuuri mudelit, spetsifikatsioonitabeleid, samuti informatsiooni mahtu erinevat tüüpi elementidele. Mudeli uurimiseks ja klassifitseerimiseks kasutati programmi *Autodesk Revit 2023*. Uuriti ka hoone rekonstrueerimise projekti sisukorda, eesmärki ning tehnilisi andmeid. Analüüsi põhjal moodustati arhitektuuri mudeli klassifitseerimise metoodika, millesse hiljem tehti muudatusi. Lõputöös kasutatav metoodika on järgmine:

1. Arhitektuuri mudeli andmete põhjal koostada eeltabelid, mis esitavad mudelis olevaid eriliike ehituselemente;
2. Eksportida ehituselementide andmed koos elementide ID-ga *MS Excel*-i tabelisse;
3. Teostada andmete koondamised, sorteerimised *MS Excel* tarkvaras, et lihtsustada projekteerimisjärgset klassifitseerimisprotsessi;
4. Leida seoseid erinevate elementide vahel, et lihtsustada edaspidist klassifitseerimist;
5. Elemendi koodi määramine kasutades CCI-EE tabeleid;
6. Unikaalse ID määramine;
7. Viiterühmade loomine elementide omavaheliste seoste tabeli alusel;
8. CCI-EE parameetrite lisamine mudelisse projekti malli abil;
9. Andmete importimine mudelisse ja probleemsete kohtade leidmine.

Olemasoleval arhitektuuri mudelil olid valmis mõned spetsifikatsioonitabelid koos akende, uste, seinte ja põrandate/lagedega, mille näide on toodud järgmisel joonisel 3.3 *Autodesk Revit* tabelist.

Välisuste Loend												
Mark	Nimetus	Material	Ava Mõõdud LxH	Viimistlus	Klaasistus	Klaasingu erisused	Ehitusfaas	Arv tk.	Soojusjuhtivus	Õhuläbilaskvus	Veepidavus	Vast. tuulekoormusele
TV-1	Tõstanduks	Metalluks	2050x2280	Hall - RAL 7047	-	-	New Construction	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	klass 1	2A	C1
TV-2	Tõstanduks	Olemasolev	2850x2280	Olemasolev	-	-	Existing	2	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	Olemasolev	Olemasolev	Olemasolev
TV-3	Tõstanduks	Olemasolev	2890x2470	Olemasolev	-	-	Existing	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	Olemasolev	Olemasolev	Olemasolev
VU-1	Välisuks	Metalluks	1480x2200	Hall - RAL 7047	3x klaaspakett	Lamineeritud klaas	New Construction	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	klass 1	2A	C1
VU-2	Välisuks	Metalluks	1480x2200	Hall - RAL 7047	3x klaaspakett	Lamineeritud klaas	New Construction	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	klass 1	2A	C1
VU-3	Välisuks	Metalluks	1000x2100	Hall - RAL 7047	3x klaaspakett	Lamineeritud klaas	New Construction	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	klass 1	2A	C1
VUO-1	Välisuks	Olemasolev	1200x2200	Olemasolev	Olemasolev	-	Existing	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	Olemasolev	Olemasolev	Olemasolev
VUO-2	Välisuks	Olemasolev	1360x2270	Olemasolev	Olemasolev	-	Existing	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	Olemasolev	Olemasolev	Olemasolev
VUO-3	Välisuks	Olemasolev	1300x2290	Olemasolev	Olemasolev	-	Existing	1	Kogu ukse U = max 1,4 W/m	Olemasolev	Olemasolev	Olemasolev



Joonis 3.3 Väljavõtte Autodesk Revit tarkvarast, kus on välja toodud välisuste loend

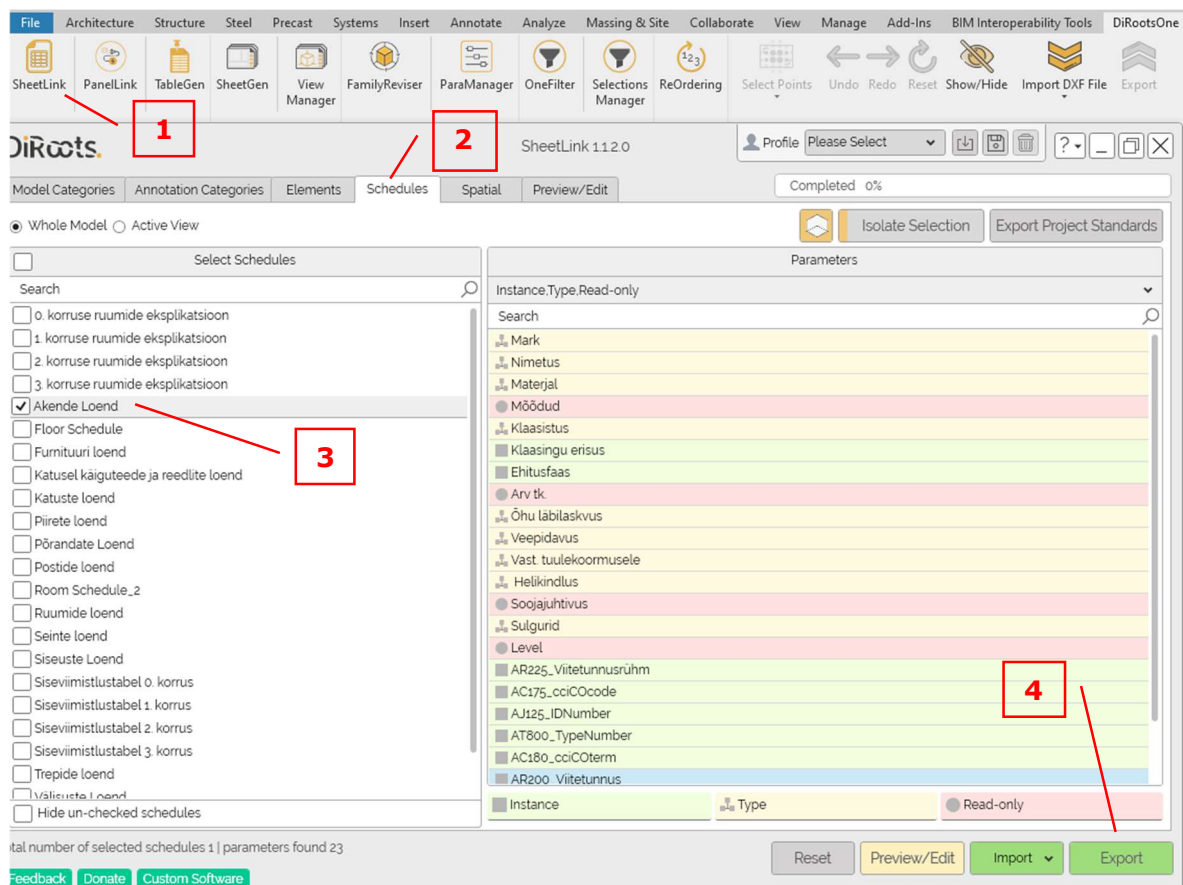
Joonisel 3.3 on väljavõtte välisuste loendist, millest lähtub, et elementide spetsifikatsioonis on suur hulk andmeid, mis kirjeldavad elementide tüüpe. Need andmed aitavad elemendi koodi ja selle tüübi määramisel. Kuna arhitektuuri mudeli ja projekti loomise eesmärk on rekonstrueerimine, siis on tabelis ära toodud mõned elemendid olemasolevatena. Analoogsed spetsifikatsiooni loendid olid siseuste, akende, seinte ja põrandate/lagede kohta.

3.2.2 Andmete eksport MS Excelisse

Andmete eksportimiseks MS Excel-isse oli vaja kasutada Autodesk Revit-i pistikprogrammi, kuna programm saab eksportida ainult *.csv failiks ning see on ajamahukas protsess. Seega pistikprogrammi kasutamine lihtsustab andmete eksportimist ja kiirendab klassifitseerimisprotsessi. Esialgne otsus oli kasutada Dynamo lisandmoodulit, mis lihtsamalt öeldes on visuaalne programmeerimistööriist, kus saab luua samm-sammult teatud algoritmi järgi sooritavate toimingute komplekti. Kuid selle lisandmooduli kasutamise keerukuse tõttu leiti alternatiivne lahendus. Andmete eksportimiseks ja edasiseks importimiseks kasutati tarkvaraarendaja DiRoots SheetLink pistikprogrammi, mida on lihtne kasutada ja mis aitab kiirendada andmete eksportimise ja importimise protsessi. [27]

SheetLink pistikprogrammi abil saab olemasolevaid spetsifikatsioonitabeleid eksportida *MS Excel*-isse, samuti on võimalik luua iga elemendi kohta omaette tabel. Autor eksportis mudelis olemasolevad spetsifikatsioonitabelid ja ülejäänud elementide jaoks, mida tabelites ei olnud, lõi ta lisaks pistikprogrammis lisatabelid. Pistikprogrammis tabelite loomise põhimõte on sama, mis *Autodesk Revit*-is endas. Kokku saadi ekspordi lõpetamisel 13 erineva kategooria elementidega tabelit.

Andmete *MS Excel*-isse eksportimiseks oli vaja valida *SheetLink* pistikprogrammi juhtpaneeli → *Schedules* → valida vajalik spetsifikatsioonitabel nimekirjast → *Export*. Allpool joonisel 3.4 on näidatud *SheetLink* pistikprogrammi paneel, kus numbrid näitavad andmete eksportimiseks vajutamise järjekorda.



Joonis 3.4 *SheetLink* pistikprogrammi juhtpaneel

Pärast ekspordinupu vajutamist tuleb valida tee, kuhu tabel salvestada ja selle tulemusena näeb tabelit avades välja selline, nagu näidatud järgmisel joonisel 3.5.

Element ID	Mark	Nimetus	Materjal	Möödud	Klaasistus	Klaasingu erisus	Ehitusfaas	Arv tk.	Ohu läbilaskvus	Veepidavus	Vast. tuulekoormusele	Helikindlus	
Custom Parameter	String Identity D	String Identity D	String Type Text	String Type Schedule Parameter	String Type Text	String Instance	Elementid Phasing	Schedule Parameter	String Type	String Type Data	String Type	String Type	
5383425	A-1	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	New Const		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5383687	A-1	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	New Const		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5388931	A-1	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	New Const		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5516155	A-1	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	New Const		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5516291	A-1	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	New Const		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
6835512	A-1	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	New Const		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5376354	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5376976	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5377496	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5377605	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5377736	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5377839	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5378010	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5378157	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379609	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379610	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379611	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379612	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379613	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379614	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379615	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379619	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379620	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379621	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379622	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379623	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379624	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB
5379625	A-1*	Välisaken	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett	-	Existing		1	klass 4	7A	C5/B5	30 dB

Joonis 3.5 *SheetLink* pistikprogrammi abil loodud akende spetsifikatsioonitabel

Samuti on joonisel 3.5 näha, et eksporditud andmetel on iga elemendi jaoks kirjutatud oma elemendi ID, mis teeb elemendi leidmise *Autodesk Revit*-is lihtsamaks ning võimaldab kontrollida, kas andmed on õigesti eksporditud.

3.2.3 Ühistabeli loomine ja seoste leidmine

Erinevate elementide ja kategooriatega tabelite ühendamiseks oli vaja tuvastada olulised elementide kategooriad ning need õigesti tabelisse paigutada, et oleks lihtne sorteerida ja otsida. Kuna *SheetLink* pistikprogrammi abil loodi 13 *MS Excel*-i tabelit, tuli elementidest üldise ülevaate saamiseks ja nendevaheliste seoste leidmiseks need üheks liita. Tulemuseks on 25 veergu, mis kirjeldavad elemendi kategooriat, nime, korrust, tüüpi, suurust, pindala jne. Tabel osutus mahukaks, kuid elemente sorteerides oli lihtne leida vajalikke elemente ning ka elemendi ID abil vaadata seda *Autodesk Revit* paneeli *Manage* abil ning seejärel *Select by ID* (vt lisa 1 ja 2).

Pärast seda oli vaja leida seoseid elementide vahel, et edaspidi klassifikatsiooni lihtsustada. Selleks kasutati mudelit ja ühist tabelit. Peamised seosed elementide vahel olid nende asukoht, näiteks akende ja uste puhul oli seos seinaga, ruumi ja korrusega. Seinte jaoks oli ruumide vaheline seos, võimalusega kasutada ka põrandat, kuid mudelis olid välisseinad modelleeritud esimesest korrusest kuni katusele, mis on

miinuseks klassifitseerimisel ja unikaalse ID määramisel, kuid autor lähtus töös olemasolevast mudelist.

Elementide vaheliste seoste kuvamiseks loodi *MS Excel*-i tabelisse eraldi leht, kuna üldtabel oli niigi mahukas. Seostega tabelis kasutati peamiselt elementide ID-sid. Elementide vaheliste seoste moodustamise protsess viidi läbi käsitsi, kasutades mudelis elemendi kuvamiseks funktsiooni *Select by ID* ja seejärel seotud elementide valimise *IDs of Selection* abil. Iga elemendi jaoks määrati seos asukoha järgi. Esimeseks kategooriaks olid aknad ja nende jaoks määrati seos seinaga ja ruumiga. Edaspidi oli seoste leidmine lihtsustatud, kuna oli võimalik kasutada juba leitud seoseid näiteks aknaseinte jaoks. Lisaks tabelile lisandusid read ehitusfaasi ja kande-/mittekandva konstruktsiooniga, kuna võetud arhitektuur projekti eesmärk on renoveerimine, siis sellest võib kasu olla elementide sorteerimisel (vt lisa 3).

Elemendid nagu katuseluugid, katuseredelid ja katusekäigurada, lisati ühistabelisse eraldi elemendid kategooriast *Specialty Equipment*, kuna neid ei kuvatud spetsifikatsioonis. Need elemendid lisati tabeli lõppu ja tulemuseks on 1586 arhitektuuri mudelist võetud elementi.

3.3 CCI-EE rakendamine

3.3.1 Elementide koodi ja tüübi määramine

Elemendi koodide määramiseks kasutati *Lisa 6.1 TalTech-BIM-infosisu-nõuded-2022.10.0.1*, tabeli uusimat versiooni magistritöö kirjutamise ajal. Koodi määramiseks oli vaja tabelist leida vastav kategooria. Antud töös on kasutatud CCI tuumiktabelid <CS> *Ehitatud ruum*, <CF> *Funktsionaalne süsteem*, <CT> *Tehniline süsteem* ja <CO> *Ehituskomponent*. Selle tabeli ja autori koostatud ühistabeli põhjal oli mugav otsida koode elementide nimetuse ja kirjelduse järgi.

Elemendi koodide fikseerimiseks lisati ühistabelisse 5 veergu - CCI komponendi klass, tüüp, Unikaalne ID, Tüübi kirjeldus ja Viiterühm. Kood võib koosneda 1 kuni 3 tähest, olenevalt elemendist, näiteks akna puhul kasutatakse <CO> tabelist koodi *QQA*, seinaga puhul tehnosüsteemina <CT> tabelist koodi *AD*, funktsionaalse süsteemi jaoks, näiteks lagi, kood *C* (kasutatakse viitamiseks). Elemendi tüübi selgitamiseks kasutatakse 2 numbrit, näiteks aken on avatav, mille puhul on akna tüübiks 10 ja

täiskoodiks QQA10. Andmete mudelisse importimise edasiseks lihtsustamiseks kirjutati ühistabelis elemendi kood ja tüüp eraldi veergudesse.

Klassifitseerimisprotsessis käsitlevad parameetrite nimetused on võetud CCI-EE <RI> ehitusinfo tabelist CCI-EE-2022.10.0.1, mis on leitav ehituskeskuse veebilehelt. Kuna tabelis on nimetusi üle 8000, siis töös käsitletakse vaid olulisemaid. <RI> tabelist võetud parameetrite nimetused on järgmised (arhitektuuri mudeli näitega) [22]:

Tabel 3.2 Klassifitseerimisel kasutatud põhilised parameetrid

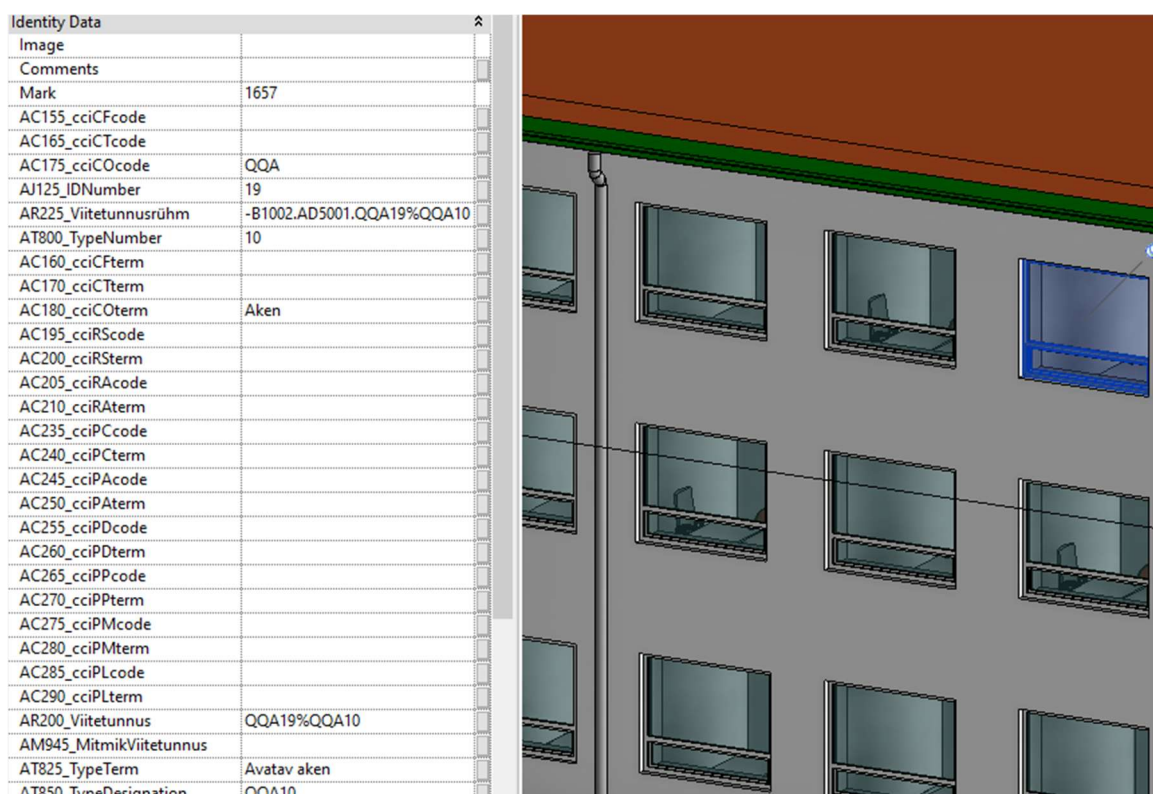
Parameetri nimetus	Parameetri kirjeldus	Näide mudelist
AC125_cciCSCode	CCI ruumi klass	BAB
AC130_cciCSTerm	CCI ruumi nimetus	Koosolekuruum
AC135_cciCCcode	CCI kompleksi klass	C
AC140_cciCCterm	CCI kompleksi nimetus	Administratiiv, kaubanduse või teeninduse kompleks
AC145_cciCEcode	CCI ehitise klass	CA
AC150_cciCEterm	CCI ehitise nimetus	Büroohoone
AC155_cciCFcode	CCI funktsionaalse süsteemi klass	B
AC160_cciCFterm	CCI funktsionaalse süsteemi nimetus	Seinasüsteem (kui funktsionaalne süsteem)
AC165_cciCTcode	CCI tehnilise süsteemi klass	AD
AC170_cciCTterm	CCI tehnilise süsteemi nimetus	Seinasüsteem (kui tehniline süsteem)
AC175_cciCOcode	CCI komponendi klass	QQA
AC180_cciCOTerm	CCI komponendi nimetus	Aken
AT800_TypeNumber	Tüüp	10
AT825_TypeTerm	Tüübi kirjeldus	Avatav aken
AT850_TypeDesignation	Tüübi tunnus	QQA10
AJ125_IDNumber	ID tunnus	01(seina põhiliselt)
AR200_Viitetunnus	Viitetunnus	QQA01%QQA10
AR225_Viitetunnusrühm	Viitetunnusrühm	-B1001.AD1001.QQA01%QQA10

Ehitise ja kompleksiga seotud parameetrid kuvatakse *Autodesk Revit Project Information* paneelil ja nende mudelis määramiseks on mitu varianti. Esimene variant on kasutada *BIM Interoperability Tools* koosseisu kuuluva *Autodesk Standardized Data* tool, mis aitab klassifitseermisüsteemi kasutusele võtta. Tuleb eelnevalt installeerida *BIM Interoperability Tools* ja alla laadida malli (*MS Excel* fail). Seejärel valida *Standardized Data > Assign Classification* ning *Options* paneelis valida alla laaditud malli ja *Click here to load*. Siis saab klassifitseerida selle töövahendi kaudu, valides CCI tabelid, <CC> kompleksi klassid ja <CE> ehitise klassid.

Teine variant on sisestada need käsitsi, laadides eelnevalt mudelisse CCI-EE jagatud parameetrid (*Shared Parameters*) projekti malli abil (*Manage > Transfer Project Standards* ja valida alla laaditud *.rte faili). Antud töös prooviti 2 varianti ja erinevus

seisneb selles, et esimese variandiga saab kohe mudelis valida kõik CCI-EE klassid ning teist varianti kasutades tuleb lisaks kasutada *MS Excel*-i tabeleid õige klassi leidmiseks. Valik juba laaditud tabelitega kõlab lihtsamalt, kuid töös kasutati peamiselt käsitsi variant, st käsitsi sisestamist, mis on mõistagi ajamahukas elementide ja nende tüüpide suure arvu tõttu. Samas tuleb rõhutada, et selle töö eesmärgiks oli ennekõike tagada klassifitseeritud mudel ja kõikvõimalikud automatiseerimise võimalused on käsitletud neljandas peatükis.

Ülejäänud parameetrid kuvatakse *Properties* paneelis, *Identity Data* sektsioonis, kui vastav element on valitud. Näiteks valides klassifitseeritud mudelis akna, *Identity Data* sektsioonis kuvatakse komponendi kood (*AC175_cciCocode*), nimetus (*AC180_cciCoterm*), tüüp (*AT800_TypeNumber*), unikaalne ID (*AJ125_IDNumber*), viitetunnus (*AR200_Viitetunnus*), viiterühm (*AR225_Viitetunnusrühm*), tüübi kirjeldus (*AT825_TypeTerm*) ja tunnus (*AT850_TypeDesignation*). Alloleval joonisel 3.6 on näha, et lisaks olulistele parameetritele on ka liigseid parameetreid, mis võivad tühjaks jääda. Vajadusel saab redigeerida parameetrite kategooriate nimekirja, kuid antud juhul on mugav, et need on kõik ühes kohas kuvatud.



Joonis 3.6 Valitud akna element klassifitseeritud arhitektuuri mudelis

3.3.2 Elementide unikaalse ID ja viiterühma määramine

Igal *Autodesk Revit* mudeli elemendil on kasutusel ka tarkvara spetsiifiline unikaalne elemendi ID. Seda ainulaadset identifikaatorit saab kasutada mudeli elementide valimiseks. Elemendi ID võib olla kasulik ka hoiatuse või vea otsingul. Selle pikkus võib varieeruda sõltuvalt mudeli elementide arvust, kuid harva ületab 8 numbrit. See on unikaalne samas projektis, kuid mitte mitme mudeli seas, seetõttu on raske aru saada, millise elemendiga on tegemist. See kood võib olla kasulik mudeli klassifitseerimisel, et määrata kindlaks elemendi klassid ja tüübid vastavalt CCI-EE klassifitseerimissüsteemile.

CCI-EE klassifitseerimissüsteemi kontekstis unikaalne ID (*AJ125_IDNumber*) on parameeter, mis näitab ühe elemendiga seotud tüübi või alamtüübi unikaalsust teiste elementide süsteemides. Unikaalne ID tähistatakse kahe numbriga ja seda saab näidata vahemikus 01 kuni 99. Seega tuleb meeles pidada, et elemendid ei pea olema unikaalsed kogu ehitise või projekti vaates, vaid peavad olema unikaalsed elementide süsteemides. Unikaalne ID määratakse nii ehituselementide kui ka ruumide, tehniliste ja funktsionaalsete süsteemide jaoks.

Käesolevas lõputöös käsitleti arhitektuuri mudeli elementide unikaalsust, mis on vajalik nii ehitusprotsessis (nt ehitusgraafiku koostamisel) kui ka hilisemas, varakeskses korrashoius. Ehituskomponentide, st nende elementide, mille kood on võetud tabelist <CO> *Ehituskomponent*, unikaalsust arvestati nende asukoha järgi. Näiteks akende ja uste unikaalsust mudelis määrati seinte põhiliselt, st nende kuuluvus mingisse seinasüsteemi. Kui samasse seinasüsteemi kuulub 10 sama tüüpi akent, siis nende unikaalne ID muutub vastavalt vahemikus 01 kuni 10. Mööbli unikaalsust määrati ruumide põhiliselt, st millisesse ruumi see kuulub ja kui palju mööblit ruumis on. Katuse luugid, käiguteed ja redelid kuuluvad katusesüsteemi ja ülejäänud komponentide puhul kehtib unikaalse ID määramisel sama loogika. Siia saab lisada ka ruumi unikaalse ID, kuna hoones on mitmeid sama tüübiga ruume, siis kasutati nende eristamiseks sarnast meetodit, näiteks on hoones 43 ruumi EEA (kontor) koodiga ja nende unikaalne kood on vahemikus 01 kuni 43.

Tehnilise süsteemide nagu seinte, põrandate/lagede, treppide ja katuste unikaalsete ID määramisel, lähtus autor nende süsteemide tüüpidest. Lõputöös kasutatud arhitektuuri mudelis olid tehnosüsteemid jagatud tüüpideks sõltuvalt kasutatud materjalidest. Näiteks ühistabelis on 4 elementi tüübiga VL-1 (vahelagi), siis nende unikaalne ID vahemikus 01 kuni 04. Seintega sama loogika, aga unikaalse ID määramisel tekkis probleem siseseina tüübiga SS-1, kuna ühistabelis seda tüüpi

elemente oli 328. Neid seinu mudelis uurides sai aga selgeks, et need seinad erinevad paksuse poolest ja selle indikaatori järgi määratigi seda tüüpi seinte unikaalsus. Alternatiivina võiks kasutada funktsionaalse süsteemi, mis erinev lähtuvalt korrusest, siis seina tüüp on sama, aga unikaalne ID erinev. See kinnitab, et CCI-EE järgi määratud elemendi kood, tüüp ja unikaalne ID kirjeldavad elementi põhjalikumalt, olles nii inim- kui masinloetav.

Mis puutub funktsionaalsete süsteemide unikaalse ID määramist, siis nende unikaalsus peamiselt seisnes ka tüüpides, grupeerides tehnilisi süsteeme. Näitena võib tuua VS-1 ja VS-2 tüüpi välisseinad, kus kõikide VS-1 seinte puhul on funktsionaalse süsteemi unikaalne kood 02 ja VS-2 seinte puhul vastavalt 03. Siseseinte funktsionaalse süsteemi unikaalsuse, erinevalt välistest, määrati kandva/mittekandva tunnuse järgi, kus funktsionaalne süsteem unikaalse ID-ga 01 on kandvate seinte puhul ja mittekandvate seinte puhul vastavalt 02.

Ühistabeli täitmise viimane osa oli viitetunnusrühmade (*AR225_Viitetunnusrühm*) määratlus. See viitab teatud elemendi kõrgemale viitetunnusele, st funktsionaalsele ja/või tehnilisele süsteemile, ruumile, ehitisele jne. Ehituskomponendid (<CO> tabelist), nagu aknad ja ukсед asuvad seintes, seinad on tehnilised süsteemid, mis omakorda asuvad funktsionaalsetes süsteemides ja nende seoste näitamiseks on see parameeter – Viitetunnusrühm. Lisaks saab viidata ka ehitisele ja ehituskompleksile, kuid see pole kohustuslik kui projekti raames on vaid üks ehitis. Parameeter koosneb komponendi viitetunnusest (*AR200_Viitetunnus*) ja kõrgemal olevast viitetunnusest. Komponendi viitetunnus ühendab elemendi koodi, tüübi ja unikaalse ID ja kirjutatakse vastavalt CCI-EE juhendile, näiteks ukse puhul *QQC01%QQC10*, kus *QQC* – komponendi kood, 10 - tüüp, 01 – unikaalne ID ja % - viitamine tüübile. [23] Selle parameetri täiskoodi saamiseks kasutati *MS Excel*-i ekspordi/importi tabeleid, kus kood, ID ja tüüp kombineeriti =*CONCATENATE()* käsu abil. Kõrgemal olevate viitetunnuste määramiseks ja leidmiseks kasutati mudelit ja seoste tabelit. Näiteks üks viitetunnusega (*AR200_Viitetunnus*) *QQC01%QQC10* mudeli kohaselt asub seinasüsteemis viitetunnusega *-B1001.AD5002*, siis selle ukse viitetunnuserühma (*AR225_Viitetunnusrühm*) täiskood on *-B1001.AD5002.QQC01%QQC10*.

Mööbli viitetunnuserühma määramisel lisaks näidiskoodile kasutati ka viidet ruumile, kus koodi lõppu lisatakse */+<CS>BAA1001*. Kuna ruumile viitamine on lisaviitamine, siis CCI-EE juhendi järgi kasutame „/“ märki ja „+“ märki kasutame kui seotud asukohaga. Näitena võib tuua koodi *-S1001.RB1001.CLC02%CLC11/+BAA1009*, kus *S1001.RB1001* on sisustamissüsteemi funktsionaalne ja tehniline viitetunnus,

CLC02%CLC11 on tooli kui ehituskomponendi viitetunnus ja /+BAA1009 on viitamine kontorile (<CS> *Ehitatud ruum*). Siinkohal tuleb rõhutada, et viitetunnuste arv sõltub otseselt projekti staadiumist ja tellijapoolsest vajadusest, kuna tegemist on eelprojekti staadiumis arhitektuuri mudeliga, siis saab kasutada osaliselt täitmata väärtustega ja vajadusel täiendada tulevikus. vastavalt vajadusele. See on CCI klassifitseerimissüsteemi loomise peamine eesmärk.

3.3.3 Andmete import mudelisse

Kui ühistabel oli täidetud, oli vaja tabelist andmed mudelisse importida. Andmete importimiseks mudelisse kasutati samuti *SheetLink* pistikprogrammi ja selle abil loodud tabeleid. Loogika on sama, mis andmete eksportimisel (joonis 3.4), kuid lõpus tuleb klõpsata import. Lisaks *SheetLink* pistikprogrammi abil lisati igasse importimiseks tabelisse vajalike CCI-EE parameetritega veerud. Iga tabel täideti vastavalt ühistabeli andmetele ja CCI-EE klassifitseerimissüsteemi juhendile. [23] Näide valmistabelist koos akendega allpool joonisel 3.7.

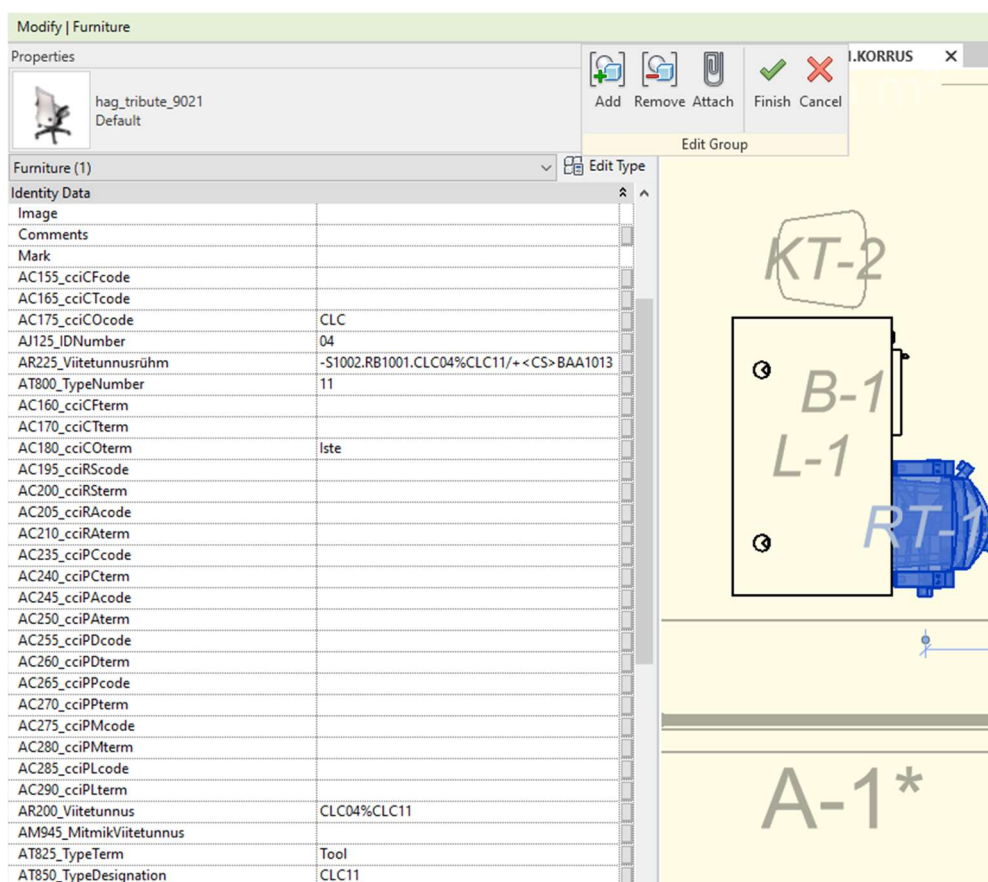
Nimetus	AR225_Viitetunnusrühm	AC175_cciCOcode	AJ125_IDNumber	AT800_TypeNumber	AC180_cciCOterm	AR200_Viitetunnus	AT825_TypeTerm	AT850_Type
String Type Identity Data	String Instance Identity Data	String Instance Identity Data	String Instance Identity Data	String Instance Identity Data	String Instance Identity Data	String Instance Identity Data	String Instance Identity Data	String Designation Instance
Välisaken	-B1005.AD5002.QQA01%QQA10	QQA	01	10	Aken	QQA01%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1005.AD5001.QQA02%QQA10	QQA	02	10	Aken	QQA02%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1003.AD5004.QQA01%QQA10	QQA	01	10	Aken	QQA01%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1003.AD5001.QQA01%QQA10	QQA	01	10	Aken	QQA01%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1003.AD5001.QQA02%QQA10	QQA	02	10	Aken	QQA02%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1005.AD5003.QQA03%QQA10	QQA	03	10	Aken	QQA03%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA01%QQA10	QQA	01	10	Aken	QQA01%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA02%QQA10	QQA	02	10	Aken	QQA02%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA03%QQA10	QQA	03	10	Aken	QQA03%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA04%QQA10	QQA	04	10	Aken	QQA04%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA05%QQA10	QQA	05	10	Aken	QQA05%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA06%QQA10	QQA	06	10	Aken	QQA06%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA07%QQA10	QQA	07	10	Aken	QQA07%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA08%QQA10	QQA	08	10	Aken	QQA08%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA09%QQA10	QQA	09	10	Aken	QQA09%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA10%QQA10	QQA	10	10	Aken	QQA10%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA11%QQA10	QQA	11	10	Aken	QQA11%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA12%QQA10	QQA	12	10	Aken	QQA12%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA13%QQA10	QQA	13	10	Aken	QQA13%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA14%QQA10	QQA	14	10	Aken	QQA14%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA15%QQA10	QQA	15	10	Aken	QQA15%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA16%QQA10	QQA	16	10	Aken	QQA16%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA17%QQA10	QQA	17	10	Aken	QQA17%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA18%QQA10	QQA	18	10	Aken	QQA18%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA19%QQA10	QQA	19	10	Aken	QQA19%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA20%QQA10	QQA	20	10	Aken	QQA20%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA21%QQA10	QQA	21	10	Aken	QQA21%QQA10	Avatav aken	QQA10
Välisaken	-B1002.AD5001.QQA22%QQA10	QQA	22	10	Aken	QQA22%QQA10	Avatav aken	QQA10

Joonis 3.7 *SheetLink* pistikprogrammi abil loodud akende spetsifikatsioonitabel CCI-EE parameetritega

Need parameetrid, mida ühistabelis ei olnud, sh *AR200_Viitetunnus* ja *AT850_TypeDesignation*, kuna need saadi =CONCATENATE() käsu abil, kus kombineeritakse komponendi kood, tüüp ja unikaalne ID vastavalt CCI-EE

klassifitseerimissüsteemi juhendile. [23] Kõigist pikim kood on *AR225_Viitetunnusrühm*, mille saamiseks kasutati ka *=CONCATENATE()* käsku, kus esimene osa on võetud ühistabelist ja teine parameetrist *AR200_Viitetunnus*. Samamoodi tehti tabelleid teiste elementide jaoks. Pärast kõigi importimiseks tabelite täitmist, imporditi andmed *SheetLink* pistikprogrammi abil mudelisse. Imporditud andmeid sai vaadata nii spetsifikatsioonidega tabelites (*Schedules*) kui ka mudelis elemendi valimisel. Sellega lõppes arhitektuuri mudeli põhiline klassifitseerimisprotsess. Edaspidi kasutati neid tabelleid elementide tüüpide korrigeerimiseks, mis lõputöö kirjutamise ajal puudusid CCI-EE rakendustabelites ja pakuti välja uute tüübi/alatüübi tunnustena.

Mõned mööblielemendid, nagu töölaud ja tool, moodustasid mudeligrupi ja seetõttu nende mudelis valimisel CCI parameetrid olid tühjad, kuna andmete *MS Excel*-i tabelitesse eksportimisel oli iga element eraldi ja ka parameetrite väärtused sisestati eraldi. Nende koodide nägemiseks tuleb teha topeltklõps mudelirühmal, mis viib redigeerimisrežiimi ja valida laud või tool eraldi. Alloleval joonisel 3.8 on näha, et lülitades redigeerimisrežiimi ja valides tooli, on *Properties* paneelis kõik vajalikud parameetrid nähtavad.



Joonis 3.8 Valitud tooli element klassifitseeritud arhitektuuri mudelis

4. TULEMUSTE ANALÜÜS JA ETTEPANEKUD

4.1 Lõpptulemus ja ajakulud

Mahtude väljavõtteid saab tänu klassifitseeritud mudelile oluliselt lihtsustada, kus saab vastavalt vajadusele või tellija nõudmistele varieeruda nõutavaid CCI-EE parameetreid. Alltoodud joonisel 4.1 saab näha akende loendi väljavõtmisest koos CCI-EE parameetritega.

Akende loend mahtude väljavõtmiseks										
Mark	Materjal	Möödud	Klaasistus	Ehitusfaas	Arv tk.	AC175_cci COcode	AT800_Ty peNumber	AC180_cci COtem	AT825_Ty peTerm	AT850_Type Designation
A-1	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	New Construction	6	QQA	10	Aken	Avatav aken	QQA10
A-1*	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	Existing	44	QQA	10	Aken	Avatav aken	QQA10
A-1-RC3	Plastikaken	2050x1730	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	New Construction	1	QQA	10	Aken	Avatav aken	QQA10
A-2	Plastikaken	2050x1600	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	New Construction	2	QQA	10	Aken	Avatav aken	QQA10
A-3	Plastikaken	3490x1700	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	New Construction	1	QQA	10	Aken	Avatav aken	QQA10
A-4	Plastikaken	2730x1700	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	New Construction	2	QQA	10	Aken	Avatav aken	QQA10
A-5	Plastikaken	920x1700	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	New Construction	4	QQA	60	Aken	Fikseeritud aken	QQA60
A-6	Plastikaken	2590x1700	Kolmekordne klaaspakett, täidetud argooniga	New Construction	3	QQA	60	Aken	Fikseeritud aken	QQA60
A-36		2750x8060		Existing	1	QQA	60	Aken	Fikseeritud aken	QQA60
A-37		790x2200		Existing	2	QQA	60	Aken	Fikseeritud aken	QQA60
SL-1		1140x1140		New Construction	1	QQA	70	Aken	Katuseaken	QQA70

Joonis 4.1 Väljavõtte BIM mudelist akende loendiga

Analoogselt saab andmeid eksportida *MS Excel*-isse, kasutades eelnevalt mainitud *DiRoots SheetLink* pistikprogrammi, näiteks selleks, et kasutada tabeleid eelarve koostamisel. [27]

Analüüsid klassifitseerimisprotsessile kulunud aega, arvestades, et valmis mudel oli ette antud, oli kõige ajakulukam *MS Excel*-i tabelitega töötamine. Andmete eksportimisel aitas kaasa pistikprogramm ja mõnede spetsifikatsioonitabelite olemasolu. Elementide vaheliste seoste leidmine ja tabelisse sisestamine võttis palju aega, kuna seda tehti käsitsi *MS Excel*-i ja *Autodesk Revit*-i käsu *Select by ID* abil. Seda protsessi saab kiirendada *Dynamo* liidesega, kus saab luua algoritmi elementide

vaheliste seoste leidmiseks. Selle liidese kasutamine eeldab visuaalse programmeerimise teadmisi ja oskusi. Kuna autor polnud varem *Dynamo* programmiga kokku puutunud ja vajalikku juhendit ei leitud, valiti teine töövõte.

Järgmine samm oli lahtrite täitmine CCI-EE parameetritega. Selleks kasutati nii spetsifikatsioonitabelites olemasolevaid andmeid kui ka eelnevalt koostatud seoste tabelit. Kõigepealt tutvustati elementide põhiklasse, seejärel täpsustati nende tüüp või alatüüp. Järgmiseks määrati unikaalsed ID-d ja viitetunnusrühmad (*AR225_Viitetunnusrühm*), mis määrasid iga elemendi unikaalsust ja näitasid selle asukohta tehnilises ja/või funktsionaalses süsteemis. Põhimõtteliselt sisestati need käsitsi või kasutati võimalusel *MS Excel*-is käske (näiteks mitme parameetri ühendamiseks, moodustades teise parameetri).

Kokkuvõtvalt, kõige ajakulukam protsess on tabelite täitmine ja elementide koodide määramine. Lisaks suureneb tõrke võimalus, kui kasutatakse ainult *MS Excel*-i tabelit ja näiteks mõni element mudelis on dubleeritud või on see mudelis abielement, siis seda on raske märgata. Sellest võib järeldada, et klassifitseerimissüsteemi efektiivseks rakendamiseks on vaja mudelitega rohkem koostööd ja võimalusel määrata elementide koodid otse mudelis (nende lisamise käigus). Nende määramisel saab kohe visuaalselt kontrollida sisestatud andmete õigsust ja vältida vigu.

4.2 Probleemsete kohtade leidmine

CCI-EE klassifitseerimissüsteem on praegu arendamisel ja rakendustabeleid pidevalt täiendatakse, näiteks TalTech poolt koostatud rakendustabelid (*Lisa 6.1 TalTech-BIM-infosisu-nõuded-2022.10.0.1*). Süsteemi kasutuselevõtuks on vaja seda praktikas kasutada ning arvestada selle kasutajate tagasiside ja ettepanekutega. See aitab alguses arendusprotsessi kiirendada. Käesolevas töös viidi läbi klassifitseerimisprotsess eelprojekti staadiumis oleva arhitektuuri mudeli näitel ning töö käigus tuvastati nii CCI-EE klassifitseerimissüsteemi kui ka mudeliga seotud probleemsed kohad. Töös ilmnunud takistusi kirjeldatakse klassifitseerimise käigus ette tulnud takistuste järjekorras.

Esimeseks takistuseks on tarkvara spetsiifilisus ehk programm, kus klassifitseerimisprotsess toimub. Antud töös kasutati programmi *Autodesk Revit*, kus klassifitseerimissüsteemi kasutama asumiseks tuleb lisada parameetreid läbi *Project Parameters* või mõnest teisest projektist kasutades *Manage* → *Transfer Project*

Standards. Edasi kasutatakse *Autodesk Revit*-is elementide põhiklasside määramiseks lisandmoodulit *BIM Interoperability Tools*, kus tarkvara sisaldab juba selliseid tuntud klassifitseerimissüsteeme nagu *Uniclass 2015*, *OmniClass*, *MasterFormat* jt. Määrates selles lisandmoodulis CCI-EE parameetritega tabeli malli, saab lisandmoodulite abil määrata elemendiklassi ühele või mitmele elemendile, valides programmis valiku *Select all Instances* → *Visible in View* või *In Entire Project*. Selliste parameetrite määratlemiseks nagu elemendi tüüp (*AT800_TypeNumber*), tüübi kirjeldus (*AT825_TypeTerm*), tüübi tunnus (*AT850_TypeDesignation*), unikaalne ID (*AJ125_IDNumber*), viitetunnus (*AR200_Viitetunnus*) ja viitetunnusrühm (*AR225_Viitetunnusrühm*), on vaja kasutada teisi töövõtteid, näiteks eksportida *MS Excel*-isse ja sisestada väärtused käsitsi. See on ajakulukas, kuid seda protsessi saab optimeerida. Kasutades *BIM Interoperability Tools*, saab projekti mallisse lisaks elemendiklassidele lisada ka nende tüübid, tüübitunnuse ja tüübikirjelduse, et konkreetse tüübi valimisel lisanduksid nende parameetrite read automaatselt, aga unikaalne ID ja *Viitetunnusrühm* tuleb ikka sisestada käsitsi. See hõlbustab ja kiirendab protsessi, kui klassifitseerimine toimub ainult mudelis. Siin tuleb ka rõhutada, et elementide omavaheliste seoste leidmiseks kasutati funktsiooni *Select by ID* ja *IDs of Selection*, kus esimene funktsioon aitab näidata peale elemendi ID sisestamist seda mudelis näidata ja teine aitab välja selgitada mudelis valitud elemendi ID. See meetod on ajamahukas ja oleks lihtsam *Dynamo* kaudu elementide omavahelisi seoseid leida.

Teiseks takistuseks on mudeli projekteerimise eripära, mis on otseselt seotud BIM nõuetega RKAS poolt või Ühtsete BIM nõuetega MKM poolt. Kasutatud arhitektuuri mudelil ei olnud välisseinad korruse tasandite kaupa jaotatud, vaid olid 0-4 korruselt koos, mis raskendab nii seinte kui akende klassifitseerimist. Seinad peavad olema korruse tasandite kaupa eraldatud, et õigesti tuvastada nende klass ja tüüp, olgu tegemist välisseina või sokli/vundamendiseinaga. Samuti tekkis raskusi seinatüüpidega, kus ühte tüüpi sein, näiteks *SS-1*, võib olla erineva paksusega ning viidatakse ka sellele, et antud tüüpi kasutatakse ainult siseseinte jaoks, kuid samal ajal kasutatakse seda sokli/vundamendi jaoks. Lisaks sellele olid mudelis abiobjektid, mida kuvati mudeli elementidena spetsifikatsioonitabelites, kuid tegelikult on nad teiste komponentide lisamiseks ja toena kasutamiseks, näiteks evakueerimistrepi käsipuu lisamiseks kasutati seinu, mida mudelis visuaalselt ei kuvata. Mudelist leiti ka mitu dubleeritud elementi. Kõik need aspektid võivad viia valesti klassifitseerimiseni, mistõttu on oluline, et mudel oleks tehtud õigesti ja vastaks nõuetele.

Viimaseks oli tabelis <CO> *Ehituselement* osade komponentide tüüpide või alatüüpide puudumine. Siinkohal tuleb rõhutada, et CCI klassifitseerimissüsteemi rakenduslikud tabelid on pidevas arendamises ning kõik tabelid pole täielikult koostatud. Seetõttu saavad uued kasutajad pakkuda oma variatsioone uutest tüüpidest ja alatüüpidest, aga ka olemasolevatest klassidest, tüüpidest ja alatüüpidest. Seda saab teha Ehituskeskuse kodulehel <https://ehituskeskus.ee/ci/juhendid/>, kus CCI jätkuprojektiga seotud spetsialistide töörühm suhtleb huvigruppidega. Lõputöö raames on tehtud ettepanekud uute tüüpide ja alatüüpide lisamiseks CCI-EE rakendustabelisse, mida kirjeldatakse järgnevas alalõigus.

4.3 Ettepanekud

Elemendi klasside, tüüpide ja alatüüpide määramiseks kasutati *Lisa 6.1 TalTech-BIM-infosisu-nõuded-2022.10.0.1* (CCI-EE rakendustabelid), tabeli uusimat versiooni magistritöö kirjutamise ajal. Mõnede elementide koodide määramise protsessis ei olnud selle lõputöö kirjutamise ajal CCI-EE rakendustabelites elemendi tüüpi määratud. See tähendab, et põhiklass tabelis olemas, kuid tüüpe ja alatüüpe pole. Seetõttu otsustati töö kirjutamise käigus defineerida arhitektuuri mudelis elementidele uued tüübid ja alatüübid ning pakkuda need uute tüüpidega CCI-EE tabeli <CO> rakendustabelisse. Samuti oli uute tüüpide jaoks vaja defineerida mõiste, definitsioon ja tuua näiteid.

Uute tüüpide vajadus tekkis mööblielementide ja katusel redelite klassifitseerimisel. Mööblist olid sellisteks elementideks lauad ja toolid, mille jaoks olid põhiklassifikaatorid *UBE\$\$ - Laud* ja *CLC\$\$ - Iste*, millel puudusid vajalikud tüübid/alatüübid. Laudadel oli 2 tüüpi, millest tüüp *10 - Vastuvõtulaud* ja tüüp *20 - Lauaplaat* ning istmetel polnud üldse tüüpe. Redelite jaoks oli *XSC\$\$ - Redel*, millel samuti puudusid tüübid ja alatüübid.

Tabelites 4.1 ja 4.2 on toodud need uued tüübid, mis ei olnud CCI-EE rakendustabelites määratud, kuid olid klassifitseeritavas arhitektuuri mudelis. Lisaks on tabelites 4.1 ja 4.2 lisatud CCI-EE rakendustabelites olemasolevad põhikoodid ja mõned alatüübid, et näidata üldist pilti elemendi klassi jagunemisest tüüpideks ja alatüüpideks. Eristamiseks on töö raames välja pakutud tüübid ja alatüübid esile tõstetud paksus kirjas (laua ja iste põhiklassi ulatuses).

Tabel 4.1 Lõputöös välja pakutud laudade tüübid

UBE\$\$	Laud	kandev objekt, diskreetsel tasandil, lükates	käigutee, operatsioonilaud, platvorm, tööpink, laud, töötasapind, lett, pargilaud, vastuvõtulett, serverimislett, triikimislaud, seisulaud, joonistuslaud, operatsioonilaud, catwalk
UBE10	Vastuvõtulaud	laud kahe erineva kõrgusega tasapinnaga	
UBE20	Lauaplaat	laud põrandakapil	
UBE21	Töötasapind	töökoha varustuse element, millel teostatakse tegevust	köögi töötasapind
UBE30	Fikseeritud asukohaga laud	asjade ajutiseks paigutamiseks	
UBE31	Töölaud	laud kirjutamiseks, arvutiga töötamiseks jms istumistoiminguteks	töölaud, reguleeritav laud
UBE32	Koosolekulaud	läbirääkimisteks, konverentsideks ja koosolekuteks mõeldud laud	koosoleku ruumi laud
UBE33	Toidulaud	serverimiseks ja söömiseks mõeldud laud, mis on mõeldud mitmele isikule	söögilaud, kohvilaud
UBE40	Liigutatav laud		
UBE41	Ajutise asukohaga laud	laud, milles laua tasapinda saab suurendada lauaplaati laiendades	klapplaud

Tabel 4.2 Lõputöös välja pakutud toolide tüübid

CLC\$\$	Iste	avatud kohtkindel talletav objekt, isikute mõttes	voodi, tool, kušett, diivan, pink, narivoodi, pingilaud, tugitool, taburet, pargilaud, pargipink, puhkemööbel
CLC10	Tool	istumiseks mõeldud mööbliesemed	
CLC11	Iste	istumiseks ühe isiku poolt	tool, klienditool
CLC12	Diivan	istumiseks mitme isiku poolt	diivan

KOKKUVÕTE

Ehitustööstuse ja BIM-tehnoloogiate arenguga kasvab ehitusprojektiga seotud andmete hulk ning sellise andmehulgaga toimetulemine muutub aina keerulisemaks. Lisades siia ka ehitusprojektide rahvusvahelisuse aspekti, on selge, et tagamaks ühtlasemat arusaama projektist või projektinfost, tuleb leida viis, kuidas seda informatsiooni paremini struktureerida. Ühtse klassifitseerimissüsteemi kasutusele võtmine/rakendamine on siinkohal olulise tähtsusega, et seda struktureeritud andmevahetust tagada. See on vajalik mitte ainult uute ehitiste jaoks, vaid ka olemasolevate ehitiste säilitamiseks ja korrashoiuks.

Erinevates riikides võib leida mitmeid klassifitseerimissüsteeme, mille sagedaseks puuduseks võib pidada, et need ei kata kogu ehitise elukaart. Uute klassifitseerimissüsteemide loomine põhineb varasemal kogemusel ja vajadusel üksikuid klassifitseerimissüsteeme koondada ühtseks tervikuks. Näitena võib tuua CCI kui klassifitseerimissüsteemi, mille juures on kaasatud ka varasemate klassifitseerimissüsteemide häid omadusi (nt Taani CCS). CCI peamine eelis seisneb selles, et objektide klassifitseerimine algab muutumatutest tunnustest, mis on objektidele püsivalt määratud. Ülejäänud klassifikatsiooni tunnused on objektile omased parameetrid, mida täpsustatakse projekteerimise/ehitamise/korrashoiu etapi käigus. See annab võimaluse alustada klassifikatsiooni üldisematest klassidest. CCI pakubki kasutajatele üldiseid klassifikaatoreid, mis on CCIC-s osalevate riikide vahel kokku lepitud. Täiendavad tabelleid (sh tüüpide ja alatüüpidega) koostab iga riigi töörühm juba ise.

Antud lõputöö raames viidi arhitektuuri mudeli näitel läbi klassifitseerimisprotsess vastavalt CCI-EE klassifitseerimissüsteemile. Töös kasutati TalTechi poolt koostatud infosisu nõuete CCI-EE rakendustabeleid, mis laiendavad CCI tabelleid tüüpide ja alatüüpidega. Esmakordselt kasutati ka CCI-EE klassifitseerimissüsteemil põhineva unikaalse ID kontseptsiooni. Olulisim eesmärk oli saada klassifitseeritud mudel, kus mudeli kõikide elementide identifitseerimist esitavad parameetrid on määratletud. Klassifitseerimise käigus selgitati välja peamised takistused, mis protsessi raskendavad. Esiteks klassifitseerimine eeldab kasutatava mudeli vastavust BIM projekteerimise nõuetele. Eestis toetutakse selleks juhendile *RKAS BIM nõuded* või *Ühtsed BIM nõuded*. Käesolevas töös kasutatud mudelis olid välisseinad modelleeritud 0 kuni 4 korruseni (ühe elemendina); ühte tüüpi seinad võisid olla erineva paksusega; mõned mudelis olevad elemendid olid dubleeritud; projekteerimisel kasutati abiobjekte, teise objekti lisamiseks jpm. Sellised modelleerimisel tehtud puudused

raskendavad elemendi klassi täpset määramist ning takistavad unikaalse ID kontseptsiooni kasutamist, kus väärtused võivad olla vahemikus 01 kuni 99. Järgmiseks takistuseks on tarkvara spetsiifika, selles töös kasutati *Autodesk Revit* tarkvara. Praegu pole ettenähtud CCI klassifitseerimissüsteemis tarkvarapakettides lisandmoodulit ega pistikprogrammi, mis klassifitseerimist oluliselt lihtsustaks ja seega võiks nende loomist tulevikus kindlasti kaaluda..

Lõputöö tulemusena valmis CCI-EE järgi klassifitseeritud arhitektuuri mudel, mille baasil viis töö autor läbi klassifitseerimisprotsessi analüüsi, kus selgitas välja peamised takistused ja pakkus välja viise nende lahendamiseks. Lisaks sellele on peatükis 4 välja pakutud uusi komponentide tüüpe/alatüüpe koos mõiste, definitsiooni ja näidetega, mis puudusid töö tegemise hetkel CCI-EE rakendustabelis. CCI-EE klassifitseerimissüsteemil põhineva unikaalse ID kontseptsiooni kasutamise raames võib järeldada, et see kirjeldab paremini teatud objekti ja näitab seost teise objektiga. Tulevikus võib see asendada varasemat käsitlust, kus tavapärase seinatüübi (nt VS-1) asemel kasutatakse CCI klassi koodi, tüübi koodi ja unikaalset ID. Unikaalse ID kontseptsioon vajab arendamist ja juhiste andmist, et kasutajad saaksid aru, millises kontekstis on võimalik kasutada objektide unikaalsust erineva suurusega projektide puhul.

Üldiselt on CCI-EE klassifitseerimissüsteem üsna uus, aga selle 5 aasta progress on selgelt nähtav. CCI-EE arendusprotsessi hoogustavad nii huvigruppide jätkuv kaasamine aga ka pilootimine. Seeläbi võidakse leida teisigi kitsaskohti, mis saavad korrigeeritud enne CCI-EE mahulisemat kasutuselevõttu.

SUMMARY

With the development of the construction industry and BIM technologies, the amount of data related to the construction project is increasing and dealing with this amount of data is becoming more and more difficult. Adding here also the aspect of internationality of construction projects, to ensure a more uniform understanding of the project or project information, a way to better structure this information must be found. The introduction/implementation of a unified classification system is here of great importance to ensure this structured data exchange. This is necessary not only for new buildings, but also for the preservation and maintenance of existing buildings.

Several classification systems can be found in different countries, the frequent drawback of which is that they do not cover the entire life map of the building. The creation of new classification systems is based on previous experience and the need to consolidate individual classification systems into a single whole. An example is the CCI as a classification system that incorporates the good features of previous classification systems (e.g. the Danish CCS). The main advantage of CCI is that object classification starts from immutable features that are permanently assigned to objects. The rest of the classification features are site-specific parameters that are specified during the design/construction/maintenance stage. This gives an opportunity to start the classification from more general classes. The CCI provides users with general classifications that are agreed upon between the countries participating in the CCIC. Additional tables (including types and subtypes) are prepared by each country's working group.

Within the framework of this thesis, a classification process was carried out according to the CCI-EE classification system on the example of an architectural model. The CCI-EE implementation tables of information content requirements prepared by TalTech were used in the work, which extend the CCI core tables with types and subtypes. The concept of a unique ID based on the CCI-EE classification system was also used for the first time. The most important goal was to obtain a classified model where the parameters representing the identification of all elements of the model are defined. During the classification process, the main obstacles that complicate the process were identified. First, the classification assumes that the used model meets the BIM design requirements. In Estonia, the guidelines RKAS BIM requirements or Unified BIM requirements are used for this purpose. In the model used in this work, the outer walls were modeled from 0 to 4 floors (as one element); walls of the same type could be of different thicknesses; some elements in the model were duplicated;

auxiliary objects were used in the design, to add another object, etc. Such flaws in the modeling make it difficult to accurately determine the class of the element and prevent the use of the unique ID concept, where values can range from 01 to 99. The next obstacle is the specifics of the software, Autodesk Revit software was used in this work. Currently, there is no add-on or plug-in in the software packages of the CCI classification system that would significantly simplify the classification, so their creation could be considered in the future.

As a result of the thesis, a model of architecture classified according to CCI-EE was completed, on the basis of which the author of the thesis conducted an analysis of the classification process, where he identified the main obstacles and suggested ways to solve them. In addition, Chapter 4 has proposed new component types/subtypes with definition, definition and examples that were not present in the CCI-EE application table at the time of writing. In the context of using the unique ID concept based on the CCI-EE classification system, it can be concluded that it better describes a certain object and shows a relationship with another object. In the future, this may replace the previous approach where the CCI class code, type code and unique ID are used instead of the conventional wall type (e.g. VS-1). The concept of a unique ID needs to be developed and given instructions so that users can understand in what context it is possible to use the uniqueness of objects for projects of different sizes.

Overall, the CCI-EE classification system is quite new, but its 5-year progress is clearly visible. The development process of CCI-EE is boosted both by the ongoing involvement of interest groups and by piloting. In this way, other bottlenecks may be found that can be corrected before the larger deployment of CCI-EE.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] COBIM Mudelprokterimise üldjuhendid 2012
- [2] S. Azhar, M. Khalfan, and T. Maqsood, "Building information modelling (BIM): now and beyond", *CEB*, vol. 12, no. 4, pp. 15-28. 2015.
- [3] EU BIM Taskgroup. *Ehitusinformatsiooni modelleerimise kasutuselevõtmise käsiraamat Euroopa avalikule sektorile*. 2017.
- [4] Ühtsed BIM nõuded (ÜBN). 2022.
- [5] Usesoft AS. „BIM tehnoloogia kogub Eestis toetust”. [WWW] <https://usesoft.ee/projekteerimistarkvara-ja-bim-tehnoloogia-uuring/#lightbox/0/>. Kasutatud 11.09.2022.
- [6] European Construction Sector Observatory (ECSO). Digitalisation in the construction sector. Analytical Report. 2016. [WWW] <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/45547>. Kasutatud 11.09.2022.
- [7] Azhar, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*. 11. 241-252. 2011. [WWW] <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>. Kasutatud 12.09.2022.
- [8] Volkodav, V. A. and Volkodav, I.A. "Development of the structure and composition of a building information classifier towards the application of BIM technologies", *Vestnik MGSU*, 15, pp 867-906. 2020.
- [9] Ekholm, Anders and Lars Häggström. "BUILDING CLASSIFICATION FOR BIM – RECONSIDERING THE FRAMEWORK." (2011).
- [10] Caldas, C. & Soibelman, L. Automating hierarchical document classification for construction management information systems. *Automation in Construction*. 12. 395-406. 2003. DOI: 10.1016/S0926-5805(03)00004-9.
- [11] Autodesk. *Classification Systems and Their Use in Autodesk Revit*. [WWW] <https://interoperability.autodesk.com/classificationmanager/downloads/Autodesk%20Whitepaper%20-%20Classification%20Systems.pdf>
- [12] Veebiseminar. *вебинар «Классификатор строительной информации и кодирования элементов BIM-модели»*. 2020. [Online]. Loetud aadressil: <https://www.youtube.com/watch?v=cZAN7zTgeIM&t=4274s>. Kasutatud 22.09.2022.
- [13] V. Talarov. „Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий”. 2011, DMK press, Moskva pp. 110–113.
- [14] Ehituse ühtse klassifitseerimissüsteemi loomine. Lõpparuanne. 2020.

- [15] EVS-EN ISO 12006-2:2020 <https://www.evs.ee/et/evs-en-iso-12006-2-2020>
- [16] A. Ekholm. A critical analysis of international standards for construction classification – results from the development of a new Swedish construction classification system. 2016.
- [17] EVS-EN 81346-1:2022 <https://www.evs.ee/et/evs-en-iec-81346-1-2022>
- [18] Veebikonverents. *Системный классификатор как единый технический язык строительной отрасли.* 2019. [Online]. Loetud aadressil: https://www.youtube.com/watch?v=yxWzuw5W_nk. Kasutatud: 30.09.2022.
- [19] Integrated Project Design (ipd). *BIM Classification and Standardization Systems.* [WWW] <https://integratedprojectdesign.com/bim-classification-and-standardization-systems/>. Kasutatud: 05.10.2022.
- [20] Jørgensen, Kaj A.. "CLASSIFICATION OF BUILDING OBJECT TYPES - MISCONCEPTIONS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES." (2011).
- [21] Sissejuhatus CCI-EE. [WWW] <https://flowbim.ee/ci-ee-kontekst/sissejuhatus-cci-ee/>. Kasutatud: 06.11.2022.
- [22] CCI-EE-2022.10.0.1 <https://ehituskeskus.ee/ci-ee-2022.10.0.1>
- [23] KLASSIFITSEERIMISSÜSTEEM CCI-EE: OLEMUS JA KASUTAMINE. Juhendmaterjal. 2022.
- [24] *Ehituseadustik.* Vastu võetud 11.02.2015. RT I, 05.03.2015,1. Kasutatud: 01.10.2022.
- [25] D. Pupeikis, A. A. Navickas, E. Klumbyte, and L. Seduikyte, "Comparative Study of Construction Information Classification Systems: CCI versus Uniclass 2015," *Buildings*, vol. 12, no. 5, p. 656, May 2022, doi: 10.3390/buildings12050656.
- [26] Maa-amet Kaardirakendused. [WWW] <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo>. Kasutatud: 05.10.2022
- [27] DiRoots koduleht. [WWW] <https://diroots.com/revit-plugins/>

SEOSTE TABEL										
Element				Seotud elemendid						
Kategooria	Nimetus	Tüüp	Element ID	Seina element ID	Ruumi element ID	Akena element ID	Ukse element ID	Korrus	Ehitusfaas	Kandev/Mittekandev
Aknad	Välisaken	A-1	5383425	5383293	5598712	-	-	1.KORRUS	Uus	-
Aknad	Välisaken	A-1	5383687	5383293	5608842	-	-	2.KORRUS	Uus	-
Aknad	Välisaken	A-1	5388931	5388423	5608851	-	-	2.KORRUS	Uus	-
Aknad	Välisaken	A-1	5516155	5384224	5610117	-	-	3.KORRUS	Uus	-
Aknad	Välisaken	A-1	5516291	5384224	5610117	-	-	3.KORRUS	Uus	-
Aknad	Välisaken	A-1	6835512	5383293	5610114	-	-	3.KORRUS	Uus	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5376354	5376043	6919730	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5376976	5376043	5598658	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5377496	5376043	5598667	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5377605	5376043	5598673	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5377736	5376043	5598679	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5377839	5376043	5598685	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5378010	5376043	5598688	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5378157	5376043	5598691	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379609	5376043	5607584	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379610	5376043	5607590	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379611	5376043	5607596	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379612	5376043	5607882	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379613	5376043	5607888	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379614	5376043	5608492	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379615	5376043	5608495	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379619	5376043	5609684	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379620	5376043	5609688	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379621	5376043	5610071	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379622	5376043	5610096	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379623	5376043	5610099	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379624	5376043	5610102	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379625	5376043	5610105	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379659	5376043	5608498	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5379691	5376043	5610108	-	-	3.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5381426	5380696	5598442	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5381567	5380696	5598442	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5381827	5380696	5598670	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5381942	5380696	5598676	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5382079	5380696	5601411	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5382204	5380696	5598682	-	-	1.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5382349	5380696	5607556	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5382350	5380696	5607556	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-
Aknad	Välisaken	A-1*	5382351	5380696	5607587	-	-	2.KORRUS	Olemasolev	-

Lisa 3. Koondtabel elementide vaheliste seostega