



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
GEODEZIJOS INSTITUTAS

MOKSLO TYRIMŲ ATASKAITA

TVIRTINU

Mokslo prorektorius

_____ Raimundas Kirvaitis

2004 m. _____ d.

Užsakovas: NACIONALINĖ ŽEMĖ TARNYBA PRIE ŽEMĖS ŪKIO MINISTERIJOS

Temos pavadinimas: **STAMBAUS MASTELIO GEODUOMENŲ MODELIO
KONSTRAVIMO TAISYKLIŲ ANALIZĖ IR FORMAVIMAS**

2004 m. rugpjūčio mėn. 31 d. sutartis Nr. 961-MA

Mokslo direkcijos direktorius

Fakulteto dekanas

Instituto direktorius

Temos vadovas

doc. dr. V. Skaržauskas

prof. dr. D. Čygas

prof. habil. dr. P. Petroškevičius

dr. Ž. Stankevičius

VILNIUS 2004

Autoriai

dr. Žilvinas Stankevičius
dr. Eimuntas Paršeliūnas
inž. Algis Neseckas
Mag. Artūras Paltarackas
Mag. Vitalis Augūnas
Mag. Ramūnas Mockevičius
Mag. Sigitas Sukackas

TURINYS

	IVADAS.....	5
1.	REIKALAVIMŲ TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ VALDYMOI EUROPOJE APŽVALGA.....	5
1.1	NACIONALINIAI TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIAI.....	6
1.2	EUROPIETIŠKO SCENARIJAUS SAMPRATA.....	6
1.3	STANDARTIZACIJOS GALIMYBIŲ ANALIZĖ.....	7
1.4	IŠVADOS.....	8
2.	TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ TAIKymo ANALIZĖ.....	9
2.1	VARTOTOJŲ REIKALAVIMAI.....	9
2.2	VARTOTOJŲ REIKALAVIMŲ KRITERIJŲ TYRIMAS.....	10
2.3	IŠVADOS.....	11
3.	TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ VALDYMO SISTEMŲ EUROPOJE ANALIZĖ.....	12
3.1	TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ VALDYMO SISTEMŲ APŽVALGA.....	12
3.2	TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ VALDYMO SISTEMŲ TYRIMAS.....	14
3.3	IŠVADOS.....	16
4.	RYŠIŲ TARP GEOOBJEKTŲ TIPŲ ANALIZĖ.....	17
4.1	RYŠIŲ TIPAI.....	17
4.1.1	TOPOLOGINIAI RYŠIAI.....	17
4.1.2	ERDVINIAI RYŠIAI.....	18
4.1.3	BENDRIEJI RYŠIAI.....	18
4.2	VAIDMENŲ IR GEOOBJEKTŲ TIPAI.....	20
4.3	IŠVADOS.....	21
5.	GEODUOMENŲ MODELIO SANDAROS TYRIMAI.....	22
5.1	STAMBAUS MASTELIO GEODUOMENŲ MODELIO POREIKIO ANALIZĖ.....	22
5.2	INŽINERINIŲ KOMUNIKACIJŲ GEODUOMENŲ MODELIO SANDARA.....	22
5.3	TOPOGRAFINIŲ GEODUOMENŲ MODELIO SANDARA.....	24
5.4	STAMBAUS MASTELIO SKAITMENINIO ŽEMĖLAPIO GEOOBJEKTŲ KATALOGO MAKETAS.....	26
5.5	IŠVADOS.....	27
	BENDROSIOS IŠVADOS.....	28
	LITERATŪRA.....	29
	PRIEDAI.....	32
	1 PRIEDAS. STAMBAUS MASTELIO (1:200 – 1:2000) SKAITMENINIO ŽEMĖLAPIO GEOOBJEKTŲ KATALOGAS. Versija 1.0.....	33
	TOPOGRAFINIAI OBJEKTAI (2).....	34
	RELJEFAS (21).....	34

HIDROGRAFIJA (22).....	40
AUGALIJA (23).....	47
ŽEMĖS DANGOS (24).....	54
TRANSPORTO INFRASTRUKTŪRA (25).....	65
PASTATAI (26).....	70
URBANIZUOTOS TERITORIJOS (27).....	93
PAPILDOMI PLANO ELEMENTAI (28).....	104
INŽINERINIŲ KOMUNIKACIJŲ OBJEKTAI (3).....	105
ELEKTROS TINKLO KOMUNIKACIJOS (31).....	105
DUJOTIEKIO KOMUNIKACIJOS (32).....	121
NAFTOS PRODUKTŲ TIEKIMO KOMUNIKACIJOS (33).....	133
ŠILUMOTIEKIO KOMUNIKACIJOS (34).....	139
VANDENTIEKIO KOMUNIKACIJOS (35).....	145
BUITINIŲ IR ŪKINIŲ NUOTEKŲ KOMUNIKACIJOS (36).....	153
LIETAUS NUOTEKŲ IR UŽDARO DRENAŽO KOMUNIKACIJOS (37).....	161
RYŠIO KOMUNIKACIJOS (38).....	167
BENDROS KOMUNIKACIJOS (39).....	179
2 PRIEDAS. STAMBAUS MASTELIO (1:200 – 1:2000) SKAITMENINIO ŽEMĖLAPIO GEOOBJEKTŲ SIMBOLIAI. Versija 1.0.....	189

IVADAS

Topografinės nuotraukos vaidmuo vystėsi ir stiprėjo nuo pat jos atsiradimo 18 amžiuje Europoje. Topografinių duomenų rinkiniai nacionalinėse kartografavimo institucijose sudaromi jau 20 metų. Analoginės formos pakeitimas skaitmenine reiškia, kad topografinė informacija gali būti įvairiai naudojama ir modeliuojama. Topografinių duomenų vartotojai ir naudojimas tampa įvairesnis. Daugelyje Europos šalių beveik kiekvienas gali pasinaudoti topografiniais žemėlapiais Interneto pagalba. Europos šalių Nacionalinės kartografavimo tarnybos yra pasirinkusios įvairias strategijas, skirtas vartotojų poreikiams tenkinti. Geografinės informacijos valdymas turi remtis objektais paremta sistema, o ne supaprastintos duomenų bazės sandaros apibrėžimu.

Antti Jakobsson iš Suomijos nacionalinės žemės tarnybos (*National Land Survey of Finland*) yra atlikęs išsamią topografinių duomenų valdymo problemų Europoje analizę. Analizės rezultatai pateikti straipsnyje *“Framework and Requirements for Management of Topographic Data in Europe”*. *Antti Jakobsson* straipsnio pagrindu 1-3 skyriuose nagrinėjamos topografinių duomenų kaupimo ir valdymo įvairiuose lygmenyse perspektyvos.

Topografinių duomenų rinkinių analoginės formos pakeitimas skaitmenine prasmingas tik tada, kai duomenų rinkiniams pridedami papildomi reikalavimai. Jeigu papildomi reikalavimai netaikomi, tai skaitmeninės formos topografinių duomenų rinkiniai tik atkartoja analoginių planų ir žemėlapių vaizdą, tinkami vienkartiniam ir siauram funkciniam naudojimui. Papildomi reikalavimai paprastai apima objektų kodavimą, aprašomųjų duomenų ir metaduomenų kaupimą, objektų tarpusavio ryšių palaikymą. 4-ame skyriuje pateikiami teoriniai objektų tarpusavio ryšių aprašymo pagrindai, kuriuos reglamentuoja *“Open GIS”* konsorciumo (*Open GIS Consortium*) išleista objektų tarpusavio ryšių specifikacija *“The OpenGIS™ Abstract Specification. Topic 8: Relationships Between Features”*. 4-ame skyriuje taip pat pateikti praktiniai objektų tarpusavio ryšių realizacijos pavyzdžiai.

1. REIKALAVIMŲ TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ VALDYMUI EUROPOJE APŽVALGA

1.1. NACIONALINIAI TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIAI

Nacionalinių topografinių duomenų rinkiniai įvertinti atlikus įvairių studijų, susijusių su topografiniais duomenimis ir kokybės valdymu [1, 10] analizę. Daugelis nacionalinių kartografavimo institucijų turi skirtingus topografinių duomenų rinkinius atvaizduojančius skirtingų mastelių žemėlapius. Tai atspindi istoriją kai erdvinių duomenų rinkiniai buvo sudaromi ir atnaujinami naudojant skirtingus duomenų šaltinius ir nesuderintus tarpusavyje procesus. Vienas duomenų rinkinys galbūt gali būti kopijuojamas ir išskaidomas į keletą savarankiškų rinkinių, taip sukuriant naują produktą ar paremiant skirtingas funkcijas organizacijoje. Ryšys su originaliu šaltiniu gali būti pamestas ir tai sukelia duomenų atnaujinimo problemų. Nacionalinės kartografavimo institucijos yra sukūrusios naują, objektais paremtą, strategiją. Tokios iniciatyvos pavyzdžiai yra *Ordnance Survey's Mastermap (Digital National Framework)* modelis Didžiojoje Britanijoje ir *Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS)* modelis Vokietijoje. *Mastermap* aprūpina nuoseklia ir palaikoma nacionaline baze, kurioje orientuotis galima pagal nacionalinį žemėlapių suskaidymą arba pagal unikalų identifikatorių. Identifikatorius yra realaus pasaulio objektas, toks kaip pastatas, kelias ar žemės sklypas.

1.2 EUROPIETIŠKO SCENARIJUS SAMPRATA

Vienas iš standartizavimo bandymų yra *INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information)* projektas. *INSPIRE* tikslas yra sudaryti aktualią, suderintą ir kokybišką geografinę informaciją prieinamą įdiegimo, stebėjimo ir įvertinimo tikslams. Vienas pagrindinių uždavinių yra nustatyti svarbių duomenų poreikį:

- tai yra duomenys, kurie susiję su geografinę informaciją naudojama daugelio žmonių darbe;
- tai yra duomenys, kurie aprūpina dažnai pasitaikančius ryšius tarp taikymų ir kartu leidžia dalytis žiniomis ir informacija tarp žmonių.

Buvo aprašyti pagrindiniai funkciniai reikalavimai, kuriuos turi tenkinti pagrindiniai (*reference*) geografiniai duomenys:

- suteikti vartotojui vienareikšmišką informaciją apie jo padėtį;
- leisti sujungti duomenis iš įvairių šaltinių;
- suteikti galimybę nagrinėti duomenis geresniam pateiktos informacijos suvokimui.

Referenciniai duomenys apima: geodezinės atramos sistemą, administracinius vienetų, nuosavybę (žemės sklypai, pastatai), adresus, topografinius objektus (hidrografijos, transporto, aukščių).

Nacionalinės erdvinių duomenų infrastruktūros (*National Spatial Data Infrastructures, NSDI*) turi pagrindinį vaidmenį vystant topografinių duomenų valdymą. Europoje jos turi palaikymą. Pvz., Suomijoje 2001 m. Žemės ir miškų ūkio ministerijoje buvo įkurta nacionalinė geografinės informacijos taryba. Naujai įkurta taryba studijuoja bendradarbiavimo tarp gamintojų ir vartotojų padidinimo galimybes, ketina apibrėžti naują Suomijos nacionalinę erdvinių duomenų infrastruktūrą (*Finnish National Spatial Data Infrastructure*).

Europos standartizacijos komitetas (*Comité Européen des Normes (CEN)*) yra standartizacijos organizacija, kurios parengti standartai privalomi visose Europos Sąjungos šalyse. 1991 m. CEN įkūrė techninį komitetą (TC 287) geografinės informacijos standartams

parengti. Šiuo metu parengti arba rengiami CEN/TC 287 geografinės informacijos standartai (ENV) or CEN ataskaitos (CR):

ENV 12009:1997, *Geographic Information – Reference Model*.
ENV 12160:1997, *Geographic Information – Data description – Spatial schema*.
ENV 12656:1998, *Geographic Information – Data description – Quality*.
ENV 12657:1998, *Geographic Information – Data description – Metadata*.
ENV 12658:1998, *Geographic Information – Data description – Transfer*.
ENV 12661:1998, *Geographic Information – Referencing – Geographic identifiers*.
ENV 12762:1998, *Geographic Information – Referencing – Direct position*.
ENV 13376:1998, *Geographic Information – Data description - Rules for application schema*.
CR 12660:1998, *Geographic Information – Processing – Query and Update : spatial aspects*.
CR 287005:1996, *Geographic Information - Data description – Conceptual schema language*.

1.3 STANDARTIZACIJOS GALIMYBIŲ ANALIZĖ

Geografinės informacijos standartizacija buvo iniciuota 1990-aisiais Europoje. Rezultatas buvo tai, kad 1996 m. paskelbta pirma standarto versija. Nuo to laiko tarptautinė standartizacijos organizacija (*International Organization for Standardization, ISO*) ėmėsi šių procesų. ISO/TC 211 serija šiuo metu apima 40 geografinės informacijos standartų ir jų nuolatosis daugėja. Pilnas sąrašas šiuo metu yra toks:

ISO 19101:2002 Geographic information – Reference model
ISO 19101-2 Geographic information – Reference model – Part 2: Imagery
ISO 19103 Geographic information – Conceptual schema language
ISO 19104 Geographic information – Terminology
ISO 19105:2000 Geographic information — Conformance and testing
ISO 19106:2004 Geographic information – Profiles
ISO 19107:2003 Geographic information – Spatial schema
ISO 19108:2002 Geographic information –Temporal schema
ISO 19109 Geographic information – Rules for application schema
ISO 19110 Geographic information – Feature cataloguing methodology
ISO 19111:2003 Geographic information – Spatial referencing by coordinates
ISO 19112 Geographic information – Spatial referencing by geographic identifiers
ISO 19113 Geographic information – Quality principles
ISO 19114 Geographic information – Quality evaluation procedures
ISO 19115:2003 Geographic information – Metadata
ISO 19115-2 Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data
ISO 19116 Geographic information – Positioning services
ISO 19117 Geographic information – Portrayal
ISO 19118 Geographic information – Encoding
ISO 19119 Geographic information – Services
ISO/TR 19120 Geographic information – Functional standards
ISO/TR 19121:2000 Geographic information – Imagery and gridded data
ISO/TR 19122 Geographic information – Qualifications and certification of personnel
ISO 19123 Geographic information – Schema for coverage geometry and functions
ISO/RS 19124 Geographic information – Imagery and gridded data components

ISO 19125-1 Geographic information – Simple feature access
 ISO 19125-2 Geographic information – Simple feature access – Part 2: SQL option
 ISO 19126 Geographic information – Profile - FACC Data Dictionary
 ISO 19127 Geographic information – Geodetic codes and parameters
 ISO 19128 Geographic information - Web Map server interface.

 ISO 19129 Geographic information – Imagery, gridded and coverage data framework
 ISO 19130 Geographic information – Sensor and data models for imagery and gridded data
 ISO 19131 Geographic information – Data product specification
 ISO 19132 Geographic information – Location based services possible standards
 ISO 19133 Geographic information – Location based services tracking and navigation
 ISO 19134 Geographic information – Multimodal location based services for routing and navigation
 ISO 19135 Geographic information – Procedures for registration of items of geographic information
 ISO 19136 Geographic information – Geography Markup Language
 ISO 19137 Geographic information – Core profile of the spatial schema
 ISO 19138 Geographic information – Data quality measures
 ISO 19139 Geographic information – Metadata – Implementation specification
 ISO 19140 Geographic information – Technical amendment to the ISO 191** Geographic information series of standards for harmonization and enhancements

1994 m. įkurta pelno nesiekianti organizacija *Open GIS* konsorciumas (*Open GIS Consortium, Inc. OGC*). Konsorciumo įkūrimas buvo iššauktas galimybių operuoti geografiniais duomenis tarp sistemų, kurios apdoroja geografinius duomenis, bei galimybių operuoti tarp šių sistemų ir kompiuterinių sistemų stoka.

1.4 IŠVADOS

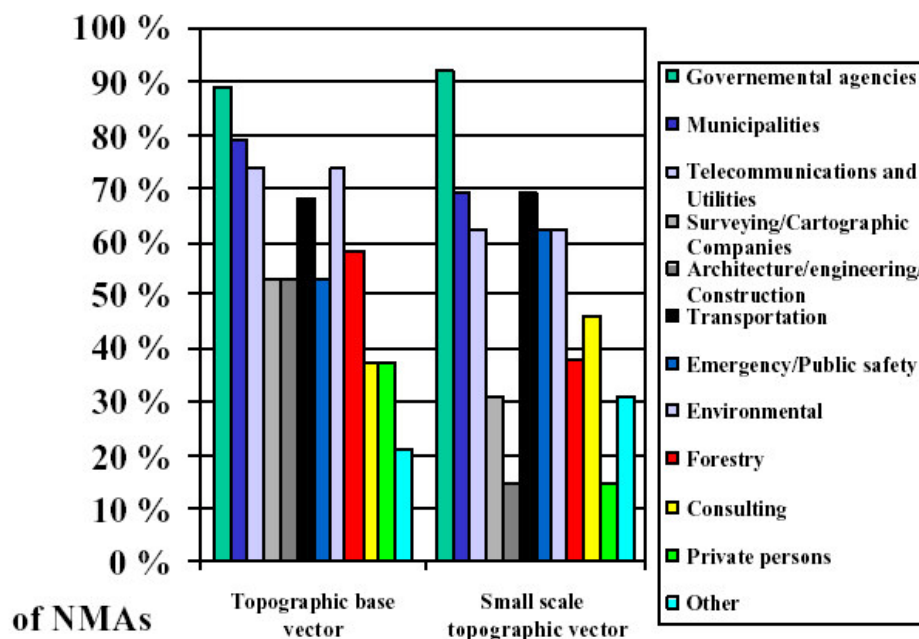
Europos standartizacijos komiteto (*Comité Européen des Normes (CEN)*) parengti standartai privalomi visose Europos Sąjungos šalyse. Europiniai standartai reglamentuoja geografinių duomenų kaupimo koncepciją, kurios turi būti laikomasi kuriant nacionalinius standartus. Stambaus mastelio topografinių duomenų rinkinių standartas turi būti taikomas visoje šalies teritorijoje ir turi būti suderinamas su nacionalinio lygmens standartu.

2. TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ TAIKYMO ANALIZĖ

Vartotojų poreikius apibūdinantis skyrius paremtas *Jakobsson, Vauglin* [7, 11] apklausos analizės rezultatais. Skyrius apie topografinės informacijos valdymo sandarą paremtas *CERCO* darbo grupės (dabar *EuroGeographics Expert Group on Quality*) 1999 m. studijos rezultatais [11]. *CERCO* darbo grupė panaudojo Europoje esančius topografinių duomenų rinkinius. Pagrindinė rezultatų dalis publikuota *Jakobsson, Vauglin* [12] ir *Jakobsson* [8]. Apklausos anketos apėmė 17 Europos šalių nacionalinių kartografavimo agentūrų produkciją, viso 226 duomenų rinkiniai.

2.1 VARTOTOJŲ REIKALAVIMAI

Topografiniai duomenys turi daug vartotojų. Remiantis *Jakobsson* ir *Vauglin* [11, 12] tyrinėjimais, pagrindiniai topografinių duomenų vartotojai yra vyriausybės institucijos, savivaldybės, aplinkos valdymo institucijos, komunalinės, telekomunikacijos ir transportavimo įmonės. 2.1 pav. palygintas skirtingo tikslumo ir detalumo topografinės informacijos vartotojų pasiskirstymas.



2.1 pav. Pagrindiniai topografinės informacijos vartotojai

Paskutiniai mobilių topografinių žemėlapių (*info-mobility service by realtime data*) vartotojų reikalavimų tyrimai parodė naujas sritis, kuriose naudojama topografinė informacija. Buvo išskirta 14 skirtingų vartojimo scenarijų. Buvo svarbu nustatyti, kokia informacija reikalinga vartotojams apsaugos ar gelbėjimo situacijose, rengiant išvykas į negyvenamas vietas. Dažnai topografinė informacija naudojama krizėms valdyti. Paskutinis pavyzdys – potvynis Čekoslovakijos Respublikoje ir Vokietijoje 2002 m. Akivaizdu, kad tokiais atvejais topografinė informacija turi vertę tik tada, kai ji turi ryšius su kita informacija, tiesiogiai susijusia su konkrečiu taikymu.

Suomijoje atlikta studija [10] panaudojant geografinių duomenų rinkinį *Topografic Database*. Tai svarbiausiais žemėlapių duomenų rinkinys Suomijoje. Studija parodė, kad vartotojai *Topografic Database* dažnai naudoja jungtims su kitais duomenų rinkiniais (pvz.,

teminiais). Studija parodė, kad *Topografic Database* vaidmuo atitinka referencinių duomenų rinkinį. Referencinės temos (t.y. pagrindinių objektų rinkiniai): hidrografija, transportas, metaduomenis, pastatai, aukščiai, geografiniai pavadinimai, kadastrinė informacija, geodezinė atrama, adresai, ortofoto vaizdai, gyliai, navigacija, palydoviniai vaizdai ir kt. Studija išryškino ir būtiniausius atlikti darbus: apibrėžti duomenų kokybės reikalavimus, turinį ir suderinamumą, organizuoti metaduomenų servisą.

2.2 VARTOTOJŲ REIKALAVIMŲ KRITERIJŲ TYRIMAS

Europos Sąjunga turi didelę įtaką nustatant reikalavimus. Tokie uždaviniai nustatyti *INSPIRE* projekte [16]:

- duomenys turi būti surinkti vieną kartą ir palaikomi tokia lygyje, kuris yra labiausiai efektyvus naudojimui;
- turi būti įmanomas vientisos erdvinės informacijos iš skirtingų šaltinių Europoje derinimas ir jos padalinimas tarp daugelio vartotojų ir taikymų;
- turi būti įmanomas informacijos surinktos viename lygyje padalinimas tarp skirtingų lygmenų: detalios detalims tyrinėjimams ir bendros strateginiams tikslams;
- geografinė informacija reikalauja gero valdymo visuose lygmenyse ir turi būti galimybė neribotai plačiai ją naudoti;
- geografinė informacija turi būti randama paprastai, kas reikalinga konkrečiam panaudojimui, taip pat ir pagal sąlygas, kurios leidžia informaciją įsigyti ir naudoti;
- geografiniai duomenys turi būti lengvai suprantami, tada jie gali būti atvaizduojami jiems būdinga forma, pagal vartotojo pasirinktą būdą.

Pateiktas sąrašas yra tik Europos reikalavimų pavyzdys, kuris iš esmės apibendrina pagrindinę geografinės informacijos valdymo kryptį. Standartizavimas leidžia naudoti naujus modelius duomenų valdymui ir perdavimui. Tačiau yra atvirų klausimų, kuriuos duomenų gamintojai turi išspręsti. 2.1 lentelėje pateiktos kai kurios svarstomos problemos.

2.1 lent. Reikalavimai topografinių duomenų valdymui

Reikalavimas	Klausimai	Galimi atsakymai
<i>Duomenų turinys</i>		
Skiriamoji geba (<i>resolution</i>)	Kaip nustatyti detalumo lygį	Geografinių regionų klasifikavime naudojama permaina gamtoje ir bendruomenės struktūroje, pvz., lygumakalnai; miestas-kaimas
Duomenų temos ir objektai	Kiek temos turi apimti ?	Vartotojų reikalavimų klasifikavime naudojami geografiniai regionai: Europinis-nacionalinis-regioninis-lokalus
	Kurie objektai apibūdina realų pasaulį ?	Derinimas trijuose lygmenyse: nacionaliniame (lokalus ir regioninis lygmuo), Europiniame (nacionalinis-Europinis), globaliame (Europonis-globalus)
	2D-3D-4D modelio tipas	Priklauso nuo taikymo ir varotojo reikalavimų
<i>Duomenų</i>		

<i>specifikacija</i>		
Modeliavimas	Koks modelis turi būti naudojamas ?	Reliacinės objektais paremtos (<i>object-based</i>) duomenų bazės Standartinė modeliavimo kalba (UML ir XML)
Duomenų modeliai	Kokios instrukcijos sandarai ?	Naudojami ISO standartai (ISO 19109, ISO 19110, ISO 19131)
Metaduomenys, duomenų kokybė	Kaip ištirti duomenų rinkinius ?	Sudaryti metaduomenų servisą, kuris leistų decentralizuotai atnaujinti metaduomenų elementus
	Kas yra duomenų rinkinių kokybė ?	Nustatyti duomenų kokybės reikalavimus, apibrėžti duomenų kokybės vienetus ir įvertinti duomenų kokybę
<i>Procesų valdymas</i>	Kaip sudaryti ir atnaujinti duomenų rinkinius ?	Įprastos procedūros reikalingai duomenų kokybei pasiekti Generalizacijos metodika
<i>Duomenų naudojimas</i>	Kaip panaudoti duomenų rinkinius ? Nepalankus atnaujinimo būdas	Naudoti ISO ir OpenGIS instrukcijas (pvz., XML, GML) Naudoti objektų identifikatorius

2.3 IŠVADOS

Topografinių duomenų rinkinių pervedimas į skaitmeninę formą ženkliai padidino topografinių duomenų taikymo sričių kiekį. Tai tiesiogiai taikytina stambaus mastelio pagrindu sudarytiems skaitmeninių topografinių duomenų rinkiniams. Jie tampa aktualūs ne tik tradiciniams naudotojams, tokiems kaip inžinerinių komunikacijų eksploatuotojai ar statinių projektuotojai, bet ir gelbėjimo tarnyboms, telekomunikacijos, transportavimo įmonėms, savivaldybės, aplinkos valdymo institucijoms. Tai paaiškinama tuo, kad vidutinio dydžio miesto stambaus mastelio topografiniai duomenys analoginėje formoje apima keletą tūkstančių planų ir žemėlapių lapų. Tokio kiekio analoginės informacijos fiziškai neįmanoma naudoti vienu metu. Todėl uždaviniams, kuriems spręsti reikalinga apimti teritoriją didesnę už miesto kvartalą, buvo taikomi smulkesnio mastelio analoginiai topografinių duomenų rinkiniai. Tačiau tai mažino gaunamų rezultatų tikslumą. Todėl atsiradus techninėms galimybėms taikyti didelius topografinės informacijos kiekius, siekiama naudoti stambaus mastelio duomenis.

3. TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ VALDYMO SISTEMŲ EUROPOJE ANALIZĖ

3.1 TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ VALDYMO SISTEMŲ APŽVALGA

Valdymo sistema apima pagrindinių duomenų temas aprašytas *Rase* [21]. Šiame šaltinyje pristatytas dabartinių duomenų bazių kiekis globaliame, Europiniame, nacionaliniame, regioniniame ir lokaliame lygyje. Lygmuo išreiškia duomenų rinkinio geografinę apimtį. T. y. lygmuo neišreiškia skiriamosios gebos.

Dabartinė situacija remiasi atskirų duomenų rinkinių, valdomų skirtingų organizacijų, koncepcija. Nacionalinės kartografavimo agentūros (NKA) paprastai turi visus nacionalinio lygmens duomenų rinkinius. Remiantis *CERCO* kokybės darbo grupės atlikta apklausa (dabar *Eurogeographics Expert Group on Quality*) nustatytos tokios charakteristikos [11]:

- nacionalinės vektorinės topografinių duomenų bazės (90% NKA);
- smulkaus mastelio topografinių duomenų bazės (71% NKA, vektorinės – 61%);
- geografiniai pavadinimai (71%);
- administracinės ribos (76%);
- skaitmeninis žemės paviršiaus modelis (71%);
- kadastriniai duomenys (52%).

Kai kurie komerciniai duomenų rinkiniai (pvz., kelių duomenys) ir kai kurie Europinių duomenų rinkiniai (pvz., Europos administracinės ribos) yra Europiniame lygyje. *EuroGeographics* šiuo metu gamina tokius duomenų rinkinius, pvz., globalinį žemėlapi, kuris remiasi 1:1000000 žemėlapio duomenų rinkiniu ir Europos regioninį žemėlapi pagal 1:250000 žemėlapio duomenų rinkinį.

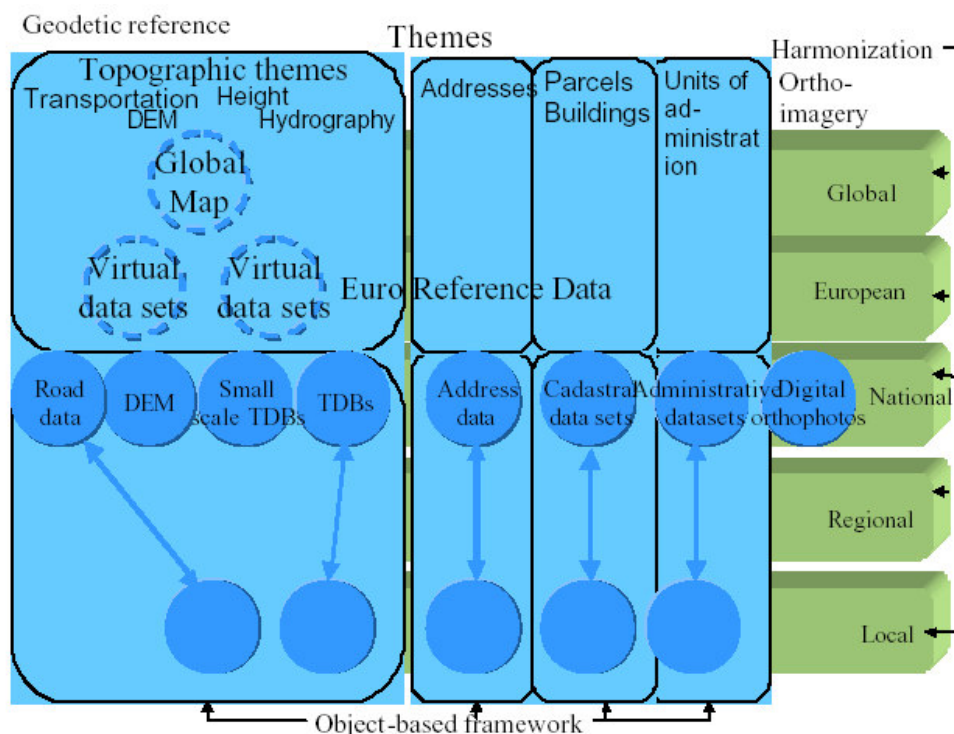
Nacionaliniai topografinių duomenų rinkiniai, kurie paprastai surinkti nacionalinėse kartografavimo agentūrose, yra labiau reikšmingi. NKA paprastai turi surinkusios įvairių duomenų rinkinių derinius, kurie tenkina vartotojų reikalavimus. Įvairiose šalyse situacija skirtinga.

Dauguma nacionalinių kartografavimo agentūrų topografinių duomenų bazes sudaro naudodant fotogrametriją (skaitmeninę arba analitinę), duomenų surinkimą lauke ir senus žemėlapius, kuriuos perveda į skaitmeninę formą (11 iš 19). Kai kurios NKA nenaudoja lauko rinkinių (5 iš 19) ir 3 NKA nenaudoja senų žemėlapių informacijos. Totaliai duomenys peržiūrimi kas 5 metus, kas metai atnaujinami tik kai kurie objektų tipai [11].

Yra galimi mažiausiai du variantai kaip sudaryti Europą apimančius duomenų rinkinius. Tradiciškai gaminami atskiri skirtingos paskirties duomenų rinkiniai (pvz., *EuroRegional* ir *Global map* projektai). Tokio požiūrio problema tai, kad reikia didelių investicijų gamybai ir atnaujinimui. Tokį požiūrį galima laikyti tradicinio žemėlapio sudarymo technologijos tęsiniu. Sekantis pasirinkimas gali būti tiesiogiai naudoti nacionalinius, regioninius ar lokalius duomenų rinkinius. Tokio požiūrio problema tai, kad duomenų modeliai, detalumas (*resolution*) ir kokybė Europoje yra skirtingi ir nesuderinti. Duomenų rinkinių modeliavimo suderinimas yra būtinas.

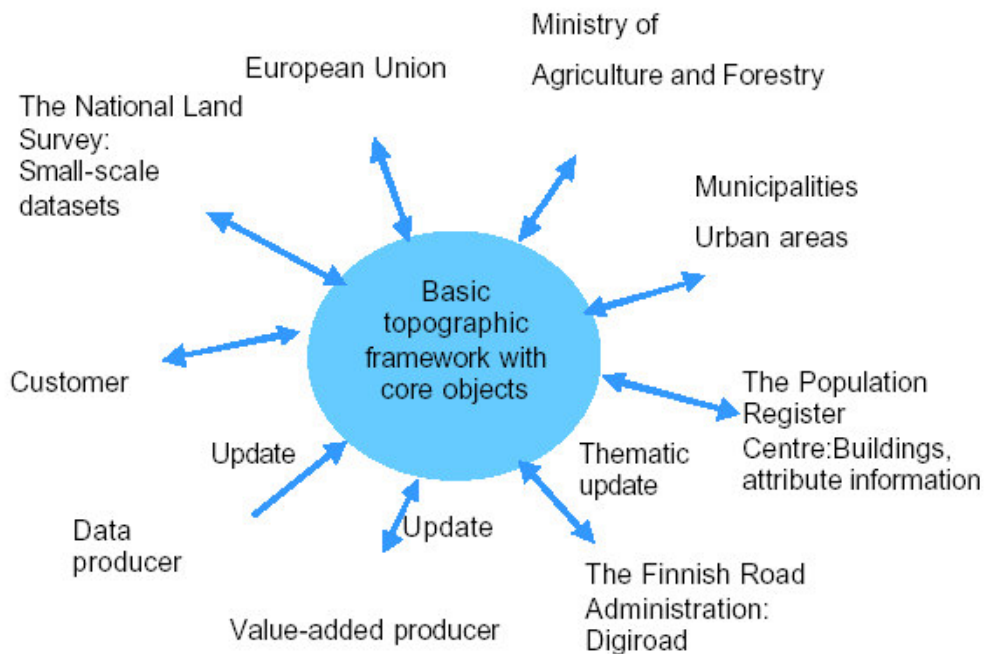
Jau yra duomenų rinkinių suderinimo nacionaliniame lygyje pavyzdžių. AAA (*AFIS-ALKIS-ATKIS*) projektas Vokietijoje išvystė bendrą geodezinės atramos, kadastrinių ir topografinių duomenų specifikaciją [3].

Pasiūlymai Europos topografinių duomenų rinkinių valdymo struktūrai pavaizduoti 3.1 pav. Jie susideda iš daugiapakopio globalaus, Europinio, nacionalinio, regioninio ir lokalaus lygmenų duomenų rinkinių suderinimo. Tai apima vartotojų reikalavimų studijų, duomenų rinkinių modeliavimo ir specifikacijų suderinimo įgyvendinimą.



3.1 pav. Temų ir lygmenų daugiapakopis suderinimas ir objektais paremta sistema

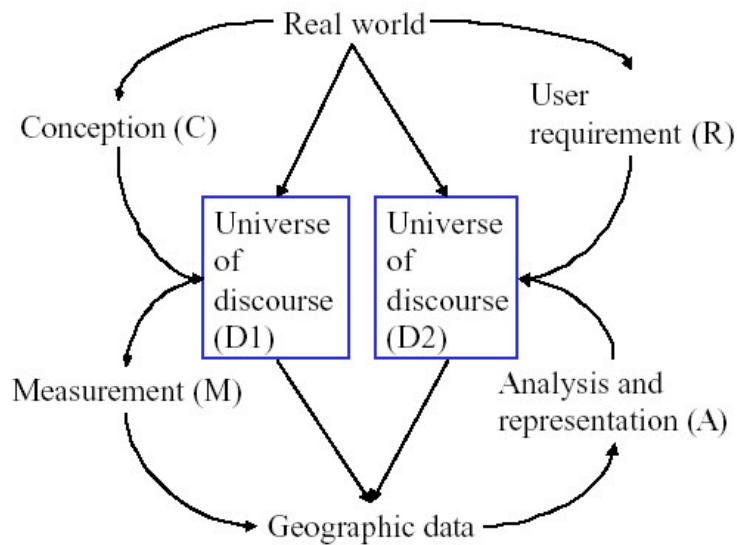
Toks požiūris nacionaliniame lygyje galėtų būti realizuotas naudojant objektais paremtą sistemą. Tai detaliai išaiškino Jakobsson, Salo-Merta [9] ir tai iliustruota 3.2 pav. Objektais paremta sistema apima duomenų rinkinio modeliavimą į suvienodintą (*unified*) duomenų bazę. Kai kuriose šalyse savivaldybės turi lokalius topografinių duomenų rinkinius ar skirtingos administracijos regioninius topografinių duomenų rinkinius (pvz., Vokietijoje). Objektais paremtos sistemos panaudojimas reiškia suvienodintą duomenų bazę, kurią visos organizacijos turi naudoti pagrindinių duomenų objektų valdymui. Kiekviena organizacija gali turėti nuosavų objektų tipų, bet esminiai (*core*) objektai turi būti suderinti ir valdomi suvienodintoje duomenų bazėje.



3.2 pav. Suomijos nacionalinio lygmens objektais paremtos sistemos pavyzdys

3.2 TOPOGRAFINIŲ DUOMENŲ RINKINIŲ VALDYMO SISTEMŲ TYRIMAS

Šiuo metu skirtingų duomenų rinkinių kombinacijų panaudojimą varžančios techninės problemos gali būti įveiktos, jeigu bus panaudojami geografinių duomenų standartai. Geografinių duomenų rinkinių suderinimas ir semantinis modeliavimas reikalingas siekiant garantuoti, kad tokie patys geoobjekto (*feature*) tipai ir duomenų rinkiniai skirtingose šalyse būtų tikrai tapatūs. Jeigu duomenų rinkinių kokybė gali būti valdoma, galima skirtingai patenkinti vartotojų reikalavimus. 3.3 pav. iliustruoja realaus pasaulio duomenų raidos srautus iki vartotojo. Tai gauta remiantis duomenų kokybės koncepcija, kuri apibrėžta ISO 19113. Procesas apima realaus pasaulio modeliavimo koncepciją (C), kuri užbaigiama visapusiškai ją aprašant (*universe of discourse*, D1). Duomenys surenkami naudojant įvairius metodus pagal duomenų specifikaciją. Vartotojų reikalavimai (R) sudaro kitą realaus pasaulio aprašymą (D2). Vartotojų reikalavimai dažniausiai susiję su duomenų rinkinio analize ar vaizdavimu (A). Stengiantis panaikinti neapibrėžtumus realizuojant koncepciją, naudojamas semantinis duomenų modeliavimas. Jeigu mes galime naudotis duomenų rinkiniais kaip realybe, tada mes galime sudaryti klaidų modelį susijusį su procesais C ir R. Pvz., pagal vartotojų reikalavimus, kelio objektas viename duomenų rinkinyje ir kitas kelio objektas kitame duomenų rinkinyje turi būti automatiškai sujungtas į naują duomenų rinkinį.



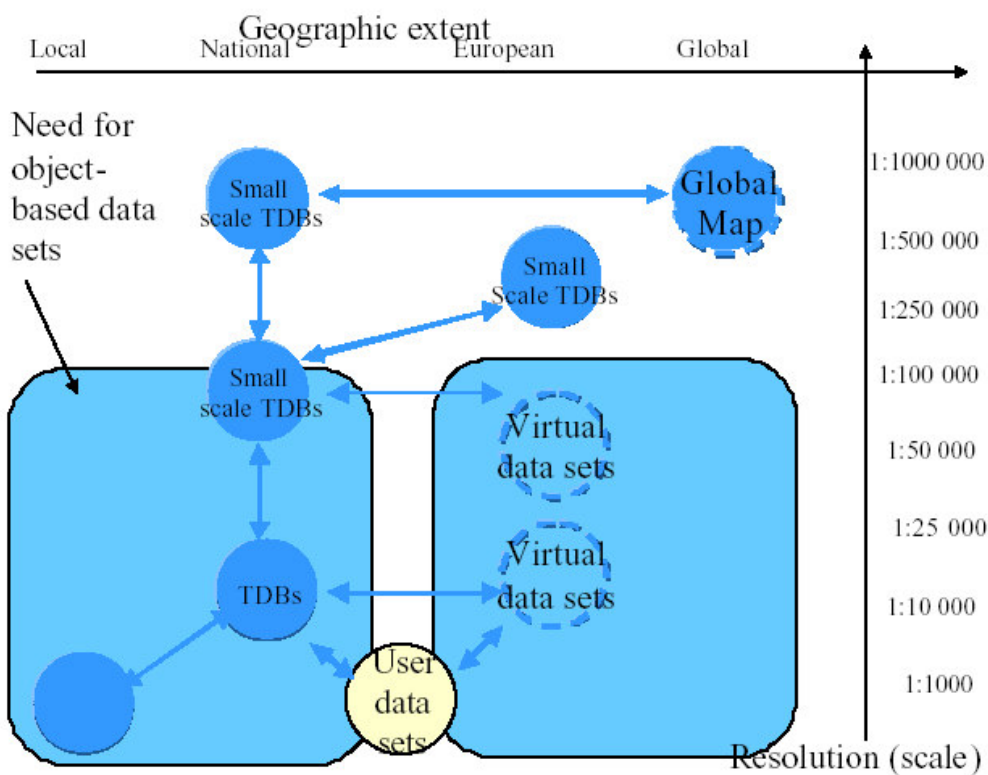
3.3 pav. Geografinių duomenų neapibrėžtumo (arba kokybės) modelis

Longley [17] aprašė neapibrėžtumo sąvoką. Tai būseną, kai neįmanoma pasaulį atvaizduoti tobulai. Taigi neapibrėžtumas neišvengiamas. *Zhang* [32] aprašė neapibrėžtumą kaip skirtumą tarp esamų duomenų ir tarp duomenų reikšmingų konkrečiam vartotojui dydį. Kokybė taip pat yra apibūdinta ISO 9000:2000 standarte kaip “Laipsnis, kuris nustato neatskiriamas savybes patenkinančias reikalavimus”. Pagal šiuos apibrėžimus, neapibrėžtumas ir kokybė atrodo kaip priešingybės, kaip tikslumas ir klaidos.

Jeigu procesus pavaizduotus 1.4 pav. laikysime perspektyviais, tai galima išskirti trys stadijas: geografinės realybės suvokimas; formalizavimas; skaičiavimų įgyvendinimas [13, 21]. Šiuose procesuose informacija yra prarandama vykdant abstrakciją ir formalizavimą [27].

Pateikti modeliai tinkami valdyti tik pagrindinių temų duomenis. T. y. jie nereikalingi nacionalinėms topografinių duomenų bazėms nacionaliniame lygyje. Bazinis topografinės sistemos modelis, kuriame skirtingos organizacijos ar veikėjai gali kurti nacionalinio topografinių duomenų rinkinio temas pristatytas *Jakobsson, Salo-Merta* [9]. Tai atspindi pagrindinių duomenų rinkinių kombinavimo poreikį Suomijoje. Šiuo metu Suomijos nacionalinė žemės matavimo agentūra yra vienintelė institucija garantuojanti, kad visų temų duomenys būtų surinkti ir palaikomi.

Siekiant įgyvendinti aprašytą modelį gali būti naudojamos skirtingos metodikos. Nacionaliniame lygmenyje reikalingas įvairaus detalumo duomenų valdymas. 3.4 pav. pateiktas stambaus ir vidutinio mastelio duomenų rinkinių valdymas. Netgi tada, kai naudojami Europinio lygmens duomenis, jeigu vartotojui reikia pasinaudoti atnaujinimais, reikalingos objektais paremtos stambaus ar vidutinio mastelio lygmens duomenų bazės.



3.4 pav. Objektais paremtų duomenų rinkinių poreikis

3.3 IŠVADOS

Siekiant pasiekti gerų rezultatų reikalingas Europinis ir nacionalinis bendradarbiavimas. Šioje srityje svarbiausias vaidmuo tenka NKA. Šiuo metu svarbiausia suderinti skirtingas specifikacijas ir technologijas. Europinis suderinimas naudingas ne tik tiems vartotojams kuriems reikalingi didelės geografinės apimtys, kertantys ribas (pvz. valstybių) duomenys. Naudą gali gauti ir privatūs piliečiai, savo kasdieniniame gyvenime naudodami skirtingus topografinės informacijos taikymus.

Ateityje reikalingi tyrimai siekiant nustatyti žemiausio lygmens (lokalaus) reikalavimus, kurių rezultatai labiausiai naudingi. Svarbiausia suteikti duomenų atnaujinimo prioritetą regioniniam ir lokaliai lygmeniui, nustatyti temų ir objektų tipus. Turi būti naudojami kokybės valdymo principai, kad rezultatai atitiktų reikalavimus.

4. RYŠIŲ TARP GEOOBJEKTŲ TIPŲ ANALIZĖ

4.1 RYŠIŲ TIPAI

Objektai realiame pasaulyje yra tarpusavyje susiję. Vieni objektai turi fiksuotą erdvinę apimtį (pvz. keliai), kiti – neturi (pvz., žmonės). Vienas iš paprasčiausių ryšio tarp objektų pavyzdžių yra ryšis tarp žemės sklypo ir jo savininko ar jame esančio pastato.

Realaus pasaulio modeliavimas reikalingas ryšių, kurie egzistuoja tarp realaus pasaulio objektų, atkartojimui. Jeigu nėra nustatomas modeliavimo mechanizmas, ryšiai modeliuojami kaip geoobjektų atributai. Tokiu atveju nėra galimybės manipuluoti ryšiais.

Paimkime sąryšį tarp dviejų realaus pasaulio objektų, pvz. tarp kelio ir upės [33-37]. Kelias gali eiti virš upės per tiltą, praeiti po upe tuneliu ar tiesiog kirsti upę brasta. Šių dviejų realaus pasaulio objektų skaitmeninis pateikimas gali apimti du geoobjektų atvejus (*feature instances*), geoobjekto tipą ‘kelias’ ir geoobjekto tipą ‘upė’. Abiejų geoobjektų tipų padėtis realiame pasaulyje atvaizduojama linijinės geometrijos matais erdvinėje 2-jų dimensijų sistemoje. Esant tokiam skaitmeniniam atvaizdavimui galima daryti išvadą, kad tam tikroje vietoje ‘kelias’ kerta ‘upę’, tačiau negalima nustatyti, kuris objektas yra viršuje, o kuris yra apačioje. (Supaprastiname situaciją darydami prielaidą, kad upės ir kelio geoobjektai yra nutraukti susikirtimo taške.)

Šią problemą galima išspręsti be ryšių aprašymo. Pvz., mes galime ‘kelio’ ir ‘upės’ geoobjektų tipams turėti papildomą atributą (pvz., Z-būklė). Geoobjektas, kurio ‘Z-būklės’ reikšmė didesnė, turi praeiti virš kito geoobjekto. Tačiau tokie atributai negali būti gaunami mechanškai pagal duomenų sandarą.

Šiuo metu laikomasi nuomonės, kad tokia informacija turi būti modeliuojama tiesioginiais sąryšiais [33-37]. Turi būti aprašyti sąryšių tipai (*relationship type*). Mūsų atveju sąryšio tipas vadintųsi ‘kelias kerta upę’. Šio sąryšio tipo atveju susiejami du geoobjektai, geoobjekto tipas ‘kelias’ ir geoobjekto tipas ‘upė’. Sąryšio tipas nustato du vaidmenų tipus (*role types*), vienas vadinasi ‘kelias’, kitas – ‘upė’. Kadangi turime tik du vaidmenys, tai vadinama dvigubu geoobjektų sąryšiu (*binary feature relationship*). Geoobjekto tipas ‘kelias’ apibrėžiamas kaip apimantis ‘kelio’ vaidmens tipą. Tokiu būdu geoobjekto tipas ‘kelias’ gali veikti kaip sąryšio vaidmuo ‘kelias’. Informacija apie tai, kaip kelias kerta upę gali būti suprasta pagal sąryšių atributiką, kadangi tai jau nėra informacija apie atskirus geoobjektus.

Kitu atveju situaciją galima nagrinėti kai geoobjektų tipai ‘kelias’ ir ‘upė’ yra pakeičiami geoobjekto tipu ‘linijinis geoobjektas’. Naujas dvigubo sąryšio tipas apibrėžiamas vaidmenų tipais ‘kertantis’ ir ‘kertamas’. Geoobjektas kuris kerta yra aukščiau, o geoobjektas kuris kertamas – žemiau. Abu vaidmenų tipai apibrėžia geoobjekto tipą ‘linijinis geoobjektas’ arba kokį nors geoobjekto tipą kuris pakeičia jį. Tokiu būdu šis sąryšio tipas gali būti naudojamas kelių susikirtimams su upėmis ir atvirkščiai, kelių susikirtimams su keliais modeliuoti. Šis sąryšis neturi jį aprašančių atributų, todėl negali aprašyti vieno lygio kelių ir upių susikirtimų.

Visi realaus pasaulio objektai turi ryšius su kitais objektais. Šie ryšiai gali būti suskaidyti į trys kategorijas : topologiniai, erdviniai ir bendrieji [40].

4.1.1 TOPOLOGINIAI RYŠIAI

Pvz., redaguojant elektros perdavimo linijos objektus, būtina įsitikinti, kad linijos tikrai sujungtos, nes tik tada galima atlikti tinklo trasavimo analizę. Korektiškam redagavimui užtikrinti susijungę objektai aprašomi topologinių ryšių rinkiniu. Topologiniai ryšiai taikomi kuriant

geometrinį linijų tinklą arba linijų ir plotų topologiją. Linijų ir plotų topologija sudaro galimybę kurti teisingus plotus, t.y. plotus, kurių ribos sutampa su juos formuojančiomis linijomis.

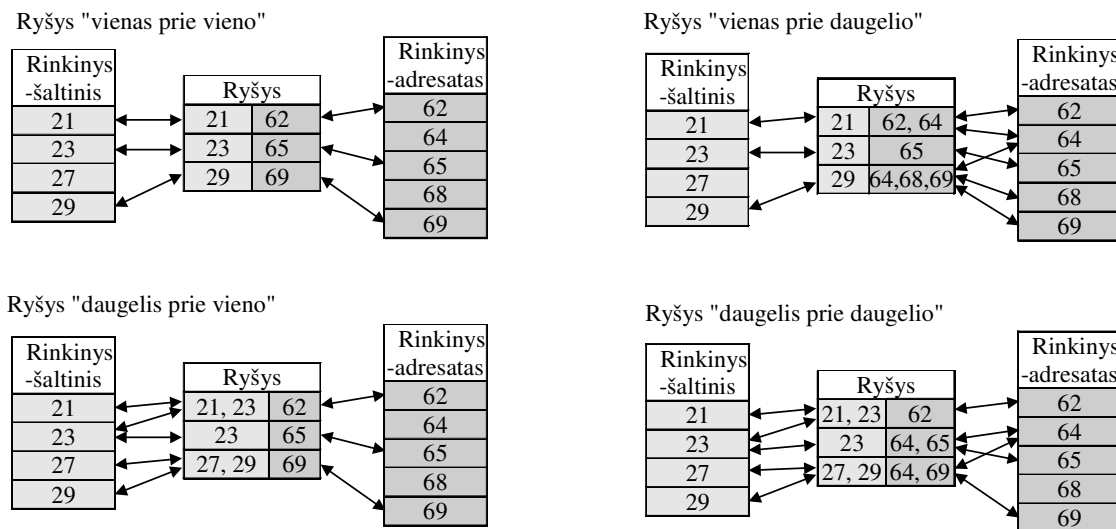
4.1.2 ERDVINIAI RYŠIAI

Dirbant su žemėlapiu, kuriame yra kvartalai, gyvenamieji pastatai ir mokyklos, gali reikti nustatyti, kuriame kvartale yra mokykla, o kuriame nėra nieko. Pagrindinės erdvinės analizės funkcijos nustato, kurie objektai yra viduje, išorėje, liečiasi ar persidengia su kitu objektu. Erdviniai ryšiai nustatomi remiantis objektų geometrija. Erdviniai ryšiai nusako ar objektai liečiasi, sutampa, persidengia, ar patalpinti vienas kitame. Pvz., kurių namų kontūrai patenka į tam tikrus sklypus.

4.1.3 BENDRIEJI RYŠIAI

Objektai gali turėti ryšius nematomus žemėlapyje. Pvz., sklypas susijęs su savininku, bet savininkas nėra žemėlapio objektas. Bendrieji ryšiai jungia sklypą su savininku. Kai kurie žemėlapio (realaus pasaulio) objektai turi erdvinius ryšius, tačiau šie erdviniai ryšiai nėra aiškiai apibrėžti. Pvz., elektros skaitiklis yra netoli transformatoriaus, bet jis nesiliečia su transformatoriumi. Tankiai užstatytose teritorijose skaitikliai gali būti išsidėstę arti vienas kito ir tai apriboja erdvinių ryšių panaudojimą. Todėl šiuos objektus (skaitiklius ir transformatorius) gali sieti bendrieji ryšiai. Bendrieji ryšiai leidžia modeliuoti ryšius tarp objektų, kurie negali būti vienareikšmiškai arba automatizuotai nustatyti remiantis objektų geometrija ar topologija (4.1 pav.).

Bendrieji ryšiai formuoja nuolatinį ryšį tarp erdvinio arba neerdvinio objekto iš “rinkinio šaltinio” ir tarp erdvinio arba neerdvinio objekto iš “rinkinio adresato” (4.1 pav.)



4.1 pav. Pagrindiniai bendrųjų ryšių tipai

Bendrieji ryšiai aprašomi gausumo kriterijumi: “vienas prie vieno”, “vienas prie daugelio”, “daugelis prie daugelio”.

Ryšys “vienas prie vieno” gali būti nustatytas tarp kelio erdvinio objekto (geoobjekto) ir eilutės išorinėje (ne geoobjekto) lentelėje, kurioje saugoma informacija apie remonto darbus.

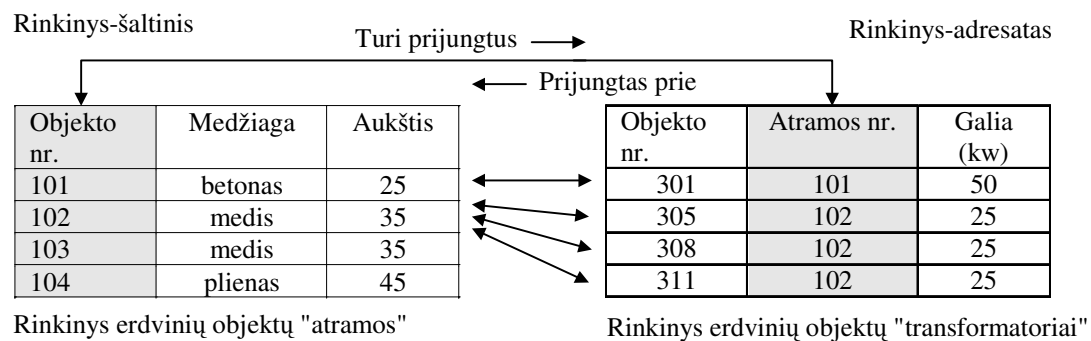
Ryšys “vienas prie daugelio” gali būti nustatytas tarp kelio erdvinio objekto ir eismo įvykių duomenų rinkinio.

Ryšys “daugelis prie daugelio” gali būti nustatytas tarp daugelio kelių erdvinių objektų ir daugeliu statybos darbų vykdytojų.

Paimkime sąryšį tarp namų rinkinio ir biurų, kurie juos parduoda. Juos gali atstoti geoobjektų tipai ‘namai’ ir ‘biurai’ [33-37]. “Namų” ir ‘biurų’ geoobjektų tipų padėtis realiaame pasaulyje gali būti apibrėžta taško geometrija.

Problema gali būti išspręsta be sąryšių pagalbos. Pvz., galima nustatyti, kad geoobjekto tipas ‘biuras’ turėtų tekstinį atributą ‘biuro pavadinimas’ ir geoobjekto tipas ‘namas’ turėtų tekstinį atributą ‘parduodančio biuro pavadinimas’. Geoobjektas ‘namas’, kurio atributas ‘parduodančio biuro vardas’ atitinka geoobjekto ‘biuras’ atributą ‘biuro pavadinimas’, yra susijęs su atitinkamu biuru. Tačiau toks atributų interpretavimas negali būti mechaniškai numatytas duomenų sandaroje. Alternatyva yra tiesiogiai modeliuoti sąryšius. Tai gali būti modeliuojama dvigubu sąryšiu, kuriame yra du vaidmenys – ‘namas’ ir ‘biuras’. Šiame pvz. sąryšis gali apimti daugiau negu du geoobjektus. Šis sąryšis visada apims biurą, bet namų gali įtraukti keletą. Tai sąryšio tipas ‘vienas su daugeliu’.

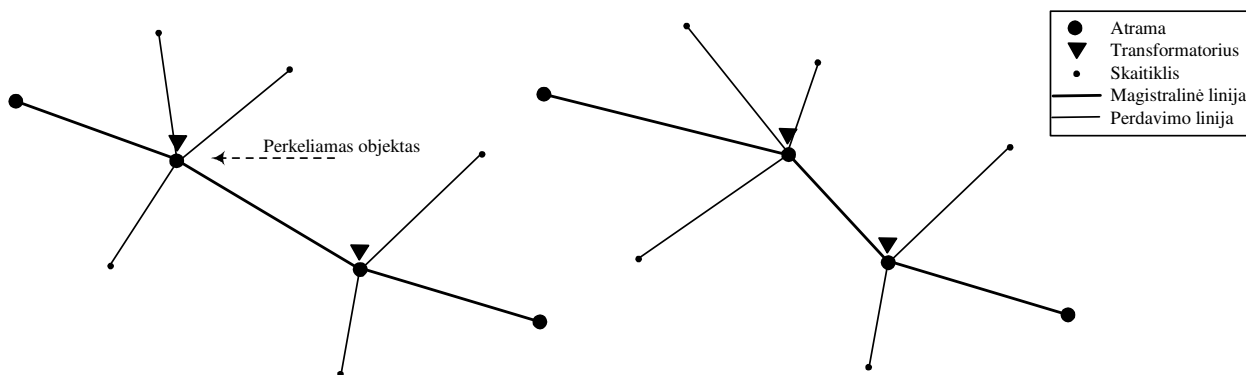
Kaip dar vieną pavyzdį galima išnagrinėti atramos ir transformatoriaus ryšį. Ryšio tarp atramos ir transformatoriaus tipas – “vienas prie daugelio” (4.2 pav.).



4.2 pav. Ryšys tarp atramos ir transformatoriaus

Erdvinių objektų “atramos” rinkinys priimamas kaip rinkinys-šaltinis, kadangi transformatoriai statomi ant atramų. Ryšys atrama-transformatorius laikomas sudėtinu, kadangi transformatorius gali egzistuoti tik esant atramai. Atramoje gali būti įrengti 3 transformatoriai arba atrama gali būti be transformatorių, todėl reikia nustatyti ryšio taisykles, kurios atspindėtų nusakytus apribojimus.

Sudėtiniai ryšiai užtikrina, kad rinkinyje-šaltinyje perkeliant arba naikinant objektą, su juo susietas objektas iš rinkinio-adresato bus taip pat perkeltas arba panaikintas (4.3 pav.).



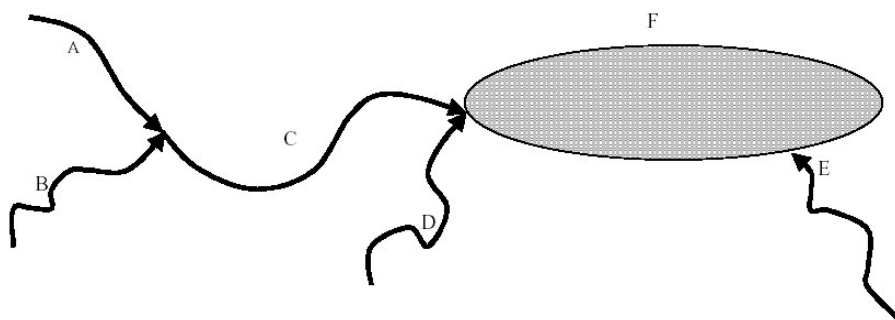
4.3 pav. Sudėtinis ryšys tarp atramos ir transformatoriaus

4.2 VAIDMENŲ IR GEOOBJEKTŲ TIPAI

Geoobjektai dalyvaujantys sąryšyje gali atlikti skirtingas funkcijas ar vaidmenis. Pavyzdžiui, modeliuojant upių srautus, dvigubas sąryšio tipas vadinamas ‘upė-srautai’. Gali būti du vaidmenys – ‘srautai iš’ ir ‘srautai į’.

Geoobjektai gali turėti 0 ir daugiau vaidmenų tipų ir taip apibrėžti, kuriuose ryšiuose geoobjektas gali dalyvauti. Tęsiant ‘upė-srautai’ pvz., vaidmenys ‘srautai iš’ ir ‘srautai į’ apibrėžia geoobjekto ‘upė’ tipą. T.y. tik geoobjekto tipo ‘upė’ geoobjektai gali dalyvauti ‘upė-srautai’ sąryšyje. Tai yra neįmanoma sukurti ‘upė-srautai’ tipo ryšį tarp dviejų kelių.

Tas pats vaidmens tipas gali būti nustatytas daugiau nei vienam geoobjekto tipui. Taigi vaidmens tipas ‘srautas į’ gali būti priskirtas geoobjekto tipui ‘jūra’. T.y. upė gali tekėti į jūrą. Tačiau kadangi vaidmens tipas ‘srautas iš’ nebuvo priskirtas geoobjekto tipui ‘jūra’, jūra negali tekėti į upę.



4.4 pav. Upių ir jūros vaidmenys ir sąryšiai

4.4 pav. F yra jūra, A, B, C, D, E – upės; upės teka į jūrą. Paveiksle yra penki sąryšio ‘upė-srautai’ atvejai: A į C, B į C, C į F, D į F, E į F. Pvz., upė A ‘srautas į’ upę C, tuo tarpu upė C ‘srautas iš’ upės A ir B. 2-2 pav. tas pats pavyzdys pateiktas kitaip - aiškiai matosi sąryšiai, bet neparodyta geoobjektų geometrija. Upių geoobjektai turi du vaidmenys, geoobjektas jūra – vieną.

4.3 IŠVADOS

Ryšiai aprašyti 4 skyriuje nekuriami formuojant stambaus mastelio skaitmeninių žemėlapių duomenų bases. Šių ryšių įvertinimas svarbus numatant tolimesnį stambaus mastelio duomenų panaudojimą. Tai reiškia, kad stambaus mastelio skaitmeninių žemėlapių duomenys turi būti paruošti taip, kad sekančiu etapu būtų galima nustatyti reikiamus ryšius.

Nustačius topologinius ir erdvinis ryšius atsiranda galimybė formuoti plotinius objektus, geometrinį tinklą. Tai naudinga taikant stambaus mastelio skaitmeninių žemėlapių duomenis planams spausdinti ir inžinerinių komunikacijų geoduomenų bazėms formuoti.

4-ame skyriuje nurodytos galimų ryšių tarp objektų savybės buvo įvertintos sudarant topografinių ir inžinerinių komunikacijų geoobjektų katalogus.

5. GEODUOMENŲ MODELIO SANDAROS TYRIMAI

5.1 STAMBAUS MASTELIO GEODUOMENŲ MODELIO POREIKIO ANALIZĖ

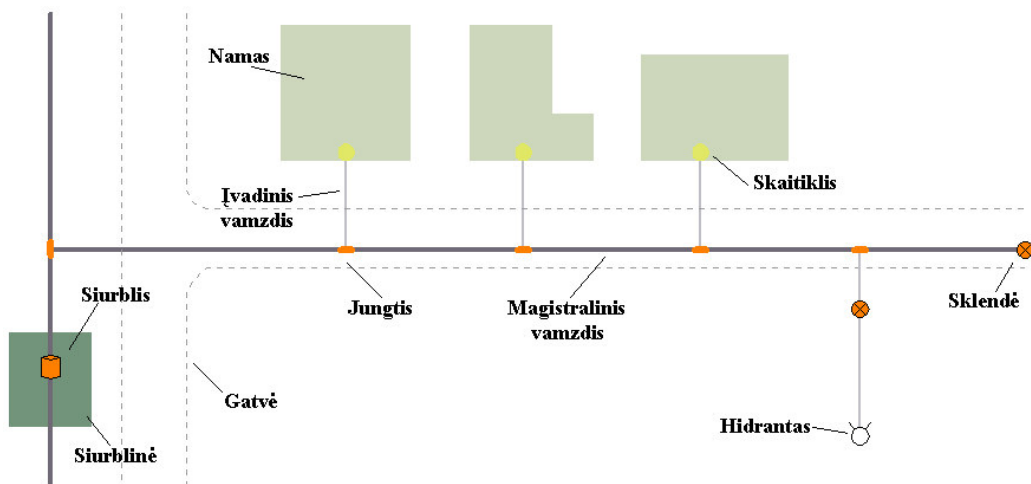
Stambaus mastelio geoduomenų kaupimas netaikant jokio geoduomenų modelio tolygus “skaitmeninio vaizdo” kaupimui kompiuterinėje laikmenoje. Tai tarsi atitinka analoginį planą kompiuteryje. Tokiu būdu šiuo metu dažnai formuojami brėžiniai CAD programinės įrangos platformoje. Toks geoduomenų kaupimas pateisinamas tada, kai geoduomenys kaupiami vienkartiniam uždaviniui. Taip suformuotas geoduomenų rinkinys netinkamas kai duomenis reikalinga koreguoti, pildyti.

Stambaus mastelio geoduomenys kaupiami turint tikslą juos naudoti pakartotinai – pildyti pagal poreikį tam tikrose teritorijose, pateikti įvairioms organizacijos, panaudoti aukštesnių lygmenų geoduomenims atnaujinti. Todėl geoduomenys turi būti standartizuoti atsižvelgiant į geoduomenų modelius, kurie naudoja stambaus mastelio geoduomenis. Tam neturi sudaryti kliūčių programinės įrangos, kurių pagalba kuriami geoduomenys, techniniai parametrai. Reikia pažymėti, kad tai liečia tiek GIS tiek CAD platformos programines įrangas. Mokslinių tyrimų eigoje sudarytas stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geoobjektų katalogas (1 priedas) įvertina šiuo metu plačiai stambaus mastelio geoduomenims konstruoti naudojamas GIS ir CAD platformos programines įrangas.

5.2 INŽINERINIŲ KOMUNIKACIJŲ GEODUOMENŲ MODELIO SANDARA

Stambaus mastelio geoduomenys apima inžinerinių komunikacijų geoobjektus. Inžinerinių komunikacijų geoobjektai dažnai susiję tarpusavyje erdviniais ryšiais. Stambaus mastelio geoduomenų modelis neapima visų galimų inžinerinių komunikacijų geoobjektų realių ryšių, kadangi tai komplikuotų duomenų sudarymą. Mokslinių tyrimų tikslu buvo išanalizuoti inžinerinių komunikacijų geoduomenų modelių pagrindai ir nustatyta, kokius pagrindinius inžinerinių komunikacijų objektų tarpusavio ryšius specifikuoti stambaus mastelio geoduomenų modelyje. Inžinerinių komunikacijų modelių analizei pasirinkti vandentiekio įrenginiai.

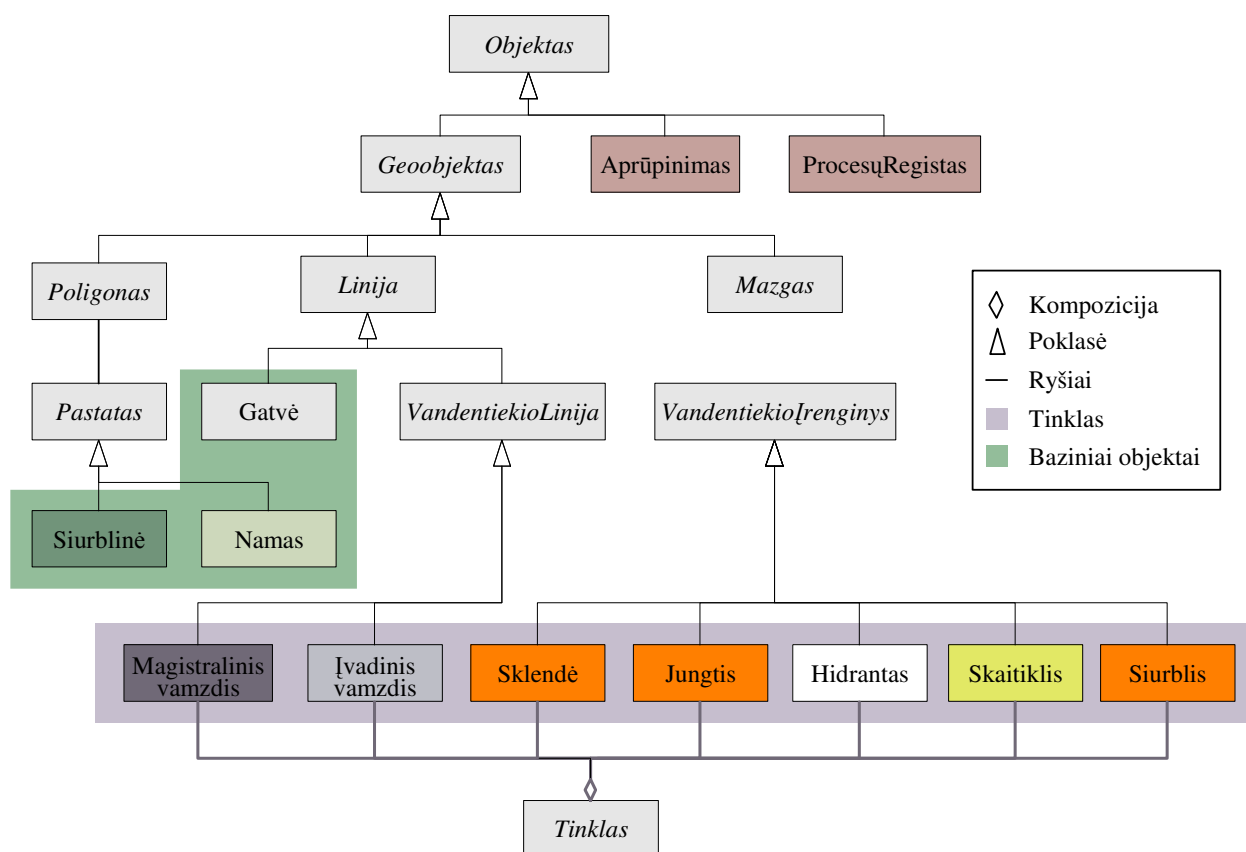
5.1 pav. pavaizduota vandens paskirstymo sistemos dalies schema. Tai aukšto spaudimo tinklas reguliuojamas įvairiais prietaisais. Siurblys užtikrina vandens judėjimą vamzdžiais (magistraliniais ir įvadiniais), kurie tarpusavyje susiję per jungtis. Sklendės ir hidrantai reguliuoja vandens srautus.



5.1 pav. Vandens paskirstymo sistemos infrastruktūros objektų tipai ir erdviniai ryšiai

Vandentiekio geoduomenų modelio tikslas padėti valdyti inventorių, sudaryti žemėlapius ir atlikti tinklo analizę. Remiantis tuo, patogų objektus skirstyti į du tipus: bazinius ir vandentiekio įrenginius. Terminas baziniai objektai, taikomas pagrindiniams objektams, kurie apibrėžia geografinę situaciją, pvz., namai, gatvės. Baziniai objektai nedalyvauja tinklo analizėje. Nagrinėjamame pvz. bazinių objektų tipai yra siurblinė, namas, gatvė; vandentiekio įrenginių objektų tipai yra magistralinis vamzdis, įvadinis vamzdis, jungtis, skaitiklis, sklendė, hidrantas. Visi šie objektų tipai reikalingi modeliuojant tinklą ir siekiant atlikti tinklo analizės operacijas, tokias kaip tinklo trasavimas ar srautų prognozė. Tinklo trasavimo uždaviniams spręsti naudojami topologiniai susijungimai tinkle ir informacija apie vamzdžius bei jungtis. Srautų prognozė naudojama apskaičiuoti vandens srautams tinklo susijungimuose ir vandens suvartojimo duomenims gauti. 5.1 pav. pavaizduoti visi svarbiausi objektų tipai su erdviniais ryšiais, kurie turi būti įtraukti į modelį.

Kitas žingsnis yra nustatyti objektų tarpusavio sąsajas ir efektyviausią ryšių realizaciją. 5.2 pav. pavaizduotas teorinis vandentiekio objektų modelis, kuris naudoja unifikotą modeliavimo kalbą (*Unified Modeling Language, UML*), kad parodyti objektus ir ryšius tarp jų. Kad modelis būtų aiškesnis, panaudotos skirtingos spalvos ir kodavimas. *UML* modeliai yra “medžio” struktūros tipo, kurio kiekvienas langelis yra objektų klasė, o linijos nustato kaip viena klasė panaudoja dalį iš kitos klasės esančios aukščiau medyje.



5.2 pav. pavaizduotas teorinis vandentiekio objektų modelis

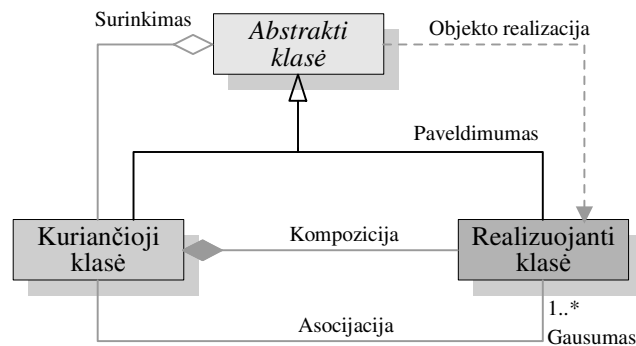
5.3 TOPOGRAFINIŲ GEODUOMENŲ MODELIO SANDARA

Geoduomenų modeliai aprašomi UML diagramomis. UML diagramose naudojamos 3 klasių (objektų rinkinių) kategorijos: abstrakčios, kuriančios ir realizuojančios klasės (5.3 pav.).

Abstrakti klasė (*abstract class*) negali būti naudojama objektų sukūrimui, ji naudojama kaip pagrindas poklasiams. Pvz. klasė “linija” gali būti abstrakčia klase poklasiams “pirminė linija” ir “antrinė linija” (5.5 pav.).

Kuriančioji klasė (*creatable class*) pateikia objektus, kuriuos galima sukurti tiesiogiai, naudojant konkrečioje programinėje įrangoje taikomą objektų aprašymo sintaksę. Pvz. *Visual Basic* aplinkoje šitas veiksmas išreiškiamas sintakse *Dim As New <object>* arba *CreateObject(<object>)*.

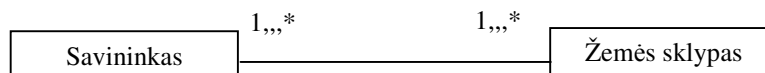
Realizuojanti klasė (*instantiable class*) negali tiesiogiai kurti naujų objektų, bet šios klasės objektai gali būti kuriami kaip kitos klasės savybė (*property*) arba gali būti kuriami kitos klasės funkcijomis.



5.3 pav. UML diagramos žymėjimai

Tarp abstrakčių, kuriančių ir realizuojančių klasių galimi kelių tipų ryšiai – asociacijos (*associations*), gausumas (*multiplicity*), paveldimumas (*inheritance*), realizacija (*instantiation*), surinkimas (*aggregation*), kompozicija (*composition*) [40]. Siekiant supaprastinti ryšių suvokimą, tolimesniuose pavyzdžiuose vietoje sąvokos “klasė” naudojama sąvoka “duomenų rinkinys”.

Asociacijos atvaizduoja ryšius tarp objektų rinkinių. Asociacijos turi įvairių ryšių gausumą iš kiekvienos pusės (5.4 pav.).



5.4 pav. Asociacijos ir ryšių gausumas

Pav. 5.4 – savininkas gali turėti vieną ir daugiau sklypų, o sklypas gali priklausyti vienam arba keliems savininkams.

Gausumas nurodo apribojimus objektų kiekiui, kurie gali būti asocijuoti su kitu objektu. Gausumas nusakomas sekančiais:

1 – vienas ir tik tai vienas. Šios asociacijos rūšies žymėjimas nebūtinai, jeigu nepažymima nieko, suprantama “1”.

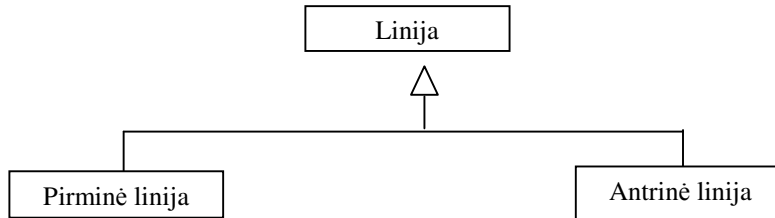
0..1 – nulis arba vienas.

M..N – nuo M iki N (teigiamas sveikasis skaičius).

* arba 0..* - nuo nulio iki bet kokio teigiamo skaičiaus.

1..* - nuo vieno iki bet kokio teigiamo skaičiaus.

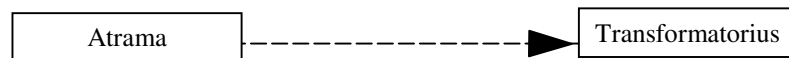
Paveldimumas apibrėžia specializuotus objektų rinkinius, kurie naudoja savybes ir metodus iš aukštesnės klasės objektų rinkinio, o taip pat turi nuosavų papildomų savybių ir metodų (5.5 pav.).



5.5 pav. Paveldimumas apibrėžia specializuotus objektų rinkinius

Pav. 5.5 nurodyta, kad objektų rinkiniai “pirminė linija” ir “antrinė linija” yra abstrakčios (ir aukštesnės) klasės “linija” specializuoti tipai.

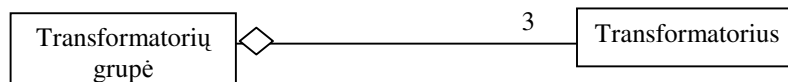
Realizacija apibrėžia, kad vieno rinkinio objektas turi metodą, su kurio pagalba jis gali sukurti kito rinkinio objektą (5.6 pav.).



5.6 pav. Realizacija

5.6 pav. parodyta, kad objektas “atrama” turi metodą objektui “transformatorius” sukurti.

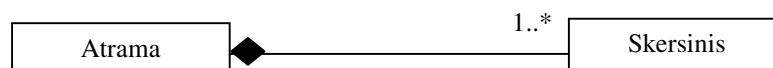
Surinkimas yra asimetrinė asociacija, kurioje vieno rinkinio objektai laikomi kaip “vienetai”, susidedantys iš kito rinkinio objektų, kurie laikomi “dalimis” (5.7 pav.).



5.7 pav. Surinkimas yra asimetrinė asociacija

Transformatorių grupėje paprastai yra trys transformatoriai. 5.7 pav. pavaizduota, kad transformatoriai gali būti asocijuoti su transformatorių grupe, bet transformatoriai gali egzistuoti ir po objekto “transformatorių grupė” panaikinimo.

Kompozicija yra griežtesnė ryšio tipo “surinkimas” forma, kurioje objektai iš rinkinio “vienetai” kontroliuoja objektų iš “dalių” rinkinio egzistavimą (5.8 pav.).

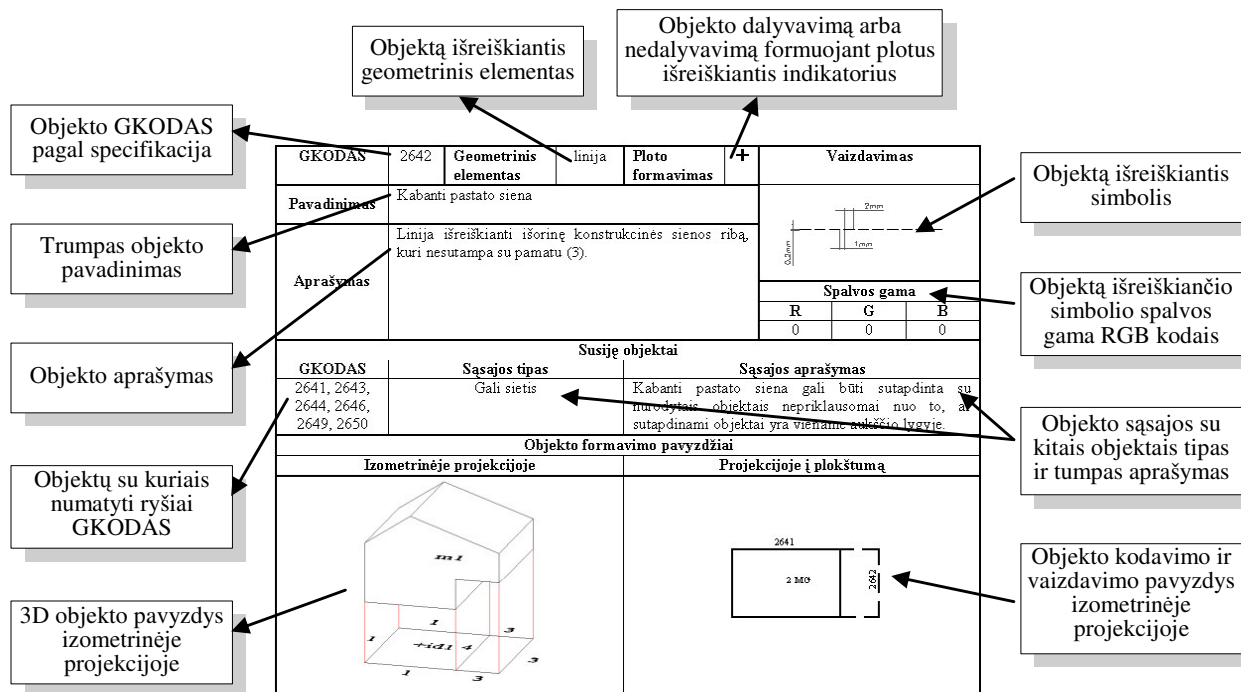


5.8 pav. Kompozicija yra griežtesnė ryšio tipo “surinkimas” forma

Atrama turi vieną ar daugiau skersinių. 5.8 pav. pavaizduota, kad jeigu naikinama atrama, taip pat naikinamas objektas “skersinis”.

5.4. STAMBAUS MASTELIO SKAITMENINIO ŽEMĖLAPIO GEOOBJEKTŲ KATALOGO MAKETAS

Sudarytas stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geobjektų katalogas pateiktas 1 priede. Į katalogą įtrauktų geobjektų kortelių sandara pavaizduota 5.9 pav.



5.9 pav. Stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geobjekto kortelės sandara

Stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geobjektų kataloge panaudoti mokslinių tyrimų ataskaitoje “Vietovės objektų modeliavimo analizė ir stambaus mastelio kartografavimo specifikacijos formavimas” [44] suformuotos specifikacijos geobjektų parametrai. Parametrų atitikmenys pateikti 5.1 lentelėje.

5.1 lent. Parametrų atitikmenys.

Stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geobjektų katalogo parametras	Stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geobjektų specifikacijos parametras
GKODAS	GKODAS projektinis skaitinis
Geometrinis elementas	Geometrinis elementas
Pavadinimas	Objektas

5.5 IŠVADOS

4 skyriuje aprašytų ryšių taikymas leidžia realizuoti geoduomenų modelį. Kokie ir kaip erdviniai ryšiai bus taikomi priklauso nuo konkrečios paskirties geoduomenų modelio. Realūs erdviniai ryšiai aprašomi geoduomenų modelyje. Realų erdvinių ryšių tarp vietovės objektų perkėlimas į geoduomenų bazę reikalauja laikytis tam tikrų geoobjektų konstravimo taisyklių. Stambaus mastelio geoduomenų modelis neapima visų galimų inžinerinių komunikacijų geoobjektų realių ryšių, kadangi tai komplikuočių duomenų sudarymą.

Stambaus mastelio geoduomenų modelio pateikti diagramų forma nėra tikslinga, kadangi sąsajos tarp objektų arba nėra būtinos, arba jų yra be galo daug. Geoobjektų konstravimo taisyklės nusakytos katalogo lentelėse, taikant galimus sąsajų tipus bei objektų formavimo pavyzdžius. Numatyti šie sąsajų tipai – gali sietis, turi sietis. Sąsajos tipas “gali sietis” nusako, kad nurodyti objektai gali būti sutapdinti, kadangi yra logiškai susiję, tačiau gali būti išimčių. Sąsajos tipas “turi sietis” nusako, kad nurodyti objektai turi būti sutapdinti, kadangi yra logiškai arba funkciškai susiję. Plotų identifikatorių atveju nurodyti linijiniai objektai, kurie “turi sietis”, reiškia, kad nurodyti linijiniai objektai formuoja plotą ir jie tarpusavyje turi būti sutapdinti.

BENDROSIOS IŠVADOS

Europiniai standartai reglamentuoja geografinių duomenų kaupimo koncepciją, kurios turi būti laikomasi kuriant nacionalinius standartus. Nacionaliniai standartai turi apimti mažiausiai du lygmenis:

- nacionalinį, kurio pagrindu gali būti formuojami Europinio lygmens topografinių duomenų rinkiniai;
- lokalųjį, kurio pagrindu gali būti atnaujinami nacionalinio lygmens topografinių duomenų rinkiniai.

Šiuo metu svarbu suderinti skirtingas dėl topografiniams rinkiniams formuoti taikomų technologijų nacionalinio ir lokalaus lygmenų specifikacijas. Svarbu suteikti nacionalinio lygmens topografinių duomenų rinkinių atnaujinimo prioritetą lokaliai lygmeniui, nustatyti temų ir objektų tipus. Turi būti nustatyti lokalaus lygmens kokybės valdymo principai, kad rezultatai atitiktų reikalavimus.

Stambaus mastelio pagrindu sudaryti skaitmeniniai topografinių duomenų rinkiniai tampa aktualūs ne tik tradiciniams naudotojams, tokiems kaip inžinerinių komunikacijų eksploatuotojai ar statinių projektuotojai, bet ir gelbėjimo tarnyboms, telekomunikacijos, transportavimo įmonėms, savivaldybės, aplinkos valdymo institucijoms. Reikalinga suderinti mokslinių tyrimų eigoje sudaryto stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geoobjektų katalogo turinį su visomis šiais duomenimis suinteresuotomis organizacijomis ir taip nustatyti galutinius lokalaus lygmens reikalavimus.

Mokslinių tyrimų eigoje sudarytame stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geoobjektų kataloge (1 priedas) įvertinti erdviniai objektų tarpusavio ryšiai, kurie yra svarbūs numatant tolimesnį stambaus mastelio duomenų panaudojimą. T. y. sudarant stambaus mastelio skaitmeninių žemėlapių duomenis pagal pateiktame kataloge nusakytas geoobjektų konstravimo taisykles, sekančiu etapu galima nustatyti topologinius ir erdvinius ryšius, kurie sudaro galimybę formuoti plotinius objektus, geometrinį tinklą. Tai naudinga taikant stambaus mastelio skaitmeninių žemėlapių duomenis planams spausdinti ir inžinerinių komunikacijų geoduomenų bazėms formuoti.

Mokslinių tyrimų eigoje buvo įvertintos kompiuterinių sistemų taikymo stambaus mastelio planams braižyti galimybės. Atlikus šią studiją buvo sudarytas stambaus mastelio skaitmeninio žemėlapių geoobjektų simbolių katalogas (2 priedas).

LITERATŪRA

1. Dassonville L., Vauglin F., Jakobsson A., Luzet C.: Quality Management, Data Quality and Users, Metadata for Geographical Information, In Spatial Data Quality, edited by Wenzhong Shi et. al., Tayltor & Francis (2002) 313 p., 202-215
2. GI2000: <http://www.ec-gis.org/copygi2000/>
3. Hancock, T.: Reference Data White Paper (v.1.1a). ETeMII project consortium (2001), 48 p.
4. Harbeck, R.: Die Modellierung der Geobasisdaten des amtlichen Vermessungswesens AFISALKIS-ATKIS, Einführung in die Thematik. Powerpoint presentation at Workshop AFISALKIS-ATKIS-Modellierung, Hannover, at <http://www.advonline.de/english/publications/index.htm> (2002)
5. Harrie L.: An optimisation Approach to Cartographic Generalisation. Doctoral Dissertation, Lund university, (2001) 204p.
6. INSPIRE: INSPIRE Data Policy & Legal Issues Working Group Position Paper. DPLI working group, Enviroment Agency for England and Wales, at http://inspire.jrc.it/reports/position_papers/inspire_dppl_pp_v12_2_en.pdf (2002) 45 p.
7. Jakobsson, A.: User Requirements for Mobile Topographic Maps. Report of the GiMoDig project, at <http://gimodig.fgi.fi/deliverables.php> (2003) 93 p.
8. Jakobsson, A. 2002 Data Quality and Quality Management – Examples of Quality Evaluation Procedures and Quality Management in European National Mapping Agencies, In Spatial Data Quality, edited by Wenzhong Shi et. al., Taylor & Francis (2002) 313 p., 216-229.
9. Jakobsson, A., Salo-Merta, L.: Definition of a Basic Topographic Framework for National GI Policy –One Database for All Basic Topographic Data. In Proceeding of the 20th International Cartographic Conference, Volume 4 (2001) 2197-2205
10. Jakobsson, A., Takala P. (eds.) Use and importance of geographic data sets in Finland, Report of national council on geographic information (2003), in Finnish
11. Jakobsson, A., Vauglin, F (eds.): Report of a questionnaire on data quality in national mapping agencies, CERCO working group on quality, internal publication. (2000) 24 p.
12. Jakobsson, A., Vauglin, F.: Status of Data Quality in European National Mapping Agencies, Proceeding of the 20th International Cartographic Conference, Volume 4, (2001) 2875-2883.
13. Kemp, K.: Fields as a Framework for Integrating GIS and Environmental Process Models. Part 1: Representing Spatial Continuity. Transactions in GIS 1, (1997) 219-233.
14. Kilpeläinen, T.: Multiple Representation and Generalisation of Geo-Databases for Topographic Maps. Doctorate thesis, Publication of the Finnish Geodetic Institute, No. 124 (1997)
15. Lamy, S., Ruas, A., Demazeau Y., Jackson M., Mackaness W.A., Weibel, R.: The application of agents in automated map generalization, In Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa (1999) 1225-1234
16. Lillethun A. (ed.): Environmental Thematic User needs - Position paper, version 2. INSPIRE Environmental Thematic Coordination Group, European Environmental Agency, at http://inspire.jrc.it/reports/position_papers/inspire_etc_pp_v2_3_en.pdf (2002) 154 p.
17. Longely P., Goodchild M., Marguire D., Rhind D.: Geographic information Systems and Science, John Wiley & Sons, Ltd. (2001) 454 p.
18. Näräkkä, J. National Spatial Data policies and infrastructures, Report of Finnish advisory board on geographic information, (2002)
19. Ordnance Survey: Digital National Framework, An Introduction. Consultation paper 1/2000, Ordnance Survey, March 2000 (2000)

20. Ordnance Survey: Digital Identifiers. Consultation paper 3/2000, Ordnance Survey, April 2000 (2000)
21. Peuquet, D.: Representations of Geographic Space: Toward a Conceptual Synthesis. *Annals of the Association of American Geographers* 78, (1988) 375-94
22. Rase, D., Björnsson A., Probert, M., Haupt, M-F. (eds): Reference Data and Metadata Position Paper. Eurostat, at http://inspire.jrc.it/reports/position_papers/inspire_rdm_pp_v4_3_en.pdf (2002)
23. Rhind D. (ed.): Framework for the world. *GeoInformation International* (1997) 325 p.
24. Ruas, A.: The roles of meso objects for generalization. In proceedings of the 9th Spatial Data Handling Symposium, Beijing (2000) 3b50-3b63
25. Salo-Merta L., Helokunnas T.: Evolution of geographic information management. In *Finnish Journal of the Surveying Sciences*, volume 20, no. 1-2 (2002) 48-63
26. Sarjakoski, T., Sarjakoski, L. T., Lehto, L., Sester, M., Illert, A., Nissen, F., Rystedt, R. and Ruotsalainen R.: Geospatial Info-mobility Services — A Challenge for Interoperability and National Mapping Agencies. *Proceedings of the 5th AGILE Conference on Geographic Information Science*, Palma (Mallorca), Spain, April 25–27, (2002) 585–589.
27. Schuurman N.: Critical GIS: Theorizing an Emerging Science. Monograph 53, *Cartographica* Volume 36, Number 4, (1999) 112 p
28. Shiell, D.: OS Plans and vision, presentation at a seminar for local and central government organizations in Scotland exploring the impacts of the Digital National Framework and Positional Accuracy programmes. 22nd March 2001 (2001)
29. U.S. Geological Survey: The National Map: Topographic Mapping for the 21st Century: Reston, Va., Office of the Associate Director for Geography, U.S. Geological Survey (2001)
30. Vertanen A., Vajavaara R. (eds.): Maps and Geographic Information – part of a viable society, Strategy for National Mapping 2001-2010, Publications of the Ministry of Agriculture and Forestry 2/2002, Helsinki, (2002) 28 p
31. Vertanen A., Vajavaara R. (eds.): The Geographic Information Strategy to the administration areas in the Ministry of Agriculture and Forestry – follow-up and directions 2001, Publications of the Ministry of Agriculture and Forestry 3/2001, Helsinki, (2002), 25 p.
32. Zhang J., Goodchild M. (eds.): Uncertainty in Geographical Information. Taylor & Francis (2002) 266 p.
33. Cook, Steve, and John Daniels, *Designing Objects Systems: Object-Oriented Modeling with Syntropy*, Prentice Hall, New York, 1994, xx + 389 pp.
34. Open GIS Consortium, 1997. OGC Technical Committee Policies and Procedures, Wayland, Massachusetts. <http://www.opengis.org/techno/development.htm>.
35. Open GIS Consortium, 1997. The OGC Technical Committee Technology Development Process, Wayland, Massachusetts. Available via the <http://www.opengis.org/techno/development.htm>.
36. Open GIS Consortium, 1999. Topic 0, Abstract Specification Overview, Wayland, Massachusetts. <http://www.opengis.org/techno/specs.htm>.
37. OpenGIS™ Abstract Specification, OpenGIS™ Project Documents 99-100 through 99-116, <http://www.opengis.org/techno/specs.htm>.
38. Bernhardsen T. *Geographic Information Systems*. Norwegian Mapping Authority, 1992.- P. 132-153.
39. Burrough P. A. and McDonnell R. A. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, 1998.-P. 61-66.
40. Zeiler M. *Modeling Our World*. California: Environmental Systems Research Institute, 1999.- P. 161-168.

41. British Columbia Specifications and Guidelines for Geomatics. Content Series Volume 4. Digital Baseline Mapping at 1:5 000/1:2 500, Release 2.0, Ministry of Environment, Lands and Parks Geographic Data BC. Province of British Columbia, 1991.
42. OS MasterMap™ real-world object catalogue, v1.0. The national mapping agency of Great Britain, 2001.
43. SOSI standard, v 2.2. States kartverk, 1995.
44. Vietovės objektų modeliavimo analizė ir stambaus mastelio kartografavimo specifikacijos formavimas, Nacionalinė žemė tarnyba prie žemės ūkio ministerijos, mokslinių tyrimų ataskaita, Vilnius, 2003.

PRIEDAI