



Kauno technologijos universitetas
Statybos ir architektūros fakultetas

Infrastruktūros objektų klasifikavimo principų taikymo tyrimas

Magistro baigiamasis projektas

Armandas Jokubauskas
Projekto autorius

Doc. dr. Arūnas Aleksandras Navickas
Vadovas

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas
Statybos ir architektūros fakultetas

Infrastruktūros objektų klasifikavimo principų taikymo tyrimas

Magistro baigiamasis projektas
Statybos valdymas (6211EX007)

Armandas Jokubauskas
Projekto autorius

Doc. dr. Arūnas Aleksandras Navickas
Vadovas

Lekt. Vilma Kriaučiūnaitė-Neklejovienė
Recenzentas / Recenzentė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Armandas Jokubauskas

Infrastruktūros objektų klasifikavimo principų taikymo tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Armandas Jokubauskas, baigiamasis projektas tema „Infrastruktūros objektų klasifikavimo principų taikymo tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Magistro baigiamojo projekto užduotis

Studijų programa: _____ **STATYBOS VALDYMAS**

Baigiamojo projekto tema (lietuvių k.):
_____ **BIM metodiką naudojančių klasifikatorių sudarymo principai ir vystymo galimybės**

Baigiamojo projekto tema patvirtinta dekanu potvarkiu Nr.: _____

(lietuvių k.): **Infrastuktūros objektų klasifikavimo principų taikymo tyrimas**

(anglų k.): **Research on application of the classification principles of infrastructure objects**

1.

Pradiniai duomenys darbui (pagal poreikį):

GKTR 2.11.03:2014 Topografinių erdviųjų objektų rinkinys ir topografinių erdviųjų objektų sutartiniai ženklai. Savivaldybės erdviųjų duomenų rinkinio specifikacija (2018 m. Gegužės 8d. Nr. 3D-286). STR 1.01.03:2017 Statinių klasifikavimas

Baigiamojo projekto dalys:

	Atlikti
Įvadas	x
Literatūros apžvalga	x
Metodologija	x
Eksperimentiniai tyrimai	<input type="checkbox"/>
Analitiniai tyrimai	x
Skaitiniai tyrimai	<input type="checkbox"/>
Ekonominė dalis	<input type="checkbox"/>
Išvados	x

Kita informacija (pagal poreikį), susitikimų su vadovu savaitės diena (-os) bei laikas:

Su vadovu susitikimai vyksta antradieniais, 13.30 val. 272 kab.

Vadovas:
(indėlis 100 %)

Doc. Arūnas Aleksandras Navickas

pareigos, vardas, pavardė

parašas

Studentas:

Armandas Jokubauskas

vardas, pavardė

parašas

Armandas Jokubauskas. Infrastruktūros objektų klasifikavimo principų taikymo tyrimas. Magistro studijų baigiamasis projektas / Doc. Arūnas Aleksandras Navickas; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Studijų krypties grupė: inžinerijos mokslai, Statybos inžinerija (E05).

Reikšminiai žodžiai: Infrastruktūros objektai; klasifikavimas; CCI; Uniclass2015; EO; tyrimas.

Kaunas, 2021. 62 p.

Santrauka

Baigiamajame magistro darbe pateikiamas infrastruktūros objektų klasifikavimo principų taikymo tyrimas. Pagrindinis šio darbo tikslas – išanalizuoti potencialių užsienio klasifikavimo sistemų trūkumus ar privalumus ir jų suderinamumo galimybes su Lietuvoje naudojamomis infrastruktūros erdvinių objektų (EO) duomenų rinkinio (linijinio, taškinio ir plotinio žymėjimo) specifikacijomis. Analizei pasirinktos CCI ir Uniclass2015 klasifikavimo sistemos. Atliekama kelių atrinktų klasifikatorių kodavimo ir identifikavimo žymų daugiakriterinė analizė pasirinktų infrastruktūros objektų atžvilgiu ir praktinis eksperimentas, pritaikant klasifikatoriaus, atrinkto pagal daugiakriterinio ekspertinio vertinimo rezultata, kodavimo ir identifikavimo žymas infrastruktūros statinių elementams, naudojantis „Autodesk Civil 3D“ programine įranga.

Darbo apimtis – 62 psl., 30 paveikslėlių, 18 lentelių, 25 bibliografinių šaltinių.

Armandas Jokubauskas. Research on Application of the Classification Principles of Infrastructure Objects. Master's Final Degree / supervisor Doc., Arūnas Aleksandras Navickas; Faculty of Civil Engineering and Architecture, Kaunas University of Technology.

Study field group: Engineering Sciences, Civil Engineering (E05).

Keywords: Infrastructure objects; classification; CCI; Uniclass2015; EO; research.

Kaunas, 2021. 62 p.

Summary

The final master's thesis presents a research on application of classification principles of infrastructure objects. The main goal of this work is to analyze the disadvantages or advantages of potential foreign classification systems and the possibilities of their compatibility with the specifications of the infrastructure spatial objects (EO) data set (linear, point and area marking) used in Lithuania. CCI and Uniclass2015 classification systems were selected for analysis. Multicriteria analysis of coding and identification tags of several selected classifiers is performed for selected infrastructure objects and practical experiment, applying coding and identification tags of the classifier selected according to the result of multicriteria expert evaluation to infrastructure building elements using “Autodesk Civil 3D” software.

Thesis consists of: 62 pages, 30 figures, 18 tables, 25 bibliographical entries.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Literatūros apžvalga	12
1.1. Klasifikavimas	12
1.1.1. Klasifikavimo reikšmė.....	12
1.1.2. Statinių klasifikavimas Lietuvoje	12
1.1.3. Tarptautinis standartas ISO 12006-2	14
1.1.4. Tarptautinių standartų grupė 81346.....	15
1.1.5. CCI klasifikatorius.....	16
1.1.6. Uniclass2015 klasifikatorius	19
Literatūros apibendrinimas.....	21
2. Tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai	22
3. Tyrimo metodika	23
3.1. Alternatyvų parinkimas	23
3.2. Pagrindiniai kriterijai.....	23
4. Kriterijų vertinimas	26
4.1. Rangavimo metodas	26
4.2. Ekspertų įverčių suderinamumas.....	30
4.3. Alternatyvų analizė.....	32
4.3.1. CCI klasifikatoriaus analizė	32
4.3.2. Uniclass klasifikatoriaus analizė	39
4.4. Klasifikatoriaus atrinkimas ir analizės išvados	44
5. CCI klasifikavimo sistemos pritaikymas pasirinktiems infrastruktūros objektams naudojantis Civil 3D programine įranga	46
5.1. Projekto parinkimas	46
5.2. CCI taikymas „Autodesk Civil 3D“ programinėje įrangoje.....	46
5.2.1. CCI pritaikymas „Autodesk Civil 3D“ programinėje įrangoje – schema	59
Išvados	60
Literatūros sąrašas	61

Lentelių sąrašas

1 lentelė. CCI klasifikavimo kodavime naudojamos generalinės klasės	18
2 lentelė. CCI klasifikavimo kodavimas skirtingais aspektais naudoja priešdėlius.....	18
3 lentelė. UniClass 2015 plėtros strategija [20].	19
4 lentelė. Infrastruktūros objektai, skirti vertinimo kriterijų analizei	23
5 lentelė. Vertinimo kriterijai	24
6 lentelė. Koeficiento reikšmės	24
7 lentelė. Suminė ekspertų lentelė.....	29
8 lentelė. Ekspertų apklausos rezultatai	31
9 lentelė. CCI klasifikatoriaus kriterijų vertinimas	32
10 lentelė. Kriterijų analizės duomenys	35
11 lentelė. CCI klasifikatoriaus kodiniai žymėjimai.....	38
12 lentelė. Uniclass 2015 kriterijų vertinimas.....	39
13 lentelė. Uniclass2015 klasifikatoriaus kodiniai žymėjimai.....	43
14 lentelė. CCI ir Uniclass2015 gautų rezultatų palyginimas.....	44
15 lentelė. CCI klasifikatoriaus parametrų kūrimo eiga	47
16 lentelė. Pagrindinių parametrų reikšmės	49
17 lentelė. CCI klasifikavimo principų integravimas į parametrus.....	50
18 lentelė. Infrastruktūros objektų klasifikavimas CCI sistema	54

Paveikslų sąrašas

1 pav.	Statybos rezultatas remiantis ISO 12006-2	14
2 pav.	Klasifikavimo hierarchijos iliustracija [10].....	15
3 pav.	IEC 81346-2 siūloma kodinių žymėjimų tvarka ir eiga	16
4 pav.	CCI klasifikatoriaus santykiai su kitais tarptautiniais standartais	17
5 pav.	„UniClass 2015“ klasifikavimo lentelės [22].....	20
6 pav.	Subjektyvaus reikšmingumo rezultatai	30
7 pav.	Kriterijų reikšmingumo svoris, procentais	30
8 pav.	CCI K1 alternatyvos vertinimas	33
9 pav.	CCI klasifikavimo sistemos atitikimai infrastruktūros objektams	33
10 pav.	CCI K2 alternatyvos vertinimas	34
11 pav.	CCI K3 alternatyvos vertinimas	34
12 pav.	CCI K4 alternatyvos vertinimas	35
13 pav.	CCI K5 alternatyvos vertinimas	37
14 pav.	Uniclass2015 K1 alternatyvos vertinimas	40
15 pav.	Uniclass2015 K2 alternatyvos vertinimas	40
16 pav.	Galimas pasirinkimų skaičius bordiūrams pasirinktam infrastruktūros objektui	41
17 pav.	Uniclass2015 K3 alternatyvos vertinimas	41
18 pav.	Uniclass2015 K4 alternatyvos vertinimas	42
19 pav.	Uniclass2015 K5 alternatyvos vertinimas	42
20 pav.	Kelio ruožo dalis	46
21 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikomumas programinėse įrangose	46
22 pav.	„Excel“ šablono pavyzdys.....	50
23 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – pralaida	55
24 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – trinkelų ir plytelių danga	56
25 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – tunelis	56
26 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – bordiūrai	56
27 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – asfaltbetonio danga.....	57
28 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – gelžbetoninis šulinys	57
29 pav.	CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – vertikalus kelio ženklas	57
30 pav.	CCI suderinamumas su EO	58

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

EO – erdvinis objektas.

CCI – tarptautinis statybos informacijos klasifikavimo pagrindas (angl. Construction Classification International).

BIM – Informacinis pastato modeliavimas (angl. Building Information Modeling).

CCS – Danų statybos informacijos klasifikatorius (angl. Cuneco Classification System).

GKTR – Techninių reikalavimų reglamentas „topografinių erdvinių objektų rinkinys ir topografinių erdvinių objektų sutartiniai ženklai“.

SEDR – Savivaldybės erdvinių duomenų rinkinys.

Uniclass2015 – vieninga Jungtinės Karalystės pramonės klasifikacija, apimanti visus statybos sektorius.

Įvadas

Lietuvoje kaip ir visame pasaulyje yra naudojami infrastruktūros objektų klasifikatoriai, tačiau vis dar yra daug trūkumų tiek Lietuvos erdvinių objektų klasifikatoriuje, tiek užsienio naudojamuose klasifikatoriuose. Kiekviena valstybė naudoja skirtingus principus klasifikuojant objektus, todėl dar nėra darnios, išbaigtos vienos sistemos, kurią šalys galėtų naudoti.

Atlikus rangavimo ekspertinį vertinimą infrastruktūros objektų atžvilgiu, naudojant galiojantį Didžiojoje Britanijoje klasifikatorių Uniclass 2015 (Jungtinė Karalystė) ir vystomą CCI (angl. Construction Classification International) klasifikatorių, paremtą tarptautinių ISO/IEC 81346 standartų grupės ir jų pagrindu suburtą regionine iniciatyvą tarp Šiaurės ir Rytų Europos šalių (Čekijos, Danijos, Estijos), bus galima nustatyti šių klasifikatorių trūkumus ir privalumus. Atlikus praktinį eksperimentą bus galima įvertinti sąsajas su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR 2.11.03:2014 „Topografinių erdvinių objektų rinkinys ir topografinių erdvinių objektų sutartiniai ženklai“ ir SEDR „Savivaldybės erdvinių duomenų rinkinio specifikacija“.

2. Literatūros apžvalga

2.1. Klasifikavimas

2.1.1. Klasifikavimo reikšmė

Klasifikatoriai garantuoja keitimąsi informacija tarp visų projekto dalyvių visuose statybose procesuose. Norint užtikrinti tinkamą informacijos dalijimąsi visuose projekto etapuose, dirbant skirtingose komandose, naudojant skirtingas programines sistemas, turi būti pasirinkta tinkama klasifikavimo sistema, kuri atitiktų tam tikrą loginę klasifikavimo struktūrą, aiškiai vartotojams. Naudojamų klasifikavimo sistemų yra labai daug, todėl apsispręsti, kurią naudoti, nėra taip paprasta [1].

Klasifikavimo sistemas privaloma naudoti, jei to reikalauja valstybė, t. y., tam tikri standartai ar įsakymai. Lietuva tokių reikalavimų neturi. Taip pat, nacionalinio klasifikatoriaus Lietuva neturi, bet tai nereiškia, kad klasifikavimo sistema Lietuvai nėra reikalinga. Klasifikatorių sistemą reikia taikyti, jeigu yra vykdomas tarptautinis projektas, šiuo atveju sistema reikalinga dėl bendros kalbos ir komunikacijos, kad visos projekto pusės suprastų, visą projekto eigą vienodai [1].

2.1.2. Statinių klasifikavimas Lietuvoje

Statinys– materialinis objektas, sukurtas statybos darbais naudojant statybos produktus ir tvirtai sujungtas su žeme (t. y., statinio konstrukcijos yra įleistos arba remiasi į žemę arba vandens telkinių (pavyzdžiui, jūrų, ežerų, upių dugną) [3].

Susisiekimo komunikacijos, taip pat, skirstomos į pogrupius [4]:

- keliai;
- gatvės;
- geležinkelio kelias;
- oro uostų statiniai;
- vandens uostų statiniai;
- kiti transporto statiniai.

Inžineriniai tinklai pagal paskirtį skirstomi į pogrupius [4]:

- dujų tinklai;
- vandentiekio tinklai;
- šilumos tinklai;
- nuotekų šalinimo tinklai;
- elektros tinklai;
- ryšių (telekomunikacijų) tinklai;
- kiti inžineriniai tinklai.

Hidrotechnikos statiniai ir kiti inžineriniai statiniai [4]:

- hidrotechnikos statiniai;
- sporto paskirties inžineriniai statiniai;
- kitos paskirties inžineriniai statiniai.

Išskirstyti pagal pogrupius inžineriniai statiniai Lietuvoje yra aprašomi pagal erdvinį kodą, kuris parenkamas pagal kiekvieno statinio ar statinio dalies unikalias savybes [5].

Lietuvoje nėra tikslios klasifikavimo sistemos, statiniai klasifikuojami į atskiras grupes, kurios išsišakoja į dedamąsias dalis. Dedamosios dalys yra plačiau išplėtos erdvinių objektų klasifikavime pagal erdvinio objekto kodą, bet norint pritaikyti suklasifikuoti tam tikrą statinį naudojant Lietuvos sistemą būtų labai sudėtinga.

Pagal statinių klasifikavimą yra sudaromi erdviniai duomenys, kurie turi savo unikalias savybes kiekvienam inžineriniam statiniui.

Lietuvoje objektai yra grupuojami naudojantis erdviniais objektais. Priklausomai nuo atvaizduojamo realaus pasaulio objekto tipo ir dydžio EO išreiškiami [6]:

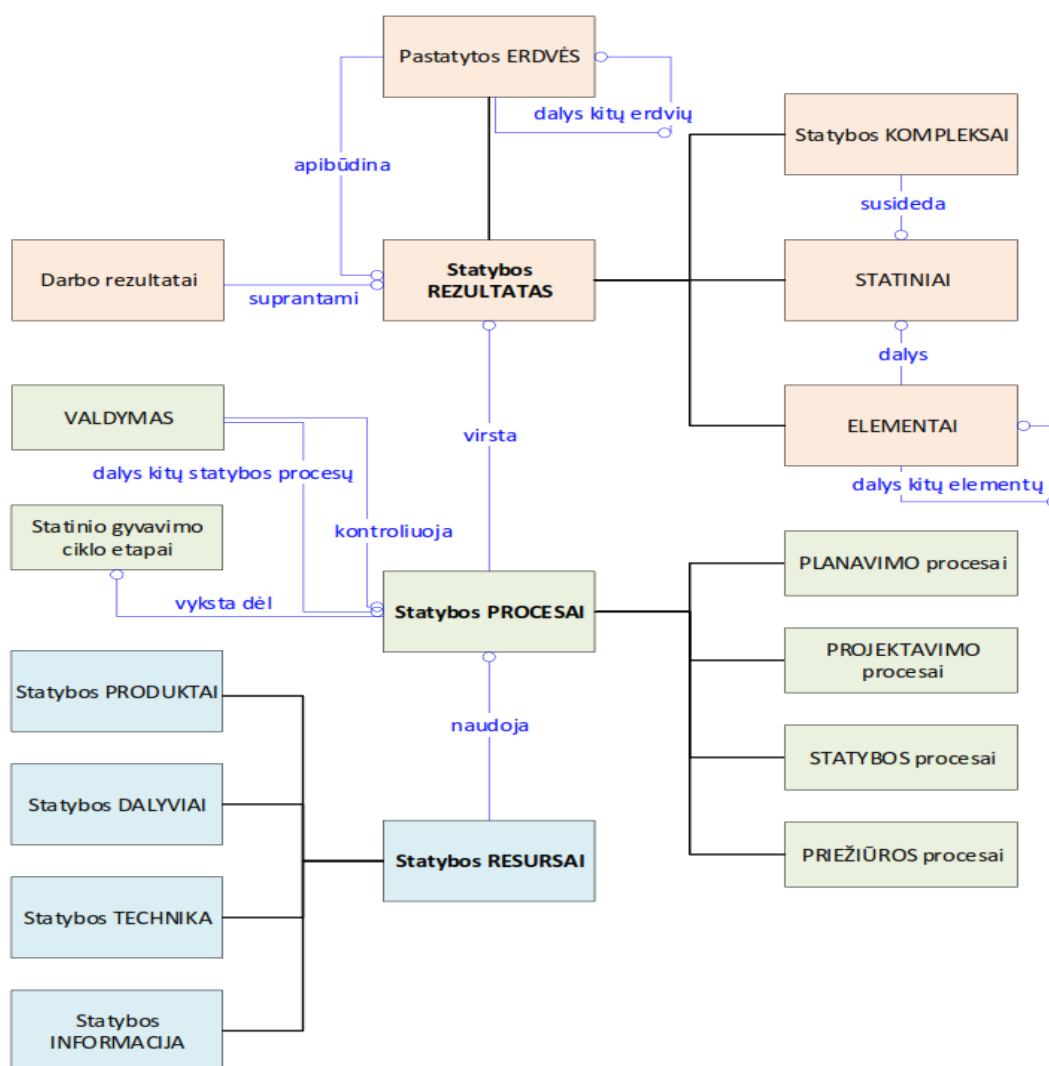
- taškiniu grafiniu elementu, t.y. grafiniu elementu, kuris žymi neatvaizduojamą mastelyje EO, kuris negali būti išreikštas plotu arba tašku;
- linijiniu grafiniu elementu, t. y. iš vienos ar kelių atkarpų sudarytais grafinais elementais, kurie žymi EO neišreiškiamus plotu arba tašku;
- plotiniu grafiniu elementu, t. y. grafiniu elementu, kuris yra apribotas išorėje esančių EO tarpusavyje sujungtomis linijų atkarpomis ir prireikus į jį įsiterpusio EO tarpusavyje sujungtomis linijų atkarpomis.

EO suteikiamas kodas. EO kodą sudaro 4 skaitmenys, iš kurių pirmas reiškia klasę, antras – poklasį, trečias ir ketvirtas – EO unikalios savybės. Kaip pavyzdys – upė (EO kodas 2201, žymimas plotu).

EO kodo negalime vadinti pilnu erdvinių objektų klasifikatoriumi, nes jis aprašo tik objektų kontūrus. Pagal EO kodą galima aprašyti linijinį, taškinį ar tai plotinį elementą. Kiekvienam atskiram elementui galime priskirti po tam tikrą kodą, bet jeigu norima aprašyti tam tikrą statinio konstrukciją, kuri susidaro iš atskirų dalių, negalėtume. Todėl erdvinių objektų rinkimo sistemos negalėtume pavadinti pilnu klasifikatoriumi, kurį būtų galima panaudoti BIM skaitmeninėje statyboje.

2.1.3. Tarptautinis standartas ISO 12006-2

Informaciniam statinių modeliavimui ir šiuolaikinėms statybos proceso įgyvendinimo formoms reikia naudoti statybos objektų klasifikaciją. Visų pirma, informacinis statinių modeliavimas yra įvairaus pobūdžio informacijos mainai tarp proceso dalyvių ir suinteresuotųjų šalių viso projekto vystymosi metu. Tai taip pat taikoma derinant statybos proceso įgyvendinimo formas. Norint sėkmingai keisti informacija, būtina, kad ir projekto metu, ir tarp projektų būtų laikomasi visapusiško ir nuoseklaus požiūrio į statybos objektų klasifikavimą [7].



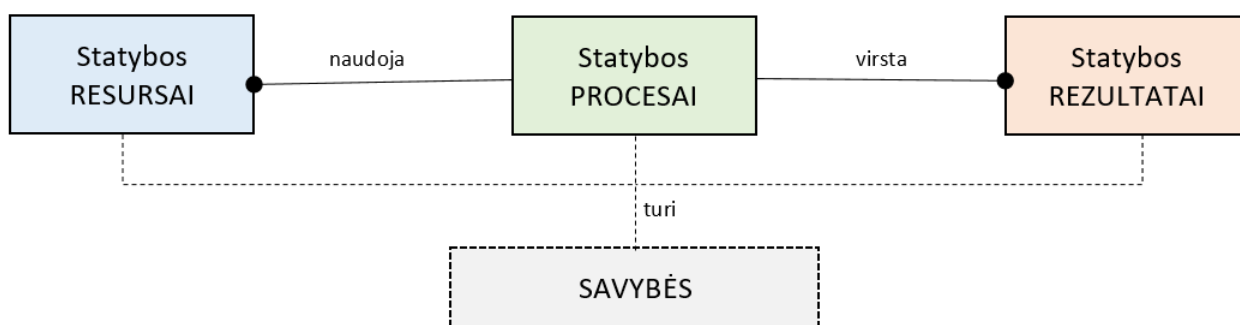
1 pav. Statybos rezultatas remiantis ISO 12006-2

ISO 12006-2 apibrėžia sistemą ir rekomenduojamų lentelių pavadinimų rinkinį, pagrįstą apibrėžimais, bet ne išsamiu šių lentelių turiniu. Tai pagrįsta ilgamete praktine patirtimi [7]. ISO standartas nebuvo išreikštas oficialia duomenų apibrėžimo kalba. Standartas iliustruoja objektus ir objektų santykius oficialioje scheme, kuri dėl erdvės priežasčių čia nerodoma. Objektų santykiai pavaizduoti rodyklėmis, vaizduojančiomis poklasių ryšius ir kitas asociacijas tarp klasių ir savybių [8].

ISO 12006-2 standartas buvo sukurtas kaip žingsnis derinant skirtingus nacionalinius ir regioninius statinius. Jį ketinama naudoti kaip pagrindą kuriant statinių klasifikavimo sistemas. ISO 12006 yra

tarptautinis standartas, susijęs su informacijos apie statybą struktūrizavimu. Šis standartas yra tinkamas klasifikavimo įrankis, bet jis nėra konkretus klasifikatorius skirtas apibrėžti statinių klasifikavimui, nes ten nėra apibrėžtų kodų ir terminų ontologijų [9].

Šis standartas rekomenduoja kaip statybos pramonei susidaryti teisingas klasifikacines sistemas. Šis tarptautinis standartas nustato klasifikavimo sistemų kūrimo pagrindą. Standarte pateiktas rekomenduojamų klasifikavimo lentelių pavadinimų rinkinys kelioms informacinių subjektų klasėms pagal nagrinėjamą požymį (pavyzdžiui, pagal formą ar funkciją), taip pat pagal jų apibrėžimus. Tai parodo, kaip kiekvienoje lentelėje klasifikuojamos objektų klasės yra susietos kaip sistemų ir posistemų serija, pavyzdžiui, pastato informaciniame modelyje. Kai kurios šalys naudojantis ISO 12006-2 standartu kūrė savo statybos klasifikavimo sistemas [10].



2 pav. Klasifikavimo hierarchijos iliustracija [10]

Naudojant ISO 12006-2 standartą, UK ekspertas John pastebėjo keturias problemas [11]:

- standartas nesiūlo vienos galutinės klasifikavimo sistemos;
- klasifikavimo lentelių seka nelabai gerai koreliuoja su projekto seka;
- mums reikia lentelių, kuriose objektai būtų klasifikuojami pagal jų sudėtį?

Analizuojant šias problemas, galima padaryti išvada, kad vis dėlto ISO 12006-2 negalime naudoti kaip sistemos, todėl didžiosios pasaulio šalys ir kuria savo klasifikavimo sistemas, naudodamos neišbaigtą klasifikavimo sistemos pagrindą, prijungdamos savas idėjas ir įgytą ilgalaikę patirtį [12].

2.1.4. Tarptautinių standartų grupė 81346

Tarptautinis standartas ISO/IEC 81346 tai – kalba, kad visi projekto dalyviai naudotų nurodytas kodines žymas, kodavimo principus, keistūsi aiškia ir vienoda informacija, kuri išliktų stabili viso projekto metu. Šiame dokumente nustatomos sistemų struktūrizavimo taisyklės ir etaloninių žymenų formulavimas, taip pat pateikiamos sistemų statybos ir statybos paslaugų klasės. Šiame dokumente taip pat nurodoma objektų klasifikacija ir atitinkami raidžių kodai, skirti naudoti nuorodų objektų žymėjimuose [13].

ISO/IEC 81346 standartas jau naudojamas Švedijoje, Suomijoje, apie jungimąsi galvoja ir Norvegija. Pastaroji naudoja šalyje įdiegtas klases ir pagal ISO standartų principus. Šalių projektuotojai ir statytojai naudojantys ISO 81346 standartus gali „susikalbėti“ su užsienio partneriais iš bet kurios kitos šalies [14].

Standarte ISO/IEC 81346 yra naudojami abėcėlės raidiniai kodai – lengvai naudojami, atpažįstami, universaliai pritaikomi. Kiekvienos šalies dalyviui, pamačius kodą pagal tarptautinius standartus, tampa aišku, apie kokį suklasifikuotą elementą kalbama [15].

Class code	Class definition		Class name	
B	object intended to pick up information and provide a representation		sensing object	
C	object intended to store for subsequent retrieval		storing object	
E	object intended to provide radiation or thermal energy		energizing object	
F	object intended to protect against the effects of dangerous or undesirable conditions		protecting object	
G	object intended to provide a controllable flow		generating object	
H	object intended to transform matter(s) into other matter(s)		matter converting object	

Class code	Class definition	Class name	Examples of terms	Criteria for definition of subclasses
B	object for picking up information and providing a representation	sensing object		Kind of quantity
BA	sensing object for electric potential	electric potential sensing object	coupling capacitor, measuring voltage relay, measuring voltage transformer, voltage relay, voltage transformer	Kind of output signal
BB	sensing object for resistivity or conductivity	resistivity sensing object	electric resistivity detector, electric resistivity sensor, thermal resistivity detector, thermal resistivity detector	Kind of flow and output signal
BC	sensing object for electric current	electric current sensing object	electronic overload relay, measuring current relay, measuring current transformer, overload relay	Kind of output signal
BD	sensing object for density	density sensing object	aerometer, density sensor, density switch, density transformer, hydrometer	Kind of output signal

Class code			Class definition	Class name (preferred term)	Examples of terms	Criteria for definition of subclasses
1	2	3				
B			object for picking up information and providing a representation	sensing object		Kind of quantity
BA			sensing object for electric potential	electric potential sensing object		Kind of output signal
	BAA		electric potential sensing object, with scalar output	voltage transformer	coupling capacitor, measuring voltage transformer	
	BAB		electric potential sensing object, with Boolean output	voltage relay	measuring voltage relay	
BB			sensing object for resistivity or conductivity	resistivity sensing object		Kind of flow and output signal
	BBA		resistivity sensing object for electric current flow, with scalar output	electric resistivity sensor		
	BBB		resistivity sensing object for electric current flow, with Boolean output	electric resistivity detector		
	BBC		resistivity sensing object for thermal flow, with scalar output	thermal resistivity sensor		
	BBD		resistivity sensing object for thermal flow, with Boolean output	thermal resistivity detector		

3 pav. IEC 81346-2 siūloma kodinių žymėjimų tvarka ir eiga

Danų statybos informacijos klasifikatorius Cuneco Classification System (CCS), vystomas organizacijos Molio bei švedų CoClass, vystomas organizacijos Svensk Byggtjanst yra paremti standartų 81346 grupės principais, taisyklėmis ir ontologijomis [15].

Statybos informacijos standartizavimo požiūriu reikšminga yra regioninė iniciatyva tarp Estijos, Danijos ir Čekijos šalių, kurių bendradarbiavimo pagrindu įsteigta tarptautinė statybos klasifikavimo koalicija CCIC (angl. Construction Classification International Coalition). Pagrindinė koalicijos misija yra adaptuoti bendrą, tarptautinį statybos informacijos klasifikavimo pagrindą pavadinimu CCI (angl. Construction Classification International), kurį sudaro standartų 81346 grupės ir papildomos ontologijos iš danų CCS [15].

2.1.5. CCI klasifikatorius

Danija, Norvegija, Suomija, Jungtinė Karalystė, Olandija ir JAV – tai šalys, kurios jau patvirtino tarptautinį skaitmeninės statybos informacijos standartą, kuris sukurtas ir vystomas ISO 12006-2 standarto pagrindu. Šiuo standartu privaloma naudotis perkant statybos darbus viešajame sektoriuje [16].

Danija žengė tuo pačiu keliu ir nutarė įdiegti nacionalinę statybos klasifikavimo sistemą CUNECO (CCS) [16].

Už šio standarto kūrimą, vystymą ir palaikymą atsakinga organizacija „Bips“ [16].

CUNECO projektas apima keturias pagrindines sritis, kurioms reglamentuoti projekto metu sukuriami atitinkami standartai ir atlikti pakeitimai jau egzistuojančiuose standartuose.

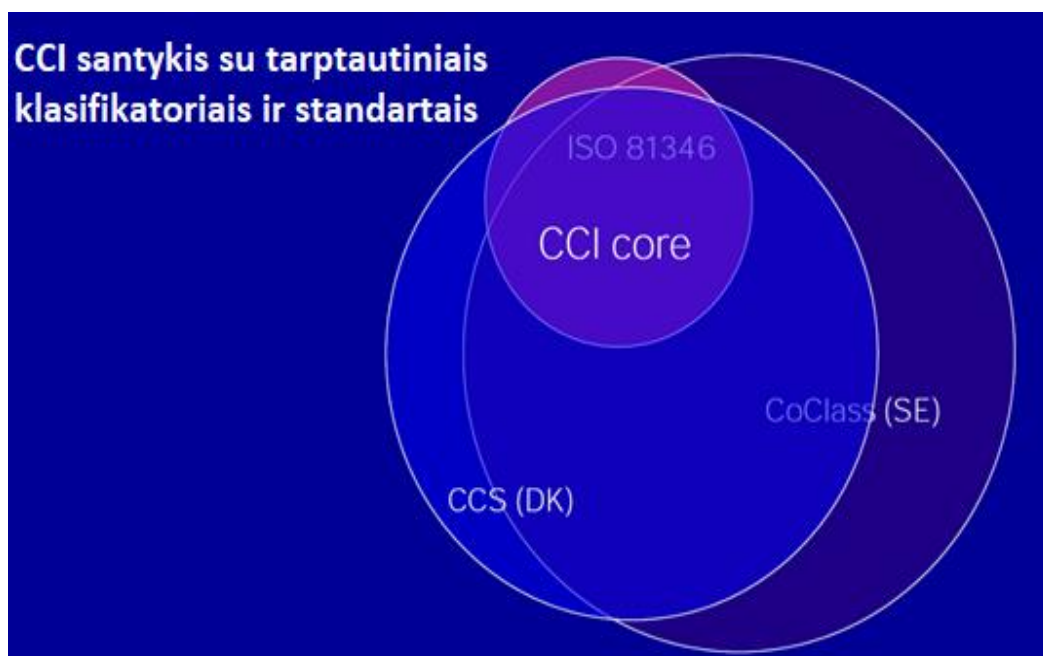
Tikslas – sukurti sistemą kaip klasifikuoti objektus pagal objektų sritis:

- išteklių (medžiagos, įranga, veikiantys asmenys ir informacija);
- procesų (etapai ir procesai);
- rezultatų (konstrukcijos ir erdvės);
- savybių;
- klasifikuojama bus tik pagal objekto tipą, visa kita bus ypatybių (angl. „property“) duomenys.

Siekiant dar labiau patobulinti esamą klasifikatorių, šalys tokios kaip Švedija, Suomija, Estija, Čekija, Danija susibūrė bendram tikslui – sukurti regioninę bendrą klasifikavimo sistemą CCI international [17].

CCI klasifikatoriuje:

- 6 pagrindinės klasių lentelės;
- klasifikatorius bus sudarytas 90 % remiantis CCS (Danija) ir CoClass (Švedija) patirtimi, tarptautiniais standartais (LST EN ISO 81346 grupės standartais);
- klasifikatorius turi būti nemokamas.



4 pav. CCI klasifikatoriaus santykiai su kitais tarptautiniais standartais

CCI yra klasifikatorius, kuris gali būti naudojamas struktūrizuoti ir valdyti informaciją statinio aplinkoje. Šios struktūros elementai yra šie: klasifikacija, identifikavimas, savybės. Klasifikacija naudojama klasifikuoti objektus (konstrukcinius elementus, konstrukcinius objektus, erdves, įrangą

ir t.t.). Kiekviena objektų klasė turi atitinkamą kodą, kurį galima priskirti objektams, kad būtų galima nurodyti, kuriai klasei jie priklauso.

Informacija apie objektus yra tvarkoma kaip su objektu susijusios savybės. Informacijos vienetą sudaro pavadinimas ir jo apibūdinimas. Norint, kad būtų galima keistis informacija tarp IT sistemų, labai svarbu, kad būtų naudojami standartizuoti savybių pavadinimai, taip pat bendra vienetų struktūra.

CCI pagrindas sudarytas iš generalinių klasių (pagal ISO 12006-2 standartą). Generalines klases sudaro kompleksai, statiniai, erdvės, elementai, kurie yra suskirstyti pagal funkcinės ir techninės sistemas bei komponentus. Sistemoje yra nustatyti klasių apibrėžimai, kodavimo taisyklės bei CCI sistema pasižymi funkcinio požiūriu į klasifikuojamus objektus. CCI sudaro 1,3 tūkst. klasių [17].

CCI informacijos lygiai yra įrankis, kurį statybų pramonė gali naudoti kaip pagrindą sudarant susitarimus dėl teikiamos informacijos. Turimos informacijos apimtis nurodoma skaičiais nuo 1 iki 7, 1 yra mažiausias informacijos kiekis, o 7 yra didžiausias. Informacijos lygis yra susijęs su objektais, kurie paprastai gali būti statiniai ar pastatai. CCI pateikia apibrėžimus, kurie yra norminiai atsižvelgiant į informacijos lygmens informacijos turinį [17].

1 lentelė. CCI klasifikavimo kodavime naudojamos generalinės klasės

Generalinės klasės kodas	Sritis
<A>	Veiklos erdvė
	Užstatyta erdvė
<C>	Statybos kompleksas
<D>	Statybų pagalba
<E>	Statybos subjektas
<G>	Statybos veiksnys
<L>	Statybos elementas
<P>	Statybos produktas
<R>	Statybos procesas
<S>	Aukštas
<Z>	Zona

2 lentelė. CCI klasifikavimo kodavimas skirtingais aspektais naudoja priešdėlius

Kodinio žymėjimo simbolika	Paaiškinimas
+	Žymi lokacija
=	Žymi objekto funkcija
()	Žymi individualias/standartizuotas savybes ar kito pobūdžio informaciją
<>	Žymi generalines klases
/	Atskiria generalines klases
-	Žymi objekto sudedamąsias dalis, produkto aspektu
%	Žymi objekto tipą

2.1.6. Uniclass2015 klasifikatorius

Uniclass klasifikavimo sistema buvo sukurta pagal Construction Project Information committee (CPIC) [18].

Kurdamas „BIM-ready“ specifikacijos biblioteką, „NBS Create“, autorius suprato, kad JK statybų klasifikavimo sistema „Uniclass 1997“ buvo netinkama tam tikslui [18,19,20].

Tokios klasifikavimo sistemos struktūra aprašyta ISO 12006-2: 2015. Uniclass klasifikavimo sistema pradėjo kurti tokią klasifikavimo sistemą, kuri galų gale įgyvendintų ir išplėstų šį standartą. Uniclass klasifikatorius yra pateikiamas anglų kalba ir yra paplitęs Jungtinėje Karalystėje, Kanadoje [20].

3 lentelė. UniClass 2015 plėtros strategija [20].

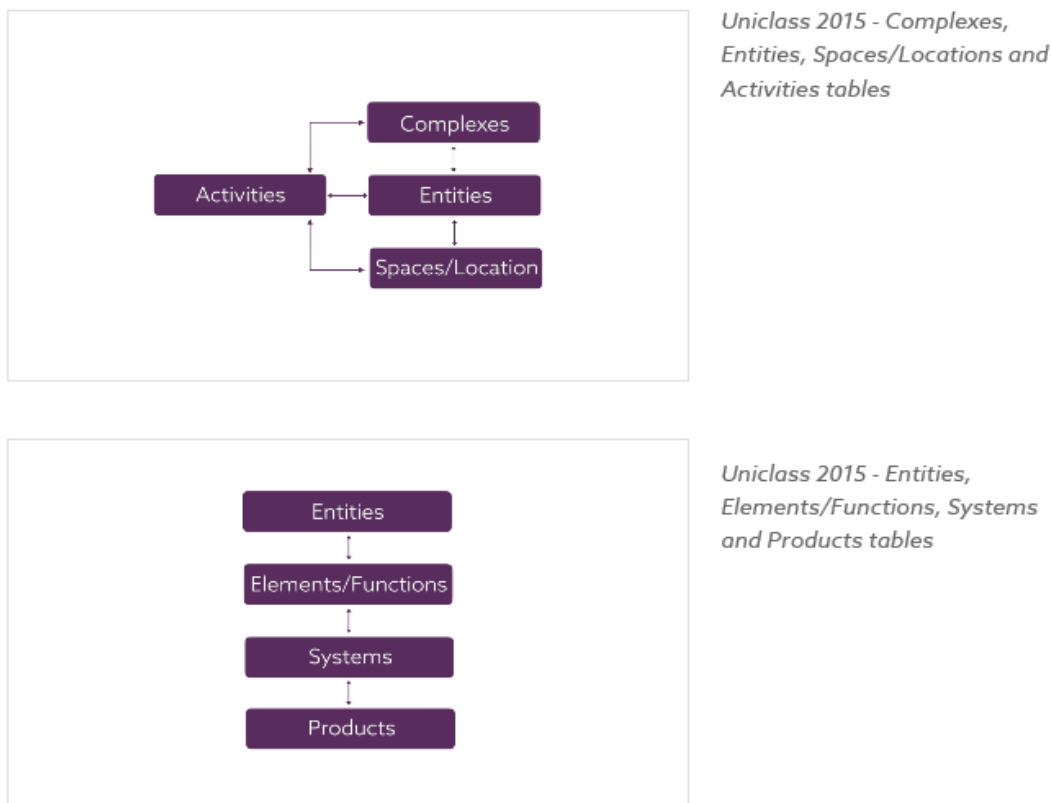
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
UniClass 2015 plėtra	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Išleidžiamos pirmosios 10 lentelių							•				
Išleidžiamos pirmosios 7 oficialios lentelės										•	
Plėtra ISO 12006-2:2015 'Functional specification'						•	•	•	•	•	
Paskelbta funkcinė specifikacija									•		
BIM level 2 naudojimas											•

Uniclass plėtra prasidėjo nuo 2006 metų. 2012 metais išleidžiamos pirmosios 10 klasifikavimo lentelių su skirtingomis objekto klasėmis. Nuo 2011 metų plėtojamas pagrindinį klasifikavimo standartą ISO 12006-2:2015 siekiant patobulinti UniClass klasifikavimo sistemą. Nuo 2014 metų UniClass klasifikatorius naudojamas elementams, bet ir pagal funkcinę sistemą ir po tų metų išleidžiamos pirmosios 7 oficialios lentelės, naudojamos klasifikavimui. Paskutinis žingsnis pasiektas 2016 metais, kai į Uniclass2015 yra integruojamas BIM level 2 – tai informacijos plėtojimas bendradarbiaujančioje 3D aplinkoje, prie kurios pridedami duomenys [21].

Uniclass2015 yra padalinta į lentelių rinkinį, kuris gali būti naudojamas suskirstyti informaciją apie išlaidas, CAD sluoksniavimą, komentarus ir kt. Taip pat rengiant specifikacijas ar kitus gamybos dokumentus. Pirmą kartą lentelėse pateiktos klasifikacijos leidžia pastatus, kraštovaizdį ir infrastruktūros objektus klasifikuoti pagal vieną bendrą schemą.

Uniclass sudaro 12 lentelių rinkinys, kuris yra iš esmės hierarchinis ir leidžia apibrėžti informaciją apie projektą. Subjektus sudaro elementai / funkcijos, sistemos ir tada produktai [22].

Uniclass kodinio žymėjimo nenustato naudojant skirtingus aspektus. Du raidiniai simboliai žymi klases, o „/“ atskiria generalines klases [22].



5 pav. „UniClass 2015“ klasifikavimo lentelės [22].

Uniclass2015 yra Jungtinės Karalystės vieninga klasifikavimo sistema statybų pramonei apimanti visus sektorius. Šiuo metu Uniclass2015 pagrindą sudaro tokios generalinės klasės kaip statybos kompleksai, statiniai, erdvės, elementai, statybos informacija, rolės, statybos ir projektų valdymo procesai, statybos produktai ir statybinės pagalbinės priemonės. Klasifikatorius sukurtas pagal hierarchinę struktūrą. Šiuo metu Uniclass2015 sudaro daugiau kaip 14 tūkst. klasių [22].

Klasifikatoriuje yra nuosekli visų statybos pramonės disciplinų klasifikavimo struktūra. Joje yra lentelės, klasifikuojančios bet kokio masto daiktus, pradedant dideliais objektais, tokiais kaip geležinkelis, ir baigiant tokiais produktais kaip kameros stulpas ar pati kamera.

Literatūros apibendrinimas

1. Klasifikavimo sistema yra reikalinga užtikrinti bendrą visų projekto dalyvių techninę kalbą, kuri būtų racionali skirtinguose projektuose ir komandose. Duomenų klasifikavimas reiškia jų struktūrizavimą sutartu būdu, kad skirtingi veikėjai galėtų lengvai rasti tai, ko jiems reikia, ir tai suprasti. Klasifikavimo sistema yra tarsi bendra kalba. BIM klasifikacija leidžia žmonėms, programinei įrangai ir mašinoms efektyviai ir tiksliai dalytis ir naudoti pastatų informaciją. Labai svarbu naudoti klasifikavimo sistemas, kai reikia spręsti specifikacijas, struktūrizuoti dokumentus ir apskaičiuoti išlaidas, ir kt.
2. Nagrinėjama užsienio šalių patirtis rodo, kad sistemos turi daug panašumų, kadangi dauguma šalių savo klasifikavimo sistemas susikūrė pagal ISO 12006 ir 81346 standartų grupes. ISO 12006 aprašoma, kaip klasifikavimo sistemos turėtų būti struktūrizuotos hierarchijos lygmenimis. Pagrindinis tikslas yra sudėti elementus į grupes, kad būtų galima atpažinti objekto tipą. Klasės ir pogrupiai turėtų suskirstyti elementus į unikalius bruožus. Tai reiškia, kad objektai, vienodai klasifikuojami toje pačioje klasifikavimo sistemoje, negali priklausyti skirtingoms grupėms. Pagrindiniai elementų grupavimo kriterijai gali būti jų funkcija ar paskirtis, medžiaga, iš kurios jie pagaminti, ar koks kitas skiriamasis bruožas. Šis standartas rekomenduoja kaip statybos pramonei susidaryti teisingas klasifikacines sistemas.
3. Lietuva neturi vieningos klasifikavimo sistemos, todėl Lietuvoje GIS skaitmeniniai objektai yra grupuojami naudojantis erdviniais objektais. Siekiant rasti klasifikavimo suderinamumo privalumus ir trūkumus GKTR 2.11.03:2014 ir SEDR „Savivaldybės erdviųjų duomenų rinkinio specifikacijos“ klasifikavimo sistema yra lyginama su Uniclass2015 ir CCI klasifikatoriais.

3. Tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai

Tyrimo objektas:

Linijinio, taškinio ir plotinio infrastruktūros objektų žymų klasifikavimas.

Tyrimo tikslas:

Išanalizuoti potencialių užsienio klasifikavimo sistemų trūkumus ar privalumus ir jų suderinamumo galimybes su Lietuvoje naudojamomis infrastruktūros erdvinių objektų (EO) duomenų rinkinio (linijinio, taškinio ir plotinio žymėjimo) specifikacijomis.

Tyrimo uždaviniai:

- Išanalizuoti užsienio ir Lietuvos klasifikatorių sistemas taikomas infrastruktūros objektų klasifikavimui.
- Atlikti kelių atrinktų klasifikatorių kodavimo ir identifikavimo žymų alternatyvų rangavimo ekspertinį vertinimą infrastruktūros objektų atžvilgiu.
- Atlikti praktinį eksperimentą, pritaikant klasifikatoriaus, atrinkto pagal alternatyvų rangavimo ekspertinio vertinimo rezultata, kodavimo ir identifikavimo žymas infrastruktūros statinių elementams, naudojantis „Autodesk Civil 3D“ programine įranga.
- Įvertinti nagrinėto klasifikatoriaus suderinamumą su Lietuvoje naudojamomis infrastruktūros erdvinių objektų (EO) duomenų rinkinio (linijinio, taškinio ir plotinio žymėjimo) specifikacijomis.

4. Tyrimo metodika

Temai atskleisti pasirinktas rangavimo metodas. Šis metodas taikomas ne tik inžinerinėje veiklos srityje, bet ir finansų, medicinos ir vadybinėse srityse. Šio tyrimo tikslas yra išplėtoti ir pritaikyti rangavimo metodiką nagrinėjamų klasifikatorių vertinimui.

Lietuvoje taikomi daugiakriteriniai vertinimai – tai vietų sumos, geometrinio vidurkio, SAW, TOPSIS, VIKOR, COPRAS, PROMETHEE, ARAS. Labiausiai pritaikomi statybos srityje COPRAS ir TOPSIS [23].

Atliekant daugiakriterinę analizę pasirenkamos alternatyvos. Pasirinkti kriterijai būna kiekybiniai arba kokybiniai. Kriterijai, dėl analizės įvairiapusiškumo, dažniausiai pasirenkami pagal skirtingus matavimo vienetus [23].

Analizuojant daugiakriteriniais metodais, sprendimų procesas sudaromas triem etapais [23]:

- alternatyvų sudarymas, kurios bus naudojamos uždaviniams spręsti;
- parenkami rodikliai, kuriais naudojantis bus vertinamos alternatyvos;
- alternatyvų rangavimas.

4.1. Alternatyvų parinkimas

Analizuojant pasirinktus užsienio klasifikatorius (Uniclass2015 ir CCI) parenkami infrastruktūros objektai. Infrastruktūros objektai parenkami taip, kad atitiktų Lietuvos erdvinius objektus ir pasirenkami plotinis, linijinis ir taškinis objektai.

Alternatyvos parinktos pagal:

1. naudojimą Lietuvos statyboje;
2. Lietuvos erdvinių objektų žymėjimo atitikimą– linijinis, plotinis, taškinis.

4 lentelė. Infrastruktūros objektai, skirti vertinimo kriterijų analizei

Nr.	Infrastruktūros objektai
1.	Gelžbetoninis šulinys (taškinis)
2.	Bordiūrai – granitiniai ir betoniniai (linijinis)
3.	Trinkelų ir plytelių danga – betoninės (plotinis)
4.	Pralaida (linijinis)
5.	Vertikalūs kelio ženklai (taškinis)
6.	Asfalto danga (plotinis)
7.	Tunelis (linijinis)

4.2. Pagrindiniai kriterijai

Šiame magistro darbe, norint išanalizuoti klasifikatorius, labai svarbu pasirinkti tikslingus kriterijus (rodiklius), būtina naudoti tokius kriterijus, kad būtų pasiektas pasirinktas tikslas. Renkantis rodiklius svarbiausia išsirinkti skirtingus, kad kuo geriau išanalizuoti klasifikavimo sistemas skirtingais požiūriais. Kiekvieno rodiklio reikšmės turi būti žinomos ir aiškios.

Kriterijų lyginimui pasirenkamos dvi klasifikavimo sistemos, pagal pasirinktas infrastruktūros objektų alternatyvas:

- Uniclass2015;
- CCI.

5 lentelė. Vertinimo kriterijai

Kriterijai	Kriterijaus pavadinimas
	Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas
	Alternatyvų paieškos kelias laiko atžvilgiu, h
	Terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai
	Nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, skaičius
Sąsajos galimybė su GKTR ir SEDR nacionaliniais klasifikatoriais, suderinamumo koeficientas	

Šio magistro darbo alternatyvų analizėje naudojamų kriterijų aprašymai pateikiami toliau.

Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis. Tai ekspertų išrinktas svarbiausias kriterijus. Pagal pasirinktus infrastruktūros objektus, nagrinėjama analizuojamų klasifikavimo sistemų tikslumas ir detalumas. Lyginama su Lietuvoje naudojamais erdvinio objekto (EO) kodais pagal GKTR 2.11.03:2014 ir SEDR klasifikatorius pasirinktiems infrastruktūros objektams. Kriterijus išreiškiamas koeficientu.

6 lentelė. Koeficiento reikšmės

Koeficiento reikšmės				
Nepavyko suklasifikuoti	Yra minimalių atitikimų	Iš dalies pavyko	Yra daug atitikimų	Pavyko suklasifikuoti
0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Alternatyvų paieškos kelias laiko atžvilgiu. Kalbant apie skirtingas klasifikavimo sistemas galime išvelgti skirtumų ir klasifikatorių paieškoje. Kiekvienas paieškos etapas gali užimti skirtingą laiko dalį, todėl šituo kriterijumi bandoma palyginti, kiek užtrunka rasti atitinkamą kodą, pasirinktiems infrastruktūros objektams. Kriterijus išreiškiamas laiko trukme.

Terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas. Ieškant tinkamo objekto kodo labai svarbus aspektas yra klasifikatoriaus objekto aprašymo detalumas ir jo pavadinimo aiškumas. Siekiant detalumo galima greičiau tam tikram klasifikuojamam infrastruktūros objektui parinkti kodinį žymėjimą t. y., klasifikatorių. Kriterijus išreiškiamas balais nuo 1 iki 10.

Nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis. Klasifikuojamą objektą galima vertinti skirtingais aspektais: lokaciniu, tipo, funkciniu, struktūriniu ar kitais. CCI nagrinėjamas klasifikatorius pasižymi funkciniu požiūriu į klasifikuojamus objektus. CCI sudaro daugiau kaip 1,3 tūkst. klasių, kurios reglamentuoja statinius ir jų kompleksus, patalpas, įvairaus pobūdžio sistemas, atskirus statinių konstrukcijų ir inžinerinių sistemų komponentus. Sekanti nagrinėjama klasifikavimo sistema Uniclass 2015 turi daugiau klasių – 14 tūkst., kurios reglamentuoja statinius ir jų kompleksus, patalpas, funkcines sistemas, SGC procesus, statybos projekto dalyvių roles, CAD atributus, konkrečius statinių konstrukcijų ir inžinerinių sistemų elementus ir jų atitinkamas savybes. Todėl

žiūrint į skirtingus klasifikatorių klasių skaičius galima nuspėti, kad klasifikatoriuose tikrai rasime skirtingą kiekį infrastruktūros objektų. Kriterijus išreiškiamas skaičiumi, t. y., kiek skirtingų nuorodinių kodinių žymėjimų rasime kiekvienam objektui.

Sąsajos galimybė su nacionaliniu klasifikatoriumi GKTR ir SEDR [24]. Lietuvoje dar nėra bendros klasifikavimo sistemos, todėl nagrinėjamų užsienio klasifikatorių patirtis yra labai svarbi. Sąsajų galimybės parodys, ar įmanoma pritaikyti užsienio klasifikatorius Lietuvoje galiojantiems standartams ir taisyklėms. Kriterijus išreiškiamas koeficientu nuo 0 iki 2 (0 - nesuderinama; 1 – įmanomas tam tikrų dalių suderinamumas; 2 – suderinama).

5. Kriterijų vertinimas

5.1. Rangavimo metodas

Rangavimo metodo vertinimo modeliu įvertinama kriterijų svarba, kurią nagrinėja ekspertai, o gauti rezultatai išreiškiami nustatytais vienetais. Taikant šį metodą atskirų ekspertų nuomonės nesutampa ir skiriasi jų vertinimų kriterijų svarbumas ir prioritetiškumas [25].

Šiame magistro darbe buvo naudojama ekspertinė apklausa. Apklausta buvo 15 ekspertų.

Ekspertų rezultatai pateikiami 7 lentelėje. Rodiklių reikšmės apibrėžiamos naudojantis skale nuo 0 iki 5. Pats svarbiausias rodiklis įgyja 5 balų reikšmę. Mažiau svarbiems suteikiami 4 ir 3 balų įvertinimai, o mažiausiai reikšmingiems rodikliams atitinkamai 1 ir 2 balo įvertinimai. Gauti rezultatai apdorojami ir pateikiami ekspertų vertinimo lentelėje.

Ekspertas Nr. 1

1. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
2. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
3. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai.

Ekspertas Nr. 2

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
3. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai.

Ekspertas Nr. 3

1. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
2. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
3. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas.

Ekspertas Nr. 4

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
3. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai.

Ekspertas Nr. 5

1. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
2. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
3. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius.

Ekspertas Nr. 6

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
3. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
4. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
5. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas.

Ekspertas Nr. 7

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
3. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
4. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
5. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas.

Ekspertas Nr. 8

1. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
2. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
3. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
4. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
5. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas.

Ekspertas Nr. 9

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
3. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas.

Ekspertas Nr. 10

1. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
2. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
3. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai.

Ekspertas Nr. 11

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
3. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
4. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
5. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas.

Ekspertas Nr. 12

1. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
2. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
3. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
4. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
5. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas.

Ekspertas Nr. 13

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
3. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
4. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
5. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas.

Ekspertas Nr. 14

1. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
2. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
3. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
4. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
5. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas.

Ekspertas Nr. 15

1. k_1 – alternatyvos paieškos kelias, h;
2. k_2 – nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, skaičius;
3. k_3 – terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
4. k_4 – sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
5. k_5 – infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas.

7 lentelė. Suminė ekspertų lentelė

Ekspertai	K1	K2	K3	K4	K5
E 1	2	1	5	3	4
E 2	1	3	4	2	5
E 3	2	1	3	5	4
E 4	1	2	5	3	4
E 5	2	5	3	1	4
E 6	1	3	4	2	5
E 7	1	3	4	2	5
E 8	2	1	4	3	5
E 9	1	2	3	5	4
E 10	3	2	5	1	4
E 11	1	2	4	5	3
E 12	2	3	4	1	5
E 13	1	3	4	2	5
E 14	2	1	3	5	4
E 15	1	2	3	4	5
Rangų suma	23	34	58	44	66

Apdorojus duomens aiškiai matyti, kad prioritetiniai tapo du kriterijai – nepavyko suklasifikuoti ir terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, mažiau svarbūs yra sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais, jų apibūdinimas ir atitikimų skaičius ieškant pagal infrastruktūros objektus, klasifikavimui, o pagal ekspertų nuomonę, pats nesvarbiausias kriterijus analizuojant klasifikatorius tapo alternatyvos paieškos kelias.

1. infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas;
2. terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, balai;
3. sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR, suderinamumo koeficientas;
4. nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, skaičius;
5. alternatyvos paieškos kelias, h.

Remiantis gautais duomenimis apskaičiuojamas kiekvieno vertinimo kriterijaus reikšmingumo svoris.

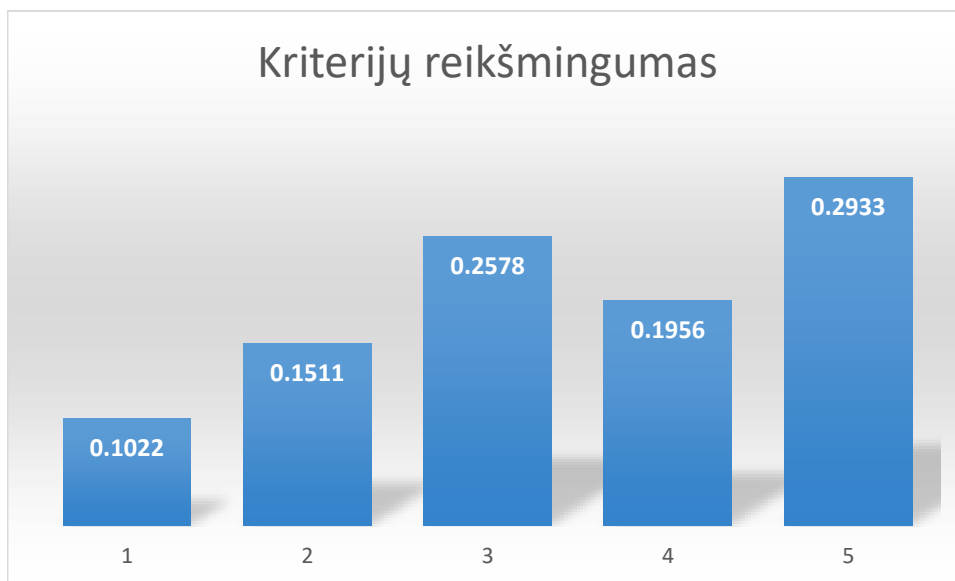
Apskaičiuojami subjektyvūs kriterijų reikšmingumai q_i , surašant juos į kriterijų matricą. Kriterijaus subjektyvus reikšmingumas apskaičiuojamas pagal formulę [25]:

$$1. \quad q_i = \frac{S_i}{\Sigma S}$$

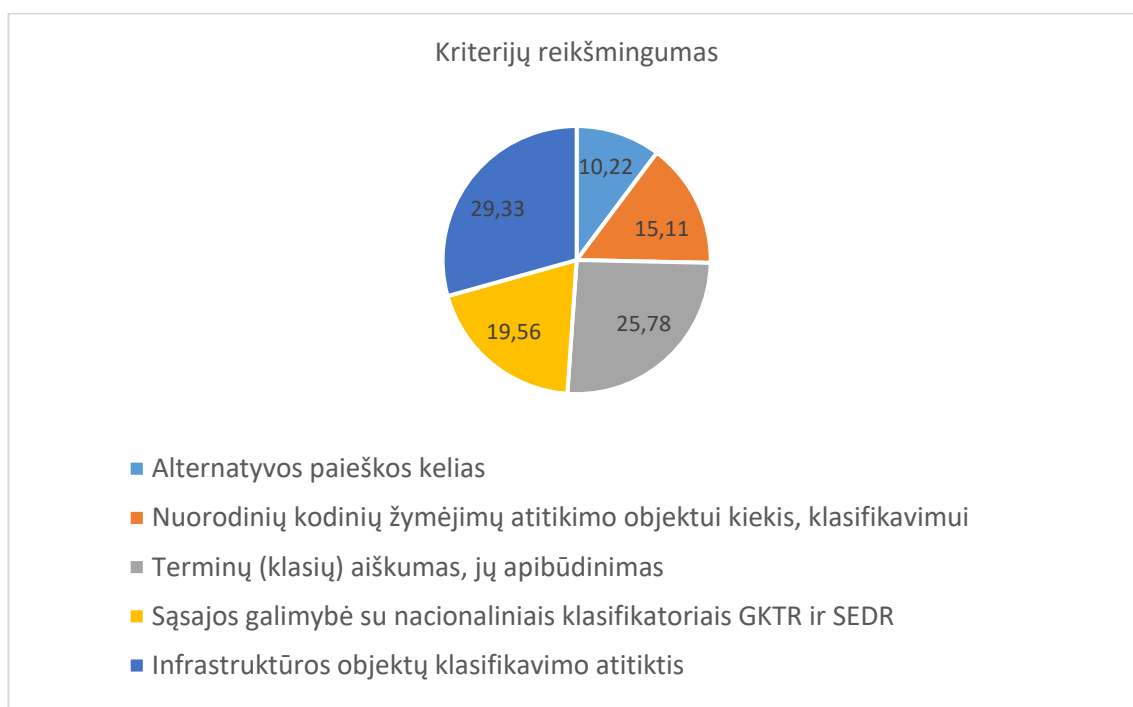
Čia: S_i – kriterijaus surinkta balų suma;

ΣS – bendra visų kriterijų surinkta balų suma.

Rezultatai pavaizduoti 6 ir 7 paveikslėliuose:



6 pav. Subjektyvaus reikšmingumo rezultatai



7 pav. Kriterijų reikšmingumo svoris, procentais

5.2. Ekspertų įverčių suderinamumas

Rezultatus tolimesnėje analizėje galima taikyti tik tuo atveju, jei yra nustatomas pakankamas ekspertų nuomonių suderinamumas. Jis yra nustatomas konkordacijos koeficientu, kuris skaičiuojamas rangavimo pagrindu.

Ekspertų nuomonės dažnu atveju skiriasi. Tuo labiau, kad ekspertų žinios ir kiti faktoriai gali būti skirtingi. Jei sprendimai priimami ekspertinės analizės pagrindu, reikia įvertinti konkordacijos koeficientą ir patikrinti suderinamumą.

Jei ekspertų nuomonės suderintos, konkordacijos koeficiento W reikšmė yra arti vieneto, jei vertinimai labai skiriasi – W reikšmė yra arti nulio.

8 lentelė. Ekspertų apklausos rezultatai

Ekspertai	K1	K2	K3	K4	K5
E 1	2	1	5	3	4
E 2	1	3	4	2	5
E 3	2	1	3	5	4
E 4	1	2	5	3	4
E 5	2	5	3	1	4
E 6	1	3	4	2	5
E 7	1	3	4	2	5
E 8	2	1	4	3	5
E 9	1	2	3	5	4
E 10	3	2	5	1	4
E 11	1	2	4	5	3
E 12	2	3	4	1	5
E 13	1	3	4	2	5
E 14	2	1	3	5	4
E 15	1	2	3	4	5
Rangų suma	23	34	58	44	66
Rangų sumų vidurkis a	45	45	45	45	45
Nuokrypio kvadratas S	484	121	169	1	441
Konkordacijos koeficientas W	0,6				
Prioritetinė eilė	5	4	2	3	1

Nuomonių sutartinumas įvertintas naudojant konkordacijos koeficientą, kurį apskaičiavus gauname $W = 0,6$, kurio reikšmė turi tenkinti sąlygą $0,1 < W < 1$. Kuo didesnis W , tuo stipresnė kintamųjų koreliacija, t. y., 0 – reiškia visišką nesuderinimą, 1 – bendrą ekspertų nuomonę. Kadangi gauta konkordacijos koeficiento reikšmė yra 0,6, vadinasi ekspertų nuomonių suderinamumas yra vidutinis.

5.3. Alternatyvų analizė

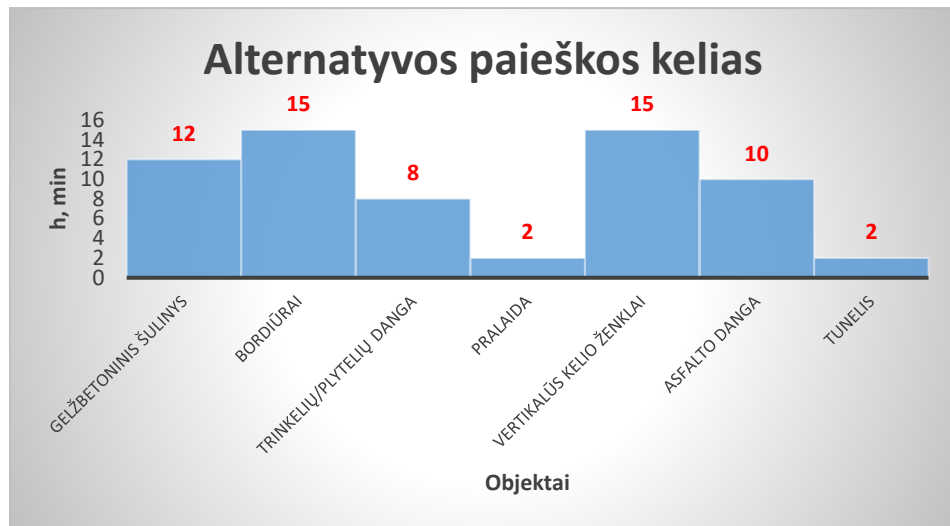
5.3.1. CCI klasifikatoriaus analizė

Pagal pasirinktas alternatyvas ir pasirinktus vertinimo kriterijus yra sudaroma lentelė, su pateikiamais duomenimis, pagal kuriuos atliekama tolimesnė klasifikatorių analizė ir vertinimas. Kadangi alternatyvų analizės rangavimo metodu bus lyginamos dvi atskiros ir skirtingos užsienio klasifikavimo sistemos. Dėl šios priežasties analizė vykdoma tik pagal Lietuvoje statomus, naudojamus objektus, produktus.

9 lentelė. CCI klasifikatoriaus kriterijų vertinimas

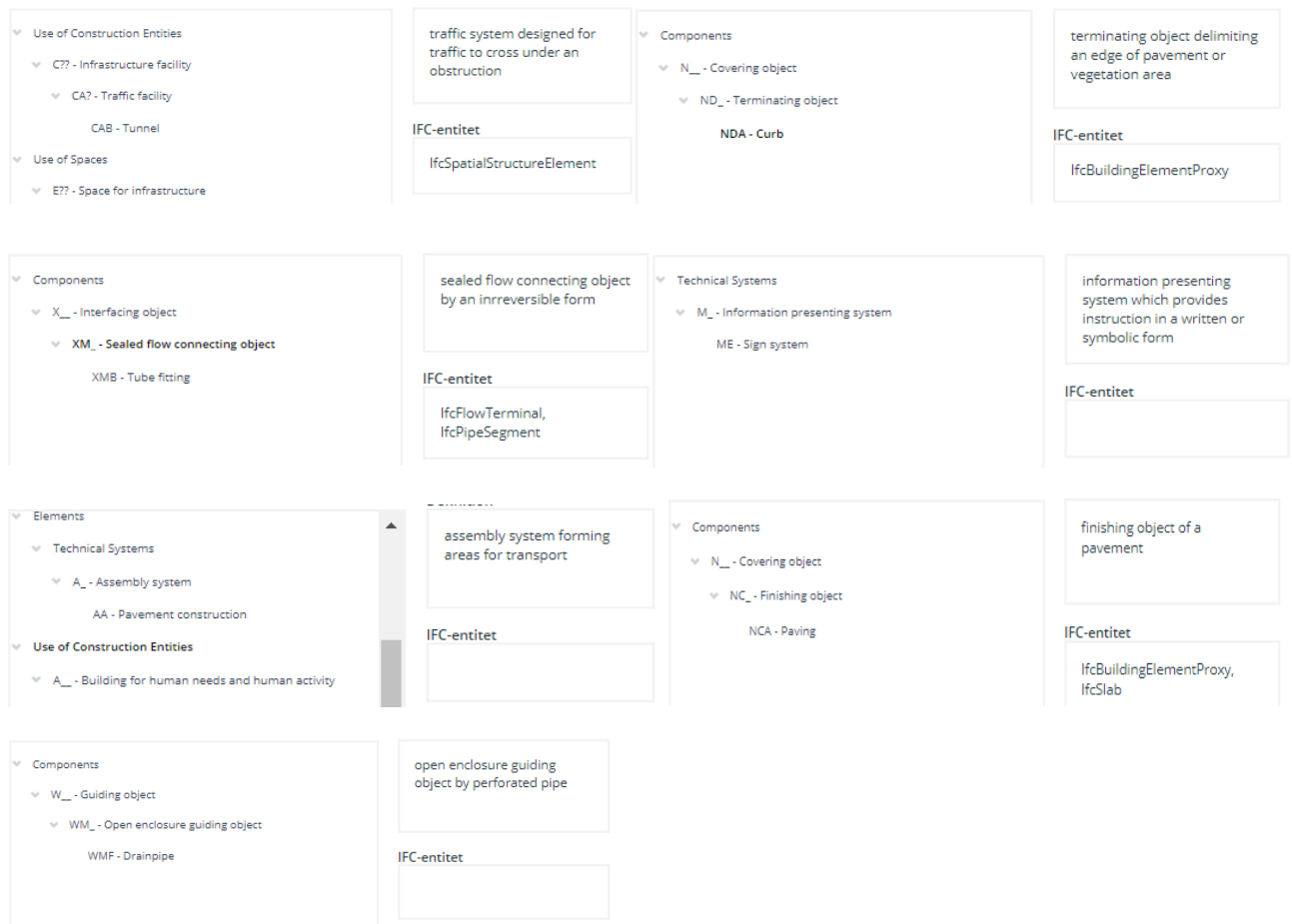
Kriterijai	K1,	K2,	K3,	K4,	K5,
Alternatyvos	Alternatyvos paieškos kelias	Nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui	Terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas	Sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR	Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis
matavimo vienetai	h	skaičius	balai	koeficientas	koeficientas
Gelžbetoninis šulinys	12	1	8	1	0,3
Bordiūrai	15	1	10	1	0,5
Trinkelų ir plytelių danga	8	1	10	1	0,3
Pralaida	2	1	6	1	0,4
Vertikalūs kelio ženklai	15	1	4	1	0,4
Asfalto danga	10	1	8	1	0,3
Tunelis	2	1	8	1	0,5
Optimalumas	min	min	max	max	max
Reikšmingumas, %	10,22	15,11	25,78	19,56	29,33

Alternatyvos paieškos kelias K1. Pirmiausia, CCI klasifikatoriaus informacinės sistemos prototipas CCS yra prieinamas adresu <https://ccs.molio.dk/>. CCI atitinka šiuolaikiškų internetinių svetainių savybes, turi detalią paiešką ir filtravimo funkciją. Galima paminėti, kad CCI internetinėje svetainėje naršymo ir paieškos greitis nėra didelis, todėl ieškant klasifikatorių, nežinant tinkamo apibrėžimo, bet pagal klases, gali užtrukti daug laiko. Kaip pavyzdys, bordiūrų paieška užtruko daugiau laiko palyginus su kitomis alternatyvomis, kadangi įvedus tarptautinį bordiūro pavadinimą „curb“ CCI programinės įrangos paieškoje jokių rezultatų negauta. Tada reikiamo klasifikatoriaus reikia ieškoti pagal lenteles ir klasifikatorių aprašymus, dėl to užtrunka daugiau laiko. Kiekvienai alternatyvai atitinkamai buvo atliekami veiksmai ir skaičiuojamas laikas, kiek užtruko rasti tinkamą kodinį žymėjimą kiekvienam infrastruktūros objektui.



8 pav. CCI K1 alternatyvos vertinimas

Nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui K2. CCI klasifikatorius turi aiškius klasių apibrėžimus, kodavimo taisykles, turinčias abstrakčias funkcines klases ir technines sistemas, kurios suteikia kodui stabilumo. CCI klasifikatoriuje klasių žyma objektui nėra plati, t. y., (3 raidės), kurios simbolizuoja 3 hierarchinius lygmenis. Kadangi klasifikatoriuje nėra didelio kiekio klasių, visi, pasirinkti infrastruktūros objektai, turi po vieną atitikimo skaičių.

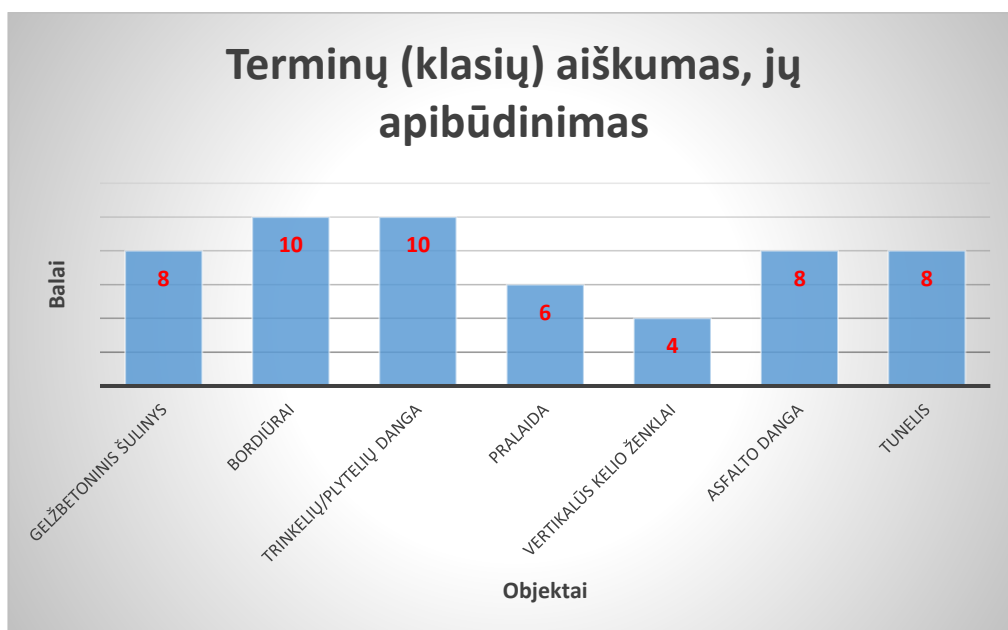


9 pav. CCI klasifikavimo sistemos atitikimai infrastruktūros objektams



10 pav. CCI K2 alternatyvos vertinimas

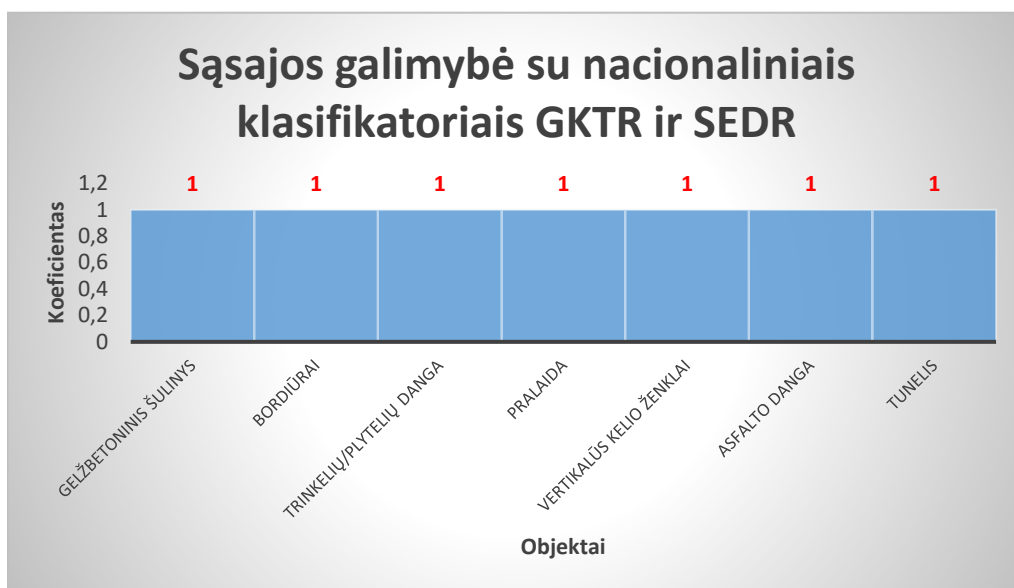
Terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas K3. CCI klasifikatoriuje yra pateikiami terminų (klasių) apibrėžimai po kiekvieno klasifikuojamo objekto. Balų pasiskirstymas gali skirtis dėl neatitikimų su pasirinktais infrastruktūros objektais, t. y., priklauso nuo klasifikatoriaus aprašymo atitikimo tikslumo. Taip pat, CCI klasifikatoriuje kiekviena klasė turi savo apibūdinimą, kuris palengvina kodinio žymėjimo pasirinkimą (žr. 9 pav.).



11 pav. CCI K3 alternatyvos vertinimas

Sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR K4. Nagrinėjant užsienio klasifikatorius labai svarbus yra klasifikatoriaus ontologijų pritaikymas lietuvių kalbai ir terminijai. Ties pasirinktais infrastruktūros objektais suderinamumo koeficientas bus vienodas, nes kalbama apie pačios klasifikavimo sistemos suderinamumą su Lietuvos nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR. CCI klasifikatoriui suteikiamas koeficientas 1, kadangi suderinamos tik tam tikros dalys, t. y., galimybė susieti nacionalinius klasifikatorius (pvz., statybos dalyvių, statinio gyvavimo ciklo etapų),

individualias savybes (pvz., medžiagiškumas, koordinatės, adresai ir kt.) ar kito pobūdžio informaciją [24].



12 pav. CCI K4 alternatyvos vertinimas

Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitikties koeficientas K5. Kriterijus, parodantis ar įmanoma suklasifikuoti visus pasirinktus infrastruktūros objektus. Alternatyvos reikšmės parenkamos pagal atitikimą Lietuvoje naudojamo erdvinio objekto linijinio, taškinio ir plotinio kodinių reikšmių žymėjimų atitikimą ir pasirinktų infrastruktūros objektų terminų atitikimą.

10 lentelė. Kriterijų analizės duomenys

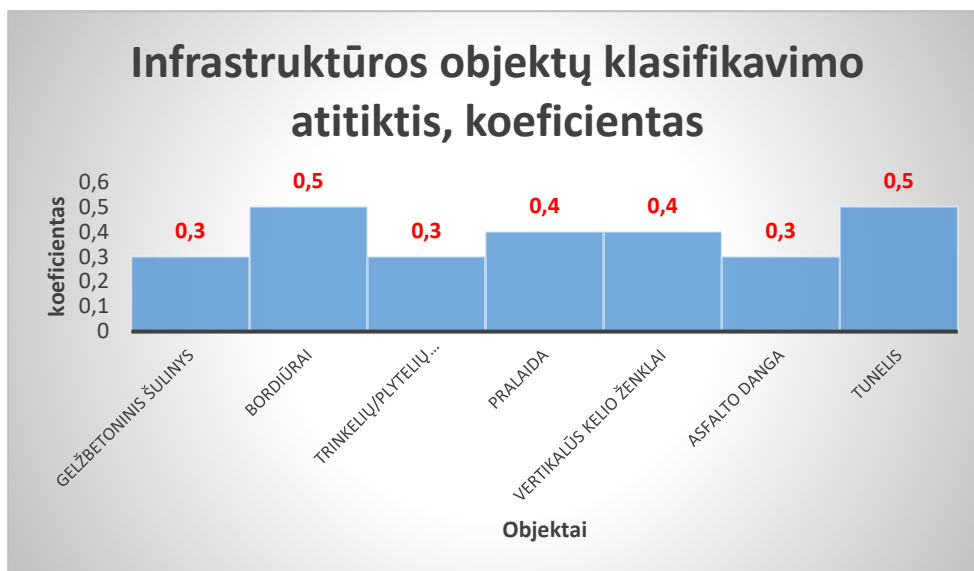
Infrastruktūros objektas	Erdvinio objekto kodas	Erdvinio objekto kodo (EO) apibūdinimas pagal GKTR	CCI apibūdinimas	CCI kodinis žymėjimas	Uniclass 2015 apibūdinimas	Uniclass2015 kodinis žymėjimas
Gelžbetoninis šulinys (taškinis)	3751	Lietaus nuotakyno tinklo ir uždaro drenažo šulinio / kameros dangtis	Sandarus srautas, jungiantis objektą negrįžtama forma	XMB	Betoninės šulinių kameros sekcijos Nuotekų tiekimo sistemos Nuotekų surinkimo tinklai Gelžbetoninės šulinių sistemos	Pr_65_52_01_21 Ss_50_75_95 Co_50_20_20 Ss_55_15_95_72

10 lentelės tęsinys

Bordiūrai – granitiniai ir betoniniai (linijinis)	2435	Riba tarp skirtingų natūralių dangų ir naudmenų	Nutraukti objektą, apibrėžiantį šaligatvio kraštą ar augalijos plotą	NDA	Kelio bortai Betoniniai saugos bortai Natūralaus akmens bortai Bortų ir eismo atskyrimo sistemos Betono bortų sistemos	Pr_25_93_45_18 Pr_25_93_45_21 Pr_25_93_45_56 Ss_30_75_45 Ss_30_75_45_15
Trinkelė ir plytelių danga – betoninės (plotinis)	2425	Plytelių danga	Surinkimo sistema, sudaranti transporto sritis.	NCA	Betoninės grindinio trinkelės Betono grindinio sistemos	Pr_25_93_60_17 Ss_30_14_15_16
Pralaida (linijinis)	2235	Vandens pralaida - vamzdis	Objekto nukreipimas vamzdžiu.	WMF	Paviršinio vandens požeminės drenažo vamzdynų sistemos Vandens skirstymo vamzdynai Perforuoti požeminiai drenažo vamzdžiai ir jungiamosios detalės	Ss_50_35_08_85 En_55_70_18 Pr_65_52_07_15
Vertikalūs kelio ženklai (taškinis)	2511	Kelio ženklas ant stulpo	Informacijos pateikimo sistema, teikianti instrukcijas rašytine arba simboliškai forma.	PHE	Fiksuoti vertikalūs kelio ženklai Kelių eismo ženklų sistemos	Pr_70_75_72_30 Ss_40_10_90_72
Asfalto danga (plotinis)	2421	Asfaltbetonio danga	Dangos apdailos užbaigimas	NCA	Asfaltuotų kelių ir grindinių sistemos Asfaltbetonio (AC) pagrindo sluoksnis Mastikos asfalto (MA) paviršiaus dangos Asfalto dangos priežiūra	Ss_30_14_05 Pr_35_31_05_03 Pr_35_31_05_50 Ac_85_60_02

10 lentelės tęsinys

Tunelis (linijinis)	2502	Tunelis	Eismo sistema, skirta eismui kirsti kliudant.	CAB	Gelžbetoninės tunelio konstrukcijos sistemos Skersiniai tuneliai Tuneliai	Ss_37_50_92_71 SL_80_96_18 En_80_96_90
---------------------	------	---------	---	-----	---	--



13 pav. CCI K5 alternatyvos vertinimas

Siekiant dar labiau įsigilinti į nagrinėjamų klasifikatorių skirtumus yra atliekama alternatyvų klasių žymėjimų analizė. CCI kodinių žymėjimą sudaro 3 hierarchiniai lygmenys, t.y., trys raidės vieno lygmens kodiniame žymėjime. Konstrukcijos elementai, suskirstyti į 3 pagrindinius tipus:

- funkcinės sistemos, 19 klasių;
- techninės sistemos, 113 klasių;
- komponentai, 728 klasės.

CCI klasifikatoriuje kodavimą sudaro generalinė klasė (žr. 1 lentelę), priešdėlis (ž. 2 lentelę), klasifikatoriaus kodinis žymėjimas ir numeris nusakantis objekto identifikavimą. CCI klasifikatorius turi didelį pranašumą lyginant su Uniclass2015, kadangi CCI gali identifikuoti objektą. Identifikavimas žymimas priešdėliu ir eilės numeriu. Numeravimas nurodo tam tikrą objektą ar produktą, taip kiekvienam objektui suteikiamas kodas. CCI nustato galimybę dvi ar daugiau multi-hierarchijas (kelias kodo dalis) talpinti į vieną kodo eilutę (žr. 11 lentelę). Kiekviena klasifikatoriaus kodo dalis turi savo atitinkamas reikšmes.

Kaip pavyzdį paimkime bordiūro nuorodinės žymos kodą: <L>-NDA05:

<L> – tai generalinė klasė, kuri parodo, kad bordiūras yra konstrukcijos elementas.

„-“ – tai priešdėlis, kuris žymi objekto sudedamąsias dalis ir nurodo, kad objektas klasifikuojamas produkto aspektu.



NDA – tai klasifikuojamo objekto kodas. Kodas susideda iš trijų hierarchiniai lygmenų:

- N – dengiančiųjų objektų klasė tai pirmasis hierarchinis lygmuo;

- ND – užbaigiančiųjų objektų poklasis tai antrasis hierarchinis lygmuo;
- NDA – bordiūras tai trečiasis hierarchinis lygmuo.

Skaičius 05 – nurodo identifikavimą, kuris konkretus bordiūras tam tikrame projekte, ar projekto dalyje naudojamas.

11 lentelė. CCI klasifikatoriaus kodiniai žymėjimai

Infrastruktūros objektas	Kodinis žymėjimas
<p>Bordiūras Nr. 5</p> 	<p>Vieno lygmens kodinis žymėjimas: <L>-NDA05 Nutraukti objektą, apibrėžiantį šaligatvio kraštą ar augalijos plotą.</p> <p>Daugialygis kodinis žymėjimas: <L>-N.CB.NDA05 Objektas, skirtas iš dalies arba visiškai uždaryti kitą objektą. Žemės paviršiaus statybos sistema kietai uždengtai lauko erdvei. Nutraukti objektą, apibrėžiantį šaligatvio kraštą ar augalijos plotą.</p>
<p>Gelžbetoninis šulinys Nr. 4</p> 	<p>Vieno lygmens kodinis žymėjimas: <L>=XMB04 Sanderus srautas, jungiantis objektą negrįžtama forma.</p> <p>Daugialygis kodinis žymėjimas: <L>=JD.XMB04 Skystųjų atliekų transporto sistema. Sanderus srautas, jungiantis objektą negrįžtama forma.</p>
<p>Pralaida Nr. 1</p> 	<p>Vieno lygmens kodinis žymėjimas: <L>-WMF01 Objekto nukreipimas vamzdžiu.</p> <p>Daugialygis kodinis žymėjimas: <L>-G.WM.WMF01 Įrengimo sistema, kuri išleidžia skysčius arba šalina atliekas. Objekto nukreipimas. Objekto nukreipimas vamzdžiu.</p>
<p>Tunelis Nr. 6</p> 	<p>Vieno lygmens kodinis žymėjimas: <L>-CAB06 Eismo sistema, skirta eismui pereiti kliudant.</p> <p>Daugialygis kodinis žymėjimas: <L>-C.CJ.CAB01 Statybos subjektas, sukurtas sukurti fizinę ar techninę jungtį. Žemės paviršiaus konstrukcijos sistema, kuriai tenka vertikali arba horizontali apkrova. Eismo sistema, skirta eismui pereiti kliudant.</p>

11 lentelės tęsinys.

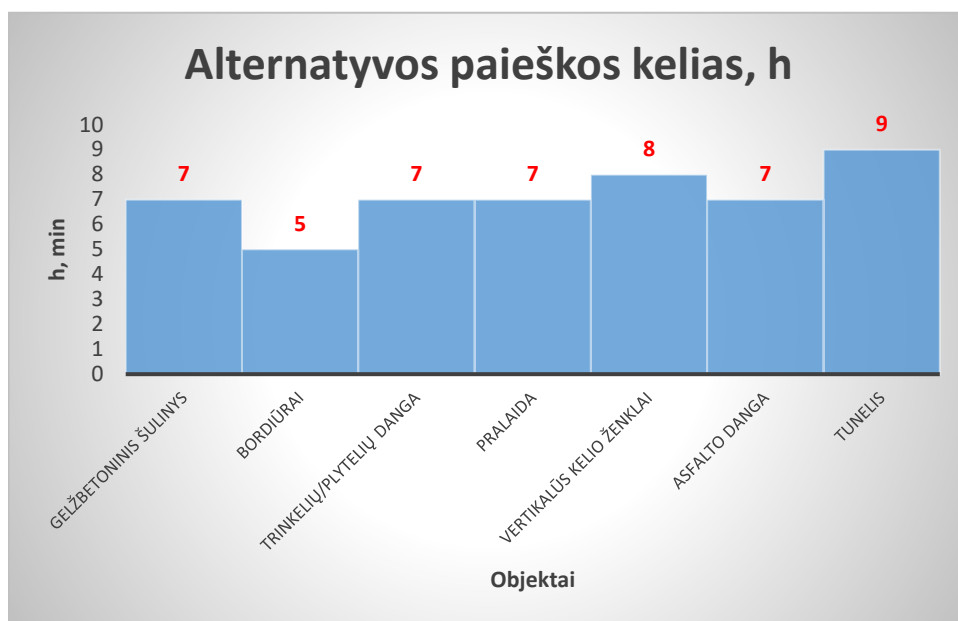
<p>Trinkelė ir plytelių danga Nr. 8</p> 	<p>Vieno lygmens kodinis žymėjimas: <L>-NCA08 Dangos apdailos užbaigimas. Daugialygis kodinis žymėjimas: <L>-A.AA.NCA08 Techninė sistema, kuri yra daugiasluoksnė konstrukcija. Surinkimo sistema, sudaranti transporto sritis. Dangos apdailos užbaigimas.</p>
<p>Vertikalus kelio ženklas Nr. 10</p> 	<p>Vieno lygmens kodinis žymėjimas: <L>-PHE10 Grafinis rodymas statiskai kito objekto paviršiuje. Daugialygis kodinis žymėjimas: <L>-M.ME.PHE10 Techninę sistemą, kuri pateikia informaciją. Informacijos pateikimo sistema, teikianti instrukcijas rašytine arba simboliškai forma. Grafinis rodymas statiskai kito objekto paviršiuje.</p>
<p>Asfaltbetonio danga Nr. 15</p> 	<p>Vieno lygio žymėjimas: <L>-NCA15 Dangos apdailos užbaigimas. Daugialygis kodinis žymėjimas: <L>-A.AA.NCA15 Techninė sistema, kuri yra daugiasluoksnė konstrukcija. Surinkimo sistema, sudaranti transporto sritis. Dangos apdailos užbaigimas.</p>

5.3.2. Uniclass klasifikatoriaus analizė

12 lentelė. Uniclass 2015 kriterijų vertinimas

Kriterijai	K1,	K2,	K3,	K4,	K5,
Alternatyvos	Alternatyvos paieškos kelias	Nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui	Terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas	Sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR	Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis
matavimo vienetai	h	skaičius	balai	koeficientas	koeficientas
Gelžbetoninis šulinys	7	4	5	0	0,2
Bordiūrai	5	5	5	0	0,5
Trinkelė ir plytelių danga	7	2	6	0	0,5
Pralaida	7	3	7	0	0,3
Vertikalūs kelio ženklai	8	2	6	0	0,4
Asfalto danga	7	4	5	0	0,3
Tunelis	9	3	6	0	0,5
Optimalumas	min	min	max	max	max
Reikšmingumas, %	10,22	15,11	25,78	19,56	29,33

Alternatyvos paieškos kelias K1. Uniclass2015 informacinė sistema prieinama internetiniu adresu <https://www.thenbs.com/our-tools/uniclass-2015>. Internetinis puslapis atitinka šiuolaikišką internetinę svetainę, lengvai suprantamą, turinčią greitai veikiančią paieškos įrankį, kuris yra lengvai naudojamas ir paprastas. Taip pat, klasių sąrašas yra padalintas po 10 vienetų, todėl nėra matomas pilnas klasių sąrašas, kas apsunkina darbą su klasifikavimo sistema. Norint rasti tinkamą kodavimo žymą reikia naršyti po skirtingus puslapius, tai gali pasunkinti klasių paiešką laiko atžvilgiu.



14 pav. Uniclass2015 K1 alternatyvos vertinimas

Nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui K2. Sekanti nagrinėjama klasifikavimo sistema Uniclass2015 turi daugiau klasių – 14 tūkst., kurios reglamentuoja statinius ir jų kompleksus, patalpas, funkcines sistemas, SGC procesus, statybos projekto dalyvių roles, CAD atributus, konkrečius statinių konstrukcijų ir inžinerinių sistemų elementus su jų atitinkamomis savybėmis. Toks didelis klasių kiekis nulemia daugiau atitikimų pasirinktiems infrastruktūros objektams.



15 pav. Uniclass2015 K2 alternatyvos vertinimas

Kaip matoma 16 paveikslėlyje daugiausiai atitikimų turi bordiūrai, po keturis turi gelžbetoninis šulinys ir asfaltbetonio danga, o mažiausiai surinko trinkelėlių/plytelių danga.

Ss_30_75_45	Kerb and traffic separation systems
Pr_25_93_45_56	Natural stone kerbs
Pr_25_93_45_21	Concrete safety kerbs
Ss_30_75_45_15	Concrete kerb systems
Pr_25_93_45_18	Concrete kerbs

16 pav. Galimas pasirinkimų skaičius bordiūrams pasirinktam infrastruktūros objektui

Terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas K3. Uniclass2015 klasifikatoriaus informacinėje sistemoje nėra klasių paaiškinimų ar iliustracijų, nėra pateikiami terminų apibrėžimai, tai apsunkina klasifikatoriaus taikymą ir supratimą. Nėra komentarų apie klasės pateikimo funkcijas. Tikėtinos klasių priskyrimo klaidos, ypač detaliuose ir plačiuose klasifikatoriuose. Ieškant tinkamų atitikimų pasirinktiems infrastruktūros objektams vienintelis Uniclass pranašumas, kad yra daug klasių.



17 pav. Uniclass2015 K3 alternatyvos vertinimas

Sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR K4. Kadangi Uniclass2015 neturi individualios informacijos pritaikymo ir integravimo galimybių, todėl nėra galimybės susieti Uniclass2015 su nacionaliniu klasifikatoriumi GKTR ir SEDR. Taip pat, Uniclass2015 klasifikatorius labiau paplitęs Jungtinėje Karalystėje, Kanadoje ir tai dar labiau apsunkina pritaikymą nacionaliniam klasifikatoriui GKTR [24].



18 pav. Uniclass2015 K4 alternatyvos vertinimas

Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, koeficientas K5. Kriterijus parodantis ar įmanoma suklasifikuoti visus pasirinktus infrastruktūros objektus. Alternatyvos reikšmės parenkamos pagal atitikimą Lietuvoje naudojamo erdvinio objekto linijinio, taškinio ir plotinio kodinių reikšmių žymėjimų atitikimą ir pasirinktų infrastruktūros objektų atitikimą (žr. 9 lentelę).



19 pav. Uniclass2015 K5 alternatyvos vertinimas

Atliekant Uniclass2015 kodinio žymėjimo analizę galime pastebėti, kad klasifikatorius nenustato kodavimo naudojant skirtingus aspektus, du raidiniai simboliai žymi generalines klases:

Ac – veikla;

PM – projektų valdymas;

Co – kompleksai;

Pr – produktai;

EF – elementai/funkcijos; Ro – pareigos;
 En – subjektai; SL – erdvės ir vietos;
 Fl – informacijos forma; Ss – sistemos;
 TE – įrankiai ir įranga; Zz – CAD atributai.




Kiekvieną kodą sudaro keturios arba penkios simbolių poros. Pradinė pora nurodo naudojamą lentelę ir naudoja raides. Keturios šios poros reiškia grupes, pogrupius, sekcijas ir objektus. Pasirinkus skaičių poras, į kiekvieną kodų grupę galima įtraukti iki 99 elementų, suteikiant daug galimybių juos įtraukti. Pavyzdžiui, sistemos yra suskirstytos į grupes su pogrupiais, kurie yra padalyti į dalis, o tai veda prie galutinio objekto kodo. Kaip pavyzdį paimkime stogo, grindų ir grindinio sistemas:

Generalinė klasė žyminti sistemą – Ss:

- 30 stogo, grindų ir grindinio sistemos;
- 30_14 grindinio sistemos;
- 30_14_05 asfaltuotų kelių ir grindinio sistemos;
- 30_10_30_25 asfaltbetonio grindinio sistemos;

Uniclass2015 nenustato identifikavimo sistemos taisyklių. Uniclass2015 objektą gali klasifikuoti tik pagal objekto tipą (žr. 13 lentelę).

13 lentelė. Uniclass2015 klasifikatoriaus kodiniai žymėjimai

Infrastruktūros objektas	Kodinis žymėjimas
Bordiūras 	Pr_25_93_45_18 – kelio bortai. Pr_25_93_45_21 – betoniniai saugos bortai. Pr_25_93_45_56 – natūralaus akmens bortai. Ss_30_75_45 – bortų ir eismo atskyrimo sistemos. Ss_30_75_45_15 – betono bortų sistemos.
Gelžbetoninis šulinys 	Pr_65_52_01_21 – betoninės šulinių kameros sekcijos. Ss_50_75_95 – nuotekų tiekimo sistemos. Co_50_20_20 – nuotekų surinkimo tinklai. Ss_55_15_95_72 – gelžbetoninės šulinių sistemos.
Pralaida 	Ss_50_35_08_85 – paviršinio vandens požeminės drenažo vamzdinių sistemų. En_55_70_18 – vandens skirstymo vamzdiniai. Pr_65_52_07_15 – perforuoti požeminiai drenažo vamzdžiai ir jungiamosios detalės.

13 lentelės tęsinys.

<p>Tunelis</p> 	<p>Ss_37_50_92_71 – gelžbetoninės tunelio konstrukcijos sistemos. SL_80_96_18 – skersiniai tuneliai. En_80_96_90 – tuneliai.</p>
<p>Trinkelėlių ir plytelių danga</p> 	<p>Pr_25_93_60_17 – betoninės grindinio trinkelės. Ss_30_14_15_16 – betono grindinio sistemos.</p>
<p>Vertikalūs kelio ženklai</p> 	<p>Pr_70_75_72_30 – fiksuoti vertikalūs kelio ženklai. Ss_40_10_90_72 – kelių eismo ženklų sistemos.</p>
<p>Asfaltbetonio danga</p> 	<p>Ss_30_14_05 – asfaltuotų kelių ir grindinių sistemos. Pr_35_31_05_03 – asfaltbetonio (AC) pagrindo sluoksnis. Pr_35_31_05_50 – mastikos asfalto (MA) paviršiaus dangos. Ac_85_60_02 – asfalto dangos priežiūra.</p>

5.4. Klasifikatoriaus atrinkimas ir analizės išvados

Atlikus alternatyvų rangavimo metodo vertinimą ir gavus alternatyvų vertinimo rezultatą tolimesnėje darbų eigoje yra atrenkama užsienio klasifikavimo sistema, kurią siekiama pritaikyti pasirinktiems infrastruktūros objektams „Autodesk Civil 3D“ programine įranga.

14 lentelė. CCI ir Uniclass2015 gautų rezultatų palyginimas

Klasifikavimo sistema	Alternatyvos paieškos kelias, K1	Nuorodinių kodinių žymėjimų atitikimo objektui kiekis, klasifikavimui, K2	Terminų (klasių) aiškumas, jų apibūdinimas, K3	Sąsajos galimybė su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR IR SEDR, K4	Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis, K5
<u>CCI</u>	64	<u>7</u>	<u>54</u>	<u>7</u>	<u>2,7</u>
<u>Uniclass2015</u>	<u>50</u>	23	40	0	<u>2,7</u>
Optimalumas	min	min	max	max	max

K1. Alternatyvą, kuri turi mažiausią svarbumą atrenkant klasifikavimo sistemą. Iš gautų rezultatų matoma, kad CCI infrastruktūros objektų alternatyvų paieška užtruko 64 minutes, o Uniclass2015 paieška užtruko 50 minučių. Uniclass2015 pranašumą lėmė:

- didelis klasių kiekis t.y. 14 tūkst.;
- greitesnė paieškos programinė įranga, kuri pasižymi paprastumu, lengva paieška.

CCI svetainėje naršymo ir paieškos greitis nėra didelis, iš pirmo karto sudėtingai suprantamas klasifikatorių paieškos langas. K1 alternatyva: Uniclass2015.

K2. Vertinant antrąją alternatyvą, CCI klasifikatorius surinko septyniems skirtingiems infrastruktūros objektams septynias skirtingas alternatyvas, o Uniclass2015 klasifikatorius dvidešimt tris. Didelis Uniclass2015 klasių kiekis šiuo atveju virsta trūkumu, kadangi tai apsunkina tinkamos klasės paiešką, skirtingam objektui galima paskirti skirtingą klasifikavimo kodą, kas apsunkina praktinį taikomumą.

CCI.

K3. Terminų aiškumas yra labai svarbus faktorius pasirenkant tinkamą klasifikatorių tam tikram objektui. Uniclass2015 klasifikatoriaus informacinėje sistemoje klasės nėra paaiškinamos, neturi aprašymų ir nėra iliustruojamos. Nėra klasių apibrėžimų, dėl to tai apsunkina kodo paiešką, vienintelis Uniclass2015 pranašumas šiuo atveju, kad turi daug klasių, infrastruktūros objektų atitikimų, kas leidžia ieškoti tiksliausio klasifikatoriaus kodo iš pateiktų variantų. CCI sistemoje yra pateikiami terminų apibrėžimai po kiekvienu klasifikatoriumi, kas palengvina tam tikro kodo pasirinkimą ir galimybę identifikuoti konkretų objektą. CCI.

K4. Sąsajų galimybė su nacionaliniu klasifikatoriumi GKTR ir SEDR svarbus kriterijus, kadangi Lietuvoje dar nėra vieningos klasifikavimo sistemos. Kuriant savo nacionalinę vieningą sistemą Lietuvai reikėtų gerosios užsienio praktikos. CCI suderinamos tik tam tikros dalys t.y. galimybė susieti nacionalinius klasifikatorius ir individualias savybes ar kito pobūdžio informaciją, o Uniclass2015 neturi individualios informacijos pritaikymo ir integravimo galimybių, todėl nėra galimybės susieti Uniclass2015 su nacionaliniais klasifikatoriais GKTR ir SEDR [24]. CCI.

K5. Infrastruktūros objektų klasifikavimo atitiktis – svarbiausias kriterijus išrinktas ekspertų. Gauti rezultatai pasiskirstė vienodai. Tiek CCI, tiek Uniclass2015 klasifikavimo sistemoje radome panašumų su Lietuvos erdviniais objektais. Visus pasirinktus infrastruktūros objektus pavyko suklasifikuoti, parinkti kodines žymas. CCI = Uniclass.

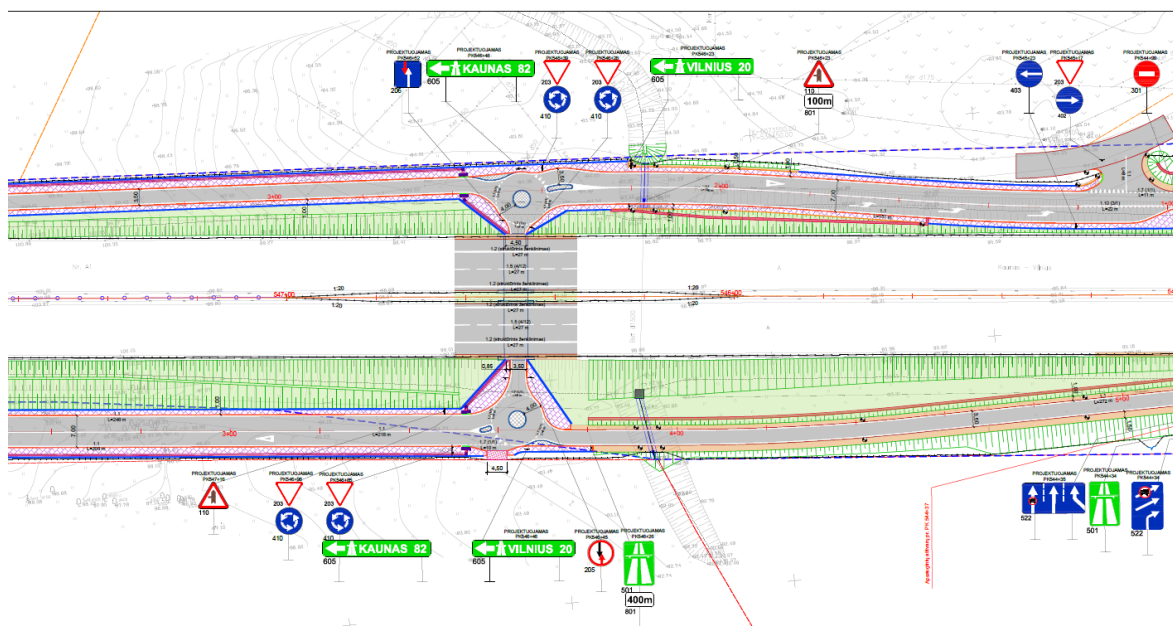
Taigi, iš alternatyvų gautų rezultatų, matome, kad vertinant CCI ir Uniclass2015 alternatyvas aukščiausią rangą turinčiame kriterijuje K5 abi sistemos surinko lygų koeficientą. Antro pagal svarbumą rango K3 didesnę balų kiekį surinko CCI klasifikatorius. Lyginant mažiau svarbius kriterijus K4 ir K2 taip pat nežymią pergalę lėmė CCI sistemai. Mažiausiai svarbus K1 kriterijus labiau atitiko Uniclass2015 alternatyvą.

Įvertinus ekspertų rezultatus ir pasitelkus klasifikatorių analizę, tolimesnėje darbo eigoje naudojama CCI klasifikavimo sistema.

6. CCI klasifikavimo sistemos pritaikymas pasirinktiems infrastruktūros objektams naudojantis Civil 3D programine įranga

6.1. Projekto parinkimas

CCI klasifikatoriaus analizei „Autodesk Civil 3D“ programinėje įrangoje pasirinktas valstybinės reikšmės magistralinio kelio A1 Vilnius – Kaunas – Klaipėda rekonstravimo ruožas, kuriame pritaikomi pasirinkti infrastruktūros objektai, naudoti analizėje.



20 pav. Kelio ruožo dalis

6.2. CCI taikymas „Autodesk Civil 3“ programinėje įrangoje

Nemokamo naudojimo CCI klasifikavimo programinėje įrangoje yra pateiktas sąrašas, kurios programinės įrangos palaiko CCI klasifikavimo sistemą.

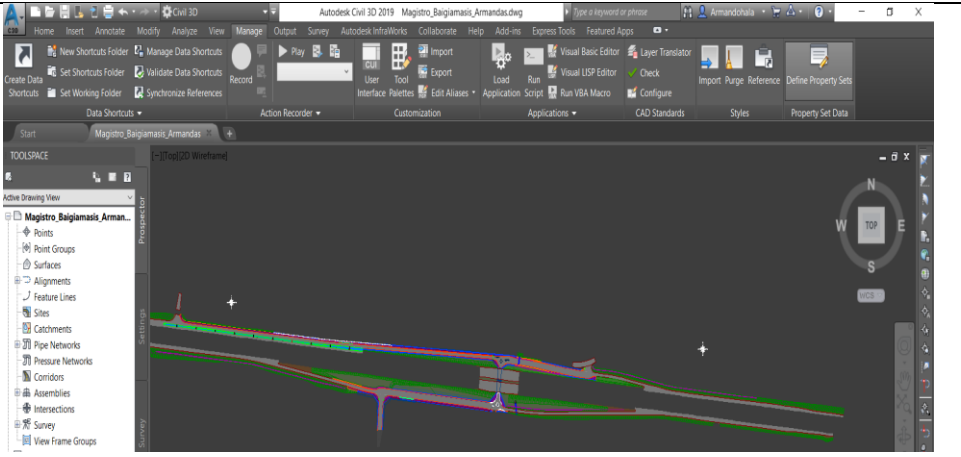
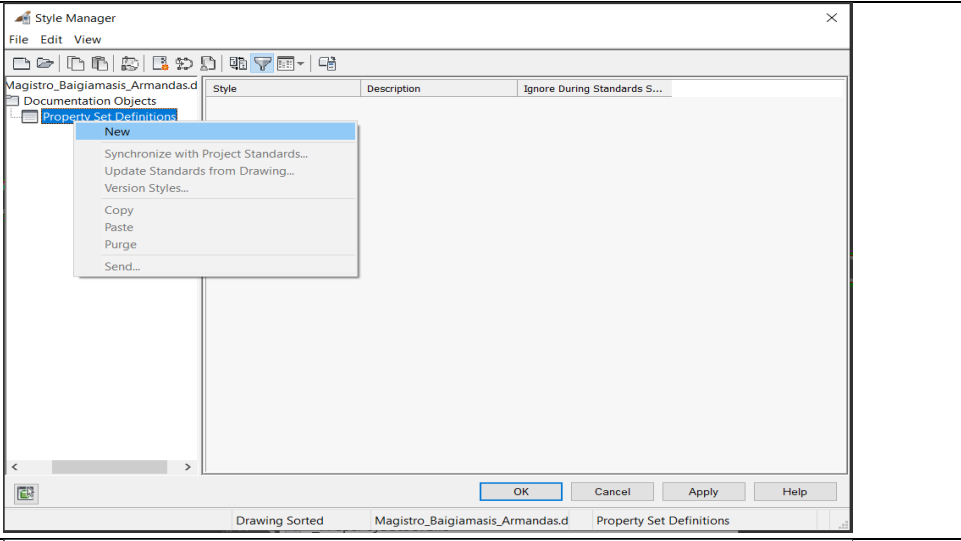
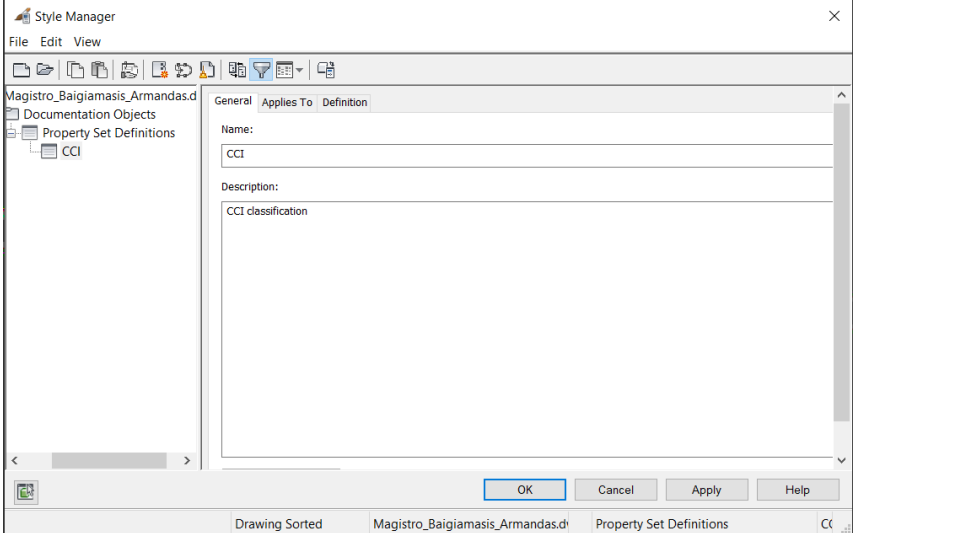
Projectspine Spine. CCS-plugin til Revit	CodeGroup Sigma Estimates	IKT:knowhow 4Project Projectweb 4Project BIM Center 4Project Ejendomweb	IKT:knowhow 4Project Projectweb 4Project BIM Center 4Project Ejendomweb
BIM Equity ArchiCAD (CCS implemented in version 18)	Dalux DaluxFM Dalux Bygningsdele Dalux Field Dalux BIM checker	MainManager MainManager	MainManager MainManager
BIM Shark BIM Shark		NTI CADcenter NTI Tools	NTI CADcenter NTI Tools
RIB A/S RIB iTWOfm RIB Capture	Exigo Consult IssMan Vico Office	MDoc Mdoc FM	MDoc Mdoc FM NTI BIPS Nummargenerator Bdoc MagiCAD Classify

21 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikomumas programinėse įrangoje

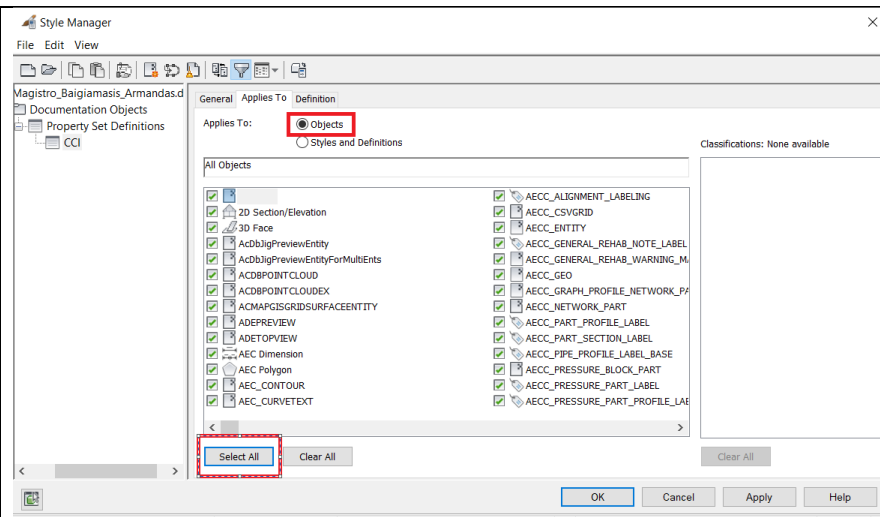
CCI pateiktame sąrašė nėra „Autodesk Civil 3D“ programinės įrangos, taip pat literatūroje nėra informacijos apie CCI klasifikavimą, naudojant pasirinktą programinę įrangą. Todėl negalima teigti,

kad šis metodas yra geriausias, greičiausias ar tiksliausias. Tai tik vienas iš variantų, klasifikuoti 2D objektus naudojantis CCI klasifikavimo sistema. Pasirinktą, klasifikavimo eiga „Autodesk Civil 3D“ programinėje įrangoje, pateikta 15, 16, 17, 18 lentelėse.

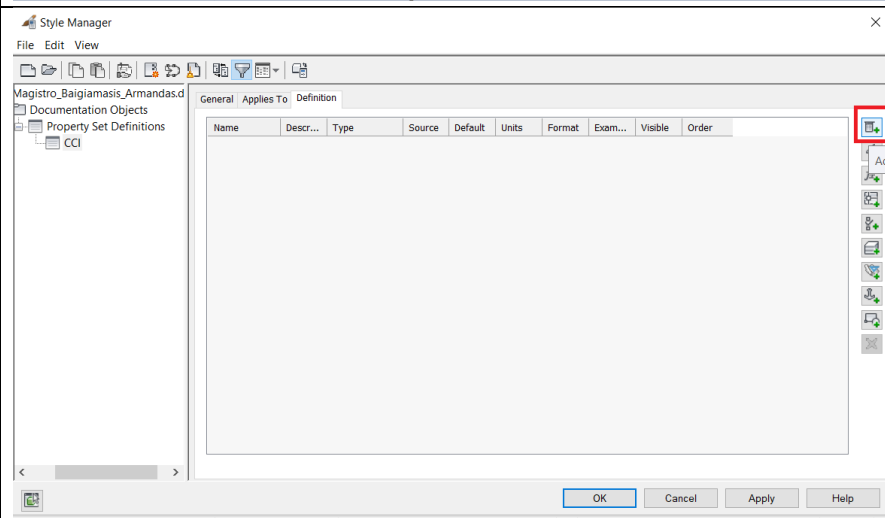
15 lentelė. CCI klasifikatoriaus parametrų kūrimo eiga

Aprašymas	Vizualizacijos
<p>CCI taikymo atveju pirmas žingsnis yra atributinių parametrų kūrimas.</p> <p>Atributiniai parametrai kuriami skiltyje „Manage“ > „Define Property Sets“.</p>	
<p>Iššokusiam lange ties „Property Sets Definitions“ susikuriame naują stilių, tai padarome ant „Property Set Definition“ spaudžiame dešinę pelės klavišą ir pasirenkame „New“.</p> <p>Šiame savybių rinkinyje talpinsime savo atributų parametrus.</p>	
<p>Susikūrus savybių rinkinį, turime jam užduoti pavadinimą. Tai galime padaryti skiltyje „General“ ties „Name“ langeliu. Įvedame klasifikavimo sistemos pavadinimą.</p>	

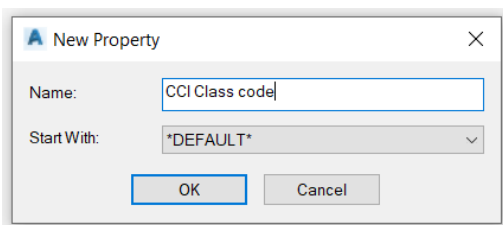
Sekantis žingsnis eiti į skiltį „Applies To“, šiame žingsnyje turime pasirinkti objektus, kuriems pritaikysime klasifikavimo sistemą. Kadangi, objektas gali būti linijinis, taškinis, plotinis, ant skirtingų sluoksnių ir sekcijų. Todėl pasirenkame funkciją „Select all“ ir pažymime visus objektus, kad galėtume suklasifikuoti bet kuri objektą projekte.



Toliau spaudžiame skiltį „Definition“, šiame lange pradėsime kurti savo atributų parametrus, kuriuos naudosime objektų klasifikavimui. Parametrų kūrimui dešinėje pusėje spaudžiame „Add manual property definition“ ir pradėdame parametrų kūrimą.



Pasirinkus funkciją „Add manual property definition“ išmeta langą, kuriame turime užsivadinti savo pirmąjį parametą „Name“ > ir spaudžiame „Ok“.



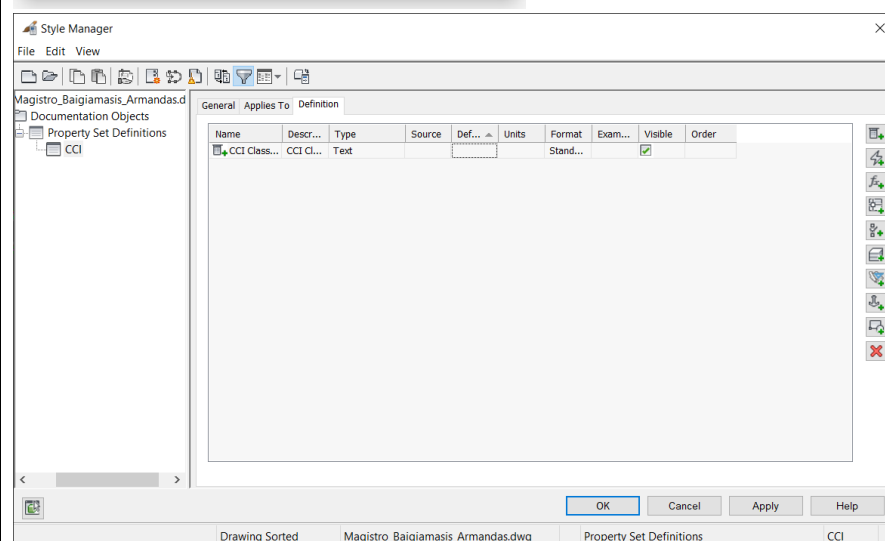
Iššokusiam lange virš pirmojo parametro yra charakteristikų skyreliai.

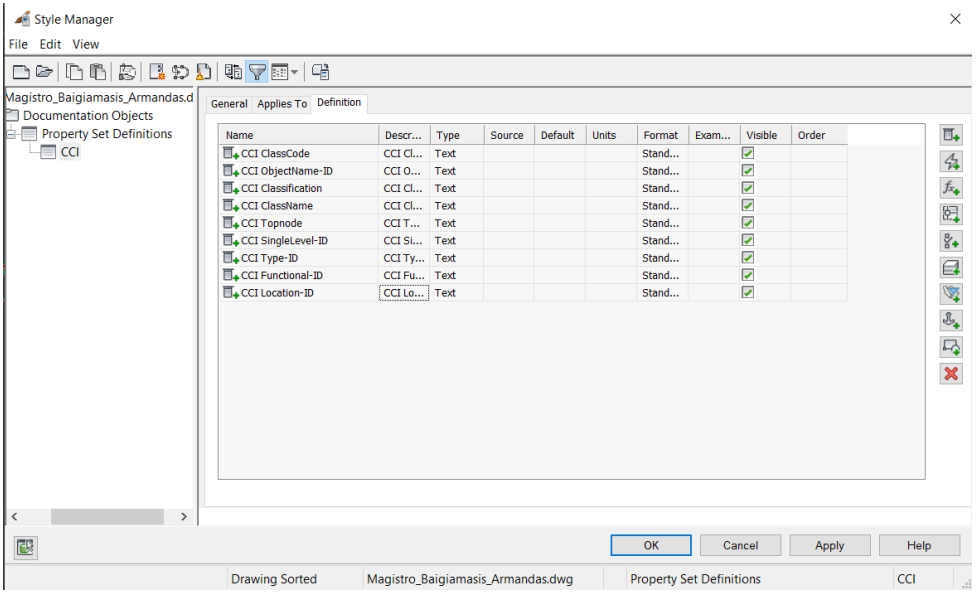
Name – parametro pavadinimas.

Description – parametro apibūdinimas (toks pat kaip ir pavadinimas)

Type – parodo, kokio tipo informacija bus naudojama veiksmams atlikti. Visur paliekame „Text“.

Default – svarbiausia charakteristika, kadangi čia bus keliami CCI sistemos klasifikatorių EXCEL failų šablonai,



<p>palengvinantys klasifikavimą.</p> <p>Neaprašytos charakteristikos nebus naudojamos parametru įvedimui.</p> <p>Parametru eiliškumas nėra svarbus.</p>	
<p>Sekantis žingsnis susikurti visus parametrus reikalingus CCI objektų klasifikavimui:</p> <p><u>CCI ObjectName-ID</u></p> <p><u>CCI ClassName</u></p> <p><u>CCI Classification</u></p> <p><u>CCI ClassCode</u></p> <p><u>CCI SingleLevel-ID</u></p> <p><u>CCI Type-ID</u></p> <p><u>CCI Topnode</u></p> <p><u>CCI Functional-ID</u></p> <p><u>CCI Location-ID</u></p>	

16 lentelė. Pagrindinių parametru reikšmės

Parametras	Reikšmė
CCI ObjectName-ID	Klasės apibūdinimas pagal CCI klasifikatorių.
CCI ClassName	Klasės pavadinimas pagal CCI klasifikatorių.
CCI Classification	Generalinė klasė ir klasė, kuriai priklauso objektas pagal CCI klasifikatorių.
CCI ClassCode	Klasės kodas, kuriai priklauso objektas pagal CCI klasifikatorių. Skiriasi nuo „CCI Classification“ tuo, kad neturi generalinės klasės.
CCI SingleLevel-ID	Identifikuoją objektą. Į kodą įeina generalinė klasė, priešdėlis, CCI Class Code ir identifikavimo numeris (skaičius).
CCI Type-ID	Identifikuoją objekto tipą projekte ar jo dalyje.
CCI Topnode	Generalinė klasė.
CCI Functional-ID	Pagal funkciją identifikuoja objektą kaip visumos dalį.
CCI Location-ID	Identifikuoja objekto lokaciją projekte ar jo dalyje.

Kai pagrindiniai klasifikavimo parametrai sukurti, sekantis žingsnis yra į parametrus sutalpinti CCI klasifikavimo kodus ir visą kita reikalingą informaciją (žr. 11 lentelę).

Šiuo atveju „Excel“ šablonai kuriami tik 7 infrastruktūros objektams, naudotiems analizėje („Excel“ šablonų esmė, į kuriuos įeina klasifikatorių kodai, generalinės klasės, priešdėliai, apibūdinimai ir

pavadinimai, yra galimybė pritaikyti skirtingiems objektams nieko neįvedinėjant rankinių būdų. Tai pagreintų klasifikavimo procesą su „Autodesk Civil 3D“ programine įranga).

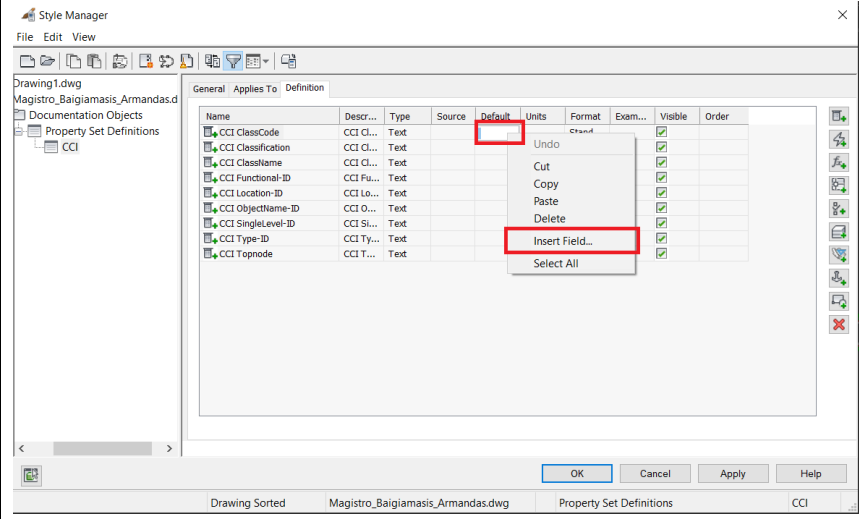
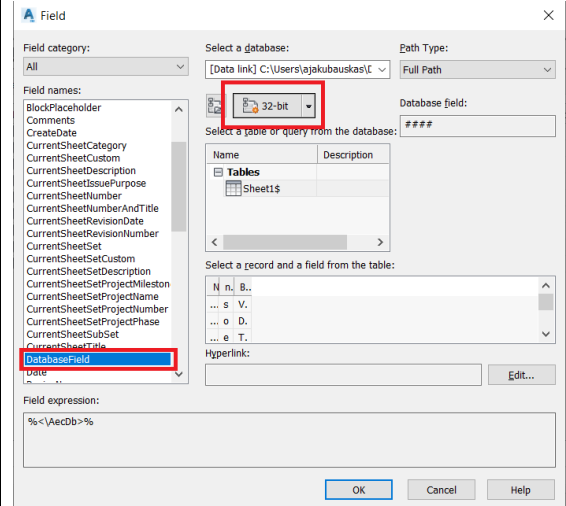
Kiekvienam skirtingam parametrai galima susikurti „Excel“ šabloną (panaudojant Uniclass2015 patirtį, kadangi kiekviena generalinė klasė turi savo atskirą „Excel“ lapą), arba vieną bendrą „Excel“ šablonas pasirinktiems infrastruktūros objektams suklasifikuoti:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	CCI ClassCode	CCI ObjectName-ID	CCI ClassName-ID	CCI Topnode	CCI Topnode2	CCI Prefix	CCI prefix 2			
2	NDA	Nutraukti objektą, apibrėžiantį šaligatvio kraštą ar augali	Bordiūras	<A>	Veiklos erdvė	-	Žymi objekto sudedamąsias dalis, produkto aspektu			
3	XMB	Sandarus srautas, jungiantis objektą negrįžtama forma	Vamzdžių montavimas		Užstatyta erdvė	+	Žymi lokaciją			
4	WMF	Objekto nukreipimas vamzdžiu	Drenažo vamzdis	<C>	Statybos kompleksas	=	Žymi objekto funkcija			
5	CAB	Eismo sistema, skirta eismui pereiti kliudant.	Tunelis	<D>	Statybu pagalba	%	Žymi objekto tipą			
6	NCA	Dangos apdailos užbaigimas	Šaligatvio konstrukcija	<E>	Statybos subjektas					
7	PHE	Grafinis rodymas statistiškai kito objekto paviršiuje	Ženklų sistema	<G>	Statybos veiksnys					
8	NCA	Dangos apdailos užbaigimas	Grindinis Asfalto dangą	<L>	Statybos elementas					
9				<P>	Statybos produktas					
10				<R>	Statybos procesas					
11				<S>	Aukštas					
12				<Z>	Zona					

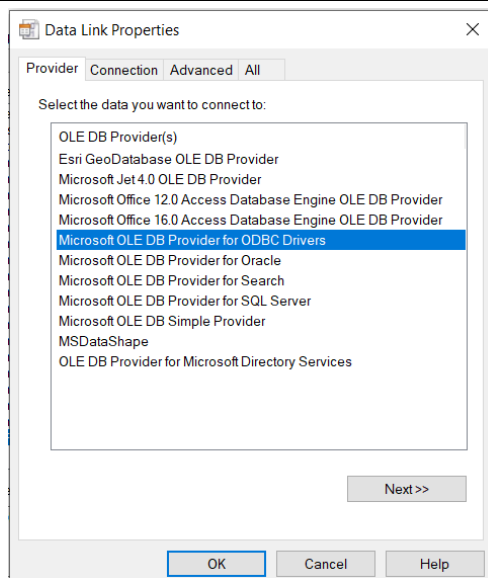
22 pav. „Excel“ šablono pavyzdys

„Excel“ šablono patalpavimo eigą pateikta 17 lentelėje.

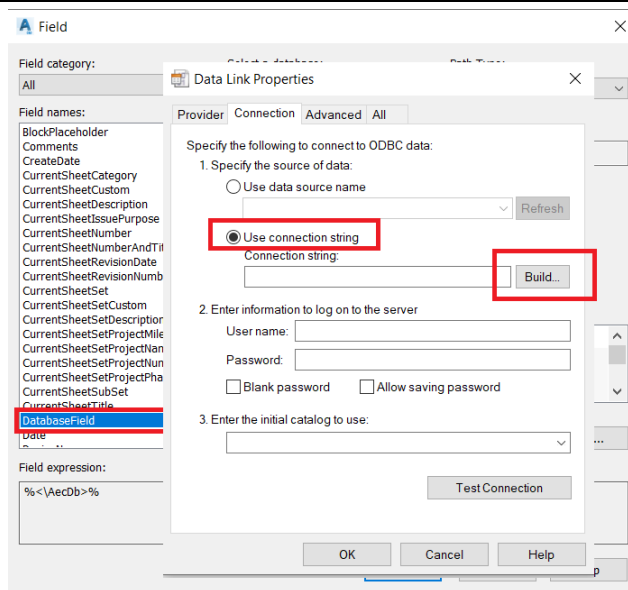
17 lentelė. CCI klasifikavimo principų integravimas į parametrus

Aprašymas	Vizualizacijos
<p>Grįžtame į paskutinį žingsnį 15 lentelėje ir ties pirmuoju parametru, ties charakteristika „Default“ spaudžiame dešinę klavišą ir pasirenkame komandą „Insert Field“.</p>	
<p>Iššokusiam lange ties „Field name“ susirandame „DatabaseField“, ir pasirenkame funkciją „32-bit“.</p>	

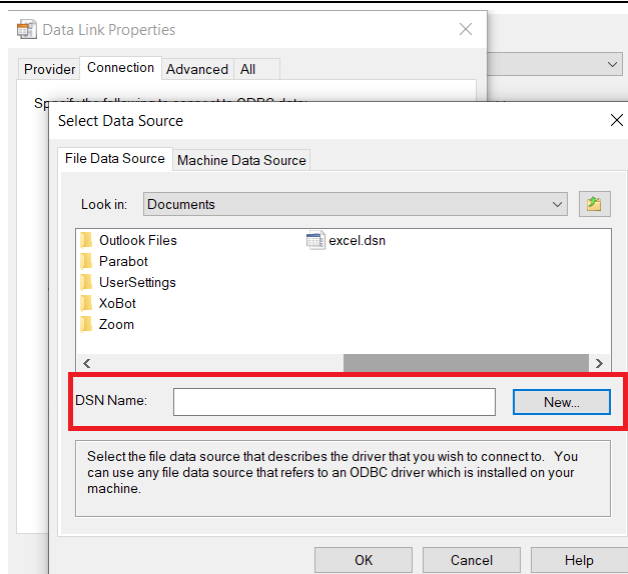
„Data Link Properties“
lange ties peržiūros
rėžimo skyrelio
pasirinkimu Provider
pasirenkame "Microsoft
OLE DB Provider for
ODBC Drivers“.
Spaudžiame „Next“.

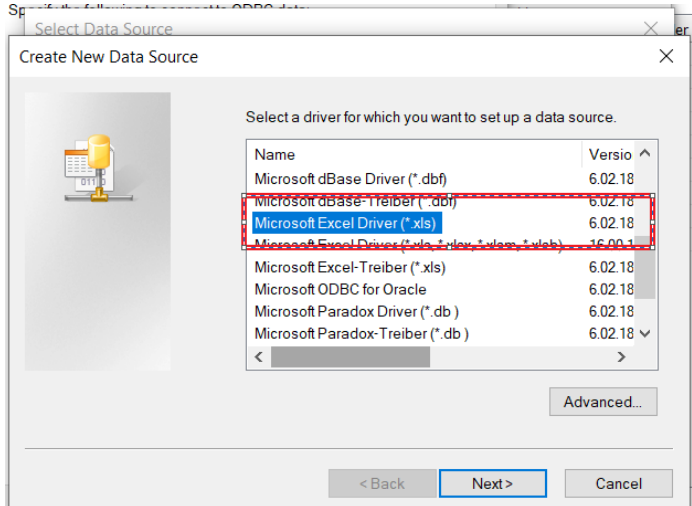
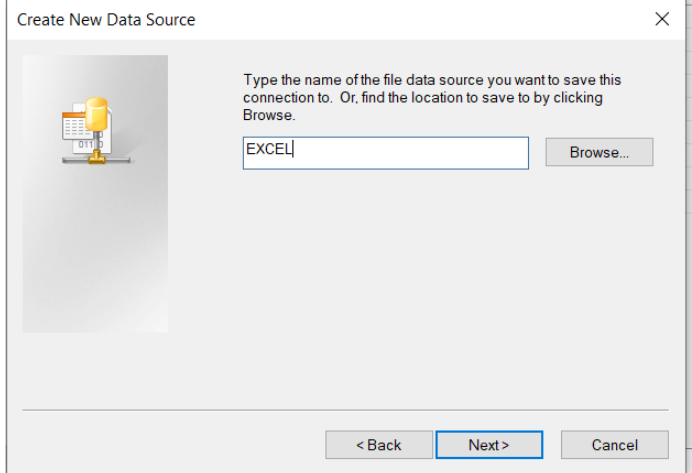
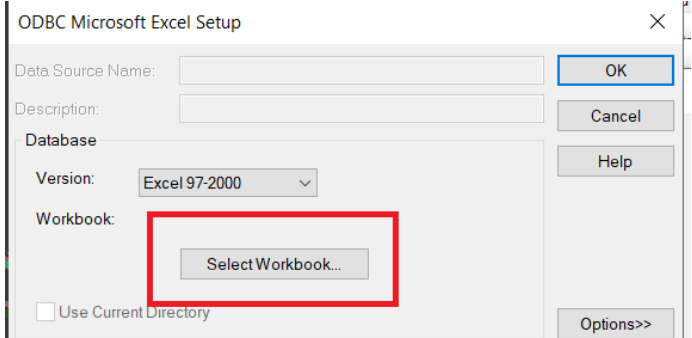
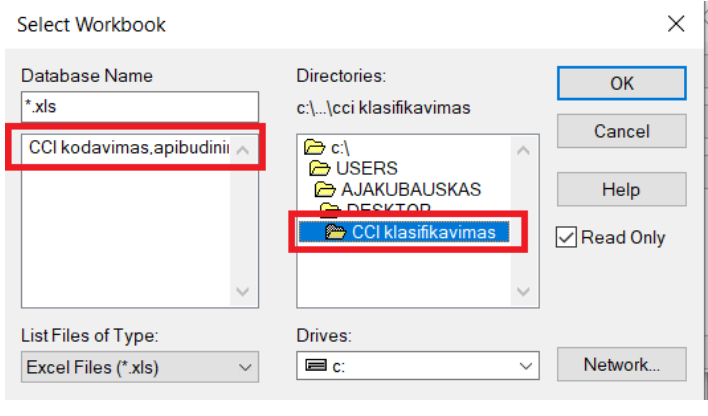


Skirtuke „Connection“
spustelėkite „Use
connection string“ ir
tada „Build“.



Tada spaudžiame
„NEW“, jei norite
sukurti naują „DSN“
failą.

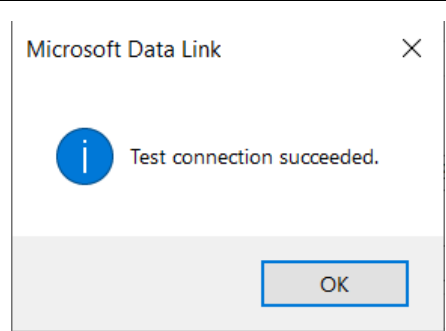
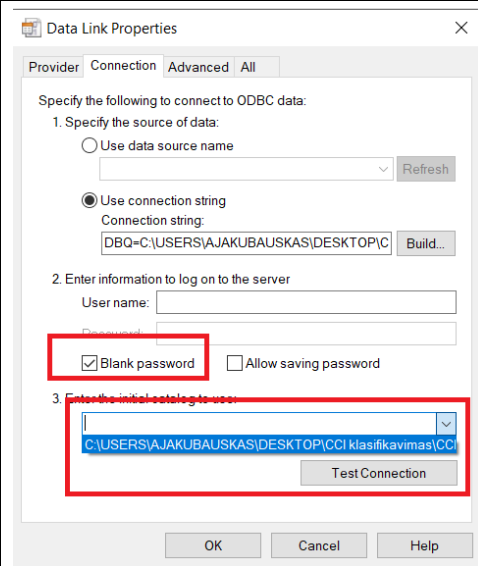


<p>„Create New Data Source“ lange pasirenkame „Microsoft Excel Driver (*.xls)“ ir spaudžiame „Next“.</p>	
<p>Įrašome naują pavadinimą „DNS“ failui. Pavadinimas nesvarbu. Spaudžiame „Next“ ir „Finish“.</p>	
<p>Dialogo lange ODBC „Microsoft Excel“ Setup spaudžiame „Select Workbook“. Excelio failas turi būti 97-2000 metų.</p>	
<p>„Select Workbook,“ lange pasirenkame aplanką, kuriame yra „*.xls“ failas su klasifikavimo reikšmėmis ir pasirenkame failą ir spaudžiame „OK“ sekančiuose dviejuose languose vėl spaudžiame „OK“, kol vėl atsirandame „Data Link Properties Connection“ lange.</p>	

„Data Link Properties“ lange ties 2 punktu pasirenkame „Blank password“. Ties trečiuoju punktu pasirenkame savo sukurtą nuorodą ir patikriname sujungimą paspausdami „Test Connection“.

Jeigu visi punktai atlikti gerai paspaudus Test Connection išmes lentelę „Test connection succeeded“.

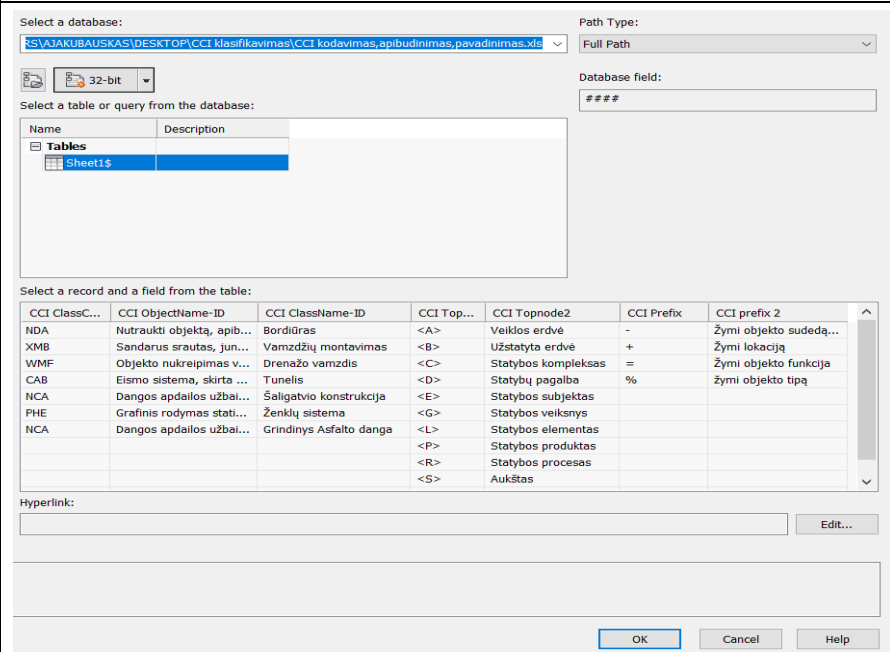
Spaudžiame „OK“.



Dialogo lange pasirinktas „Excel“ failas rodomas kaip duomenų šaltinis.

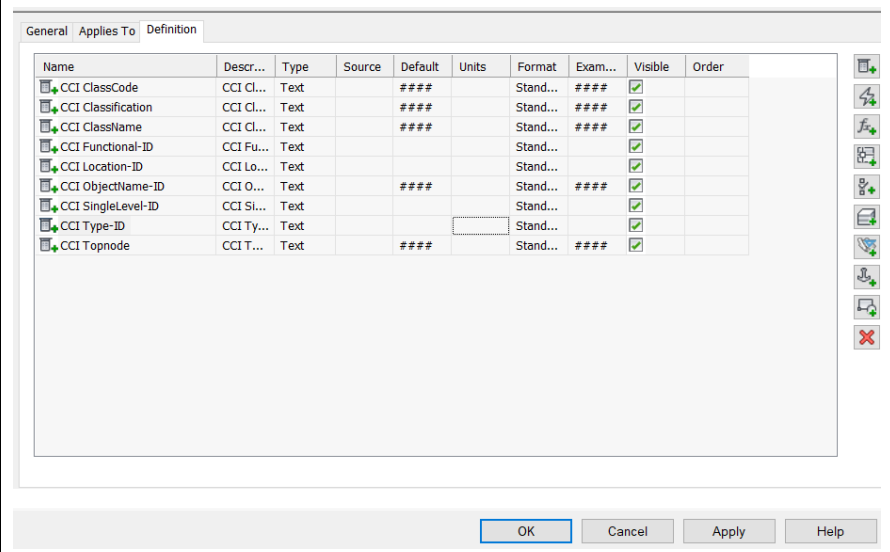
Galite pasirinkti duomenų lenteles ir įrašus, kaip aprašyta lauke.

Spaudžiame „OK“.



Paspaudus „OK“ grįžtame į pirminį langą ir prie pirmojo parametro „Default“ charakteristikos atsiranda ženklas #####, tai reiškia, kad klasifikuojant objektą galėsime pasirinkti bet kurią reikšmę iš „Excel“ failo.

Norint prijungti duomenų šaltinį sekančiai reikšmei spaudžiame dešinį pelės klavišą ant „Default“ charakteristikos antro parametro ir vėl pasirenkame „Insert“

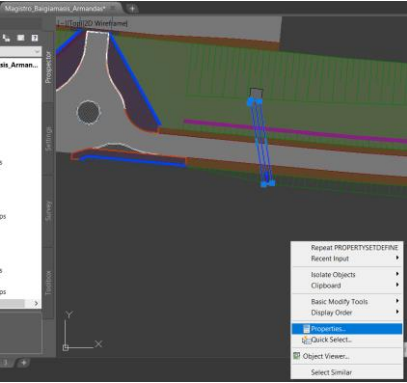
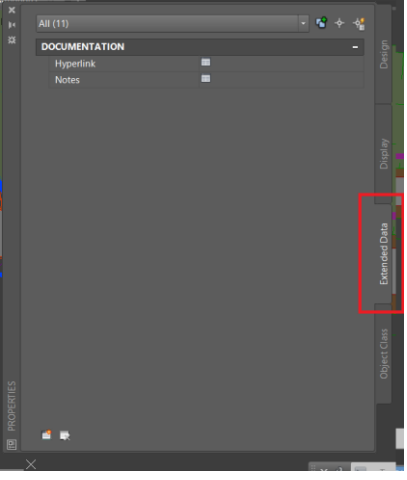
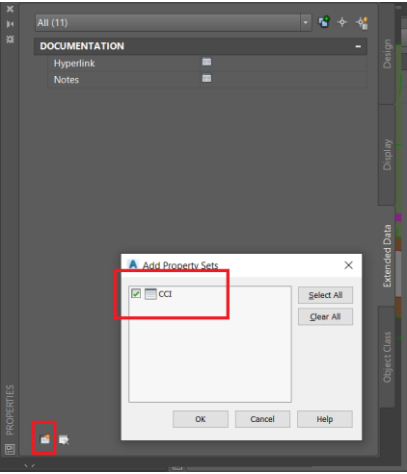


Fields“, iššokusiame lange spaudžiame OK.

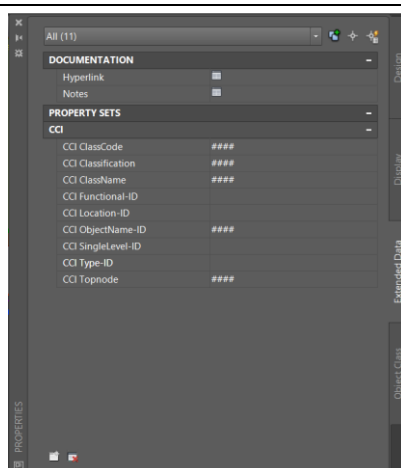
„Excel“ šablonas patalpintas į duomenų ypatybių rinkinį. Galima pradėti klasifikuoti pasirinktus infrastruktūros objektus. Labai svarbu paminėti, kad kiekvieną kartą papildžius „Excel“ šabloną naujomis klasifikavimo kodavimo žymomis, jos atsinaujina ir „Autodesk Civil 3D“ programinėje įrangoje. Todėl nebereikia kiekvieną kartą atlikinėti 17 lentelės veiksmų.

Klasifikavimo eiga ir suklasifikuoti objektai pateikti 18 lentelėje.

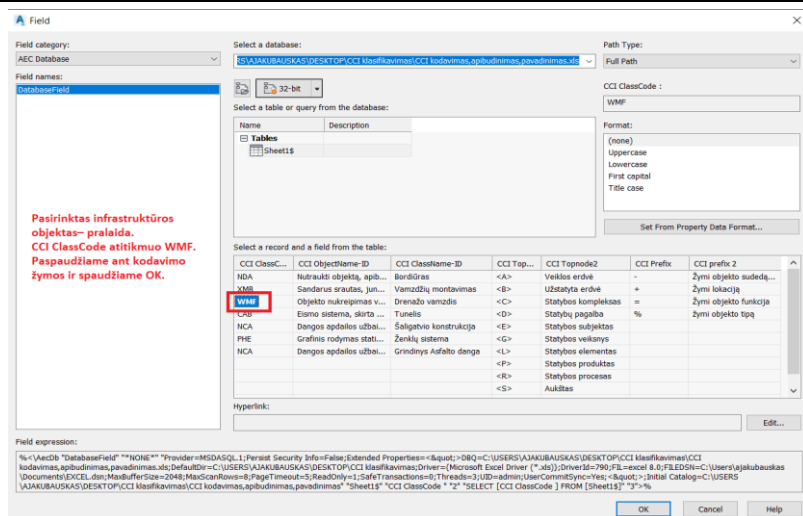
18 lentelė. Infrastruktūros objektų klasifikavimas CCI sistema

Aprašymas	Vizualizacijos
<p>Pirmas žingsnis, pradedant klasifikavimą, yra objekto pasirinkimas. Pasirenkame linijinį, taškinį ar plotinį elementą, ant jo spaudžiame dešinį klavišą ir atsidarome „Properties“ savybių langą.</p>	
<p>Properties savybių lange dešinėje pusėje spaudžiame „Extended Data“.</p>	
<p>Atsidarius „Extended Data“ langą, kairėje pusėje apačioje yra funkcija „Add Property Sets“.</p> <p>Paspaudus ją iššoka dar viena lentelė, kurioje pasirenkame savo susikurtą savybių rinkinį ir spaudžiame „OK“.</p>	

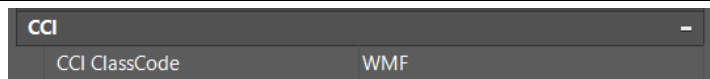
Toliau prasideda infrastruktūros objekto klasifikavimas ir identifikavimas palei susikurtus parametrus.



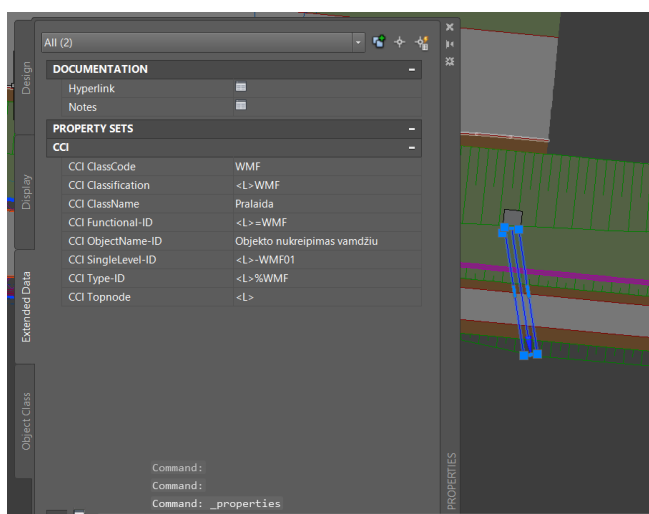
Norint pradėti klasifikavimą, spaudžiame du kartus ant pirmojo parametro vietos, kur yra ženklas ####. Toliau vėl iššoka langas „Database field“, į kurį įsikėlėme savo „Excel“ šabloną. Pasirenkame Atitinkamą kodą ir spaudžiame „OK“.



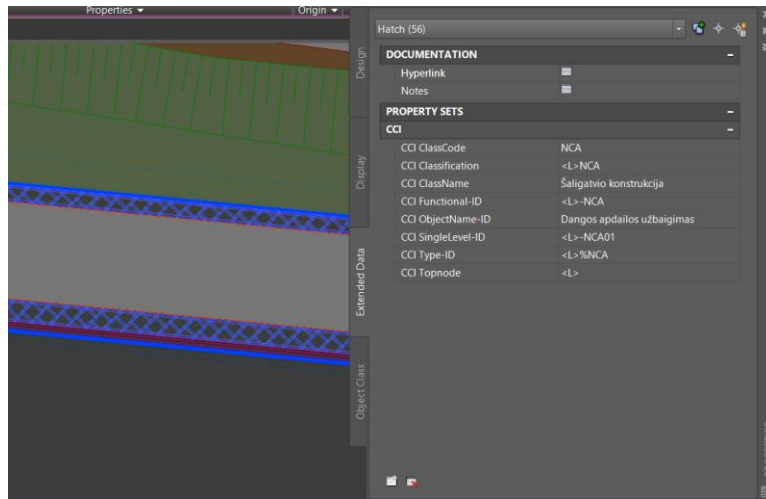
Po šio veiksmo turime suklasifikuotą pirmąjį parametą, toliau atliekame veiksmus sekantiems parametrams.



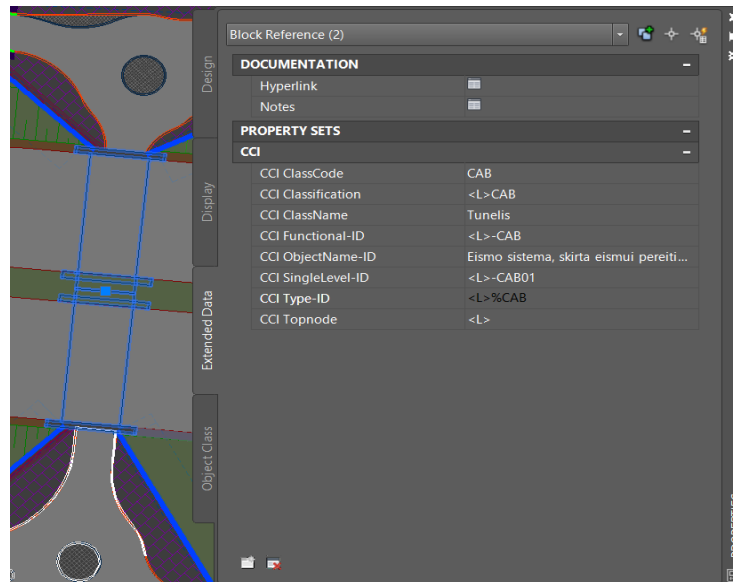
Sukodavus pirmąjį infrastruktūros objektą, pagal visus parametrus, Property lange matoma informacija pateikiama 23 paveikslėlyje. Taip pat, tolimesniuose paveikslėliuose pateikiami visi suklasifikuoti infrastruktūros objektai.



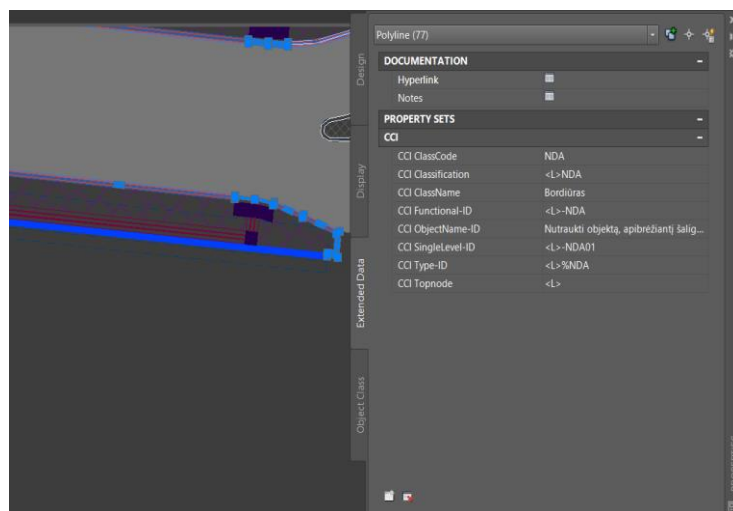
23 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – pralaida



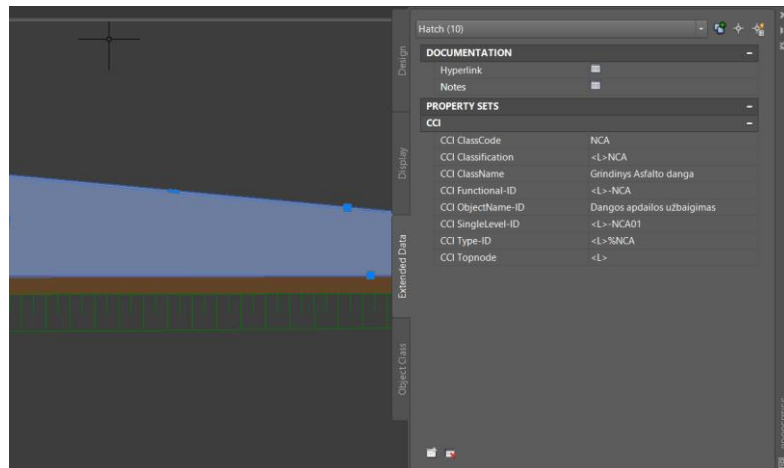
24 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – trinkelių ir plytelių danga



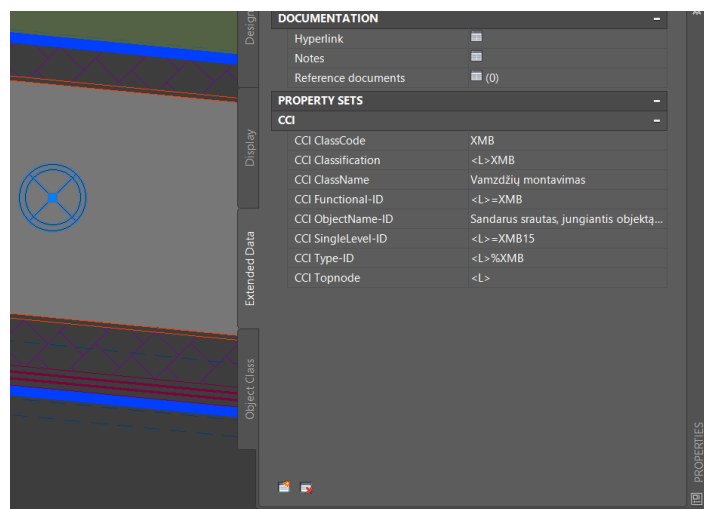
25 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – tunelis



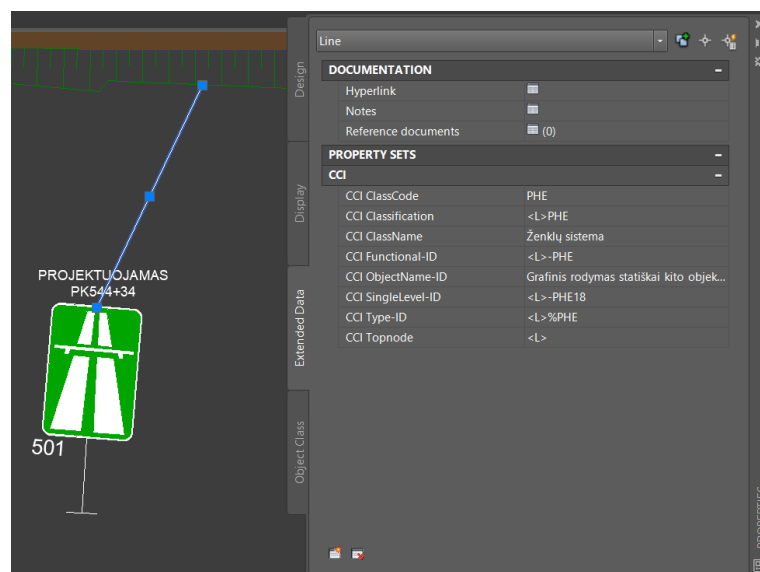
26 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – bordiūrai



27 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – asfaltbetonio danga

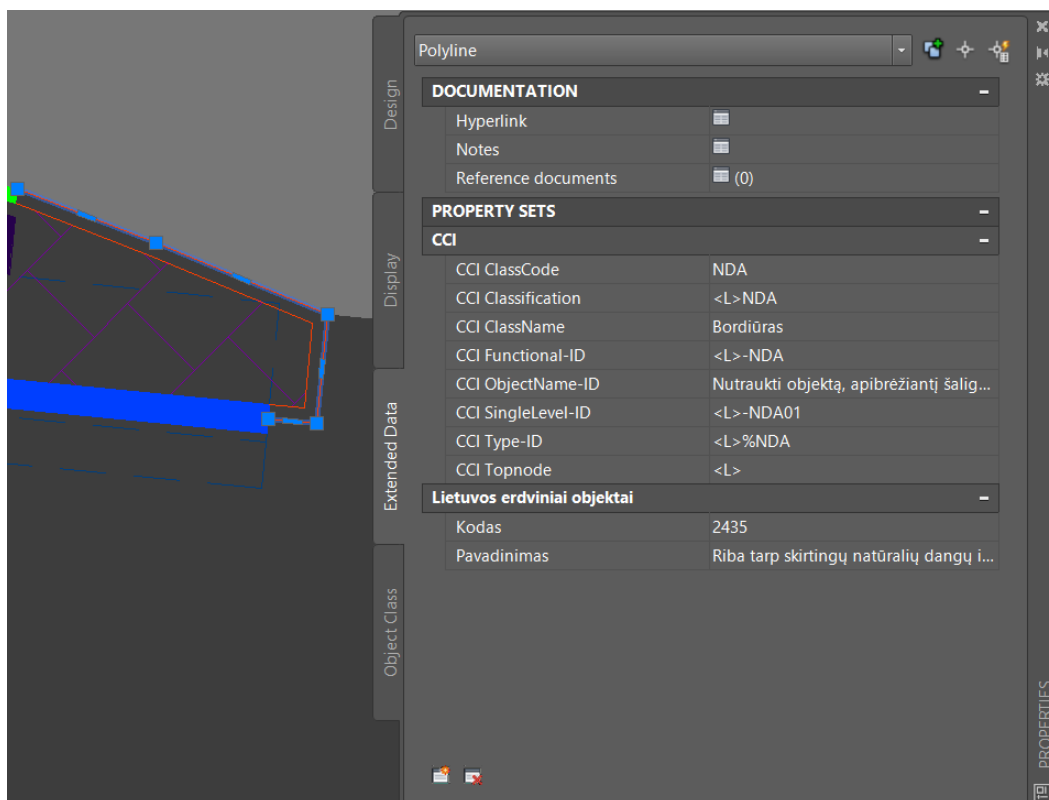


28 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – gelžbetoninis šulinys



29 pav. CCI klasifikatoriaus pritaikymas infrastruktūros objektui – vertikalus kelio ženklas

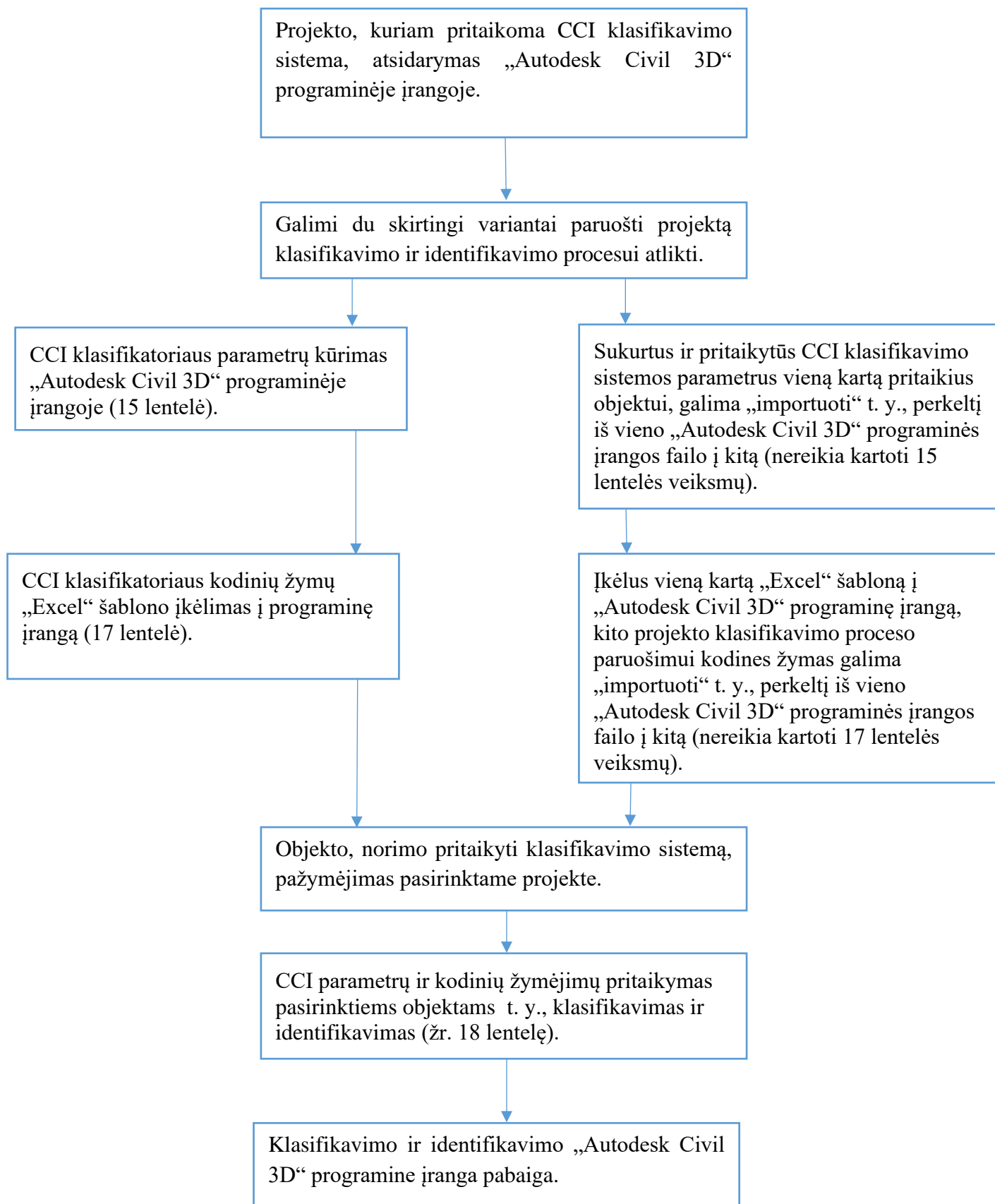
Analizuojant CCI suderinamumą su Lietuvoje naudojamomis infrastruktūros erdviųjų objektų (EO) duomenų rinkinio (linijinio, taškinio ir plotinio žymėjimo) specifikacijomis galime pastebėti, kad kiekvienam pasirinktam infrastruktūros objektui galime rasti atitikmenį naudojant CCI ir EO (žr. 10 lentelę). Naudojant „Autodesk Civil 3D“ programinę įrangą galima suderinti CCI ir erdviųjų duomenų rinkinio specifikacijas (žr. 30 pav).



30 pav. CCI suderinamumas su EO

Kaip matoma 30 paveikslėlyje Lietuvos erdviųjų duomenų rinkinys turi savo kodinį žymėjimą – 2435 ir apibūdina pasirinktą infrastruktūros objektą kaip riba tarp skirtingų natūralių dangų ir naudmenų, o CCI siūlo alternatyvą bordiūrus klasifikuoti kodiniu žymėjimu – NDA ir apibūdina, kaip objektą, apibrėžiantį šaligatvio kraštą ar augalijos plotą. Klasifikuojant infrastruktūros objektą naudojant „Autodesk Civil 3D“ programine įranga pasirinktu metodu, vieną objektą galime panaudoti kelias skirtingas klasifikavimo sistemas ir jas pritaikyti reikiama būdais.

6.2.1. CCI pritaikymas „Autodesk Civil 3D“ programinėje įrangoje – schema



Išvados

1. Atlikus palyginamąją Uniclass2015 ir CCI klasifikatorių analizę, galima teigti, jog siekiant suklasifikuoti infrastruktūros objektus, svarbiausia, turėti galimybę ne tik klasifikuoti kaip statybos produktus, bet ir identifikuoti kaip atskirus erdvinius objektus.
2. Pagal šių atrinktų klasifikatorių kodavimo ir identifikavimo žymų alternatyvų rangavimo metodo ekspertinį vertinimą infrastruktūros objektų atžvilgiu, kaip efektyvesnis (pagal tris kriterijus) nustatytas CCI klasifikatorius.
3. Naudojantis „Autodesk Civil 3D“ programine įranga, kuri nėra pritaikyta tokio tipo klasifikatoriams, atliktas eksperimentas leido sukurti ir patikrinti procesinių veiksmų algoritmą, praktiškai pritaikant CCI klasifikatorių.
4. Pasiūlyta CCI pritaikymo „Autodesk Civil 3D“ programinėje įrangoje procesinių veiksmų algoritmo schema leidžia suklasifikuotus objektus ir vienareikšmiškai suderinti su Lietuvoje naudojamomis infrastruktūros erdvinių objektų (EO) duomenų rinkinio (linijinio, taškinio ir plotinio žymėjimo) specifikacijomis.

Literatūros sąrašas

1. Skaitmeninė statyba [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: <https://skaitmeninestatyba.lt/aktualijos/d-aksomitas-statybos-klasifikavimo-sistemu-palyginimas/?fbclid=IwAR1gNcFWJk6Le7j2VJiGbOlgMmL3BwdMGBC-UXhc5IREFAHlnRCkNz054Sc>
2. EKHOLM, Anders. Principles for classification of properties of construction objects. In: *Distributing Knowledge in Building*, CIB w78 Conference, Aarhus School of Architecture, Denmark. 2002
3. Merriam-Webster [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/>
4. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS. Dėl statybos techninio reglamento STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“ patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: 2016 m. spalio 27 d. Nr. D1-713. 2016 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/998f6af39c3d11e68adcda1bb2f432d1>
5. LIETUVOS RESPUBLIKOS ŽEMĖS ŪKIO MINISTRAS. Dėl savivaldybės erdvinių duomenų rinkinio specifikacijos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas: 2018 m. Gegužės 8d. Nr. 3D-286. 2018. [interaktyvus] [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per: <https://eseimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/2f3d4f41548911e88525a4bc7611b788?jfwid=sujol3e0d>
6. NACIONALINĖS ŽEMĖS TARNYBOS PRIE ŽEMĖS ŪKIO MINISTERIJOS DIREKTORIUS. DĖL TECHNINIŲ REIKALAVIMŲ REGLAMENTO GKTR 2.11.03:2014 „Topografinių erdvinių objektų rinkinys ir topografinių erdvinių objektų sutartiniai ženklai“: Žemės ūkio ministerijos direktoriaus įsakymas: 2014 m. Vasario 28 d. NR. 1P-(1.3)-65. 2014 [interaktyvus] [žiūrėta 2020-04-05]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/8576daf0a0e911e383c0832a9f635113>
7. GELDER, J. E. The design and development of a classification system for BIM. *Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations*, 2015, 149: 477-491
8. Ekholm, A. (2005). ISO 12006-2 AND IFC PREREQUISITES FOR COORDINATION OF STANDARDS FOR CLASSIFICATION AND INTEROPERABILITY. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 10(19), 275-289.
9. Jackson, P. (2020). Nordic Study of Classification Systems for Infrastructure & Transportation. Practical Requirements for Classification of Information in Digital Engineering & BIM.
10. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2020). Pastatų Statyba. Informacijos Apie Statybos Darbus Struktūra. 2 Dalis. Klasifikavimo Schema (ISO 12006-2:2015), 25.
11. EKHOLM, Anders; FRIDQVIST, S. A Conceptual Framework for Classification of Construction Works. *ITcon*, 1996, 1: 25-50.
12. SALEEB, Noha; MARZOUK, Mohammed; ATTEYA, Usama. A comparative suitability study between classification systems for BIM in heritage. *Building Information Systems in the Construction Industry*, 2018, 137.

13. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2019). Pramoninės Sistemos, įrenginiai, Aparatai Ir Pramonės Gaminiai. Struktūros Sudarymo Principai Ir Nuorodiniai žymenys. 2 Dalis. Objektų Klasifikavimas Ir Klasių Kodai (IEC 81346-2:2019), 94.
14. AFSARI, Kereshmeh; EASTMAN, Charles M. A comparison of construction classification systems used for classifying building product models. In: *52nd ASC Annual International Conference Proceedings*. 2016. p. 1-8.
15. Ekholm, A. (2016). A critical analysis of international standards for construction classification-results from the development of a new Swedish construction classification system. In *Proc. Of The 33rd Cib W78 Conference*. 2016.
16. EKHOLM, Anders; HÄGGSTRÖM, Lars. Building classification for BIM–Reconsidering the framework.
17. CCI INTERNATIONAL. Baltic construction digitazion workshop. Riga 2019.
18. HARR, L.; KELL, G. S.; GALLAGHER, J. S. NBS/NCR steam tables. 1984.
19. RIB, A. Uniclass: Unified Classification for the Construction Industry. Crawford M. et al, 1997.
20. Unifying Uniclass [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020-05-22]. Prieiga per: <https://www.thenbs.com/knowledge/unifying-uniclass>
21. CRAWFORD, R. H.; STEPHAN, A. The principles of a classification system for BIM: Uniclass 2015. 2015.
22. Uniclass2015 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-06]. Prieiga per: <https://www.thenbs.com/our-tools/uniclass-2015>
23. MARTINKUTĖ-KAULIENĖ, Raimonda; SKOBAITĖ, Radvinė. DAUGIAKRITERINIŲ METODŲ TAIKYMAS OPTIMALIAM INVESTICINIAM PORTFELIUI SUDARYTI. In: *23rd Conference for Young Researchers Economics and Management*. 2020.
24. Alternatyvių statybos informacijos klasifikatorių, atitinkančių ISO 12006-2, palyginamasis tyrimas [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-07-15]. Prieiga per internetą <http://statyba40.lt/wp-content/uploads/2020/06/Tyrimas.pdf>
25. ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras; TURSKIS, Zenonas. Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview. *Technological and economic development of economy*, 2011, 17.2: 397-427.