
IŠ DALIES EUROPOS SOCIALINIO FONDO LĖŠOMIS FINANSUOJAMAS PROJEKTAS "LIETUVOS GEOGRAFINĖS INFORMACIJOS
VALDYTOJŲ KVALIFIKACIJOS KĖLIMAS" (NR. BPD2004-ESF-2.2.0-02-05/0143)

Valstybės tarnautojų mokymo programa
GEOGRAFINĖS INFORMACIJOS INFRASTRUKTŪROS NUOTOLINIS MOKYMAS

Mokomoji knyga
**GEOGRAFINĖS INFORMACIJOS
ORGANIZAVIMAS IR VALDYMAS**
GII-02

Vilnius, 2008

Autorius

Dave Cake

Recenzavo ir redagavo

doc. dr. Aida Mačerinskienė (Vilniaus Gedimino technikos universitetas)

Recenzavo

doc. dr. Gintautas Mozgeris (Lietuvos Žemės ūkio universitetas)

Iš anglų kalbos vertė ir redagavo

UAB Astraneta

Valstybės tarnautojų nuotolinio mokymo programos „Geografinės informacijos infrastruktūros nuotolinis mokymas“, patvirtintos Valstybės tarnybos departamento prie LR Vidaus reikalų ministerijos direktoriaus įsakymu „Dėl valstybės tarnautojų mokymo programų tvirtinimo“ Nr. 27V-72 (2007-04-17), mokymo kursų medžiaga parengta vykdant iš dalies Europos Sąjungos lėšomis finansuojamą projektą „Lietuvos geografinės informacijos valdytojų kvalifikacijos kėlimas“ (Nr. BPD2004-ESF-2.2.0.-02-05/0143)

Projekto vykdytojas Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio universiteto.

Projekto rangovas UAB HNIT-BALTIC, Vilniaus Gedimino technikos universitetas

© Autoriaus išimtinės turtinės teisės priklauso Nacionalinei žemės tarnybai prie Žemės ūkio ministerijos

© Autoriaus neturtinės teisės priklauso Malaspina University-College

Turinys

1	Bendroji informacija.....	4
1.1	GIS vaidmens ir GIS profesijų apžvalga.....	5
1.2	Projekto gyvavimo ciklai.....	13
1.3	Metodikos apžvalga	20
1.4	Konkursų pasiūlymai	27
2	Projekto lygmens GIS.....	44
2.1	Darbų apimtis.....	45
2.2	Darbų grafikas.....	57
2.3	Biudžetas	65
2.4	Ištekliai	72
	A priedas.....	77
3	Projektų valdymas.....	81
3.1	Projekto valdymo dalyviai.....	82
3.2	Projektų apimties pakeitimų valdymas	86
3.3	Rizikos valdymas	93
3.4	Projekto pažangos stebėjimas	99
4	Įmonės lygmens GIS.....	108
4.1	Planavimas	111
4.2	Analizė – sistemos reikalavimai	114
4.3	Projektavimas	133
5	Duomenų valdymas	152
5.1	Klaidų tipai	154
5.2	Klaidų šaltiniai	160
5.3	Klaidų valdymas.....	168

1 Bendroji informacija

Šios dalies tikslas – supažindinti su kurse vartojamais terminais ir naudojamais metodais. Pirmiausia aptariamos GIS technologijos ir GIS įgūdžių turinčių darbuotojų funkcijos organizacijose. Toliau pateikiamas apibendrintas planavimo proceso modelis, tinkantis visiems GIS projektams – nuo mažiausių iki stambiausių, su kuriais dirba daug žmonių ir kuriems naudojamos įvairios technologijos. Šis apibendrintas modelis vadinamas sistemos plėtros ir gyvavimo ciklu (SPGC) (*Systems Development Lifecycle*). Trečioje dalyje išsiaiškinsime, kaip šį apibendrintą modelį galima taikyti įvairaus dydžio projektams, ir pritaikysime jį konkrečioms atvejams. Taip pat aptarsime, kurios šio kurso dalys bus skirtos konkrečioms SPGC komponentams. Šios dalies pabaigoje bus analizuojamas pasiūlymas teikti paslaugas, jo pobūdis, tikslas ir struktūra bei įvertinimas.

Dalies turinys

GIS vaidmens ir GIS profesijų apžvalga

Projekto gyvavimo ciklai

Metodikos apžvalga

Pasiūlymai

1.1 GIS vaidmens ir GIS profesijų apžvalga

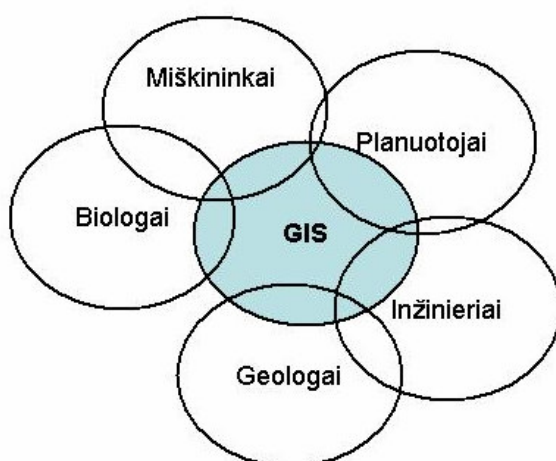
1.1.1 GIS vaidmuo

Pastaraisiais metais kyla daug ginčų dėl GIS sąvokos. Vieni teigia, kad GIS – tai erdvinės analizės priemonė įvairių sričių specialistams: kaip mikroskopas mokslininkams, be kurio jie negalėtų tirti paprasta akimi nematomų objektų. Kiti tvirtina, kad GIS – tai profesija, kurios atstovai gali pritaikyti savo žinias įvairiausių sričių užduotims spręsti, jei tik šios užduotys – erdvinės. Trečių nuomone, GIS – tam tikra platesnė informacinių technologijų specializacija: GIS tiesiog papildo duomenų bazių technologijas erdviu komponentu. Visai įmanoma, kad visos šios nuomonės teisingos, o kaip jūs suprasite GIS, daugiausia priklausys nuo jūsų pačių požiūrio.

Aišku viena – GIS jau tapo neatsiejama darbo dalimi daugeliui specialistų. Išteklių valdytojai, planuotojai, inžinieriai, aplinkosaugininkai ir kiti specialistai savo darbui atlikti naudoja erdvinis duomenis ir analitinius procesus. Be to, vis daugiau šių specialistų laiko erdvinių duomenų apdorojimą vienu iš savo profesinių įgūdžių.

1.1 pav. pateiktas GIS ir įvairių veiklos sričių specialistų įgūdžių ryšys. Kiekvienos srities specialistas turi šiek tiek GIS įgūdžių ir aišku savo sričiai būdingų įgūdžių. GIS, kaip pagrindinę specialybę papildančius įgūdžius, daugiausiai mini techniniai darbuotojai. O, pavyzdžiui, planavimo skyriaus vadybininkui techniniai GIS įgūdžiai nėra tiek svarbūs – bet jis turi bendrai suprasti specifinius GIS projektų reikalavimus.

O ar yra „GIS profesija“? Šį klausimą galima suformuluoti taip: 1.1 pav. pateikta pilka sritis, nepersidengianti su kitomis – tai išimtinai GIS įgūdžiai. Tačiau ar tai iš tiesų tik GIS informacinių technologijų (IT) dalis? Kadangi yra būtent GIS teorijos ir metodų išmokyti bei pagal šią specialybę dirbančių žmonių ir daugelis jų per savo karjerą dirba GIS specialistais skirtingose taikomosios veiklos srityse, GIS turėtų būti laikoma atskira profesija (GITA, 2005 m.).



1.1 pav. Srities ir GIS įgūdžių turinčių darbuotojų ryšiai

Galite pritarti šiam požiūriui arba nepritarti. Esmė ta, kad skirtingų organizacijų darbuotojų GIS įgūdžiai pasiskirstę skirtingai. Mažesnėse įmonėse jie gali būti srities specialistų

techninių įgūdžių dalis; didesnės - daug lėšų GIS skiriančios organizacijos, gali specialiai samdyti darbuotojus tik geografinėi analizei palaikyti ir atlikti.

GIS technologijas į organizacijos veiklą integruoti galima taip pat skirtingai. Integravimas skiriasi mastu ir struktūra.

Integravimo mastas parodo, kiek GIS prisideda prie organizacijos užduočių vykdymo. Kai GIS yra minimaliai taikomos projektuose, tokį atvejį galima vadinti projektų lygmens GIS. Šiuo atveju vienas ar keli darbuotojai naudoja GIS vienai užduočiai atlikti ar vienam projektui įgyvendinti. Kiti organizacijos darbuotojai nenaudoja nei GIS technologijos, nei duomenų, todėl pakanka kelių GIS programine įranga mokančių naudotis darbuotojų.

Didžiausias GIS integravimo mastas dažnai vadinamas įmonės lygmens GIS. Šiuo atveju GIS galimybes ir duomenis naudoja visa organizacija, o GIS technologija moka naudotis daug žmonių. Didelėse organizacijose gali būti darbuotojų, kurių vienintelis darbas – kurti, prižiūrėti ir plėsti GIS funkcionalumą ir duomenis. Įmonės lygmens GIS – sudėtinga sistema, todėl būtina tiksliai apibrėžti duomenų srautus, techninės priežiūros procedūras ir reikalavimus kokybei, bei griežtai kontroliuoti, ir vykdyti jų monitoringą.

Taip apibūdinamas GIS funkcijų įmonėje ar organizacijoje mastas – pagrindinė šio kurso sąvoka. Toliau nagrinėjama, kaip GIS apibrėžiama, valdoma bei įgyvendinama ir projekto, ir įmonės lygmeniu.

GIS integravimo struktūra nurodo, kaip GIS technologija dera su grupės organizacine struktūra; ši sąvoka dažniausiai apibūdina įmonės lygmens GIS. Anksčiau buvo manyta, kad GIS gali būti centrinis organizacijos skyrius, jungiantis technologijas, duomenis ir vartotojus. Pagal šį modelį „GIS skyrius“ tenkintų visos organizacijos GIS poreikius, o dauguma jo darbuotojų būtų GIS ekspertai, apmokyti tų specialiųjų disciplinų, kurioms reikia GIS paslaugų.

Atrodo, kad GIS dar labiau įsiskverbė į kitas sritis ir ne jungia skyrius, o yra neatskiriama kiekvieno skyriaus dalis. Dėl to tikėtina, kad profesiniame pasaulyje gali sumažėti „grynų GIS“ profesijų ar pareigų (Kratzschmar, 2004). Su konkrečios srities duomenimis dirbantis asmuo turi vienodai gerai žinoti ir duomenis, ir darbo priemones. Pagal Kratzschmar, „GIS yra priemonė, o ne skyrius“.

1.1.2 GIS profesionalai

GIS profesionalai kasdien atlieka įvairiausias užduotis, tarp kurių yra:

duomenų bazių projektavimas;
projektų valdymas;
kartografija;
taikomųjų programų projektavimas;
taikomųjų programų kūrimas;
mokymas;
planavimas;
vadovavimas;
duomenų bazių tvarkymas;
duomenų apdorojimas;
tinklapių projektavimas;
tinklapių tvarkymas;
sistemų integravimas;
ataskaitų rengimas;
prognozavimas;
duomenų rinkimas vietoje;
erdvinė analizė.

Daugelis šių užduočių atrodo bendro pobūdžio ir nesusijusios su GIS, bet tokios užduotys visuomet bus GIS projekto dalis, ir už jų atlikimą turi atsakyti GIS darbuotojai. Dėl to su GIS naudojimu susiję profesionalai turi turėti šių įgūdžių.

Minėtus darbus galima apytiksliai sugrupuoti į tris panašios veiklos sritis:

techninė, „išskirtinai GIS“:

kartografija;

duomenų apdorojimas;

erdvinė analizė;

ataskaitų rengimas;

duomenų rinkimas vietoje;

mokymas.

techninė, IT pakraipos, tačiau darbas susijęs ir su erdviniais duomenimis:

duomenų bazių projektavimas;

duomenų bazių tvarkymas;

taikomųjų programų projektavimas;

taikomųjų programų kūrimas;

tinklalapių projektavimas;

tinklalapių tvarkymas;

sistemų integravimas.

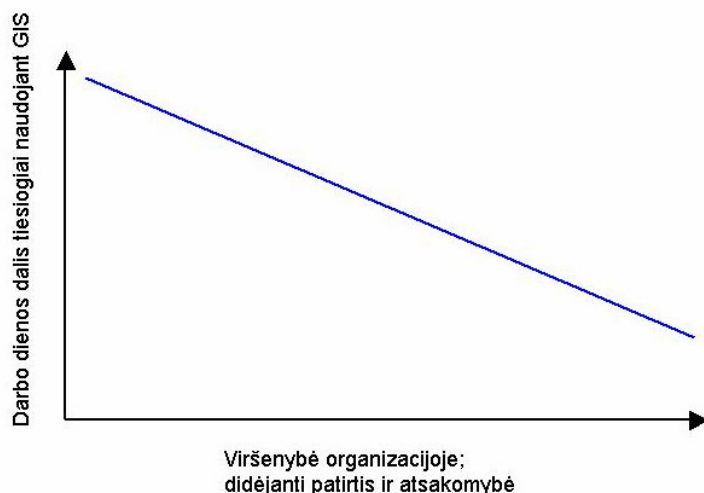
vadyba, taip pat sutelkiant dėmesį erdvinius duomenis ir GIS projektus:

projektų valdymas;

planavimas;

išteklių valdymas.

Pagal šį suskirstymą galima teigti, kad kuo aukštesnės darbuotojo pareigos, tuo mažesnę reikšmę turi GIS jo kasdiniame darbe (1.2 pav.). Kuo daugiau patirties jis įgis ir kuo aukštesnes pareigas eis didelėje, įmonės lygmens GIS naudojančioje organizacijoje, tuo svarbesni jam bus kiti įgūdžiai.



1.2 pav. GIS svarba pagal darbuotojų funkcijas

Pavyzdžiui „techninės IT pakraipos“: vyresnieji GIS analitikai vis dažniau spęs sudėtingus standartinių GIS produktų pritaikymo uždavinius, rašydami savo automatizavimo scenarijus arba taikomąsias programas. Daug laiko jie skirs šioms programoms ir reikalingoms duomenų struktūroms kurti. Norėdami pateikti duomenis arba analizę platesnei auditorijai, jie gali pradėti kurti internetines programas. Jiems reikės sukurti ir prižiūrėti dideles ir sudėtingas sąryšinių duomenų bazių sistemas. Ir nors pagal atliekamas funkcijas jie liks GIS analitikai ir nuolat dirbs su erdviniais duomenimis bei analizėmis, jų naudojamos priemonės ir metodai (programavimas, duomenų modeliavimas, tinklalapių kūrimas) bus universalesni ir mažiau susiję su geografinių duomenų apdorojimu. Šiems darbuotojams vis tiek reikės gana gerų GIS įgūdžių ir metodikos žinių, jų išsilavinimas yra labiau techninis, iš kompiuterijos srities.

Taip pat ir „GIS projektų vadovų“ pareigas einantiems asmenims reikės universalesnių, pavyzdžiui, projektų valdymo įgūdžių. Šie darbuotojai taip pat turės gerai išmanyti GIS sąvokas ir metodus, bet vargu ar jie visą dieną patys naudos GIS programas ir duomenis.

Šioje kursų dalyje pagrindinis dėmesys skiriamas būtent pastarajai funkcijai, t. y. GIS veiklai valdyti. Ją atliekantis asmuo turi sugebėti planuoti, vykdyti ir stebėti GIS veiklą nuo projekto iki įmonės lygmens. Dėl to daugelis gautų įgūdžių tiks ir ne GIS projektams valdyti, o visi pratimai ir pavyzdžiai bus susiję su geografiniais duomenimis ir uždaviniais.

1.1.3 GIS darbų aprašai

Thomlinson (2003) dar išsamiau suskirsto tris pirmiau apibrėžtas pagrindines grupes. Intensyviai GIS naudojančioje organizacijoje jis išskiria šešias pagrindines GIS darbuotojų funkcijas, pagal kurias pateikiame GIS darbuotojų funkcijų aprašus:

Kartografas / GIS technikas

Šis asmuo atsako už daugumą išimtinai techninių GIS aspektų. Viena iš jo pagrindinių funkcijų yra rinkti ir integruoti duomenis iš įvairiausių šaltinių bei efektyviai pateikti rezultatus.

Paprastai tokio darbuotojo pareigas sudaro:

žemėlapių projektavimas ir gamyba;
erdvinių duomenų kompiliavimas / redagavimas;
papildomų žemėlapių elementų kūrimas;
kartografinis geografinių duomenų redagavimas;
teksto išdėstymas;
simbolių kūrimas.

GIS analitikas

Šis darbas turbūt labiausiai priklauso nuo konkrečios organizacijos ir gali apimti labai daug GIS veiklų. GIS analitiko pareigos labiau susijusios su organizacijai reikalingomis analitinėmis funkcijomis. Šis asmuo atsako už organizacijos GIS duomenų, produktų ir paslaugų kūrimą bei teikimą. Jei organizacija pakankamai didelė ir samdo techninį GIS darbuotoją, analitikas neatlikinės kartografinių, duomenų kompiliavimo ir redagavimo bei panašių užduočių, tačiau dažnai pasitaiko, kad šiuos du darbus atlieka vienas žmogus. Dažniausiai analitikai gerai išmano sąryšinių duomenų bazių struktūrą ir taikomas programas, sugeba pritaikyti GIS programinę įrangą konkrečiai užduočiai, o nedideles taikomas programas gali parašyti ir patys. GIS analitikai dažniausiai atsako už:

mažesnių projektų duomenų bazių kūrimą ir priežiūrą;
duomenų rinkimą, sisteminimą ir pradinį apdorojimą;
procedūrų rengimą ir duomenų kokybės kontrolę;
smulkias programavimo ir programų pritaikymo užduotis;
erdvinę analizę.

Paprastai jie turi 2–5 metų techniko darbo patirtį. Papildomi analitiko įgūdžiai – reliacinių duomenų bazių valdymo sistemos (RDBVS) ir programavimas.

GIS duomenų bazių administratorius

Šios funkcijos būtinos didesnėje organizacijoje, kurios GIS duomenų bazė tokia didelė, kad jai prižiūrėti reikia atskiro darbuotojo. Pagal savo funkcijas – tai duomenų bazės administratorius (DBA), turintis darbo su erdviniais duomenimis patirtį, todėl jam reikia tvirtų teorinių žinių apie duomenų bazes ir GIS. Jo funkcijos:

duomenų modelių kūrimas ir įgyvendinimas;
RDBVS diegimas, priežiūra ir derinimas;
didelių duomenų kiekių perkėlimas iš vienos struktūros į kitą.

GIS programuotojas

Jeigu žymią organizacijos ar projekto GIS darbų dalį sudaro programavimas, tikslinga samdyti atskirą programuotoją. Tokia padėtis gali susiklostyti diegiant įmonės lygmens GIS; programuotojo gali prireikti vienkartiniams įmonės programinių priemonių kūrimo darbams arba atskiram programinės įrangos kūrimo projektui. Programuotojas atsako už darbą, kuriam nepakanka įprastinių GIS analitiko sugebėjimų ir (ar) patirties.

GIS programuotojo pareigos gali būti šios:

GIS naudotojams skirtų taikomųjų programų projektavimas, priežiūra ir palaikymas;
naudotojų poreikių nustatymas ir juos tenkinančių programų kūrimas.

Paprastai programuotojai turi 2 metų ir didesnę programavimo patirtį, moka VB, C++ arba programinės įrangos gamintojo naudojamą programavimo kalbą.

GIS sistemų administratorius

Tai daugiau su IT susijusios pareigos; šie darbuotojai prižiūri labai dideles GIS, turinčias daug naudotojų ir didelius duomenų kiekius. Jų pareigos:

pagalba naudotojams;

tinklo serverių ir klientų kompiuterių administravimas.

Kiti reikalavimai:

Techninis išsilavinimas – informacinių sistemų priežiūros koordinatoriaus arba universitetinis ir 2–5 metai darbo patirties ir labai geri darbo su UNIX ir *Windows* operacinėmis sistemomis įgūdžiai.

GIS projektų vadovas

GIS projektų vadovo reikia tuo atveju, jei organizacijoje yra didelis GIS skyrius arba skirtinguose skyriuose dirba daug technikų. Šis darbuotojas vadovauja darbams ir paskirsto GIS kūrimo, diegimo ir integravimo paslaugas organizacijos viduje. Jo pareigos:

organizacijos standartų, susijusių su GIS technologijomis, duomenų standartais, koordinacinių sistemomis ir pan., užtikrinimas;

projektų kūrimas ir vystymas;

duomenų bazių sistemų ir taikomųjų programų projektavimas;

kai kuriais atvejais – didelių duomenų bazių priežiūra ir administravimas;

projektų valdymo įgūdžiai;

darbuotojų samda ir prioritetų, funkcijų ir pareigų paskirstymas;

projekto dokumentacijos – sutarčių, pasiūlymų, techninių specifikacijų ir pan. – rengimas ir priežiūra.

Papildoma informacija:

1. Letham, G. *What's in a GIS job title? A Look at common geospatial Career Opportunities*. GISUser.com, 2006.
<http://www.gisuser.com/content/view/9496/28/>
2. Marble, D.F., *Defining the Components of the Geospatial Workforce—Who Are We?* Castlereagh Enterprises, Inc., 2005.
<http://www.esri.com/news/arcnews/winter0506articles/defining1of2.html>

Užduotis:

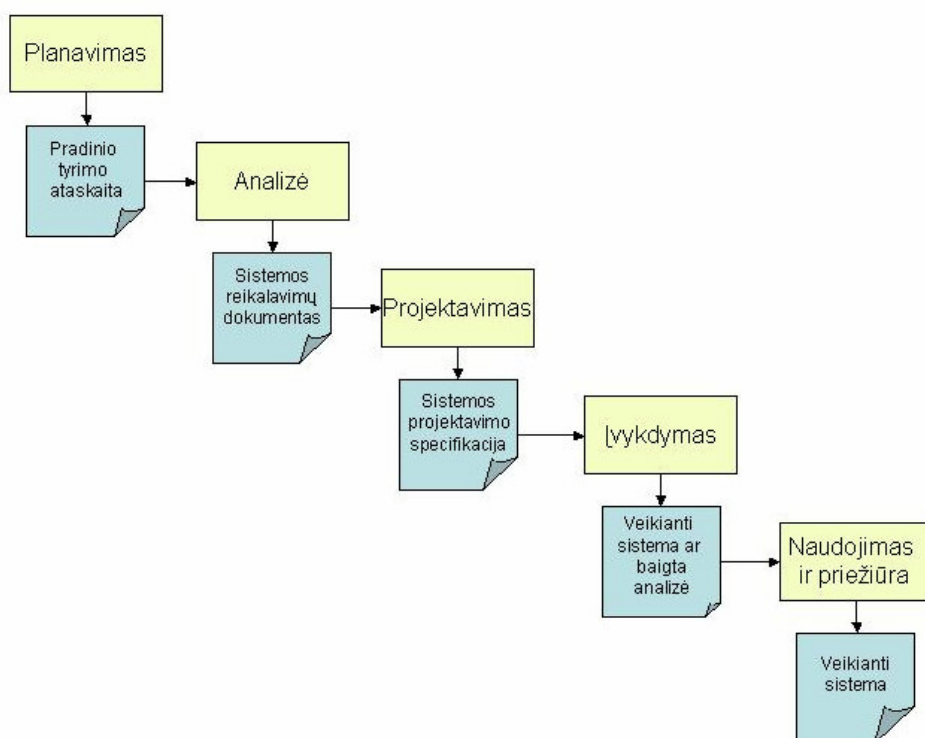
- 1 užduotis: GIS funkcijos jūsų organizacijoje

1.2 Projekto gyvavimo ciklai

1.2.1 Įvadas

Tobulindami programinę įrangą, arba duomenų bazių taikomąsias programas, ar diegdami GIS, paprastai kuriame procesą, vadinamą **sistemų plėtros ir gyvavimo ciklu** (SPGC). Terminas „sistema“ šiuo atveju reiškia naujai sukurtą taikomąją programinę įrangą, duomenų bazės taikomąją programą, GIS galimybes ar patį projektą. Visiems jiems būdingi tie patys pagrindiniai etapai.

Gyvavimo ciklą sudaro keli pagrindiniai etapai. Nors daugelis autorių naudoja skirtingus terminus ir skirtingai grupuoja etapus, tačiau pats procesas yra labai panašus. Vienas iš galimų proceso suskirstymų etapais pateiktas 1.3 pav.; bendri SPGC etapai pateikiami 1.3 pav.



1.3 pav. Tipinis projekto gyvavimo ciklas

Šiame skirsnyje aprašytas tipinis gyvavimo ciklas, taikomas daugeliui plėtros projektų. Būtina suprasti tokį procesą ir su juo susijusią terminiją, norint taikyti jį GIS galimybėms išnaudoti. Kitoje, metodikos apžvalgos, dalyje aptariama, kaip galima šį modelį pritaikyti GIS galimybėms naudoti ir kaip jis bus naudojamas šiuose kursuose.

1.2.2 Projekto planavimas

Tarkime, jūs esate įmonės GIS analitikas ir gavote užduotį sukurti nedidelę programą, kuri automatizuotų tam tikras GIS operacijas, iki šiol atliekamas rankiniu būdu. Pirmiausia jums reikia nustatyti, ar iš viso verta kurti IS ar taikomąją programą. Dažnai prieš priimant sprendimą jums teks tiksliau išsiaiškinti vartotojų norus. Apklausę vartotojus galite sužinoti, kad šios operacijos atliekamos retai ir pastangos programai sukurti nevertos naudotojų sutaupyto laiko. Tam tikrais atvejais užteks patarti naudotojui, kaip efektyviau apdoroti

duomenis rankiniu būdu. Dar kitais atvejais galite pritarti prašymui ir pradėti kurti taikomąją programą. Šis pradinis tyrimas vadinamas projekto gyvavimo ciklo planavimo etapu.

Projekto planavimo etapu nustatomi bendrieji projekto tikslai ir projekto apimtis. Šiuo etapu siekiama:

apibrėžti problemą;

patvirtinti, kad projektas ekonomiškai pagrįstas;

sudaryti pradinį projekto etapų grafiką;

priskirti projektui darbuotojus arba pasiruošti dirbti su subrangovais.

Jei planuojamo projekto tikslas yra sukurti įmonės lygmens GIS, planuojant projektą reikia atsižvelgti dar į kelis papildomus veiksnius. Reikės įtikinti sprendimus priimančius asmenis, kad verta išleisti didelę pinigų sumą jau vykdomos veiklos efektyvumui padidinti. Kartais tai gali būti ypač sudėtinga.

Prieš pradedant kurti projektą, svarbu užtikrinti du dalykus. Pirma, vadovybė arba priimančieji sprendimus turi pasiruošti išsamiau įvertinti GIS. Tai neturi būti įsipareigojimas įdiegti GIS įmonėje, bet privalo atsirasti nuostata, kad šio proceso tyrimui prireiks laiko ir pinigų. Antra – reikia, kad organizacijoje būtų „GIS šalininkas“, kuris tvirtai palaikytų šios sistemos įdiegimo idėją. Siekdamas įdiegti GIS, jis kiekviena proga turėtų siūlyti šią idėją aukštesnio lygio vadovams ir kolegoms. Manoma, kad be tokio šalininko organizacija negali sėkmingai įgyvendinti GIS.

Sistema bus kuriama ne tik pačioje įmonėje, jei proceso metu bus pritraukiami išoriniai ekspertai. Išoriniai ekspertai dažniausiai įtraukiami arba prieš pat analizės etapą, arba prieš pat pradedant projektuoti sistemą. Konsultantai dažnai kviečiami padėti įgyvendinti analizės ir projektavimo etapus ir sukurti pačią sistemą. Kartais organizacija analizę ir projektavimą gali atlikti pati, bet jai nepakanka darbuotojų arba žinių, kad atliktų procesui baigti būtinas programavimo, duomenų perkėlimo, dokumentų paruošimo ir mokymo užduotis.

Vienas iš dokumentų, kurį galima parengti šiuo etapu, yra kvietimas teikti pasiūlymus (KTP), kuriame apibrėžta pradiniam planavimo etape nustatyta problema. KTP tikslas – kad analizės ir projektavimo etapų metu būtų įtraukiama kvalifikuotų specialistų grupė. Šiam etapui gali būti ruošama, bet gali būti ir neruošiama ataskaita.

Tai paprastai priklauso nuo projekto dydžio ir nuo išorės ekspertų dalyvavimo laipsnio (dalies), kuomet bus įtraukti išorės specialistai. Mažo projekto planavimo etapo rezultatas gali būti sprendimas tiesiog tęsti arba nutraukti sistemos vystymą. Kuriant taikomąją programą, programinę įrangą arba įgyvendinant įmonės lygmens GIS preliminarų tyrimą ataskaitą, šio etapo rezultatas gali būti ataskaita, kurioje apibendrinamos planavimo etapo išvados ir (ar) KTP dokumentas, kuriuo siekiama surasti pagalbą kitiems darbų etapams ir (ar) KTP dokumentas dėl pagalbos vykdant kitus etapus.

1.2.3 Sistemų analizė

Mūsų pavyzdyje, kai GIS analitikas ruošia taikomąją programą rankinio proceso automatizavimui, analizės etape yra stadija, kurioje jūs kartu su GIS operatoriumi turite tiksliai nustatyti kokie duomenys bus naudojami, koks procesas vyks ir koks bus projekto rezultatas. Kad parodytumėte, kaip tikėtės išspręsti problemą, galite sukurti nedidelį

prototipą, kad vartotojas jį peržiūrėtų ir apartų su jumis. Visa tai turi būti atlikta prieš rašant bet kokią sistemos kodą, nes tokia veikla jau priskiriama projekto analizės etapui.

Analizės etapo tikslas – išsiaiškinti kaip parengti dokumentą/ataskaitą verslo poreikiams ir naujos sistemos procesų keliams reikalavimams nustatyti. Šiame etape paprastai vykdoma tokia veikla:

renkama informacija apie esamus procesus, darbuotojus ir duomenis;

apibrėžiami reikalavimai sistemos rezultatams;

įvertinamos alternatyvos ir nustatomi reikalavimų prioritetai;

parengiamas dokumentas, nustatantis reikalavimus kuris turi būti suderintas su vadovybe.

Paprastai analitikas susitinka su naudotojais, kad kiek įmanoma daugiau sužinotų apie tai kaip naudotojas atlieka savo darbą ir kiek šis darbas reikšmingas bendroje įmonės veikloje. Jei šį darbą vykdo išorinis (konsultantas) ypač svarbus jo veiklos tikslas yra suprasti įmonės veiklą. Tokį supratimą galima įgyti keliais būdais:

stebint, kaip darbuotojai atlieka savo pareigas;

rengiant apklausas raštu arba internetu, kad pagrįsti darbuotojų funkcijas;

apklausiant darbuotojus žodžiu;

skaitant esamus dokumentus apie duomenis ir technologinius procesus;

peržiūrint esamas automatizuotas sistemas.

Surinktos bendros informacijos peržiūros, analizės ir sisteminimo procesas vadinamas sistemos reikalavimų nustatymu. Daugeliu atvejų apdorojimo reikalavimams perteikti naudojamos diagramos.

Dažnai šiame etape sukuriamas naujos sistemos dalies prototipas (eksperimentinis modelis), kad vartotojas galėtų su juo patikrinti. daugeliu atvejų vartotojai gali suformuluoti reikalavimus daug efektyviau, kai diskusijai yra pateikiamas konkretus pavyzdys. Posakis „naudotojai nežino, ko nori, kol nepamato, ko nenori“ gali būti teisingas daugeliui atvejų, ir prototipas suteikia jiems galimybę tiksliai apibrėžti reikalavimus prieš įdedant daug pastangų į bendros sistemos įdiegimą.

Vienas svarbiausių analizės etapo tikslų – nustatyti sistemos reikalavimų prioritetus. Visoms įmanomoms procesų automatizavimo taikomosioms programoms įgyvendinti niekada neužteks nei laiko, nei pinigų, todėl prioritetų nustatymas šiuo etapu leidžia sukurti ir dokumentuoti alternatyvius sprendimus prieš pradedant kurti pačią sistemą.

Šio etapo rezultatas yra dokumentas nustatantis sistemos reikalavimus, dokumentas, kuriame pateikiami analizės etapo rezultatai. Šis dokumentas padidina sistemos projektavimo efektyvumą.

1.2.4 Sistemos projektavimas

Trumpam grįžkime prie automatizavimo taikomąją programą kuriančio GIS analitiko. Dabar jau tiksliai žinote, kokią taikomąją programą reikia padaryti, ir turėtumėte galvoti, kaip išspręsti konkrečią problemą. Jeigu projektas nedidelis, toliau išvardytų etapų galima ir

neįforminti, bet dažniausiai vis tiek aprašysite įvesties ir pradinių bei galutinių rezultatų duomenų struktūrą. Taip pat galbūt nubraižysite diagramą arba parašysite veiksmų algoritmą (sutrumpinta programuotojo sistemos veiksmų programa), kad nustatytumėte kaip taikomoji programa atliks reikalaujamus uždavinius. Ir galbūt šių užrašų forma bus tokia, kad galėsite perduoti juos baigti kitam programuotojui. Tokia dokumentacija yra sistemos projektavimo etapo dalis.

Sistemos projektavimas – tai planas, nurodantis, kaip bus kuriama sistema. Daugeliu atveju, atsižvelgiant į projekto pobūdį, atliekami ne visi veiksmai, tačiau bent trumpai apsvarstyti reikia visus projektavimo aspektus. Projektavimo etapą gali sudaryti:

- taikomosios programos architektūros projektavimas;
- vartotojui skirtos aplinkos projektavimas;
- vartotojui skirtos aplinkos sąsajos projektavimas su esama programa;
- duomenų bazės projektavimas;
- projekto dalių prototipų kūrimas.

Taikomoji programa yra ta sistemos dalis, kuri vykdo proceso funkcijas. Kuriant taikomosios programos architektūrą naudojami analizės etape sukurti modeliai ir diagramos ir kuriamos tinkamos kompiuterinės programos. Vartotojui skirtą aplinką perduoda operatoriaus formas, ekranus, ataskaitas ir darbą veikiant sistemai. Efektyvi vartotojui skirta aplinka yra reikšmingas naujos sistemos sėkmės komponentas.

Terminai „**Bendrasis**“ ir „**Detalusis**“ projektas nurodo specifikacijos detalumo laipsnį. Bendrasis projektas – bendresnis dokumentas, kurį sudaro programų, duomenų bazių, naudotojo sąsajos ir operacinės aplinkos struktūra. Detalus projektas susijęs su išsamių programai plėsti reikalingų algoritmų ir duomenų struktūrų kūrimu.

Sistemos projektavimo etapo pabaiga yra toks projekto momentas, kai projekto vadovas gali išsamiai suplanuoti visus būsimus projekto etapus. Vadovavimo požiūriu svarbiausias projektavimo etapo tikslas yra sužinoti:

- ką planuojate atlikti;
- kiek tai kainuos;
- kiek tai užtruks;
- kiek ir kokių specialistų reiks.

Šio proceso etapo rezultatas – sistemos projektavimo specifikacija.

1.2.5 Sistemos įvykdymas

Nusprendus, ką ir kaip atliksite, būdamas įmonės GIS analitiku, lieka vykdyti darbus. Dabar jūs iš tiesų aprašysite, testuosite, ir pateiksite jūsų parengtą taikomąją programą. Kai jūsų vartotojas išmėgins taikomąją programą ir liks patenkintas rezultatais, jūs galėsite toliau vykdyti savo funkcijas. Tai vadinama įvykdymo (*angl. execution*) etapu, kai yra įdiegiamas darbas.

Šio etapo metu yra kuriamos ir užpildomos duomenų bazės, mokomi darbuotojai ir rašoma dokumentacija, kaip pavyzdžiui, „Naudojimo instrukcija“ ir sistemos „pagalbos“. Paprastai tai ilgiausias ir brangiausias bet kokio projekto etapas. Jei projektas stambus, didelę dalį

gali sudaryti bandymų tvirtinimo procesas (*angl. acceptance testing process*), kurio tikslas – patvirtinti, kad sistema atitinka funkcinis reikalavimus. Kartais toks procesas išskiriamas kaip atskiras etapas.

Galutinė įvykdymo etapo dalis kartais vadinama **projekto pabaiga**. Iš esmės tai projektų valdymo svarstymas, bet kai kurie vadina jį atskiru projekto etapu. Projekto baigimo esmė – įvertinti projektą, padaryti išvadas ir surinkti geriausią praktiką, kurią galima taikyti vėlesniuose projektuose.

Vadovavimo požiūriu įvykdymo etapas – laikas, kai reikia valdyti daugybę dalykų, kai užduotys pirmiausia priskiriamos projektų vadovui; jos bus išsamiai aptartos šio kurso 3 dalyje. Įvykdymo etapo metu vadovai turės apsvastyti:

darbo planus ir užduočių atlikimo terminus;

darbuotojų pareigas;

darbo vietos parengimą;

duomenų rinkimo, tvarkymo ir kokybės kontrolės veiksmus (tam tikra vidaus audito forma, skirta priimtina duomenų kokybei užtikrinti);

išlaidų ir laiko auditas vykdant projektą.

1.2.6 Naudojimas ir priežiūra

Naudojamame pavyzdyje, GIS analitiko sukurta taikomąją programą vartotojas sėkmingai naudoja savo darbe. Kartais gali reikėti nedidelių pakeitimų neįprastose situacijose dėl duomenų ar kai siekiama palengvinti taikomosios programos naudojimą.

Šiame etape sistema yra visiškai užbaigiama ir reguliariai naudojama organizacijoje. Naudojimo ir priežiūros etapo metu GIS ir (ar) IT darbuotojai prižiūri ir tobulina sistemą. Priežiūra vykdoma šalinant sistemos ar veiklų (procedūrų) trūkumus, kol tobulinimas – sistemos gerinimas modifikuojant esamą funkcionalumą ar pridėdant funkcijas, gerins vartotojų galimybes. Etapo tikslas yra padidinti plėtos investicijų grąžą, sukuriant kuo naudingesnes taikomąsias programas ar produktus.

1.2.7 Išvados

Apibendrintas sistemos kūrimo ir plėtos ciklas – struktūrizuotas procesas, kurį galima pritaikyti bet kokiam projektui. Yra labai daug sistemų kūrimo priemonių ir metodų, naudojamų plėtoje, įskaitant modeliavimą, prototipų kūrimą ir kompiuterines programines įrangos inžinerijos (CASE) priemones. Modeliavimas – tai grafinis koncepcijos vaizdavimas, o prototipų kūrimas – tai preliminaros taikomosios programos versijos naudojimas siekiant pademonstruoti sistemos funkcionalumą arba sąveiką. CASE priemonės leidžia analitikui greitai projektuoti ir kurti programines įrangos taikomąsias programas. Kai kurias šias priemones ir sistemas aptarsime vėliau šiame kurse.

Daugumai šis plėtos gyvavimo ciklas atrodo sunki užduotis projekto vykdytojų grupei, nes reikia atlikti gilią analizę ir parengti dokumentus prieš pradėdant bet kokius sistemos kūrimo darbus. Tai kodėl gi naudojamas šis ilgas procesas? Iš esmės darome tai, kad užtikrintume, jog įgyvendintume projektą teisingai. Kuo daugiau mes žinome apie mūsų ketinamą atlikti darbą, tuo didesnė tikimybė, kad mums pavyks iš pirmo karto. Jeigu atliekamas darbas nesuprantamas, tai gali sukelti šias pasekmes:

neteisingas įgyvendinimo ir eksploataavimo išlaidų įvertinimas;

pernelyg optimistiški terminai;

ir blogiausia – įsigyta GIS ar analizė gali neatitikti organizacijos poreikių.

Čia kyla „lūkesčių valdymo“ klausimas. Nesvarbu, ar esate konsultantas, ar dirbate organizacijoje, kuri stengiasi įgyvendinti GIS, lūkesčių valdymas yra itin svarbus. GIS projektai daug kainuoja ir ilgai trunka, ir mums reikia finansavimo ir jėgų iš vadovybės arba atsakingų tarnautojų, kad jie dalyvautų projekte nuo pradžios iki pabaigos. Jeigu GIS įgyvendinimo idėja pateikiama, pavyzdžiui, neužtikrinant ką numatoma atlikti ateityje gali kilti problemų. Jei negalime visko atlikti laiku neviršydami nustatyto biudžeto, sprendimus priimančys asmenys gali nuspręsti nebetęsti projekto arba tiesiog ateityje mažiau palaikyti mūsų iniciatyvas. Gero projekto tikslas – užtikrinti, kad visos šalys (vartotojai, konsultantai, vadovybė) laikytųsi vieningos nuomonės apie tai, kas bus sukurta.

Be abejo, mažesniuose projektuose analizės ir projektavimo etapai gali būti daug paprastesni, o reikalavimai dokumentacijai – ne tokie griežti. 3 skyriuje aptarsime, kaip taikysime šį apibendrintą procesą dviem mūsų naudojamais lygmenimis: įgyvendindami – projekto lygmens ir įmonės lygmens GIS.

Papildoma informacija:

Papildoma informacija apie SPGC ir aptarimas, kaip jis susijęs su projekto valdymo ciklu.

1. Niujorko valstybinis technikos biuras. *Management's Guide to Project Success. Chapter III: Project Lifecycles*. New York State Office for Technology, 2002.
<http://www.oft.state.ny.us/pmmp/guidebook2/Phase.pdf>

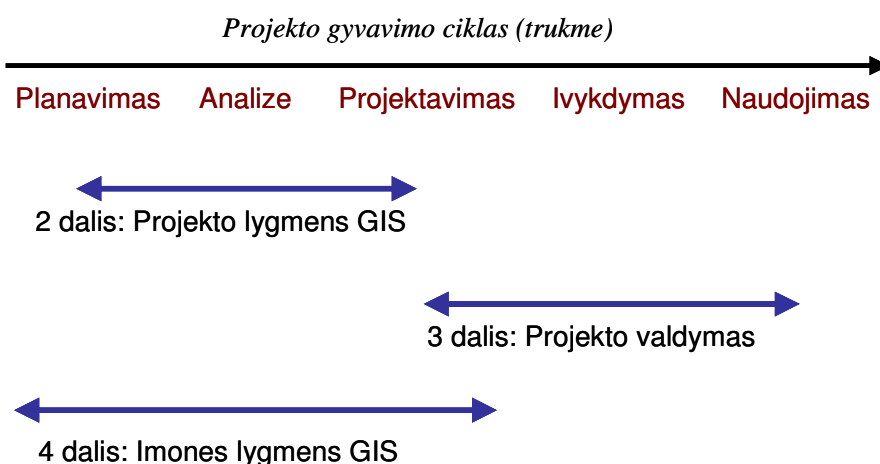
1.3 Metodikos apžvalga

1.3.1 Įvadas

Tie patys Sistemų plėtros gyvavimo ciklo (SPGC) etapai yra taikomi neatsižvelgiant į tai ar statome namą, ar kuriame programinę įrangą, ar vykdomė sudėtingą GIS analizės projektą, ar įgyvendiname GIS visoje organizacijoje ir pan. Už sistemų kūrimo procesą paprastai atsakingi sistemų analitikai, turintys išsilavinimą informatikos srityje. Tačiau vykdydamas GIS projektus, sistemų analitikas turi turėti atitinkamą išsilavinimą arba nemažai patirties dirbant su geografiniais duomenimis, žinoti, kaip juos saugoti, analizuoti ir pateikti. Be to, GIS projektuose būna ir specifinių analizės arba projektavimo etapų.

GIS projektuose reikia atsižvelgti į erdvinį kontekstą ir tokius standartinius dalykus, kaip duomenų šrantai ir naudotojo sąsajos. Reikia apsvarstyti, kaip duomenų bazės elementai bus atvaizduoti erdvėje, kokie duomenų bazės elementai priklausys taškų, linijų arba poligonų sąvabių klasėms, koks mastelis tinka duomenims kurti ir kokie erdviniai ryšiai gali būti tarp objektų.

1.4 pav. pavaizduota, kaip šiame kurse nagrinėjamas standartinis SPGC procesas. 2 ir 4 dalyse bus aptarti skirtingo masto sistemų – projekto lygmens ir įmonės lygmens planavimo etapai. 3 dalyje pagrindinis dėmesys bus skirtas projektų valdymui, kuris pirmiausia susijęs su projekto įvykdymo valdymu.



1.4 pav. Kurso dalys ir Sistemų plėtros gyvavimo ciklas (SPGC)

Šiame skyriuje bus aprašyta, kaip šiame kurse nagrinėjamas apibendrintas SPGC modelis.

1.3.2 Projekto lygmens GIS

Šio kurso 2 dalies „Projekto lygmens GIS“ tikslas – išsamiai aptarti su vienu GIS projektu susijusius klausimus. Tokie projektai paprastai susiję su duomenų rinkimu arba kūrimu, konkrečiai GIS analize arba vaizdiniu geografinių duomenų pateikimu. Taip pat gali būti vykdomi kai kurie arba visi toliau išvardyti darbai.

GIS projektų pavyzdžiai:

Sukurti programinę įrangą miesto valdžios institucijoms. Programa turi pažymėti tašką miesto vandentiekio tinkluose (paprastai požeminiuose vamzdynuose), nuo jo sekti vandentiekio tinklais „tekėjimo kryptimi“ ir sudaryti sąrašą visų gyventojų, kurie būtų paveikti, jeigu vandentiekis būtų užblokuotas nurodytoje vietoje.

Atlikti pramonės plėtros poveikio aplinkai analizę. GIS operatoriai turi apibrėžti su plėtros procesais susijusius trikdžius, tokius kaip kasyklų plotas ir su juo susiję kraštovaizdžio pakeitimai, pavyzdžiui, keliai, konstrukcijos arba padidėjęs transporto eismas. Išreikšti skaičiais apibrėžtų trikdžių poveikį aplinkai. Poveikis gali būti oro arba vandens kokybės pablogėjimas, kokios nors rūšies arealo išnykimas, retų arba nykstančių augalų rūšių išnykimas, o taip pat socialinis ekonominis poveikis, pavyzdžiui, rekreacinių vietų sunaikinimas arba poveikis kraštovaizdžiui.

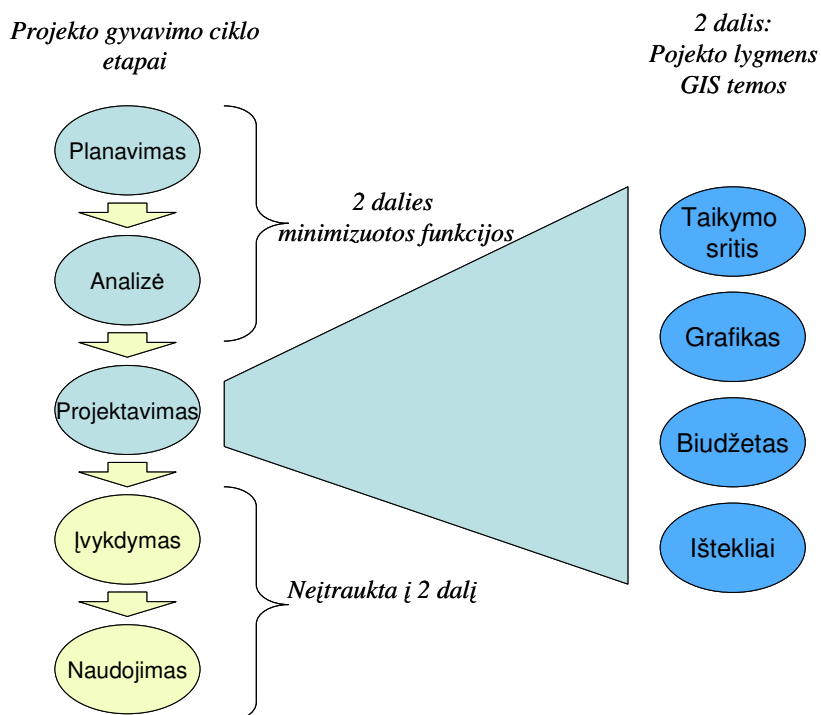
Projektas gali būti paprastas ir trumpas, pavyzdžiui, vandentiekio programa (A pavyzdys). Tokiam projektui įgyvendinti gali užtekti vieno programuotojo ir vos kelių savaičių. Kiti projektai, tokie kaip poveikio aplinkai vertinimas (B pavyzdys), yra didesni ir jiems reikia daugiau laiko. Jie gali trukti kelis mėnesius, gali prireikti GIS analitikų, biologų ir kitų darbuotojų pagalbos.

Čia pateikta situacija, kai organizacija turi tam tikrų duomenų poreikį, spręstiną problemą arba klausimą, į kurį reikia atsakyti, ir tam būtinais reikia GIS technologijų. GIS nebūtinai naudojama visoje organizacijoje, taigi čia nekalbame apie tokius klausimus kaip bendras duomenų naudojimas, duomenų priežiūra arba informacijos naudojimo organizacijoje optimizavimas. Mes diegiame GIS, kad išspręstume konkretų, aiškiai apibrėžtą uždavinį.

Pagrindinis skirtumas tarp mažesnio masto, projekto lygmens GIS (2 dalis) ir stambesnio masto, įmonės lygmens GIS (4 dalis) yra SPGC analizės etapas. Projekto lygmens GIS diegiantys žmonės gana gerai suvokia techninę užduotį, todėl analizės etapas gali būti gana trumpas. Pagrindinis dėmesys tenka SPGC projektavimo etapui, kuriame nustatoma, kaip bus atliekami darbai.

Didelio masto GIS projektų atveju arba įgyvendinant įmonės lygmens GIS, analizės etapas tampa toks pat sudėtingas ir svarbus kaip ir projektavimo etapas. Organizacijos skyrių ar darbuotojų funkcijų nustatymo procesas yra ilgas ir sudėtingas, ir labai skiriasi nuo analogiško paprastesnių GIS projektų proceso.

1.5 pav. pateiktas santykis tarp projekto lygmens GIS temų ir apibendrinto SPGC.



1.5 pav. 2 dalies („Projekto lygmens GIS“) esmė

Skyriuje „Projekto dalies GIS“ bus nagrinėjami pirmieji trys SPGC etapai: projekto planavimas, projekto analizė ir projektavimas, bet pagrindinis dėmesys bus būtinai skirtas projektavimui. Mes remiamės prielaida, kad užduotis gerai suvokta, taigi prieš įvykdam projektą būtinai reikia dokumentuoti būsimus darbus, jų terminus, kainą ir juos atliksiančius asmenis. Keturios svarbiausios „Projekto lygmens GIS“ temos:

- projekto taikymo sritis (būsimų darbų apibrėžimas);
- darbų grafikas (kiek tai užtruks);
- biudžetas (kiek tai kainuos);
- ištekliai (darbuotojai ir reikiama įranga).

Be to, projekto lygmens GIS iniciatyvų atveju gali ir nebūti naudojimo etapo *per se*. Uždarius GIS projektą rezultatas paprastai yra galutinė ataskaita arba analizės apžvalga, pateikiama projektą užsakiusiai šaliai. Projektas gali tuo ir baigtis, ir daugiau su produktu dirbama nebus. Todėl projekto lygmens GIS dalyje nebus aptariamas SPGC naudojimo etapas.

1.3.3 Projekto valdymas

Šio kurso 3 dalyje aptariamas GIS projekto valdymo procesas. Aišku, projekto vadovas dalyvauja vykdant visus projekto etapus nuo pradinio planavimo iki projekto užbaigimo. Tačiau dalyvaudami vykdant planavimo etapus, projektų vadovai nebūtinai turi platesnių nei įprastas planavimas ir analizė užduočių. O projekto įvykdymo etapu projektų vadovai atlieka daug užduočių, kurios nėra programavimas, duomenų kūrimas ar vartotojų mokymas. Jie užtikrina, kad projektas būtų įvykdytas tinkamai ir per priimtina laikotarpį.

Funkcijos, kurias atlieka projektų vadovai projekto įgyvendinimo etapu:

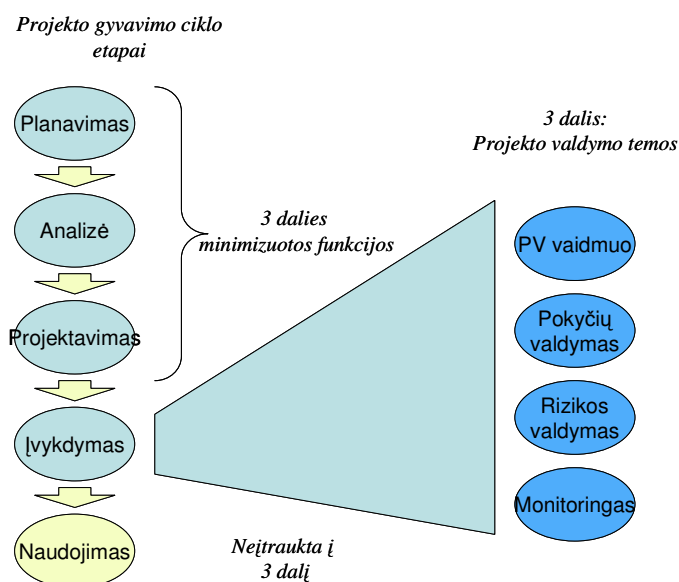
darbuotojų arba įrangos priskyrimas užduotims;

veikti kaip asmuo ryšiams tarp projekto darbuotojų ir sistemos arba analizės užsakovo;

projekto stebėjimas, kad vėlavimo arba biudžeto viršijimo atvejais būtų galima greitai įgyvendinti korekcines priemones.

Taigi nors projektų vadovai dalyvaujant visame SPGC, 3 dalyje pagrindinis dėmesys bus skiriamas šioms projekto įvykdymo etapo funkcijoms. Šioje dalyje tęsiamas darbas su 2 dalyje minėtais apimties, grafiko, biudžeto ir išteklių komponentais bei nagrinėjama, kaip šie projekto elementai yra susiję ir kaip juos galima stebėti bei kontroliuoti įgyvendinant projektą. Nors taikomi metodai tinka bet kokio masto projektams (mažoms ir didelėms GIS), terminologija daugiau yra susijusi su 2 dalimi. Todėl projektų valdymas aptariamas iš karto po projekto lygmens GIS dalies.

1.6 pav. pateiktas santykis tarp projekto valdymo temų ir apibendrinto SPGC.



1.6 pav. 3 dalies („Projektų valdymas“) esmė

Projektų valdymo dalyje dėmesys sutelkiamas į šias keturias temas:

projekto vadovo (PV) vaidmuo: aptariama, kokias užduotis turi atlikti projektų vadovai ir kaip susiję apimtis, biudžetas, grafikas, ištekliai ir kokybė;

pokyčių valdymas: kodėl keičiasi apimtis ir kaip galima šiuos pokyčius valdyti;

rizikos valdymas: rizikos skaitinė išraiška, rizikos rūšys, rizikos mažinimas ir efektyvūs rizikos mažinimo metodai;

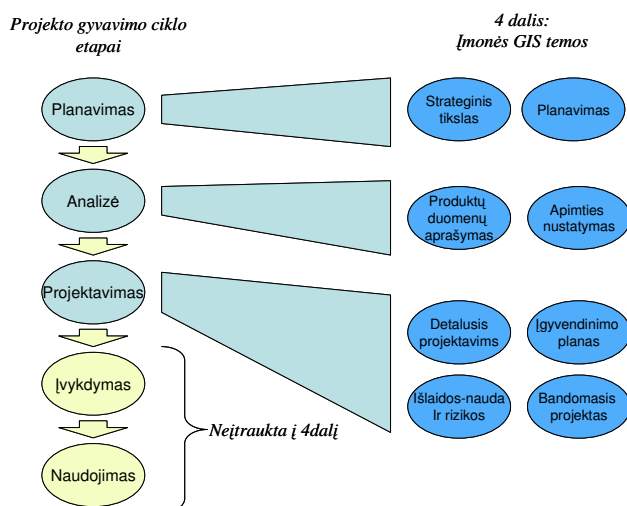
projekto eigos monitoringas/stebėjimas: projekto būsenos stebėjimas ir projekto dokumentacija. Įvedamos sąvokos: projekto sukurta vertė; išnaudoto laiko bei biudžeto ir sukurto vertės santykis.

1.3.4 Įmonės lygmens GIS

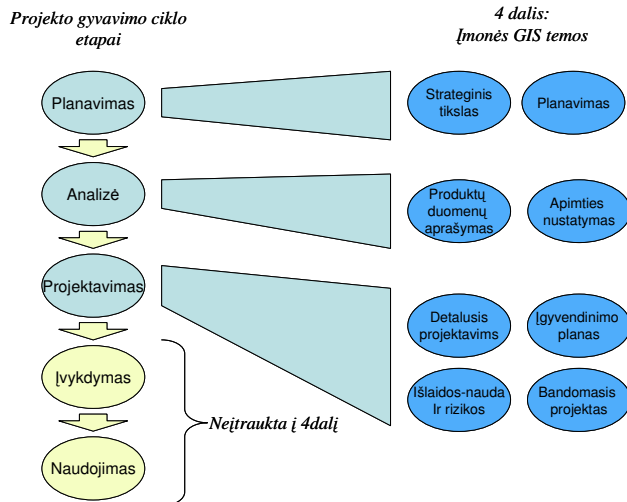
Šio kurso 3 dalyje aptariami dideli GIS projektai. Svarbiausia tema – GIS diegimas visoje organizacijoje (įmonės lygmens GIS), bet terminai, metodai ir procesai taip pat sėkmingai gali būti taikomi ir labai dideliems analitiniams arba duomenų kūrimo GIS projektams.

Vietos valdžios institucijoms GIS gali būti daugiau nei tiesiog analizės ar įprastinių funkcijų automatizavimo priemonė – tai gali būti galimybė gerokai pakeisti savo darbo būdą. Diegiant GIS visoje organizacijoje, galima reorganizuoti naudojamus duomenis ir jų naudojimo bei priežiūros procedūras.

Jeigu GIS įdiegta skirtinguose organizacijos skyriuose, duomenys perduodami ir valdomi organizuotai, rezultatas vadinamas **įmonės lygmens GIS** arba **korporacijos lygmens GIS**. Iš korporacijos duomenų bazės naudotojai gali greitai gauti naujausią informaciją, be to, tokia duomenų bazė efektyviausia sukūrimo ir priežiūros atžvilgiu.



1.7 pav. pateiktas santykis tarp įmonės lygmens GIS temų ir apibendrinto SPGC.



1.7 pav. 4 dalies („Įmonės lygmens GIS“) esmė

Didelio masto GIS įdiegti sudėtinga. Kad projektas būtų sėkmingas, jį reikia rimtai suplanuoti. Paprastai bendras visų duomenų rinkinių, duomenų judėjimo, apdorojimo etapų ir rezultatų supratimas nėra toks geras, kaip paprastesnio GIS projekto atveju. SPGC tiriamoji dalis turi būti išsami, ją vykdant praverčia konkretūs metodai arba dokumentai. Be to, turime ištirti tokius projekto aspektus kaip techninės ir programinės įrangos pirkimas, mokymas ir sauga, į kuriuos paprastai neatsižvelgiama įgyvendinant mažesnius GIS projektus.

Privaloma literatūra:

1. Įmonės lygmens GIS idėjos ir sėkmingą jos įgyvendinimą užtikrinančių metodų pristatymas.
2. Thomlinson, 2003. *Thinking About GIS*, 1 ir 2 skyriai (3–17 p.).

Papildoma informacija:

1. Niujorko valstybinė metrikacijos įrašų valdymo tarnyba. *Geographic Information System Development Guides: Manager's Overview*. Niujorko valstybinė metrikacijos įrašų valdymo tarnyba, 1996 m. birželio mėn. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn.
http://www.archives.nysed.gov/a/nysaservices/ns_mgr_active_gisguides_overview.shtml

1.4 Konkursų pasiūlymai

1.4.1 Įvadas

Būna, kad norite imtis darbo, bet negalite, kol tam nepritars jūsų viršininkas ar kita įstaiga. Tokiu atveju turi būti rengiamas dokumentas, kuriame nurodomi planuojami darbai, jų trukmė ir reikalingi ištekliai (darbuotojai, įranga arba finansavimas). Turėdamas tokį dokumentą, sprendžiantis asmuo gali priimti pagrįstą sprendimą. Pasiūlymo atlikti darbą dokumentai rengiami esant įvairioms situacijoms, pavyzdžiui:

norite pradėti projektą savo darbovietėje, bet reikia viršininko pritarimo, kad gautumėte laiko ar įrangos darbui atlikti;

norite dirbti projekte konsultantu, ir jūsų paslaugas užsakanti organizacija turi nuspręsti, ar jūsų metodai jai priimtini ir ar jūsų atliktas darbas bus vertas jūsų nustatyto mokesčio;

jūsų organizacija nori įgyvendinti pramoninį projektą, kuriam reikia valstybinės reguliavimo įstaigos patvirtinimo; ši įstaiga turi nuspręsti, ar jūs įvykdėte visus privalomus reikalavimus;

norite imtis tiriamojo projekto ir dėl finansavimo suteikimo reikia konkuruoti su kitais mokslininkais.

Šiais ir kitais atvejais pasiūlymo dokumente aiškiai apibrėžiami būsimi darbai, kad kiti asmenys ar atitinkamos įstaigos galėtų priimti pagrįstus sprendimus.

Pasiūlymuose paprastai pateikiami atsakymai į daugybę klausimų apie numatomą projektą. Į daugumą toliau pateiktų klausimų (Bawa, 2004 m.) pasiūlymas turėtų atsakyti:

- Kas

Kas atliks darbą?

Kas vadovaus darbui?

Kam klientas turi skambinti, jei iškyla problema?

Kas atsakingas už kurias užduotis?

- Ką

Ką reikia padaryti ar pateikti?

Ką reikės tam padaryti?

Ką klientas tikisi gauti?

- Kur

Kur bus atliekamas darbas?

Kur jis bus pristatytas?

- Kada

Kada pradėsite?

Kada numatyti pagrindiniai projekto tarpiniai tikslai?

Kada projektas bus baigtas?

Kada turi būti apmokėta?

- Kodėl

Kodėl pasirinkote būtent šiuos metodus ir alternatyvas?

Kodėl užsakovas turėtų pasirinkti šio pasiūlymo teikėją?

- Kaip

Ar pasiūlymo teikėjas pakankamai kvalifikuotas, kad atliktų darbą?

Kaip bus atliekamas darbas?

Kaip projektas bus įdiegtas ar pateiktas?

Kaip jis bus valdomas?

Kaip užtikrinsite kokybę ir kaip pasieksite, kad užsakovas liktų patenkintas?

Kaip bus valdoma rizika?

Kuo šis darbas bus naudingas užsakovui?

Kiek jis kainuos?

Yra kelios pasiūlymų rūšys.

Laukiamas pasiūlymas – tai pasiūlymas, kurį teikėjas parašė kitos šalies paprašytas. Dažniausias laukiamo pasiūlymo pavyzdys: organizacijai reikia rangovo arba konsultanto pagalbos, ir ji skelbia **kvietimą teikti pasiūlymus**, kuriame nurodo savo pageidavimus. Pasiūlymo teikėjai parengia pasiūlymus, kuriuose, be kitų dalykų, aprašo, kaip jie atliks darbą ir kiek tai kainuos. Konkursą skelbianti organizacija įvertina, kuris pasiūlymas geriausiai atitinka jos poreikius ir paveda atlikti darbą tai įmonei arba asmeniui.

Laukiami pasiūlymai ne visada yra konkurencijos proceso dalis. Kartais organizacija kreipiasi tik į vieną konsultantą ar rangovą. Gavusi pasiūlymą ir remdamasi projekto kaina, metodika arba laiko grafiku ji gali nuspręsti, ar projektą verta įgyvendinti.

Nelaukiamas pasiūlymas – tai pasiūlymas, kurį organizacija gauna neskelbusi konkursą. Kartais konsultantas arba rangovas jaučia, kad gali suteikti paslaugą, kurios organizacijai reikėtų. Konsultantas parengia pasiūlymą, kuriame apibrėžia, kodėl organizacija turėtų apsvarstyti galimybę atlikti tokį darbą. Nelaukiami pasiūlymai turi būti itin įtikinantys, nes užsakovas nesitikėjo jo gauti, neplanavo jo svarstyti ir nėra jo įtraukęs į biudžetą. Konsultantas turi žinoti, kad užsakovas pasiūlymo gali net neskaityti, nes neprašė jo siųsti; tačiau kai kuriais atvejais šią riziką gali kompensuoti konkurencijos trūkumas.

Pasiūlymai yra geras būdas įsitikinti, kad rangovas yra pasiruošęs priimti tam tikrą darbą. Jie skatina teikėjus aiškiai apibrėžti savo veiksmus ir sudaro tvirtą pagrindą projektui valdyti. Kai aiškiai apibrėžta apimtis, biudžetas ir terminai, projektų vadovai gali vertinti projekto pažangą ir reikalui esant koreguoti jo eigą.

Pasiūlymai sudaro nemažą bet kokio SPGC dalį. Atsižvelgiant į aplinkybes, juos galima ruošti keliais SPGC etapais. Pavyzdžiui, įsivaizduokite organizaciją, kuri nori įgyvendinti įmonės lygmens GIS. Pasiūlymai gali būti ruošiami keliais būdais.

Pasibaigus pradiniam SPGC planavimo etapui, projekto ekonominis pagrindumas jau patvirtintas ir tikslai apibrėžti. Tačiau mums reikia patvirtinimo, kad aukštesnio lygio vadovybė yra pasiryžusi atlikti analizės ir projektavimo etapus. Tam dažnai rengiamas pasiūlymas – vidinis dokumentas, kuriuo sprendimus priimančys pareigūnai informuojami apie būsimus darbus ir reikalingą finansavimą.

Jeigu organizacija pati negali atlikti visų darbų, ji tikriausiai samdys konsultantus. Tokiu atveju prieš analizės etapą ji gali paskelbti kvietimą teikti pasiūlymus. Tai reiškia, kad pradinis strateginis planavimas baigtas ir aukštesnio lygio vadovybė pasiryžusi atlikti tolesnius veiksmus. Organizacija gali kviesti kvalifikuotus konsultantus, kad jie pateiktų pasiūlymus analizės ir projektavimo etapų darbams atlikti. Kai baigiamas projektavimo etapas ir parengiama išsami projekto specifikacija, konsultantams gali būti pateiktas KTP sistemai įvykdyti. Jei yra vidinių išteklių, organizacijos gali atlikti analizės ir projektavimo etapus pačios, o baigusios projektavimo etapą samdyti konsultantus, kad įgyvendintų ar įvykdytų projektą.

Tipinį pasiūlymo dokumentą sudaro šios dalys:

Santrauka
Pagrindimas / tikslai
Darbų planas
Projekto valdymas
Projekto grupė ir priemonės
Grafikas
Biudžetas
Pateiktini rezultatai
Užsakovo pagalba
Priedai

Šios dalys išsamiai aprašytos toliau.

1.4.2 Santrauka

Santraukoje trumpai apžvelgiami visi svarbiausi pasiūlymo aspektai. Šis skyrius turi būti trumpas, kad būtų galima greitai perskaityti ir susidaryti bendrą įspūdį. Santraukoje galima nurodyti:

ką pasiūlymo teikėjas planuoja atlikti užsakovui;

kuo šis pasiūlymas skiriasi nuo kitų arba yra pranašesnis už juos;

pasiūlymo tiekėjo pranašumai, kurių greičiausiai neturi jo konkurentai;

siūloma kaina arba prašomas finansavimas.

1.4.3 Pagrindimas / tikslai

Pasiūlymo pagrindimo ir tikslų skyriuje turėtų būti tiesiog trumpai apžvelgta bendra informacija apie projektą ir jo vieta visoje užsakovo organizacijos veikloje. Turi būti nurodytas projekto tikslas ir pasiūlymo teikėjo siekiai. Taip pat galima pateikti šiek tiek duomenų apie pasiūlymo teikėjo įmonę arba trumpą jos aprašymą.

1.4.4 Darbų planas

Darbų planas yra svarbiausia ir dažnai ilgiausia pasiūlymo dalis. Joje aprašomos užduotys, kurias reikės atlikti, ir visi rezultatai. Taip apibūdžiant projekto apimtį, pasiekiami trys tikslai:

parodoma, kad pasiūlymo teikėjas supranta projekto pobūdį;

aprašomi siūlytojo veiksmai, ir šis aprašymas gali būti pagrindu sutarčiai ir projekto valdymo veiksams;

užkerta kelią nesutarimams projekto metu dėl to, kas turi būti atliekama.

1.4.5 Projekto valdymas

Projekto valdymo skyriuje aprašomos visos papildomos užduotys, užtikrinančios, kad darbas tikrai bus padarytas. Gali būti pateikta ši informacija:

Ar reikia surengti pradinį susirinkimą?

Kas kiek laiko pasiūlymo teikėjas susitiks su užsakovu arba teiks jam ataskaitas?

Kokybės užtikrinimo reikalavimai.

Įgyvendintinos techninės specifikacijos.

Kokia yra rizika / prielaidos?

1.4.6 Projekto grupė ir priemonės

Šiame skyriuje aprašomos pasiūlymo teikėjo galimybės. Rašoma ir apie pasiūlymo teikėjo turimas priemones bei įrangą, ir apie darbą atliksiančius jo darbuotojus.

Aprašant priemones tiesiog nurodoma, kur bus vykdomi darbai (užsakovo ar pasiūlymo teikėjo patalpose) ir ar pasiūlymo teikėjas turi darbui atlikti būtiną specializuotą įrangą.

Kad pasiūlymą nebūtų per sunku skaityti, išsamūs grupės narių gyvenimo aprašymai paprastai pateikiami priede. Trumpus gyvenimo aprašymus galima pateikti ir pasiūlymo tekste. Be to, aprašant darbuotojus reikia paminėti kelis veiksnius:

reikia nurodyti projekte dirbsiančius asmenis ir jų pareigas (pvz., projekto vadovas, techninis vadovas ir pan.);

kartais nustatomas kiekvieno grupės nario darbo krūvis ir kiekvieno darbuotojo pavaduotojas tam atvejui, jei darbuotojas netikėtai išeitų iš projekto;

taip pat galima pateikti grupės struktūros aprašymą ir nurodyti bendravimo modelį.

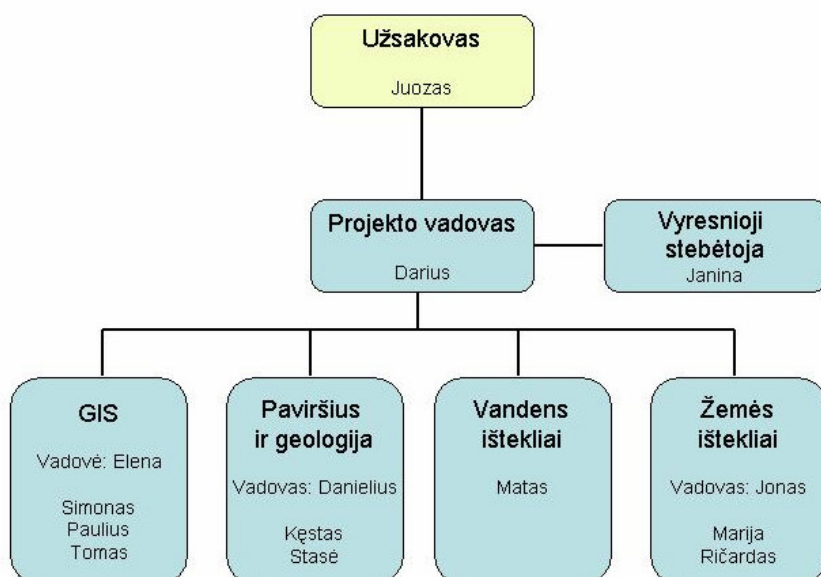
Šią informaciją galima pateikti įvairios formos.

1.1 lentelėje pateiktas vienas iš būdų paprasto GIS projekto grupės narių pareigoms apibrėžti; projektuojama GIS sistema, dešifruojanti palydovinius vaizdus ir apskaičiuojanti per tam tikrą laiką iškirsto miško plotų dydį. Skaiciai lentelėje parodo kiekvieno darbuotojo krūvį (darbo dienas).

1.1 lentelė. Grupės pareigų pasiskirstymo matrica

Funkcija Asmuo	Projekto valdymas	Ekologinis klasifikavimas	Kokybės kontrolė	Skaitmeninimas ir duomenų įvedimas
Jonas	5,5		1,0	
Stasė		13,0		
Darius		1,0	4,0	
Technikas				15,0

Jei projekto grupė didelė ir bendravimo modelis sudėtingas, gali tekti sukurti projekto **organizacinę schemą**. Iš šios schemos matyti, kurie žmonės atsako už konkrečias projekto sritis ir kaip turi vykti bendravimas. 1.8 pav. pateiktas stambaus žemėlapių projekto grupės paprastos organizacinės schemos pavyzdys.



1.8 pav. Organizacinės schemos pavyzdys

Atkreipkite dėmesį, kad šioje organizacinėje schemoje projekto vadovas yra vienintelis asmuo iš pasiūlymo teikėjo grupės, su kuriuo bendrauja užsakovo atstovas. Taip užtikrinama, kad projekto vadovas bus informuotas apie projekto būseną ir svarbiausius sprendimus ir reikalui esant galės perteikti informaciją grupės nariams.

Visos šios schemos rodo, kad pasiūlymo teikėjas pagalvojo apie grupės sudėtį, grupės narių pareigas ir operacinę struktūrą, ir yra pasirengęs atlikti darbą darbuotojų bei priemonių atžvilgiu.

1.4.7 Grafikas

Šiame pasiūlymo skyriuje pateikiamas išsamus projekto terminų aprašymas. Turi būti nurodyta:

kiek užtruks kiekviena užduotis;

kurias užduotis galima atlikti vienu metu, bei kurios priklauso nuo ankstesnių atlikimo;

kada projektas bus baigtas.

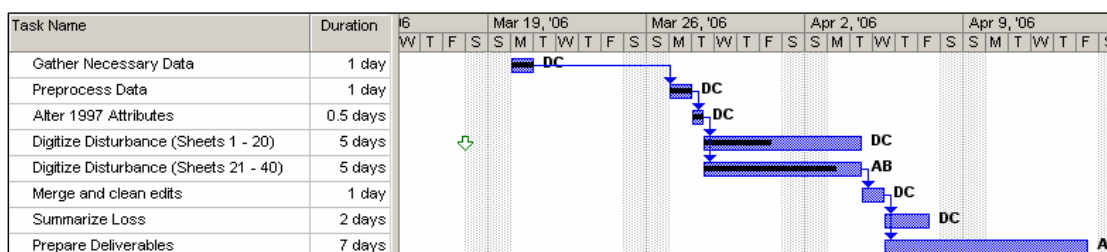
Gali būti įvesta **tarpinių tikslų** sąvoka. Tarpiniai tikslai– tai konkretūs, išmatuojami projekto eigos momentai. Jie paprastai sutampa su tam tikros darbo dalies pabaiga ir dažnai susiejami su mokėjimais.

Paprasčiausias būdas pristatyti nedidelio projekto grafiką – išvardyti tarpinius tikslus ir jų datas. Paprasto tarpinių tikslų grafiko pavyzdys pateiktas 1.2 lentelėje.

1.2 lentelė. Tarpinių tikslų grafiko pavyzdys

Data	Tarpinis tikslas
2005 m. vasario 17 d.	Projekto pradinis susirinkimas
2005 m. vasario 21 d.	Dešifravimas, apibendrintų apskaitos plotelio duomenų ir georeferencinių vaizdų pateikimas pirmajam dešifravimui
2005 m. vasario 24 d. (1 rinkinys) 2005 m. kovo 2 d. (2 rinkinys)	Dešifravimas, apibendrintų apskaitos plotelio duomenų ir georeferencinių vaizdų pateikimas
2005 m. kovo 7 d.	Pakartotinas dešifravimas po pataisymų ir visų tiriamųjų sričių apskaitos plotelių apibendrintų duomenų pateikimas
2005 m. kovo 11 d.	Pateikiama pradinė ataskaita
2005 m. kovo 31 d.	Taisymai baigti, galutiniai duomenys pateikiami užsakovui
2005 m. kovo 31 d.	Pateikiama galutinė ataskaita

Yra įvairių žymėjimo sistemų ir priemonių, padedančių vaizduoti projektų grafikus. Labiausiai žinoma programa yra *MS Project*, ji gali pavaizduoti projekto grafikus juostinėmis, arba Ganto, diagramomis. Juostinėje diagramoje kiekviena užduotis vaizduojama horizontalia juosta, kurios ilgis atitinka užduočiai atlikti reikalingą laiką. 1.9 pav. pateiktas *MS Project* programa sukurtos juostinės diagramos pavyzdys.



1.9 pav. Juostinės diagramos pavyzdys

Juostinėmis diagramomis galima parodyti, kurias užduotis galima atlikti vienu metu, o kurios yra **priklausomos**. Užduotis priklausoma, jeigu jos neįmanoma pradėti nebaigus kurios nors ankstesnės užduoties. Pavyzdžiui, kad galėtumėte skaitmeninti aerovaizdų geografinius objektus, pirmiausia juos reikia pakankamai tiksliai orientuoti geografinėje erdvėje. Taigi skaitmeninimo užduotis *priklauso* nuo geografinio orientavimo užduoties atlikimo termino. Juostinėse diagramose ir priklausomybes, ir užduočių trukmę galima pavaizduoti grafiškai, todėl jos yra daug efektyvesnės negu paprasti tarpinių tikslų grafikai, ypač jeigu atliekamos sudėtingos užduotys su daugeliu priklausomybės ryšių.

Juostinėmis diagramomis taip pat galima parodyti išteklių ir projekto būseną. Kartais ant užduoties juostos nurodoma ir ją atliekančio asmens pavardė. Be to, atliktą užduoties dalį rodančią juostos dalį galima paryškinti arba užbrūkšniuoti.

1.9 pav. pateiktoje juostinėje diagramoje aiškiai matyti kiekvienos užduoties trukmė, o rodyklės jungia priklausomas užduotis. „DC“ ir „AB“ yra darbuotojų, kuriems pavesta atlikti tam tikrą užduotį, inicialai. Juodas brūkšnyje juostos viduje rodo kiekvienos užduoties būseną, arba atlikto darbo dalį procentais. Pavyzdžiui, galite pamatyti, kad pirmoji užduotis („Surinkti reikiamus duomenis“) yra atlikta, o ketvirtosios užduoties („Skaitmeninti trikdį (1–20 lapų)“) jau beveik pusė yra įvykdyta.

1.4.8 Biudžetas

Šiame pasiūlymo skyriuje pateikiamas išsamus sąnaudų aprašymas. Turi būti nurodyta: užmokestis už kiekvieną darbų plane minimą užduotį (už laiką, kurį darbuotojai praleidžia dirbdami su projektu); įranga, kelionės, kopijavimas, pasiuntinių ar ryšių paslaugos ir panašios išlaidos; darbo atlikimo vietoje taikomi mokesčiai.

Svarbu, kad užduotys biudžeto skyriuje sutaptų su užduotimis darbų plane. Jeigu šiuose dviejuose skyriuose pateikta vienoda informacija, sprendimus priimančiam asmuo gali lengvai suprasti, koks darbas atliekamas vykdant kiekvieną užduotį (perskaitęs atitinkamą darbo plano dalį), ir kokios sąnaudos skirtos tam tikrai užduočiai atlikti (perskaitęs atitinkamą biudžeto dalį).

1.3 lentelėje pateiktas šiuos tikslus atitinkantis biudžeto pavyzdys. Užduotys surašytos stulpelių antraštėse, o galimos sąnaudos (grupės narių užmokestis ar išlaidos) – eilučių antraštėse. Skaičiai lentelėje rodo tam tikrų išlaidų sumą, išleistą konkrečiai užduočiai atlikti. Pažvelgus į lentelę galima greitai pasakyti, kad svarbiausia šio projekto užduotis yra 4 – jai skiriama apie 70 proc. visų išlaidų. Jei reikia, galima grįžti prie pasiūlymo darbų plano skyriaus ir perskaityti išsamų 4 užduoties darbų aprašymą.

1.3 lentelė. Biudžeto pavyzdys

	Dienos norma, JAV doleriais	1 UŽDUOTIS Projekto valdymas	2 UŽDUOTIS Duomenų bazės atnaujinimas	3 UŽDUOTIS Pakitusių plotų nustatymas	4 UŽDUOTIS Plotų keitimas	5 UŽDUOTIS Analizė ir bendroji ataskaita	Iš viso dienų	Iš viso, JAV doleriais
Darbuotojų užmokestis								
Darius <i>Projektų valdymas/KK</i>	565	1,5	1		2	2	6,5	3 672,50
Juozas <i>Trikdžių nustatymas</i>	500			2	9	2	13,0	6 500,00
Stasė <i>GIS analitikė</i>	500				4	1	5,0	2 500,00
Robertas <i>GIS technikas</i>	340				15		15,0	5 100,00
Iš viso dienų		1,5	1,0	2,0	30,0	5,0	39,5	
Tarpinė suma		847,50 JAV dolerio	565,00 JAV dolerių	1 000,00 JAV dolerių	12 730,00 JAV dolerių	2 630,00 JAV dolerių		17 772,50
Išmokos								
Kelionė		100 JAV dolerių						100,00
Ryšių paslaugos		50 JAV dolerių						50,00
Tarpinė suma		150 JAV dolerių	0 JAV dolerių	0 JAV dolerių	0 JAV dolerių	0 JAV dolerių		150,00
Iš viso		997,50 JAV dolerio	565,00 JAV dolerių	1 000,00 JAV dolerių	12 730,00 JAV dolerių	2 630,00 JAV dolerių		17 922,50
BENDRA SUMA								17 922,50

Biudžetą galima pateikti skirtinga forma, bet jei aiškiai nurodytos kiekvienos užduoties išlaidos ir pažymėta, kur išleidžiamos visos konkrečios sumos, sprendimą priimančiam asmuo gali efektyviai įvertinti pasiūlymą.

1.4.9 Rezultatai

Šiame pasiūlymo skyriuje išvardijami visi rezultatai, kuriuos pasiūlymo teikėjas privalo pateikti užsakovui projekto pabaigoje. Tai gali būti rašytinės ataskaitos, projekto metu apdoroti duomenys ar sukurtos programos. Jei įmanoma, nustatykite rašytinių pateiktinų rezultatų formatą (pvz., „Galutinės ataskaitos dokumentas, PDF formatu“) ir nurodykite bet kokią svarbią informaciją apie pateikiamus erdvinis duomenis (pvz., „Užbaigti augmenijos poligonai, Arc Export (E00) formatu, UTM Zone 34N koordinatų sistema, WGS_84 Datum“). Jei norite, pavyzdžiui, galimus siūlytojo ir užsakovo programų versijų neatitikimus nustatyti iš karto, o ne baigę darbus, nurodykite ir failų formatus.

1.4.10 Užsakovo pagalba

Šiame skyriuje aprašomi visi darbai, kuriuos užsakovas turi atlikti arba pateikti projekto metu. Juos nurodyti reikia tam, kad užsakovas suprastų ir ko iš jo tikimasi, ir kada jis turi tai pateikti ar padaryti. Kartais dėl užsakovo vėlavimo vėluoja visas projektas, tad jei norite išvengti nesusipratimų, kaupkite dokumentus apie pagalbos suteikimo procesą nuo pat projekto pradžios.

Užsakovo pagalba gali būti šiose srityse:

pateikti darbui atlikti būtini duomenys;

suteikta bendroji dokumentacija arba spausdinti žemėlapiai, kurie gali palengvinti darbą;

suteikta galimybė peržiūrėti ankstesnius rezultatus arba projektų dokumentus šio projekto metu;

teikiami sprendimai dėl metodikos, remiantis pradine analize, projekto metu.

Ir šiuo atveju, jei įmanoma, nurodykite failų formatą, erdvinių duomenų koordinacių sistemas ir panašius dalykus, kad pasiūlymo teikėjas efektyviai panaudotų užsakovo pagalbą.

1.4.11 Priedai

Jei papildomos pasiūlymo medžiagos pernelyg daug, kad ją būtų galima pateikti pagrindiniame tekste, pateikite ją prieduose. Priedų turinys gali labai skirtis, bet dažnai tai būna:

išsamūs grupės narių gyvenimo aprašymai;

pasiūlymo teikėjo jau įgyvendintų panašių projektų sąrašas;

ankstesni užsakovai, kurie sutiko pateikti savo rekomendaciją;

medžiaga su daug techninių smulkmenų, pavyzdžiui, su projektu susiję duomenų žodynai, specifikacijos arba reikalavimai duomenų kokybei.

1.4.12 Pasiūlymų vertinimas

Konkurencinį kvietimą teikti pasiūlymus paskelbusi organizacija turi įvertinti gautus pasiūlymus. Kad tai būtų atlikta efektyviai, užsakovo organizacija turi kruopščiai parengti nuoseklias ir griežtas pasiūlymų vertinimo procedūras. Daugeliu atveju šios procedūros nurodomos kvietime teikti pasiūlymus, kad teikėjai žinotų, kaip jų pasiūlymas bus lyginamas su konkurentų. Vertinimo procedūros gali būti labai sudėtingos, tačiau bendras procesas nagrinėjamas šiame skyriuje.

Tinkamumas

Daugeliu atvejų yra sąlygų, kurias turi atitikti pats pasiūlymo teikėjas – jei jų neatitiks, jo pasiūlymas bus atmestas. Šios sąlygos gali būti šios: pasiūlymo teikėjo įmonė turi būti įsteigta ir turėti teisę vykdyti verslo veiklą nurodytoje vietoje; arba pasiūlymo teikėjas turi turėti pakankamą draudimą, kad projekto sąlygos būtų įgyvendintos. Šios sąlygos turi būti įgyvendintos ir patvirtintos vertintojų prieš pradedant oficialią vertinimo procedūrą. Jei pasiūlymo teikėjas neįvykdo šių sąlygų, jo pasiūlymas atmetamas ir toliau nebevertinamas.

Kriterijai

Kiekvienam projektui keliami gana tikslūs reikalavimai. Jeigu atliktinas darbas yra aiškus ir jau gerai dokumentuotas, užsakovų organizacijos gali pirmiausia rinktis konsultantą pagal siūlomą kainą. Jeigu metodai nėra aiškūs, bet bendras biudžetas jau sudarytas, pirmiausia bus atsižvelgiama į siūlomos metodikos aiškumą ir išsamumą. Kiekvienu atveju kvietimą teikti paraiškas paskelbusi organizacija turės nuspręsti, kas jai svarbiau. Vertinimo kriterijus gali lemti šie veiksniai:

- metodai:

pasiūlyme pateikta efektyvi darbo metodika;

metodai atitinka bendrus užsakovo organizacijos tikslus;

pasiūlytas pažangus metodas, duosiantis geresnį rezultatą arba lemsiantis našesnę procesą;

- patirtis:
pasiūlymo teikėjas įrodė, kad yra dirbęs su panašios apimties, pobūdžio arba laikotarpio projektais;
- pasiūlymo teikėjas įrodė, kad yra dirbęs su projektui atlikti naudojama programine įranga arba metodais;
- kaina:
 - pasiūlymo teikėjas pasiūlė pagrįstą ir konkurencingą projekto biudžetą;
 - rekomendacijos:
 - rekomendacijose nurodyta, kad pasiūlymo teikėjas yra patenkinamai įgyvendinęs panašių projektų;
- grafikas:
pasiūlytas realus grafikas, kurio tarpiniai tikslai ir galutinė data atitinka užsakovo organizacijos reikalavimus;
- projekto valdymas:
paskirtasis projekto vadovas įrodė, kad yra sėkmingai vadovavęs panašios apimties projektams;
- siūlomi susirinkimų grafikai ir bendravimo strategija atitinka projekto poreikius;
- pasiūlytos kokybės kontrolės priemonės įtikina užsakovą, kad rezultatai atitiks lūkesčius;
- siūlomos rizikos sušvelninimo priemonės yra patenkinamos;
- ankstesnė patirtis:
pasiūlymo teikėjas yra sėkmingai dirbęs su užsakovo organizacija.

Įvertinimą lemiantys veiksniai priklausys nuo darbo pobūdžio bei biudžeto ir laiko apribojimų, kurių būtina laikytis.

Kriterijų vertinimas taškais

Nustačius konkrečiam projektui svarbius kriterijus, reikia sukurti kiekinį pasiūlymo atitikties šiems kriterijams vertinimo metodą. Kiekvienam kriterijui gali būti nustatytas individualus būdas įvertinti atitikties laipsnį.

Daugeliui kriterijų galima sukurti subjektyvią vertinimo skalę. Pavyzdžiui, pasiūlymo teikėjo darbo su panašiais projektais patirtį galima vertinti skaičiais nuo 0 iki 5:

0	<i>Pasiūlymas neatsako į klausimą arba pagal šį kriterijų jo vertinti neįmanoma, nes nėra arba nepakanka informacijos.</i>
1	<i>Blogai</i>
2	<i>Patenkinamai</i>
3	<i>Gera</i>
4	<i>Labai gerai</i>
5	<i>Puikiai</i>

Pagal kitus kriterijus, pavyzdžiui, kainą, pasiūlymus galima vertinti objektyviau. Paprasčiausia priskirti mažiausios kainos pasiūlymui 5 taškus, antram pagal kainą – 4 taškus ir t. t. Kitas būdas – priskirti 5 taškus mažiausios kainos pasiūlymui, nulį taškų – aukščiausios kainos pasiūlymui, o kitus pasiūlymus proporcingai įvertinti pagal jų artumą aukščiausiai arba mažiausiai kainai. Pavyzdžiui, jeigu aukščiausia kaina buvo 20 000 JAV

dolerių (nulis taškų), o mažiausia kaina – 10 000 JAV dolerių (5 taškai), 18 000 JAV dolerių pasiūlymas vertinamas taip:

$$\frac{(20\,000 \text{ JAV dolerių} - 18\,000 \text{ JAV dolerių})}{(20\,000 \text{ JAV dolerių} - 10\,000 \text{ JAV dolerių})} \times 5 = 1 \text{ taškas}$$

Ribos

Kai kuriuose kvietimuose teikti paraiškas nurodoma, kad pasiūlymo teikėjui nepakanka surinkti didžiausią taškų sumą, dar reikia surinkti tam tikrą taškų skaičių pagal kiekvieną kriterijų. Taip užtikrinama, kad pasiūlymo teikėjas pagalvotų apie visus aspektus, o ne pateiktų išskirtinį keliose kategorijose, bet prastą kitais atžvilgiais pasiūlymą.

Svoriai

Parengę kriterijų ir atitinkamų vertinimo metodų rinkinius, vertintojai turi sukurti kriterijų hierarchijos sistemą. Dažnai kriterijaus svarba išreiškiama procentais nuo visų pasiūlymo surinktų taškų, pavyzdžiui:

- projekto įgyvendinimo strategija (40 proc.);
- kvalifikacija ir patirtis (20 proc.);
- bendrosios išlaidos (20 proc.);
- rekomendacijos (10 proc.);
- grafikas (10 proc.).

Nustačius kriterijų svorius, pasiūlymo teikėjai žino, kur įdėti daugiau pastangų rengiant gerą pasiūlymą. Pirmiau pateiktame pavyzdyje pasiūlymo teikėjas kruopščiai dokumentuotų metodiką ir darbų planą, o po to jau investuotų daugiau laiko į konkurencingo biudžeto rengimą.

1.4.13 Išvados

Pasiūlymai yra bendras mechanizmas projektui aprašyti ir sprendimams dėl jo priimti. Juos galima naudoti kaip pagalbinę priemonę keliuose SPGC etapais, taip pat ir kitiems tikslams. Pasiūlymai gan išsamiai nagrinėjami kurso 2 dalyje („Projekto lygmens GIS“), kurioje išmokssite aprašyti projektą ir dokumentuoti jį pasiūlymo formatu.

Papildoma informacija:

Geras pavyzdys, kaip sudėtinga gali būti įvertinti pasiūlymus ir kokie griežti turi būti visuotiniai standartai

- Europos Komisija. *Pasiūlymų vertinimo ir atrankos procedūrų gairės*. Europos Komisija, 2003 m. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn.

http://www.6pr.pl/images/prezentacje/ip1/ges_200301_en.doc

Pasiūlymų pavyzdžiai

- Coolbaugh, Mark, et al. *Revival of Grass-Roots Geothermal Exploration in the Great Basin – A New Approach to Assessing Geothermal Potential Using a Geographic Information System*. Pasiūlymas PDF formatu, 2005 m. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn.

<http://www.unr.edu/geothermal/pdf/CoolbaughProposal05.pdf>

Literatūra

Blaha, M. ir Premerlani, W. Object-Oriented Modeling and Design for Database Applications. New Jersey: Prentice-Hall, 1998 m.

Bawa, Papia. Proposing to Write a Proposal. Purdue University, 2004 m. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn.

<web.ics.purdue.edu/~pbawa/421/PROPOSING%20TO%20WRITE%20A%20PROPOSAL%202.ppt>

Geoerdvinės informacijos ir technologijų asociacija (GITA). What Is GIS: A Profession, Niche, or Tool? GITA Baltoji knyga, 2005 m. birželio mėn. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn.

<http://www.cdg.qc.ca/article_opinion/what_is_gis_a_profession_or_too.html>

Kratzschmar, Marc. GIS and the Other Enterprise Database. GIS-T Symposium: Rapid City, South Dakota, 2004 m. kovo 31 d.

Niujorko valstybinis technikos biuras. Management's Guide to Project Success. Chapter III: Project Lifecycles. Niujorko valstybinis technikos biuras, 2002 m. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn.

<http://www.oft.state.ny.us/pmmp/guidebook2/Phase.pdf>

Niujorko valstybinė metrikacijos įrašų valdymo tarnyba. Geographic Information System Development Guides. Niujorko valstybinė metrikacijos įrašų valdymo tarnyba, 1996 m. birželio mėn. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn.

<http://www.archives.nysed.gov/a/nysaservices/ns_mgr_active_gisguides.shtml>

Satzinger, J. W., Jackson, R. B. ir Burd, S. D. Systems Analysis and Design in a Changing World. Thomson Learning: 2000.

Shelly, G. B., Cashman, T. J. ir Rosenblatt, H. J. Systems Analysis and Design. Boston: Thomson Learning, 2001.

Thomlinson, R. Thinking about GIS. Redlands, CA: ESRI Press, 2003.

2 Projekto lygmens GIS

Šios dalies tikslas – supažindinti jus su mažų GIS projektų planavimo metodais. Pirmiausia apžvelgiami metodai darbo pobūdžiui, arba apimčiai, apibrėžti. Šioje temoje išnagrinėti ir keli metodai, naudojami būtent GIS projektams, ir šiais metodais apibrėžta pavyzdinio projekto apimtis. Antroje ir trečioje temoje nagrinėjami atitinkamai projekto grafiko ir biudžeto sudarymo procesai. Aptariami metodai yra universalūs ir juos galima naudoti ne tik GIS projektams, tačiau visi naudojami pavyzdžiai yra GIS projektai. Paskutinėje temoje aptariamas projekto išteklių (žmonių ir įrangos) įvertinimas ir analizė.

Nesvarbu, ar planuojate projektą, ar gaunate planavimo rezultatus (pavyzdžiui, kaip pasiūlymą), abiem atvejais derėtų žinoti, kaip vykdomas planavimo procesas.

„Projekto lygmens GIS“ dalies turinys:

Darbų apimtis (darbų kiekis)

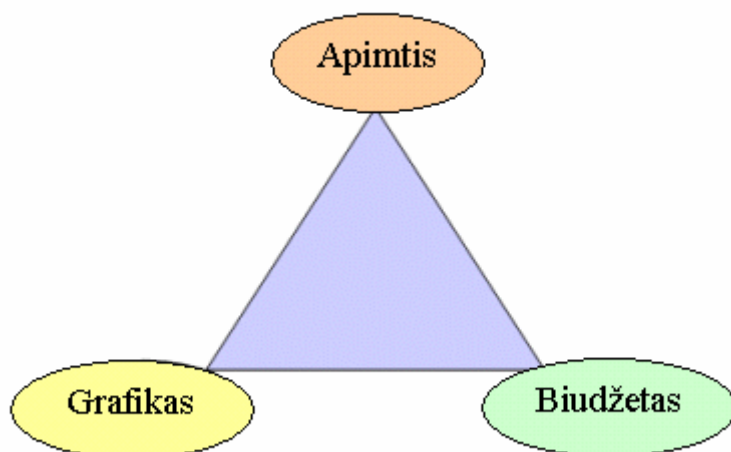
Darbų grafikas

Projekto biudžetas

Ištekliai

2.1 Darbų apimtis

2.1.1 Įvadas



2.1 pav. Pagrindinės projekto dalys

Pagrindinės projekto dalys yra darbų apimtis t.y. užduotys, kurias reikia atlikti, grafikas t.y. kiek laiko reikės užduotims atlikti, ir biudžetas – kiek tai kainuos. Jei pakeisite vieną iš šių dalių, būtinai reikės pakeisti ir kitas. Pavyzdžiui, jei įtrauksite papildomą užduotį, visas projektas ilgiau užtruks ir (ar) kainuos daugiau.

Projektas turi ir kitų kintamųjų, pavyzdžiui, kiek žmonių su juo dirba ir pan., tačiau trys minėtosios dalys yra svarbiausios. Išsamiau apie projekto dalis pakalbėsime nagrinėdami projektų valdymą.

Galima laikyti, kad darbų apimtis yra bendras šalių supratimas apie tai, kokius darbus reikia įtraukti į konkretų projektą, o kokių nereikia. Kol kas nesprendžiame, kiek darbai užtruks ar kiek jie kainuos – tai nustatoma apibrėžus apimtį. Tik tada galima apskaičiuoti ir kainą, ir laiką. Jei neteisingai apibrėšite darbų apimtį, laiką ir kainą taip pat apskaičiuosite neteisingai. Taigi apimties apibrėžimas yra svarbiausia planavimo proceso dalis. Kartais darbų apimtis vadinama darbų planu, technine užduotimi, darbų programa arba užduočių sąrašu.

Bendras šalių supratimas yra nepaprastai svarbus. Jei darbų apimtis išreiškta neaiškiai ir ją įmanoma interpretuoti skirtingai, darbą atliekanti šalis ir darbą užsakiusi šalis gali skirtingai suprasti projekto įvykius ir rezultatus. Baigsis tuo, kad viena šalis liks nepatenkinta. Jei visos šalys vienodai supranta, kas turi įvykti, daug lengviau atlikti darbus ir prisitaikyti prie projekto eigos pokyčių.

Pavyzdžiui, jūs pasamdėte konsultantą, kad šis iš ortofoto nuotraukų dešifruotų didelį GIS duomenų kiekį (pvz., augmenijos ar naudojamos žemės plotus). Rangovas manė, kad galutinius žemėlapius atspausdinsite jūs patys, o jūs manėte, kad visą žemėlapių komplektą pateiks konsultantas. Jei rangovas žemėlapių kūrimo į kainą neįskaičiavo, įvyks viena iš dviejų: arba jūs papildomai mokėsite už žemėlapių spausdinimą, arba įkalbėsite rangovą padaryti juos nemokamai, t. y. faktiškai jis mokės už jūsų brėžinius. Aišku, didelis

darbas, kaip visas brėžinių rinkinys, tikrai bus aiškiai apibrėžtas darbų plane, tačiau šis pavyzdys akivaizdžiai parodo, kaip skirtingas projekto supratimas gali lemti galutinį pelno ir išlaidų pasiskirstymą ir bei šalių pasitenkinimą įvykdžius projektą.

Kad būtų patogiau, šalį, kuriai atliekami darbai, vadinsime užsakovu, o darbus atliekančią šalį – konsultantu arba rangovu. Planavimo procesą bandysime išnagrinėti abiejų šalių požiūriu. Kai kuriais atvejais jums reikės suformuoti darbų apimtį vidinei dokumentacijai parengti, kitais atvejais jums reikės įvertinti konkuruojančių konsultantų sudarytas darbų apimtis ir nustatyti, kurio konsultanto kvalifikacija geriausia nurodytam darbui atlikti. Abiem atvejais svarbu suprasti, kaip planuojamas ir valdomas projektas.

2.1.2 Kodėl projekto darbų apimtis tokia svarbi?

Atsakymai:

- Kad būtų galima tiksliai įvertinti grafiką ir biudžetą.
- Kad būtų galima matyti į pradinę apimtį nepatenkančius dalykus ir tinkamai juos įvertinti.
- Kad visos šalys sutartų, kas priskiriama pradinei darbų apimčiai, o kas ne.

Beveik neabejotina, kad projekto gyvavimo laikotarpiu darbų apimtis keisis. Mes visada viliamės, kad to nebus, tačiau iš tiesų pradėdami projektą negalime numatyti tikslios jo eigos. Projekto vykdymo metu atsiradę pokyčiai vadinami projekto apimties pakeitimais. Apimtis gali keistis dėl dviejų priežasčių:

Apibrėžiant apimtį nebuvo numatyta tam tikra užduotis. Tai tikėtina – išaiškėjus konkrečioms smulkmenoms, atsiranda papildomų problemų.

Pasikeitė užsakovo prioritetai ir jis reikalauja pakeisti arba praplėsti pradinę apimtį.

Dėl abiejų šių priežasčių apimtį reikia aiškiai apibrėžti prieš pradėdant darbus. Jei konsultantas iš pat pradžių aiškiai aprašys kuo daugiau smulkmenų, įvykus pokyčių jis turės argumentą iš naujo tartis dėl kainos ar grafiko. Užsakovas savo ruožtu turės argumentą reikalauti iš konsultanto laikytis pradinio susitarimo. Aplinkybėms pasikeitus projekto vykdymo metu, abi šalys aiškiai supras, kad naujoji užduotis nebuvo įtraukta į numatytą projekto apimtį.

Frazė „neįtraukta į apimtį“ labai patinka rangovams. Ji reiškia papildomą užmokestį už darbą, kurio nori užsakovas. Ankstesniame pavyzdyje su žemėlapiais ji reiškia, kad užsakovas turės padidinti sutartą sumą, nes apimtyje niekur nenurodyta, kad žemėlapius turi pateikti rangovas.

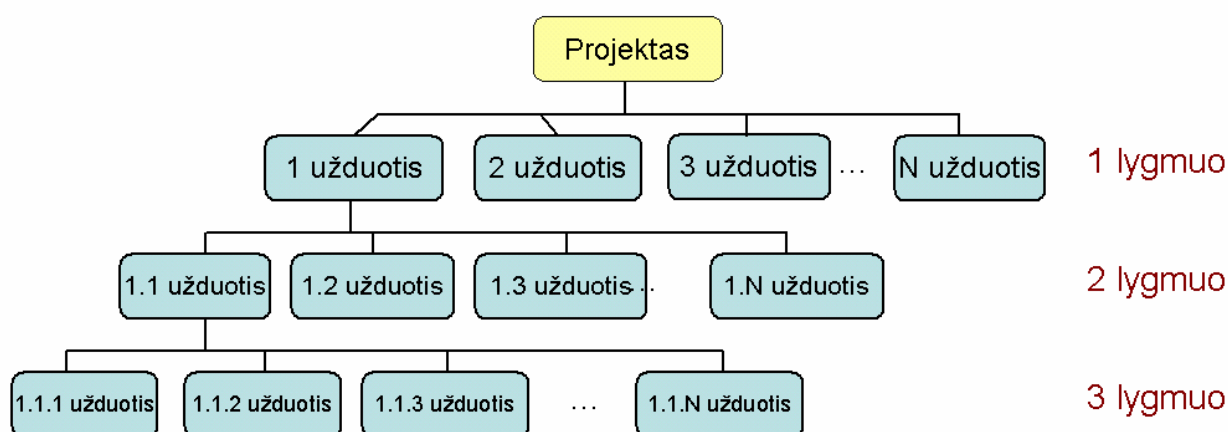
Paprastai problemų dėl apimties pokyčių kyla tada, kai šalys skirtingai suvokia, kas įtraukta į apimtį, o kas ne. Tokia padėtis gali susidaryti ir ne dėl pokyčių, o dėl to, kad šalys tiesiog skirtingai suprato pradinę apimtį.

Pavyzdžiui, projekto vadovas manė, kad GIS projekte bus kuriami tik keturių ar penkių tipų žemėlapių, o užsakovas – kad dešimties ar dvidešimties. Ir niekas nemanė, kad tai iš viso verta aptarinėti, nes abu buvo įsitikinę, kad kita šalis mano taip pat. O rezultatas bus tas, kad vykdant projektą atsiras nesutarimų. Aiškiai apibrėžus apimtį, tokių nesutarimų bus mažiau.

2.1.3 Skaidymas į užduotis

Projekto darbų apimties nustatymas yra procesas, kol parengiamas aiškus būsimų darbų patvirtinimo dokumentais. Visuotinai priimtas apimties nustatymo metodas – hierarchinės užduočių struktūros sudarymas. Hierarchijos viršuje yra nedaug stambių (didelės apimties) užduočių arba užduočių grupių, pateiktų vykdymo tvarka. Šis aukščiausias lygmuo vadinamas 1 lygmeniu. Šiame lygmenyje projektą paprastai sudaro nuo 2 iki 20 pagrindinių užduočių. Bet nemažiau kaip 2 užduotys turi būti numatomos būtinai, nes viena užduotis reikštų, kad mes visai neskaidome projekto, o 20 yra didžiausias tarpusavyje susijusių užduočių skaičius, kurį įmanoma pavaizduoti, surikiuoti ar suplanuoti laike.

Kiekviena 1 lygmens užduotis toliau skaidoma į nuo 2 iki 20 smulkesnių užduočių. Tai yra 2 lygmuo. Kiekviena 2 lygmens užduotis skaidoma į 3 lygmens užduotis ir t. t. Procesas tęsiasi tol, kol kurio nors lygmens užduotys tampa tokios aiškos, kad toliau jas skaidyti nėra jokios prasmės. 2.2 pav. pateiktas šio skaidymo pavyzdys.



2.2 pav. Hierarchinis projekto planavimas

Toks užduočių struktūrizavimas vadinamas įvairiai. Populiariausias šio metodo pavadinimas – darbų smulkinimo schema (Work Breakdown Structure – WBS), tačiau jis kartais vadinamas ir funkciniu skaidymu arba hierarchiniu planavimu.

Šis planavimo tipas vadinamas smulkinamuoju planavimu, nes pradedama nuo bendriausių dalykų ir juos smulkinant pereinama prie konkretesnių; taip gaunama užduočių struktūra, kurios pradinis elementas yra pati stambiausia užduotis. Planuojant šiuo būdu, įvertinami ir reikalavimai duomenims, ir rezultatai, bet jie nėra pagrindinis klausimas ir svarstomi tik nagrinėjant smulkesnes užduotis. Šis metodas tinka beveik visiems projektams – nuo namo statymo iki programinės įrangos kūrimo.

Yra ir kitas būdas tai pačiai užduočių struktūrai gauti: galima pradėti nuo smulkesnių uždavinių, ir palaipsniui juos stambinti – jungti į stambesnes užduotis, kol bus gauta visa užduočių hierarchija. Tai geriausia daryti nedidelei projekto dalyvių grupei. Šią grupę paprastai sudaro 5–7 žmonės. Daugiau dalyvių tik apsunkintų procesą. Jei dalyvių bus mažiau, nukentės rezultatas, nes bus per mažai skirtingų požiūrių.

Stambinamojo planavimo esmė ta, kad grupės dalyviai nustato bet kokio išsamumo lygmens užduotis, tada visa grupė šias užduotis tvarko ir jungia į grupes (vienas žmogus koordinuoja šį procesą). Galima proceso schema:

- Grupės dalyviai nustato visas užduotis, kurių reikia numatytiems projekto rezultatams gauti.
- Pašalinamos pasikartojančios užduotys ir suderinami nustatytų užduočių aprašai.
- Užduotys grupuojamos į logines kategorijas ir nustatoma jų atlikimo tvarka.
- Jei įvardijant ir grupuojant esamas užduotis atsiranda naujų, jos taip pat įtraukiamos.
- Užrašomi rezultatai.

Ir smulkinamojo, ir stambinamojo planavimo rezultatas turėtų būti tas pats. Kurį būdą naudoti, gali priklausyti nuo projekto grupės (smulkinamasis paprastai patogesnis mažoms grupėms ir pavieniams asmenims), projekto sudėtingumo (jei, pavyzdžiui, nėra vieno asmens, suprantančio visą projektą) ar tiesiog nuo vadovo pasirinkimo (vieniems žmonėms patogesnis vienas būdas, kitiems – kitas).

2.1.4 Skaidymas pagal duomenis

Nors skaidymas į užduotis yra efektyvi priemonė įvairiausiems projektams planuoti, yra projektų – ypač GIS projektų, kuriuos planuojant naudinga išsamiau išnagrinėti duomenims keliamus reikalavimus. Nustatant daugelio IT ir GIS projektų apimtį, gali būti naudinga įvertinti:

- Užduotis, apdorojimo būdus, programos galimybes
- Gaunamus duomenis, įvedamus duomenis
- Rezultatus, išvedamus duomenis

Kaip ir kiekvieno hierarchinio planavimo atveju, planavimo pastangos turi būti sutelktos į darbą, kurį reikia padaryti. Nustatant užduotis, apdorojimo būdus, programos galimybes, reikia įvertinti visus veiksmus, kuriuos reikės atlikti vykdant projektą; galima naudoti arba smulkinamąjį, arba stambinamąjį metodą – kaip minėta, jų rezultatai yra identiški. Tačiau skaidant projektą pagal duomenis, užduotys skaidomos atsižvelgiant į duomenų aprašus ir įvertinama, kurių duomenų reikia konkrečiam etapui.

Planuodami bet koki GIS projektą, turime kruopščiai įvertinti, kurių duomenų gali reikėti nustatytoms užduotims atlikti. Nustatę kiekvieną užduotį, turime apgalvoti, kokių duomenų reikės šiai užduočiai atlikti. Reikia įvertinti, iš kur atsiras kiekvienas duomenų rinkinys ir kokia bus jo forma (failo formatas, atskiri žemėlapių lapai ar viena sritis). Kadangi daugelio GIS duomenų rinkinių pradinė forma neskirta naudoti tiesiogiai, būtina įvertinti, ar reikės juos paruošti (pakeisti projekciją, perskaičiuoti, sujungti ir pan.).

Šio darbo rezultatas GIS projekto atveju paprastai yra konkretus produktas. Daugumos GIS projektų rezultatai: nauji GIS duomenys, žemėlapiai arba analizės rezultatai. Nustatydami projekto apimtį, aiškiai išreikškite šiuos galutinius rezultatus. Įvertinkite:

- Kokie turi būti galutiniai produktai?

- Duomenys? Žemėlapiai? Lentelės? Dokumentai?
- Failų formatas? Koordinačių sistema?
- Leistinas pataisų skaičius (jei iš viso leidžiama)?

Dėl įvedamų duomenų: siekiant užtikrinti duomenų suderinamumą tarp užsakovo ir rangovo sistemų, prieš pradedant darbą, reikia įvertinti įvairias projekto detales, pavyzdžiui, failų formatus ar koordinatų sistemas.

2.1.5 Projekto apimties nustatymo proceso pavyzdys

Kaip apimties nustatymo pavyzdį išsamiai išnagrinėsime kurso 1 dalyje savarankiškam darbui užduotą jautrių ekosistemų inventorizacijos (JEI) projektą. Šį pavyzdį pasirinkome todėl, kad kursų dalyviai jau bus susipažinę su projektui keliamais reikalavimais ir užduočių aprašą supras be didelių pastangų. Šiame pavyzdyje naudosisime anksčiau aprašytą skaidymą.

Jautrių ekosistemų inventorizacija

Projekto tikslas: Atnaujinti 1997 metų JEI plotus atsižvelgiant į 2002 metų ortofoto nuotraukas. Digitalizuoti naujus esamų ekosistemos plotų trikdžius, atitinkamai pakeičiant atributus ir apibendrinant rezultatus.

1 veiksmas: pradinės projekto apimties nustatymas

Pirmiausia reikia nustatyti pirminę, bendrąją apimtį, kurią toliau skaidysime į smulkesnes užduotis:

Pakeisti 1997 metais parengtą atributų lentelę: įtraukti nuostolių laukus
 Digitalizuoti trikdžius, atnaujinti atributus
 Apibendrinti nuostolius

1 Užduotis tiesiog pažymi faktą, kad į 1997 metų JEI plotų atributų lentelę reikia įtraukti papildomus laukus, kuriuose bus nurodytas pobūdis visų trikdžių, nustatytų iš 2002 metų ortofoto nuotraukų. Pavyzdžiui, į atributų lentelę įtrauktume laukus, nurodančius, kad dėl miesto plėtros tam tikras plotas buvo pašalintas ir 1997 apibrėžta ekosistema buvo sunaikinta.

2 Užduotyje aprašytas kiekvieno JEI poligono patikrinimas pagal naujas ortofoto nuotraukas, skirtas nustatyti, ar yra naujų trikdžių. Jei jų yra, pakitusias poligonų dalis reikia paversti skaitmeniniais duomenimis ir įvesti trikdžio pobūdį nurodančius atributus. Ši užduotis sudarys didžiąją projekto darbų dalį.

3 Užduotis aprašo projekto rezultatų apibendrinimo procesą. Užsakovas nori gauti lentelėse pateiktas rezultatų santraukas, nurodančias, kuri ekosistemų dalis buvo prarasta dėl šio regiono plėtros.

2 veiksmas: pradinių duomenų įvertinimas

Toliau papildysime šį pagrindinių užduočių sąrašą turimomis žiniomis apie duomenis, kurių reikia darbui atlikti. Didelę bet kokio „realaus“ GIS darbo dalį sudaro reikiamų duomenų surinkimas ir apdorojimas iki naudingos formos. Šiam darbui būtina skirti deramą dėmesį. Kad duomenų surinkimas ir paruošimas atspindėtų mūsų užduočių sąrašą, į sąrašo pradžią įrašysime dvi papildomas užduotis.

Nagrinėdami šį pavyzdį, kad būtų aiškiau, užduotis, kurios nebus toliau smulkinamos, paliksime apibendrintos formos. Visa darbų apimtis su išplėstinėmis užduotimis pateikta šios dalies A priede.

Įrašius duomenų rinkimo ir paruošimo užduotis, projekto darbų apimtis yra tokia:

Surinkti reikiamus duomenis:

Duomenų rinkinys	Šaltinis	Formatas / koordinačių sistema
1997 metų JEI plotai	Užsakovas	ESRI sluoksniai BK Alberso standartinė projekcija
2002 metų ortofoto nuotraukos	Užsakovas	JPG formatas 4 vaizdai viename 1:20 000 mastelio žemėlapyje, iš viso 272 vaizdai Geografiškai orientuoti BK Alberso standartinėje projekcijoje

Atlikti pradinį įvedamų duomenų apdorojimą

Duomenų rinkinys	Pradinis apdorojimas
1997 m. JEI plotai	Konvertuoti sluoksnius į SHP arba GeoDB (ArcMap programa negali redaguoti sluoksnių (coverage))
2002 ortofoto nuotraukos	Kad būtų galima tvarkyti 272 vaizdus, paversti nuotraukas SDE rastriniu duomenų rinkiniu arba parašyti taikomąjį algoritmą - skriptą.

- Pakeisti 1997 metų atributų lentelę: įtraukti nuostolių laukus
- Įskaitmeninti trikdžius, atnaujinti atributus
- Apibendrinti nuostolius

Reikiamų duomenų surinkimo užduotį dabar sudaro ne tik darbui atlikti reikalingų duomenų sąrašas – taip pat nurodyta, kur ir kokios formos duomenys yra. Pradinio duomenų apdorojimo etapas užtikrina, kad reikiami duomenys bus paruošti naudoti.

Pačių JEI plotų, pateiktų ESRI sluoksnių formatu, ArcMap programa tiesiogiai redaguoti neįmanoma (ji neturi tokių funkcijų). Kad galėtume šiuos plotus redaguoti, reikia konvertuoti sluoksnius arba į shape failą, arba į Geodatabase formatą. Užduotyse

nurodyta „BK Alberso standartinė projekcija“ – Alberso lygiaplotė projekcija su dviem standartinėmis lygiagretėmis, tinkama Britų Kolumbijos provincijos žemėlapiams. Tai standartinė daugumos Britų Kolumbijos (Kanada) skaitmeninių duomenų produktų projekcija.

Užsakovo pateikiamos ortofoto nuotraukos – tai daug (272) mažų vaizdų failų. *ArcMap* turinio lentelę su 272 vaizdų failais naudoti nepraktiška: jei juos visus rodysime ekrane, programa lėtai dirbs, o jei nerodysime, operatorius turės papildomai dirbti, kad nustatytų, kuris vaizdas susijęs su jo redaguojama sritimi, rastų tą vaizdą ir parodytų jį ekrane. Galima būtų konvertuoti visus šiuos JPG failus į vieną tolydų SDE (*Spatial Database Engine*) rastrinį duomenų rinkinį, arba parašyti nedidelį algoritmą (*script*), kuris automatiškai rastų reikiamą vaizdą ir rodytų tik to vaizdo JPG failą. Abiem atvejais pasiruošti reikės laiko ir pajėgumų.

3 veiksmas: papildyti užduotis išsamesne informacija

Kitas veiksmas – papildyti nustatytas bendras užduotis konkrečia informacija. Pavyzdžiui:

- a) Surinkti reikiamus duomenis
- b) Atlikti pradinį įvedamų duomenų apdorojimą

Pakeisti 1997 metų atributų lentelę: įtraukti nuostolių laukus

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| c) Įtraukti lauką Pokycio_tipas | Eilute (<i>String</i>) (30) |
| d) Įtraukti lauką Trikdžio_tipas | Eilute (<i>String</i>) (20) |

Įskaitmeninti trikdžius, atnaujinti atributus

Vektorinio formato mastelis 1:10 000

Nustatyti visus trikdžius, didesnius negu 0,2 ha

Apibendrinti nuostolius

Apskaičiuoti kiekvieno regiono nuostolius pagal trikdžio tipą ir ekosistemą (5)

3 užduotyje tiksliai apibrėžėme, kokius laukus reikia įtraukti į poligonų atributų lentelę, ir nustatėme jų duomenų tipą. Į pokyčio_tipo lauką įrašomas poligono pokyčio tipas, pavyzdžiui: jei pokytis didelis ir tolygus – „pašalintas“, jei poligone daug mažų pokyčių – „atnaujintas“, jei dalis poligono pašalinta, bet kita dalis liko nepakitusi – „sumažintas“. Šios galimos vertės, dar vadinamos atributo domenu, taip pat bus apibrėžtos šioje kursų dalyje.

Trikdžio_tipas nurodo trikdžio šaltinį, galimos jo vertės – „miesto plėtra“, „iskirsta“, „Keliai / takai“ arba „žemės ukis“. Ir šiuo atveju bus apibrėžtos visos leistinos trikdžio tipo vertės.

4 užduotyje reikia nurodyti visas skaitmeninimo proceso dalis, turėsančias įtakos užduoties atlikimo trukmei. Šiuo atveju nustatysime, kad darbinis mastelis bus 1:10 000, ir kad nedigitalizuosime atskirų mažesnių negu 0,2 ha trikdžių. Ši informacija labai svarbi, nes jei dirbtume stambesniu masteliu arba jei minimalus poligono plotas būtų mažesnis negu 0,2 ha, reikėtų digitalizuoti mažesnius trikdžius, ir šis procesas neišvengiamai

užtruktų ilgiau. Galima netgi sudaryti išsamų trikdžių digitalizavimo procedūros aprašą (žr. A priedą).

Atkreipkite dėmesį, kad 5 užduoties apraše pateikiamas tikslus sudarytų santraukų skaičius. Kadangi ataskaitų ir žemėlapių sudarymas gali trukti ilgai, užtikrinkite, kad užsakovas ir rangovas dėl jų susitartų prieš pasirašant sutartį.

4 veiksmas: būsimų rezultatų įvertinimas

Kad projekto darbų apimtis būtų sudaryta, reikia taip pat reikia įvertinti būsimus projekto rezultatus. Gali tekti pridėti dar vieną užduotį – „Paruošti rezultatus“, tiksliai nustatančią, kokius rezultatus reikia pateikti:

- Surinkti reikiamus duomenis
- Atlikti pradinį įvedamų duomenų apdorojimą
- Pakeisti 1997 metų atributų lentelę: įtraukti nuostolių laukus
- Įskaitmeninti trikdžius, atnaujinti atributus
- Apibendrinti nuostolius

Paruošti rezultatus

- **Duomenys:** užbaigti JEI plotai, E00 (*Arc Export*) formatas, BK Alberso projekcijoje
- **Dokumentai** (vienas pradinis, vienas galutinis)

Metodikos ir rezultatų dokumentai (su nuostolių lentelėmis), Word2003 ir PDF formatai

- Duomenų žodynas (nustato laukus ir domenų), *Word2003* ir PDF formatai
- **Žemėlapiai:** 68 1:20 000 mastelio žemėlapiai, PDF formatas (tik galutinis, pradiniai nepateikiami)

Išsami žemėlapių maketo specifikacija?

Ar reikia ir daugiau duomenų?

Keliai, hidrologija, reljefo šešėliai(*hillshade*)?

Pirmasis rezultatas yra suredaguoti plotų sluoksniai. Šiuo atveju taip pat nurodome visą įmanomą informaciją apie failų formatus ir koordinatų sistemas. Apibrėžiame dvi ataskaitas: viena bendrais bruožais aprašomi metodai ir rezultatai, kitoje pateikiama išsami techninė galutinių duomenų specifikacija. Dažnai verta nurodyti leidžiamų taisyčių skaičių. Galutinės ataskaitos taisyčių atsižvelgiant į kelių žmonių pateiktas pastabas kartais gali ilgai užtrukti, todėl svarbu aiškiai nurodyti galimą bet kurio dokumento taisyčių skaičių. Tai pasakytina ir apie kartografinius rezultatus.

Galutinis rezultatas –1:20 000 mastelio 68 brėžiniai. Greičiausiai tam reikės įdėti daug darbo, todėl reikėtų nurodyti viską, kas turės įtakos žemėlapių pagaminimo trukmei. Pavyzdžiui, jei nepakanka plotų tekstines žymas priskirti automatiškai ir reikės priskirti jas rankiniu būdu, darbo bus žymiai daugiau.

Nustatant kaip atrodys galutinis žemėlapis, gali paaiškėti, kad šiai užduočiai atlikti reikia daugiau skaitmeninių duomenų. Daugumoje žemėlapių bus vaizduojami ir georeferenciniai duomenys, pavyzdžiui, hidrologiniai geoelementai, kranto linija, keliai, miškai ir reljefas. Jei tokie bus ir mūsų JEI žemėlapiai, mums teks peržiūrėti „*reikiamų duomenų surinkimo*“ ir „*pradinio apdorojimo*“ veiksmus ir nustatyti, kokių dar duomenų reikės. Iki tam tikro lygmens projekto darbų apimtį galima apibrėžti pakartotinai. Kai kuriose proceso vietose gali tekti grįžti prie anksčiau apibrėžtų užduočių ir įrašyti į apimtį tam tikrą informaciją arba naujus duomenų rinkinius.

Galutinę JEI projekto darbų apimtį rasite šios dalies A priede. Jame pateikta visa išplėstinė projekto apimtis, įskaitant visą laukų domeinų aprašymą ir reikalavimus žemėlapiui. Šį trumpą apimties aprašą galima naudoti pagrindu projektui valdyti ar išsamiam pasiūlymui rašyti.

2.1.6 Kiek detalai reikia atlikti analizę?

Dauguma neturinčių patirties, apibrėžiant projekto darbų apimtį, žmonių klausia: „Kaip sužinoti, ar užduotys išskaidytos pakankamai?“ Lemiamas veiksnys tas, kad neturi likti neaiškumų, galinčių turėti įtakos projekto trukmei ir kainai.

Pavyzdžiui, užduotis suformuluota taip: „Nuskenuoti ortofoto nuotraukas ir pririšti jas prie koordinacių sistemos“. Nors sakinyje gali atrodyti aiškus, bet jei jums paves atlikti šią užduotį, galimas daiktas, kad jums kils klausimų:

- Iš kur gaunamos ortofoto nuotraukos? Ar mums jas reikės pirkti? Iš ko? Kiek jos kainuos? Kiek užtruks, kol jas gausim?
- Kokiu būdu nuskenuoti šias nuotraukas? Ar darbdavys turi tinkamą skenerį? Ar reikės užsakyti skenavimą kitur ir už tai mokėti? Kiek skenavimas kainuos?
- Kaip geografiškai orientuoti ir pririšti vaizdus? Ar yra esamų pririšimo taškų? Kokio tikslumo duomenų reikia?

Iš tiesų yra daug smulkmenų, nuo kurių priklauso, kiek laiko reikės šiai užduočiai atlikti ir kiek ji kainuos. Šią užduotį geriau būtų išdėstyti taip:

Gauti BCC92041 – BCC92132 ortofoto nuotraukas iš tiekėjo ABC (12,00 USD / vnt., pristatymas – 3 savaitės, tiesioginė sąskaita darbdaviui).

- Nuskenuoti ortofoto nuotraukas darbdavio HP *ScanJet* skeneriu į TIFF failus ir padaryti atsarginę kopiją CD.
- Prišti (orientuoti) duomenis prie koordinacių pagal 144, 152, 183, 201-244, 246, 247, 259-263 kontrolinius taškus, pateiktus *control.shp* vektoriniame faile (žemėlapiai 92G054, 064). Leistina vidutinė kvadratinė paklaida < 3,0 m.

Nors kai kurių smulkmenų rašydami pasiūlymą galime ir nežinoti, tačiau jas aprašyti vis tiek reikia. O kaip *aprašyti* tai, ko nežinome?

2.1.7 Nežinomųjų aprašymas

Tikėtina, kad užsakovas prieš pradėdamas darbus visų reikiamų rezultatų tiksliai nežinos. Tokiu atveju jums gali tekti padaryti bendrų prielaidų. Kai rašysite pasiūlymą (apimtį), daug dalykų dar nebus žinoma, o viską sužinoti prieš pradėdamas darbą ne visada būna laiko.

JAV gynybos sekretorius Donaldas Ramsfeldas 2002 metais pasakė, kad yra „žinomi nežinomieji“, o yra „nežinomi nežinomieji“. Su antraisiais, aišku, nieko nepadarysime, bet galime pasistengti kuo geriau apibrėžti pirmuosius: žinome, kad yra dalykų, kuriuos reikia geriau išsiaiškinti, bet projektą būtina pradėti nesulaukus visų atsakymų. Šiuos žinomus nežinomuosius reikia aprašyti, ir jie taps arba prielaidomis, arba rizika.

Pavyzdžiui, jūs žinote, kad užsakovas norės žemėlapių, bet nežinote, kiek ir kokio mastelio. Tokiu atveju galima daryti prielaidą, t. y. pateikti savo geriausią spėjimą, kiek žemėlapių gali reikėti. Tarkime, manome, kad baigus projektą užsakovas norės dešimties 1:50 000 mastelio žemėlapių. Ši prielaida leidžia mums vykdyti projekto planavimo etapus ir įvertinti laiką bei biudžetą. Jei projekto viduryje atsiras didelių nuokrypių nuo šios prielaidos, abiems šalims bus lengviau iš naujo aptarti sąlygas, nes pradines prielaidas abi šalys turėjo suprast vienodai.

Arba, pavyzdžiui, kitame projekte iš jūsų reikalaujama parašyti kokią nors *Visual Basic* taikomąją programą, o jūs tokios programos nesate rašę. Tuomet egzistuoja rizika; kai iš jūsų reikalaujama, kad padarytumėte tai, ko niekada nesate darę, ir todėl negalite teisingai įvertinti savo poreikių. Riziką išsamiai nagrinėsime kursų dalyje „Projekto valdymas“.

2.1.8 Kiti projekto darbų apimties klausimai

Užduočių struktūra

Toliau įvertinsime visų apimties užduočių trukmę ir biudžetą. Šiuos įvertinimus geriau pateikti ne daugybe mažų užduotėlių, o užduočių grupėms. Tada nereikės sudaryti atskiro biudžeto ir grafiko, kaip pavyzdyje su JEI plotų duomenų gavimo užduotimi. Dauguma biudžeto sudarymo ir projekto valdymo užduočių paprastai remiasi aukščiausiu arba antru projekto skaidymo lygmeniu.

Tokiu atveju mūsų pavyzdyje laikas ir biudžetas bus įvertintas tokiomis užduotimis:

- Surinkti reikiamus duomenis
- Atlikti pradinį įvedamų duomenų apdorojimą
- Pakeisti 1997 metų atributų lentelę: įtraukti nuostolių laukus
- Digitalizuoti trikdžius, atnaujinti atributus
- Apibendrinti nuostolius
- Paruošti rezultatus

Jei projekto darbų apimties, biudžeto ir grafiko užduočių struktūra ta pati, pažvelgęs į atitinkamas pasiūlymo ar ataskaitos dalis skaitantysis gali nesunkiai nustatyti, kokių darbų reikia tam tikrai užduočiai atlikti, kiek ji truks ir kiek kainuos.

Užduočių aprašai

Projekto darbų apimties dokumente apibrėžtų užduočių aprašai turi aiškiai atspindėti užduočių pobūdį. Užduotys turi būti:

Konkrečios: užduoties aprašas turi vienareikšmiškai apibūdinti būsimą darbą.

Išmatuojamos: turi būti aišku, kada užduotis laikoma baigta. Yra daug su GIS susijusių užduočių, kurias galima aprašyti įvairaus išsamumo aprašais. Jei

nenurodytas užduoties detalumo lygmuo, gali atrodyti, kad užduotis niekada nebus atlikta taip, kad visi būtų patenkinti. Geras pavyzdys yra trikdžių plotų digitalizavimas vykdant nagrinėtą JEI projektą. Jei nenurodysime, kad minimalus poligono plotas yra 0,2 ha, o darbinis mastelis 1:10 000, tai bus sunku nustatyti, ar užduotis atlikta. Kuo labiau didinsime mastelį, tuo mažesnius trikdžius pastebėsime – ypač didelės skiriamosios gebos nuotraukose. Aišku, norint peržiūrėti duomenis stambesniu masteliu ir įskaitmeninti labai mažus (< 0,2 ha) plotus užtruks daug ilgiau.

[vykdomos: jas turi būti įmanoma atlikti per nurodytą laikotarpį. Užsibrėžti nepasiekiamą tikslą reiškia sužlugdyti projektą.

Papildomos užduotys

Projektuose būna užduočių, kurių iškart galima ir nepastebėti. Štai priežastys, dėl kurių gali padidėti GIS projekto išlaidos ir trukmė:

- Projekto valdymas ir ryšiai
- Technikos / programinės įrangos atnaujinimas ar pirkimas
- Nuolatinių arba laikinų darbuotojų samdymas
- Automatizavimas / pagalbinės programos
- Vidinis kokybės užtikrinimas / kontrolė / auditas
- Galutinių duomenų paruošimas (konvertavimas, įrašymas į CD)
- Pradiniai rezultatai / taisymai
- Pagalba baigus projektą
- Sistemos / duomenų dokumentacija (metaduomenys)
- Mokomosios medžiagos paruošimas / mokymas

2.2 Darbų grafikas

2.2.1 Įvadas

Šioje dalyje toliau nagrinėsime planavimo procesą, tik šį kartą pagrindinį dėmesį skirsime projekto darbų grafikui. Grafikas – tai pagal projekto darbų planą, t. y. projekto darbų apimtį, sudarytas darbų atlikimo tvarkaraštis. Juo remiantis vykdomos su darbų eigos stebėjimu susijusios projekto valdymo veiklos, taip pat jį galima įtraukti į projekto pasiūlymą arba sutartį. Grafikas, apimtis ir biudžetas yra vienos svarbiausių priemonių projektui planuoti ir valdyti.

Aišku, užduoties ar užduočių rinkinio trukmė labai susijusi su kaina. Daugelyje GIS projektų laikas lygus pinigams, nes pagrindinę išlaidų dalį sudaro projektui skirtas GIS personalo darbo laikas, o ne materialios išlaidos. Tačiau yra priežasčių, dėl kurių grafiką ir biudžetą geriau aprašyti atskirai:

- tiesioginių išlaidų (pvz., duomenų pirkimo ar kelionių) neįmanoma tiesiogiai aprašyti laiku ir užmokesčiu už laiką;
- tame pačiame projekte tuo pat metu gali dirbti darbuotojai, kuriems mokama skirtingai;
- gali būti laisvų laikotarpių – kai laikas eina, o išlaidų nedaugėja (pvz., laukiama duomenų arba užsakovo peržiūros rezultatų).

Grafikas atspindi einantį laiką, nesvarbu, ar dirbate visą dieną, ar ne. Biudžetas faktiškai nurodo jūsų ar jūsų personalo darbo laiką ir išlaidas. Pavyzdžiui, kad laiku atliktumėte tam tikrą darbą, dirbate po 16 valandų per dieną vietoj esamų 8 val. Šiuo atveju laikotės projekto grafiko, tačiau viršysite biudžetą, nes teks mokėti už viršvalandžius. Ir atvirkščiai, jei dirbote po keturias valandas per dieną, bet projektas užtruko dvigubai ilgiau, vadinasi, projektas neviršijo biudžeto, bet buvo įvykdytas pavėluotai.

Projekto grafike reikia nurodyti projekto trukmę, išteklius ir užduočių atlikimo tvarką:

- Kiek truks kiekviena užduotis?
- Kas atliks konkrečias užduotis?
- Kokios grafiko priklausomybės: kurių užduočių neįmanoma pradėti neužbaigus kitų?

Kaip pavyzdį užduočių trukmei ir tvarkai iliustruoti įsivaizduokite paprastą projektą, kuris vadinasi „Ryte nusigauti į darbą“. Jei nuspręsite ne tik išgerti kavos, o paruošti sočius pusryčius ir pavalgyti kaip reikiant, užduotis „Papusryčiauti“ gali trukti ilgiau. Kokia tvarka atliksite užduotis „Papusryčiauti“ ir „Apsirengti“, nesvarbu. Tačiau užduotį „Apsirengti“ reikia atlikti prieš užduotį „Važiuoti į darbą“.

Geras grafikas turėtų:

- būti sudarytas pagal tą pačią užduočių struktūrą kaip ir projekto darbų apimtis, kad juos būtų galima lengvai palyginti;
- būti suprantamas – tam gerai tinka diagramos ir lentelės;
- būti lankstus – lengvai keičiamas, nes projektai dažnai keičiasi;

- atspindėti ryšius tarp užduočių, kad būtų matyti užduotys, dėl kurių projektas gali vėluoti.

2.2.2 Projekto pavyzdys

Tolesniuose skyriuose naujas sąvokas iliustruosime mažo GIS projekto pavyzdžiu. Šį projektą sudaro kelios įprastinės GIS užduotys, o vykdo maža grupė, gal net vienas analitikas. Toks pavyzdys pasirinktas dėl to, kad jo GIS užduotys nesudėtingos, ir dėl to, kad jis įdomus grafiko sudarymo atžvilgiu; kelias užduotis galima atlikti lygiagrečiai, o kelios priklauso nuo kitų užduočių.

Miesto savivaldybė valdo miesto plėtrą. Kad sumažintų žalą aplinkai, statybininkai turi laikytis įvairių įstatymų, nurodančių, kur ir ką galima statyti. Be kitų dalykų, miestui reikia, kad būtų įgyvendintos kelios taisyklės, nustatančios vandens apsaugos juostą, t.y. leistiną atstumą nuo pakrantės ruožų intensyviai veiklai. Leistinas atstumas priklauso nuo konkrečios srities, t. y. nuo augmenijos, nuolydžio ir geologinių bei panašių veiksnių. Miestas nori sukurti žemėlapi, kuriame būtų pažymėtos tos upių pakrančių sritys, kuriose statyba bus draudžiama. Savivaldybė turi išsamų geologinį žemėlapi ir detalų skaitmeninį aukščių modeli (SAM) (digital elevation model - DEM). Išsamių duomenų apie augmeniją ji šiuo metu neturi.

Žemėlapiui užbaigti savivaldybė nustatė šias užduotis:

1. Padaryti ortofoto nuotraukas – miesto augmenijos duomenys bus gaunami iš išsamių ortofoto nuotraukų, taigi mums reikia gauti šias nuotraukas. Nuotraukas jau padarytos, mums tereikia jas surinkti ir paruošti skenuoti.
2. Nuskenuoti ortofoto nuotraukas – kol kas jos atspausdintos ant popieriaus, taigi mums teks jas skenuoti.
3. Gauti bazinius skaitmeninius topografinius duomenis – prieš analizę mums reikės surinkti SAM, hidrologinį ir geologinį sluoksnius (*layers*), taip pat kitus sluoksnius, padėsiančius orientuoti duomenis erdvėje (pvz., kelius). Šiuos duomenis organizacija turi, bet juos reikia surinkti ir sutvarkyti. Gali reikėti tam tikro pradinio apdorojimo, pavyzdžiui, iš SAM sukurti aukščių žemėlapi.
4. Ortofoto nuotraukas orientuoti geografinėje erdvėje – kai surinksime bazinius duomenis ir nuskenuosime ortofoto nuotraukas, galėsime pradėti pririšinėti nuskenuotas nuotraukas prie koordinačių. Nuotraukoms orientuoti naudosime planimetrinius elementus ir SAM.
5. Apibrėžti vandens apsaugos juostos reglamentus/taisykles – kol kas nenustatytos tikslios taisyklės, apibrėžiančios zonos naudojimo pobūdį. Vienas iš projekto darbų bus susitikti su etatiniais inžinieriais, ekologais ir kt. bei nustatyti leistinas nuolydžio bei kitų parametų ribas.
6. Digitalizuoti vandens apsaugos juostos plotus – nustčius taisykles, galima digitalizuoti pakrančių plotus. Didelę šio proceso dalį galima automatizuoti, pavyzdžiui, automatiškai išskirti didelio nuolydžio arba geologiniu požiūriu svarbias teritorijas.
7. Suskaičiuoti bendrąją statistiką – sudarius galutinį draudžiamųjų zonų žemėlapi, galima suskaičiuoti bazinę aprašomąją statistiką: iš jos bus matyti procentinė teritorijos dalis, kurioje ribojama plėtra.
8. Galutinių žemėlapių sudarymas – savaime suprantama.

9. Galutinės ataskaitos pateikimas – pateikiama trumpa ataskaita, kurioje nurodomos galutinės vandens apsaugos juostų taisyklės, naudoti metodai ir rezultatai.

Pagal šį pavyzdį tolesniuose skyriuose išnagrinėsime keletą priemonių ir žymėjimo sistemų, padedančių sudaryti projekto grafiką:

- tarpinių tikslų grafikus,
- juostines diagramas
- tinklines diagramas,
- jungtinių darbų grafiką.

2.2.3 Tarpinių tikslų grafikai (*angl. Milestones Charts*)

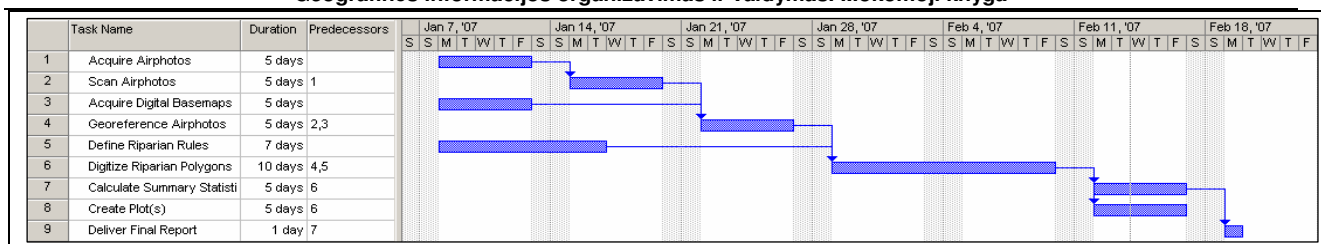
Pagal ankstesnę kurso dalį **tarpinis tikslas** – tai svarbų projekto įvykį atitinkantis laiko momentas. Tarpiniai tikslai dažnai susiejami su svarbiais rezultatais ar tarpiniais mokėjimais. Tarpinių tikslų grafikas – tai pati paprasčiausia projekto grafiko forma; tai tiesiog sąrašas užduočių su nurodytomis atlikimo datomis ir vykdytojais. Šis grafiko sudarymo metodas tinka mažiems projektams, bet jame nenurodytos užduočių priklausomybės. Vykdamas projektą, į užduočių grafiką kartais įrašoma papildoma informacija, pavyzdžiui, įvykdyta projekto dalis procentais, pagal kurią tikrinama projekto eiga. 2.1 lent. pateikta tarpinių tikslų grafiko pavyzdys.

2.1 lentelė. Tarpinių tikslų grafiko pavyzdys

Užduotis	Atlikti iki	Ištekliai
1) Gauti ortofotonuotraukas	2007 m. sausio 11 d.	Jonas
2) Nuskenuoti ortofotonuotraukas	2007 m. sausio 18 d.	Jonas
3) Gauti bazinius skaitmeninius kartografinius duomenis	2007 m. sausio 18 d.	Šarūnė
4) Geografiškai orientuoti ortofotonuotraukas	2007 m. sausio 25 d.	Jonas
5) Apibrėžti pakrančių zonos taisykles	2007 m. sausio 25 d.	Vilius
6) Įskaitmeninti pakrančių plotus	2007 m. vasario 9 d.	Jonas
7) Suskaičiuoti bendrąją statistiką	2007 m. vasario 16 d.	Vilius
8) Sukurti galutinį (-ius) žemėlapi (-ius)	2007 m. vasario 16 d.	Jonas
9) Pateikti galutinę ataskaitą	2007 m. vasario 19 d.	Šarūnė

2.2.4 Juostinės diagramos (*angl. bar charts*)

Vienas seniausių būdų projekto darbų grafikui vaizduoti – juostinės diagramos, dar vadinamos **Ganto diagramomis**. Ganto diagramą maždaug 1917 metais sukūrė Henris Gantas. Joje užduotys ir jų eiga vaizduojamos horizontaliomis juostomis, kurių ilgis atitinka užduočių trukmę. 2.3 pateiktas juostinės diagramos pavyzdys.



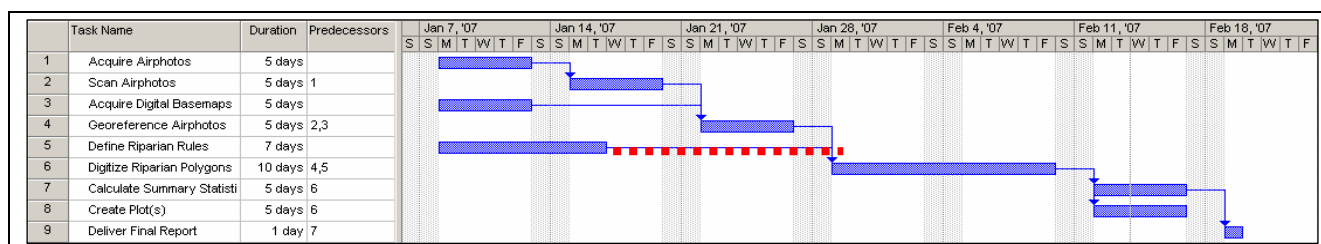
2.3 pav. Juostinės diagramos pavyzdys

Juostinėje diagramoje grafiškai pavaizduotos užduočių trukmės ir tarpusavio ryšiai. Tai tikriausiai yra vienas svarbiausių juostinių diagramų pranašumų: nors jose gali būti pavaizduota gana daug informacijos, jas labai lengva suprasti. Pavyzdžiui, 2.3 pav. 1 ir 2 užduotis jungianti rodyklė reiškia, kad norint pradėti 2 užduotį, reikia užbaigti 1 užduotį. 6 užduoties juosta ilgesnė – tai reiškia, kad šiai užduočiai atlikti reikia daugiau laiko (10 dienų), negu 7 užduočiai (5 dienų). 1, 3 ir 5 užduočių juostos yra viena po kita – tai reiškia, kad šias tris užduotis galima vykdyti tuo pat metu. Užduoties eigą galima pavaizduoti nuspalvinant atitinkamą juostos dalį kita spalva.

Populiari priemonė projektų grafikams sudaryti ir valdyti naudojantis juostinėmis diagramomis yra *Microsoft Project* programa. Joje galima matyti informaciją apie projekto būseną (pvz., įvykdytą dalį), projekto išteklius (darbuotojų priskyrimą užduotims) ir biudžetą.

Laiko atsarga (angl. float)

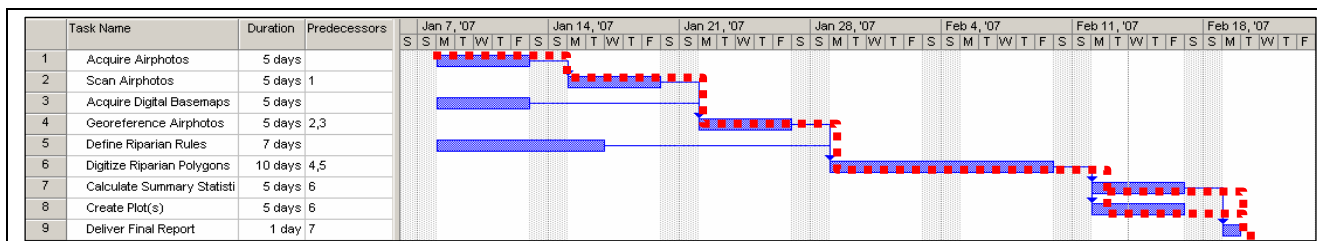
Išvardiję ir išdėstę laike visas užduotis, galite pastebėti, kad kai kurių užduočių pradžią ir pabaigą galima laisvai pasirinkti tam tikrose ribose. Tai vadinama **laiko atsarga** arba **laisvumu**. 2.4 pav. laiko atsargą vaizduoja raudonos brūkšninės linijos. Šiame paveikslėlyje pavaizduota, kad numatyta 3 užduoties (gauti bazinius skaitmeninius kartografinius duomenis) trukmė yra 5 dienos, bet jai atlikti yra 10 darbo dienų. Taip yra todėl, kad iš tikro bazinių duomenų reikės tik sausio 22 dieną, nes iki tol skaitmeninės ortofoto nuotraukos dar nebus paruoštos pririšimui prie koordinatų. Šiuo atveju 3 užduoties laiko atsarga yra 5 dienos, taigi viso projekto grafikui nepakenks, jei užduotis bus pradėta keliomis dienomis vėliau ar truks šiek tiek ilgiau.



2.4 pav. Laiko atsargos pavyzdys

Kritinis kelias (angl. critical path)

Kitų užduočių atidėti neįmanoma, kitaip tariant, jos neturi laiko atsargos. Per visas laiko atsargos neturinčias užduotis pravedta linija vadinama **kritiniu keliu**. Jei norite laiku įvykdyti projektą, reikia laiku atlikti visas šiame kelyje esančias užduotis, o gali būti ir keli lygiagretūs keliai. 2.5 pav. kritinis kelias (keliai) pavaizduoti raudona brūkšnine linija.



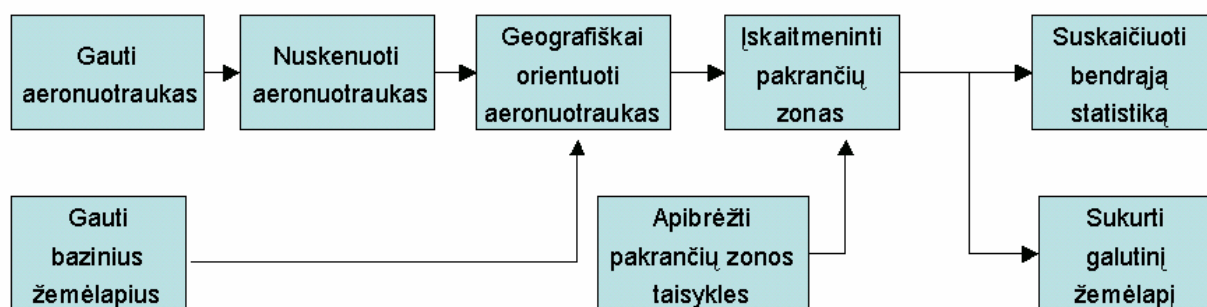
2.5 pav. Kritinio kelio pavyzdys

2.2.5 Užduočių sąsaja (*angl. task interface*) / tinklinė diagrama

Po Ganto diagramų antras populiariausias grafiko sudarymo būdas yra tinklinės diagramos. Programos įvertinimo ir patikrinimo (Program Evaluation and Review Technique, PERT) bei kritinio kelio (Critical Path Method, CPM) metodai. Abi standartizuotų metodikų atveju naudojama panaši tinklinio žymėjimo sistema. Viena populiariausių PERT taikymo sričių yra tyrimų ir plėtros projektai, o CPM metodika yra sukurta specialiai statybiniams projektams. Visai neseniai terminai PERT ir CPM buvo pakeisti arba ir jų sinonimais tapo terminai „rodyklinių diagramų metodas“ (Arrow Diagram Method – ADM) ir „pirmumo diagramų metodas“ (Precedence Diagram Method – PDM).

Tinklinėse diagramose pagrindinis dėmesys skiriamas ne užduočių trukmei, o ryšiams tarp užduočių. Kartais šį žymėjimo būdą naudosime kartu su tarpinių tikslų diagrama arba juostine diagrama, kurioje galima pavaizduoti projekto eigą. Pačiose paprasčiausiose tinklinėse diagramose užduotys vaizduojamos stačiakampiais, o užduočių priklausomybės – rodyklėmis. 2.6 pav. pateiktas paprastos tinklinės diagramos pavyzdys.

Iš šių diagramų lengviau nustatyti kritines užduotis, nuo kurių priklauso visas projektas.



2.6 pav. Tinklinės diagramos pavyzdys

2.2.6 Jungtinio darbų grafiko sudarymas

Paskutinyasis aptariamas jungtinių darbų grafikų sudarymo būdas dar vadinamas grafiko sudarymu ant sienos (*angl. Full-Wall Scheduling*). Iš tiesų tai visos dalyvių grupės sudaryta jungtinė tinklinė diagrama. Žymėjimo sistema iš esmės ta pati, bet diagramos sudarymo būdas kitas.

Sudarant šį grafiką, pirmiausia reikėtų pasiruošti didelę lentą ar net visą sieną. Horizontalioje ašyje žymimas laikas, vertikalioje – komandos nariai. Tada užduotys po vieną surašomos ant lipnių lapelių (tinka ir kiti būdai popieriui prie sienos laikinai pritvirtinti). Užduotis galima perkelti iš vienos vietos į kitą, atsižvelgiant į jų atlikėjus ir laiką. Bendrai procesas atrodo taip:

Prieš grafiko sudarymo susirinkimą paruošiamas pradinis grafikas ir jis išdalijamas projekto grupei.

Susirinkę projekto grupės nariai kartu nustato papildomas užduotis, kurių nebuvo pradiniam grafike. Šiame susirinkime galima nustatyti ir darbuotojų trūkumo problemas (pvz., tuo pat metu vykdomi kiti projektai, atostogos ar kiti įsipareigojimai).

Kai tik sudaromas įvykdomas grafikas, kiekvienam priskiriama užduotis.

Daugeliu atvejų sudarytas grafikas paverčiamas juostine diagrama ar kitu patogiai platinamu formatu.

Šio jungtinio terminų planavimo pranašumas tas, kad vienu veiksmu pasiekiami trys tikslai: sudaromas įgyvendinamas projekto grafikas, patvirtinama projekto apimtis (nes šioje darbo aplinkoje gali būti nustatyta naujų užduočių) ir užtikrinama, kad projektui nepritrūks darbuotojų.

2.2.7 Laiko įvertinimas

Grafiką galima patvirtinti įvairiais būdais. Kelis iš jų jau aptarėme, tačiau visada esminė grafiko sudarymo problema yra įvertinti, kiek laiko truks tas ar kitas darbas. Tai labai priklauso nuo patirties. Anksčiau tokias pačias ar panašias užduotis atlikę grupės nariai gali patikimai įvertinti užduočių trukmę. Panašiuose projektuose nedalyvavę darbuotojai negalės tiksliai to įvertinti.

Jei projektas paprastas arba labai pasitikime savo užduočių trukmės įvertinimais, kiekvienai užduočiai galime priskirti konkrečią nustatytą trukmę. Taip darėme anksčiau nagrinėtuose pavyzdžiuose – vienai užduočiai priskirdavome vieną nustatytą trukmę. Bet yra įvertinimo būdų, atsižvelgiančių ir į trukmės įvertinimo paklaidą.

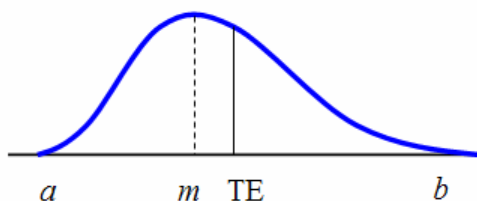
Paprastas būdas užduoties trukmės neapibrėžtumui įvertinti – apskaičiuoti trukmę pagal šią išraišką:

$$NT = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

Čia

NT	– numatyta užduoties trukmė,
a	– optimistiškiausias trukmės įvertinimas,
b	– pesimistiškiausias trukmės įvertinimas,
m	– labiausiai tikėtina trukmė (geriausias spėjimas).

Šiuo atveju imame projekto trukmę geriausiu ir blogiausiu atveju (formulėje atitinkamai a ir b) bei labiausiai tikėtiną trukmę, ir skaičiuojame jų svertinį vidurkį; labiausiai tikėtinai vertei suteikiamas didžiausias svoris. Jei m yra lygiai per vidurį tarp a ir b , tai NT lygi m , bet daugeliu atvejų blogiausias įvertinimas yra daug toliau nuo m negu geriausias įvertinimas. 2.7 pav. pavaizduotas galimų užduoties trukmių pasiskirstymas.



2.7 pav. Galimų užduoties trukmių pasiskirstymas

Jei, pavyzdžiui, mūsų geriausias trukmės spėjimas (m) buvo 10 dienų, gali paaiškėti, kad geriausiu atveju užduotį įmanoma atlikti per 7 dienas. Tačiau blogiausiu atveju ji gali būti atlikta per maždaug 20 dienų. Šiuo atveju skirtumas $b - m$ daug didesnis negu $m - a$, taigi numatyta atlikimo trukmė (NT) bus ilgesnė už mūsų geriausią spėjimą (m). Ši situacija pavaizduota 2. pav.

Šį mechanizmą galima naudoti trukmės neapibrėžtumui įvertinti. Jei mes labai pasitikime savo įverčiais, tai a , m ir b , taigi ir NT , bus arti viena kitos. Jei mes nepasitikime savo įverčiais, atstumai tarp a , m , b ir TE gali būti gana dideli, ir paprastai NT būna didesnė už m . Tada geriau grafike nurodyti ne m , o NT užduoties trukmę. Tai paprastas būdas trukmės neapibrėžtumui įvertinti.

Yra kitų būdų, modeliuojančių užduoties atlikimo tikimybę per nustatytą laiką, ir įvairiais būdais įskaičiuojančių šią tikimybę į projekto grafiką. Tačiau šie būdai per sudėtingi mažam GIS projektui, ir šioje dalyje jų nenagrinėsime.

2.2.8 Bendras grafiko sudarymo procesas

Kad ir kokį grafiko vaizdavimo būdą ar žymėjimą pasirinktumėte, bendras grafiko sudarymo procesas visuomet bus beveik tas pats. Šio proceso etapus vaizduosime juostinėmis diagramomis, bet juos galima vaizduoti ir tinkliniais metodais. Bendras procesas pabrėžiamas keliais etapais.

Surašyti užduotis

Pirmasis veiksmas – tiesiog sudaryti ankstesniuose planavimo etapuose nustatytų užduočių sąrašą. Užduotis galima imti tiesiai iš apimties užduočių sąrašo. 2.8 pav. pavaizduotas pradinis anksčiau nagrinėto vandens apsaugos juostų projekto užduočių sąrašas.

[illegible]

	Task Name	Duration	Predecessors	Jan 7, '07							Jan 14, '07							Jan 21, '07							Jan 28, '07							Feb 4, '07							Feb 11, '07							Feb 18, '07						
				S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F
1	Acquire Airphotos	5 days																																																		
2	Scan Airphotos	5 days	1																																																	
3	Acquire Digital Basemaps	5 days																																																		
4	Georeference Airphotos	5 days	2,3																																																	
5	Define Riparian Rules	7 days																																																		
6	Digitize Riparian Polygons	10 days	4,5																																																	
7	Calculate Summary Statisti	5 days	6																																																	
8	Create Plot(s)	5 days	6																																																	
9	Deliver Final Report	1 day	7																																																	

2.3 Biudžetas

2.3.1 Įvadas

Biudžetas – tai pagrįstas finansinių išteklių paskirstymo planas. Tam tikra prasme jis primena grafiką – jis irgi yra apytikslis įvertis. Tačiau biudžetas – tai ne vien grafike numatytos trukmės ir pastovaus užmokesčio už darbo laiką sandauga. Kartais vienu metu projekte dirba keli žmonės; būna laikotarpių, kai niekas nedirba; be to, yra ir kitų, su laiku tiesiogiai nesusijusių išlaidų, pavyzdžiui, kelionėms ir įrangai. Paprastai biudžetą sudaro darbuotojų užmokestis (už darbo laiką), išlaidos ir visi mokami mokesčiai.

Standartinis biudžeto pateikimo būdas – lentelėje viena kryptimi surašyti užduotis, kita – grupės narius (mažiams projektams) arba ilgesnius laikotarpius (mėnesius, ketvirčius – dideliems projektams).

Toliau pateikti dviejų visiškai skirtingos formos biudžeto dokumentų pavyzdžiai. 2.2 lentelėje pavaizduota trumpiems paprastiems projektams tinkama biudžeto forma. Užduotys surašomos stulpeliuose, grupės nariai ir kitos išlaidos – eilutėse. Galima užduotis rašyti ir eilutėse, tai esmės nekeičia. Pagrindinis šio būdo skiriamasis požymis tas, kad kiekvieno darbuotojo darbo laikas (užmokestis) nurodomas atskirai. Vykdam mažus projektus tai gali būti labai naudinga, bet aišku, kad didelių projektų biudžetą taip smulkiai skaidyti neapsimoka.

2.2 lentelė. Paprasto projekto biudžeto pavyzdys

		1 užduotis Gauti ortofotonu ot-raukas	2 užduotis Nuskenuo- ti ortofotonu ot-raukas	3 užduotis Gauti bazinius duomenis	4 užduotis Orientuoti ortofotonu ot-raukas	5 užduotis Apibrėžti taisykles	6 užduotis Įskaitme- ninti pakrančių zonus	7 užduotis Suskai- čiuoti statistiką	8 užduotis Galutiniai žemėlapi- ai	9 užduotis Galutinė ataskaita	Iš viso
Užmokestis	Per dieną										
Vilius	600 JAV dol.					7		5			12,0
Šarūnė	550 JAV dol.			5						1	6,0
Jonas	350 JAV dol.	5	5		5		10		5		30,0
Tarpinė suma		1 750 JAV dol.	1 750 JAV dol.	2 750 JAV dol.	1 750 JAV dol.	4 200 JAV dol.	3 500 JAV dol.	3 000 JAV dol.	1 750 JAV dol.	550 JAV dol.	21 000 JAV dol.
Išlaidos:											
Ortofotonuotė- kų pirkimas		4 000 JAV dol.									
Spausdinim- as									500 JAV dol.		
IŠ VISO:		5 750 JAV dol.	1 750 JAV dol.	2 750 JAV dol.	1 750 JAV dol.	4 200 JAV dol.	3 500 JAV dol.	3 000 JAV dol.	2 250 JAV dol.	550 USD	25 500 JAV dol.

2.3 lentelėje pavaizduota paprastesnė forma, kuria dažnai pateikiami sudėtingi arba ilgalaikiai biudžetai. Joje pateikiamas bendras užmokestis už visą užduotį, neatsižvelgiant į tai, kuriam grupės nariui kuri dalis mokama. Ilgai trunkantiems projektams šias išlaidas galima pateikti už kiekvieną mėnesį, ketvirtį ar metus – kaip geriau konkrečiu atveju. Nors iš šios formos nematyti visų užmokesčio skaičiavimo smulkmenų, tačiau matyti kiekvieno laikotarpio išlaidos. Kadangi mūsų nagrinėjamas projektas labai trumpas (du mėnesiai), jo mėnesio biudžeto struktūra nėra pati įdomiausia, bet jos užtenka šiai sampratai iliustruoti.

2.3 lentelė. Didelio projekto biudžeto pavyzdys

	Sausis	Vasaris	Kovas	Iš viso:
Užduotys				
1) Gauti ortofotonuotraukas	1 750 JAV dol.			1 750 JAV dol.
2) Nuskenuoti ortofotonuotraukas	1 750 JAV dol.			1 750 JAV dol.
3) Gauti bazinius skaitmeninius kartografinius duomenis	2 750 JAV dol.			2 750 JAV dol.
4) Geografiškai orientuoti ortofotonuotraukas	1 750 JAV dol.			1 750 JAV dol.
5) Apibrėžti pakrančių zonos taisykles	4 200 JAV dol.			4 200 JAV dol.
6) Įskaitmeninti pakrančių plotus	1 050 JAV dol.	2 450 JAV dol.		3 500 JAV dol.
7) Suskaičiuoti bendrąją statistiką		3 000 JAV dol.		3 000 JAV dol.
8) Sukurti galutinį (-ius) žemėlapi (-ius)		1 750 JAV dol.		1 750 JAV dol.
9) Pateikti galutinę ataskaitą		550 JAV dol.		550 JAV dol.
Išlaidos				
Ortofotonuotraukų pirkimas	4 000 JAV dol.			4 000 JAV dol.
Spausdinimas / dauginimas		500 JAV dol.		500 JAV dol.
Iš viso:	17 250 JAV dol.	8 250 JAV dol.		25 500 JAV dol.

Bet kokios formos biudžeto užduotys imamos tiesiai iš projekto darbų apimties aprašo, o trukmės – iš darbų grafiko. Iš abiejų pateiktų pavyzdžių aiškiai matyti, kad reikia žinoti ir trečią biudžeto elementą – kiekvieno ištekliaus **užmokesčio normą**.

Žinodami užmokesčio normą, galime apskaičiuoti projektui skirtą darbo laiko piniginių ekvivalentą. Jei dirba konsultacinė įmonė, užmokesčio normą sudaro darbuotojo atlyginimas ir pridėtinės darbuotojo išlaikymo išlaidos (darbuotojo suteikiamos lengvatos ir papildomos išmokos, biuro patalpos, technika ir programinė įranga ir kt.) bei tam tikras pelnas. Jei didelėje ar vyriausybiniėje organizacijoje vykdomas vidinis projektas, užmokesčio normą sudarys tik darbuotojo atlyginimas ir pridėtinės jo išlaikymo išlaidos. Užmokesčio norma atitinkamai gali būti valandos, dienos, ar mėnesio.

2.3.2 Stambinamasis biudžeto sudarymas

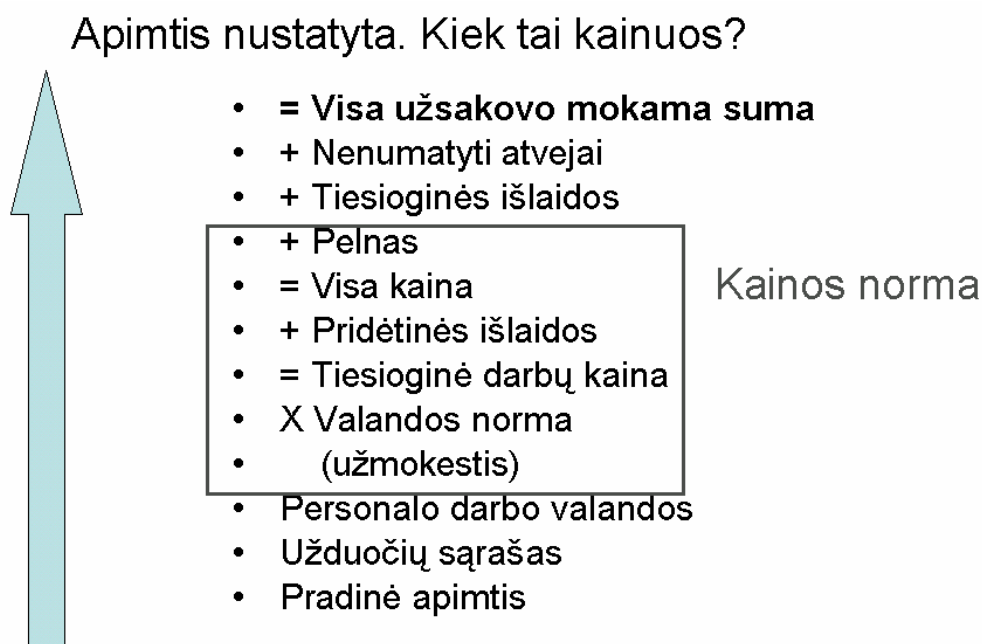
Žodis **stambinamasis** paprastai apibūdina procesą, kai pirmiausia žiūrima į smulkmenas, o nuo jų pereinama prie bendro, arba jungtinio, vaizdo. Stambinimo ir smulkinimo sąvokas aptarėme nagrinėdami apimties sudarymą. Tos pačios sąvokos tinka ir biudžetui. Tačiau šiuo atveju žodis „stambinamasis“ gali nusakyti ne tik įvertinimo procesą (pagal užduočių

hierarchiją), bet ir organizacijos politikos formavimo ar asmeninius poreikius (pagal organizacijos darbuotojų hierarchiją).

Taikant stambinamąjį modelį, atskirai nustatomos bazinės užduotys ir atskirai sudaromi jų grafikai ir biudžetai. Šiame įvertinimo procese paprastai dalyvauja tie žmonės, kurie ir atliks konkrečias užduotis. Pirmiausia įvertinamas personalo darbo laikas ir tiesioginės išlaidos, tada jos paverčiamos piniginiu ekvivalentu. Gauti užduočių biudžetai jungiami į užduočių grupių biudžetus, kol gaunamas viso projekto biudžetas. Turėdamas šį pradinį biudžetą, projekto vadovas paprastai įvertina pilną, rezervą nenumatytiems atvejams ir panašius veiksnius, ir tada apskaičiuoja galutinį projekto biudžetą.

Pagrindinius stambinamojo biudžeto sudarymo pranašumus daugiausia lemia tai, kad biudžetą sudarant dalyvauja darbą atliksiantys žmonės. Paprastai jie geriau įsivaizduoja konkrečios veiklos kainą negu jų vadovai. Be to, vykdamas projektą šie žmonės paprastai lengviau sutinka su biudžeto apribojimais, nes patys dalyvavo jį sudarant.

Stambinamasis biudžeto sudarymas efektyviausias tuo atveju, kai labai aiškiai suprantama projekto apimtis ir norima sudaryti kiekvienos užduoties biudžetą. 2.11 pav. pavaizduota paprasta stambinamojo biudžeto sudarymo schema. Nuo smulkesnių dalių pereinama prie stambesnių (ką pavadiname ir reiškia).



2.11 pav. Stambinamasis biudžeto sudarymas

Pradėdami nuo smulkesnių 2.11 pav. elementų, imsime visų iš eilės:

- | | |
|------------------|---|
| Pradinė apimtis | – tai darbas, kurį privaloma padaryti, arba projekto tikslai. |
| Užduočių sąrašas | – tai iš pradinės apimties gautas veiksmų ir metodų rinkinys, papildantis projekto tikslus. |

Personalo darbo valandos	– tai įvertinimas, kiek valandų kiekvienas darbuotojas turi skirti, kad būtų atliktos užduočių sąrašė išvardytos užduotys.
X valandos norma (užmokestis)	– kiek organizacija moka šiems darbuotojams už darbo valandą. Sudauginkite kiekvieno darbuotojo darbo valandų skaičių ir valandos užmokesčio normą.
= Tiesioginė darbų kaina	– valandos x užmokestis už valandą.
+ Pridėtinės išlaidos	– darbuotojų išlaikymo kaina. Galbūt organizacija moka už kompiuterius, programinę įrangą, biuro patalpas, šildymą, telefonus, atlyginimus sekretoriato darbuotojams ir kt. Šias išlaidas reikia pridėti prie darbų atlikimo kainos.
= Visa kaina	– darbų ir pridėtinių išlaidų kaina
+ Pelnas	Jei mūsų darbas tik padengia projekto išlaidas, tai faktiškai įmonė tik gauna pinigus iš užsakovo ir sumoka atlyginimus darbuotojams bei apmoka sąskaitas už nuomą ir šildymą. Toks darbas visiškai beprasmis, nes iš gautų pajamų nelieka pelno. Prie kiekvienos darbo valandos reiki pridėti tam tikrą pelną.
Pilkas stačiakampis (kainos norma)	Visų stačiakampyje esančių dalis kartu – valandos užmokesčio normą, pridėtines išlaidas ir pelną – anksčiau buvome pavadinę kainos norma. Kiekvieno darbuotojo kainos norma bus kitokia, nes greičiausiai kiekvienas darbuotojas gauna kiek kitokį atlyginimą. Pavyzdžiui, jei Stasė už valandą gauna 25 JAV dolerių, tai pridėję pridėtines išlaidas ir pelną, klientui pateiksime sąskaitą po 75 JAV dolerių už kiekvieną projektui skirtą jos darbo valandą. Nieko neturi stebinti tai, kad užsakovams pateikiama sąskaita 3 ar daugiau kartų didesnė už tikrąjį darbuotojo atlyginimą.
+ Tiesioginės išlaidos	– išlaidos siuntoms, medžiagoms, kelionėms ir pan., kurių reikia projektui įvykdyti. Jas reikia pridėti prie projekto kainos.
+ Nenumatyti atvejai	Jei kuri nors užduotis trunka ilgiau nei buvo numatyta, projekto vykdytojai praranda tam tikrą pinigų sumą, todėl sudaromas projekto vertės „rezervas“ dėl ilgiau nei numatyta truksiančių užduočių patirtiems nuostoliams kompensuoti. Ši suma priklauso nuo konkretaus projekto, dažnai priklauso nuo konsultanto pasitikėjimo savo įverčiais ir t. t. Tai lazda su dviem galais: jei išlaidos nenumatytiems atvejams per mažos arba visai nenumatytos, rizikuojate patirti nuostolių. Jei jos per didelės, rizikuojate prarasti kliento pasitikėjimą arba pralaimėti konkurenciją dėl projekto.

= Visa užsakovo

mokama suma

Pradėję nuo valandų skaičiaus, tada apskaičiavę darbų kainą, pridėtines išlaidas, pelną, tiesiogines išlaidas ir išlaidas nenumatytiems atvejams, gausime visą apskaičiuotą kainą.

Nors daugiausia dėmesio skiriame situacijoms, kai darbus atlieka konsultantas, tačiau visus aptartus klausimus reikia apsvarstyti net ir vidinio organizacijos projekto atveju.

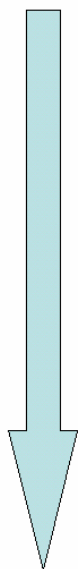
2.3.3 Smulkinamasis biudžeto sudarymas

Smulkinamasis biudžeto sudarymas priešingas stambinamajam. Patyrę vyresnieji didelių projektų vadovai gali nustatyti viso projekto biudžetą arba didelių užduočių grupių biudžetus. Šie biudžetai perduodami žemesnio rango vadovams ir sričių specialistams, kurie paskirsto didesnes sumas ir nustato užduočių biudžetus.

Panašus procesas vyksta ir tada, kai organizacijai pateikiamas leistinas biudžetas ir projekto užduočių rinkinys, ir norima sužinoti, kokius darbus galima atlikti už nurodytą sumą. Ši užduotis panaši į anksčiau aprašytą žemesniųjų vadovų ir sričių specialistų situaciją.

2.12 pav. pavaizduota smulkinamojo biudžeto sudarymo schema. Sudėtinės dalys tos pačios, tik šįkart pradedama nuo stambiausių elementų. Dėl to kiekvienos proceso dalies išsamiai nenagrinėsime.

Kaina nustatyta. Kiek darbų galima atlikti?



- **Visa užsakovo mokama suma**
- - Nenumatyti atvejai
- - Tiesioginės išlaidos
- - Pelnas
- = Visa kaina
- - Pridėtinės išlaidos
- = Tiesioginė darbų kaina
- / valandos norma
- = Personalo darbo valandos
- Užduočių sąrašas
- Projekto apimtis

2.12 pav. Smulkinamasis biudžeto sudarymas

Pradėdami nuo viso fiksuoto biudžeto, iš biudžeto sumos atimame nenumatytiems atvejams skirtą sumą, pelną ir pridėtines išlaidas. Gautą skaičių padalinę iš projekto darbuotojų užmokesčio normos gauname, kiek valandų galime skirti projektui.

Smulkinamasis aprašymas šioje vietoje kiek suyra, nes reikia pradėti nuo smulkiausių dalių (apimties) ir sudaryti užduočių sąrašą bei įvertinti jų trukmę. Dabar galima palyginti

užduotims atlikti reikalingą laiką ir laiką, kurį galime apmokėti turima biudžeto suma. Tada kartu su užsakovu ar vyriausiuoju vadovu (vadovais) galime nuspręsti, kurias užduotis galima atlikti už turimą sumą ir kurios užduotys yra svarbiausios.

2.3.4 Vienetinės kainos biudžetas

Yra tam tikrų organizacijų, kurių vykdomi projektai tokie panašūs, kad su atliekamais darbais susijusios išlaidos yra puikiai žinomos. Ir kad apskaičiuotų kainą, organizacijai užtenka žinoti darbo apimtį. Tokių atvejų labai daug statybose: grindų dangos klojimo ir panašių darbų kainos dažnai pateikiamos už kvadratinį metrą. Kai kurie GIS srityje dirbantys rangovai specializuojasi kurti ir redaguoti erdvinius duomenis. Kai norima gauti jų pasiūlymą, dažnai klausiama naujų duomenų kūrimo ar esamų redagavimo kainos už tašką arba už žemėlapio lapą. Toks įvertinimo būdas dažnai vadinamas **vienetinės kainos** biudžetu.

Sudarant vienetinės kainos biudžetą, apskaičiuojama kaina už tam tikrą vienetą; šie vienetai gali būti įvairūs. GIS projektuose kaina būna skaičiuojama:

- už atspaudintą žemėlapio lapą, elementą arba hektarą, nes taip patogų įvertinti duomenų kūrimo (pavyzdžiui, skaitmeninimo) arba redagavimo projektus;
- kaip tam tikra santykinė viso projekto kainos dalis. Taip daroma vykdant didelius projektus, jei GIS sudaro nedidelę jų dalį. Tarkime, kad iš patirties žinome, jog dideliuose poveikio aplinkai įvertinimo projektuose, kuriuose dalyvauja lauko tyrimus atliekantys biologai, vandens ar oro kokybės ekspertai bei kitų sričių specialistai, santykinė GIS kainos dalis paprastai yra ta pati. Jei šis santykis gana stabilus, sąmatininkai gali tiesiog suskaičiuoti pagrindinių projekto dalių kainą, ir tiesiog pridėti GIS kainą, neskaidydami šios dalies į smulkesnes užduotis.

Taip sudarant biudžetą, pridėtines išlaidas, pilną ir išlaidas nenumatytiems atvejams reikia įtraukti į kiekvieną projekto dalį. Toks įvertinimas dažnai būna nesėkmingas, kadangi neįvertinami kai kurie kiti būtini projekto darbai, pavyzdžiui, susitikimai su užsakovu, arba vidinis atlikto darbo patikrinimas. Paprastai šiuo būdu tinkamai įvertinti biudžetą gali tik įmonės, įvykdžiusios labai daug panašių projektų ir labai gerai žinančios, kiek kainuoja atlikti tam tikrus darbus.

2.4 Ištekliai

2.4.1 Įvadas

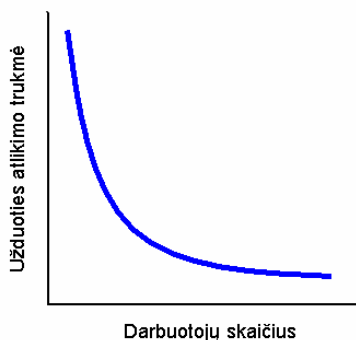
Kalbant apie projektus, ištekliai plačiąja prasme reiškia pinigus, įrangą arba žmones. Tačiau kalbant apie projekto planavimą, ištekliai daugeliu atvejų reiškia būtent žmones. Šiame skyriuje aptariamos temos susijusios su žmonių priskyrimu projekto užduotims.

Apskritai išteklių priskyrimo procesas yra projekto planavimo etapo grafiko sudarymo dalis, nors siekdami aiškumo jį nagrinėjame atskirai. Išteklių paskirstymas yra tokia pat grafiko sudarymo dalis kaip ir kitos, nes pasikeitus grafikui pasikeis ir išteklių poreikiai, ir tai taip pat svarbu – pasikeis išteklių paskirstymas laiko atžvilgiu. Nuo išteklių paskirstymo laike gali labai stipriai priklausyti projekto pelningumas.

Šioje temoje nagrinėsime, kaip optimizuojant išteklius galima sutrumpinti vienos užduoties ar viso projekto trukmę. Taip pat aptarsime, kaip keičiant projekto išteklius galima reguliuoti projekto išlaidas. Be to, aptarsime išteklių trūkumo analizės sąvoką.

2.4.2 Užduočių trukmės mažinimas

Jei projekto vadovas nori greičiau atlikti tam tikrą užduotį, iš pirmo žvilgsnio gali atrodyti, kad šiai užduočiai tiesiog reikia skirti daugiau darbuotojų. Nors kartais toks sprendimas ir efektyvus, kitais atvejais jo pasekmės gali būti priešingos. Ryšį tarp užduotį atliekančių žmonių skaičiaus ir užduoties trukmės įvairiose situacijose 1975 metais išnagrinėjo Brooks. 2.13 pav. pavaizduota situacija, su kuria tikimės susidurti. Užduočiai priskiriant vis daugiau žmonių, užduoties trukmė vis mažėja. Nuo tam tikro momento kiekvienas naujas žmogus našumą didina vis mažiau, tačiau priskyrus užduočiai kelis papildomus darbuotojus apskritai visos užduoties trukmė sumažėja.

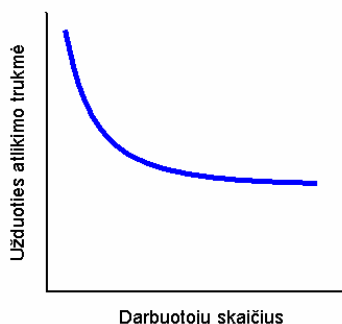


2.13 pav. Idealiai padalinta užduotis

Tokia situacija susidaro atliekant **idealiai padalintą užduotį**, t. y. užduotį, kurią galima lengvai išdalinti keliems žmonėms, ir neatsiranda papildomo darbo ar papildomo bendravimo tarp žmonių. Kaip idealiai padalintos užduoties pavyzdį Brooks pateikia medvilnės rinkimo užduotį. Kartografinė gamyba, kai kiekvienas operatorius atsako už atskirų žemėlapių kūrimą, yra viena iš nedaugelio GIS projektuose aptinkamų idealiai padalinamų užduočių.

Labiau tikėtina situacija, kai papildomi žmonės gali paspartinti užduoties atlikimą, tačiau taip padidėja ir sugaištama laiko papildomam bendravimui, koordinavimui ir darbams,

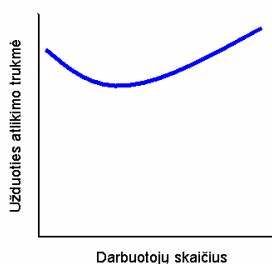
atsiradusiems išdalijus užduotį keliems žmonėms. 2.14 pav. pavaizduotas ankstesnį pavyzdį primenantis našumo padidėjimas, tačiau didėjimo riba yra ties daug didesne trukme.



2.14 pav. Padalinama užduotis su bendravimo sąnaudomis

Tokios situacijos dažnos GIS projektuose, nes erdvines užduotis gana lengva išdalyti į atskirus erdvinius blokus. Pavyzdžiui, dideli žemės plotai dažnai suskaidomi į keletą vienodą erdvės dalį apimančių tam tikro mastelio žemėlapių lapų. Erdvinių duomenų kūrimą, priežiūrą ir panašias užduotis gana lengva suskaidyti į atskirus žemėlapius. Papildomas darbas tas, kad atskirus užbaigtus žemėlapius reikia sujungti į vientisą žemėlapij ir suderinti gretimų lapų pakraščius.

Tačiau yra tokių sudėtingų užduočių, kad paskyrus daugiau žmonių joms atlikti atsiranda tiek papildomo bendravimo ar darbo, kad šie papildomi žmonės praktiškai neduoda jokios naudos. Jei paskiriama labai nedaug papildomų žmonių ir sudaroma nedidelė efektyvi komanda, našumą galima šiek tiek padidinti, bet priskyrus dar nors vieną žmogų, užduotis trunka net ilgiau.



2.15 pav. Užduotis esant kompleksiniams ryšiams

Ši situacija GIS projektuose gali atitikti erdvinės analizės arba modeliavimo užduotis. Vienas analitikas arba nedidelė analitikų grupelė gali atlikti keletą geografinio apdorojimo užduočių, tačiau dėl šio darbo pobūdžio keliems žmonėms išdalinti užduotis sunku. Įmanoma, kad kita tokia užduotis yra galutinės ataskaitos rašymas. Keli žmonės gal ir galėtų parašyti vieną rišlų dokumentą, tačiau didelė grupė žmonių to tikrai nepadarys.

Aišku, yra ir ketvirtas užduočių tipas – visai nedalios užduotys. Šiuo atveju grafikas yra horizontali tiesė – kiek žmonių bepriskirtum, užduotis nesutrumpės nei sekunde. GIS

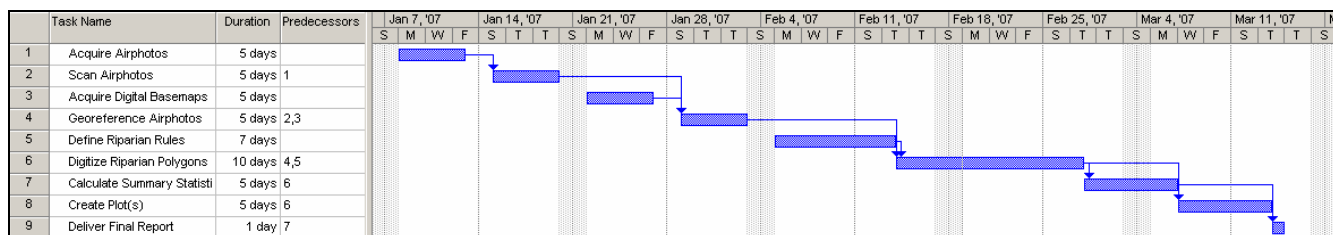
projektuose į šią kategoriją patenka kelios labai trumpos užduotys, tačiau paprastai išdalinta užduotis vis tiek atliekama nors truputį greičiau.

Kol kas aptarėme vienos užduoties išdalijimą, tačiau aptarti modeliai tinka ir visam projektui, nes yra nemažai situacijų, kai papildomi ištekliai gali paspartinti visą projektą.

2.4.3 Projekto trukmės mažinimas

Jei atskiras užduotis kartais galima išdalinti keliems žmonėms, tai visą projektą tam tikrais atvejais galima išdalyti keliems ištekliams nedalijant atskirų užduočių. Jei yra lygiagrečių užduočių, ypač jei joms atlikti reikia skirtingų įgūdžių, daugeliu atvejų projektą galime sutrumpinti sujungdami kelis išteklius.

Kelios nagrinėto (Darbų grafikas) pakrančių ruožo projekto užduotys visiškai nesusijusios. Sudarydami šio projekto grafiką, vieną žmogų skyrėme ortofoto nuotraukoms gauti, kitas tuo tarpu gauna bazinių skaitmeninių žemėlapių duomenis, o trečias apklausia etatinius inžinierius ir ekologus, kad nustatytų draudžiamų zonų apibrėžimo taisykles. Šios užduotys visiškai nesusijusios, taigi jas gali atlikti skirtingi žmonės, ir nei projekto kaina, nei trukmė nuo to nepadidės. Jei už visas tris užduotis atsakytų vienas darbuotojas, jis negalėtų jų atlikti tuo pat metu. 2.16 pav. pateikta mūsų vandens apsaugos juostų projekto juostinė diagrama, kai visas užduotis atlieka vienas darbuotojas.



2.16 pav. Vandens apsaugos juostų projektas esant vieninteliam ištekliui.

Šiuo atveju priklausomybės ne tokios aiškios, nes kelios linijos kertasi, tačiau aišku, kad projektas tampa visiškai linijiniu procesu. Vienas žmogus šį projektą vykdys 17 darbo dienų – beveik visu kalendoriniu mėnesiu ilgiau (skirtumas – nuo vasario 19 d. iki kovo 14 d.). Visas projektas truks kur kas ilgiau. Projektus su lygiagrečiomis užduotimis visada galima paspartinti papildomais ištekliais. Be to, neatsiranda su užduoties dalijimu keliems darbuotojams susijusio papildomo darbo.

2.4.4 Kainos normos ir projekto kaina

Kita naujų išteklių naudojimo priežastis ta, kad kai kurias projekto užduotis gali atlikti žemesnes pareigas einantys rangovo darbuotojai. Mūsų projekto atveju Vilius gauna 600 JAV dolerių, o Jonas – 350 JAV dolerių per dieną. Jei Jonas sugebėtų atlikti Viliaus darbą, tai davę šį darbą Jonui, mes kasdien sutaupytume po 250 JAV dolerių per dieną.

Jei Vilius vienas darytų visą vandens apsaugos juostų projektą, projektas pabrangtų nuo 25 500 iki 33 300 JAV dolerių. Sudarant ankstesnėje šios dalies temoje nagrinėtą biudžetą, ištekliai buvo paskirstyti apgalvotai. Vyriausias pagal pareigas ir brangiausias grupės narys Vilius atlieka užduotis, kurioms reikia daugiau patirties. Technikas Jonas atlieka paprastesnes užduotis, pavyzdžiui, skaitmeninimo darbus. Kaip ir daugelyje GIS projektų, daugiausia darbo tenka paprastoms užduotims, kurioms ypatingos patirties gali ir

neprireikti. Suderinant darbuotojų įgūdžius su užduočių reikalavimais, išvengiama nereikalingų išlaidų.

2.4.5 Išteklių trūkumai

Kad ištekliai būtų paskirstyti efektyviai, reikia atidžiai įvertinti, kokių įgūdžių reikia projektui įvykdyti ir kokių įgūdžių turi esami projekto darbuotojai. Pirmiausia reikia įvertinti būtinus įgūdžius, neatsižvelgiant į esamus darbuotojus. Tam sudaromas projekto „funkcijų ir pareigų“ sąrašas. Pradėkite nuo idealios projekto organizavimo schemos. Surašius visas funkcijas ir pareigas, reikia peržiūrėti funkcijoms atlikti paskirtus žmones ir įvertinti, ar jie tinka. Tada galima atlikti įgūdžių trūkumo analizę ir nustatyti, kokių reikiamų įgūdžių esami darbuotojai neturi.

Yra keli būdai šiam klausimui spręsti:

Išoriniai ištekliai: jei projekto grupė reikiamų įgūdžių neturi, paprastai samdomi kiti, šių įgūdžių turintys darbuotojai. Jei projektas labai didelis ar ilgas, galima samdyti šiuos darbuotojus nuolatiniam darbui, tačiau dažnai samdomi ir konsultantai arba subrangovai.

Mokomieji ištekliai: kitas sprendimas – išmokyti darbuotojus ir taip pašalinti išteklių trūkumą, ypač jei darbuotojų įgūdžiai panašūs į reikiamus. Pavyzdžiui, jei mūsų darbuotojai moka *MapInfo* individualizavimo kalbą (*MapBasic*), juos nesunkiai galima išmokyti dirbti *ArcMap* programavimo aplinkoje (*ArcObjects*).

Alternatyvus finansavimas: jei išteklių trūksta dėl finansinių sprendimų, galbūt yra kitų finansavimo šaltinių.

Veiklos ribojimas: jei tam tikrai užduočiai reikia trūkstamų įgūdžių, gal įmanoma šią užduotį pakeisti. Pavyzdžiui, jei projektui reikia *Oracle* RDBMS programos, tačiau jūs mokate dirbti su *SQL*Server* programa, galbūt įmanoma projektą pakeisti taip, kad būtų naudojamas *SQL*Server*, o ne *Oracle* RDBMS.

Literatūra

Brooks, Frederick P. The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering. Addison-Wesley: 1975 m.

City of Los Angeles. IT Project Management Methodology. City of Los Angeles, 1999. Peržiūrėta 2007 m. vasario mėn. <<http://www.lacity.org/pm/methodology/chapter03.doc>>

Taylor, K. Planning an Enterprise Implementation. ESRI Powerpoint Presentation, 2005 m. Peržiūrėta 2007 m. vasario mėn.

<http://downloads.esri.com/support/ProjectCenter/Planning_an_Enterprise_Implementation.pdf>

Merideth, J. R., and Mantel, S. J. Project Management: a Managerial Approach. John Wiley and Sons, 2006 m.

New York State Records Management Services. Geographic Information System Development Guides: Database Planning and Design. New York State Records Management Services, 1996 m. birželio mėn. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn. <http://www.archives.nysed.gov/a/nysaservices/ns_mgr_active_gisguides_dbplanning.shtml>

Project Management Institute Standards Committee. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 1996 m.

Shelly, G. B., Cashman, T. J. and Rosenblatt, H. J. Systems Analysis and Design. Boston: Thomson Learning, 2001 m.

Thomlinson, R. Thinking about GIS. Redlands, CA: ESRI Press, 2003 m.

Turbitt, Neville. Project Resources. Project Perfect White Paper, 1994 m. Peržiūrėta 2007 m. vasario mėn.

<http://www.projectperfect.com.au/downloads/Info/info_project_resources.pdf>

A priedas

JEI projekto darbų apimtis

Reikiamų duomenų surinkimas:

JEI plotai

Pateikia užsakovas
ESRI sluoksnių formatas
BK Alberso koordinatų sistema

JEI ortofoto nuotraukos

Pateikia užsakovas
4 vaizdai viename 1:20 000 mastelio žemėlapių lape, iš viso 272 vaizdai
Geografiškai orientuoti BK Alberso standartinėje projekcijoje

1:20 000 mastelio bazinių duomenų žemėlapis

Pateikia užsakovas
Upės, ežerai, kranto linija, kontūrų linijos, transporto infrastruktūros elementai
ESRI sluoksnių formatas
BK Alberso koordinatų sistema

Pradinis duomenų apdorojimas

- Konvertuoti JEI plotus iš sluoksnių į SDE *Feature Class* formatą
Paversti JEI ortofoto nuotraukas SDE rastriniu duomenų rinkiniu

1997 metų atributų pakeitimas: įrašyti nuostolių laukus

Įtraukti lauką Pokycio_tipas, String (30): geoduomenų tipas - poligonas.

Galimos vertės:

Pašalintas dėl trikdžio; greta ploto yra didesnis negu 0,2 ha trikdys, šis plotas nebėra gyvybinga ekosistema.

Pašalintas dėl fragmentacijos; daugiau negu 25 proc. ploto suskaidytas dėl trikdžių, per mažų rodyti žemėlapyje po vieną. Patys plotai iš duomenų bazės nepašalinami. Faktiškai ši vėliavėlė įjungia / išjungia poligoną pagal žemėlapyje vaizduojamą laikinį scenarijų.

Sumažintas; tam tikra ploto dalis pašalinta dėl trikdžio, taigi nepažeistos ekosistemos dalis sumažėjo.

[traukti lauką Trikdžio_tipas Eilutė(20): geoduomenų tipas - poligonas.

Galimos vertės:

- Iškiršta
- Pramonė
- Žemės ūkis
- Takai / Poilsiavietės
- Kaimai
- Miestai
- Keliai
- Kita

Digitalizuoti trikdžius, atnaujinti atributus

Skaitmeninimo reikalavimai

Jei trikdys matomas 1:10 000 masteliu, jį apdoroti galima trimis būdais:

1. Pažymėti, kad visas plotas pašalintas dėl trikdžio:
2. Dėl trikdžio negyvybingais tapę ekosistemos plotai pažymimi „pašalintais dėl trikdžio“. Patys plotai iš JEI bazės nepašalinami, tačiau jiems priskiriamas atributas, nurodantis, kad plotas nebėra galiojanti JEI ekosistema. Pradinės ekosistemos vertės saugomos kaip atributai, kad būtų galima suskaičiuoti pokyčių statistiką. Ekosistema pažymima „pašalinta“, jei:
 3. trikdžio poveikis plotui toks, kad visos likusios nepažeistos dalys (jei yra) mažesnės negu 0,2 ha.
 - a. Plotas yra „pašalintas“, jei trikdys pažeidžia visą plotą arba tokią jo dalį, kad likusių atskirų pradinio ekosistemos tipo dalių plotai mažesni negu 0,2 hektaro.
 4. Trikdžio išskyrimas:
 - a. Jei šalia esančias > 0,2 ha trikdžio sritis galima pavaizduoti didesniu nepažeistu plotu, plotas suskaidomas taip, kad pažeistos sritys tampa nauju plotu.
5. Plotai skaitmeninami *ArcMap* programa kompiuterio ekrane ant ortofoto nuotraukų fono, kad būtų galima nustatyti atnaujinamų plotų padėtį erdvėje.
6. Skaitmeninimas ekrane atliekamas 1:10 000 ar didesniu masteliu.
 - i. Gauti plotai turi būti ne mažesni negu 0,2 hektaro. Į mažesnes negu 0,2 hektaro trikdžių sritis nekreipiama dėmesio, nebent jei daug smulkių trikdžių sudarytų > 25 % ploto. Likę mažesni negu 0,2 ha ekosistemos plotai nesaugomi.
7. Pažymėti plotą pašalintu dėl fragmentacijos:
8. Jei nėra nė vieno trikdžio > 0,2 ha, bet daugiau negu 25 proc. ploto pažeista mažų trikdžių – plotai pažymimi „pašalintais dėl fragmentacijos“.

Atributų priskyrimo reikalavimai

Laukai Pokyčio_tipas ir Trikdžio_tipas atnaujinami pagal šią lentelę:

Situacija	Pokyčio tipo vertė	Trikdžio tipo vertė
Plotas liko sveikas	Tuščia	Tuščia
Plotas buvo suskaidytas išskiriant > 0,2 ha trikdį	Pažeista dalis: DD Sveika dalis: R	Pažeistai daliai priskiriamas leistiną trikdžio tipą atitinkantis kodas Sveika dalis lieka tuščia
Plote arba jo dalyje yra vidinių trikdžių, nei vienas iš jų ne didesnis negu > 0,2 ha, bet paveikta > 25 proc. ploto	DF	Leistiną trikdžio tipą atitinkantis kodas

Apibendrinti nuostolius

Nuostoliai pagal ekosistemą ir regioną

Vienoje ašyje – ekosistemų lentelė (pvz., pakrantės, sena augmenija ir pan.), kitoje – regionų (administracinių sričių). Nuostoliai išreiškiami hektarais ir procentais.

Nuostoliai pagal trikdžio tipą ir ekosistemą, po vieną kiekvienam regionui (iš viso 5)

Penkios atskiros lentelės. Vienoje ašyje – ekosistemos, kitoje – trikdžių tipai (pvz. keliai / takai, žemės ūkis ir pan.) Nuostoliai išreiškiami hektarais ir procentais.

Paruošti rezultatus

Duomenys: užbaigti JEI plotai, E00 formatas, BK Alberso projekcijoje

Dokumentai (vienas pradinis, vienas galutinis)

- Metodikos ir rezultatų dokumentai (su nuostolių lentelėmis), *Word2003* ir PDF formatai
- Duomenų žodynas (nustato laukus ir domenų), *Word2003* ir PDF formatai

Žemėlapiai: 68 1:20 000 mastelio žemėlapiai, PDF formatas (tik galutinis, pradiniai nepateikiami)

Žemėlapiuose turi būti pavaizduoti visi bazinių žemėlapių duomenys (upės, ežerai, kranto linija, izolinijos, transporto infrastruktūros elementai), standartine kiekvieno regiono simbolika ir JEI plotai. JEI plotai pažymimi tekstinėmis žymomis, kuriose nurodyta pirminė ekosistema ir ploto identifikatorius. Tekstinės žymos pakanka priskirti automatiškai.

3 Projektų valdymas

Ankstesnėje dalyje išnagrinėjome projekto planavimo metodus. Taip pat pastebėjome, kad, nors ir kaip gerai projektas būtų suplanuotas, labai tikėtina, kad jį realizuojant tikrovėje viskas vyks visiškai kitaip. Tai ir yra projektų valdymo esmė – pradėjus vykdyti projektą valdyti projekto grupės veiklą, projekto apimties pakeitimus ir projekto riziką.

Kas nors gali paklausti, „Kaip apibrėžti *sėkmingą* projektą?“. Akivaizdus atsakymas yra – kai visa projekto apimtis įgyvendinta laiku ir laikantis biudžeto. Tačiau atsakymas gali būti paprastesnis. Labai nedaug projektų iš tikrųjų vyksta taip, kaip buvo suplanuoti iš pradžių. Apimtis keisis, ir dėl to projektas gali trukti ilgiau arba kainuoti brangiau. Tačiau šie dalykai nebūtinai reiškia, kad projektas nesėkmingas.

Galima teigti, kad projektas sėkmingas, jei tik įvyksta du dalykai:

- užsakovas patenkintas (jis gavo paslaugą ar produktą, kuriuo yra patenkintas), ir
- rangovas patenkintas (jis gavo pelno).

Sėkminga turėtų būti laikoma tokia situacija – abi šalys baigia projektą gaudamos tai, ko siekė. Tuomet projekto valdymas yra didžiąja dalimi susijęs su derinimu, įsitikinant, kad pakeitimai ir pažanga yra valdomi, ir dėl jų visos suinteresuotos pusės susitaria taip, kad lūkesčiai būtų patenkinti geriausiai įmanomu laipsniu.

Šioje dalyje projektų valdymas bus išnagrinėtas pateikiant tokias keturias temas:

Projekto valdymo dalyviai

Pakeitimų valdymas

Rizikos valdymas

Projekto pažangos stebėjimas

3.1 Projekto valdymo dalyviai

3.1.1 Įžanga

Projekto valdymas yra disciplina, kuria vykdomas projektą (baigtinės trukmės veiksmų rinkinį), apibrėžiami tikslai ir jų siekiama, optimizuojant išteklių (laiko, lėšų, personalo, medžiagų, energijos, vietos ir kt.) naudojimą. Išteklių valdomi tokiu būdu, kad reikiama apimtis būtų baigta neviršijant nustatyto grafiko ir biudžeto.

Dažnai pastebima, kad projektai, kurių vykdymui taikomi projektų valdymo metodai, pasižymi geresniais ryšiais su užsakovu, pateikimo laiku, produkto kokybe ir darbuotojų morale. Gali būti ir su projekto valdymo veikla susijusio neigiamo poveikio, daugiausia dėl prisidėjusio bereikalingo sudėtingumo ir papildomo administravimo. Reikia pažymėti, kad reikiama projekto valdymo laipsnį turėtų lemti projekto apimtis ir sudėtingumas. Mažiesiems GIS projektams, su kuriais dirba nedidelis grupės narių skaičius, greičiausiai nereikės skirti rimtesnių pastangų stebėti projekto eigą.

Projekto vykdymo metu atliekant projekto valdymą siekiama valdyti penkis kintamuosius:

1. **Laikas**: trukmė, kurios reikia projektui užbaigti. Paprastai analitiniais tikslais skaidoma į trukmę, reikalingą kiekvienai prie projekto baigimo prisidedančiai užduočiai užbaigti.
2. **Sąnaudos**: skaičiuojamos pagal laiko kintamąjį. Sąnaudos paprastai apibrėžiamos konsultanto arba bendrovės valandiniu įkainiu, padaugintu iš darbų trukmės, pridėjus įrangą ir išlaidas.
3. **Kokybė**: matas, kaip gerai atlikta užduotis. Kai kurioms užduotims tinkamai atlikti gali prireikti tam tikro laiko, o davus daugiau laiko jos gali būti atliktos ypač gerai. Vykdomas didelis projektas, kokybė gali turėti reikšmingą poveikį trukmei ir sąnaudoms (arba atvirkščiai).
4. **Apimtis**: bendras apibrėžimas, ką projektu siekiama atlikti, ir konkretus aprašymas, koks turėtų būti galutinis rezultatas arba atlikti darbai. Gali būti išplėsta arba sutarta projekto vykdymo metu.
5. **Ištekliai**: personalas arba įranga, prisidedantys prie užduoties atlikimo.

Visi šie kintamieji tarpusavyje susiję taip, kad pakeitus vieną būtinai pasikeis bent vienas iš likusių. Pavyzdžiui, jei padidinsime išteklius (arba užduočiai paskirtų žmonių skaičių, arba įrangos kiekį), projekto sąnaudos greičiausiai išaugs, o laikas, kurio reikia darbui atlikti, tikriausiai sumažės. Jei sumažinsime galutinio produkto kokybę, greičiausiai pastebėsime atitinkamą laiko, kurio reikia darbui atlikti, ir sąnaudų, kurių reikia rezultatui pasiekti, sumažėjimą.

Paprastai būna penki ar daugiau pagrindinių projekto dalyvių tipų. Jie apibrėžti čia:

- **Projekto organizatorius (Project Sponsor)** yra projekto rezultatais suinteresuotas vadovas, atsakingas už finansuojančios institucijos užtikrinimą ir projekto išteklius. Projekto organizatorius teikia paramą projekto vadovui, tvirtina svarbesnius rezultatus ir pasirašo patvirtinimą pradėti kiekvieną tolesnį projekto etapą.
- **Klientas (Client)** arba **užsakovas (Customer)** yra verslo įmonė arba išorinė organizacija, nustačiusi produkto ar paslaugos, kuri bus kuriama vykdomas

projektą, poreikį. Paprastai ryšį tarp darbų atliekančios ir darbų priimančios organizacijos palaiko vienas užsakovo atstovas.

- **Projekto vadovas (*Project Manager*)** bendrai atsako už sėkmingą planavimą ir projekto vykdymą.
- Projekto **grupės nariai (*Team Members*)** atsako už projekto vadovo nurodytų užduočių vykdymą ir rezultatų teikimą.
- **Suinteresuotasis asmuo (*Stakeholder*)** yra tas, kuriam koku nors būdu turės įtakos naujasis produktas ar paslauga.

Šioje temoje panagrinėsime projekto vadovo vaidmenį.

3.1.2 Projekto vadovas

Projekto vadovas bendrai atsako už sėkmingą planavimą ir projekto vykdymą. Projekto vadovas skiriasi nuo sričių ar padalinių vadovų. Srities vadovas paprastai yra specialistas, jis gali būti analitinės pakraipos, ir toje srityje, už kurią atsako, suprantantis kiekvieno veiksmo technines detales. Projekto vadovas yra labiau universalus, ir turi prižiūrėti daugelį projekto sričių. Projekto vadovui nebūtina suprasti technines atliekamo darbo detales, tačiau jis turi sugebėti iš kiekvienos užduoties dalių formuoti darnią visumą.

Dideliuose projektuose su daugeliu grupės narių projekto vadovo pareigoms gali būti skirtas visas etatas. Mažesniems projektams grupės narys gali skirti dalį savo laiko projekto valdymui, arba projekto vadovas gali tiesiog vadovauti keletui vienu metu vykdomų projektų. Projekto vadovo poreikis auga proporcingai projekto apimčiai ir sudėtingumui.

Projekto vadovas (PV) dažnai susiduria su konkuruojančiais poreikiais. Jis turi tuo pat metu tenkinti darbdavio, užsakovo ir pačių grupės narių poreikius. Šie poreikiai ne visuomet būna nieko nekainuojantys, ir dažnai kertasi tarpusavyje. PV atsako prieš darbdavį už poreikius taupyti išteklius, teikiamą atidų ir konkurencingą vadovavimą projektui, bendrovės apsaugą nuo didelės ar bereikalingos rizikos ir nepavėluotus bei tikslius ryšius. Atsakomybė užsakovui apima užsakovo ir projekto darnos apsaugą ir užtikrinimą, kad bus laikomasi terminų ir biudžeto. Vadovaudamas projektui, PV grupės nariams turi rodyti bešališkumą, nuoseklumą, pagarbą ir sąžiningumą.

Projekto vadovas dalyvauja keliose įvairių rūšių veiklose, pavyzdžiui:

- dalyvavimas rašant pasiūlymą,
- darbų planavimas,
- išteklių vertinimas,
- darbų organizavimas,
- personalo ir materialinių išteklių skyrimas,
- užduočių paskirstymas,
- vadovavimo veikla,
- projekto vykdymo kontrolė,
- ataskaitų apie pažangą rengimas,
- biudžeto stebėjimas ir vykdymas,

- produkto kokybės stebėjimas,
- rezultatų analizavimas pagal pasiektus faktus,
- susirinkimų planavimas ir dalyvavimas juose,
- sąskaitų peržiūra ir tvirtinimas.

Tačiau svarbiausios projekto vadovo atliekamos pareigos yra palengvinti bendravimą. PV turi užtikrinti, kad, ypač vykdant didelius projektus, įvairūs grupės nariai, subrangovai, suinteresuotieji asmenys, užsakovo atstovai ir vyresnioji vadovybė būtų efektyviai informuojami apie vieni kitų veiklą ir poreikius. Visų pirma projekto vadovas turi neleisti vyresniajai vadovybei arba užsakovo atstovams patirti netikėtumų. Geras PV neturi bijoti pranešti blogų naujienų.

Greta šių tradicinių užduočių, apimančių projekto planavimą, organizavimą, vadovavimą ir kontrolę, projekto vadovui taip pat tenka svarbios pareigos įmonės rinkodaroje. Tai ypač svarbu konsultavimo bendrovėms, tačiau tam tikru laipsniu ši koncepcija tinka ir viešajam sektoriui. Bendraudamas su užsakovu projekto vadovas visuomet turi siekti nuveikti įvairiais atžvilgiais daugiau. PV turi siekti plėsti esamų darbų apimtį, užtikrinti teigiamas rekomendacijas ir tiesiog susigražinti šį klientą būsimiems darbams. Tai tam tikru laipsniu reiškia užsakovų valdymą. Greta esamo projekto pareigų PV turi aktyviai stengtis supracuoti užsakovo veiklą, „pažinti klientą“. Užsakovai nori, kad konsultantai patys pasijustų jų siekių partneriai, o ne vien tik būtų paprasčiausiai apmokami už atliktą darbą. Kita vertus PV turi stengtis puoselėti pasitikėjimą, turi būti pasirengęs efektyviai bendradarbiauti ir įrodyti patikimumą.

Projektų vadovai mokomi įvairiais būdais. Labiausiai paplitęs – įgyti patirties valdant projektus savo darbo vietoje. PV gali pradėti valdyti mažus, trumpalaikius projektus, kad laipsniškai įgytų patirties ir pradėtų valdyti didesnius ir sudėtingesnius projektus. Papildomam mokymui gali būti organizuojami projektų valdymo seminarai ir darbiniai mokymai. Kitas projektų valdymo mokymosi kelias – įgyti formalų išsilavinimą per konkrečias projektų valdymo specialybės diplomų arba sertifikatų programas.

PV patirtis padeda išmokyti, koks svarbus organizuotas planas tikslui siekti, kaip derėtis su bendradarbiais ir pajusti organizacinio gyvenimo politines realijas.

3.1.3 Projekto vadovo savybės

Ankstesniame skyriuje buvo pažymėta, kad projekto vadovas yra universalus. Tačiau yra keletas savybių arba būdo bruožų, kurie svarbūs potencialiam vadovui. Projekto vadovams būtinas patikimumas, jautrumas, vadovavimo įgūdžiai ir sugebėjimas susidoroti su konfliktais ir įtampa.

PV turi pasitikėti visos projekte dalyvaujančios šalys. Užsakovas turi matyti PV, kaip turintį techninių žinių ir vadovauti projektui būtinas administravimo patirties. Kad galėtų efektyviai vadovauti grupės nariams, PV taip pat turi turėti projekto grupės pasitikėjimą.

Vadovauti projektui būtinas jautrumas, kaip sugebėjimas pajusti personalo viduje kylantį konfliktą tarp projekto grupės narių arba tarp grupės narių ir užsakovo atstovų. Geras PV nesistengia vengti konfliktų, tačiau efektyviai su jais susitvarko, kol jie nevirto projekto atžvilgiu reikšminga problema. Efektyviam konfliktuojančiųjų sutaikymui reikalingas nemažas jautrumas ir diplomatija.

Kita svarbi gero projekto vadovo savybė yra sugebėjimas vadovauti. Sugebėjimas vadovauti gali būti apibrėžtas kaip mokėjimas daryti įtaką grupės nariams, juos nukreipiant siekti atitinkamo tikslo. Sugebėjimas vadovauti didele dalimi remiasi ankstesniame skyrelyje aptartu pasitikėjimu, tačiau jam taip pat reikia tokių savybių, kaip energija, atkaklumas, motyvacija ir mokėjimas įtikinti.

PV taip pat turi turėti griežtą etikos pojūtį. Tarp dažnų nusižengimų etikai yra dalyvavimas „telefoniniuose“ konkursuose ir sutartyse (kai laimėtojas žinomas iš anksto), pasiūlymai sumažinti kainą, ketinant „kirsti kampus“, ar priversti vėliau keisti sutartį, bet kaip atliekami darbai, kad tik būtų išlaikyti terminai ar biudžeto tikslai, prasčiausių medžiagų ar technologijų naudojimas, standartų pažeidimai ar rodoma objektyvumo stoka (pavyzdžiui, pataikavimas užsakovui, siekiant daryti įtaką studijos rezultatams).

Geram projekto vadovui gali būti naudingos ir įvairiausios kitos savybės:

- politinis sąmoningumas,
- polinkis į verslumą,
- sugebėjimas išklaudyti,
- entuziazmas,
- optimizmas,
- drąsa,
- asmenybės branda,
- sugebėjimas prisitaikyti,
- sugebėjimas susitvarkyti su daugybe prioritetų,
- techniniai įgūdžiai,
- tinkamas delegavimas,
- sugebėjimas derėtis.

3.2 Projektų apimties pakeitimų valdymas

3.2.1 Įžanga

Antroje šio kurso dalyje išnagrinėjome aiškiai apibrėžtos apimties svarbą, nurodydami, kad gerai apibrėžti projektai leidžia lengviau pastebėti ir reaguoti į projekto apimties pasikeitimus. Gerai apgalvotas darbo planas sumažins apimties pasikeitimus, tačiau negali jų visiškai pašalinti. Projekto apimties pakeitimai yra neišvengiami.

Apimties pakeitimu gali būti laikomas bet koks rezultatų ar tikslų pasikeitimas lyginant su tuo, kas planuota iš pradžių. Praktikoje apimties pasikeitimas yra bet koks nukrypimas nuo patvirtintos projekto apimties. Šis patvirtintos ir planuojamos apimties atskyrimas svarbus, nes dokumentacija dažnai būna ne tokia konkreči, ir gali būti interpretuojama. Dokumentuota apimtimi nustatomas įsipareigojimas baigti darbų apimtį už nurodytą kainą per nustatytą laiką. Bet koks rezultato arba tikslo pasikeitimas būtinai pakeis darbų apimtį, taigi, ir reikalingas sąnaudas bei laiką.

Kai susiduriama su pakeitimu, jis gali būti tinkamai valdomas kontroliuojant pakeitimo poveikį ir patvirtinant rezultatus. Jis gali būti ir prastai valdomas, tai reiškia, kad pakeitimai vyksta nekontroliuojamu būdu ir tikriausiai ne visiškai suprantamai visoms dalyvaujančioms šalims.

Pakeitimų tvarkymas arba prioritetų keitimas traktuojamas kaip viena svarbiausių problemų, su kuriomis susiduria projekto vadovas (Meredith'as ir Mantel'as, 2006 m.). Nekontroliuojamas keitimas yra viena iš labiausiai tikėtinų projekto nesėkmės priežasčių. Jis kelia papildomą įtampą projekto vadovams ir grupės nariams, griauja projekto grafikus, menkina ar panaikina pelno ribas ir gali priversti mažinti projekto apimtį. Šioje temoje nagrinėjami efektyvaus pakeitimų valdymo metodai.

3.2.2 Projekto techninis pakeitimas ir apimties pakeitimas

Projektui gali būti atliekami dviejų rūšių pakeitimai: **techninis pakeitimas** ir **apimties pakeitimas**. Techninis pakeitimas vyksta tada, kai keičiama darbų tvarka arba konkretūs metodai, kurių reikia darbui atlikti. Paprastai tokį pakeitimą siūlo grupės narys, ir tai yra atsakas į originalios apimties klaidą ar praleistą aspektą. Šios rūšies pakeitimas gali būti laikomas „vidinės apimties pakeitimu“, ir neturi įtakos projekto tikslams ar rezultatams. Iš užsakovo jokiais atvejais neturėtų būti reikalaujama mokėti už techninius pakeitimus.

Pavyzdžiui, imkime GIS projektą, kuriam reikia parengti didelį kiekį naujų duomenų. Įsigilinus į projektą nusprendžiama, kad vienam analitikui parengti visą duomenų rinkinį užtruks per daug laiko, ir darbui su projektu reikia daugiau analitikų. Kad skaitmeninimui būtų galima priimti daugiau negu vieną žmogų, nusprendžiama suskaidyti duomenų rinkinį į grupę žemėlapių lapų. Papildomas darbas, kurio reikia suskaidyti ir vėliau baigus darbą sujungti šiuos žemėlapių lapus yra techninio pakeitimo pavyzdys. Prireiks daugiau darbo, tačiau šis papildomas darbas tapo būtinas pakeitus vidinį procesą, o ne dėl to, kad būtų pakeista rengiamų duomenų apimtis arba tipas.

Tikras apimties pakeitimas bus tuo atveju, kai reikės darbų, kurie aprėpia daugiau, nei iš pradžių buvo sutarta. Šio tipo pakeitimą paprastai inicijuoja užsakovas, tačiau pasitaiko aplinkybių, kai grupės narys pateikia pasiūlymą, kuris jo ar jos manymu pagerins rezultatus. Šio tipo pakeitimai prideda papildomo darbo ir pateikia arba kai ką skirtinga, ar kai ką papildomai, negu pradžioje apibrėžta apimtis. Užsakovas turi apmokėti už šios rūšies pakeitimus, nes jie iš papildomo darbo suteikia papildomos naudos.

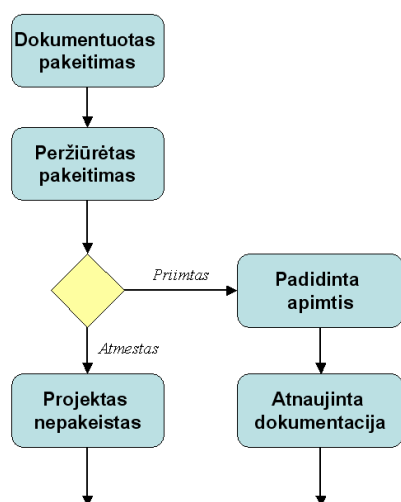
Pavyzdžiui, imkime tą patį jau minėtą GIS projektą, kuriam kuriamas naujas duomenų rinkinys. Atlikus dalį projekto užsakovas praneša, kad po dviejų savačių vyks jų ketvirtinis susirinkimas, ir būtų labai pravartu informuoti kitus skyrius apie jau atliktą darbą. Kad būtų lengviau tai padaryti, užsakovas pageidautų parengti 2 ar 3 didelio formato žemėlapius, iš kurių būtų matoma projekto pažanga. Laikas ir medžiagos, kurių reikia parengti šiuos žemėlapius, akivaizdžiai yra už pradinio susitarimo ribų, ir, nors tai taip pat būtų naudinga konsultantui (platesnis kompanijos pateikimas, daugiau sužinojusių apie projektą), šias naujas sąnaudas turėtų atlyginti užsakovas. Be to, užsakovas turėtų būti informuotas apie bet kokią projekto grafiko atidėjimą, kuris kils, nes šie brėžiniai bus rengiami dar nebaigus darbų prie jų.

Toliau nagrinėjamas pakeitimų valdymo procesas visų pirma susijęs su apimties pasikeitimais, tačiau kai kurie iš šių metodų taip pat gali būti taikomi vidiniam techninių pakeitimų valdymui.

3.2.3 Valdymo metodai

Apimties pakeitimai reikalauja keisti tiek grafiką, tiek lėšas. Jei užsakovas arba darbus atliekanti šalis nustato ką nors, kas skiriasi nuo to, kas buvo išdėstyta darbo plane, abi šalys turi susitarti, kaip tai paveiks laiką ir sąnaudas. Tai yra pakeitimų valdymo pagrindas.

Projekto pakeitimų valdymo procesas skirsis atsižvelgiant į organizaciją, tačiau iš esmės jis turėtų būti panašus į čia parodytus veiksmus. 3.1 pav. pateikiama proceso schema.



3.1 pav. Pakeitimų valdymo procesas.

Reikalavimai pakeitimų dokumentavimui:

Aprašykite, kaip bus valdomas pakeitimas. Tai turėtų būti dokumentuota visuose susitarimuose ir sutartyse, ir visi grupės nariai ir užsakovo atstovai turi būti susipažinę su procesu prieš pradedant vykdyti projektą. Daugelis konsultantų su projekto pasiūlymu pateikia pakeitimų paraiškos formos pavyzdį ir proceso aptarimą, taip, kad visos šalys dar prieš pradedant projektą žinotų apie planuojamą metodiką. Kaip praktiškai ir visi kiti projektų valdymo dalykai, svarbu užtikrinti, kad visos šalys žinotų lūkesčius.

Visi pakeitimai turėtų būti valdomi naudojant pakeitimų paraiškas arba pakeitimų užsakymus. Šiame dokumente apibrėžiami bent tokie dalykai:

- apibrėžiamas pakeitimo pobūdis;
- aprašoma, kodėl jis reikalingas, ir kokia bus nauda įgyvendinus; ir
- aprašomas poveikis projektui, įskaitant bet kokį biudžeto ar trukmės padidėjimą, kuris kiltų patvirtinus pakeitimą.

Paprastas apimties pakeitimo formos pavyzdys pateiktas 3.1 lentelėlentelėje.

Pakeitimai turi būti patvirtinti raštu. Dideliuose projektuose iš projekto grupės, užsakovo organizacijos ir, galbūt, išorės suinteresuotųjų šalių atstovų gali būti sudarytas pakeitimų komitetas. Mažesniems projektams projekto vadovas ir užsakovo atstovas paprasčiausiai gali peržiūrėti pakeitimą ir priimti sprendimą. Šis tvirtinimo procesas užtikrina, kad kiekvienas pakeitimas būtų išnagrinėtas turint omenyje bendrus projekto terminus ir biudžetą, ir kad būtų patvirtinti tik tie pakeitimai, kuriuos reikalingais laiko visi suinteresuotieji. Daugeliu atvejų grafikas ir biudžetas gali būti peržiūrėti, kad atspindėtų pasikeitusią apimtį.

Patvirtinti pakeitimai įtraukiami į projekto dokumentaciją. Kad atskleistų apimties pakeitimų rezultata, turi būti pakeista apimtis, grafikas ir biudžetas, taip pat turi būti rašoma pakeitimų chronologija.

Apimties pakeitimo procesas turi keletą aspektų. Kaip apibrėžta prieš tai, apimties keitimo procesas yra iš anksto nustatytas pakeitimų dokumentavimo ir peržiūros procesas. Šis procesas visuomet apima papildomo planavimo elementą. Nusprendus daryti pakeitimą turi būti aiškiai dokumentuota, kas atsitiks su projekto grafiku ir biudžetu pakeitimą priėmus. Tada, kaip dokumentavimo proceso dalis, dažnai turi būti atliktas rimtas planavimas, kad būtų visiškai suprastos priimto pakeitimo sąnaudos ir nauda.

Į apimties pakeitimų valdymą visuomet turi būti įtrauktas veiklos rezultatų matavimo komponentas. Kaip peržiūros proceso dalis tikrinamas esamas biudžetas ir grafikas. Be aiškaus esamos projekto būsenos supratimo negali būti priimtas pakankama informacija pagrįstas sprendimas dėl naujo pakeitimo. Pavyzdžiui, jei prašoma nedidelio pakeitimo, ir projektas akivaizdžiai lenkia grafiką, gali būti labiau tikėtina, kad pakeitimas bus priimtas ir įtrauktas į esamą projekto grafiką. Toliau šioje dalyje išnagrinėsime projekto stebėjimą ir projekto būsenos matavimą.

3.1 lentelė Apimties keitimo formos pavyzdys.

Projektas:	Sutarties Nr.
Inicijavo:	Data:
Pakeitimo pobūdis:	
Pagrindimas / Nauda:	
Grafiko / Biudžeto pakeitimas	
Kitas poveikis	

Projekto vadovas: _____

Užsakovo atstovas: _____

Data: _____

Data: _____

3.2.4 Pakeitimų vertinimas

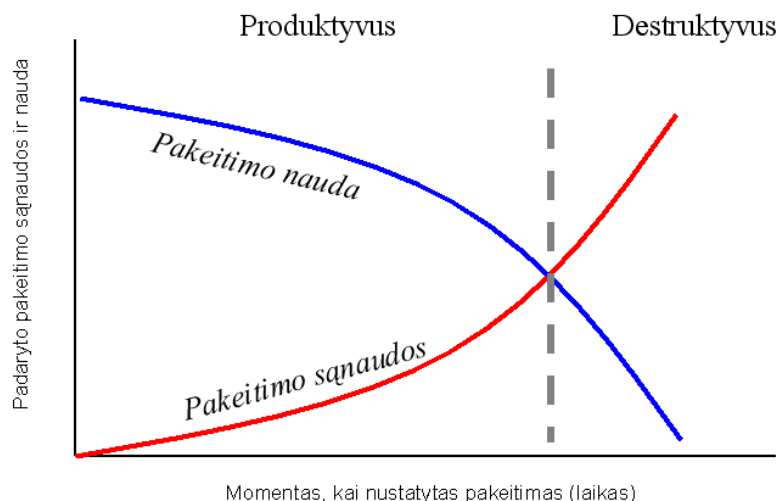
Kiekvienas pakeitimas turi būti peržiūrėtas, kad būtų nuspręsta, ar imtis to pakeitimo, ar ne. Tai iš esmės yra sąnaudų ir naudos analizė, nagrinėjant esamos apimties papildymo ar pakeitimo naudą, lyginant su papildomomis sąnaudomis ir (ar) laiku, būtinu atlikti papildomus darbus. Nustatyta, kad tam tikro atliekamo pakeitimo sąnaudos projekto eigoje auga, kuo vėliau daromas pakeitimas, tuo labiau tikėtina, kad dėl pakeitimo taip pat reikės pakeisti arba perdaryti kitas užduotis. Tokia situacija parodyta 3.2 pav.



3.2 pav. Atliekamo pakeitimo sąnaudų kitimas laiko atžvilgiu.

Pavyzdžiui, labai anksti, galbūt dar planavimo etapuose pasiūlytą pakeitimą atlikti nebus brangu. Tačiau blogiausiu atveju mažas pakeitimas vėlyvajame projekto įgyvendinimo etape gali pareikalauti iš naujo perdaryti nemažą projekto dalį. Ši situacija gali būti pragaistinga tiek biudžetui, tiek grafikui.

Iš tiesų tai tik viena nagrinėjama pusė – sąnaudų pusė. Vertinimo proceso metu nagrinėjama naudos pusė yra panašiai susijusi su laiku, ypač techniniams pakeitimams. Kuo anksčiau pakeitimas pasiūlomas, tuo labiau tikėtina, kad iš jo bus gauta naudos. Pavyzdžiui, sprendimas suskaidyti skaitmeninio užduotį žemėlapiu lapais praktiškai nesuteiks projektui jokios naudos, jei darbas jau beveik baigtas. Ryšys tarp sąnaudų, naudos ir laiko gali atrodyti taip, kaip pavaizduota 3.3 pav.



3.3 pav. Sąnaudos ir nauda bėgant laikui.

Čia mažėjanti pakeitimo nauda ir augančios sąnaudos parodytos kartu. Tam tikrame taške abu grafikai kertasi. Iki šio susikirtimo pakeitimai gali būti vertinami kaip *produktyvūs*, tai reiškia, kad iš pakeitimo gaunama daugiau naudos, negu jis reikalauja sąnaudų. Už

susikirtimo pakeitimai gali būti charakterizuojami kaip *destruktyvūs*, kadangi teisingas priešingas teiginys.

Realybėje ne visuomet galime nubrėžti sąnaudų ir naudos grafikus, kad nustatytume, ar siūlomas pakeitimas produktyvus. Dažnai ypač sudėtinga kiekybiškai įvertinti naudą. Nauda turi tendenciją būti tokie nematerialūs dalykai, kaip patobulinta naudotojo darbo tvarka arba tikėtinos mažesnės priežiūros sąnaudos ateityje. Daugeliu atvejų turi būti priimtas subjektyvus sprendimas, ar nauda pateisina sąnaudas.

Kai kurių tipų pakeitimai turi būti priimti nepaisant sąnaudų, pavyzdžiui, jei pakeitimas svarbus laikantis standartų, kurių reikalauja naujai priimtas įstatymas. Pavyzdžiui, jei įsigalioja tiesiogiai su projektu susiję nauji saugumo ar aplinkosaugos nuostatai, projektas greičiausiai bus tučtuojau pakeistas, kad atspindėtų šias teisės normas, nepriklausomai nuo sąnaudų.

3.2.5 Apimties išsiplėtimas

Daugeliu atvejų pakeitimai gali būti tokie maži, kad PV būtų sudėtinga gaišti laiką atmetant pakeitimą ar persiunčiant jį toliau kaip formaliai dokumentuotą pakeitimą. Visų pakeitimų dokumentavimo ir peržiūros procesas turi būti subalansuotas su būtinybe efektyviai vykdyti projektą, taigi, imtis porą valandų užimančio pakeitimo dokumentavimo ir peržiūros proceso gali neatrodyti efektyvus laiko išnaudojimas. Dažai projektų vadovams suteikiama laisvė tvirtinti mažus pakeitimus be formalaus peržiūros proceso, kad galėtų susitvarkyti su tokiais krašutiniais pavyzdžiais, kaip šis.

Tačiau kai šios rūšies pakeitimai ima atsirasti dažnai, pasekmės gali būti katastrofiškos. Akivaizdu, kad dviejų valandų pakeitimai gali užimti gerokai papildomo laiko, jei mažų pakeitimų pakankamai daug. Šis laipsniškas neplanuotas apimties didėjimas vadinamas **apimties išsiplėtimu (Scope Creep)**. Apimties išsiplėtimas gali kilti dėl neplanuotų, nenumatytų sąlygų, sąmoningų užsakovų bandymų gauti šiek tiek daugiau už tą pačią kainą, arba geranoriškų darbuotojų pastangų patobulinti projektą po to, kai jis buvo laimėtas.

Naudodami pavyzdį studentai turėtų būti susipažinę su projektu iš 1 kursų dalies užduoties, kuris iliustruoja pastarąją situaciją. Skaitytojas turėtų atsiminti, kad planuotas darbinis mastelis numatomiems ekosistemos ploto trikdžiams turėjo būti 1:10 000. Tačiau šiai užduočiai paskirta ekologė buvo ypač geranorė ir kruopšti. Jos nuomone, padidinus žemėlapij iki 1:5 000 ji nustatytų gerokai daugiau trikdžių, o tai, jos manymu, būtų geras dalykas ir pateiktų geresnį trikdžių vertinimą.

Tai akivaizdus apimties pakeitimas, ir tai atliekant iškiltų dvi problemos. Pirmiausia, nustatyti ir pažymėti trikdžius šiuo didesniu masteliu užtruktų daugiau laiko. Antra, ir, galbūt, ne taip akivaizdu, projektui būtų atnaujinamas esamas duomenų rinkinys, kuris taip pat buvo sukurtas 1:10 000 masteliu. Trikdžių paieška 1:5 000 masteliu suteikia galimybę, kad šie mažesni trikdžiai bus iš tiesų pateikti originaliame sąraše, tačiau nematomi 1:10 000 masteliu. Nuostolių vertinimas 1:5 000 masteliu turi galimybę klaidingai rodyti ekosistemų nuostolius, pateikiant esamą trikdį kaip naują. Taigi, nesilaikantis pradinės sutartos apimties geranoris grupės narys ne tik sukėlė pavojų projekto grafikui, bet rizikavo iškraipyti galutinius analitinius rezultatus.

Valdyti nedidelius pakeitimus gali būti sudėtinga. Paprastai problema būna ta, kad PV nenori būti pernelyg biurokatiškas ir vengia mažesniems negu keletą valandų trunkantiems pakeitimams taikyti apimties pakeitimo dokumentą, pasitenkindamas labiau

neformaliu, galbūt žodiniu procesu. Tačiau dėl šio neformalumo lygio dažnai kyla nesusipratimai. Siūloma, kad netgi vengiant mažiems pakeitimams taikyti formalų apimties keitimo dokumentavimo ir vertinimo procesą, projektų vadovai turėtų užtikrinti, kad šie maži pakeitimai būtų bent sutrumpintu būdu dokumentuojami. Tokiu būdu kaupiantis mažiems pakeitimams ir tampant sunkiau išlaikyti projekto terminus PV turės dokumentaciją, kaip ir kodėl tai nutinka, ir turės priežastį ateityje atmesti smulkius pakeitimus, jei terminui kyla grėsmė.

PV įgaliojimai mažus pakeitimus tvirtinti savo nuožiūra turi būti naudojami tik jei jaučiama, kad pakeitimas gali būti atliktas nekeliant grėsmės projekto grafikui. Tačiau reikėtų turėti omenyje, kad nors atskiras pakeitimas gali ir nesukelti projekto terminų vėlavimo, tam pakeitimui vis vien bus išnaudotas tam tikras grafiko laiko rezervas. Apimties išsiplėtimas yra kaupiamasis, nė vienas mažas pakeitimas nesukels projektui biudžeto ar grafiko problemų, tačiau paėmus juos visus kartu tai gali nutikti.

3.3 Rizikos valdymas

3.3.1 Įžanga

Pradėjus vykdyti projektą yra tikimybė, kad kas nors vyks negerai, ar, tikriausiai, ne taip, kaip planavome. Nerealų manyti, kad viskas vyks kaip tikėtasi, dėl to projekto rizikos valdymas nereikalingas. Rizikos valdymu stengiamasi tvarkingai ir iš anksto apgalvotu būdu susidoroti su problemomis, ir bandyti sumažinti nenumatytų įvykių poveikį.

Rizika yra kai kas, kas *gali* nutikti, ir, jei įvyks, turės *neigiamą* poveikį projektui. Frazė „... kas gali nutikti ...“ nusakoma mažesnė negu 100 proc. tikimybė. Jei tai turi 100 proc. tikimybę (kitais žodžiais, tai būtinai nutiks), tai yra problema, ir bus valdoma kitaip, negu rizika. Frazė „... turės *neigiamą poveikį* ...“ reiškia, kad čia kalbame tik apie „blogus“ dalykus. Jei tai neturės neigiamos įtakos, tai nėra rizika. Tarkime, kad yra rizikos, jog projektas pasirodys ne toks sudėtingas, kaip galvojome, ir gali būti užbaigtas anksčiau. Nėra reikalo valdyti šio galimo atvejo, nes būtume visai patenkinti, jei taip būtų.

Rizikos valdymo procesas yra procesas, kuriuo bandome atpažinti ir sumažinti riziką keliančius įvykius projekto gyvavimo ciklo metu. Jis apima nustatymo, kiekybinio vertinimo ir atsako į riziką procesus. Rizikos nustatymas yra bet kokios rizikos, kuri gali paveikti projektą, apibrėžimo ir jos požymių dokumentavimo procesas. Rizikos kiekybinis vertinimas yra bandymas įvertinti tikimybę, kad atsitiks nagrinėjamas įvykis, ir poveikį, jei tas įvykis atsitiktų. Atsakas į riziką yra tiek nenumatytų atvejų planų rengimo procesas prieš pradedant vykdyti projektą, tiek įvykių tvarkymo jiems kilus procesas.

Rizika skirstoma į keletą kategorijų. Pasitikėjimas nauja technologija arba pradėta užduotis, kurios organizacijai anksčiau nebuvo tekę vykdyti, yra techninės rizikos pavyzdžiai. Finansinė rizika gali būti nagrinėjama, jei sutartis organizuota taip, kad didelės sąskaitos už tarpinius rezultatus būtų pateiktos projekto pabaigoje. Šiuo atveju organizacija turi rūpintis visomis išlaidomis ir darbo užmokesčiu, kol bus baigtos užduotys ir galės būti gautas apmokėjimas. Sutarties rizika gali būti tada, kai mokėjimai sutartyje susieti su aiškiai neapibrėžtu tarpiniu rezultatu. Tokiomis aplinkybėmis užsakovas gali teisėtai sulaikyti mokėjimą manydamas, kad projektas dar nebaigtas. Saugumo rizika labiau įprasta statybos projektams, tačiau gali būti rizikos, susijusios, pavyzdžiui, su duomenų rinkimu vietovėje. Čia yra daugelio įvairių rizikos rūšių pavyzdžiai.

3.3.2 Rizikos nustatymas

Nustatant projekto riziką, turi būti dedamos visos pastangos apibrėžti tiek vidinę, tiek išorinę riziką. Vidinė rizika yra tokia, kuri turi įtakos projekto grupei, pavyzdžiui, prieinamas personalas arba laiko vertinimai. Išorinė rizika visiškai nepavaldi grupei, pavyzdžiui, problemos su trečiosios šalies programine įranga arba valstybės teisės aktų pakeitimai.

Projekto pobūdis dažnai lemia rizikos lygį. Projektas, kuriam naudojama gerai suprantama metodika ar technologijos iš esmės bus mažiau rizikingas, negu projektas, kuriam tam tikru laipsniu taikomos naujovės.

GIS projektai turi daug bendrų bruožų su IT arba programavimo projektais, taigi, turi tendenciją pasižymėti tokių pačių tipų rizika. Retai pasitaiko vien tik su GIS susijusios rizikos. Tačiau tarp keleto iš dažniau pasitaikančių rizikos veiksnių gali būti:

Duomenų kokybė: Projektui trečiųjų šalių teikiami duomenys gali tapti rizikos šaltiniu. Problemos su duomenimis, pavyzdžiui, neišsamūs arba neteisingi atributai, ar erdvinės problemos, pavyzdžiui, neužbaigti plotiniai geoobjektai, gali reikšti, kad duomenys negalės būti panaudoti vietoje išspręsti problemai. Užbaigti ar ištaisyti šiuos duomenis gali prireikti daug pastangų. Nors tikėtina, kad šis darbas bus už pradinės projekto apimties ribų, bet koks problemoms taisyti sugaištas laikas vers atidėti projekto grafiką. Netgi griežtas duomenų kokybės procedūras turinčių solidžių įmonių ar agentūrų parengti duomenų rinkiniai gali turėti nenumatytų problemų.

Duomenų pateikimo laikas: Kita potenciali problema su trečiosios šalies duomenimis yra ta, kad dėl bet kokių pavėluotai gautų duomenų būtinai teks atidėti projektą. Nors daugelis duomenų tiekėjų automatizuoja pateikimo procesą, surasti ir parengti kai kuriuos duomenų rinkinius reikės laiko.

Duomenų apimtys: Daugelyje GIS projektų dirbama su didžiuliais duomenų kiekiais. Kartais šios apimtys gali sumažinti programinės įrangos efektyvumą taip, kad ji sulėtės ar netgi taps neįmanoma naudoti. Kitais atvejais gali būti pasiektos programinės įrangos ribos, pavyzdžiui, didžiausias elementų skaičius ar failo dydis. Tokiomis aplinkybėmis duomenys arba turi būti suskaidyti į atskiras dalis, arba perkelti į galingesnės duomenų bazės formatą. Su abiem šiais veiksmų variantais yra susiję sąnaudų ar trukmės.

Duomenų praradimas: Kaip ir bet kuriam IT projektui visuomet egzistuoja duomenų praradimo rizika dėl failų sistemos gedimo arba žmogiškosios klaidos. Visuose projektuose projekto planavimo dalis turi būti nuodugnus atsarginių kopijų rengimo procesas.

Erdvinių duomenų tankis: Kai projektas apima erdvinių duomenų rinkinio kūrimą arba atnaujinimą, stebėjimų ar klasifikavimo tankis turės dramatiškos įtakos laikui, kurio reikia atlikti šį darbą. Pavyzdžiui, žemėnaudos plotų skaitmeninimo projektui didelėms ištisinėms tos pačios žemėnaudos sritims skaitmeninti reikės daug mažiau laiko, negu plotams su labai fragmentuota žemėnauda, kadangi pastaruoju atveju paprasčiausiai reikės sukurti daugiau poligonų ir jiems nurodyti atributus.

Nežinomi metodai: Bet kuriuo atveju, kai organizacija imasi projekto, kurio metodai nauji, yra rizikos, kadangi laiko ir sąnaudų įverčiai neišvengiamai bus neapibrėžti.

Rizikos nustatymas didele dalimi remiasi ankstesne patirtimi. Personalo patirtis ir ankstesnių projektų dokumentacija padės nustatyti rizikos veiksnius ir nujausti vėl kylančių problemų tikimybę. Su patirtimi vykdant ankstesnius projektus susijęs sugebėjimas nustatyti aplinkybes, kurios yra neįprastos naujojo projekto aplinkoje. Užduotys, kurių anksčiau neteko atlikti, gali būti rizikingos dėl to, kad būsimame mažiau tikri dėl savo vertinimų. Galimybė nustatyti, kas projekte yra nauja (taigi, kelia padidintą riziką) didele dalimi yra patirties, žinant, kas neįprastai buvo praėjusiuose projektuose, dalis.

3.3.3 Rizikos vertinimas

Įprasta, kad nagrinėjamam projektui nustatomas didelis skaičius rizikos veiksnių. Norėdami efektyviai nustatyti šios rizikos prioritetus, kad būtų galima susitelkti prie svarbiausių rizikos veiksnių, turime turėti tam tikrą rizikos pavojingumo matavimo mechanizmą. Tai gali būti atliekama **kokybiniu** arba **kiekybiniu** būdu.

Kokybinis vertinimas:

Visi rizikos veiksniai gali būti vertinami dviem aspektais, rizikos poveikiu (arba su įvykiu susijusiais nuostoliais) ir rizikos galimybe (arba tikimybe, kad įvykis atsitiks). Bendras rizikos dydis gali būti išreikštas kaip šių dviejų charakteristikų (tikimybės ir pasekmių) funkcija.

3.2 lentelė. Rizikos vertinimo matrica – šioje lentelėje parodytas kokybinio rizikos vertinimo pavyzdys. Tikimybė ir pasekmės yra labiau laipsninės klasifikacijos (didelė, vidutinė, maža), ir šių dviejų kriterijų sankirta rodo nagrinėjamos rizikos klasifikaciją.

3.2 lentelė. Rizikos vertinimo matrica

	Lengvos pasekmės	Vidutinės pasekmės	Sunkios pasekmės
Didelė tikimybė	Vidutinė rizika	Didelė rizika	Didelė rizika
Vidutinė tikimybė	Maža rizika	Vidutinė rizika	Didelė rizika
Maža tikimybė	Maža rizika	Maža rizika	Vidutinė rizika

Pavyzdžiui, rizikos veiksnys, kuris turi didelę tikimybę įvykti, tačiau lengvas pasekmes, bus vertinamas kaip vidutinės rizikos elementas. Rizikos veiksnys, turintis tiek didelę tikimybę įvykti, tiek sukeliantis rimtas pasekmes, jei nutiktų, bus klasifikuojamas kaip didelės rizikos veiksnys. Tokiu būdu kiekvienam rizikos veiksmui gali būti priskirta atitinkama kategorija ir prioritetas, kad svarbiausiems rizikos veiksniams projekto valdymo proceso metu būtų galima skirti daugiausia dėmesio.

Kiekybinis vertinimas:

Žengus šiame procese dar vieną žingsnį toliau, kiekvienai rizikos tikimybei ir pasekmėms vietoje paprastos laipsninės klasifikacijos priskiriama skaitinė reikšmė. Wideman'as (2006 m.) siūlo toliau 3.3 ir 3.4 lentelėse pateiktą skaitinių reikšmių vertinimo sistemą.

3.3 lentelė. Rizikos tikimybės vertės.

Tikimybė	Skaitinė vertė
Beveik neįtikėtina	0,10
Mažai tikėtina	0,30
Įmanoma	0,50
Vidutiniškai tikėtina	0,70
Labai tikėtina	0,90

3.4 lentelė. Rizikos pavojaus vertės.

Pavojingumas	Skaitinė vertė
Nereikšmingas	0,05
Nedidelis	0,10
Vidutinis	0,20
Rimtas	0,40
Katastrofiškas	0,80

Vertinimas šiomis reikšmėmis gali būti laikomas pakankamai subjektyviu, pavyzdžiui, neturint realių duomenų apie tikimybę, kad jūsų vyriausiasis programuotojas suras nauja

darbą įpusėjus vykdyti projektą. Kai konkreti tikimybė neegzistuoja, visuomet tenka daryti subjektyvų vertinimą.

Tuomet rizikos dydis arba galima rizika vertinama kaip tikimybės ir pasekmių (pavojingumo) sandauga:

$$\text{Galima rizika} = (\text{rizikos tikimybė}) \times (\text{rizikos pavojingumas})$$

Rezultatas yra daug tikslesnis vertinimas, kaip apibendrinta tolesnėje 3.5 lentelė. Kiekybinė rizikos įverčių matrica

3.5 lentelė. Kiekybinė rizikos įverčių matrica

	Pavojingumas				
Tikimybė	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08

Tiek kokybinio, tiek čia pateikto labiau apibendrinto kiekybinio vertinimo rezultatas yra priemonė pagal eiliškumą išdėstyti projekto rizikos veiksnius, priskiriant kiekvienam rizikos veiksmui santykinę svarbą matą.

Rizikos vertinimo lentelės:

Kai organizacija vykdo daug panašių projektų, gali būti naudojamos standartinės rizikos vertinimo lentelės. Tai yra, pavyzdžiui, paprasčiausias bendrai projektuose sutinkamų rizikos veiksnių sąrašas ir vieta įvertinti kiekvieną jų skalėje nuo 1 iki 4 (keturi reiškia didžiausią riziką). Tarp rizikos veiksnių gali būti šie:

- projektui reikia skirti naujų išteklių,
- projekto apimtis persikloja su kitų vykdomų projektų apimtimi,
- nepatyrusi grupė, kuriai trūksta reikiamų įgūdžių,
- didelė darbuotojų kaita,
- reikalingi didelės apimties esamos programinės įrangos pakeitimai,
- didelė priklausomybė nuo esamų ar kuriamų sistemų, kurių nekontroliuoja šio projekto personalas,
- patikimais duomenimis nepagrįsti planai ir įverčiai,
- projektui reikia pasitelkti keletą subrangovų,

- darbai vykdomi daugelyje vietų, ar toli esančiose vietose.

Tada rizikos įverčiai sumuojami, ir išvedamas bendras rizikos įvertis. Bendrieji įverčiai paprastai klasifikuojami pagal kategorijas, taip, kad aukštesnis įverčių rinkinys atitiktų didžiausią projekto riziką. Ši priemonė padeda tiek nustatyti riziką, tiek įvertinti bendros projekto rizikos matą.

3.3.4 Atsakas į riziką

Visi prieš tai apibrėžti metodai padeda mums nustatyti ir suskirstyti prioritetais projekto riziką, tačiau jie niekaip neprisideda mažinant šių rizikos veiksnių poveikį projektui. Kad tai padarytume, turėsime išnagrinėti kiekvieną rizikos veiksnį, kad savo ruožtu įvertintume potencialią veiksnių eigą. Potenciali veiksnių eiga apima:

Rizikos priėmimą: Jei rizikos pasekmės nereikšmingos, gali būti protinga paprasčiausiai priimti riziką ir kompensuoti visas susijusias sąnaudas, jei rizikos įvykis atsitiktų.

Sušvelninimą: Daugiau pasekmių galintiems sukelti rizikos veiksniams galime pageidauti priimti riziką, tačiau aktyviai imtis veiksnių, kurie sumažintų arba rizikos veiksnio tikimybę, arba poveikį. Tam gali būti tiesiog numatytas atitinkamas projekto biudžeto ir grafiko papildymas, kad būtų kompensuota kilusi rizika. Tokiems atvejams gali būti tiesiog parengtas gerai apgalvotas nenumatytos situacijos planas, ką daryti, jei keliantis pavojų įvykis nutiktų. Aišku, kad švelninimo strategija skiriasi atsižvelgiant į rizikos pobūdį, tačiau jai gali būti naudojama išsimokėjimo praktika, technologiniai pakeitimai ar projekto struktūros pakeitimai.

Vengimą: Tai atvejais, kai gali būti nedaug tinkamų švelninimo priemonių, tačiau rizika per didelė, kad būtų priimta, vienas sprendimas būtų tiesiog visiškai išvengti rizikos. Tam gali tekti pakeisti projekto apimtį, kad būtų atsisakyta labai rizikingos užduoties, arba pasirinkti kiti techniniai metodai ar įranga, kuri neturi šios būdingos rizikos.

Perkėlimą: Kai manoma, kad rizika per didelė, jog būtų galima priimti, tačiau jos negalima išvengti, yra aplinkybių, kai rizika gali būti perkelta kitai šaliai. Pavyzdžiui, gali būti pravartu pasamdyti geriau susipažinusį su užduotimi subrangovą, negu bandyti atlikti užduotį patiems neturint atitinkamos patirties. Tokiais atvejais riziką prisiima subrangovas. Taip pat gali būti įmanoma įsigyti draudimą nuo kai kurių rizikos įvykių, ypač atsakomybės ir saugos rizikai. Šiais atvejais rizika tenka draudėjui.

Šio proceso pabaigoje pateiksime pagal prioritetus išdėstytą didesnių projekto rizikos veiksnių sąrašą su aprašymais ir pasekmėmis. Taip pat aptarsime, kaip bus tvarkoma rizika, priimant, švelninant, išvengiant ar perkeliant. Čia gali būti priimtinas bet koks pastabų skaičius, tačiau toliau parodyta 3.6 lentelė. pasitarnaus dokumentuojant nagrinėjamo projekto rizikos valdymo procesą.

3.6 lentelė. Rizikos suvestinės lentelės pavyzdys

Rizika	Poveikis	Švelninimas
Vėluojama gauti reikiamus projekto duomenis iš 3-os šalies	Vėluojantis grafikas	1. Užsakyti duomenis iki gegužės 1 d. pradžios datos, kad duomenų tiekėjui būtų suteikta papildomo laiko. 2. Turėti tuo pat metu galimas atlikti užduotis (nustatyti konkrečias), kurios gali būti atliekamos, jei čia bus vėluojama.
Nežinoma adresų duomenų kokybė, didelė dalis duomenų taškų gali nebūti geografiškai koduojami automatinio būdu	Projektui gali būti naudojama maža duomenų dalis, arba reikės nemažai laiko išdėstyti taškus rankiniu būdu	1. Iš anksto geografiškai koduoti duomenų poaibį, kad būtų galima pastebėti, ar adresai geri, ar prasti. 2. Dirbti su organizatoriumi, kad būtų nustatytos prioritetinės užduotys. Jei reikalingas rankinis išdėstymas, mažo prioriteto užduotys gali būti išbrauktos iš apimties.
Subrangovų koordinavimas	Tarpusavyje susijusioms užduotims reikalingi grupės subrangovų projektų rezultatai. Vieno subrangovo vėlavimas gali pristabdyti užduočių seriją.	Struktūrizuoti rangos sutartis taip, kad: 1. baigimo datos būtų gerokai anksčiau, negu būtini terminai, ir kad 2. būtų numatytos baudos už neatlikimą. Tokiu būdu, jei subrangovas vėluoja, jis išleis lėšų, kad padėtų kompensuoti bendrą biudžeto ar grafiko trūkumą.

Čia dokumentuotas kiekvienas rizikos veiksnys, kad rizika būtų sumažinta (t.y., svarbiausias rizikos veiksnys lentelėje yra pirmas). Pagal rizikos kiekybinio vertinimo metodiką prie kiekvieno rizikos veiksnio šioje lentelėje gali būti pridėta skaitinė vertė.

Dar viena baigiamoji mintis apie riziką: bendravimas ir stebėjimas, kad nebūtų atsiliekama nuo kiekvieno rizikos veiksnio būsenos, toks pat svarbus, kaip ir šio proceso kiekybinio vertinimo dalis. Užtikrinkite, kad rizikos pokyčiai būtų nuolatinis visų būsenos aptarimo posėdžių darbotvarkės punktas, ir atnaujintus pranešimus apie riziką išplatinkite projekto grupei.

3.4 Projekto pažangos stebėjimas

3.4.1 Įžanga

1-oje šios dalies temoje projektų valdymą apibūdinome kaip discipliną, kuria projekto vykdymo metu apibrėžiami tikslai ir jų siekiama, optimizuojant išteklių (laiko, lėšų, personalo, medžiagų, energijos, vietos ir kt.) naudojimą. Visų dalykų, kuriuos aptarėme antroje ir trečioje dalyse, tikslas yra užtikrinti, kad projektas būtų vykdomas kaip įmanoma efektyviau. Tam reikia, kad būtų užtikrinta, jog yra gerai suprantamos užduotys ir rizika, projektai yra griežtai planuojami. Tačiau jei sustosime čia, neturėsime jokio mechanizmo užtikrinti, kad būdas, kuriuo projektas iš tikrųjų vyksta, kuo nors primintų tai, kaip jis buvo suplanuotas. Taigi, turime **stebėti** projekto eigą, kad užtikrintume, jog veikla bus tokia, kaip planavome.

Stebėjimas yra informacijos apie tai, kaip vykdomas projektas, rinkimo, registravimo ir ataskaitų rengimo procesas. Stebėjimo tikslas yra užtikrinti, kad būtų prieinama informacija, kurios reikia projektui efektyviai valdyti, kad vyresnioji vadovybė ir užsakovo atstovai būtų informuoti apie pažangą, ir projektai būtų dokumentuoti, kad galėtume ateityje pasimokyti iš savo klaidų.

Pagrindinė projektų stebėjimo priežastis yra užtikrinti, kad faktinė projekto eiga būtų kaip įmanoma artimesnė suplanuotai eigai. Turėdami šią informaciją vadovai gali anksčiau nustatyti problemas ir nedelsdami jas spręsti.

3.4.2 Sukurta vertė

Kaip priemonę aptarti projekto būseną panagrinėkime tokį scenarijų:

Projektas, kaip apibrėžta pasiūlyme

- 100 000 dol. biudžetas
- 10 mėnesių grafikas

Esama projekto būsena

- išleista 40 000 dol.
- praėjo 6 mėnesiai

Kaip arti nuo projekto baigimo esame?

Pateikta informacija nurodo, kad išleidome 40 proc. biudžeto ir užtrukome 60 proc. galimo laiko, tačiau kaip arti tikrojo darbų baigimo esame? Atsakymas yra toks, kad tai nustatyti neturime pakankamai informacijos. Nė vienas iš pateiktų sakinių nesako, kokia apimties dalis atlikta. Be įverčio, kokia darbų dalis baigta, negalime spręsti, gerai ar blogai dirbame.

Paprastai lyginame faktines išlaidas su planuotomis projekto sąnaudomis. Šio metodo problema ta, kad projektui išleistos lėšos nerodo tikrosios pažangos, kadangi nenagrinėjama atlikta apimtis. Kita šio metodo problema, kad dažnai apskaitos skyriui sudėtinga pateikti pačius naujausius išlaidų skaičius, dėl to būsenos ataskaitos kelias savaites vėluoja.

Dėl to egzistuoja **sukurtos vertės** metodika. Funkciniu požiūriu sukurta vertė parodo, „ką jūs gavote už tai, ką išleidote“ (Wideman'as, 2006 m.). Šiuo metodu įvertiname iki

nurodytos datos atliktus darbus ir galime peržiūrėti kartu pateiktus projekto apimtį ir biudžeto būseną. Paprasta sukurto vertės analizė naudoja kiekvienos užduoties baigtumo procentinį įvertį, kad nustatytų, kokia biudžeto dalis atnešė pelno, ar yra baigta. 3.7 lentelėje parodytas toks pavyzdys, naudojant 2 dalies pavyzdžio projektą (pakrantės zonos kūrimas).

3.7 lentelė. Sukurtos vertės aprašo pavyzdys

Užduotis	Terminas	Biudžetas	Baigta dalis proc.	Sukurta vertė
Aeronuotaukų įsigijimas	2007-01-11	\$ 5 750.00	100%	\$ 5 750.00
Aeronuotaukų skenavimas	2007-01-18	\$ 1 750.00	100%	\$ 1 750.00
Bazinio žemėlapių įsigijimas	2007-01-18	\$ 2 750.00	100%	\$ 2 750.00
Aeronuotaukų georeferencijavimas	2007-01-25	\$ 1 750.00	100%	\$ 1 750.00
Taisyklių apibrėžimas	2007-01-25	\$ 4 200.00	100%	\$ 4 200.00
Pakrantės skaitmeninimas	2007-02-09	\$ 3 500.00	85%	\$ 2 975.00
Statistikos skaičiavimas	2007-02-16	\$ 3 000.00	40%	\$ 1 200.00
Galutiniai brėžiniai	2007-02-16	\$ 2 250.00	60%	\$ 1 350.00
Galutinė ataskaita	2007-02-19	\$ 550.00	0%	\$ -
		\$ 25 500.00		\$ 21 725.00

Bendra pažanga = \$21,725 / \$25,500 =

85%

Šioje lentelėje prie paprastos etapų lentelės pridėti du stulpeliai, rodantys užduotis ir terminus. Šie stulpeliai yra *Baigta dalis proc.*, kuris yra įvertis, ir *Sukurta vertė*, kuris yra užduoties biudžeto ir atitinkamo *Baigtos dalies* skaičiaus sandauga. Tai rodo, kokia kiekvienos užduoties biudžeto dalis atgauta. Tada galime pažiūrėti į bendro atgauto biudžeto santykį su visu projekto biudžetu, kad gautume bendrą viso projekto baigimo procentą (arba *bendrąją pažangą*). Šiame pavyzdyje mūsų pakrantės zonų projekto būsena yra – 85 proc. baigtas.

Baigtos dalies priskyrimas atitinkamai užduočiai gali būti labai subjektyvus. Kai kurias užduotis, pavyzdžiui, augmenijos ar dirvožemio duomenų rinkimą (galbūt, bandomosioms vietoms palydovinių vaizdų klasifikavimui) įvertinti nesudėtinga. Tarkime, apimtyje numatyta, kad aplankysime 50 vietų, ir iki dabar aplankėme ir surinkome duomenis iš 30 vietų. Todėl ši užduotis yra baigta 30/50 arba 60 proc. Tačiau kitoms užduotims gali būti daug sudėtingiau nustatyti pažangą. Tokios užduotys, kaip, pavyzdžiui, taikomosios programos ar galutinės ataskaitos rašymas, neturi taip paprastai skaitiniu būdu apibrėžiamo baigimo tikslo, todėl remiasi subjektyviu rašytojo pateiktu įverčiu.

Šią kategoriją atitinka mūsų projektas iš 2 dalies. Nors žinome, kiek darbo atlikome (pvz., skaitmenintų trikdžių skaičių), iš tiesų negalime žinoti, kiek trikdžių liko apdoroti. Galime pažiūrėti į poligonų arba baigtų žemėlapių lapų proporciją, tačiau tai bus tik apytikslis įvertis. Priežastis, dėl kurios mums trūksta tikrumo darant tokius įverčius, yra ta, kad su žmogaus veikla susiję trikdžiai nėra tolygiai pasiskirstę po teritoriją. Pavyzdžiui, sritys, kurių dar neįvertiname, gali būti patyrę didesnę urbanizacinį spaudimą, taigi, nors galime būti išnagrinėję pusę poligonų, nesame baigę skaitmeninti pusės trikdžių, nes didesnę trikdžių dalis dar turės būti išnagrinėta. Tai bendra problema vertinant baigtą dalį.

Kad padėtų įvertinti pažangą, galima pasinaudoti keletu bendrų nurodymų. Kai kurie jų apibrėžti čia:

50-50 taisyklė: Kai užduotis pradėta, laikoma, kad atlikta 50 procentų. Kai užduotis baigiama, gaunami likę 50 proc. Tai labai populiarus metodas, kadangi jam nereikia pastangų išmatuoti, kiek darbo jau atlikta.

0-100 taisyklė: Šiuo atveju užduočiai vertė nesuteikiama, kol darbas su ja nėra užbaigtas. Tai ypač konservatyvus vertinimo būdas. Viena šio metodo problema yra ta, kad projektas nuolat atrodo atsiliekantis nuo grafiko, ir tai vyksta iki pat projekto pabaigos, kai tikroji pažanga, atrodo, netikėtai pasiveja planuotą pažangą. Šis metodas nėra labai efektyvus mažiems projektams su vos keletu užduočių, kadangi jis negali deramai parodyti pažangos.

Geriausias įvertis: Mažesniems projektams su nedaug užduočių dažnai būtina kiekybiškai įvertinti pažangą tiksliau, negu 0-50 arba 0-100. Tokiais atvejais laipsnį, kuriuo užduotis atlikta, pagal geriausius sugebėjimus prašoma įvertinti iš tiesų užduotį atliekančio techniko. Akivaizdu, kad šis metodas ypač subjektyvus, ir prisideda grupės narių asmeniškumo ir požiūrių funkcija, tačiau jis būtinas, jei reikalingas tikslesnis pažangos vertinimas.

Proporcinės išlaidos: Šiuo metodu dalijame faktinį išnaudotą laiką arba išleistą biudžetą iš planuoto laiko ar biudžeto. Šis santykis ir tampa mūsų baigimo procentu. Nors tai pateikia gana konkrečias skaitines pažangos reikšmes, iš tiesų pažanga nėra nagrinėjama, kadangi žiūrima tik į išlaidas, o ne baigtą apimtį. Šis metodas bus efektyvus tik projektams, kuriems visiškai pasitikima užduočių laiko įverčiu, kadangi jis nematuoja skirtumo tarp baigto darbo ir išnaudoto laiko.

Tačiau netgi turint patikimą baigimo procento įvertį, ši paprasta sukurtoji vertė mums rodo tik mūsų apimties būseną, kiekvienos užduoties baigtą procentinę dalį bei projektą kaip visumą. Nagrinėdami ir išlaidas galime pažvelgti į apimtį ir biudžetą kartu. 3.8 lentelė. yra tokia pat, kaip ir prieš tai, tačiau su įtrauktomis išlaidomis.

3.8 lentelė. Sukurta vertė su biudžeto būsena

Užduotis	Terminas	Biudžetas	Baigta dalis proc.	Sukurta vertė	Išleista	Biudžeto būsena
Aeronuotaukų įsigijimas	2007-01-11	\$ 5 750.00	100%	\$ 5 750.00	\$ 4 800.00	\$950.00
Aeronuotaukų skenavimas	2007-01-18	\$ 1 750.00	100%	\$ 1 750.00	\$ 1 600.00	\$150.00
Bazinio žemėlapių įsigijimas	2007-01-18	\$ 2 750.00	100%	\$ 2 750.00	\$ 3 400.00	-\$650.00
Aeronuotaukų georeferencavimas	2007-01-25	\$ 1 750.00	100%	\$ 1 750.00	\$ 2 300.00	-\$550.00
Taisyklių apibrėžimas	2007-01-25	\$ 4 200.00	100%	\$ 4 200.00	\$ 4 500.00	-\$300.00
Pakrantės skaitmeninimas	2007-02-09	\$ 3 500.00	85%	\$ 2 975.00	\$ 3 800.00	-\$825.00
Statistikos skaičiavimas	2007-02-16	\$ 3 000.00	40%	\$ 1 200.00	\$ 700.00	\$500.00
Galutiniai brėžiniai	2007-02-16	\$ 2 250.00	60%	\$ 1 350.00	\$ 1 000.00	\$350.00
Galutinė ataskaita	2007-02-19	\$ 550.00	0%	\$ -		\$0.00
		\$ 25 500.00		\$ 21 725.00	\$ 22 100.00	-\$375.00

Bendra pažanga = \$21,725 / \$25,500 =

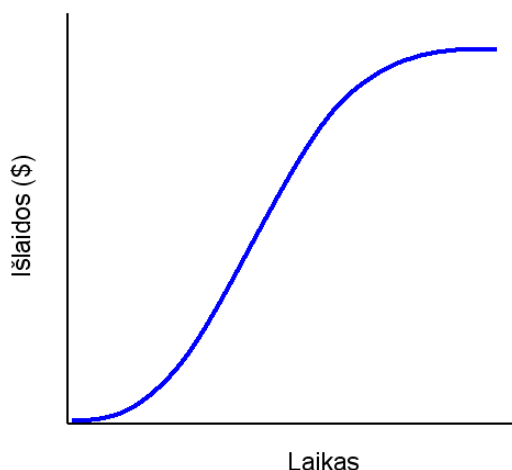
85%

Prie pateiktų ankstesniame pavyzdyje pridėti du papildomi stulpeliai. *Išleista* yra faktinės kiekvienos užduoties išlaidos, įskaitant mokesčius, medžiagas ir kitas išlaidas. Kad šie skaičiai būtų pateikti laiku, gali prireikti rimtų apskaitos galimybių. *Biudžeto būsena* yra skirtumas: *Sukurta vertė* – *Išleista*. Šis pastarasis stulpelis pasako, ar mes sutaupome, ar viršijame kiekvienos užduoties ir projekto kaip visumos biudžetą. Pavyzdžiui, 1 užduotis (aeronuotaukų įsigijimas) sutaupė biudžetui 950 dol., o 3 užduotis (bazinio žemėlapių įsigijimas) viršijo biudžetą 650 dol. Visas projektas šiek tiek – 375 dol. viršija biudžetą.

3.4.3 Sukurtos vertės diagramos

Dabar turime ataskaitų mechanizmą, kuris nagrinėja apimties ir biudžeto būseną. Paskutinis likęs stambus valdymo kintamasis yra grafikas. Išnagrinėsime metodiką, kai sukurta projekto vertė nurodytu laiko momentu lyginama su laiku, kuriuo buvo planuotas panašus išlaidų kiekis. Skirtumas tarp šių dviejų laiko momentų nusakys mūsų grafiko būseną.

Kad atliktume šį palyginimą, turėsime sudaryti planuotų išlaidų grafiką. Tam nubraižysime paprastą planuotų išlaidų kreivę laiko atžvilgiu. Daugumos projektų išlaidos atitinka 3.4 pav. parodytą „S“ formos grafiką. Išlaidų dydžiai projekto pradžioje nedideli (kaip matyti iš gana žemos mėlynos linijos), tada vidurinėje ar tolesnėje projekto pusėje dramatiškai kopia aukštyn. Tai galima matyti iš staigaus išlaidų linijos kilimo vidurinėje projekto laiko atkarpos dalyje. Artėjant prie projekto baigimo išlaidų apimtys mažėja, ir kreivė dar kartą išsilygina. Ši „S“ forma iliustruoja lėtą didelės projekto grupės mobilizavimo procesą, o po to, kai didžioji darbų dalis baigiama, nedidelis žmonių skaičius atlieka likusias užduotis, pavyzdžiui, dokumentacijos rašymą, kai dauguma projekto grupės narių baigia darbą su projektu.



3.4 pav. Tipinė projekto išlaidų kreivė

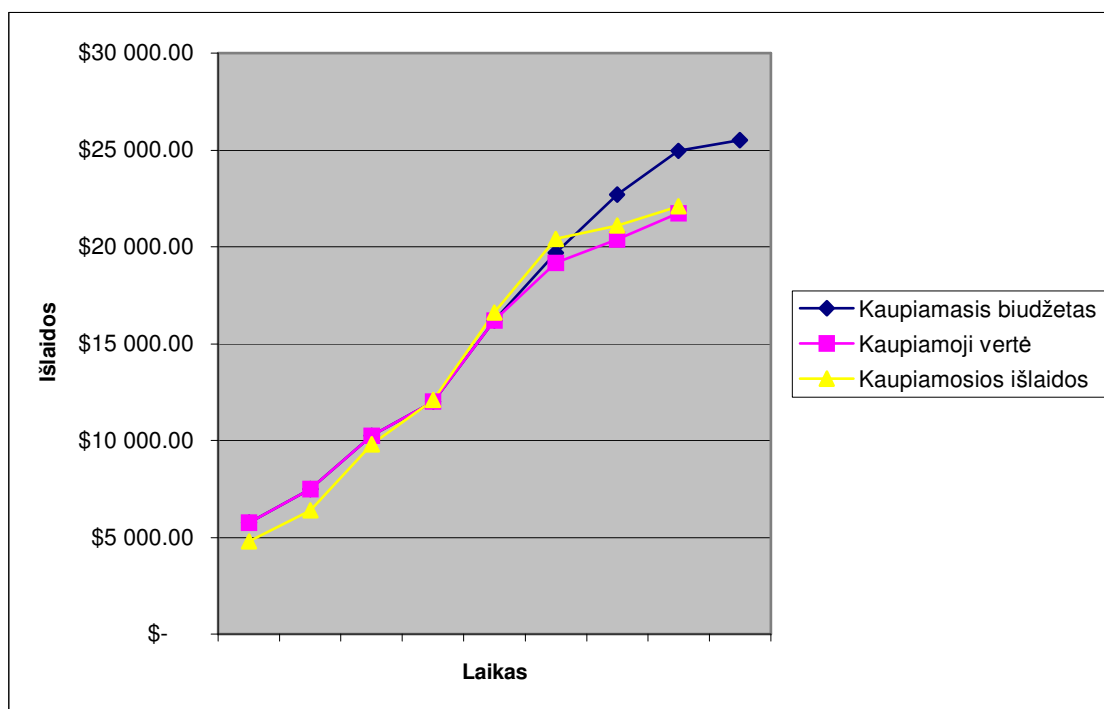
Kad nubraižytume tokią, kaip ši, išlaidų kreivę, mūsų sukurtos vertės lentelėje padarysime nedidelį pakeitimą. Pridėsime tris naujus stulpelius, pavadintus *kaupiamuoju biudžetu*, *kaupiamąja verte* ir *kaupiamosiomis išlaidomis*. Rezultatas parodytas tolesnėje 3.9 lentelėje. Šiuose stulpeliuose paprasčiausiai skaičiuojami kaupiamieji esamų stulpelių variantai.

3.9 lentelė. Sukurtos vertės lentelė su kaupiamosiomis reikšmėmis

Užduotis	Terminas	Biudžetas	Kaupiamasis biudžetas	Baigta dalis proc.	Sukurta vertė	Kaupiamoji vertė	Išleista	Kaupiamosios išlaidos	Biudžeto būseną
Aeronuotraukų įsigijimas	2007-01-11	\$ 5 750.00	\$ 5 750.00	100%	\$ 5 750.00	\$ 5 750.00	\$ 4 800.00	\$ 4 800.00	\$950.00
Aeronuotraukų skenavimas	2007-01-18	\$ 1 750.00	\$ 7 500.00	100%	\$ 1 750.00	\$ 7 500.00	\$ 1 600.00	\$ 6 400.00	\$150.00
Bazinio žemėlapių įsigijimas	2007-01-18	\$ 2 750.00	\$ 10 250.00	100%	\$ 2 750.00	\$ 10 250.00	\$ 3 400.00	\$ 9 800.00	-\$650.00
Aeronuotraukų georeferencijavimas	2007-01-25	\$ 1 750.00	\$ 12 000.00	100%	\$ 1 750.00	\$ 12 000.00	\$ 2 300.00	\$ 12 100.00	-\$550.00
Taisyklių apibrėžimas	2007-01-25	\$ 4 200.00	\$ 16 200.00	100%	\$ 4 200.00	\$ 16 200.00	\$ 4 500.00	\$ 16 600.00	-\$300.00
Pakrantės skaitmeninimas	2007-02-09	\$ 3 500.00	\$ 19 700.00	85%	\$ 2 975.00	\$ 19 175.00	\$ 3 800.00	\$ 20 400.00	-\$825.00
Statistikos skaičiavimas	2007-02-16	\$ 3 000.00	\$ 22 700.00	40%	\$ 1 200.00	\$ 20 375.00	\$ 700.00	\$ 21 100.00	\$500.00
Galutiniai brėžiniai	2007-02-16	\$ 2 250.00	\$ 24 950.00	60%	\$ 1 350.00	\$ 21 725.00	\$ 1 000.00	\$ 22 100.00	\$350.00
Galutinė ataskaita	2007-02-19	\$ 550.00	\$ 25 500.00	0%	\$ -				\$0.00
		\$ 25 500.00			\$ 21 725.00		\$22 100.00		

Pavyzdžiui kaupiamasis trečiosios užduoties biudžetas vietoje paprasto trečiosios užduoties biudžeto apima pirmosios, antrosios ir trečiosios užduočių biudžetų sumą. Šie kaupiamieji stulpeliai leidžia mums nubraižyti biudžeto, sukurtos vertės ir išlaidų grafikus laiko atžvilgiu, kad gautume panašias į 3.4 pav. Tipinė projekto išlaidų kreivė parodytas kreives.

Dabar galime nubraižyti diagramą, atidėdami laiką išilgai X ašies, o išlaidas ant Y ašies. Trys pateiktos duomenų serijos bus kaupiamasis biudžetas, kaupiamoji vertė ir kaupiamosios išlaidos. 3.5 pav. Sukurtos vertės diagramos pavyzdys, parodyta gauta diagrama. Kadangi tai yra trumpalaikis projektas, kurį atlieka nedidelė grupė, čia nėra anksčiau aptarta tiksli „S“ kreivė, tačiau forma šiek tiek panaši.



3.5 pav. Sukurtos vertės diagramos pavyzdys

Yra keletas dalykų, kuriuos galime nustatyti nagrinėdami šią diagramą. Jei bendra užbaigtų darbų vertė atitiks planuotas išlaidų apimtį, visos trys čia pateiktos diagramos linijos sutaps. Jei projektas vyks geriau ar blogiau, negu suplanuota, šios linijos pradės skirtis. Pavyzdžiui, kai geltona linija (kaupiamosios išlaidos, arba faktinės sąnaudos) yra žemiau už bazinę mėlyną liniją (kaupiamasis biudžetas arba planuota vertė), sąnaudos yra

mažesnės, negu projektuota, taigi, projekto biudžetas neišnaudojamas. 3.5 pav. Sukurtos vertės diagramos pavyzdys, geltona linija prasideda žemiau mėlynos, bet kerta ją ketvirtajame atidėtame taške ir pradeda kilti aukščiau mėlynos linijos. Tai rodo, kad nors pradėjome projektą sutaupydami biudžeto, po sausio 25-os (4-os užduoties termino) pradėjome biudžetą viršyti.

Paprastai iš tokios sukurtos vertės diagramos galime nustatyti tris nukrypimus, arba skirtumus tarp šių trijų linijų:

Sąnaudų neatitikimas (SN): Tai yra skirtumas tarp to, kokią vertę sukūrėme, ir vertės, kurią faktiškai išleidome, ir jis nusako mūsų biudžeto būseną. Anksčiau pateiktoje diagramoje yra skirtumas tarp kaupiamosios vertės (taip pat vadinamos sukurta verte, arba SV) ir kaupiamųjų išlaidų (dar vadinamų faktinėmis sąnaudomis, arba FS). Neigiamas SV – FS skaičius reiškia, kad viršijome biudžetą, išleidome daugiau, negu sukūrėme.

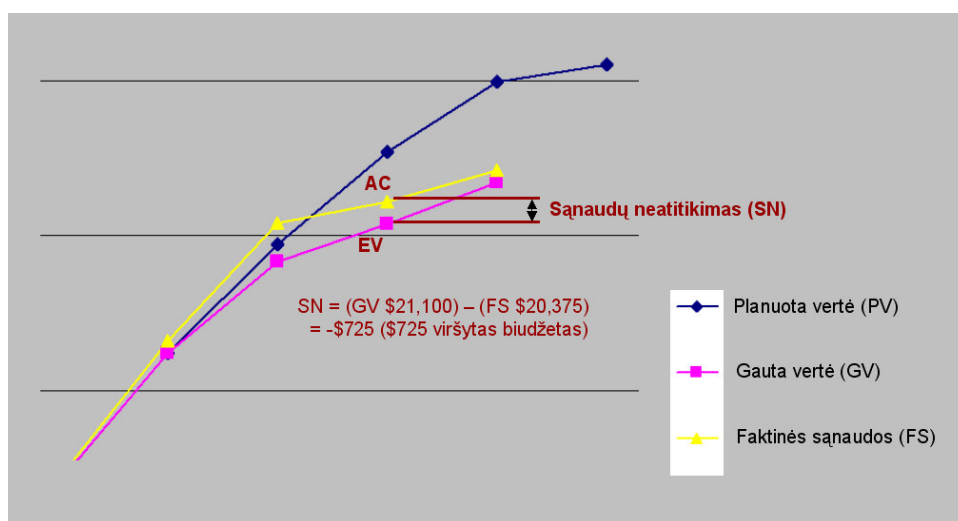
Laiko neatitikimas (LN): Tai yra skirtumas tarp laiko, kurį truko tam tikro išlaidų lygio atgavimas, ir planuoto laiko gauti tą pačią vertę. Skirtumas tarp planuotos kreivės ir gautos kreivės bus neigiamas, jei mes atsilieiname nuo grafiko, tai yra, kai užtrunkame ilgiau negu planavome, kad sukurtume nurodytą vertę.

Grafiko neatitikimas (GN): Tai matas, kiek sukūrėme (SV) lyginant su projekte tuo pačiu metu planuota numatytų išlaidų apimtimi. Planuotos išlaidos yra mūsų kaupiamasi biudžetas, kuris taip pat gali būti vadinamas planuota verte (PV). Ir vėl, neigiamas grafiko neatitikimas (SV – PV) praneš mums, kad nenaudojame išteklių taip sparčiai, kaip planavome.

Yra keletas kitų matų, kuriuos galima apskaičiuoti, įskaitant kai kuriuos matus, kuriais bandoma tuo pat metu sukurti jungtinį tiek grafiko, tiek biudžeto būsenos rodiklį. Tačiau čia išvardytų matų paprastai pakanka mūsų aprašytiems mažos apimties GIS projektams.

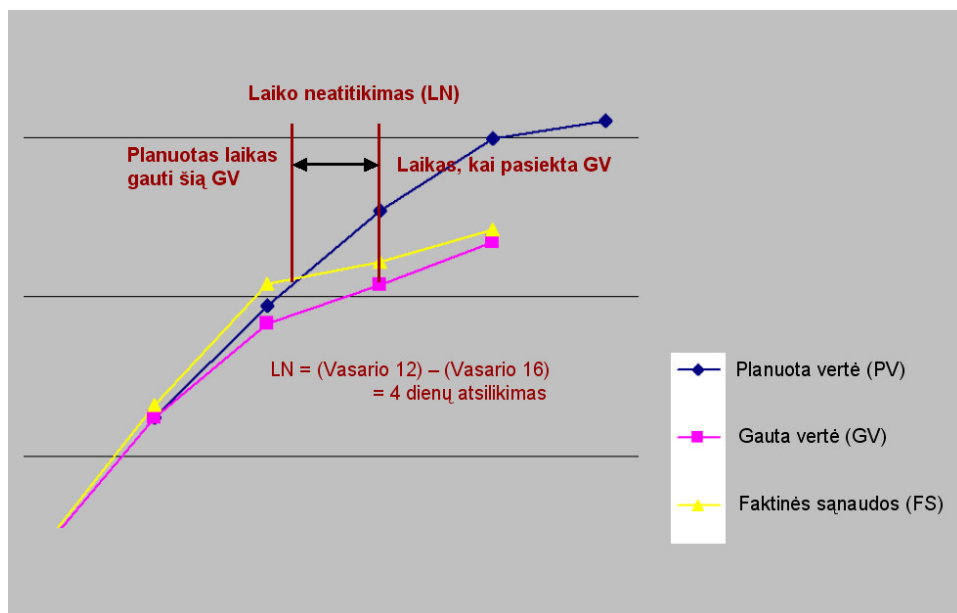
Nagrinėdami diagramą 3.5 pav. Sukurtos vertės diagramos pavyzdys, galime apskaičiuoti šiuos neatitikimus. 3.6 pav. Išplėstas sąnaudų neatitikimo vaizdas

parodyta anotuota mūsų diagramos sritis, rodanti sąnaudų neatitikimo skaičiavimą 2007 m. vasario 16 d.



3.6 pav. Išplėstas sąnaudų neatitikimo vaizdas

Kaip jau išnagrinėjome, sąnaudų neatitikimas, arba kiekis, kuriuo mes viršijame ar neišnaudojame biudžetą, yra skirtumas tarp sukurtosios ir faktinės kreivių. Čia nustatome, kad 725 dol. viršijame biudžetą. Panašiai galime pažiūrėti į skirtumą tarp sukurtos ir planuotos verčių kreivių, kad pamatytume mūsų grafiko būseną. 3.8 pav. naudojant mūsų diagramą parodytas išplėstas laiko neatitikimo skaičiavimų vaizdas.



3.7 pav. Išplėstas laiko neatitikimo vaizdas

Šiuo atveju nustatėme, kad apytikriai 4 dienas atsiliekame nuo grafiko, kadangi darbas, kurį baigėme vasario 16-ąją buvo planuotas baigti iki vasario 12-os.

3.4.4 Išvados

Sukurtos vertės diagramos gali projekto vadovui nemažai pasakyti apie projekto grupės veiklą. Paprastai lyginame sukurtą vertę ir faktines sąnaudas su mūsų planuota reikšme arba bazine linija. Bet koks nukrypimas nuo šios bazinės linijos rodo nukrypimą nuo to, kaip planavome projekto eigą, ar laikomės biudžeto arba grafiko.

Šis metodas istoriniu požiūriu pasako mums, kaip vykdomas projektas, bet ar gali šie grafikai būti ekstrapoliuoti laike į ateitį, kad būtų galima numatyti efektyvumą? Atsakymas greičiausiai bus „Ne“. Našumas dirbant su tam tikra užduotimi jos vykdymo metu nėra tolygus, taigi, ekstrapoliuoti našumo lygį į ateitį nėra efektyvu. Našumas atliekant tam tikrą užduotį taip pat turi tendenciją pasižymėti „S“ kreivės forma, mobilizuoti išteklius užduočiai užtrunka laiko (dėl mokymosi kreivės efektų), ir efektyvumas užduoties pabaigoje sumažėja, kadangi žmonės linkę atidėlioti sudėtingas užduotis iki galo, taip pat artėjant prie užduoties pabaigos nustatomi perdirbimai.

Visi sukurtos vertės metodai griežtai remiasi tiek patikimu pažangos vertinimu, tiek tiksliais ir laiku pateikiamais apskaitos (išlaidų) skaičiais. Kai kuriais atvejais jie gali būti abejotini, tokiu atveju bet kokia sukurtos vertės analizė taip pat bus tikrai netiksli.

GIS projektus dėl jų pobūdžio gali būti sudėtinga stebėti. Pagrindinė priežastis yra ta, kad produktas nematerialus. Niekas negali skelbti, kad tiltas yra 90 proc. užbaigtas, jei ten

nėra 90 proc. tilto. Tačiau nesunku paskelbti, kad GIS analizė arba užsakytoji taikomoji programa 90 proc. baigtos, net jei nėra matomų rezultatų. Be to, dėl įvairios GIS veiklos prigimtės daugelis GIS projektų yra unikalūs, kai patirtis, gauta darant vieną projektą, mažai kuo padeda dirbant prie kito. Galų gale, GIS technologijos labai sparčiai keičiasi. Daugelis didelių GIS projektų naudoja naują technologiją, dėl to kartais sudėtinga pasinaudoti ankstesnių projektų metodais.

Literatūra

Bestebreurtje, Hans. GIS Project Management (Master's Thesis). Manchester Metropolitan University, 1997

Brooks, Frederick P. The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering. Addison-Wesley: 1975.

City of Los Angeles. IT Project Management Methodology. City of Los Angeles, 1999. Viewed February, 2007. <<http://www.lacity.org/pm/methodology/chapter03.doc>>

Merideth, J. R., and Mantel, S. J. Project Management: a Managerial Approach. John Wiley and Sons, 2006.

Project Management Institute Standards Committee. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 1996.

Shelly, G. B., Cashman, T. J. and Rosenblatt, H. J. Systems Analysis and Design. Boston: Thomson Learning, 2001.

Thomlinson, R. Thinking about GIS. Redlands, CA: ESRI Press, 2003.

Wideman, Max. Project Management Wisdom, 2006. Viewed February, 2007.

<http://www.maxwideman.com/index.htm>

4 Įmonės lygmens GIS

Įvadas

GIS technologijas į organizacijos veiklą integruoti galima įvairiai. Pirmoje knygos dalyje mes įvedėme GIS *integravimo* į organizacijos veiklą *masto* sąvoką, ir pagal šių sistemų svarbą kasdieninėje organizacijos veikloje suskirstėme jas į projekto lygmens GIS, skyriaus lygmens GIS ir įmonės lygmens GIS. Šioje dalyje mes aptarsime įmonės lygmens GIS planavimą.

Didelėje organizacijoje nederėtų diegti vieningos GIS vien tam, kad būtų automatizuotos tik pavienės rankiniu būdu ar atskirame GIS skyriuje atliekamos kartografinės užduotys. Įmonės lygmens GIS diegti reikia tada, kai norima padidinti darbo našumą, greitai suteikti naujausią informaciją visiems skyriams ir sumažinti technikos, programų ir apdorojimo veiksmų perteklių. GIS integravimą į organizacijos veiklą reikėtų vertinti kaip galimybę žymiai pakeisti verslo funkcijų organizavimą ir duomenų saugojimo bei apdorojimo veiksmus. Įmonės lygmens GIS yra visos organizacijos ištekliai.

Įmonės lygmens GIS suteikia galimybę bendrai naudoti tuos pačius duomenis ir erdvines technologijas. Kuriant tokią GIS, daug darbo tenka įdėti planuojant tinkamą duomenų struktūrą ir gautinus rezultatus. Be to, atsiranda papildomų užduočių, nes reikia pakeisti politiką, procedūras ir valdymą. Įmonės duomenų bazę naudojančios ir prižiūrinčios grupės turi bendradarbiauti tarpusavyje. Vienas bendras duomenų rinkinys geras todėl, kad sumažėja duomenų, apdorojimo procedūrų ir įrangos perteklius; kita vertus, naujausi duomenys ir pakeitimai turi būti prieinami visiems naudotojams, todėl atsakyti už viso duomenų rinkinio kokybę turi kuris nors vienas organizacijos padalinys – ko anksčiau galėjo ir nebūti. Galimą kontrolės praradimą dėl bendro duomenų naudojimo galima kompensuoti vidinėmis bendrai naudojamų duomenų priežiūros procedūromis.

Įmonės lygmens GIS pranašumai:

- Pertekliaus sumažinimas. Jei duomenys saugomi centrinėje duomenų saugykloje, juos įvesti ir atnaujinti reikia tik vieną kartą.
- Vientisumas. Dar svarbiau tai, kad informaciją centrinėje duomenų saugykloje prižiūri vienas skyrius. Jei informacija prižiūrima nereguliariai, t. y. keli skyriai nesuderinę atnaujina tuos pačius duomenis, paprastai gaunamos ne tik kelios duomenų kopijos – gaunamos kelios *skirtingos* duomenų kopijos. Įmonės lygmens GIS pašalina šią problemą.
- Efektyvumas. Gali būti, kad įdiegus GIS organizacijos darbuotojai galės kurti informacinius produktus daug efektyviau – tai priklauso nuo esamo automatizavimo lygio. Su GIS tam tikrus darbus galima atlikti žymiai greičiau – ypač jei iki jos įdiegimo žemėlapiai dar buvo sudarinėjami rankiniais būdais.
- Geresni sprendimai. Galima surinkti ir viena forma pateikti informaciją iš įvairių skyrių ar veiklos sričių, todėl tikėtina, kad priimti sprendimai bus labiau pagrįsti ir geresni.

Dalies struktūra

Antroje dalyje mes nagrinėjome GIS projekto planavimą. Kalbėjome apie tai, kaip GIS technologijomis galima spręsti analizės užduotis, kurti naujus duomenis ir grafiškai atvaizduoti esamus erdvinius duomenis. Šioje dalyje išnagrinėsime kitokio GIS projekto

planavimą. Dabar GIS projekto tikslas – įdiegti GIS didelėje organizacijoje. Ir nors kai kurie terminai panašūs, bet metodai labai skiriasi.

Projekto lygmens GIS planavimas pagrįstas projektų valdymo teorija, o GIS įdiegimas – sistemų analizės ir projektavimo teorija. Šiuo atveju mes kuriame geografinę informacinę *sistemą*, taigi sistemų analizė yra svarbiausia planavimo dalis. Nors sistemų analizę daugiausia tiria informatikos mokslas, bet dirbant su GIS reikia gerai išmanyti ir GIS specifiką. Šią temą mes nagrinėsime iš įvairių pusių ir kaip bendrą procesą, aprašytą informatikos literatūroje, ir kaip konkretesnius, tiesiogiai su GIS susijusius klausimus ir metodus.

Pastaraisiais metais GIS vystėsi labai sparčiai. Jau sukurta daug paruoštų naudoti, patogių ir galingų programinės įrangos paketų. Kompiuterizuoto programavimo priemonės (CASE) ir integruotos programavimo aplinkos leidžia greitai kurti taikomas programas ir duomenų bazių struktūras. Daug standartinių duomenų rinkinių galima gauti nemokamai arba už minimalų mokestį (palyginti su šių duomenų sukūrimo kaina). Todėl gali kilti pagrįstas klausimas: kodėl prieš įdiegimą įmonės lygmens GIS vis dar reikia ilgai ir sudėtingai planuoti?

Thomlinson (2003) teigia, kad planavimas būtinas: didelė šioje srityje sukaupta patirtis rodo, kad nesuplanuoti projektai nesėkmingi. Daugelis autorių nepakankamą planavimą laiko pagrindine nepavykusio GIS įdiegimo priežastimi. Planuodami ne tik užtikrinsite, kad sukurta GIS tenkins organizacijos poreikius, bet ir jūsų lūkesčiai taps aiškūs programuotojams, vadovams ir projekto finansuotojams.

Įrangos pirkimas, duomenų bazių ir taikomųjų programų kūrimas bei panašios GIS įdiegimo užduotys ilgai trunka ir daug kainuoja. Jei dėl vadovų nesugebėjimo tinkamai suplanuoti GIS įdiegimą bus akcentuojamos šalutinės užduotys, vykdančioji organizacija praras laiko ir pinigų bei nepateisins lūkesčių, kad GIS gali padaryti verslo operacijas našesnes. Planavimo etapai skirti išsiaiškinti organizacijos verslo funkcijas, padeda aiškiau apibrėžti reikiamus duomenis, funkcijas ir projekto prioritetus. Nustačius šiuos dalykus, grafiką, kainą, darbuotojų ir įrangos poreikius galima įvertinti pagal tyrimų rezultatus, o ne spėlioti.

Kai kurie planavimo veiksmai panašūs į aptartus projekto valdymo ir projekto planavimo dalyse; taip yra todėl, kad projekto valdyti neįmanoma, jei jis kruopščiai nesuplanuotas. Todėl aišku, kad ši dalis turi bendrų temų su ankstesnėmis.

Šioje dalyje įmonės lygmens GIS planavimas suskirstytas į tris temas:

Planavimas.

Analizė.

Projektavimas.

Ši analizės-projektavimo struktūra atitinka pirmoje dalyje apibrėžtą SKPC ir daugumą informatikos moksle ir informacinėse technologijose (IT) naudojamų sistemų įdiegimo metodikų. Kai kuriuose GIS šaltiniuose (pvz., Thomlinson, 2003) nesilaikoma šio standartinio skaidymo, o tiesiog nurodomi atskiri etapai, nesvarbu, ar jie priklauso analizei, ar projektavimui. Šioje dalyje stengiamasi išnagrinėti visas būtinas su GIS susijusias temas, tik jų pateikimo struktūra atitinka įprastines IT metodikas. Jos tikslas yra pateikti studentams subalansuotą vaizdą, įvertinantį ir informatikų, ir GIS profesionalų poreikius.

Kaip ir visame kurse, pateikiami pavyzdžiai yra tik pasiūlymai – modeliavimo ir dokumentavimo metodų yra daug, ir studentams patariama panagrinėti įvairius metodus.

4.1 Planavimas

4.1.1 Įvadas

Planavimu galima vadinti visas šios dalies temas – visą prieš sistemos įgyvendinimą atliekamą darbą. Tačiau šioje temoje nagrinėjama ta planavimo dalis, kurią reikia atlikti prieš imantis išsamios analizės ir projektavimo. Iš esmės šiuo etapu peržiūrimi esami strateginiai dokumentai ir parengiamas pasiūlymas, bendrais bruožais apibūdinantis išsamaus planavimo procesą.

Šis pradinis planavimo etapas turi du glaudžiai susijusius pagrindinius tikslus: kad visa organizacija pritartų GIS diegimui ir kad būtų skirtos lėšos išsamiam planavimui – analizei ir projektavimui. Kruopštus GIS planavimas yra gana ilgas darbas, todėl reikia, kad vyresnieji vadovai įsipareigotų skirti darbuotojų jam atlikti arba lėšų konsultantams samdyti.

4.1.2 Strateginis planavimas

Kad GIS būtų efektyvi, jos įdiegimo tikslai turi atitikti strateginius organizacijos tikslus. Pačioje GIS planavimo pradžioje reikia išnagrinėti esamus organizacijos strateginius planus ar ateities vizijas. Jei tokių dokumentų nėra, organizacijos tikslus sužinoti gali tekti iš vyriausiųjų organizacijos vadovų. Kad parodytumėte, jog GIS tikslai sutampa su organizacijos tikslais, gali prireikti aptarti dvi temas:

Esamos padėties nustatymas:

- organizacijos aukšto lygio apžvalga;
- esamos ir numatomos situacijos aprašymas;
- pagrindinės organizacijos veiklos sritys arba svarbiausios verslo kryptys;
- šiuo metu naudojami duomenys: šaltiniai, priežiūra, naudojimo apribojimai ir pan.;
- esamų sistemų architektūra: serveriai, tinklas, darbalaukio aplinkos;
- darbuotojai: darbuotojų (ypač techninių) skaičius skyriuose;
- verslo užduotys: organizacinės, reguliavimo;
- technologinės užduotys: duomenų koregavimas, archyavimas;
- apribojimai: finansai, darbuotojai, įgūdžiai, laikas, sistemos.

Siūlomų pokyčių apibrėžimas:

- naujos sistemos naudotojai;
- sujungimas su kitomis esamomis arba numatomomis sistemomis;
- nauda organizacijai;
- sėkmingo įgyvendinimo kriterijai;
- pagrindiniai sprendinio komponentai;
- kiekvienu numatytu etapu kuriami komponentai;
- siūlomas visų etapų grafikas;

- reikalingi vidiniai ištekliai;
- sutarčiai įvykdyti reikalinga parama;
- nauja technika ir programinė įranga.

Ši informacija leis sprendimus priimantiems asmenims geriau suprasti visą projekto apimtį. Jie galės įsivaizduoti, kokie darbai bus atliekami ir kiek laiko jie truks.

4.1.3 Pagrįstumas

Formalią kaštų ir naudos analizę atlikti dar per anksti, nes kol kas tiksliai neaišku, ką reikės daryti. Reikalavimai naujai sistemai bus išnagrinėti vėliau – per analizės etapą, o konkretus sprendinys bus išsamiai aprašytas per dizaino etapą. O kol kas mes dar neturime jokio pagrindo teigti, kad kaštai neviršys būsimos naudos.

Tačiau pradinio planavimo metu galima atlikti pradinę pagrįstumo analizę. Pagrįstumą įvertinti galime trejopai: sužinoti, kaip pavyko panašūs projektai kitoms organizacijoms, ir pagal tai įvertinti mūsų projekto sėkmės tikimybę, atlikti išankstinį ekonominio pagrįstumo įvertinimą arba įvertinti kultūrinį pagrįstumą.

Vienas efektyviausių būdų pagrįstumui įvertinti yra kitų organizacijų apžvalga. Reikia pasidomėti, kaip sekėsi įdiegti GIS kitose panašaus dydžio ar panašią veiklą vykdančiose organizacijose ir pasimokyti iš jų patirties. Reikia nustatyti, ar pavyko panašūs projektai; ar buvo gauta planuota nauda ir ar planuotas diegimo laikas atitiko tikrovę. Taip pat reikia įvertinti, ar šių organizacijų pasirinkta technika ir programinė įranga tiks mūsų projektui. Ir galiausiai reikia atsižvelgti į centrinės valdymo institucijos (jei ji yra) įtaką; ar yra, pavyzdžiui, nacionalinių standartų, turėsiančių įtakos diegiamai GIS, arba įstatymo projektų, kurie gali jai turėti įtakos vėliau.

Ekonominį pagrįstumą kol kas įvertinti sudėtinga, nes nėra išsamaus būsimų darbų aprašo. Mes dar negalime įvertinti viso projekto kainos, bet galime įvertinti ar organizacija pajėgi apmokėti išsamų planavimą, kurį reikia atlikti prieš konstruojant GIS. Thomlinson (2003) teigia, kad tipinis miesto ar regiono GIS projektas planuojamas 4–8 mėnesius, o bendros darbo sąnaudos yra nuo 6 iki 7 vieno žmogaus darbo mėnesių. GIS diegimo vadovas planavimui skiria 70 proc. savo darbo laiko. Be to, kiekvieno planavime dalyvaujančio skyriaus darbuotojai (bent po vieną darbuotoją iš kiekvieno skyriaus) naujai sistemai apibrėžti skiria nuo 2 iki 6 darbo dienų. Jei organizacijai nepakanka išteklių tokio lygio planavimui, tolesnis GIS diegimas ekonomiškai nepagrįstas. Planavimas yra gyvybiškai svarbi diegimo dalis, kurios praleisti negalima.

Organizacinis ir kultūrinis pagrįstumas atspindi, ar organizacija galės efektyviai priimti ir naudoti įdiegtą GIS. Kiekvienoje darbovietėje yra tam tikra kultūra, ir GIS turi su ja derėti. Jei naujos programos ir procedūros labai skirsis nuo esamų, yra pavojus, kad organizacija negalės efektyviai naudoti sistemos. Rizikos laipsnį apibūdina šie veiksniai:

- įsisenėjusių darbo procedūrų keitimo laipsnis;
- darbuotojų baimė pakeisti darbo funkcijas arba prarasti darbą dėl šių funkcijų automatizavimo;
- galimas atsakomybės ar valdžios persikirstymas organizacijoje, įdiegus naują sistemą;
- žemas esamų darbuotojų kompiuterijos žinių lygis.

4.1.4 Išvados

Vienas iš šio pradinio planavimo etapo rezultatų turi būti pasiūlymas. Pasiūlyme reikia aprašyti pirmiau minėtus veiksnius ir pabandyti nustatyti būsimų planavimo etapų biudžetą ir grafiką. Tada šį dokumentą reikia pateikti peržiūrėti vyresniesiems vadovams.

Šiuo įdiegimo proceso momentu priimamas pirmasis sprendimas. Jei projektui nebus suteikta derama parama, toliau planuoti projekto neįmanoma dėl finansinių priežasčių arba kitų organizacijų patirtis rodo, kad projektas nepagrįstas, projektą derėtų nutraukti. Tačiau jei finansavimas yra, sprendimą priimančias asmenys aiškiai įsivaizduoja tolesnius veiksmus, o visa organizacija naujai technologijai pasirengusi, galima pradėti tikruosius GIS planavimo darbus.

4.2 Analizė – sistemos reikalavimai

4.2.1 Įvadas

Kai leidimas išsamiam planavimui gautas, galima pradėti analizės etapą. Šio kurso dalyje aptarėme standartinį sistemų kūrimo ir plėtros ciklą – analizės etapo rezultatas buvo sistemos reikalavimų dokumentas. Patį analizės etapą galima vadinti **reikalavimų analize**.

Plačiąja prasme reikalavimų apibrėžimas nurodo:

- Kokie yra organizacijos verslo procesai ir veiksmas?
- Kaip šie procesai turėtų vykti arba kokie veiksmas sudaro šiuos procesus?
- Kokios informacijos reikia, kad šie procesai ar veiksmas galėtų vykti?

Šio analizės etapo tikslas – kruopščiai išsiaiškinti organizacijos veiklą ir sužinoti, ką privalo galėti būsima GIS. Kai kuriose metodikose šis informacijos apie būtinas būsimos sistemos funkcijas rinkimas vadinamas **poreikių įvertinimu**, o šių poreikių dokumentavimas – reikalavimų analize (pvz., Chrisman, 1997).

Tradicinė sistemų analizė teigia, kad informaciją reikalavimų analizei galima surinkti keliais būdais.

Esamų dokumentų peržiūra. Dažnai būtent ja ir prasideda analizės etapas. Ji suteikia analitikui galimybę greitai suprasti, ką organizacija daro, ypač jei pats analitikas organizacijai nepriklauso ir mažai težino susijusią GIS taikymo sritį. Galima peržiūrėti esamus procedūrų aprašus, formas, žemėlapius ar ataskaitas. Šie dokumentai yra pagrindas tolesnėms diskusijoms arba klausimynams. Esami dokumentai gali praversti ir apklausiant darbuotojus žodžiu. Juos galima naudoti kaip priemonę pokalbiui palengvinti arba nukreipti į konkrečias užduotis ar rezultatus.

Klausimynai. Jais galima surinkti informaciją tada, kai yra daug suinteresuotų asmenų arba kai šie asmenys yra toli nuo darbo vietos. Tačiau klausimynai nelabai tinka pateikti neapibrėžtus klausimus: „Ką jūs darote...?“, „Kokią informaciją naudojate?“ Jie efektyvesni tuo atveju, kai atsakymai į klausimus aiškiai apibrėžti, pavyzdžiui: „Kiek kartų per mėnesį sudaroma bendra žemės naudojimo ataskaita?“, „Įvertinkite balais nuo 1 iki 5, ar svarbu matyti, kaip anksčiau atrodė padalintas sklypas?“ Klausimynai turi savų pranašumų, bet vien jais neįmanoma efektyviai nustatyti būsimų procesų ir metodų.

Apklausos žodžiu. Geriausias būdas išsiaiškinti verslo funkcijas – apklausti suinteresuotus asmenis žodžiu (Satzinger ir kt., 2000). Analitikas susitinka su reikiama asmenimis arba grupėmis ir aptaria reikalavimus, keliamus duomenims ir jų apdorojimo procedūroms. Svarbus klausimas, kurį reikia išsiaiškinti per šias apklausas – išimtys. Analitikas turi įvertinti nestandartinius atvejus, pavyzdžiui, ką daryti gavus dalinimo užklausos formą be parašo? Kuriant taikomąsias programas ir duomenų bazines, daugeliu atvejų svarbu įvertinti panašias klaidas ir išimtis.

Apklausų žodžiu trūkumas tas, kad jos brangios. Kad būtų galima parengti sistemos reikalavimų dokumentą, verslo procesus aptarti reikia gana kruopščiai, o tai ilgai trunka, apklausą dažnai vykdo keli žmonės, be to, reikia apklausti daug žmonių ar naudotojų grupių.

Stebėjimai. Jei įmanoma, analitikui turi būti leista stebėti darbuotojų darbą. Tai tarsi tam tikri mokymai, kaip organizacijoje atlikti kelis pagrindinius darbus. Analitikas gali tiesiogiai matyti naudojamas procedūras, duomenis ir galimas proceso kliūtis.

Šių metodų efektyvumas palygintas 4.4 lentelė. Analizės metodų palyginimas (adaptuota iš Dennis ir kt., 2006).

4.4 lentelė. Analizės metodų palyginimas

	Dokumentų peržiūra	Klausimynai	Apklausa žodžiu	Stebėjimas
Informacijos išsamumas	mažas	vidutinis	didelis	mažas
Informacijos apimtis	didelė	didelė	maža	maža
Naudotojų aktyvumas	mažas	mažas	vidutinis	mažas
Kaina	maža	maža	vidutinė	maža arba vidutinė

Kaip jau minėta, šiuos metodus galima taikyti analizuojant bet kokią sistemą. GIS skiriasi nuo kitų sistemų tuo, kad jas reikia mokytis atskirai. Nors dauguma potencialių naujos sistemos naudotojų gana gerai žino, ką gali duomenų bazės arba buhalterinės sistemos, jų supratimas, kas yra GIS ir ką jos gali, yra gan miglotas.

Šiai spragai užpildyti Thomlinson (2003) siūlo surengti **technologinį seminarą**. Šis seminaras būtų puiki proga surinkti analizės etape dalyvausiančius skyrių darbuotojus ir suteikti jiems žinių apie analizės procesą. Seminare reikėtų apžvelgti ir GIS, ir planavimo procesą. Taip naudotojus galima paruošti per individualią apklausą vyksiantiems pokalbiams. Taip pat galima iš anksto aptarti skyrių verslo funkcijas ir nustatyti, kokie pirminiai duomenys naudojami, kad analitikas per trumpą laiką galėtų suvokti pagrindinius organizacijos tikslus ir funkcijas.

Konkrečios situacijos nagrinėjimas

Kad geriau iliustruotume sistemos reikalavimų nustatymo ir dokumentavimo procesą, panagrinėsime konkrečią situaciją. Ją pasirinkome nesudėtingą, kad pavyzdžius būtų paprasta dokumentuoti ir kad studentams būtų lengva juos suprasti. Diegiamą sistemą teisingiau būtų vadinti skyriaus lygmens GIS, o ne tikra įmonės lygmens GIS – kad būtų aiškiau, supaprastinome pavyzdį iki lengviau valdomo atvejo.

Nagrinėsime valstybinę įstaigą, kurios pagrindinė veikla – vandenų, kuriuose veisiasi vėžiagyviai, klasifikavimas pagal sanitarinę ir bakteriologinę vandens kokybę. Pagrindinis įstaigos tikslas – apsaugoti visuomenę nuo užterštų vėžiagyvių vartojimo, užtikrinant, kad dvigeldžiai vėžiagyviai (austrės, valgomieji moliuskai, midijos ir šukutės) būtų gaudomi tinkamos sanitarinės kokybės vandenyse. Šiam tikslui pasiekti įstaiga nuolat ima pajūrio potvynių zonos vandens ir į jį įtekančio gėlo vandens (pvz., upių, fermų nutekamojo vandens, tekalų rinktuvų išleidžiamo vandens) mėginius. Jei nustatoma, kad vandens kokybė netinkama, įstaiga gali uždrausti gaudyti vėžiagyvius tam tikrose priekrantės zonose, iki vandens kokybė vėl taps tinkama.

Šiuo metu įstaiga naudoja įvairią programinę įrangą. Žemėlapiai kuriami grafinėmis programomis (*Corel* arba *Powerpoint*) iš nuskenuotų navigacinių jūrlapių. Vandens mėginių duomenys saugomi duomenų bazėje; duomenys įvedami ir koreguojami bei ataskaitos sudaromos *MS Access* programa. Erdviniai duomenys retkarčiais tvarkomi pasenusia DOS aplinkos GIS programine įranga. Norime sukurti integruotą GIS aplinką, kurioje būtų galima tvarkyti visus šiuos duomenis ir automatizuoti daugumą rankiniu būdu atliekamų veiksmų. GIS naudosis apie 10–15 darbuotojų: technikai, biologai ir administratoriai. Šioje kurso dalyje mūsų įstaigą vadinsime „Vėžiagyvių stebėjimo centru“.

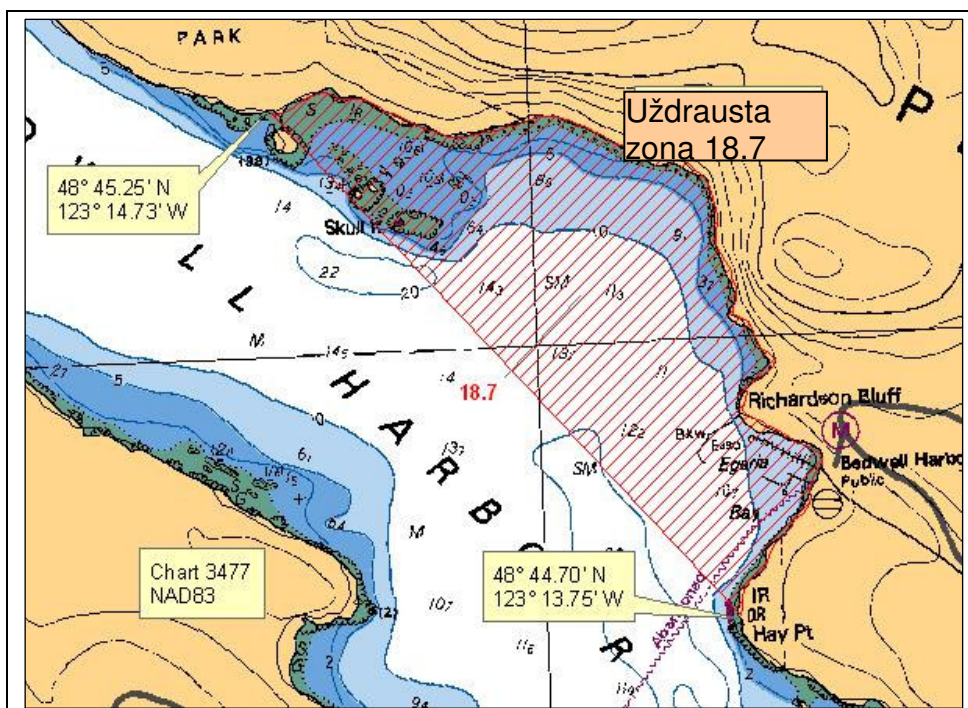
4.2.2 Reikalavimai duomenims

Reikalavimų, keliamų GIS duomenims, patvirtinimas yra svarbi viso reikalavimų įvertinimo proceso dalis. Naujosios GIS naudojamų ir pateikiamų duomenų aprašo pagrindu bus sudarytas sistemos reikalavimų dokumentas. Taigi, mums reikia pradėti nuo duomenų aptarimo ir patvirtinimo.

Reikia aprašyti kiekvieną duomenų rinkinį, nustatytą peržiūrint dokumentus, klausimynais ar per apklausą žodžiu; apraše reikia nurodyti duomenų savybes ir paskirtį. Kartais šiuo procesu surinktą apibendrintą informaciją galima gauti ir iš pačios įstaigos ar trečiosios organizacijos. Taip pat šie duomenys gali būti ir išvestiniai tam tikros apdorojimo funkcijos duomenys. Plačiąja prasme šiuos duomenis galima vadinti įvesties (*Inputs*) ir išvesties (*Outputs*) duomenys.

Dokumentuoti reikalavimus duomenims reikėtų pradėti nuo išvesties duomenų – informacinių produktų, kuriuos teiks mūsų naujoji GIS. Reikia nurodyti kiekvieno informacinio produkto:

- Pavadinimą: – trumpą išvesties duomenų apibūdinimą.
- Užsakovą: informacinį produktą nustačiusį skyrių ar konkretų darbuotoją, kad analitikas žinotų, į ką kreiptis kilus klausimų.
- Reikalavimus, keliamus išvesties duomenims: – tai pavyzdys, nurodantis, kokios lentelės ar kokio žemėlapiu reikia skyriui ar darbuotojui. Per apklausą žodžiu naudotojas turėtų pateikti analitikui pageidaujamo sistemos išvesties duomenų eskizą. Jei išvesties duomenys yra žemėlapis, turi būti aišku, kokių duomenų sluoksnių reikia ir koks turi būti mastelis. 4.10 pav. pateiktas mūsų „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ sistemos *Draudžiamos vėžiagyvių gaudymo zonos žemėlapis* pavyzdys. Šie kartografiniai išvesties duomenys sudaromi kiekvienai zonai, kurioje vėžiagyvius gaudyti draudžiama dėl sanitarinių priežasčių. Tada šie stambaus mastelio žemėlapiai pateikiami interneto svetainėje, kad žmonės žinotų, kuriose zonose vėžiagyvius gaudyti draudžiama.



4.10 pav. Draudžiamos vėžiagyvių gaudymo zonos žemėlapis pavyzdys

Jei išvesties duomenys pateikiamas lentelė, reikia nurodyti visus stulpelius ir skaičiavimus. 4.11 pav. pateiktas mūsų „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ sistemos *Kasdieninės jūros stočių ataskaitos* pavyzdys. Joje pateikiami iš pasirinktų vietų paimtų mėginių tyrimo rezultatai, pavyzdžiui, fekalinių koliforminių bakterijų skaičius, druskingumas ir nuosėdų kiekis. Šie mėginiai skirti nustatyti, ar pakrantės zonos tinka vėžiagyviams gaudyti.

Marine Daily Report

Sector: QC02

Survey: All

Sample Type: Water

Tide State(s): High-Slack, Ebb, Low-Slack, Flood

Station(s): Include Stations from following list:
QC032, QC034, QC036, QC039, QC042, QC044

Fecal Coliform: The Report includes only values >= 0 and values > 43 are circled.

Time Period: All

REPORTING CRITERIA

**NOTE: Depth Samples are excluded

**NOTE: Most recent 15 samples selected.

Precipitation Criteria for:

Prev 24hr: All

Prev 48hr: All

Prev 72hr: All

Prev 5d: All

Sector	Station	Survey	Date	Time	Tide State	Depth (m)	FC/100ml MPN	Salinity (ppt)	Precipitation Amounts (mm)			
									PREV 24hr	PREV 48hr	PREV 72hr	PREV 5d
QC02												
	QC032											
	1356	10-Aug-99	0940	Flood	0	2	32	-	-	-	-	-
	1356	09-Aug-99	1200	Flood	0	8	30	-	-	-	-	-
	1356	08-Aug-99	1355	Ebb	0	8	32	-	-	-	-	3.6
	1356	07-Aug-99	1325	Ebb	0	<2	31	-	-	-	-	13.9
	1356	06-Aug-99	1135	Ebb	0	2	31	-	-	-	3.6	13.9
	1356	05-Aug-99	1010	Ebb	0	2	32	-	3.6	13.9	13.9	13.9
	1356	04-Aug-99	1610	Flood	0	<2	31	3.6	13.9	13.9	13.9	13.9
	814	14-Jul-92	1500	High Slack	0	<2	32	0.8	1.6	1.6	7.6	
	814	12-Jul-92	1340	High Slack	0	2	32	-	5.0	6.0	6.4	
	814	10-Jul-92	0910	Flood	0	4	30	1.0	1.0	1.4	2.0	
	814	09-Jul-92	0850	Flood	0	2	32	-	0.4	1.0	1.0	
	814	08-Jul-92	0855	High Slack	0	<2	30	0.4	1.0	1.0	1.0	
	452	27-Jun-90	1740	High Slack	0	350	30	1.0	1.6	1.6	1.8	
	452	26-Jun-90	1705	High Slack	2	31	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	
	452	25-Jun-90	1455	Flood	<2	31	-	-	-	0.2	0.2	

4.11 pav. Kasdieninės vandens kokybės ataskaitos pavyzdys

- Naudojimo dažnis: – kiek kartų per dieną, savaitę ar mėnesį reikės kurti šį informacinį produktą. Naudojimo dažnis labai praverčia paskirstant GIS programavimo prioritetus.

Pavyzdžiui, draudžiamų zonų žemėlapiui generuojami kaip visas duomenų rinkinys (vienas žemėlapis vienai draudžiamai zonai) dukart per metus. Per metus uždraudžiama apie 300 vėžiagyvių gaudymo zonų, taigi ši funkcija naudojama 600 kartų per metus.

- Reikalavimai, keliami įvesties duomenims. Kad gautume informacinius produktus, reikia įvesti tam tikrus duomenis. Dažniausiai tai bus duomenų rinkiniai, iš kurių gaunama keletas informacinių produktų.

Įvedant duomenis reikia įvertinti:

- Ar organizacija dabar kaupia skaitmeninius duomenis, kuriuos verta panaudoti kaip įvesties duomenis informaciniams produktams gaminti? Jei ne, ar yra kito formato duomenų, kuriuos galima panaudoti įskaitmenintus?
- Kas šiuos duomenis prižiūri – ar pati organizacija, ar kita įstaiga, iš kurios jie perkami?
- Kokio naujumo duomenys? Pavyzdžiui, ar tiks dviejų metų senumo duomenys, ar šiuos duomenis reikia dažniau atnaujinti? Su duomenų senumu susijęs duomenų **kintamumas**, nurodantis, per kiek laiko šie duomenys pasensta. Pavyzdžiui, reljefo ar altitudžių duomenys dažniausiai keičiasi labai lėtai, o duomenys apie žemės sklypus keičiasi nuolat.
- Kiek kainuoja atnaujinti šiuos duomenis arba nusipirkti atnaujintus?
- Koks šių duomenų mastelis?

Pavyzdžiui, *draudžiamos vėžiagyvių gaudymo zonos žemėlapiui* sudaryti reikia 4.5 lentelėje pateiktų duomenų.

4.5 lentelė. Įvesties duomenys, reikalingi draudžiamos vėžiagyvių gaudymo zonos žemėlapiui sukurti

Įvesties duomenys	Prižiūrėtojas	Atnaujintini	Atnaujinimo kaina	Mastelis
Skenuoti navigaciniai jūrlapiai	Kita organizacija (valstybinė įstaiga)	Kasmet	Netaikytina Nemokami pagal bendro duomenų naudojimo sutartį	Kintamas
Draudžiamų zonų poligonai	Vėžiagyvių stebėjimo centras	Kas 6 mėnesius	Atnaujinimo kaina maža, nes mažas kintamumas ir mažai draudžiamų zonų Numatoma metinė kaina: < 2 000 JAV dolerių	Kintamas – įskaitmeninti iš kiekvienos zonos stambiausio mastelio navigacinių jūrlapių
Plokštuminiai duomenys	Kita organizacija (srities įstaiga)	Kas 2 metus	Netaikytina Nemokami pagal bendro duomenų naudojimo sutartį	1:20 000

- Loginius ryšius – bet kokius ryšius tarp esamų ar siūlomų duomenų struktūrų ar sistemų.
- Esamą gamybos kainą – kiek būsimus GIS produktus kainuoja pagaminti dabar. Šiuo atveju įvertinama tik gamybos trukmė ir būtinos išlaidos. Metinė gamybos kaina įvertinama padauginus vieno gaminio kainą iš metinio gaminių kiekio.

Pavyzdžiui, panagrinėkime 4.10 pav. pavaizduoto draudžiamos zonos žemėlapių kūrimą. Kiekvienai draudžiamai zonai dukart per metus reikia sukurti po vieną tokį žemėlapi. Kol kas tam reikia įdėti daug darbo. Reikia rankiniu būdu surasti atitinkamą navigacinį žūrlapį, paversti jį grafiniu failu (pvz., JPG) ir įkelti į grafinę programą (pvz., *Corel Draw*). Šioje programoje sudaromas žemėlapis, bet programoje nėra tikrų grafinių koordinatų ir atstumų. Draudžiamos zonos poligonas brėžiamas rankiniu būdu, ir kai reikia įvertinti spindulį nuo taškinio taršos šaltinio (gana dažnas atvejis), atstumą reikia apskaičiuoti iš žūrlapio pagal mastelį ir perskaičiuoti grafiniais vienetais. Jei reikia nurodyti koordinates, jas taip pat reikia apskaičiuoti iš žūrlapio pagal mastelį. Aišku, jei zona uždraudžiama ilgam laikui, jos žemėlapi nereikia perdaryti kasmet, bet naujos zonos žemėlapis sudaromas be galo lėtai. Atsižvelgdami į šias aplinkybes, manykime, kad vienam žemėlapiui sudaryti reikia 1 valandos. 4.6 lentelė. Draudžiamų zonų žemėlapių gamybos kainos pateiktos šiuo įverčiu pagrįstos metinės kainos.

- Numatomą naudą – numatomą to paties produkto gamybos GIS programa kainą ir kitą, ne tokią akivaizdžią, naudą.

Gaminant tą patį produktą GIS programa, nebereikia atlikti daugumos ilgai trunkančių veiksmų. Navigacinių žūrlapių išrinkimas ir integravimas automatizuotas, o atstumams išmatuoti ir koordinatėms nustatyti GIS programoje reikia vos kelių sekundžių. Realiai vieną žemėlapi galima padaryti per kelias minutes, tačiau dėl visa ko manykime, kad reikia 15 minučių. Taigi per metus sutaupoma 11 250 JAV dolerių.

GIS įdiegimas duoda ir kitos naudos. Viena iš priežasčių, kodėl draudžiamų zonų žemėlapiai sudaromi dukart per metus, yra ta, kad dažniau juos sudarinėti neverta dėl laiko sąnaudų. Jei žemėlapi bus galima sudaryti keturis kartus greičiau negu rankiniu būdu, gal draudžiamų zonų žemėlapius bus galima ir dažniau atnaujinti.

4.6 lentelė. Draudžiamų zonų žemėlapių gamybos kainos

	Valandos	Kaina
Darbas	300	7 500 JAV dol.
Medžiagos		0 JAV dol.
Tarpinė suma		7 500 JAV dol.
Kiekis per metus		× 2
Metinė kaina		15 000 JAV dol.

Galimybė dažniau atnaujinti draudžiamas zonas gali sukelti daug pasekmių. Žmonės gaus naujesniais vandens kokybės duomenimis pagrįstą informaciją apie draudžiamas zonas, taigi sumažės užterštų vėžiagyvių vartojimo tikimybė. Nuo

tokio vėžiagyvių užterštumo, kokį kontroliuoja ši įstaiga, žmonės retai miršta, tačiau dažnai sunkiai suserga. Šis sprendimas yra labai patrauklus, nes galima sumažinti visuomenės sveikatos problemų skaičių ir atitinkamai išlaidas visuomenės sveikatos priežiūros sistemai, taip pat galima sumažinti su vėžiagyvių užterštumu susijusių teisminių ginčų skaičių.

Nagrinėjant įmonės lygmens sistemos informacinius produktus ir įvesties duomenis, ypatingą dėmesį reikia skirti duomenų judėjimui tarp skyrių ar biurų. Dauguma didelių organizacijų naudoja panašius pagrindinius žemėlapius, o ant jų kloja savo temų sluoksnius. Pavyzdžiui, daugelyje miesto ar regiono valdžios įstaigų įvairūs duomenys kuriami ir žemėlapiai sudaromi žemės sklypų žemėlapių pagrindu. Šiuo atveju analitikas turi atsižvelgti į dubliavimą ir numatyti, kaip padidinti efektyvumą. Pavyzdžiui, vieno Šiaurės Amerikos miesto savivaldybės skyriai naudoja ir prižiūri 17 skirtingų to paties žemės sklypų žemėlapių kopijų¹. Šiuo atveju tie patys žemėlapių pakeitimai atliekami 17 kartų, ir labai tikėtina, kad daugumoje šių versijų nėra vieno ar kitų naujausių duomenų. Kad pagerėtų duomenų kokybė ir sumažėtų dubliuojamo darbo, pakanka paskirti vieną prižiūrėtoją, atsakingą už sklypų duomenų bazę ir bendro duomenų naudojimo efektyvumą.

4.2.3 Funkciniai reikalavimai

Norint sukurti informacinį produktą, duomenis reikia apdoroti. Atskirus apdorojimo etapus galima vadinti funkciniais GIS reikalavimais. Aišku, duomenys ir funkcijos sistemoje nėra tokie atskiri dalykai, kokie gali atrodyti todėl, kad mes juos aptariame atskiromis temomis. Daugelyje analizės metodikų jie aptariami kartu, mes juos atskirai nagrinėjame tik todėl, kad būtų aiškiau.

Duomenis ir funkcijas atskiriame todėl, kad būna atvejų, kai GIS funkcijų rezultatas nėra akivaizdus – tai gali būti apdorojimo veiksmai, padedantys naudotojui greičiau atlikti darbus. Tokiais atvejais gauname funkcinis reikalavimus, formaliai nesusietus nė su vienu informaciniu produktu. Pavyzdžiui, mūsų „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ atveju buvo nustatyta, kad žemėlapiams sudaryti naudojami navigaciniai žemėlapiai yra įvairaus mastelio. Intensyvaus jūrų eismo sričių žemėlapių mastelis turi būti stambesnis negu priekrantės sričių, kuriose jūrų eismas ne toks intensyvus. Taigi priekrantės zonos vaizduojamos įvairiais masteliais. Vienas iš „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ GIS funkcinių reikalavimų yra galimybė iš daugybės persidengiančių skirtingo mastelio žemėlapių išrinkti tinkamiausią zonų žemėlapiams sudaryti. Žemėlapių išrinkimas ir įkėlimas nėra informaciniams produktams gauti skirtu duomenų apdorojimo proceso dalis – tai veikiau įprastinės rankiniu būdu atliekamos užduoties automatizavimas. Ši funkcija tiesiog palengvina technikų darbą.

Duomenys ir funkcijos atskirai aptariami dar ir todėl, kad sistemų analizėje įprasta funkcijas ir duomenis dokumentuoti ar modeliuoti atskirai. Šie reikalavimų dokumentavimo metodai aptariami kitame skirsnyje. Kartais funkcijos gali būti vadinamos **veikimu** arba **apdorojimu**. Šioje temoje aptarsime abiejų tipų funkcijas – ir skirtas anksčiau nustatytiems informaciniams produktams kurti, ir skirtas duomenims ar programoms prižiūrėti,

¹ Dangermond, J., and Freedman, C. *Findings Regarding a Conceptual Model of a Municipal Database and Implications for Software Design. Seminar on the Multipurpose Cadastre: Modernizing Land Information Systems in North America* seminaro medžiaga, red. B. J. Niemann, 12–49 psl. Madison: University of Wisconsin – Madison. Institute for Environmental Studies, 1984 m. Taip, kaip cituoja Chrisman, 1997.

pasikartojantiems veiksams automatizuoti bei kitoms apčiuopiamo rezultato nesukuriančioms užduotims atlikti.

Reikia atskirai dokumentuoti apdorojimo veiksmus, skirtus kiekvienam nustatytam informaciniam produktui sukurti. Ir rankiniu būdu atliekamas, ir automatizuotas produkto gamybos užduotis reikia aprašyti nuosekliai, vieną po kitos. Taip pat naudinga dokumentuoti funkcijų priklausomybes arba stambesnėms užduotims atlikti skirtus apdorojimo veiksmus.

Pateiksime du funkcijų apibrėžimo pavyzdžius. 4.7 lentelėje aprašyti veiksmai, kurių reikia jūros stočių (vieta, kuriose imami vandens mėginiai) rinkiniui sudaryti pagal sektoriaus poligoną (administracinę sritį).

4.7 lentelė. Išrinkimo pagal sektorių funkcijos santraukos pavyzdys

Apdorojimo veiksmas	Reikalingi duomenys	Funkcijos	Priklausomybės
Naudotojas pasirenka sektoriaus (administracinės srities) poligoną	Sektoriai (administracinės sritys)	Tiesioginis išrinkimas arba atributų užklausa	Nėra
Naudotojas įjungia „išrinkimo pagal sektorių“ funkciją	Sektoriai Jūros stotys	Erdvinė užklausa	Nėra
Iš sektoriuje esančių stočių sukuriamas naujas jūros stočių išrinktas (<i>selection set</i>)	Netaikytina	Netaikytina	Netaikytina

4.8 lentelėje aprašyti veiksmai, kurių reikia *kasdieninės jūros stočių ataskaitos* informaciniam produktui sukurti. Šios ataskaitos pavyzdys pateiktas 4.11 pav. *Kasdieninės vandens kokybės ataskaitos* pavyzdys. Ši funkcijos santrauka dar įdomi ir todėl, kad parodo funkcijų priklausomybę. *Kasdieninėje jūros stočių ataskaitoje* pateikiami išrinktų jūros stočių duomenys. Vienas iš galimų variantų – prieš kuriant ataskaitą išrinkti jūros stotis anksčiau apibrėžta *išrinkimo pagal sektorių* funkcija.

4.8 lentelė. Kasdieninės jūros stočių ataskaitos funkcijos santraukos pavyzdys

Apdorojimo veiksmas	Reikalingi duomenys	Funkcijos	Priklausomybės
Naudotojas pasirenka vieną ar kelias jūros stotis – arba tiesiogiai, arba naudodamas atributų užklausa, arba pagal sektorių	Jūros stotys Sektorius (administracinės sritis) (pasirinktinai)	Tiesioginis išrinkimas arba atributų užklausa	<i>Išrinkimas pagal sektorių</i>
Naudotojas paleidžia išrinktų jūros stočių ataskaitos generavimo mechanizmą	Jūros stotys	Sukurti ataskaitą	Nėra
Kasdieninė jūros stočių ataskaita sukurta	Netaikytina	Netaikytina	Netaikytina

4.2.4 Reikalavimai, keliami modeliavimui ir dokumentavimui

Jau apklausėme naudotojus, peržiūrėjome dokumentus ir pan., todėl gana gerai žinome, kaip organizacija dirba. Visą šią informaciją reikia dokumentuoti – tada ją bus galima pateikti peržiūrai ir naudoti kaip pagrindą sistemai projektuoti. Specifikacijos turi būti neformalios ir suprantamos ne vien informatikos specialistams, kad jas galėtų patikrinti naudotojai; bet jos turi būti ir pakankamai tikslios, kad nedviprasmiškai aprašytų verslo procesus ir duomenis. Visą dokumentaciją reikia rašyti konkrečios taikomosios srities kalba – vartoti organizacijos darbuotojams suprantamus terminus ir aprašymus.

Thomlinson (2003) naudoja į pateiktas lenteles panašią žymėjimo sistemą – jei reikalavimus apibrėžti reikia aiškiai ir išsamiai, šios lentelės gali būti pedantiškos ir be galo ilgos. Anglai sako, kad vienas paveikslas vertas tūkstančio žodžių – kuo daugiau informacijos galima pavaizduoti grafiškai, tuo mažiau reikia rašyti. Daugelis sistemų analitikų informaciją pateikia vaizdžiau nei mes tai darėme iki šiol. Naudotojo reikalavimams atvaizduoti sukuriama keli modeliai arba atvaizdai. Duomenų struktūras, programų veikimą ir sąveiką su naudotoju galima aprašyti skirtingomis žymėjimo sistemomis.

Realios sistemos sudėtingos ir sunkiai suprantamos. Kai kuriuos sistemų aspektus lengviau suprasti nagrinėjant sistemų modelius, o ne pačias sistemas. Modeliais analitikas išreiškia savo idėjas ir pateikia jas kitiems žmonėms; taip pat pagal modelį galima įvertinti būsimą sistemą (aptikti klaidas, numatyti savybes). Yra modeliavimo priemonių (pavyzdžiui, CASE – kompiuterizuoto programavimo priemonės), galinčių pagal užbaigtą projekto modelį sugeneruoti tikros sistemos dalis (programos kodą, duomenų bazių struktūras).

Apžvelgsime kelis sistemos reikalavimams dokumentuoti naudojamų diagramų tipus. Šios diagramos yra bendros modeliavimo kalbos (UML – *Unified Modeling Language*) dalis. UML yra nauja (1997) standartinė žymėjimo sistema, padedanti programuotojams sudaryti ir dokumentuoti programų modelius. UML sudaro 12 diagramų tipų (4.9 lentelė).

4.9 lentelė. UML diagramų tipai

Struktūrinės diagramos	Veikimo diagramos	Modelio valdymo diagramos
Klasių diagrama (<i>Class Diagram</i>) Objektų diagrama (<i>Object Diagram</i>) Komponentų diagrama (<i>Component Diagram</i>) Realizavimo diagrama (<i>Deployment Diagram</i>)	Užduočių diagrama (<i>Use Case Diagram</i>) Sekos diagrama (<i>Sequence Diagram</i>) Veiklos diagrama (<i>Activity Diagram</i>) Ansamblio diagrama (<i>Collaboration Diagram</i>) Būsenų diagrama (<i>Statechart Diagram</i>)	Paketai Posistemės Modeliai

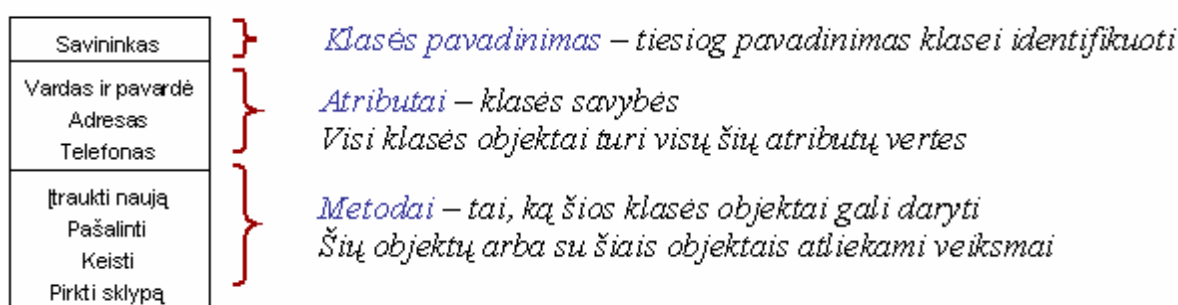
Visų diagramų tipų šiame kurse išmokti neįmanoma. Bet kad studentai galėtų suprasti, kaip šios diagramos naudojamos, išsamiai išnagrinėsime du diagramų tipus: klasių diagramas ir sekų diagramas.

Klasių diagramos

Plačiausiai, ypač GIS srityje, naudojamos UML klasių diagramos. Klasių diagramomis vaizduojamos duomenų bazėje saugomų objektų charakteristikos ir ryšiai tarp objektų.

Klasės diagramų **objektai** – tai sąvokos, abstrakcijos ar daiktai, kurie programoje turi tam tikrą apibrėžtą reikšmę. Pavyzdžiui, GIS duomenų bazės objektai gali atitikti žemės savininką, vandentiekio vamzdį arba ekosistemą. **Objektų klasės** – tai tų pačių savybių (arba *atributų*) objektų grupės. Objektas visada yra *tam tikros klasės objektas*. Pavyzdžiui, visi žemės savininkai priklauso Savininkų klasei, o Jonas Petraitis yra tos klasės objektas. Nenuostabu, kad pagrindiniai klasių diagramos elementai yra objektų klasės. Senesnėje žymėjimo sistemoje, vadinamojoje **esybų–ryšių diagramoje** (*Entity-Relationship Diagram* – ERD), klasės vadinamos **esybėmis**. Šį terminą pateikėme todėl, kad ERD diagramų vis dar pasitaiko.

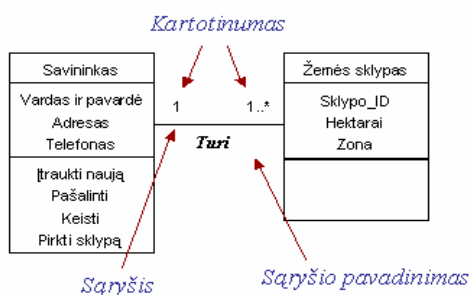
Klasių diagramoje vaizduojamos būsimos sistemos klasės ir jų ryšiai. Paprastai analizės etapas pradedamas nuo apibendrintos klasių diagramos. Klasių diagramoje klasės vaizduojamos stačiakampiais (4.12 pav.).



4.12 pav. Klasių vaizdavimas klasių diagramoje

Klasės stačiakampis dalinamas į tris laukus. Viršutiniame lauke tiesiog įrašomas klasės pavadinimas. Viduriniame lauke surašomi visi **atributai** – klasės savybės. 4.12 pav. pateiktas Savininkų klasės atributų pavyzdys; jei tai būtų *Vandentiekio linijos* klasė, jos atributai galėtų būti skersmuo, vamzdžio medžiaga ir techninės priežiūros data. Apatiniame lauke surašyti visi klasės **metodai**. Tai veiksmai, kuriuos galima atlikti su šia klase. Tam tikru laipsniu sistemos veikimo aprašymą galima pradėti nuo metodų. Paprastai metodai labiau domina programuotojus negu duomenų bazių projektuotojus, nes būtent jie kuriami programavimo priemonėmis. Dažnai pradinėse klasių diagramose metodai visai praleidžiami, ir visas dėmesys skiriamas duomenims aprašyti. Tokiais atvejais apatinis laukas bus tuščias, arba klasės „stačiakampyje“ jo visai nebus. Jei jums teko susidurti su objektiniu programavimu, tai terminus „objektas“, „savybė“ ir „metodas“ jūs jau žinote.

Klasių ryšiai taip pat vaizduojami klasių diagramomis. UML kalboje visi ryšiai vadinami **asociacijomis** ir vaizduojami dvi klases jungiančiomis linijomis. Asociacija paprastai turi pavadinimą – kad apie ją būtų galima kalbėti, ir **kartotinumą** (*multiplicity*). Kartotinumai nurodo, kiek vienos klasės objektų galima susieti su kiek kitos klasės objektų. ERD sistemoje asociacija vadinama **ryšiu** (*relationship*), o kartotinumai – **kardinalumu** (*cardinality*). 4.13 pav. pateiktas asociacijos tarp žemės savininkų ir jų žemės sklypų pavyzdys.



4.13 Ryšio vaizdavimas klasių diagramoje

Ryšys tarp *Savininkų* ir *Žemės sklypų* diagramoje aiškiai apibrėžtas šias klases jungiančia linija. Reikšminis pavadinimas „Turi“ aiškiai nurodo ryšio pobūdį. Žinome, kad tai reiškia faktą, jog *Žemės sklypas* „priklauso“ *Savininkui* (t. y. „yra jo turimas“).

Su kartotinumu yra sudėtingiau. Galimos kartotinumų vertės pateiktos 4.10 lentelėje.

4.10 lentelė. Kartotinumų žymėjimas klasių diagramoje

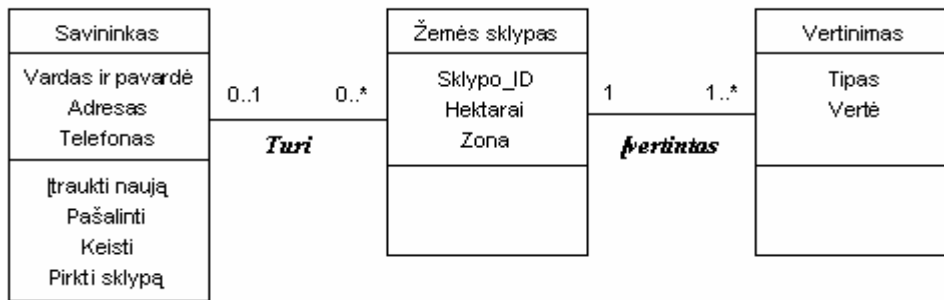
Žymėjimas	Trumpoji forma	Aprašas
1..1	1	Vienas ir tik vienas
0..1		Nulis arba vienas
0..*	*	Nuo nulio iki bet kurio teigiamo sveikąjo skaičiaus; nulis arba daugiau
1..*		Nuo vieno iki bet kurio teigiamo sveikąjo skaičiaus; vienas arba daugiau
n..m		Sveikas skaičius nuo n iki m; daugiau negu vienas

Ryšių santykis diagramoje nurodomas abiem kryptimis, todėl 4.4 pav. jis pažymėtas abiejuose ryšio linijos tarp *Savininko* ir *Žemės sklypo* galuose. Kairėje pusėje nurodytas asociacijos kartotinis „1“, dešinėje – „1..*“. Skaitydami tokį ryšį iš kairės į dešinę, imame dešiniąją pasikartojimo vertę („tikslą“ kartotini). Išversta į lietuvių kalbą pagal 4.7 lentelę 1..* ryšys skamba taip: „*Savininkai turi vieną arba daugiau žemės sklypų*“. Aiškiai išreiškiami du dalykai: kad savininkai būtinai turi bent vieną žemės sklypą ir kad savininkai gali turėti daugiau negu vieną žemės sklypą. Pirmasis apribojimas gali būti vien tam, kad nėra prasmės į duomenų bazę įrašyti savininką, kuris nieko neturi. Antroji sąlyga įvertina faktą, kad yra kelis sklypus turinčių savininkų. Skaitydami tokį ryšį iš dešinės į kairę, imame kairiąją kartotinumą vertę („1“), ir ryšys skamba taip: „*Žemės sklypas gali priklausyti vienam ir tik vienam savininkui*“. Atkreipkite dėmesį, kad sutrumpinta forma „1“ reiškia „1..1“. Ir šiuo atveju išreiškiami du dalykai: žemės sklypas *privalo* turėti savininką, ir to paties žemės sklypo negali turėti daugiau negu vienas asmuo.

Štai čia ir susiduriame su verslo taisyklių analize, tai yra, reikia žinoti, kaip organizacija dirba arba kaip apdoroja duomenis. Jei įstaigai reikia saugoti duomenis net apie paskutinį žemės sklypą pardavusius savininkus (t. y. net jei jie nebeturi žemės), tada sklypų (dešinysis) kartotinumai negali būti 1..*, nes 1..* reiškia, jog savininkai privalo turėti bent vieną žemės sklypą. Jei norime įvertinti atvejus, kai savininkai turi nulį žemės sklypų, šį ženklą reikia pakeisti į 0..1.

O jei vienas sklypas gali priklausyti keliems asmenims, diagramoje reikia pakeisti dar vieną dalyką. Savininkų (kairysis) kartotinumai negali būti „1“. Tai reikštų, kad sklypas priklauso vienam ir tik vienam savininkui, o tai būtų netiesa. Šį kartotinumą reikia pakeisti į 1..* – tai reiškia, kad žemės sklypas ir dabar *privalo* priklausyti bent vienam savininkui, bet gali priklausyti ir daugiau negu vienam. Iš šių pavyzdžių matyti, kad net nežymiai pakeitus kartotinumą, stipriai keičiasi duomenų bazėje leidžiamos situacijos.

4.14 pav. pateiktas pavyzdys sudėtingesnės klasių diagramos, kuri galėtų tikti nuosavybės mokesčius skaičiuojančiai sistemai. Joje yra nauja *Vertinimo* klasė, apimanti su žemės sklypų vertės nustatymu susijusius dalykus. Šioje klasėje galima saugoti vertinimo tipą (žemės arba pastatų ir gerbūvio) ir vertinimo rezultatą. Taip pat pakeistas *turėjimo* asociacijos kartotinumai.

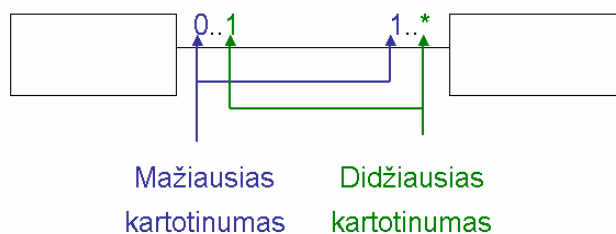


4.14 pav. Klasių diagramos pavyzdys

Ir šios diagramos ryšius reikia skaityti abiem kryptimis. Interpretuodami šią diagramą, gauname keturis lietuviškus sakinius:

- Savininkai gali turėti nulį arba daugiau sklypų; jie neprivalo turėti nei vieno sklypo, bet gali turėti kelis.
- Žemės sklypai gali priklausyti nuliui savininkų arba vienam savininkui; sklypai gali niekam nepriklausyti (galbūt tai valstybei priklausanti žemė) arba priklausyti vieninteliam savininkui.
- Žemės sklypai vertinami vienu arba daugiau būdų; kiekvienas sklypas privalo turėti bent vieną vertinimo vertę, bet gali turėti ir kelias. Pavyzdžiui, sklypo vertę galima nustatyti pagal pačios žemės vertę, bet galima nustatyti ir pastatų bei patogumų vertę. Tokiu atveju žemės sklypas su pastatais turės tris vertinimo įrašus: pačios žemės vertę, ir dvi pastatų vertes. Sklypas visada turi bent vieną vertinimo įrašą, nes net nesutvarkyto sklypo žemė kainuoja.
- Vertinimai vertina vieną ir tik vieną žemės sklypą; konkreti vertinimo vertė gali būti priskirta tik vienam sklypui.

Tikriausiai pastebėjote, kad abiem atvejais (skaitant iš kairės į dešinę, po to iš dešinės į kairę) kartotinumai nurodo du dalykus: mažiausią susijusių objektų skaičių ir didžiausią susijusių objektų skaičių. Šie skaičiai vadinami mažiausiu kartotinumu ir didžiausiu kartotinumu. Mažiausias kartotinumas – tai skaičius kairėje taškų pusėje, didžiausias – dešinėje. Mažiausias ir didžiausias kartotinumas pavaizduoti 4.15 pav.



4.15 pav. Mažiausias ir didžiausias kartotinumas klasių diagramoje

Mažiausią kartotinumą galima įsivaizduoti kaip signalą „būtina / nebūtina“. Jei mažiausias kartotinumas yra nulis, objektas *neprivalo* turėti ryšį su kita klase. Jei mažiausias kartotinumas yra 1, objektas *privalo* turėti ryšį bent su vienu kitos klasės objektu.

Pagal maksimalų kartotinumą ryšius galima suskirstyti į bendresnes kategorijas. Modeliuojant duomenis naudojami trijų tipų ryšiai:

- **1:1** – vienas su vienu;
- **1:M** – vienas su daug; gali būti ir M:1, tačiau funkcinio požiūriu tai tas pats;
- **N:M** – daug su daug; kartais žymimas ir M:M.

4.15 pav. vaizduojamu atveju dvi didžiausios kardinalumo vertės yra 1 ir *, taigi šis ryšys yra 1:M tipo ryšys.

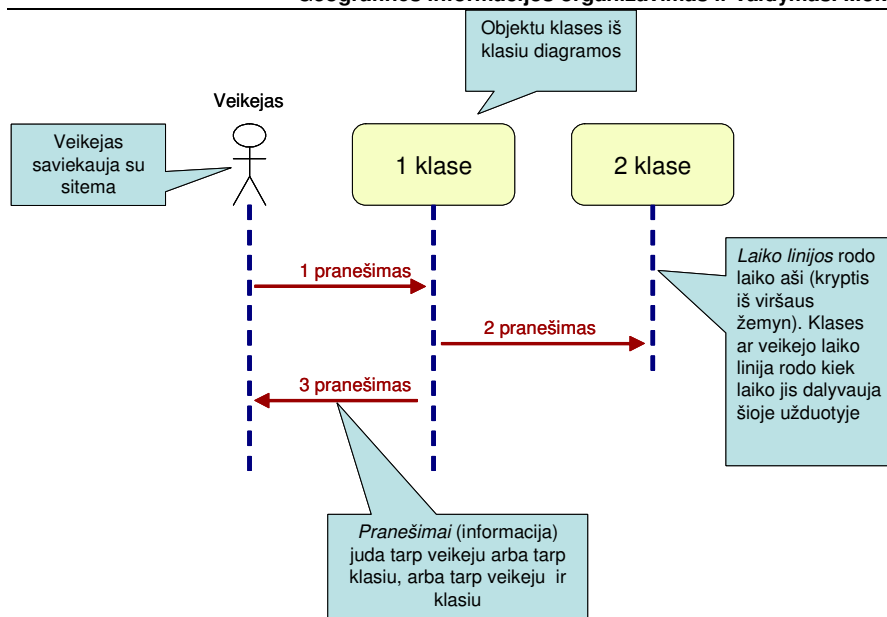
Šiame labai abstrakčiame lygmenyje kartotinumai nurodomi tik 0, 1 ir * vertėmis. Studentai klausdavo, kaip pavaizduoti situaciją, kai vieną tam tikros klasės objektą reikia susieti su nuo 1 iki 5 kitos klasės objektų. Tokio tipo sąlygos gana sudėtingos; jas išnagrinėsime, kai kursime duomenų bazę, ir maksimaliam kartotinumui (susijusių įrašų skaičiui) sumažinti iki 5 naudosime vadinamąjį *apribojimą*. Šiame abstrakcijos lygmenyje esame priversti nurodyti 1..*, o ne 1..5 kartotinumą. Atminkite, kad analizės etapu sudaromi duomenų aprašai turi aprašyti organizacijos verslo poreikius, o ne duomenų bazę, kurioje šie duomenys bus saugomi. Šis apibendrintas abstrakcijos lygmuo vadinamas **loginiu duomenų modeliu** ir skirtas tik saugomos informacijos kategorijoms ir ryšiams tarp tų kategorijų aprašyti.

Jei duomenų modelį projektuosime detalai, gausime **fizinį modelį**, nurodantį, kaip loginį modelį paversti duomenų bazės lentelėmis, eilutėmis ir stulpeliais. Fizinius modelius aptarsime šios dalies projektavimo temoje.

Sekų diagramos

Sąveikai ir naujosios sistemos veikimui aprašyti naudojamos įvairios UML diagramos. Daugelis jų pagrįstos **užduoties** sąvoka. Užduotis (*use case*) atvaizduoja konkrečios verslo funkcijos veiksmus. Šioje dalyje aptariamos metodikos požiūriu užduotis gerai atitinka kurio nors informacinio produkto gamybos veiksmus. Taikomosios užduoties miesto valdžios įstaigoje pavyzdys – veiksmų proceso aprašas.

Vienas iš būdų dokumentuoti užduotį – sudaryti jos **sekos diagramą**. Sekos diagramoje grafiškai vaizduojamos klasės (iš klasių diagramos), informacijos judėjimas (sekos diagramoje vadinamas **pranešimais**) ir įvykių sinchronizavimas. Ši diagrama vaizduoja žmonių ir duomenų bazės objektų sąveikos seką. Sekos diagramos pavyzdys su komentarais pateiktas 4.16 pav.



4.16 pav. Sekos diagramos simboliai

Sekų diagramų viršuje vaizduojami taikomojoje užduotyje dalyvaujantys žmonės ir objektų klasės; žmonės (arba veikėjai (*actors*)) paprastai vaizduojami kairėje, o klasės – dešinėje. Laiko kryptis šiose diagramose yra iš viršaus į apačią.

Sekos diagramoje yra šie elementai:

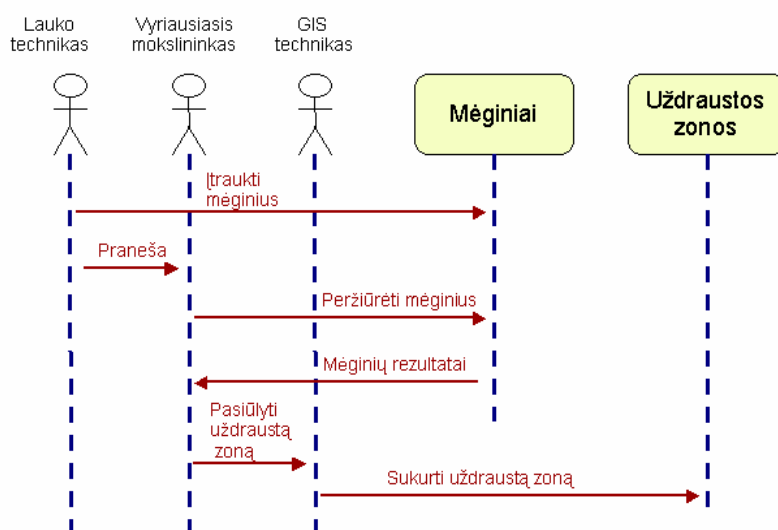
Klasės. Klasė vaizduojama stačiakampiu, kuriame įrašytas klasės pavadinimas, ir braižoma diagramos viršuje. Klasės yra tokios pačios, kaip ir klasių diagramoje.

Veikėjai. Veikėjas – tai žmogus, taikomojoje užduotyje atliekantis tam tikrą vaidmenį. Tai gali būti tiesioginis sistemos naudotojas, pavyzdžiui, buhalteris, arba netiesiogiai sąveikaujantis su sistema proceso dalyvis (pavyzdžiui, su naudotoju bendraujantis asmuo). Veikėjo atliekamas vaidmuo nurodo jo sąveikos su sistema apimtį. Gali būti, pavyzdžiui, duomenų bazės administratoriaus, duomenų rinkėjo arba planuotojo vaidmenys.

Laiko linijos (*lifelines*). Laiko linija – nuo veikėjo ar klasės simbolio vertikaliai žemyn nubrėžta brūkšninė linija. Ji atitinka laiką, per kurį virš jos esantis objektas gali sąveikauti su kitais užduoties objektais. Laiko ašis nukreipta iš viršaus į apačią, taigi laiko linijoje aukščiau pavaizduoti pranešimai siunčiami *anksčiau* negu žemiau pavaizduoti.

Pranešimai. Pranešimas vaizduojamas horizontalia rodykle, nurodančia informacijos siuntėją ir gavėją. Pranešimo tikslą arba turinį galima aprašyti pranešimo pavadinimu.

Kaip pavyzdį panagrinėkime mūsų „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ sistemą. Mums reikia sukurti naujos draudžiamos zonos sukūrimo procesą atitinkančią užduotį. 4.8 pav. pateikta šios užduoties diagrama.



4.17 pav. „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ sistemos užduoties diagramos pavyzdys

Perskaitę sekos diagramą, galime gana gerai suprasti, kaip vyksta procesas. Pirmuoju atliekamu veiksmu (viršutinis diagramos pranešimas) grįžęs lauko technikas įveda surinktų vandens mėginių vertes į mėginių duomenų bazę. Tada jis praneša vyriausiajam mokslininkui (sprendžiančiam, ar vandens kokybė tinkama). Vyriausiasis mokslininkas peržiūri naujuosius mėginius ir, jei reikia, pasiūlo uždrausti tam tikrą zoną. Jei reikia uždrausti naują zoną, GIS technikas gauna užduotį įskaitmeninti naują poligoną. Šioje užduotyje įdomu tai, kad veikėjai tarpusavyje bendrauja beveik tiek pat, kiek ir su objektų klasėmis. Nesunku pastebėti, kad šis procesas yra ne tik automatizavimo, bet ir procedūrinė užduotis.

4.2.5 Nefunkciniai reikalavimai

Aiškiai dokumentavę duomenis, procesus ir produktus, galime pradėti jungti šiuos aprašymus į vieną dokumentą, dažnai vadinamą **reikalavimų specifikacija**. Be anksčiau nustatytų reikalavimų, keliamų duomenims, ir funkcinio reikalavimų, į šią specifikaciją reikia įrašyti ir daug nefunkcinių reikalavimų. Nefunkciniai reikalavimai – tai duomenų skaitmeninimas, technika, mokymai ir panašūs dalykai.

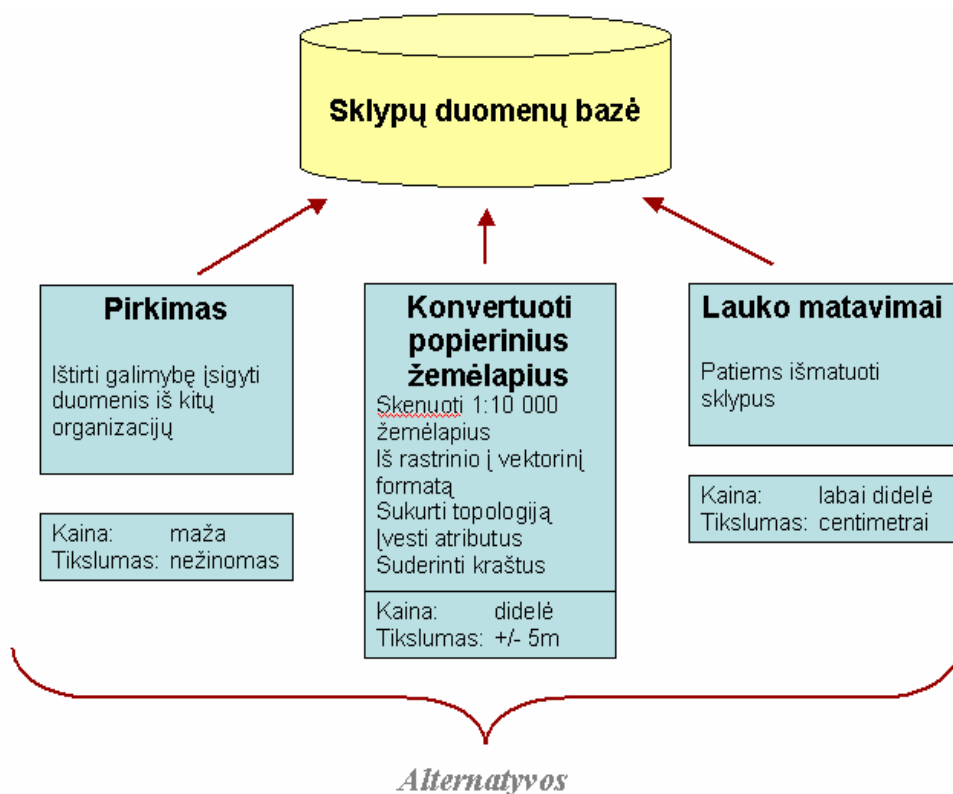
Duomenų konvertavimas

Jei šiuo metu darbo veiksmas organizacijoje automatizuoti nedaug, duomenų vertimas (skaitmeninimas) į GIS formą gali būti didelis darbas. Pavyzdžiui, miesto ar regionų valdžios įstaigose daug duomenų gali būti popierinių žemėlapių ir popierinių ataskaitų pavidalo, arba duomenys gali būti saugomi įvairaus formato failuose ar duomenų bazėse ir apdorojami įvairia programine įranga. Gali būti ir taip, kad planuojant nustatytų įvedamų duomenų organizacija šiuo metu nenaudoja. Visais šiais atvejais reikia įvertinti darbo sąnaudas, kurių reikia šiuos duomenis paversti tinkamais naudojant GIS.

Analitikas visuomet privalo išnagrinėti trečių šalių teikiamus duomenis ir nustatyti, ar juos pirkti nėra pigiau negu konvertuoti patiems. Šių duomenų kainą ir tikslumą reikia palyginti

su analoginių duomenų skaitmeninimo kaina ir tikslumu bei nuspręsti, kaip geriau gauti reikiamus duomenis, kad jų tikslumas atitiktų organizacijos poreikius, o konvertavimas būtų greičiausias ir pigiausias. Turėkite omeny, kad net nupirktus duomenis dažnai tenka performuoti ar kitaip koreguoti. Spręsdami įvertinkite visus darbus, kuriuos reikės atlikti su nupirktais duomenimis.

Pavyzdžiui, įsivaizduokime vietinių valdžios institucijų žemės sklypų žemėlapių poreikius. Žemėlapius galima gauti keliais būdais, kad ir pavaizduotais 4.9 pav.: sklypų žemėlapius galima nupirkti iš kito lygio (pvz., valstybinių) valdžios įstaigų, gana ilgu procesu galima skaitmeninti turimus popierinius žemėlapius, o taip pat galima tiesiogiai išmatuoti sklypus (atlikti lauko matavimus). Kiekvienu būdu gautų duomenų tikslumas ir kaina skirsis. Kuris būdas geriausias, daugiausia priklausys nuo reikiamo užpildytos sklypų duomenų bazės tikslumo, nustatyto atliekant reikalavimų duomenims etapą. Jei būtinas labai didelis sklypų žemėlapių tikslumas ir pigesni parduodami duomenys ar konvertavimo būdai tikslumo reikalavimų netenkina, gali tekti atlikti ilgus ir daug darbo reikalaujančius lauko matavimus.



4.18 pav. Alternatyvos žemės sklypų duomenims gauti

Tada reikia nuspręsti, kaip geriausia visus įvedamus duomenis padaryti prieinamus GIS naudotojams. Pasirenkant duomenų šaltinius, reikia įvertinti:

- mastelį / tikslumą (ar atitinka reikalavimus);
- aprėpiamą teritoriją (ar šie duomenys aprėpia visą dominančią geografinę sritį);
- skaitmeninimo sąnaudas (kiek kainuos įsigyti duomenis; ar skaitmeninimui reikės trečiųjų šalių);
- amžių (ar duomenys nauji);
- formatą (ar duomenų formatas tinka sistemai);

- tipą (ar duomenys tinkamo tipo – taškai, linijos, poligonai).

Kai nuspręsta, kokius įvedamus duomenis pasirinkti, reikia patvirtinti visas būsimas išlaidas ir apdorojimo veiksmus.

Prioritetų nustatymas

Programavimas ir duomenų skaitmeninimas gali brangiai kainuoti. Visiškai įmanoma, kad visiems ankstesniais etapais naudotojų nustatytiems informaciniams produktams ir funkcijoms kartu įgyvendinti gali prireikti daugiau lėšų ar laiko, negu organizacija gali skirti. Be to, ne visus įvedamus duomenis ir ne visas apdorojimo funkcijas galima sukurti iš karto. Todėl reikia nustatyti duomenų skaitmeninimo ir funkcijų kūrimo prioritetus – apibrėžti ir apimti (kurie darbai patenka į mūsų vykdomą projektą, o kurie ne), ir rezultatų pateikimo tvarką.

Vertinant kiekvieną reikalavimą (ir informacinio produkto gamybos, ir kitoms sistemos funkcijoms), reikėtų atsižvelgti į šiuos veiksniai:

- atitikimą strateginiams organizacijos tikslams;
- funkcijos įgyvendinimo kainą;
- reikiamų įvedamų duomenų kainą;
- ar įmanomas kitas, mažiau automatizuotas, procesas;
- gal nuo tų pačių įvedamų duomenų ar apdorojimo veiksmų priklauso kelios užduotys, ir papildomos išlaidos visoms joms įvykdyti bus minimalios (duomenų arba funkcijų priklausomybės);
- naudojimo dažnį;
- naudą organizacijai.

Pavyzdžiui, anksčiau aptarėme, kad „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ GIS reikia programos, kuri nustatytų, kurį iš kelių persidengiančių įvairaus mastelio navigacinių žemėlapių pasirinkti žemėlapių pagrindu. Šį procesą galima atlikti ir rankiniu būdu: peržiūrėti žemėlapių katalogą pasirinkti norimą žemėlapi ir rankiniu būdu įkelti jį į GIS žemėlapi. Nors rankiniu būdu ši užduotis atliekama lėtai, bet jei ji nedažna, gal jos ir neverta automatizuoti. Jei ši funkcija naudojama peržiūrėti kiekvieną žemėlapi, tai net truputį sumažinus vieno veiksmo sąnaudas, bendra nauda gali būti labai didelė. Pastaruoju atveju šios funkcijos automatizavimas tampa aukšto prioriteto užduotimi.

Vienas iš būdų prioritetui nustatyti yra vertinimo sistema, kurios kriterijai, organizacijos nuomone, geriausiai atitinka jų vykdomą veiklą. Jei vertintume pagal visus aukščiau minėtus kriterijus, daugiausiai balų surinktų ir prioritetų sąrašo viršuje atsidurtų dažnai naudojama, neatliekama mažiau automatizuotais būdais, ypač naudinga organizacijai ir pigiai įgyvendinama apdorojimo funkcija, be kurios organizacijos verslas negali vykti. Prieš galutinai užfiksuojant prioritetus, su vertinimo rezultatais reikia supažindinti kuo daugiau žmonių. Ne toks kiekinis būdas yra sudaryti darbo grupę iš vyresniųjų organizacijos vadovų, jei įmanoma, iš visų dalyvaujančių skyrių, ir kartu sudaryti prioritetų sąrašą.

Reikalavimų specifikacija

Paskutinis analizės etapo veiksmas – surašyti visą sukaupią dokumentaciją į vieną dokumentą. Šis dokumentas turėtų būti kvietimo teikti pasiūlymus pagrindas, jei sistemą projektuos kviestiniai konsultantai, arba esminis dokumentas, jei sistemą projektuos pati organizacija.

Šiame dokumente reikia aiškiai išdėstyti projekto įgyvendinimo apimtį ir išvardinti tik didžiausio prioriteto ir tik šiuo įgyvendinimo etapu finansuojamus informacinius produktus, funkcijas ir duomenų skaitmeninimo procesą.

4.3 Projektavimas

4.3.1 Įvadas

Analizės etapo metu pagrindinis dėmesys buvo skiriamas GIS galimybėms (reikalavimams). Projektuojant sprendžiama, kaip sistema bus sukonstruota. Projektuojant sistemą reikia įvertinti duomenų apdorojimo aplinką (pvz., techniką, programinę įrangą, duomenų bazių ir tinklo struktūrą, naudotojo sąsają). Projektuojant naudojami analizės etape sukurti aprašai ir modeliai, ir sukuriama konkretų sistemos sprendinį aprašantis modeliai. Projektuojant daugiau dėmesio skiriama techniniams klausimams, todėl informacijos iš naudotojų reikia daug mažiau. Projektavimo etapo rezultatas – **detalus projektas**.

Detaliame projekte aprašomos šios temos:

- duomenų bazių struktūra;
- taikomųjų programų architektūra;
- tinklo ir sistemos sąsaja;
- naudotojo sąsaja;
- technikai, programinei įrangai ir darbuotojams keliami reikalavimai;
- bandomojo projekto rezultatai;
- kaštų ir naudos analizė.

Šiame etape, o ypač projektuojant tinklą ir galbūt duomenų bazes arba taikomųjų programų architektūrą, turėtų dalyvauti informacinių technologijų (IT) skyrius (jei jis yra). IT darbuotojai puikiai žino turimą techninę infrastruktūrą ir jos konfigūraciją, ir pakankamai kompetentingi patarti, kaip turėtų atrodyti galutinė konfigūracija. Vargu ar pats GIS analitikas sugebės suprojektuoti efektyvų tinklą ar gerą sistemos sąsają, nes šioms užduotims atlikti reikia labai daug žinių, ir šių sričių žinios greitai keičiasi. Jei patiems IT srities žinių nepakanka, patartina pavesti šias užduotis kompetentingiems šioje srityje subrangovams.

IT sritis specifinė ir sparčiai vystosi, ir daugelio šios srities dalykų šiame kurse gerai išmokti neįmanoma. Todėl šioje dalyje tik apžvelgsime vartojamus terminus ir pagrindinius klausimus. Išklause šią dalį, studentai netaps tinklo konfigūravimo ekspertais. Tačiau sąvokas ir terminus suprasti jie turėtų pakankamai gerai, kad būtų efektyviais tarpininkais tarp techninių darbuotojų ir GIS naudotojų.

Vadovo požiūriu detalus projektas turėtų aiškiai apibrėžti:

- ką ruošiatės daryti;
- kiek tai kainuos;
- kiek tai truks;
- kiek ir kokių darbuotojų reikės.

4.3.2 Duomenų bazių projektavimas

Analizės temoje aptarėme, kaip dokumentuoti loginį duomenų modelį. Šioje temoje kuriame fizinį modelį – duomenų bazės lenteles, eilutes ir stulpelius. Tuos, kurie nežino duomenų bazių terminologijos, šioje dalyje trumpai supažindinsime su duomenų bazių sąvokomis ir terminais.

Duomenų bazė – tai organizuotas ir centralizuotai valdomas duomenų rinkinys. Duomenų bazėje saugomi duomenys sutvarkomi taip, kad juos būtų galima greitai pasiekti ir pakeisti.

Duomenų bazės valdymo sistema (DBVS) – tai informacijos tvarkymo programa. DBVS programa skirta informacijai imti, kurti ir keisti; paprastai ji taip pat turi apsaugos funkcijų ir gali sukurti atsargines kopijas arba iš jų atstatyti duomenų bazę.

Šiuo metu labiausiai paplitęs duomenų bazių modelis yra **sąryšinis modelis**. Pagrindinis sąryšinės duomenų bazės elementas yra **sąryšis**, savo struktūra primenantis lentelę. Kadangi sąryšinės struktūros naudoja dauguma duomenų bazių, nagrinėsime būtent šį modelį. 4.19 pav. pateikti pagrindinių duomenų bazės elementų pavadinimai.

**Stulpelis,
atributas arba
laukas**

Lentelė, arba sąryšis

FCODE	SOURCE	FEATURE	DEFINITION	REMARKS
AA00350000	CCSM	Agricultural Land Reserve		
AA00400000	CCSM	Agricultural Region	Land in agricultural use (excludin	
AA10550000	CCSM	Farm	Attract of land devoted to agricult	
AA10550110	CCSM	Farm - Dairy		
AA10550120	TRIM	Farm - Experimental		
AA10550130	CCSM	Farm - Fruit		
AA10550140	CCSM	Farm - Fur		
AA10550150	CCSM	Farm - Mixed		
AA10550160	CCSM	Farm - Pig		
AA10550170	CCSM	Farm - Potato		
AA10550180	CCSM	Farm - Poultry	An establishment specializing in t	
AA10550190	CCSM	Farm - Seed Crop		
AA10550200	CCSM	Farm - Sheep		
AA10550210	CCSM	Farm - Sod		
AA10550220	CCSM	Farm - Tree		
AA10550300	BCE	Farm - Homestead	Attract of land devoted to agricult	Added on behalf of Ministry of Agriculture
AA10650000	CCSM	Feedlot	Attract of land on which livestock	
AA23150000	CCSM	Ranch	An estate, with its buildings, corr	

**Eilutė,
arba įrašas**

4.19 pav. Duomenų bazių elementų pavadinimai

Lentelėse saugomos panašių dalykų grupės. Pavyzdžiui, į vieną lentelę galima surašyti žemės sklypus, į kitą – informaciją apie kanalizacijos vamzdžius. Galima laikyti, kad lentelė gana gerai atitinka ankstesnėje temoje aptartų klasių diagramos objektų klasę. Klasių diagramose taip pat vaizduojamos klasių asociacijos (arba ryšiai). Tai kita sąryšinės duomenų bazės funkcija – joje galima valdyti sąryšius tarp lentelių. Pavyzdžiui, DBVS programa privalo turėti funkciją ryšiams tarp savininkų ir jų žemės sklypų tvarkyti.

Projektuojant duomenų bazę, pirmiausia sudaroma vadinamoji **schema**. Schema – tai supaprastintas duomenų bazės vaizdas, kurį sudaro lentelių, atributų ir ryšių tarp lentelių aprašai. Galime įsivaizduoti, kad schema – tai duomenų bazės konstrukcija be jokių duomenų. Vien pagal schemas apibrėžimą galima sukurti tuščią struktūrą, į kurią po to galima rašyti GIS duomenis.

Taigi, turime nurodyti kiekvienos mūsų schemos lentelės atributus. Šiuo atveju ne tik išvardinsime atributus, bet ir nurodysime kiekvieno atributo **duomenų tipą** (atributo saugomos informacijos tipą) ir **sritį** (galimų verčių diapazoną).

Atributo duomenų tipas nurodo, kokia informacija attribute bus saugoma. Paprasčiausia išskirti skaitinius ir tekstinius atributus. Duomenų tipą reikia nurodyti todėl, kad nuo jo priklauso informacijos užimama vieta saugykloje. Duomenų bazėse skaičiai koduojami kitaip nei tekstas, todėl skaičius 1 500 000 000 telpa į 4 baitus, o jei kiekvieną skaitmenį įrašytume atskirai, reikėtų 10 baitų. Nurodę duomenų tipą, su skaičiais galėsime atlikti aritmetinius veiksmus, su datų vertėmis – datų skaičiavimo operacijas, o tekstinėse vertėse ieškoti reikiamo teksto. Jei visą informaciją koduotume tekstinių simbolių sekomis, ją apdorodami prarastume daug laiko. Daugumos duomenų bazių programų (pvz., *Oracle*, *Ingres*, *SQL*Server*, *DB2*, *MS Access*) duomenų tipai truputį skiriasi, bet visos jos turi pagrindinius paprastus duomenų tipus. 4.8 lentelėje apibrėžti bendri informacijos tipai, kuriuos palaiko visos DBVS.

4.11 lentelė. Apibendrinti atributų duomenų tipai

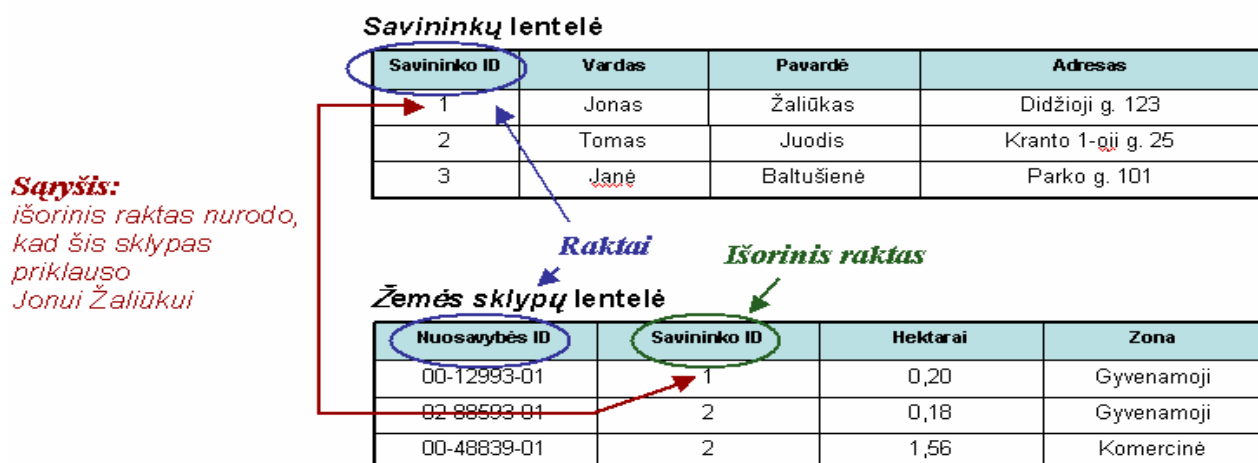
Duomenų tipas	Verčių intervalas	Saugykloje užimama vieta	Pavyzdys
Tekstas	Teksto eilutės (žodžiai) Maksimalus eilutės ilgis priklauso nuo konkrečios programos	1 baitas vienam ženklui	„Jonas Petraitis“
Trumpasis sveikasis skaičius	Sveikieji skaičiai nuo -128 iki +127	1 baitas	104
Sveikasis skaičius	Sveikieji skaičiai nuo -32 768 iki +32 767	2 baitai	12 453
Ilgasis sveikasis skaičius	Sveikieji skaičiai nuo maždaug -2,1 milijardo iki +2,1 milijardo	4 baitai	1 233 420
Slankaus kablelio skaičiai	Dešimtainiai skaičiai nuo $-3,4 \times 10^{38}$ iki $+3,4 \times 10^{38}$	4 baitai	1 345 003,2345
Dvigubo tikslumo slankaus kablelio skaičiai	Dešimtainiai skaičiai nuo $-1,0 \times 10^{308}$ iki $+1,0 \times 10^{308}$	8 baitai	1 234 567 434,123456267
Data / laikas	Datos ir laiko vertės	8 baitai	2006 m. gruodžio 15 d., 23:32:03
Dvejetainiai duomenys	Sudėtingos dvejetainės koduotų objektų struktūros	Priklauso nuo programinės įrangos	Vaizdai, garsai ir kt.

Atributo sritis nurodo galimų jo verčių intervalą. Pavyzdžiui, datos laukui, kuriame saugoma vandentiekio sklendės paskutinės techninės priežiūros data, projektuotojas gali nustatyti leidžiamų verčių intervalą, į kurį patenka tik praktiškai įmanomos datos vertės.

Tekstinius duomenis galime apriboti taip, kad būtų leidžiamos tik iš anksto nustatytos vertės. Galima nurodyti, kad žemės paskirties atributo vertės gali būti tik „gyvenamoji“, „komercinė“ ir „pramoninė“. Sritys užtikrina, kad į duomenų bazę bus įvestos ne bet kokios įmanomos vertės, o tik tinkamos. Tai padeda užtikrinti duomenų bazės vientisumą.

Kiekvienoje duomenų bazės lentelėje turi būti įmanoma unikalčiai pažymėti kiekvieną eilutę. Todėl kiekviena lentelė turi **raktą** – vieną ar kelis laukus, kurių vertės visoje lentelėje nesikartoja. Kadangi viena rakto vertė įrašyta tik vieną kartą, galima tiksliai nurodyti dominančią eilutę. Raktų pavyzdžiai yra studentų numeriai, vairuotojo teisių numeriai ir pašto tarnybų siuntų kodai. Jei žinome vieną iš šių numerių, galime tiksliai nustatyti konkrečią duomenų bazės eilutę arba įrašą.

Sąryšinių duomenų bazių raktai svarbūs todėl, kad jie naudojami ryšiams tarp lentelių sudaryti. Pavyzdžiui, jei *Savininkų* lentelės raktą įrašysime į *Žemės sklypų* lentelę, galėsime „surasti“ žemės sklypo savininko duomenis, nes kiekvieno savininko identifikatorius saugomas to sklypo įrašė pačioje *Žemės sklypų* lentelėje. Į vieną lentelę šiai „paieškai“ atlikti įrašytas kitos lentelės raktas vadinamas **išoriniu raktu**. Ankstesniame pavyzdyje *Žemės sklypų* lentelėje esantis *Savininko* raktas yra išorinis raktas. Pagal jį galima nustatyti, kuris savininkas susijęs su tam tikru žemės sklypu. 4.11 pav. pavaizduotas išoriniu raktu sudarytas ryšys tarp *Savininkų* ir *Žemės sklypų* lentelių.



4.20 pav. Raktai ir išoriniai raktai

Išorinių raktų saugojimo susijusiose lentelėse būdas priklauso nuo ryšio tipo, tačiau pats principas yra tas pats visose sąryšinėse struktūrose.

Galiausiai, kadangi tai GIS sistema, reikia nurodyti, kaip kiekviena elementų klasė vaizduojama grafiškai. Tam reikia tiesiog nurodyti kiekvienos erdvinių duomenų lentelės tipą – taškas, linija, poligonas ar rastras – ir duomenų mastelį.

4.9 lentelėje pateiktas užbaigtos vienos elementų klasės schemos, arba vienos duomenų bazės lentelės, pavyzdys. Schemoje nurodoma techninė informacija, pavyzdžiui, duomenų tipai ir sritys, bet taip pat pateikiami ir atributų aprašai bei visos susijusios kodų vertės. Ši specifikacija yra pagrindinis duomenų bazės lentelės dokumentas.

4.12 lentelė. Žemės paskirties duomenų schemos pavyzdys (adaptuota schema iš Britų Kolumbijos provincijos dokumentų, 1995 m.)

Duomenų rinkinys			Dabartinė žemės paskirtis
Tipas	Mastelis		Aprašas
Poligonas	1:250 000		Skaitmeninis teminis žemėlapis, 1:250 000 masteliu vaizduojantis dabartinę žemės paskirtį
Atributas	Duomenų tipas	Sritis	Aprašas
TAGID	Ilgasis sveikasis skaičius	> 0	Unikalus poligono identifikatorius, susietas su kiekvienu žemės paskirties poligonu TAGID yra teigiamas sveikasis skaičius. Ši vertė – raktas, naudojamas ryšiui tarp grafinio failo poligonų ir duomenų bazėje saugomų jų atributų sudaryti
POLY_AREA	Ilgasis sveikasis skaičius	> 0	Visas žemės paskirties poligono plotas hektarais
PERIMETER	Ilgasis sveikasis skaičius	> 0	Žemės paskirties poligono perimetras metrais
PLU_LABEL	Tekstas (4)	AGR ALP AVA BARE BURN EST FO FY ICE LOG MINE RANG URB	Žemės paskirties poligonui priskirtas dabartinės žemės paskirties kodas. Šis kodas daugiausia priskiriamas dešifravus ar apdorojus vaizdus, bet gali būti priskirtas remiantis šalutine informacija, pavyzdžiui, baziniais žemėlapiais arba įvairiais atsitikiniais šaltiniais. Nediferencijuota pagal produkciją sausumos žemės ūkio veikla. Aukštumų sritys beveik be medžių. Žemiau viršutinės miškų ribos esančios sritys, kuriose miškas neauga daugiausia dėl sniego lavinų. Daugiausia žolė ar krūmokšniai užžėlusios sritys. Uolingos dykvietės, nederlinga žemė, smėlio ir žvyro lygumos, kopos ir pajūrio ruožai, daugiausia be augmenijos. Dėl gaisrų per pastaruosius 20 metų beveik be medžių likusios sritys. Miškas, dengiantis ne daugiau 15 proc. ploto. Sūraus dumblo terasos ir užliejami upių ir upokšnių žiočių pakrančių ruožai, kur augmenija priklauso nuo dažnų (bent kartą per metus) potvynių. 140 metų arba senesnis ir aukštesnis negu 6 metrų miškas. Neseniai iškirsti (LOG) plotai šiai klasei nepriklauso. Jaunesnis negu 140 metų ir aukštesnis negu 6 metrų miškas. Neseniai iškirsti (LOG) plotai šiai klasei nepriklauso. Lėdynai ir nuolatinio sniego sritys. Atsižvelgiant į vaizdų duomenis, šiai klasei gali būti priskirtos ir ne visą laiką apsnigtos sritys. Sritys, kuriose miškas buvo kertamas per pastaruosius 20 metų (arba ir seniau, jei miškas dengia mažiau negu 40 proc. ploto ir žemesnis negu 6 metrai). Naudojamos (arba anksčiau naudotos ir neatstatytos) atviros mineralų kasyklos arba karjerai. Nemeliuotos ganyklos ir pievos – daugiau pagal dangą negu pagal naudojimą. Danga gali būti sausras atsparios žolės, viksvos, pavieniai žemesni negu 6 metrų krūmokšniai ir ne daugiau negu 35 proc. miško. Įskaitomi ir reto miško plotai su sausras atsparios žolės ar krūmokšnių

		WET WFRE WSAL	pomiškiu. Visos tankiai apgyvendintos vietos, įskaitant užstatytas miestų, gyvenviečių ir kaimų teritorijas, ir atskiri nuo gyvenviečių nutolę objektai, pavyzdžiui, gamyklos, krovinių geležinkelio stotys ir kariniai miesteliai. Daugiausia tai gyvenamosios paskirties teritorijos. Urbanistinėmis vadinamos ir neužstatytos teritorijos, kurios yra neatskiriama miestų ar gyvenviečių dalis (parkai, golfo laukai, ir kt.). Slapžemė – aukštapelkės, žemapelkės, tarpinės pelkės ir liūnai. Šiai klasei nepriskiriamos teritorijos, kuriose sausais metais šienaujama ar ganomi gyvuliai. Gėlo vandens telkiniai (ežerai, saugyklos, ir plačios pagrindinių upių dalys). Sūrūs vandenys (vandenynai). Šiai klasei nepriklauso upių žiočių sritys.
ELEVATION	Sveikasis skaičius	0–9 999	Vidutinis aukštis metrais virš jūros lygio, apskaičiuotas pagal į poligoną patenkančių rastrinių duomenų altitudės vertes. Ši vertė suapvalinama iki artimiausio sveiko metrų skaičiaus.
ELEV_MIN	Sveikasis skaičius	0–9 999	Mažiausias aukštis metrais virš jūros lygio, apskaičiuotas pagal į poligoną patenkančių rastrinių duomenų altitudės vertes. Ši vertė suapvalinama iki artimiausio sveiko metrų skaičiaus.
ELEV_MAX	Sveikasis skaičius	0–9 999	Didžiausias aukštis metrais virš jūros lygio, apskaičiuotas pagal į poligoną patenkančių rastrinių duomenų altitudės vertes. Ši vertė suapvalinama iki artimiausio sveiko metrų skaičiaus.
SLOPE	Trumpasis sveikasis skaičius	0–90	Vidutinis nuolydis laipsniais, apskaičiuotas pagal į poligoną patenkančių rastrinių duomenų nuolydžio vertes. Ši vertė suapvalinama iki artimiausio sveiko laipsnių skaičiaus. (0° = horizontalus, 90° = vertikalus paviršius)
SLOPE_MIN	Trumpasis sveikasis skaičius	0–90	Mažiausias nuolydis laipsniais, apskaičiuotas pagal į poligoną patenkančių rastrinių duomenų nuolydžio vertes. Ši vertė suapvalinama iki artimiausio sveiko laipsnių skaičiaus. (0° = horizontalus, 90° = vertikalus paviršius)
SLOPE_MAX	Trumpasis sveikasis skaičius	0–90	Didžiausias nuolydis laipsniais, apskaičiuotas pagal į poligoną patenkančių rastrinių duomenų nuolydžio vertes. Ši vertė suapvalinama iki artimiausio sveiko laipsnių skaičiaus. (0° = horizontalus, 90° = vertikalus paviršius)

4.3.3 Sistemos sąsaja ir tinklo konfigūracija

Dalis projekto bus susijusi su informacijos judėjimu. Sistemos sąsaja nurodo, kaip GIS susiejama su esamomis organizacijos duomenų bazėmis. Tinklo konfigūracija nurodo, kaip informacija paskirstoma tarp darbo stočių arba tarp centrinio serverio ir įvairių kliento kompiuterių. Šiuo atveju svarbiausia žinoti, kur saugomi pagrindiniai duomenys, kur yra naudotojų darbo vietos ir kaip visa tai tinkamai sujungti.

Paprastai daugelyje įmonių GIS įdiegiama po įvairių kitų automatizavimo projektų. Pavyzdžiui, dauguma vietinės valdžios įstaigų prieš įdiegdamos GIS jau seniai naudojo nuosavybės apmokestinimo programas. Tokiu atveju GIS duomenų bazėje saugomus erdvinius sklypų duomenis gali reikėti padaryti prieinamus ir šiai senesnei, tradicinei apmokestinimo sistemai, kitaip tariant, „susieti“ su ja. Jei naudotojui tinka, GIS ir apmokestinimo programos ryšys gali būti gana „laisvas“. Galbūt pakanka kartą per metus atnaujinti GIS duomenų bazės žemės vertės atributus – eksportuoti juos iš apmokestinimo

sistemos ir importuoti į GIS. Toks ryšys vadinamas vienkrypčiu – informacija perduodama iš apmokestinimo sistemos į GIS, tačiau priešinga kryptimi informaciją perduoti nebūtina. Be to, informacija atnaujinama retai, todėl paspartinti, automatizuoti šio proceso nereikia. Gali pakakti esamų importo ir eksporto procedūrų.

Mūsų pavyzdyje nagrinėjamame „Vėžiagyvių stebėjimo centre“ vandens mėginiai jau buvo saugomi duomenų bazėje, o jų analizė buvo atliekama taikomąja programa. Taigi kuriamą GIS reikia gan gerai integruoti su mėginių duomenų baze. Naudotojai pageidavo, kad duomenis į duomenų bazę būtų galima įrašyti nurodžius atitinkamą mėginių stotį GIS žemėlapyje, arba stotis vaizduoti žemėlapyje taip, kad būtų matyti duomenų bazėje saugomi atitinkamų taškų vandens kokybės parametrai. Tai dvikrypčio ryšio tarp sistemų pavyzdys; buvo įdėta daug darbo, kol buvo sukurta programinė įranga, leidžianti programoms keistis informacija abiem kryptimis. Šiuo atveju ryšio sparta taip pat svarbi, nes, priešingai negu ankstesniame pavyzdyje apie apmokestinimo duomenis, naudotojai dirba interaktyviai. Reikia, kad viena programa atlikti pakeitimai iškart matytųsi kitoje programoje.

„Vėžiagyvių stebėjimo centro“ pavyzdyje galutinis projekto tikslas – ateityje, kai bus skirta daugiau lėšų, integruoti duomenų bazę į GIS. Pirmajai projekto fazei lėšų buvo skirta tiek, kad abi sistemos galėtų pakankamai gerai keistis duomenimis, bet per mažai, kad būtų galima į GIS perkelti visą mėginių duomenų bazę ir visas jos funkcijas. Aiškindamasi, kaip programos turėtų keistis informacija, organizacijos gan dažnai nusprendžia, kad geriausia ilgalaikė strategija – palaipsniui visai atsisakyti senosios sistemos ir viską perkelti į labiau integruotą duomenų struktūrą ir darbinę aplinką.

Tada detalajame projekte turėtume dokumentuoti ryšio pobūdį (įskaitant ir tai, ryšys vienkryptis ar dvikryptis), tarp sistemų perduodamų duomenų kiekį, sąveikos dažnį ir reikiamą atsako trukmę. Pagal šiuos parametrus bus galima spręsti, kaip šį ryšį įgyvendinti praktiškai. Jei reikia parašyti sąsajos specifikaciją įgyvendinančią programą, įvertinkite programavimo kainą.

Tinklai įrengiami tam, kad naudotojai galėtų pasiekti kitose vietose esančius duomenis. Detalajame projekte reikia aprašyti svarbiausias tinklo savybes. GIS gerokai skiriasi nuo kitų tinklų naudojančių sistemų, nes GIS duomenų bazės paprastai būna didžiulės, ir tinklu perduodami dideli duomenų kiekiai. Kadangi tinklui keliami dideli reikalavimai, esamą tinklą gali tekti atnaujinti.

Viena tinklų rūšis yra **vietiniai tinklai** (*Local Area Network* – LAN). Vietiniais tinklais galima sparčiai perduoti duomenis trumpais atstumais. Populiariausia duomenų persiuntimo sparta yra 10 Mb/s. Kita tinklų rūšis – **globalūs (teritoriniai) tinklai** (*Wide Area Network* – WAN). Globaliais tinklais galima perduoti duomenis dideliais atstumais, tačiau jų duomenų persiuntimo sparta paprastai gerokai mažesnė. Yra daug globalių tinklų technologijų – duomenis galima perduoti telefono linijomis, optiniais kabeliais arba palydoviniu ryšiu. Duomenų perdavimo linijų infrastruktūra paprastai nuomojama iš ryšio tiekėjų, pavyzdžiui, iš telefono tinklų įmonės. Duomenų sparta gali būti labai įvairi – nuo 56 Kb/s (per modemą) iki 625 Mb/s. Globalaus tinklo pavyzdys – internetas.

Yra trys duomenų paskirstymo modeliai (architektūros):

1. Failų ar duomenų bazių serveris ir kliento darbo vietos – duomenys ir duomenų bazių programos yra centriniame serveryje. Kai naudotojas atlieka analizę, reikiami duomenys paimami iš serverio į kliento kompiuterį. Naudotojo (kliento) kompiuteryje įdiegta programinė įranga apdoroja duomenis ir pateikia rezultatus tame pačiame

kompiuteryje. Esant tokiai konfigūracijai, iš serverio į kliento kompiuterį apdoroji siunčiama daug duomenų (ypač GIS programoms), todėl ji efektyviausia tuo atveju, kai įrengtas spartus vietinis tinklas.

2. Programų serveriai ir terminaliniai klientai – ir duomenys, ir programos yra serveryje. Atliekant analizę, duomenys lieka serveryje, serveris juos apdoroja ir rezultatai nusiunčia klientui. Vieninteliai siunčiami duomenys – užklausa iš terminalo ir jos rezultatas iš serverio. Todėl šiai konfigūracijai užtenka labai mažos tinklo spartos, ir ją galima naudoti globaliuose tinkluose, per lėtuose serverio ir klientų konfigūracijai.
3. Internetinis apdorojimas – ir šiuo atveju duomenys ir programos yra serveryje, o rezultatai siunčiami į interneto naršyklę. Šiuo atveju taip pat pakanka nedidelės spartos tinklo. Tokia konfigūracija naudinga, jei svarbiausia duomenis padaryti prieinamus dideliame naudotojų skaičiui, o jų siuntimo sparta ne tokia svarbi. Bet gali prireikti brangių serverio programų ir daug darbo internetinių žemėlapių kūrimo funkcijoms pritaikyti.

Kad sprendimas dėl reikiamos tinklo spartos būtų pagrįstas, reikia įvertinti, kiek duomenų turi apdoroti kiekviena reikalavimų nustatymo etapu apibrėžta funkcija, ir koks turi būti šio apdorojimo intensyvumas. Šiems dalykams įvertinti kiekybiškai ir pagrįstam sprendimui priimti reikia specialių techninių žinių, kurios nėra šio kurso tema. Jei projektuotojas nėra specialiai apmokytas arba neturi daug patirties tinklų architektūros srityje, jam derėtų kreiptis į šios srities specialistus.

4.3.4 Taikomųjų programų architektūra

Projektuojant programinę įrangą, vienas svarbiausių detalaus projektavimo darbų yra išsamiai apibrėžti, kaip programa bus konstruojama ir kaip naudotojas sąveikaus su programa. Tačiau GIS atveju dauguma programavimo ir naudotojo sąsajos kūrimo darbų atliekama su nupirkta GIS programa. Nepamirškite, kad nekuriame GIS programinės įrangos – mes ją perkame, ir pritaikome programas bei duomenų struktūras savo poreikiams. Taigi vargu ar teks atlikti detalų skaidymą į modulius ar rašyti pseudokodą (tam tikri programinės įrangos projektavimo metodai). Dauguma GIS pritaikymo užduočių ir taikomųjų programų pakankamai paprastos, ir užtenka aprašyti jų įvesties, funkcijas ir išvesties duomenis (nurodytus reikalavimų dokumente).

Daugeliu atvejų sukuriamas keletas automatizavimo priemonių – programų, sujungiančių atskirų veiksmų su GIS programa seką į greitesnį ir patogesnį procesą. Gali tekti sukurti ir papildomų GIS funkcijų specialioms užduotims atlikti. Projekte turi būti nurodyta, kaip šios priemonės bus programuojamos. GIS pritaikymo būdai ar automatizavimo priemonės gali būti:

- Skriptai, pavyzdžiui, *Python* arba *ModelBuilder*, sujungiantys esamas GIS funkcijas. Ši architektūra bus efektyvi, jei konkrečiam informaciniam produktui pagaminti reikia atlikti kelis analizės veiksmus (tokius kaip atributų užklausa, perdanga ir iškarpa). Jei šis procesas atliekamas rankiniu būdu, (t. y. naudotojas atskirai inicijuoja kiekvieną analizės veiksmą), kyla dvi problemos. Pirma, galima padaryti klaidą – naudotojas gali netyčia praleisti kurį nors veiksmą arba supainioti veiksmų tvarką. Antra, jei kuris nors analizės veiksmas nežymiai patobulinamas (pvz., pakeičiamas buferio plotis), gali tekti nuo pusiaukelės grįžti atgal ir iš naujo skaičiuoti visus tarpinius rezultatus, o tai nemalonu ir užima laiko. Net jei analizės veiksmų sekos

automatizavimas darbą paspartins nežymiai, analizės seka taps pakartojama, lengvai keičiama ir savaime dokumentuojama (nes analizės veiksmas aprašyti pačiame skripte).

Skriptai gali tikti ir paketiniams procesams, kai naudotojas nori tą pačią veiksmų seką atlikti su keliais duomenų failais (pavyzdžiui, su visais direktorijos failais).

- Išorinės programos, parašytos kitoms (ne GIS) sistemoms, pavyzdžiui, „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ duomenų bazės ir GIS ryšiui užtikrinti. Šių programų poreikį dažnai lemia tam tikri reikalavimai, keliama sistemos sąsajos, arba kitos sistemos sąsajos priemonės ir galimybės. Dažnai tenka rašyti atskiras programas dvipusiam ryšiui tarp GIS ir išorinės sistemos sukurti. Būna atveju, kai GIS „viduje“ parašytos programos negali efektyviai manipuluoti išorinės sistemos duomenimis, nes veikia duomenų bazės ar taikomosios programos „išorėje“. Tada reikia sukurti vidinės išorinės sistemos programas, kurios galėtų keistis duomenimis su GIS.

Pavyzdžiui, išorinė taikomoji programa, naudojanti populiarias duomenų bazes (pvz., *MS Access* arba *Oracle*), gali išsaugoti savo duomenis ir be jokių papildomų procedūrų. Sąsajos gerai suprojektuotos ir atitinka ODBC (*Open Database Connectivity* – atvirosios prisijungimo prie duomenų bazių sąsajos) standartą, taigi šių programų duomenis lengva paimti ar pakeisti kitomis programomis.

Ir mažai tikėtina, kad kitomis (kad ir GIS) programomis bus įmanoma paimti ar pakeisti specializuotų taikomųjų programų duomenis, ypač jei šios programos naudoja patentuotą duomenų formatą. Pavyzdžiui, įsivaizduokite miesto savivaldybės projektavimo skyrių, naudojantį mažą, darbo vietoje įdiegiamą kelių priežiūros programą. Šią programą skyrius įsigijo iš trečiosios šalies, kuri neskelbia kelio dangos failų formato. Šiuo atveju negalime parašyti vidinės GIS programos kelio dangos duomenims analizuoti, nes sąsaja nestandartinė, o failų formatas nedokumentuotas. Kurdami kelių valdymo programos ryšį su GIS, būsime priversti pasikliauti jos pritaikymo priemonėmis arba eksporto funkcijomis.

- Mažos, į pačią GIS įtaisytos, programos – pavyzdžiui, parašytos *Visual Basic for Applications* (VBA) kalba. Tai „vidurinio lygmens“ programos – tarpinis variantas tarp pirmiau aprašytų skriptų ir toliau aprašomų sudėtingų programų. VBA tiktu tuo atveju, kai automatizavimo procesas per sudėtingas skriptams arba programoje nėra tam tikrai užduočiai tinkamos analizės funkcijos. VBA taip pat tinka programuoti specializuotiems sąsajos elementams (mygtukams, formoms ir kt.) ir GIS įrankių juostoms, skirtoms sutelkti į vieną vietą dažnai naudojamas funkcijas. Tokios programos dažnai vadinamos **makroprogramomis**.

Geras pavyzdys yra „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ sistemos reikalavimas iš keleto persidengiančių skirtingo mastelio navigacinių žemėlapių išrinkti vieną tinkamiausią. Šią užduotį atliekanti programa pirmiausia turi nustatyti, kokią sritį mato naudotojas (rodinio sritį), ir palyginti ją su visų rastrinių žemėlapių vaizduojamomis sritimis. Tada ji turi išrinkti didžiausio mastelio žemėlapi, aprėpiantį visą einamojo rodinio sritį.

Jei programa neturi standartinės (pavyzdžiui, iškirpimo, perdengimo ar rašymo į buferį) funkcijos, galinčios nustatyti einamojo rodinio sritį, skripto šiai užduočiai nepakaks. Tačiau reikiamus apdorojimo veiksmus galinčią atlikti VBA programą parašyti labai lengva. Šiuo atveju ją galima parašyti ir kaip GIS aplinkos dalį –

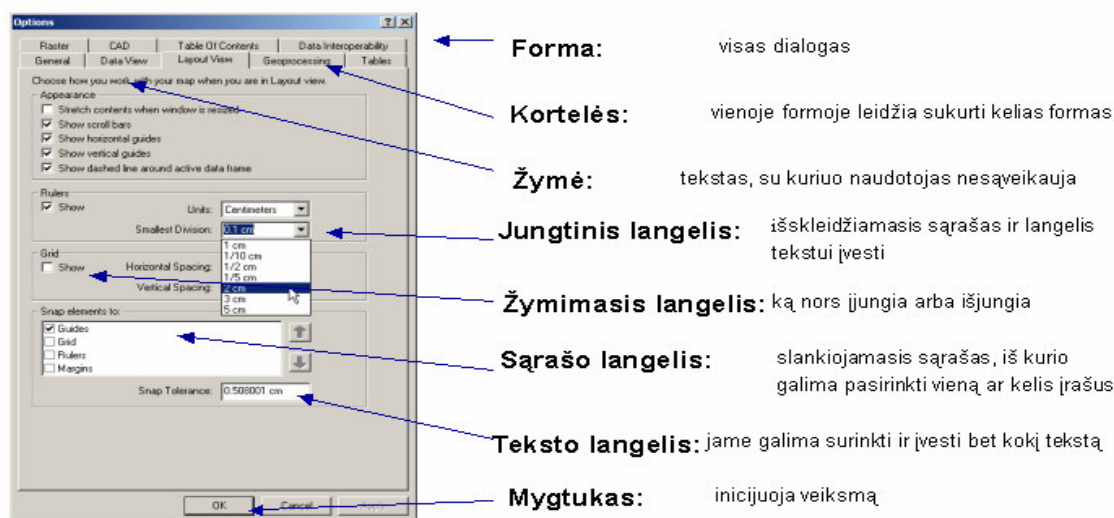
naudotojui spustelėjus mygtuką, geriausias navigacinis jūrlapis bus įkeltas automatiškai.

- Kitoje programavimo aplinkoje parašytos programos. Šiuo atveju programos rašomos, pavyzdžiui, *Visual Studio* aplinkoje *Visual Basic .NET* arba *Visual C++* kalba. GIS programoms tinka bet kuri programavimo kalba, palaikanti *Microsoft* komponentinį objektų modelį (*Component Object Model* – COM). Ši architektūra neriboja funkcinių galimybių. Šiomis kalbomis paprastai rašomos *ActiveX* dinaminės bibliotekos (DLL – *Dynamic Link Library*), kurias galima vykdyti iš GIS programos. Šios bibliotekos kompiliuojamos kitomis priemonėmis (ne GIS sistemomis), taigi jų kodo naudotojas negali nei matyti, nei pakeisti. Šias programas patogiu platinti, o naudotojai gali jas įdiegti specialiomis įdiegimo programomis.

Pasirinkta programavimo kalba, programavimo aplinka ir programų integravimo į GIS sistemą metodai kartu dažnai vadinami **taikomųjų programų architektūra**. Kad galėtų nuspręsti, kuri architektūra geriausia konkrečiu atveju, projektuotojai turi įvertinti visus apdorojimo veiksmus.

4.3.5 Naudotojo sąsajos projektavimas

Projektuotojai turi numatyti ne tik programos konstrukciją, bet ir jos sąveiką su naudotoju. Šis procesas vadinamas **naudotojo sąsajos projektavimu**. Senesnėse programose naudotojas klaviatūra surinkdavo komandų seką, o dabartinėse grafinėse programose dauguma veiksmų atliekama pele, o programos turi atitinkamus valdiklius, pavyzdžiui, programinius mygtukus, teksto laukus ar žymimuosius langelius. 4.21 pav. pateikti keli naudotojo sąsajos valdiklių pavyzdžiai.

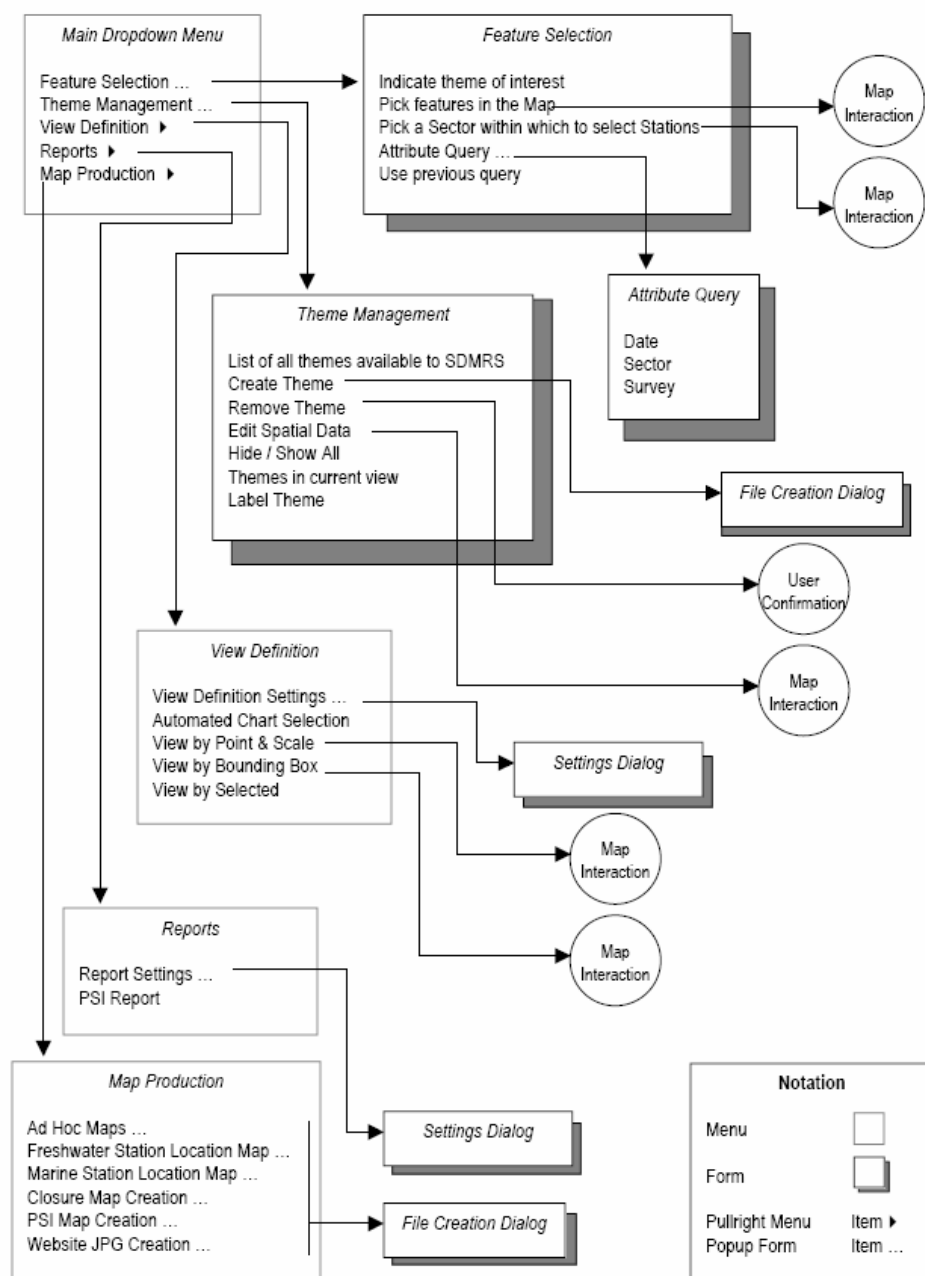


4.21 pav. Naudotojo sąsajos valdiklių tipai

Detaliajame projekte nebūtina tiksliai nurodyti naudotojo sąsajos išvaizdos. Pavyzdžiui, projektuotojas neturėtų kurti kiekvienos formos ar kiekvieno valdiklio paveikslėlių. Šiuos dalykus jis palieka spręsti programuotojui.

Tačiau kartais gerai būtų apdorojimo funkcijos specifikaciją (pvz., veiksmų aprašų seką arba UML sekos diagramą) išversti į „laikinę“ naudotojo sąsajos diagramą. Projektuojant

paprastas programas su nedaug formų, pakanka paprasčiausios diagramos, kuriose naudotojo veiksmų tvarka nurodoma formas jungiančiomis rodyklėmis. Sudėtingesnėms programoms gali prireikti išsamesnių diagramų. Pavyzdžiui, 4.22 pav. pavaizduotoje „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ GIS sąsajos diagramoje pavaizduoti įvairūs elementai, kuriais naudotojas sąveikauja su sistema (menui, formos ir žemėlapių valdikliai), o perėjimai nuo vieno elemento prie kito pavaizduoti rodyklėmis.



4.22 pav. Naudotojo sąsajos projekto pavyzdys

4.3.6 Išteklių: technika, programinė įranga ir darbuotojai

Šiuo projektavimo etapu projekto grupė turėtų puikiai įsivaizduoti, kokių išteklių reikės ir sistemai sukonstruoti, ir jai eksploatuoti po įdiegimo. Projektuotojai turėtų gerai žinoti, kokie bus naudotojai ir kokią sistemos apkrovą sukurs kiekvienas iš jų.

Technika

Thomlinson (2003) pataria funkcijas klasifikuoti pagal reikiamą apdorojimo intensyvumą – suskirstyti jas į mažo intensyvumo ir didelio intensyvumo funkcijas. Kad būtų paprasčiau pasirinkti techniką, jis siūlo sudaryti dvi šiuos intensyvumus atitinkančias technikos konfigūracijas. Didelio apdorojimo intensyvumo reikia arba daug duomenų apdorojančioms funkcijoms (pvz., skaičiavimams, kuriems atlikti reikia viso duomenų rinkinio), arba stipriai procesorių apkraunantiems veiksams (pvz., trimačiam teritorijos modeliavimui, arba modeliavimui su daug geografinių duomenų apdorojimo veiksmy). Šiai konfigūracijai paprastai reikia galingo procesoriaus ir daug atminties. Visoms GIS programoms reikia daug atminties, nes programa turi pajėgti bet kuriuo metu ekrane parodyti didelį duomenų kiekį; atminties trūkumas yra dažna lėto kompiuterio darbo priežastis. Jei abejojate, ar užteks atminties, visada pridėkite jos daugiau. Mažo intensyvumo funkcijoms galima priskirti duomenų naršymą (pvz., į piliečių klausimus atsakyti skirtas kompiuteris, jei atsakymų duomenų kiekiai maži) arba duomenų koregavimą (pvz., atributų ar erdvinių atnaujinimą). Šiai konfigūracijai pakaks silpnescio procesoriaus ir mažiau atminties. Didesnę dienos dalį erdvinius duomenis peržiūrintiems ir koreguojantiems darbuotojams daug labiau reikia didelio kokybiško monitoriaus. Iš tiesų daugelis duomenų koregavimo kompiuterių turi du monitorius.

Analizės etapu įvertinome dabartines informacinių produktų kainas ir jų kainas įdiegus GIS. Daugiausia įtakos visoms kainoms turėjo produktų gamybos trukmė. Pagal šiuos gamybos trukmės įverčius galima apytiksliai nustatyti, kiek kompiuterių reikės organizacijos verslo užduotims atlikti. Atskirai susumuokite kiekvienos grupės (didelio ir mažo intensyvumo) funkcijų apdorojimo trukmės vertes, padaugintas iš funkcijų naudojimo dažnio. Pagal gautas sumas galima spręsti, kiek kiekvieno tipo darbo vietų reikės visoms užduotims atlikti.

Aišku, tai tik būtiniausias technikos kiekis; juk ir mes nenorime, kad darbuotojai stovėtų eilėje ir lauktų, kol kompiuteris atsilaisvins, ir darbuotojai nemano, kad taip jie geriausiai išnaudos savo darbo laiką. Tačiau šis mažiausias kiekis yra pagrindas tikslesniems įverčiams gauti (arba gautiems įverčiams patikrinti). Įvertinę būsimą darbuotojų skaičių, žinosime maksimalų darbo vietų skaičių (t. y. viena darbo vieta vienam GIS užduotis atliekančiam darbuotojui).

Be abejo, prieš įdiegdamas GIS organizacijos jau turi šiek tiek kompiuterių. Kai kurie iš jų pajėgs atlikti GIS klientų funkcijas, ir juos keisti naujais nereikės.

Nustatyti reikalavimus, keliamus failų serveriams, – daug sudėtingesnė užduotis. Nors projektuotojas greičiausiai surinks daug informacijos, galinčios padėti pasirinkti serverius, pavyzdžiui, nurodyti būsimą duomenų kiekį ir reikiamą atsako trukmę, bet geriau, kad šiuos reikalavimus atitinkančią techniką pasiūlytų kvestiniai konsultantai arba IT skyrius. Duomenų kiekį įvertinti gali būti sudėtinga, todėl patartina iš tikro konvertuoti dalį duomenų ir stebėti rezultatus. Ši bandymo procedūra yra toliau aprašyto bandomojo projekto dalis. Vienas iš bandomojo projekto tikslų yra tikrinti įverčius (pvz., duomenų kiekio).

Programinė įranga

Pasirinkti organizacijai geriausiai tinkančią programinę įrangą yra sudėtinga užduotis. Anksčiau GIS programos stipriai skyrėsi ir savo filosofija, ir galimybėmis. Vieni GIS tiekėjai specializavosi analizuoti rastrinius duomenis, kiti – vektorinius, treči kūrė specifinių sričių, pavyzdžiui, matavimų, programas. Dabar daugumos konkuruojančių GIS programų galimybės beveik vienodos – skiriasi daugiausia duomenų struktūros ir naudotojo sąsajos. Todėl sprendimas dėl programinės įrangos nebe toks lemiamai svarbus kaip anksčiau. Bet rinkdamasis šią programinę įrangą, projektuotojas vis tiek turės kruopščiai padirbėti.

Pagrindinis būdas nustatyti tinkamiausią GIS programinę įrangą – palyginti reikalavimų specifikacijoje nurodytas funkcijas, našumą ir duomenų produktus su kiekvieno programų paketo galimybėmis. Pirmoji vieta kandidatų sąrašė turėtų atitekti paketui, geriausiai atitinkančiam organizacijos poreikius, ypač prioritetinius.

Sprendimui gali turėti įtakos ir anksčiau GIS įdiegusios gretimos įstaigos ar organizacijos. Jos gali suteikti informacijos apie įsigytą programinę įrangą ir pasakyti, ar liko ja patenkintos. Jų sėkmių ir nesėkmių aptarimas gali padėti priimti sprendimą. Taip pat galima įvertinti, ar daug duomenų ir žinių šios organizacijos ir jūsų organizacija naudoja (ar gali naudoti) bendrai. Gretimų miestų valdžios įstaigos dažnai bendrai naudoja, pavyzdžiui, informaciją apie teritorijų planavimą, avarijų likvidavimo priemones ir žemės matavimus. Jei taip ir yra, abiejų miestų įstaigose apsimokėtų įdiegti tą pačią GIS programinę įrangą. Nors nėra garantijos, kad ši įranga tenkins visus jūsų reikalavimus – tai dar reikia patikrinti, bet būtų paprasčiau bendrai naudoti duomenis; be to, tai padėtų formuotis tam tikrai abiejų (visų) įstaigų „įrangos naudotojų bendruomenei“.

Kitas būdas įvertinti skirtingus GIS programų paketus – skelbti konkursą. Pagal reikalavimų dokumentą galima parengti KTP programinei įrangai įdiegti ir (jei reikia) kitiems projekto įgyvendinimo darbams atlikti bei išsiųsti šį kvietimą konkuruojančioms įmonėms. Kiekvienas tiekėjas pasiūlyme išdėstys savo argumentus, kodėl jo programinė įranga yra geriausia, be to, organizacija galės gana tiksliai įsivaizduoti projekto kainą. Galima surengti ir nuodugnesnį konkursą – vadinamąjį **kontrolinį tikrinimą**. Šiuo atveju programinės įrangos tiekėjai atvyksta į organizaciją ir pademonstruoja savo programinės įrangos galimybes, atlikdami nurodytas užduotis su tikrais duomenimis.

Gautų konkurencinių pasiūlymų kiekis priklausys nuo planuojamos jūsų projekto apimties. Pasiūlymų rašymas ir dalyvavimas kontroliniame tikrinime tiekėjams kainuoja, todėl jie nenoriai dalyvauja konkursuose dėl mažų projektų. 10 000 JAV dolerių projektui galite net negauti pasiūlymo. 100 000 JAV dolerių projektui pasiūlymų gausite, bet vargu ar įtikinsite tiekėjus atvykti kontroliniam tikrinimui. Jei projektas labai stambus, tarkim, milijonų dolerių vertės, tiekėjai bus pasiryžę investuoti į įvairiausių įrangos bandymus.

Darbuotojai

Detaliajame projekte taip pat reikėtų aprašyti darbuotojų ir mokymų poreikį. Projektuotojas turi išsiaiškinti, kiek darbuotojų yra šiuo metu, ką jie sugeba, ir palyginti tai su ilgalaikiu bei trumpalaikiu darbuotojų poreikiu. Trumpalaikis poreikis daugiausiai susijęs su būsimos GIS kūrėjais – programuotojais, analitikais ir duomenų bazių ekspertais. Tačiau ilginiui kūrėjų poreikis tikriausiai mažės, nes aktyvaus naujų programų kūrimo periodas baigsis, ir organizacijai reikės tik prižiūrėti sukurtas programas ir duomenų struktūras ar truputį jas

pakeisti. Taigi ilgalaikis poreikis daugiausia susijęs su kvalifikuotais naudotojais, sugebančiais efektyviai naudoti GIS savo kasdieniam darbui.

Jei esamų darbuotojų kvalifikacijos nepakanka sistemai kurti ar prižiūrėti, organizacija gali:

- a) Samdyti naujus darbuotojus. Jei darbų aprašai ir darbuotojų įgūdžiai smarkiai skiriasi nuo esamų, organizacija gali sukurti naujų pareigų ir priimti naujų darbuotojų. Tai ypač tinka ilgalaikių poreikių atveju, jei organizacijoje šių pareigų anksčiau nebuvo. Geras pavyzdys yra GIS programuotojo pareigos. Įgyvendinant projektą sukurtas programos ir automatizuotus procesus prižiūrėti reikės visada, be to, greičiausiai reikės ir keletą naujų funkcijų. Priklausomai nuo darbuotojų kvalifikacijos, gali reikėti ir GIS vadovų, GIS duomenų bazių administratorių ar GIS analitikų.
- b) Samdyti rangovus. Jei poreikis tik trumpalaikis, pavyzdžiui, darbuotojų reikia tik projektui įgyvendinti, išmintingas sprendimas būtų pasamdyti konsultantus ar rangovus. Paprastai konsultantai surenka didelę kūrėjų grupę greičiau negu organizacija gali šiam darbui pasamdyti reikiamus darbuotojus ar sutelkti esamus. Be to, konsultantų samdymas yra patogus būdas rizikai nukreipti. Projekto valdymo dalyje išsiaiškinome, kad vienas iš būdų rizikai sušvelninti – pasamdyti konsultantą, kuris tą riziką prisiimtų sau.
- c) Mokyti esamus darbuotojus. Jei šiuo metu neturimų įgūdžių reikės ilgą laiką, mokymai gali būti geras pasirinkimas. Tai pasakytina beveik apie visus naujosios GIS naudotojus, nes tik nedaugelis jų bus anksčiau susidūrę su panašiomis technologijomis. Šiuo atveju geriausia išmokyti esamus darbuotojus, nes jie jau žino verslo specifiką bei procedūras ir jiems trūksta tik išsiaiškinti, kaip tą patį darbą atlikti truputį kitokiu būdu – naudojant GIS. Apmokymai yra geras pasirinkimas ir jei darbuotojai jau yra mokęsi panašių dalykų ir jiems trūksta tik kai kurių specifinių GIS žinių. Pavyzdžiui, matininkai ir inžinieriai paprastai jau moka dirbti kompiuterinio projektavimo (CAD) programomis. Daugumą šių žinių tinka ir GIS sričiai, todėl šių specialistų daug mokyti nereikės. Kitas pavyzdys – IT skyriuje dirbantis duomenų bazių administratorius. Jį mokyti reikės nedaug – tik tiek, kad suprastų GIS duomenų bazių specifiką.

Detaliajame projekte reikia atskirai dokumentuoti, kiek ir kokių darbuotojų reikės projektui įgyvendinti ir įdiegtai GIS eksploatuoti bei kaip šie reikalavimai bus įvykdyti.

4.3.7 Bandomasis projektas

Net ir baigus detalų projektą lieka tam tikros rizikos. Galėjome suklysti įvertindami duomenų konvertavimo ar programavimo darbo sąnaudas, neteisingai nustatyti duomenų bazės dydį ar tinklo apkrovą, pagaliau analizuodami veiklą galėjome praleisti kokį nors reikalavimą, ir jis liko neįvertintas mūsų duomenų bazės specifikacijoje. Šiai rizikai sumažinti ir sistemai patikrinti skirtas **bandomasis projektas**. Tai bandomoji tam tikro suprojektuotos sistemos poaibio eksploatacija. Paprastai bandomos tik tam tikros funkcijos (kuriami tik pasirinkti informaciniai produktai) ir naudojami tik palyginti mažos geografinės srities duomenys.

Tam tikra prasme bandomasis projektas yra bandymų ir klaidų metodo taikymas. Geriau aptikti sistemos problemas ar klaidingas išvadas, kol projektas mažas, negu įvykdžius visą projektą. Atsižvelgiant į bandomojo projekto rezultatus, galima patobulinti programą ar patikslinti skaičiavimus. Nemaža bandomojo projekto dalis gali tapti viso projekto „pirmuoju

įgyvendinimo etapu“, bet skaičiuodami sąnaudas to neplanuokite. Jei kuri nors bandomojo projekto dalis netiks, jūsų įvertinti kaštai bus per maži. Todėl geriau darykite prielaidą, kad visas bandomasis projektas bus atmestas.

Bandomuoju projektu pasiekiami keli tikslai:

- Patikrinamas duomenų modelis. Įsitikinama, kad dokumentuose aprašyta duomenų bazės struktūra tenkins organizacijos poreikius. Bandomojo projekto metu patikrinama, ar duomenų bazė tiks poreikių nustatymo etape aprašytoms funkcijoms atlikti, įvertinamos duomenų saugojimo mechanizmų charakteristikos (ir duomenų bazės struktūrų, ir failų sistemos bei serverio), o naudotojai gali išbandyti, ar patogiu bus dirbti su duomenų baze ir kurti naujus duomenis bei struktūras.
- Patikrinami skaičiavimai. Galima išmatuoti tikrąją duomenų konvertavimo, programavimo ir kitų užduočių trukmę ir gautus rezultatus ekstrapoliuoti visai sistemai. Tai labai padidins pasitikėjimą mūsų sugebėjimais įvertinti būsimas sąnaudas. Taip pat galime išmatuoti ir tinklu siunčiamų duomenų srautą bei sistemos atsako trukmę ir patikrinti, ar tiksliai juos apskaičiavome.
- Pademonstruojamos būsimos GIS galimybės. Akivaizdžiai parodoma, kad GIS gali atlikti keliamas užduotis – tai yra neabejotinas projekto pažangos rodiklis, sustiprinantis pasitikėjimą sistemos kūrėjais. Bandomojo projekto rezultatus galima panaudoti projekto grupės ir GIS naudotojų skyrių susidomėjimui padidinti. GIS grupė turėtų pasiruošti keletą parodomųjų programėlių, išklijuoti sienas diagramomis ir žemėlapiams ir būti pasiruošusi bet kurio momentu pademonstruoti padarytą pažangą suinteresuotiems asmenims. Tinkamai parinktas bandomasis projektas gali padėti įgyti įtakingų asmenų ar skyrių palaikymą.
- Paspartinamas sistemos kūrimas. Bandomojo projekto metu sukaupia patirtis paspartins viso projekto įgyvendinimą.

Prieš pradėdant projektą reikia nustatyti jo apimtį. Ši taisyklė galioja ir bandomajam projektui. Apimtis nustatoma tokia, kad bandomasis projektas kuo geriau pademonstruotų, kaip tikroji GIS atliks įvairias užduotis. Atminkite, kad kol kas nekonstruojame visos sistemos; reikia atrinkti gana mažą visų galimybių poaibį, bet tokį, kad būtų galima išbandyti kuo didesnę būsimos sistemos dalį. Pabandykite atrinkti tuos įvedamus duomenis ir atributus, kuriuos naudoja didžiausio prioriteto funkcijos, o taip pat tuos, pagal kuriuos galima įvertinti erdvinį tikslumą (pavyzdžiui, geodezinius ženklus). Jei įmanoma, pasirinkite aktualias geografines sritis arba funkcijas, kurių rezultatai padarytų įspūdį, – projektas susilauks daugiau dėmesio, ir palaikysite tam tikrą susižavėjimo nauja technologija lygį.

Vykdydami bandomąjį projektą, dokumentuokite visas procedūras, sprendimus ir rezultatus. Tiksliai registruokite:

- konvertuojant duomenis ir programuojant iškilusias problemas;
- problemų sprendimus, rekomendacijas ir priimtus sprendimus;
- atliktus bandymus (pavyzdžiui, apdorojimo spartos arba duomenų kokybės matavimus) ir jų rezultatus.

Po bandomojo projekto turėtų įvykti du svarbūs dalykai. Pirmia, į projekto dokumentaciją turėtų būti įrašyti visi rezultatai, rodantys, kad reikia keisti programą arba skaičiavimus (biudžetą, projekto trukmę, sistemos spartą). Antra, turėtų būti sukurta bazinė procedūrų instrukcija, kurioje būtų bendrais bruožais aprašyta, kaip efektyviai atlikti daugumą sistemos kūrimo užduočių. Bandomojo projekto metu galima daug ko išmokyti, ir šias pamokas reikia dokumentuoti.

Paskutinis bandomojo projekto etapas turėtų būti peržiūra ir patvirtinimas. Vyriausieji vadovai turėtų peržiūrėti ne tik baigtą bandomąjį projektą, kad pamatytų, kaip veikia dauguma apdorojimo funkcijų, bet ir reikiamus sistemos projekto pakeitimus, kad pritartų būsiamiems sistemos kūrimo darbams.

4.3.8 Kaštų ir naudos analizė

Parengę detalųjį projektą, turėsime pakankamai informacijos, kad galėtume patikimai įvertinti projekto kainą. Projekto kainą sudarys:

- technika;
- programinė įranga (įskaitant įsigyti programų metinės priežiūros kainą);
- naujų, specialiai GIS pasamdytų darbuotojų atlyginimai;
- įvedamų duomenų konvertavimo arba pirkimo kaina;
- specialių automatizavimo priemonių ar sistemos sąsajų kūrimo kaina;
- naujų serverių ir (arba) naujos tinklo įrangos kaina ir įrengimo išlaidos;
- naujų patalpų, skirtų GIS įrangai ar darbuotojams, kaina.

Analizės etapu, nustatydami reikalavimus duomenims, palyginome dabartines informacinių produktų gamybos kainas su jų gamybos GIS sistema kainomis ir apskaičiavome automatizavimo teikiamą naudą. Sudėję visų automatizavimo funkcijų grynąjį pelną, gausime bendrąjį organizacijos metinį pelną. Jei įmanoma pinigais išreikšti ir kitą automatizavimo teikiamą naudą, ją taip pat reikia pridėti prie bendrojo pelno.

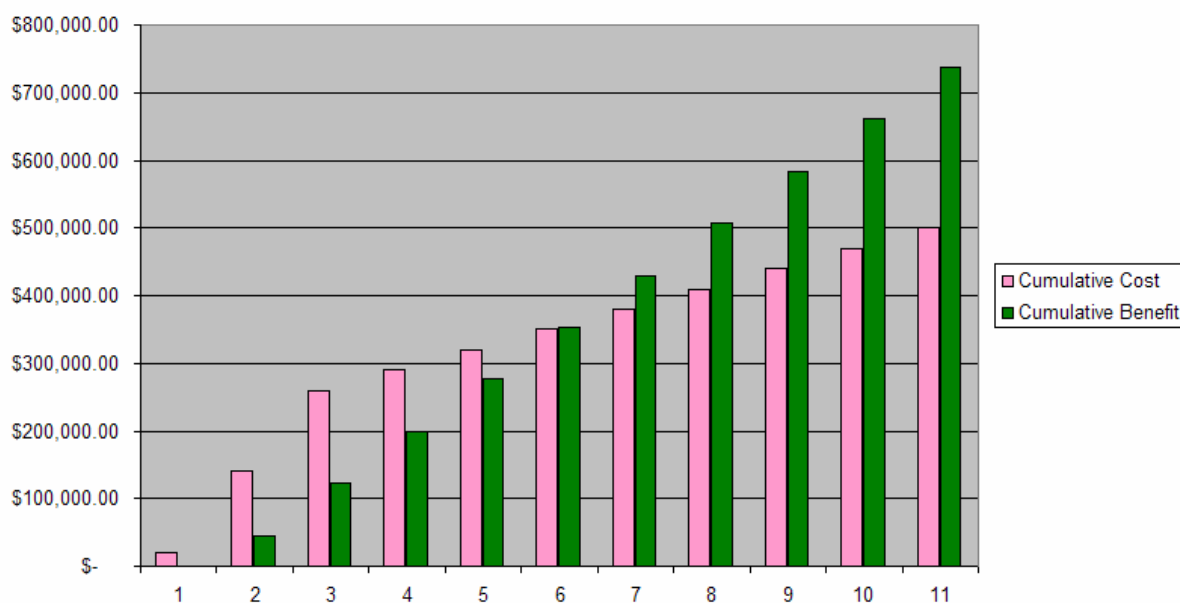
Lyginant bendrąjį metinį pelną su visa projekto kaina, galima spręsti, kada projekto organizacijai pradės duoti ekonominės naudos, ir koks bus šios naudos dydis.

Pavyzdžiui, „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ projektas labai mažas. Pirmaisiais metais išlaidos bus mažos – reikės paruošti KTP ir pasirinkti konsultantą. Pradėjus projektą, du metus bus išleista po 120 000 JAV dolerių kasmet: bus perkama GIS programinė įranga, atnaujinamas tinklas, konvertuojami duomenys ir kuriamos programos. Bet kai sistema ims veikti, jai prižiūrėti reikės tik dalies kiekvienos grupės išlaidų, ir dar bus mokama metinės programinės įrangos priežiūros kaina. Informacinių produktų kaštų ir naudos analizės būdu apskaičiuotas bendrasis pelnas yra 77 000 JAV dolerių. Prisiminkite, kad vien pakeitus draudžiamų zonų žemėlapių gamybą sutaupoma daugiau negu 11 000 JAV dolerių per metus.

4.13 lentelė. „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ projekto kaštų ir naudos analizė

Metai	Kaina (JAV dol.)	Nauda (JAV dol.)
2005	20 000,00	-
2006	120 000,00	45 000,00
2007	120 000,00	77 000,00
2008	30 000,00	77 000,00
2009	30 000,00	77 000,00
2010	30 000,00	77 000,00

Nubraižius kaupiamąją kaštų ir naudos diagramą, galima padaryti kelias išvadas apie GIS projekto finansus. Projekto pradžioje išlaidų stulpeliai sparčiai auga, nes daug kainuoja konvertuoti duomenis ir kurti programas, bet įgyvendinus projektą šis augimas staigiai sulėtėja. Du ar daugiau metų nuo įdiegimo pradžios projektas dar neduoda ekonominės naudos, bet įdiegus pelnas kasmet kaupiasi. Šio projekto atveju pelnas viršija išlaidas šeštaisiais metais – vos po trejų metų nuo jo įgyvendinimo.



4.23 pav. „Vėžiagyvių stebėjimo centro“ projekto kaštų ir naudos diagrama

4.3.9 Išvados

Įmonės lygmens GIS planavimo rezultatas turėtų būti detalusis projektas. Šiame dokumente reziumuojama tai, ką aptarėme šioje kurso dalyje ir sužinojome analizės bei detalaus projektavimo etapų metu. Apibrėžiamos duomenų struktūros, būsimos programos ir į duomenų bazę įvedamų duomenų konvertavimo būdai. Aprašoma technika, programinė

įranga ir tinklo konfigūracija. Nurodoma, kokių mokymų reikės esamiems darbuotojams ir kokias naujas darbo vietas organizacija turės sukurti.

Taip pat šiame dokumente pateikiamas visų šių darbų biudžetas ir grafikas. Dabar aiškiai suprantame būsimo darbo apimtį ir turėtume sugebėti pritaikyti antroje kurso dalyje išnagrinėtus GIS projekto planavimo metodus.

Įmonės lygmens GIS įdiegimo principas paprastas, bet pats įdiegimas sudėtingas dėl didelio smulkmenų kiekio. Kad nepraleistumėte šių smulkmenų, veiksmus reikia griežtai planuoti, o rezultatus tiksliai dokumentuoti. Kaip matėme, norint dokumentuoti visą GIS sistemą, reikia puikiai išmanyti duomenų bazines, programavimą, kompiuterių tinklus, žmogiškuosius išteklius ir techniką – žinių kiekis tiesiog milžiniškas. Todėl geriausia, jei GIS diegia ekspertų komanda. Vargu ar vienas žmogus sugebėtų efektyviai įvykdyti visų šių sričių užduotis.

Dokumentavimas yra analizės ir projektavimo proceso pagrindas. Šioje kurso dalyje buvo pateikta daugiau negu 20 paveikslėlių ir lentelių, o mes nagrinėjome tik keletą informacinių produktų ir modeliavimo metodų pavyzdžių. Didelės GIS dokumentacijos apimtis gali būti milžiniška. Projekto sėkmė labai priklauso nuo grupės galimybių bendrai kurti ir naudoti šią informaciją ir nuo šios informacijos saugumo. Tam galima naudoti dokumentų valdymo programą, duomenų bazę ar interneto svetainę.

Literatūra

- Chrisman, N. Exploring Geographic Information Systems. John Wiley and Sons, 1997
- Dennis, A., Wixom, B. H., Roth, R.M. Systems Analysis and Design. John Wiley and Sons, 2006
- ESRI. Desktop Developer's Guide. Redlands, CA: ESRI Press, 2004
- Naiburg, E. J., and Maksimchuk, R. A. UML for Database Design. Addison-Wesley, 2001
- New York State Records Management Services. Geographic Information System Development Guides: Database Planning and Design. New York State Records Management Services, June, 1996 m. Peržiūrėta 2007 m. sausio mėn. <http://www.archives.nysed.gov/a/nysaservices/ns_mgr_active_gisguides_dbplanning.shtml>
- Province of British Columbia. British Columbia Specifications and Guidelines for Geomatics. 6 tomas, 1 dalis, Baseline Thematic Mapping – Present Land Use Mapping at 1:250,000. 1995 m. Peržiūrėta 2007 m. kovo mėn. <<http://ilmbwww.gov.bc.ca/cis/initiatives/ias/btm/luspec6.pdf>>
- Satzinger, J. W., Jackson, R. B., and Burd, S. D. Systems Analysis and Design in a Changing World. Thompson Learning, 2000
- Shelly, G. B., Cashman, T. J. and Rosenblatt, H. J. Systems Analysis and Design. Boston: Thomson Learning, 2001
- Thomlinson, R. Thinking about GIS. Redlands, CA: ESRI Press, 2003
- Zeiler, M. Modeling Our World. Redlands, CA: ESRI Press, 1999

5 Duomenų valdymas

GIS duomenys nuo kitų pagamintų prekių skiriasi tuo, kad pagal išorinius požymius negalima aiškiai spręsti apie jų kokybę ar tinkamumą. Dažnai manoma, kad jei kompiuteris ką nors pateikia, tai turi būti teisinga. GIS turi galimybę rodyti duomenis labai patraukliai, paslepiant duomenų trūkumus.

Yra daug objektui apibūdinti vartojamos sąvokos **kokybė** apibrėžimų. Jų esmė yra trūkumų arba problemų nebuvimas arba atitikties reikalavimams. Kokybė laikoma teigiamu dalyku. Galime apibrėžti ją kaip „gaminio, paslaugos arba atlikimo tobulumo laipsnį“ (Veregin, 1998).

Terminas **duomenų kokybė** nurodo, kaip efektyviai galima panaudoti duomenų rinkinį numatytam tikslui. Heywood (2002) apibrėžia duomenų kokybę kaip „bendrą duomenų tinkamumą arba atitikimą konkrečiam tikslui, arba <...> duomenis, neturinčius klaidų ar kitų trūkumų“. Be abejonės, neturintys klaidų ir tinkami mūsų tikslams duomenų rinkiniai yra vertingi ir reikšmingi mūsų organizacijai.

Plačiai pripažinta, kad naudojant GIS priimami geresni ir labiau informacija pagrįsti sprendimai. Prieiga prie erdvinių duomenų ir analitinių priemonių reiškia, kad vis daugiau sprendimų priimama remiantis GIS taikomosiomis programomis. Tačiau sprendimai, priimti remiantis neteisingais duomenimis, tikriausiai yra mažiau pagrįsti, negu sprendimai, priimti atsižvelgiant į neišsamius duomenis ir atitinkamas prielaidas. Neturint informacijos priimti sprendimai turi turėti bent prielaidas ir apribojimus. Anglų kalboje yra posakis „*Garbage In, Garbage Out*“ („iš niekų niekai ir išeina“). Jo prasmė GIS kontekste labai paprasta: jei analizei naudojami pradiniai duomenys netikslūs arba neteisingi, analizės rezultatai taip pat nebus tikslūs ar teisingi. Paprasčiau sakant, analizės rezultatai priklauso nuo jų rengiant naudotų pradinių duomenų kokybės. Jei norime pasitikėti analitiniais rezultatais, turime suprasti pradinių duomenų klaidų lygį ir įsivaizduoti, kas su šiuo klaidų lygiu vyks atliekant reikiamus apdorojimo veiksmus.

Duomenų kokybę galima nagrinėti sąnaudų ir naudos analizės sąvokomis. Naudodamiesi GIS dažnai lyginame techninės ir programinės įrangos, duomenų ir mokymo sąnaudas su tuo, kiek leis sutaupyti didesnis efektyvumas ir patikimesni sprendimai (taip pat žr. 4 dalies 3 temą). Jei veiklos funkcijos nėra efektyvios arba sprendimai priimami remiantis prastais duomenimis, nepanašu, kad GIS nauda atpirktų sąnaudas.

Auganti GIS duomenų kokybė paprastai didina duomenų rinkimo sąnaudas. Viena iš svarbiausių GIS vadovo užduočių yra nustatyti deramą kompromisą tarp rinkimo sąnaudų ir duomenų kokybės. Prastos duomenų struktūros ir neteisingos reikšmės gali netgi paprastas užduotis, pavyzdžiui, duomenų paiešką, padaryti labai neefektyvias, o netikslumai gali padidinti veiklos sąnaudas. Panagrinėjime požeminės infrastruktūros, pavyzdžiui, vandentiekio vamzdynų, kanalizacijos ar kitų komunalinių tinklų, išdėstymo rinkinį. Šio išdėstymo tikslaus surinkimo sąnaudos bus brangios, neretai duomenis reikės rinkti vietoje. Tačiau bus galima nemažai sutaupyti priežiūrai. Pasiųsti remonto brigadą iškasti nedidelę duobę reikiamoje vietoje yra daug pigiau, negu iškasti didelę duobę ieškant vamzdyno arba iškasti duobę ne toje vietoje. Be to, bus mažiau sugadinama kito turto, mažiau kliudoma transporto srautams ir šalia esančioms komunikacijoms. Neteisingų sprendimų kaina gali svyruoti nuo elementarios (pvz., ne tiems namų savininkams pasiūstas pranešimas, kad bus laikinai nutrauktas vandens tiekimas) iki katastrofiškos (dėl

ne tuo adresu pasiūsto greitosios pagalbos automobilio gali būti prarasta žmogaus gyvybė).

Kartu su sąnaudomis dėl blogos duomenų kokybės didėja ir tikimybė susidurti su sunkumais dėl klaidų. Vis didėjantis privačiame sektoriuje rengiamų duomenų kiekis ir augantys duomenų mainai tarp institucijų reiškia, kad daugeliu atvejų organizacijos naudojami duomenys būna parengti ne jos viduje. Antrinių duomenų rinkimo sąlygos ir procedūros gali būti nežinomos, tai kelia abejonių dėl naudojant šiuos duomenis atliekamos analizės patikimumo. Tikslumo reikalavimai priklauso nuo taikymo, ir augantys duomenų mainai reikš didėjančią tikimybę, kad duomenys bus panaudoti visiškai kitokiais tikslais, negu iš pradžių buvo numatyta. Neturint tvirto supratimo apie turimo duomenų rinkinio klaidas arba neaiškumus, negalima priimti efektyvaus vadybinio sprendimo, ar jie tinkami jūsų tikslui.

Duomenų kokybė iš esmės yra rizikos valdymo atvejis. Esama rizikos, kad duomenys bus netinkami numatytam tikslui ir kad pasekmės gali svyruoti nuo papildomų sąnaudų iki neteisingų atsakymų į svarbiausius klausimus. Ši medžiaga logiškai galėtų būti pateikta kaip 3 dalies rizikos valdymo temos skyrelis, tačiau yra pakankamai svarbi, kad būtų atskirai nagrinėjama čia.

Šioje dalyje bus nagrinėjamos šios duomenų kokybės ir klaidų temos:

Klaidų tipai

Klaidų šaltiniai

Klaidų valdymas

5.1 Klaidų tipai

5.1.1 Įžanga

Yra keletas duomenų kokybės aspektų. Galime vertinti juos kaip įvairias klaidų matavimo „liniuotes“ arba skirtingus mūsų duomenų klaidų tipus:

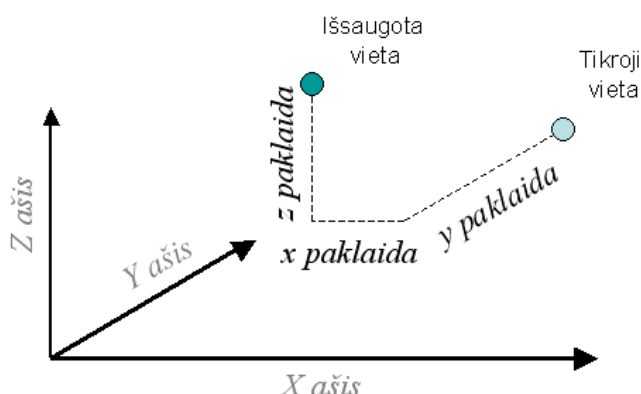
- Padėties tikslumas.
- Teminis arba atributų tikslumas.
- Chronologinis tikslumas.
- Loginis nuoseklumas.
- Išsamumas.

Daugelyje jų yra sąvoka **tikslumas**. Tikslumą galima nagrinėti kaip klaidų nebuvimą arba duomenų „teisingumą“. Tikslūs GIS duomenys duomenų bazėje vaizduoja dalykus taip, kad jie būtų labai panašūs į esančius tikrovėje. Iš ankstesnio GIS kurso studentai tikriausiai sužinojo, kad informacija duomenų bazėje negali visiškai tiksliai atvaizduoti realybės. Bandytas atvaizduoti realų pasaulį kompiuteriniu modeliu visuomet bus tam tikro lygio abstrakcija ar apibendrinimas. Dėl šios priežasties GIS duomenys niekada negalės būti absoliučiai tikslūs, tačiau jie gali būti tinkami numatytam tikslui arba pakankamai tikslūs tam tikrai analizei ar vaizdiniam pateikimui.

Tai reiškia, kad galime lyginti mūsų duomenų bazėje saugomas reikšmes su stebima tikrove. Taip gali būti ne visada. Pavyzdžiui, kai kurie žemėlapiuose pažymėti reiškiniai, tokie kaip kaimynystė, yra interpretuojami subjektyviai. Norint sužinoti vietovės gyventojų suvokiamas kaimynystės ribas, galima atlikti jų tyrimą, tačiau kaimynystės ribų neįmanoma nustatyti paprasčiausiu stebėjimu. Istoriniuose žemėlapiuose taip pat parodyta realybės praeities būsena, kurios gali būti neįmanoma patikrinti kiekybiškai.

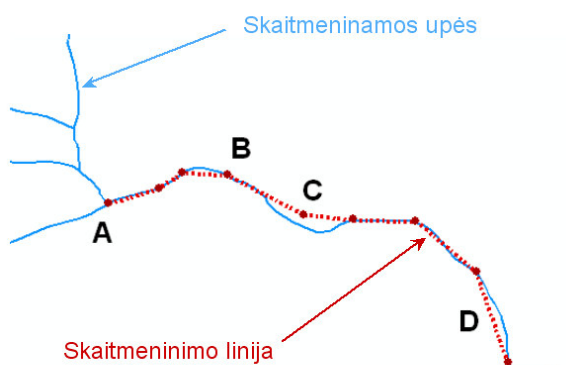
5.1.2 Padėties tikslumas

Dirbant su erdviniais duomenimis akivaizdžiausias klaidų tipas yra erdvinio vaizdavimo klaidos. Šį erdvinį, arba padėties, tikslumą galime traktuoti kaip duomenų bazėje esančios erdvinės informacijos, pavyzdžiui, x , y koordinatų, artumą tikrajai buvimo vietai. Taško erdvinė paklaida gali būti išreikšta kaip paklaida vienos ašies (pvz., x , y , z) atžvilgiu arba kaip horizontalioji, vertikalioji arba bendroji paklaida. 5.1 pav. parodytas paklaidos matavimo pagal tris ašis pavyzdys.



5.1 pav. Taško paklaidos matai

Linijų ir daugiakampių kraštinių paklaidas nustatyti ir išreikšti skaičiais sunkiau dėl paprastos priežasties – GIS linijos niekada negalės atitikti realybėje randamų formų subtilumo. Pavyzdžiui, kai upė kuriama kaip linija GIS duomenų bazėje, ši upė suabsoliutinama arba generalizuojama, kad atitiktų tam tikrą duomenų registravimo mastelį. Kai kurie linijos taškai, pavyzdžiui, dviejų upių santaka, gali būti palyginti su tikrąja vieta, tačiau dauguma upės formą apibrėžiančių taškų neatitinka konkrečių ir išmatuojamų Žemės vietų. 5.2 pav. parodytas skaitmeninimo pavyzdys.



5.2 pav. Linijos tikslumas ir skaitmeninimas

A taškas atitinka konkrečią vietą (dviejų mažų upių santaką), kurią galima nustatyti erdvėje. Galime įvertinti šio taško, kaip ir bet kurio kito duomenų taško, tikslumą.

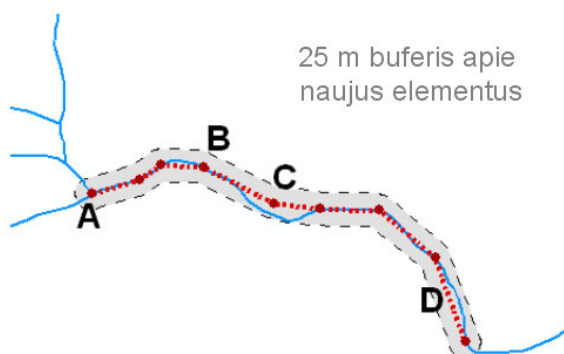
Taškas B atrodo tikslus, nes jis paprasčiausiai yra ant linijos, kurią bandoma atvaizduoti. Tačiau, jei šį tašką gerokai paslinktume upe aukštyne arba žemyn (tačiau jis liktų ant upės linijos), ar jis tebebūtų tikslus? Atsakymas priklauso nuo to, kas po taško B perkėlimo atsitiktų su visa linija. Šio tipo taškas (pvz., B, C) dažnai vadinamas **kontūro tašku**, nes jis žymi ne konkrečią nustatomą vietą, o tiesiog nusako linijinio elemento kontūrą. Jis taip pat

gali būti vadinamas **viršūne** (skirtingai nuo galinio taško mazgo). Kontūro taškai iš dalies pasirenkami laisvai, ir duomenis įvedantis technikas tiesiog atideda taškus, kad linija pakankamai tiksliai reikiamu masteliu eitų pagal norimą elementą. Dėl to tokių taškų paklaidos dydžio apskaičiavimas ypač sudėtingas.

Panašiai tikriausiai galime konstatuoti, kad taškas C turi paklaidą, nes šis taškas nėra ant elemento, kurį stengiamasi atvaizduoti. Bet šios paklaidos dydis taip pat neaiškus. Galime teigti, kad paklaida yra atstumas nuo C iki artimiausio upės taško. Nors kaip ir B atveju upėje aukščiau arba žemiau gali būti taškų, kurie bendrąjį gautos linijos kontūrą darys labiau atitinkantį tikrąjį elementą negu artimiausias taškui C upės taškas.

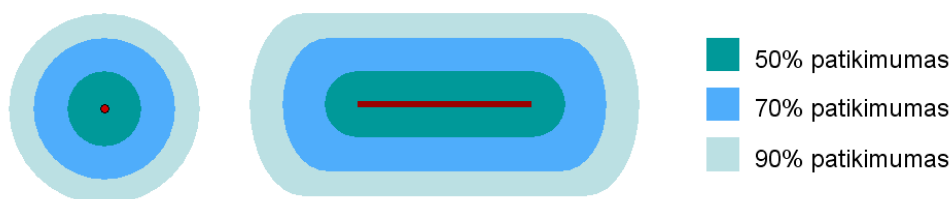
Raidė D žymi naujos linijos dalį, kuri gerokai nutolusi nuo tikrojo upės elemento. Čia nukrypimas nuo tikrosios upės vietos atsiranda dėl to, kad kontūro taško trūksta, o ne dėl kontūro taško vietos. Kaip tiksliai linijinis GIS elementas atvaizduos linijinį objektą tikrovėje, lemia kontūro taško vieta bei kontūro taškų tankis. Šių taškų kūrimas arba praleidimas yra dalis apibendrinimo, būdingo realaus pasaulio objektus vaizduojant kompiuterinėje duomenų bazėje.

Vienas būdas apibrėžti linijinių elementų klaidą yra aplink skaitmeninamą liniją (arba daugiakampio kontūrą) nustatyti buferį (fiksauto ploto zoną), kurio plotis atitinka duomenų paklaidos lygį. Šis buferis rodo plotą, kurio viduje tam tikru patikimumu yra tikroji linija. Tačiau buferiai gali būti nevienodi, nes tiesias linijas tiksliai skaitmeninti paprasčiau negu sudėtingas kreives, o linijas su daugeliu aiškiai nustatomų vietų (pvz., gatvių sankryžų) galima skaitmeninti tiksliau negu atskiras erdvėje izoliuotas linijas. 5.3 pav. parodytas tokio klaidos buferio pavyzdys.



5.3 pav. Buferiu vaizduojamas linijos tikslumas

Šio buferio plotis yra duomenų patikimumo funkcija. Kuo platesnis buferis, tuo didesnė tikimybė, kad tikroji elemento vieta bus kažkur jame. 5.4 pav. parodytas su buferio pločiu didėjančio patikimumo principas. Šiame paveikslėlyje, pavyzdžiui, 70 proc. buferis apims tiek pateikto 50 proc. buferio, tiek 70 proc. buferio apibrėžiamus plotus. Nagrinėjamo patikimumo buferio bazinio vieneto plotis, pavyzdžiui, 90 proc. patikimumui, bus duomenų mastelio funkcija (t. y. kuo stambesnis mastelis, tuo siauresnis buferis ir tuo tikresni galime būti dėl erdvinio tikslumo).



5.4 pav. Taškinio ir linijinio elementų padėties paklaida ir patikimumo ribos

Mastelis yra žemėlapyje esančio atstumo (pavyzdžiui, tarp dviejų elementų, arba vieno elemento dydžio) santykis su atitinkamu atstumu Žemės paviršiuje. Jis gali būti išreikštas santykio trupmena, pavyzdžiui 1:50 000. Tai reiškia, kad 1 vienetas žemėlapyje atitinka 50 000 tokių pat vienetų Žemėje. 1:5 000 yra stambaus mastelio žemėlapių pavyzdys, vaizduojantis nedidelį plotą su daugeliu detalių. 1:2 000 000 yra smulkaus mastelio žemėlapis, vaizduojantis didelį plotą su labai nedaug detalių.

GIS daugiausia yra nepriklausoma nuo mastelio, nes žemėlapius ekrane arba popieriuje galime sudaryti bet kokių mastelių. Tačiau praktikoje yra panaudojamo mastelio ribos. Problemos kyla tuo atveju, jei GIS duomenys naudojami analizei arba peržiūrai masteliais, kurie gerokai skiriasi nuo duomenų įvesties mastelio. Įvesties mastelis lemia:

- atitinkamą tikslumo, preciziškumo ir apibendrinimo lygį; stambiams masteliams paprastai reikalaujama didesnio tikslumo ir preciziškumo bei mažesnio apibendrinimo laipsnio;
- kokie elementai gali būti pavaizduoti; maži elementai, tokie kaip pastatai, negali būti pavaizduoti smulkaus mastelio žemėlapyje, pavyzdžiui, visos šalies;
- kaip bus vaizduojami elementai; 1:1 000 000 masteliu miestas gali būti taškas, o 1:20 000 masteliu jis bus didelis daugiakampis.

Dėl šių priežasčių, pavyzdžiui, 1:250 000 mastelio žemėlapis negali būti efektyviai panaudotas analizuoti ar peržiūrėti 1:10 000 masteliu. Miestai, kurie 1:250 000 mastelio žemėlapyje vaizduojami kaip taškai, netaps daugiakampiais, nes paprasčiausiai neturėsite galimybės padidinti vaizdo iki 1:10 000. Daugelis elementų (pavyzdžiui, nedideli ežerai) 1:250 000 masteliu paprasčiausiai nebus pavaizduoti, o išdėstymo tikslumo reikalavimai nebus tenkinami.

Preciziškumas gali būti traktuojamas kaip matavimų tikslumas, arba duomenų **skiriamoji geba**. Tačiau būtina įvertinti, kad preciziškumu taip pat gali būti laikomas matavimų, erdvinių objektų padėties standartinis nuokrypis. Funkciniu požiūriu tai mažiausio elemento, kuris gali būti pavaizduotas duomenų bazėje, dydis. Jis glaudžiai susijęs su duomenų masteliu, nes mažiausio galimo atvaizduoti dalyko dydis keisis kartu su ekrano arba duomenų rinkimo masteliu. Pavyzdžiui, jei laikysime, kad mažiausias objektas, kurį žmogus gali be didesnių pastangų atskirti popieriniame žemėlapyje, yra 0,5 milimetras, šio dydžio objektas bus 25 metrų 1:50 000 masteliu ir 500 metrų 1:1 000 000 masteliu. Stambesnio mastelio žemėlapis leidžia geriau pastebėti elementus ir dėl to paprastai reikia didesnės skiriamosios gebos. Rastrinėje duomenų bazėje skiriamoji geba paprasčiausiai yra vaizdo taško dydis.

Nors preciziškumas paprastai vartojamas aprašyti erdvinį preciziškumą, kaip minėta, jis taip pat gali būti taikomas ir atributų preciziškumui. Atributų skiriamoji geba nurodo, kaip tiksliai elementas aprašytas arba kaip išsamiai jis klasifikuojamas. Žemės sklypo kraštinės matavimas 3 dešimtinių dalių (pvz., milimetru) tikslumu, arba detalaus žemėnaudos klasifikavimo saugojimas, pavyzdžiui, „vienos šeimos gyvenamasis sklypas“ (vietoj paprasčiausio „miesto“), yra preciziškų atributų pavyzdžiai.

Paprastai didėjanti skiriamoji geba neužtikrina, kad atitinkamai gerės tikslumas. Galima turėti stambaus mastelio didelės skiriamosios gebos, bet mažo tikslumo duomenis. Šios situacijos pavyzdys gali būti labai mažo vaizdo taško dydžio, tačiau prastai su geografinėmis koordinatėmis susietas palydovinis atvaizdas. Paprastai vektorinius duomenis saugome naudodami didelio tikslumo (iki metro) koordinates, tuo tarpu jų vieta gali turėti tik 25 metrų tikslumą. Taigi, tikslumas paprastai būna mažesnis negu nagrinėjamo duomenų rinkinio preciziškumas. Tačiau mažėjant skiriamajai gebai tikslumas *turi* atitinkamai mažėti. Pavyzdžiui, 10 m vaizdo taško rastras gali turėti tik 10 m tikslumą.

5.1.3 Teminis tikslumas

Teminis tikslumas (dar vadinamas **atributų tikslumu**) yra duomenų bazėje saugomų reikšmių artumas tikrosioms reikšmėms. Atributų reikšmės gali būti paprasčiausiai neteisingos, pavyzdžiui, neteisingas tam tikro gatvės elemento gatvės pavadinimas. Šių rūšių klaidas palyginti nesunku pastebėti ir ištaisyti. Surasti kitas atributų klaidas gali būti daug sudėtingiau. Pavyzdžiui, paprasčiausią netikslią vietovės aukščio reikšmę nustatyti labai sudėtinga. Panaši situacija egzistuoja subjektyviai klasifikacijai, kai daugiakampis gali būti koduojamas „jaunu mišku“ vietoj „seno miško“. Teminis tikslumas, skirtingai nuo erdvinių duomenų, nepriklauso nuo mastelio.

5.1.4 Chronologinis tikslumas

Kai duomenų bazė turi laiko komponentą, turi būti atsižvelgiama į chronologinį tikslumą. Pavyzdžiui, jei duomenų bazėje saugomas pastato egzistavimo laikas, turi būti nagrinėjamas statybos ir nugriovimo datų tikslumas. Chronologinis tikslumas nėra tas pats, kas laikas, kada atnaujinti duomenys. Laiko duomenys gali būti chronologiškai tikslūs, tačiau dar neatnaujinti. Pavyzdžiui, miško medyną žymintis daugiakampis gali turėti atributą, kuris nurodo, kad miškas šiame plote 2003 m. buvo iškirstas. Jei atributai laiku neatnaujinti, galime nežinoti, kad miško medynas buvo atsodintas 2005 m. ir dabar yra jaunuolynas. Jei miškas iš tiesų buvo iškirstas 2003 m., duomenys chronologiškai yra teisingi, tačiau pasenę, nes atsodinimas dar neužregistruotas. Chronologinis tikslumas svarbus istorijai.

5.1.5 Loginis nuoseklumas

Loginis nuoseklumas nurodo, ar duomenys turi prieštaravimų. Gali būti dviejų tipų loginio nuoseklumo klaidos:

Erdvinis nuoseklumas nurodo, kaip sąveikauja erdviniai duomenys, kurie gali būti laikomi topologinio nuoseklumo klaidomis. Paprasčiausi pavyzdžiai gali būti topologinių išimčių, pavyzdžiui, per artimų nepataikymų arba atkarų buvimas. Daugelis taikomųjų programų turi priemones, padedančias tokias klaidas surasti ir ištaisyti, tačiau yra tokių erdvinėje duomenų bazėje galinčių atsirasti nenuoseklumų, kurie aiškiai nepažeidžia šių elementarių taisyklių.

Pavyzdžiui, išnagrinėkime tokią situaciją. Seisminės linijos yra labai ilgos siauros miško proskynos, leidžiančios naftos ir dujų paieškos įrangai pagal paieškos tinklą reguliariais terminais imti mėginius. Šios linijos gali būti keleto kilometrų ilgio ir skersai bei išilgai kerta naftos išteklių potencialą turinčias sritis. Biržės yra gana dideli miško plotai, kurie iškertami medienai.

GIS duomenų bazės požiūriu kyla klausimas, ar per biržę einanti seisminė proskyna iš tiesų ten yra. Galima manyti, kad siaura miško proskyna negali egzistuoti dideliame iškirstame plote ir kad seisminės linijos, pasiekusios biržę, turėtų nutrūkti ir vėl prasidėti kitoje pusėje, kai jos toliau tęsiasi miškingoje teritorijoje. Loginio nuoseklumo klaidos gali kilti, jei, pavyzdžiui, skirtingi tos pačios organizacijos technikai skirtingai skaitmenintų šiuos elementus. Jie vienas operatorius stengsis, kad seisminės linijos būtų pertrauktos ir ištrintos, kai kertasi su biržėmis, o kitas operatorius paprasčiausiai skaitmenins per biržę einančią seisminę liniją, duomenų bazėje atsiras nenuoseklumas. Jei, pavyzdžiui, analitinis modelis turės apskaičiuoti iškirstus plotus, jis gali dukart įskaičiuoti plotus, kur seisminės linijos eina per biržes.

Kitas erdvinio nuoseklumo pavyzdys susijęs su gatvių tinklo topologija. Nenuoseklumas gali atsirasti, jei tam tikrose tinklo dalyse susijungiančios gatvės suskaidomos sankirtoje atidėtu bendru sujungimo mazgu (tašku), o kitose tinklo dalyse kelio elementai paprasčiausiai kertasi erdvėje neturėdami naujo susikirtimo mazgo. Atkreipkite dėmesį, kad pastarasis atvejis kelia problemą tinklo analizei, nes programinė įranga nelaiko, kad linijos kertasi, jei jos nėra sujungtos bendru sankirtos mazgu. Laikoma, kad linijos, kurios kertasi erdvėje be sujungimo mazgo, vaizduoja tokias situacijas, kaip viadukai, kur automobiliai negali pasukti iš vienos gatvės į kitą.

Neerdvinis nuoseklumas. Šios klaidos yra su GIS atributais susijęs nenuoseklumas. Klaidos gali būti procedūrinės, kai lyginame dviejų šalių gyventojų tankį, tačiau kiekvienos šalies gyventojų duomenys buvo surinkti skirtingais metais. Klaidos taip pat gali būti saugomų reikšmių prieštaravimai, pavyzdžiui, jei lentelėje saugomas plotas, gyventojų skaičius ir gyventojų tankis, tačiau šios reikšmės nėra tarpusavyje suderintos.

5.1.6 Išsamumas

Išsamumo klaidos reiškia dalykus, kurie neįtraukti į duomenų bazę. Jos gali reikšti esančias ar trūkstamas ištisas elementų klases, kurių reikia tam tikram tikslui, tačiau labiau tikėtina, kad reikš atskirus elementus, praleistus duomenų bazėje.

5.2 Klaidų šaltiniai

Prieš tai esančiame aprašyme buvo pateiktas galimų GIS duomenų klaidų tipų sąvadas. Šios klaidos gali atsirasti įvairiai, ir suprasti tokių klaidų šaltinius labai svarbu siekiant mažinti ir valdyti duomenų klaidas. Toliau pateikiama trumpa apžvalga, kaip klaidos patenka į duomenų rinkinius.

5.2.1 Akivaizdžios klaidos

Aktualumas

Yra keletas akivaizdžių priežasčių, dėl kurių duomenys gali būti netikslūs. Pirma, duomenys yra paprasčiausiai pasenę. Būtinybė atnaujinti duomenis, be abejonės, bus žemėlapyje vaizduojamo reiškinių prigimtės funkcija. Pavyzdžiui, dirvožemio ir reljefo duomenys kinta gana lėtai, ir tokią informaciją galime neatnaujinę naudoti daug ilgiau negu dinamiškesnių duomenų rinkinių, pavyzdžiui, žemėnaudos arba transporto tinklo.

Pasenę duomenys reiškia, kad nuo paskutinio atnaujinimo elementai fiziškai pasikeitė, atsirado ar išnyko. Be to dar Burrough ir McDonnell (1998) teigia, kad turime atsižvelgti į galimą viso duomenų rinkinio esmės pasikeitimą. Dabar duomenys gali būti renkami pagal kitokias specifikacijas (pvz., mažiausias daugiakampio dydis arba klasifikacijos apibrėžimas) arba kitokius standartus. Dažnai duomenų tiekėjai (pvz., centrinė vyriausybės agentūra, kuri atsako už tam tikro duomenų rinkinio, pavyzdžiui, žemėnaudos arba planimetrijos, rengimą ir priežiūrą) duomenų rinkinio atnaujinimo metu keis būdus, kuriais renkami arba pateikiami duomenys, nes atsirado geresnės duomenų apdorojimo technologijos arba pasikeitė vartotojų keliama reikalavimai duomenims. Tokiu atveju naujų, atnaujintų duomenų taikymas ir panaudojimas gali visiškai skirtis nuo senosios tų pačių duomenų versijos.

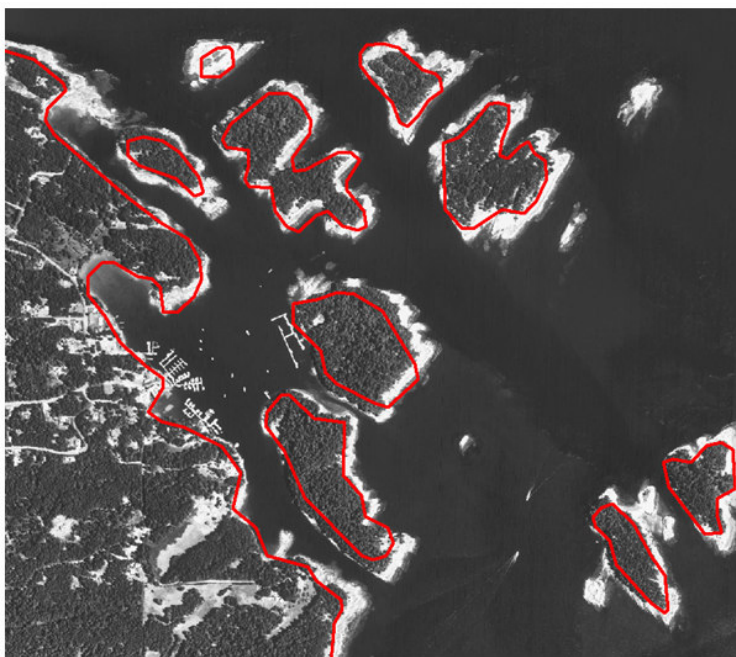
Erdvinė apimtis

Kitas akivaizdžių klaidų šaltinis paprasčiausiai yra erdvinė duomenų apimtis. Jei reikalingi duomenys neapima visos geografinės srities, kurioje mums jų reikia, bet kokia analizė bus tikrai neišsami. Įprasta, kad studijos, apimančios dideles tiriamas sritis, gali turėti dalinę labai geros kokybės stambaus mastelio žemėlapių aprėptį. Tačiau kai kuriose srityse vieninteliai turimi duomenys gali būti smulkesnio mastelio ir ne tokie tikslūs. Tokiu atveju analitikai turi nuspręsti, ar apibendrinti stambaus mastelio žemėlapius (ar paprasčiausiai jų atsisakyti ir naudoti smulkaus mastelio žemėlapius), kad būtų galima panaudoti bendrą duomenų rinkinį, ar surinkti papildomus duomenis reikiamu masteliu, kad stambaus mastelio duomenys būtų pateikti visai tiriamai sričiai. Nerekomenduojama vykdyti tyrimo turint mišraus mastelio duomenis, nes bet koks analitinis rezultatas bus nenuoseklus ir negalima bus efektyviai palyginti tyrimo dalių rezultatų.

Mastelis ir apibendrinimai

Pastarasis pavyzdys nurodo mums paskutinę akivaizdžią duomenų problemą – mastelio. Ankstesniame skyriuje kalbėjome apie tai, kad stambesnio mastelio duomenys paprastai turi geresnę erdvinę skiriamąją gebą ir detalesnius atributus. Dėl to svarbu suderinti duomenų mastelį su analizės arba vaizdavimo reikalavimais. Numatytam tikslui naudojami per smulkaus mastelio duomenys lems erdvinių duomenų ir tikriausiai atributų netikslumus, dėl kurių nebus užtikrintas reikiamas funkcionalumas. Panaudoti per stambaus mastelio duomenys labai apkraus sistemą erdvinėmis ir atributų detalėmis, kurių greičiausiai neprireiks, ir sumažins jos našumą. Nors pastaroji aplinkybė kelia vis mažiau rūpesčio. Daugumos šiuolaikinių darbinių stočių našumas ir duomenų bazių saugojimo bei paieškos galimybės lemia, kad, pavyzdžiui, dėl papildomos erdvinės detalės sistemos našumas akivaizdžiai nesumažėja.

Pavyzdžiui, 5.5 pav. parodytas 1:100 000 mastelio pakrantės linijos elementų (raudonos linijos) panaudojimas 1:10 000 ekrano masteliu. Ši pakrantės linija tokiu masteliu nebus tinkama analizei ar pateikimui, nes šiuo masteliu 1:100 000 mastelio elementai turi nepakankamą erdvinę skiriamąją gebą, dėl kurios linijos atrodo kampuotos, ir matyti didesni kaip 40 metrų padėties neatitikimai.



5.5 pav. Erdvinių duomenų apibendrinimas

Pirmiau minėta, kad mažiausio elemento, kurį žmogus gali nesunkiai atskirti, dydis yra apie 0,5 mm popieriniame žemėlapyje. Paprastai tai taikoma ir sekant linijas – galima tikėtis, kad skaitmeninantis operatorius nukryps nuo linijos panašiu atstumu. Ši 0,5 mm yra tinkama taisyklė laukiamoms erdvinių duomenų paklaidoms, atsiradusioms tik dėl skiriamosios gebos ir apibendrinimo duomenų įvesties metu (Longley ir kt., 2005). 5.1 lentelė. šis neapibrėžtumas apibendrintas daugeliui įprastai pasitaikančių mastelių. Tai tik tikrosios paklaidos apytikrė reikšmė, tačiau ji paprastai apskaičiuojama, ir GIS duomenų naudotojams turėtų suteikti paprastą metodą suprasti turimų duomenų paklaidos galimybę, kai nėra aiškių metaduomenų.

5.1 lentelė. Mastelio sukuriamas neapibrėžtumas

Mastelis	Tikėtinas neapibrėžtumas
1:5 000	± 2,5 m
1:10 000	± 5,0 m
1:20 000	± 10 m
1:50 000	± 25 m
1:250 000	± 125 m
1:1 000 000	± 500 m

5.2.2 Matavimo klaidos

Duomenys GIS duomenų bazėje kuriami atliekant tam tikros rūšies matavimus. Tokios atributų reikšmės, kaip vietovės aukštis, dirvožemio pH ir vandens temperatūra vietovėje, matuojamos specialiais prietaisais. Erdviniai duomenys kuriami matuojant koordinates popieriniame žemėlapyje arba matuojant Žemės paviršių geodeziniais prietaisais. Visi šie matavimo metodai turi paklaidų, kurios gali būti įvestos į duomenų bazę.

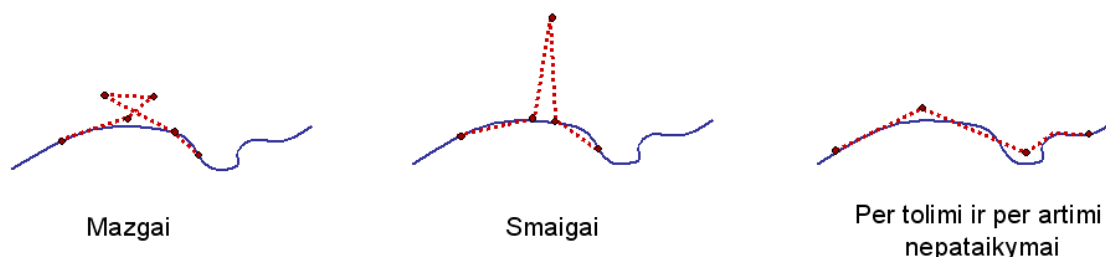
Prietaisų paklaidos

Matavimams atlikti naudojami prietaisai gali būti klaidų šaltinis. Tinkamai nesukalibruotas vandenyno gyliui ir sūrumui matuoti naudojamas prietaisas negali pateikti patikimų atributų reikšmių. Skaitmeninant popierinius žemėlapius paklaidos gali atsirasti dėl grafinės planšetės skiriamosios gebos. Aukštos kokybės stalai gali turėti 0,075 mm tikslumą, tuo tarpu prastesnės kokybės planšetės gali būti apie 0,25 mm tikslumo (Chrisman, 1997). Nors šis paklaidos koeficientas nedidelis, palyginti su kitais paklaidų šaltiniais, smulkiu masteliu, pavyzdžiui 1:250 000, 0,075 mm paklaida sukels prie 20 metrų artėjančią padėties klaidą. Skaitmeninant popierinius žemėlapius papildoma paklaida gali atsirasti ir dėl pačios medžiagos (žemėlapio). Popieriniai žemėlapiai gali susitraukti arba išsitempti nuo naudojimo arba dėl pasikeitusio drėgnumo. Reprodukavimas, pavyzdžiui, fotokopijavimas, toliau iškraipo žemėlapius. Jei įmanoma, ir ten, kur tikslumas ypač svarbus, vietoj popieriaus turėtų būti naudojama stabilesnė laikmena, pavyzdžiui, poliesterio plėvelė.

Operatoriaus klaida

Tačiau minėti klaidų šaltiniai yra nereikšmingi, palyginti su operatoriaus įveliamomis klaidomis. Įvesdami atributus operatoriai gali klaidingai interpretuoti elementą ir įvesti neteisingą reikšmę, pavyzdžiui, įvesdami „lapuočiai“, kai miško medynas iš tikrųjų yra daugiausia spygliuočių. Taip pat pasitaikys apsirikimų arba tipografinių klaidų, dėl kurių duomenų reikšmės bus klaidingos. Nedidelė klaida įvedant gatvės adresą gali sukelti geokodinį keleto kvartalų perkėlimą; tipografinė klaida įvedant miško medyno aukštį gali sudaryti keleto eilių dydžio klaidą.

Tarp operatoriaus klaidų skaitmeninant yra per didelis elementų apibendrinimas reikalaujamam duomenų masteliui, taip pat klaidos dėl neatidumo arba nevalingų raumenų judesių. 5.6 pav. parodyti kelių paplitusių skaitmeninimo problemų pavyzdžiai.



5.6 pav. Skaitmeninimo klaidų pavyzdžiai

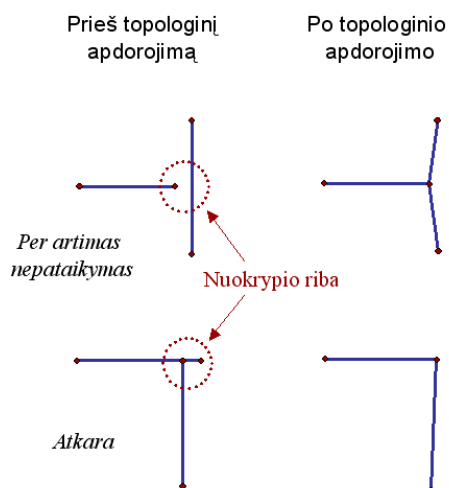
Kompiliavimo klaidos

Net jei operatoriai galėtų tiksliai paversti popierinį žemėlapij skaitmeniniu variantu, klaidos bus įvedamos, nes klaidų yra pirminiame dokumente (t. y. žemėlapyje). Pirminio dokumento klaida vadinama kompiliavimo klaida. Sferinės arba elipsoido (*datum*) žemėlapijo projekcijos pasirinkimas keičia klaidų prigimtį ir pasiskirstymą popieriniame žemėlapyje. Anksčiau aptartos apibendrinimo paklaidos taip pat egzistuoja ir popieriniuose žemėlapiuose, nes pirminis kartografas turėjo abstrahuoti (apibendrinti) tikrą pasaulį, kad išdėstytų informaciją žemėlapyje. Popieriniai žemėlapiai turi ir papildomų problemų, kai siekiant pagerinti žemėlapijo skaitomumą naudojamas „kartografinis nukrypimas“. Pavyzdžiui, kai geležinkelis nutiestas greta kelio, kartografas gali fiziškai perkelti vieną ar abu elementus, kad skaitytojas galėtų aiškiai atskirti dviejų tipų linijas, net jei smulkiais masteliais šios dvi linijos praktiškai turėtų sutapti.

5.2.3 Apdorojimo klaidos

Topologinis tvarkymas

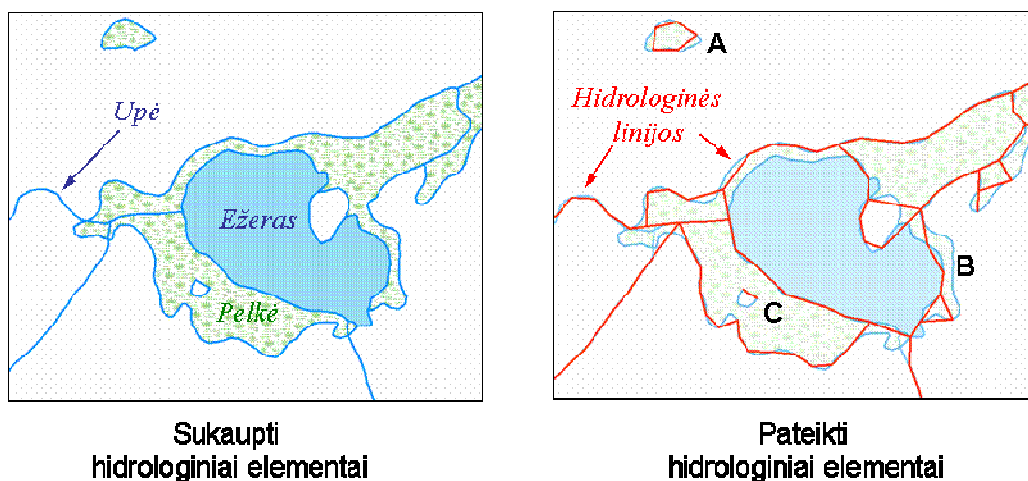
Skaitmeninamos linijos ir daugiakampiai dažnai turi nedidelių klaidų, pavyzdžiui, tarpų arba per tolimų nepataikymų, kurie neleidžia formuoti tikslių daugiakampių arba linijų tinklų. Tokios topologinės klaidos gali būti ištaisytos automatinio apdorojimu, kuris savaime panaikina pasikartojančias linijas, uždaro tarpus ir panaikina atskilusius daugiakampius. Kad atliktų šį apdorojimą, GIS programai pateikiamas **leistinas nuokrypis (Tolerance)**, kuris nustato galimo atlikti pakeitimo dydį. Pavyzdžiui, gali būti savaime panaikinta mažesnė negu nuokrypio reikšmė linijos atkara (arba per tolimas nepataikymas), arba automatiškai uždaryti mažesni negu leistinas nuokrypis tarpai poligono kontūre. 5.7 pav. parodyti du tokio topologinio apdorojimo pavyzdžiai.



5.7 pav. Topologinio apdorojimo pavyzdžiai

Leistino nuokrypio pasirinkimas lemia galutinių duomenų kokybę. Dėl per mažo leistino nuokrypio daug topologinių problemų liks nepakeistos ir prireiks nemažo rankinio įsikišimo. Tačiau per didelis leistinas nuokrypis sukels nemažų problemų dėl duomenų: mažų daugiakampių praradimą, specialiai paliktų tarpų ir atkarų panaikinimą ir linijų arba kontūrų kraštinių supaprastinimą (t. y. per didelio kontūro taškų skaičiaus pašalinimą).

Neseniai duomenis projektui pateikė už bazinių žemėlapių rengimą ir priežiūrą atsakingas departamentas. Jų pateikiami duomenys yra 1:20 000 bazinio mastelio, standartinio daugeliui GIS darbų šioje pasaulio dalyje. Į juos įtraukti tokie elementai kaip hidrologija, transporto ypatybės ir reljefas. Šiems duomenims taikomas griežtas kokybės užtikrinimo procesas, ir laikoma, kad jie atitinka paskelbtus išsamius tikslumo standartus. Tačiau pateikti duomenys topologiškai apdoroti taikant labai didelį leistiną nuokrypį greičiausiai po to, kai duomenų rinkinys perėjo visus kokybės patikrinimus. Didelio leistino nuokrypio rezultatas yra duomenų rinkinys, kuris beveik nepanaudojamas analitiniais tikslais, ypač numatytu 1:20 000 masteliu. 5.8 pav. parodyti sukaupti duomenys ir duomenys, kurie buvo pateikti.



5.8 pav. Klaidos, sukeltos didelį leistiną nuokrypį turinčio topologinio apdorojimo

Pav. kairėje (sukaupti hidrologiniai elementai) rodo ežerus, pelkes ir upes vaizduojantį duomenų rinkinį, kurio būtų galima tikėtis. Tačiau duomenys, kurie buvo pateikti, gerokai skiriasi nuo šių. Pav. dešinėje raudonai parodyta pateikta hidrologija. Galima iškart matyti didžiulius duomenų netikslumus dėl gerokai per didelio pašalintų viršūnių skaičiaus. Taške A esanti nedidelė pelkė yra klaidos dėl prarastų kontūro taškų pavyzdys. Nors ir gerokai skiriasi, šis elementas tebėra topologiškai teisingas ta prasme, kad jį tebevaizduoja uždaras daugiakampis. Matyti, kad ežero perimetras taške B turėtų būti beveik apsuptas didelio pelkės elemento. Šiuo atveju topologija gerokai pasikeitė, ir dabar rodoma, kad palei ežero rytinį krantą pelkės nėra. Siauras pelkės elementas buvo visiškai „nugnybtas“. Nedidelė tuštuma taške C turėtų vaizduoti iškilusią sritį, kuri nėra pelkėta, arba yra nedidelė salelė pelkyne. Topologinis apdorojimas suspaudė šį mažą daugiakampį į trumpą liniją. Tai taip pat yra reikšminga klaida, nes daugiakampis (arba tuštuma daugiakampyje) tapo linijiniu elementu, kuris ateityje kels topologinių problemų.

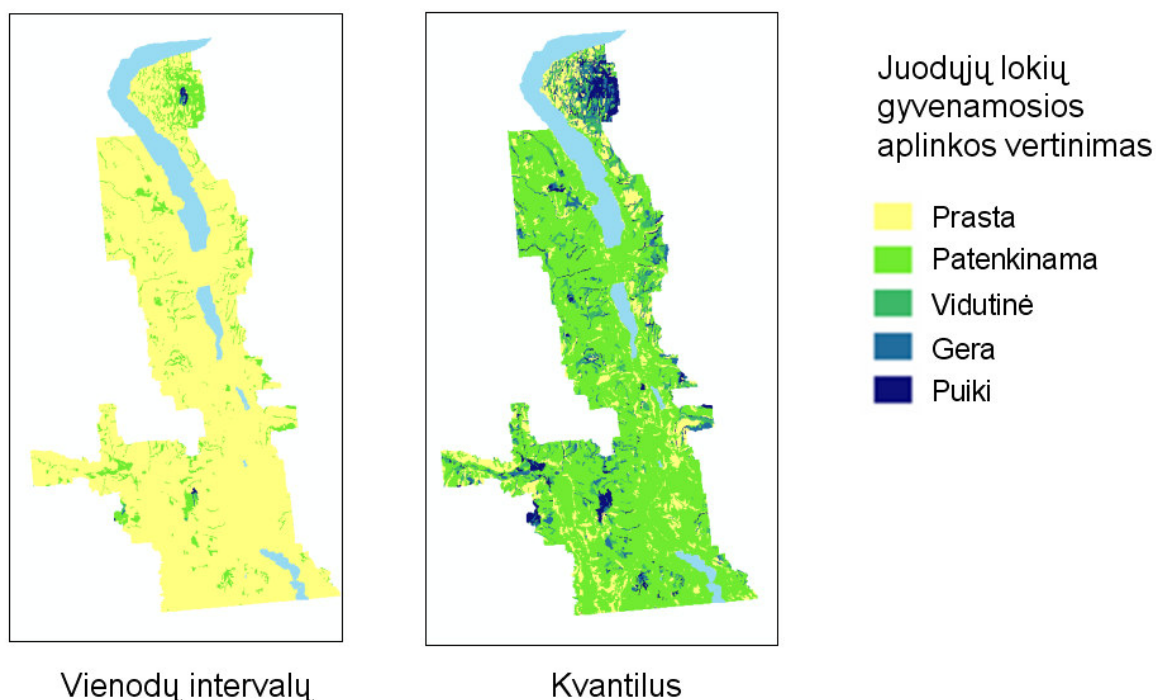
Šis pavyzdys akivaizdžiai rodo tvarkiusiųjų duomenis prieš juos išleidžiant aplaidumą, tačiau kartu efektyviai demonstruoja topologinio apdorojimo pavojus. Kad būtų sumažinti duomenų nuostoliai tokio apdorojimo metu, turėtų būti pasirinktas tinkamas leistinas nuokrypis. *ArcGIS* programos elektroninis pagalbos žinynas siūlo leistiną nuokrypį, kurio dydis – 10 proc. numatyto duomenų tikslumo. Jei, pavyzdžiui, duomenų rinkinio tikslumas bus apie 25 metrai, tiks 2,5 metro leistinas nuokrypis, kuris leis išvengti nenumatytų duomenų pakeitimų.

Vektorių vertimas rastru

Verčiant vektorinius duomenis rastrine struktūra gali atsirasti papildomų klaidų. Dėl rastrinių duomenų struktūrų prigimties jos paprasčiausiai negali būti tokios tikslios kaip vektorinė sistema, nebent laukelio dydis būtų labai mažas. Paimtas ir rastro laukeliu koduojamas atskiras taškas reiškia, kad prarandame tikslią taško buvimo vietą ir žinome tik kad tas taškas yra kažkur laukelyje. Panašiai iš tolydžios linijos sudarytas atskiras kontūras rastrinėje struktūroje taps „laiptuotas“ ir linijos formos subtilumas bus prarastas. To reikia tikėtis ir tai yra būdingas rastrinės struktūros trūkumas.

Duomenų klasifikavimas

Dėl duomenų klasifikavimo keitimo gali atsirasti jei ne klaidų, tai preciziškumo nuostolių. Netgi įprastas ir nesudėtingas procesas, pavyzdžiui, rodomų skaitmeninių duomenų klasifikavimas norint juos parodyti spalvinio kodavimo (*choropleth*) žemėlapyje mažina tikslumą. Be to, būdas, kuriuo duomenys klasifikuojami, keičia gautą erdvinį vaizdą ir tikriausiai dalies skaitytojų duomenų suvokimą. 5.9 pav. parodytas juodųjų lokių gyvenamosios aplinkos klasifikavimo dviem skirtingais būdais pavyzdys.



5.9 pav. Klasifikavimo metodų poveikis suvokimui

Rengiant šiuos žemėlapius, remiantis žemėnauda ir augalų bendrijomis apskaičiuotas skaitmeninis įvertis nuo 0 iki 100 ir suklasifikuotas pagal eilę nominalių kategorijų (prasta, patenkinama ir t. t.). Vienodų intervalų metodas užtikrina, kad kiekvienos klasės intervalo dydis būtų toks pat, tuo tarpu kvantilus metodas užtikrina, kad būtų vienodas daugiakampių skaičius kiekvienoje klasifikacijoje. Rezultatai pastebimai skiriasi, lygių intervalų žemėlapis rodo, kad didžioji srities dalis lokiams netinkama, tuo tarpu pagal kvantilų žemėlapi didžioji dalis šios srities pakankamai gera. Klasifikacija ne tik pakeičia duomenų suvokimą, bet ir panaikina duomenų preciziškumą, suskirstydama vertinimo reikšmę nominaliomis kategorijomis. Toks pat procesas gali būti taikomas ir rastrinių duomenų klasifikavimui bei nuotolinių tyrimų vaizdams.

Poligonų persidengimas

Daugiakampių perdangos operacija yra dar vienas erdvinių duomenų klaidų šaltinis. Kai perdengiami du daugiakampių rinkiniai, dažnai sukuriama labai maži atskilę daugiakampiai (arba netikri daugiakampiai). Tai ypač dažnas atvejis, kai dviejų poligonų rinkinių kontūrai skaitmeninami nepriklausomai vienas nuo kito ir dėl skaitmeninimo proceso apribojimų, identiški skirtingų duomenų rinkinių kontūrai įvedami vienodai. Nors tiesa, kad didėjant masteliui (t. y. stambesniais masteliais) gautų atitrūkusių daugiakampių *plotas* mažėja, tikėtina, kad „atplaišų“ *skaičius* iš tiesų didės, nes stambesnio mastelio duomenys dažnai turi didesnį skaičių kreivas linijas vaizduojančių kontūro taškų.

5.3 Klaidų valdymas

5.3.1 Įžanga

Išnagrinėjome klaidų charakteristikas ir šaltinius. Darydami prielaidą, kad mūsų duomenys visuomet bus šiek tiek neapibrėžti, panagrinėsime būdus, kaip tas klaidas valdyti tikintis sumažinti poveikį organizacijos veiklai. Duomenų klaidų reikšmė priklauso nuo taikymo arba panaudojimo, kuriam bus skirtas kiekvienas duomenų rinkinys. Panagrinėkime tokias tris taikymo sritis.

Rinkodaros tyrimas gali remtis adresų geokodavimu ir nustatytais ryšiais su socialiniais ir ekonominiais kintamaisiais. Netikslus arba neišsamus gatvių tinklas reikš, kad žemėlapyje galės būti atidėta mažiau negu 100 proc. adresų, tačiau tikėtina, kad tyrimas galės būti vykdomas toliau su mažesniu imties dydžiu. Tokiu atveju poveikis bus pakankamai nedidelis.

Miškininkystės programoje gali būti stengiamasi nustatyti išgautinos medienos kiekį remiantis tokiomis charakteristikomis kaip medyno aukštis, rūšys ir medžių skersmuo. Šios rūšies modelio klaidos gali sukelti finansinių nuostolių – medkirčių brigados gali iškirsti netinkamas sritis ir gautas medienos kiekis gali būti mažesnis, negu numatyta.

Pagalbos automobilių maršruto parinkimo programai naudojamas detalus gatvių tinklas, kad būtų galima nukreipti policijos, ugniagesių ar greitosios pagalbos tarnybas į reikiamas vietas. Dėl gatvių tinklo topologijos klaidų arba adresų klaidų pagalbos tarnybos gali vėluoti, ir tai gali kainuoti žmogaus gyvybę. Čia klaidos neleistinos.

Galima matyti, kad duomenų tikslumo reikalavimai gali skirtis. Rinkodaros organizacija gali būti visai patenkinta 70 proc. gatvių tinklo tikslumu. Miškotvarkos modeliavimo agentūra reikalaus didesnio tikslumo, tačiau 90 proc. tikslumas gali būti priimtinas rizikos lygis. Pagalbos tarnybų dispečeriams greičiausiai reikės artimo nuliui klaidų koeficiento. Priimtino klaidų koeficiento nustatymas iš esmės yra rizikos valdymo klausimas. Kaip minėta šio kurso 3 dalyje, būtina įvertinti riziką ir numatyti galimas jos sumažinimo priemones.

5.3.2 Klaidų valdymo strategijos

Keletas elementarių organizacijos veiksmų gali gerokai sumažinti duomenų klaidų poveikį.

1. Nustatykite procedūrų ir duomenų standartus. Turime pripažinti, kad klaidos yra neatskiriamos nuo mūsų duomenų, tačiau dėl mūsų atliekamo apdorojimo klaidos negali didėti ar atsirasti naujų. Išsamus standartų aptarimas nepatenka į šios dalies apimtį, tačiau paprastai standartai turi apibrėžti duomenų kūrimo būdus, galutinio produkto pobūdį, reikalaujamus metaduomenis ir netgi simbolius, kurie naudojami pateikiant duomenų rinkinį. Standartai gali būti parengti organizacijos (t. y. vidaus standartai), išorinės vyriausybės agentūros arba specialistų organizacijos. Tokios organizacijos kaip JAV Federalinis geografinių duomenų komitetas (*Federal Geographic Data Committee* – FGDC) rengia daugelio bendrų duomenų taikymo standartus, tarp kurių kadastro duomenų turinys, augmenijos klasifikavimas, dirvožemio geografiniai duomenys ir pavojai aplinkai. Panašios organizacijos veikia daugelyje šalių.

Standartiniai būdai atlikti darbus užtikrina duomenų produkto nuoseklumą. Jei duomenis reikia naudoti ir jais keistis tiek viduje, tiek išorėje, jie turi būti parengti ir

apdoroti nuosekliai, kad sumažėtų duomenų keliamų problemų. Pavyzdžiui, turi būti dokumentuoti duomenų kūrimo (mažiausias daugiakampio dydis, duomenų klasifikavimo susitarimai, priimtini apibendrinimo lygiai skaitmeninant ir pan.) ir tarpinio apdorojimo (topologijos tvarkymo nuokrypiai, koordinatų transformavimo procedūros ir pan.) geriausi pavyzdžiai. Jei išoriniai standartai neegzistuoja, turi būti parašyti vidiniai, nustatytos darbo taisyklės ir jų laikomasi.

Su standartiniais procesais ir produkto apibrėžimu yra susijęs mokymas. Siekiant užtikrinti, kad duomenys būtų nuosekliai ir tinkamai parengti, reikia, kad visi operatoriai būtų susipažinę su standartais. Trumpi viso techninio personalo lankomi kursai yra visai nedidelė investicija, palyginti su netinkamai sukurtų arba apdorotų duomenų taisymo sąnaudomis. Tikslas yra pateikti nuoseklų duomenų rinkinį, kuriame bus kuo mažiau nereikalingų klaidų. Nuoseklumas reiškia **pakartojamumą**, kai tuos pačius duomenų rinkimo ir analizės metodus pritaikiusi kita šalis gautų tokį patį rezultatų rinkinį. Jei surinkimo ir analizės neįmanoma pakartoti, negalima labai pasitikėti gautu rezultatu.

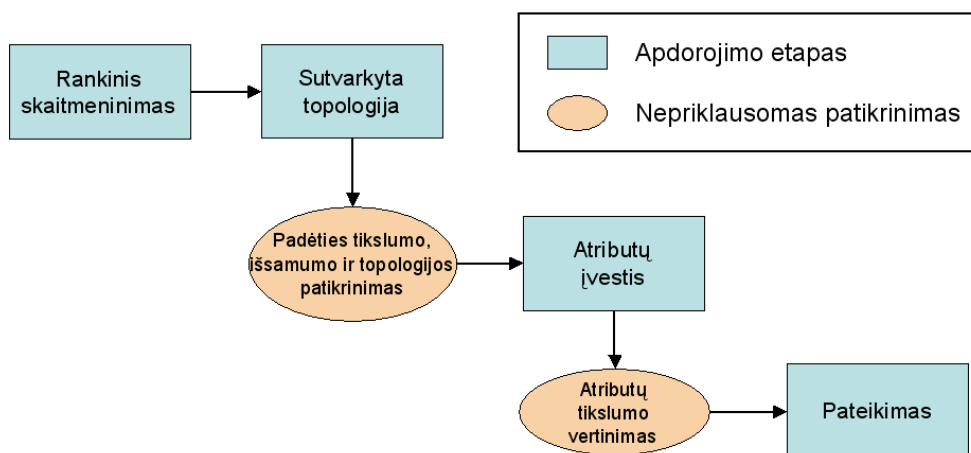
2. Patvirtinkite procesą ir produktus dokumentais. Dokumentų rengimas duomenų rengimo ir analizės metu pasitarnauja dviem tikslais. Pirma, ji reiškia proceso sekimą ir užtikrinimą, kad rengiant atitinkamą duomenų rinkinį būtų atlikti visi būtini žingsniai. Antra, ji tarnauja registruojant visą ankstesnį duomenų rinkinio apdorojimą ir suteikia svarbios informacijos galutinių duomenų naudotojams.

Sudėtingoje darbinėje aplinkoje, kai su daugeliu skirtingų duomenų rinkinių potencialiai dirba daug įvairių operatorių (tikriausiai didelis duomenų rinkinys yra suskirstytas žemėlapių lapais), patartina registruoti kiekvieno duomenų rinkinio būseną, kai jis keliauja per reikalingus apdorojimo etapus. Tai gali būti tam tikras „kontrolinis veiksmų sąrašas“: kiekvienas apdorojimo etapas (pvz., registravimas (įrašoma vid. kv. paklaida), skaitmeninimas, topologinis apdorojimas, atributų įvestis, pakartotinis projektavimas, kontrolinis atspaudas ir kt.) pabaigoj identifikuojamas ir įtraukiamas į registravimo žurnalą. Tai užtikrina, kad nebūtų praleistas nė vienas apdorojimo etapas, ir pateikia audito žymas, jei vėliau bus pastebėta nesklandumų.

Kai duomenų rinkinys baigtas (kaip išvestis, kaip analizė arba kaip naujas sukurtas duomenų rinkinys), turi būti surašyta duomenų rinkinio **chronologija (Lineage)**. Chronologija nurodo su šiuo duomenų rinkiniu susijusios veiklos istoriją nuo jo šaltinio iki dabartinės būsenos. Įtraukite visus duomenų šaltinius, įvesties metodus, apdorojimo etapus, žinomas klaidas arba problemas ir duomenims rengti naudotą programinę įrangą. Ši informacija leis bet kokiems būsimiems duomenų naudotojams (ar netgi jums po kelerių metų!) suvokti bendrą kokybę ir bet kokias galimas problemas.

3. Įvertinkite ir išbandykite produktą. Didžioji klaidų valdymo dalis reikalauja, kad naudotojai suprastų duomenų keliamas problemas. Pradiniai duomenys, nauji pirminiai duomenų rinkiniai ir analizės rezultatai turėtų būti patikrinti siekiant nustatyti klaidų lygį. Konkretūs klaidų vertinimo metodai bus pateikti tolesniame skyriuje.

Kaip bendros kokybės kontrolės (KK) programos dalis, duomenų produktų patikrinimai turėtų būti įtraukti į duomenų apdorojimo etapus. Nustatykite pagrindinius duomenų apdorojimo momentus, kai labiausiai tikėtina, kad į duomenis įsivels klaidų, pavyzdžiui, skaitmeninimas, perprojektavimas arba daugiakampių perdanga. Tada KK pastangos išmatuoti duomenų kokybę galės būti sutelktos į šiuos konkrečius proceso momentus. 5.10 pav. parodytas paprastos duomenų apdorojimo eigos pavyzdys su į jį įtrauktais patikrinimais.



5.10 pav. Gamybos tvarkos pavyzdys su kokybės patikrinimais

Paprastai naudinga, kad duomenis peržiūrėtų nepriklausomas inspektorius. Tai gali būti antras operatorius, nedalyvaujantis apdorojant duomenis, arba patikrinimus atliekanti išorinė agentūra.

4. Praneškite apie rezultatų neapibrėžtumą. Tai iš tiesų yra ankstesnio 2 punkto (dokumentavimo) išplėtimas, tačiau kai pateikiamas galutinis duomenų rinkinys, kaip duomenų rinkimo, transformavimo arba analizės išvadų rezultatas, turi būti pažymėta planuojama duomenų paklaida. Idealiu atveju kiekvienas GIS sluoksnis turės tiek erdvines, tiek atributų reikšmių patikimumo ribas.

Be to, duomenų neapibrėžtumas turėtų atsispindėti rezultatuose. Pavyzdžiui, jei apskaičiuotas daugiakampio plotas yra 1 426,453 kv. metrai, tai leidžia manyti, kad duomenys pakankamai tikslūs, jog leistų skaičiuoti rezultatus 3-čios dešimtainės skilties tikslumu. Jei taip nėra, pateikiamos trys dešimtainės skiltys yra **klaidingas tikslumas (False Precision)**. Klaidingas tikslumas paprasčiausiai yra rezultato pateikimas tokiu būdu, kuris leidžia tikėtis geresnio tikslumo, negu yra iš tiesų. 1 426,4 plotas reiškia 0,1 m tikslumą, 1 426 leidžia manyti, kad tikslumas yra 1 m. Pateikite rezultatus duomenų tikslumą atitinkančia forma. Jei mūsų ploto skaičiavimo tikslumas yra tik apie 10 m, turėtume suapvalinti iki artimiausių 10 m, kad plotas būtų rodomas kaip 1 430 kv. metrų.

5.3.3 Klaidų vertinimas

Duomenų naudotojai, norėdami priimti sprendimus atsižvelgdami į priimtina klaidų lygį, turi įsivaizduoti, kokia yra kiekvieno duomenų rinkinio kokybė. Yra keletas metodų įvertinti duomenų kokybę – nuo paprastų ir kokybinių iki sudėtingų statistinių.

Kokybinis vertinimas

Paprasčiausias duomenų vertinimo metodas yra vizuali apžiūra, ir tai visuomet turėtų būti bet kurio duomenų pakeitimo dalis. Akivaizdūs apsirikimai ar praleisti dalykai turėtų būti pastebėti ir gali būti ištaisyti. Atliekant skaitmeninimą galima nubraižyti gautus duomenis tuo pačiu masteliu, kaip pirminis dokumentas, ir sudėti juos abu ant šviesos stalo. Stambesnės klaidos ir praleisti dalykai turėtų matytis.

Kitas paprastas skaitmenintų duomenų patikrinimo metodas yra „dukart skaitmeninti“ žemėlapių lapų pavyzdį. Davus tą patį žemėlapij skaitmeninti antram operatoriui, du gauti duomenų rinkiniai gali būti palyginti. Sukurtų daugiakampių skaičius, bendras atributų klasės plotas, linijos ilgis ir kitos dviejų žemėlapių charakteristikos gali būti palygintos, kad būtų nustatyta, ar nėra didelių neatitikimų. Šis metodas yra gana brangus būdas nustatyti klaidas, nes dalis darbo turi būti atlikta dukart.

Taip pat prieš topologinį tvarkymą galima patikrinti pernelyg artimų ar tolimų nepataikymų ir tarpų dydį. Šios priemonės suteiks inspektoriui pakankamai gerą supratimą apie dažnai pasitaikančias žemėlapių klaidas. Tačiau jos neparodys praleistų dalykų ir apsirikimų.

Atributai gali būti greitai patikrinti naudojant suvestinę statistiką ir histogramas. Dažnai tipografinės klaidos sukuria reikšmes, kurios neatitinka tikrųjų reikšmių. Pavyzdžiui, netyčia antrą kartą paspaustas skaičius sukurs neteisingą 10 kartų didesnę vietovės aukščio reikšmę (pvz., 144 m vietoj 14 m). Tokios klaidos pasirodys kaip histogramos nukrypimai arba bus atskleistos panaudojus suvestines reikšmes, pavyzdžiui, maksimumą ir minimumą.

Kiekybinis vertinimas

Pagrindas koordinačių klaidoms nustatyti yra vidutinė kvadratinė (*Root Mean Square* – RMS) paklaida. Vidutinė kvadratinė paklaida matuoja skirtumą tarp koordinačių reikšmių žemėlapyje ir to paties elemento koordinačių, gautų iš nepriklausomo, geresnės kokybės (pvz., stambesnio mastelio) duomenų šaltinio arba iš patikrinimo vietovėje. Vidutinė kvadratinė paklaida gali būti apskaičiuota kaip parodyta

5.11 pav. (Chang, 2006).

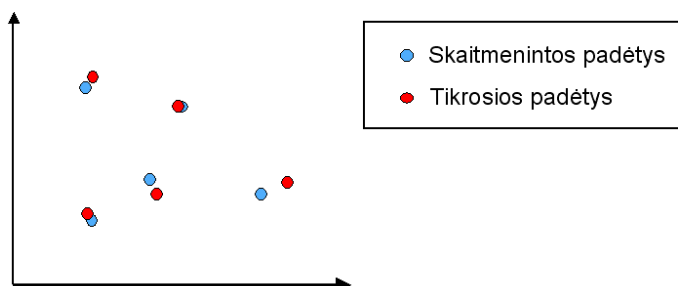
$$\text{Vid. kv. paklaida} = \sqrt{\frac{\sum [(x_i - x'_i)^2 + (y_i - y'_i)^2]}{n}}$$

5.11 pav. Vidutinės kvadratinės paklaidos skaičiavimas koordinatėms

Čia x_i , y_i yra GIS duomenų rinkinyje tikrinamo i-ojo taško koordinatės, x'_i , y'_i reikšmės yra i-ojo kontrolinio taško (tikrosios padėties) koordinatės, o n yra tikrinamų taškų skaičius. Vidutinė kvadratinė paklaida yra standartinis metodas apskaičiuoti horizontaliąją paklaidą, ir standartinės priimtinos vidutinės kvadratinės paklaidos reikšmės nurodyto mastelio duomenims yra skelbiamos tokių organizacijų kaip JAV Federalinis geografinių duomenų komitetas (FGDC).

Panagrinėkime nedidelį pavyzdžio taškų rinkinį. GIS skaitmeninome penkis taškus ir nustatėme tikrąsias šių taškų vietas (naudodami stambesnio mastelio žemėlapij arba taškų

patikrinimą vietovėje GPS ar topografavimo įranga). 5.12 pav. parodytas toks taškų rinkinys.



5.12 pav. Duomenų taškų ir tikrųjų vietų pavyzdys

5.13 pav. parodytas šių taškų vidutinės kvadratinės paklaidos skaičiavimas. Šis skaičiavimas rodomas taip, kaip galėtų būti pateiktas naudojant lentelių skaičiuoklės programą, kad būtų matomas kiekvienas skaičiavimo žingsnis. 0,3 vidutinės kvadratinės paklaidos reikšmė pateikia mums bendrą mūsų skaitmeninto duomenų rinkinio matavimą.

x	y	x'	y'	x - x'	y - y'	(x - x') ²	(y - y') ²	(x - x') ² + (y - y') ²
1.1	1.0	1.0	1.1	0.1	-0.1	0.01	0.01	0.02
2.0	2.0	2.2	1.7	-0.2	0.3	0.04	0.09	0.13
0.9	3.1	1.1	3.3	-0.2	-0.2	0.04	0.04	0.08
1.4	2.8	1.3	2.8	0.1	0.0	0.01	0.00	0.01
3.2	1.8	3.6	2.0	-0.4	-0.2	0.16	0.04	0.20
Sum:								0.44

$$\text{Vid. kv. paklaida} = \sqrt{\frac{0.44}{5}}$$

$$\text{Vid. kv. paklaida} = 0.30$$

5.13 pav. Vidutinės kvadratinės paklaidos skaičiavimo pavyzdys

Vidutinės kvadratinės paklaidos skaičiavimai taip pat gali būti taikomi skaitinio atributo reikšmių paklaidai nustatyti. Užuo lyginę duomenų rinkinio x ir y koordinates su tikrosiomis vietomis, galime palyginti atributų reikšmes duomenų rinkinyje su tikrosiomis atributų reikšmėmis. Šis metodas dažnai taikomas kiekybiškai vertinant vietovės aukščio duomenų klaidų koeficientus, tačiau tokia pati metodika gali būti taikoma bet kokio skaitinio atributo klaidų koeficientams. Pavyzdžiui, galime pakeisti prieš tai pateiktą vidutinės kvadratinės paklaidos skaičiavimą tokiu, koks parodytas

$$\text{Vid. kv. paklaida} = \sqrt{\frac{\sum (v_i - v'_i)^2}{n}}$$

5.14 pav. Atributų vidutinės kvadratinės paklaidos skaičiavimas

Šiuo atveju v_i ir v'_i atitinkamai yra koduota i-ojo stebėjimo atributo reikšmė ir tikroji i-ojo stebėjimo atributo reikšmė.

Patikimo identifikavimo matrica

Vardines, pavyzdžiui, žemėnaudos arba ekologinio suskirstymo klases naudojančių atributų klaidų koeficientai negali būti apskaičiuoti vidutinės kvadratinės paklaidos metodu. Šios klasės gali būti patikrintos koduotų, ir imčių vietose nustatytų tikrųjų klasių kryžmine lentele. Tai sudaro klasifikavimo klaidų matricą arba **patikimo identifikavimo matricą (Confusion Matrix)**. 5.2 lentelė. pateiktas tokios matricos pavyzdys paprastai žemėnaudos klasifikacijai.

5.2 lentelė. Žemėnaudos klasifikacijos patikimo identifikavimo matricos pavyzdys

	AG	BU	FO	FY	LOG	URB	Eilutės suma	Naudot. tiksl.
AG	21					1	22	95 %
BU		23	1				24	96 %
FO		3	42	3		1	49	86 %
FY			1	27			28	96 %
LOG					11		11	100 %
URB	2					36	38	95 %
Stulp. suma	23	26	44	30	11	38	172	
Reng. tiksl.	91 %	88 %	95 %	90 %	100 %	95 %		93 %

Eilutės ir stulpelio antraštės yra žemėnaudos klasifikavimo kodai. AG reiškia žemės ūkį, BU yra išdegintas plotas, FO yra senas miškas, FY reiškia jauną mišką, LOG yra neseniai iškirstas, o URB yra urbanizuota teritorija. Eilučių antraštės palei kairę pusę žemyn atitinka rengėjo – duomenis parengusio asmens – įvestą žemėnaudos klasifikaciją. Viršuje esančios antraštės atitinka tikrąją žemėnaudos klasifikaciją. Skaičiai lentelės viduryje rodo ryšį tarp to, kaip nagrinėjama klasifikacija buvo parengta iš pradžių, ir tikrosios tos klasės reikšmės. Pasirinktas atsitiktinių imties vietų skaičius, kiekvienai šių imčių pažymėtos tiek priskirta klasifikacija, tiek tikroji klasifikacija, ir imtis pridėta prie atitinkamos eilutės ir stulpelio susikirtimo. Paryškinti numeriai įstrižainėje žymi teisingą klasifikaciją – kur priskirtoji ir tikroji klasifikacijos sutampa.

Panagrinėkime eilutę su antrašte AG (žemės ūkio). Čia eilutės suma (pačioje šios eilutės dešinėje) yra 22, taigi, pirminis operatorius („rengėjas“) klasifikavo 22 imčių vietas kaip žemės ūkio paskirties. Skaičius 21 AG eilutėje ir AG stulpelyje žymi, kad 21 iš tų 22 žemės ūkio klasifikacijų buvo teisinga. 1 po stulpelio antrašte URB (miesto) žymi, kad vienas iš šių 22 taškų buvo koduotas kaip žemės ūkio, kai tikroji reikšmė buvo miesto. Pačioje šios eilutės dešinėje, po antrašte „Naudot. tiksl.“ (naudotojo tikslumas) šių kaip žemės ūkio paskirties klasifikuotų vietų tikslumas pažymėtas kaip 95 proc. Tai apskaičiuota padalijus

21 teisingą žemės ūkio klasifikaciją iš visų 22 kartų, kai rengėjas pažymėjo žemės ūkio klasifikaciją. Panašiai galime matyti, kad rengėjas klasifikavo 28 imties vietas kaip FY (jauną mišką). Iš šių 28, 27 buvo teisingos, o viena turėjo būti klasifikuota kaip FO (senas miškas). Šios jauno miško klasifikacijos tikslumas yra 27 iš 28, arba 96 proc.

Nagrinėdami stulpelio duomenis iš karto galime matyti, kaip duomenys turėjo būti klasifikuoti. Pavyzdžiui, iš 38 vietų, kurios turėjo būti klasifikuotos kaip URB (miesto), 36 buvo klasifikuotos teisingai, viena buvo neteisingai klasifikuota kaip žemės ūkio, ir viena buvo neteisingai klasifikuota kaip senas miškas. Rengėjo tikslumo eilutė apačioje nurodo, kaip tiksliai buvo klasifikuota atitinkama žemėnauda. Pavyzdžiui, miesto žemėnauda buvo teisingai nurodyta 36 iš galimų 38 kartų, arba 95 proc. teisingai.

Bendras šio pavyzdžio klaidų koeficientas gali būti kvantifikuotas sudėjus visus paryškintus numerius įstrižainėje (teisingas reikšmės) ir padalijus jas iš bendro patikrintų vietų skaičiaus. Bendras šio pavyzdžio tikslumas yra 160 iš 172, arba 93 proc.

Skirtumas tarp naudotojo ir rengėjo tikslumo yra subtilus, ir kai kuriems studentams painokas. Galime nagrinėti juos kaip tikslumus to, kas yra ant Žemės (tikrųjų reikšmių), ir to, kas yra žemėlapyje (rengėjo duomenų bazėje koduotų reikšmių). Naudotojo tikslumas yra teisinga dalis žemėlapyje nustatytos žemėnaudos. Pavyzdžiui, jei žemėlapyje būtų 100 žemės ūkio daugiakampių, remdamiesi čia pateiktu patikimo identifikavimo matricos pavyzdžiu galime įvertinti, kad 95 iš jų yra teisingi. Rengėjo tikslumas yra teisingai žemėlapyje nustatytos ant Žemės esančios žemėnaudos dalis. Pavyzdžiui, jei tikrovėje būtų 100 žemės ūkio plotų, galėtume įvertinti, kad 91 iš jų yra teisingai nustatytas žemėlapyje.

5.3.4 Klaidos plitimas

Viena iš pagrindinių GIS funkcijų yra rengti išvestinę informaciją, kuri yra dviejų ar daugiau esamų duomenų rinkinių derinimo rezultatas. Iki šiol nagrinėjome klaidų buvimą viename atskirame GIS duomenų rinkinyje, tačiau turime rūpintis, kaip sąveikauja kiekvieno duomenų rinkinio klaidos, kai jungiame sluoksnius atlikdami tipinę GIS analizę.

Panagrinėkime buveinės efektyvumo modelį. Šiuo modeliu stengiamasi nustatyti nagrinėjamo gyvūno buveinės sumažėjimą dėl vietovėje žmogaus sukeltų trikdžių. Tam reikia įvesti dvi duomenų grupes. Pirmoji yra arealo sluoksnis, kuriame rastro tinklėliui arba grupei susiliečiančių poligonų priskirtas įvertis nuo 0,0 (arealas nevertingas) iki 1,0 (arealas optimalus), rodantis kiekvienos srities vertę arba tinkamumą mūsų gyvūno arealo požiūriu. Antra pradinių duomenų grupė yra trikdžių matavimas vietovėje. 0,0 trikdžio reikšmė žymi didžiausią trikdžio lygį, o 1,0 reiškia, kad trikdžių visai nėra. Abu šie sluoksniai patys yra sukurti naudojant įvedamų duomenų grupes ir apdorojimo etapus, tačiau dėl paprastumo nagrinėsime sąveiką tarp jų dviejų.

Kad modelis būtų baigtas, šie du sluoksniai perdengiami, ir arealo bei trikdžių reikšmės sudauginamos. Tokiu būdu arealas tampa 0,0 (bevertis), kai sudauginamas su 0,0 (žymiu) trikdžiu. Neturinčios trikdžių sritys (1,0 trikdžio reikšmė) nepakeičia arealo vertinimo. 0,5 trikdžio reikšmę turintys plotai arealo vertinimą sumažina perpus. Tokiu būdu galime kiekybiškai įvertinti bendrą buveinės suprastėjimą.

Pasitikime mūsų trikdžių žemėlapiu ir tikrindami vietovėje arba kitoku nepriklausomu vertinimu nustatėme, kad jo tikslumas yra apie 0,1 (10 proc. svyravimas). Buveinės žemėlapis galbūt yra labiau subjektyvus arba buvo sudarytas iš smulkesnio mastelio

žemėlapiu, ir esame nelabai tikri dėl šių duomenų. Arealo duomenų tikslumas yra apie 0,3; 30 proc. svyravimas.

Lieka klausimas, kiek galime pasitikėti galutine išvestimi (*output*)? Kaip išvedamų duomenų klaidų koeficientas susijęs su įvedamų duomenų koeficientu? Rezultatai gerėja ar prastėja?

Šiems klausimams skirtos nemažos studijos, ir rezultatai rodo, kad būdas, kuriuo klaidos plinta, susijęs su būdu, kuriuo derinami sluoksniai. Pavyzdžiui, multiplikacinis modelis (kaip mūsų minėtas arealo efektyvumo modelis) lemia didesnes negu blogiausias įvesties sluoksnio tikslumas klaidas. Mūsų arealo efektyvumo atveju gautas duomenų rinkinys turės *prastesnį* negu apie 30 proc. tikslumą. Tačiau adityvieji modeliai lemia geresnius klaidų koeficientus negu tiksliausias duomenų rinkinys.

Burrough ir McDonnell (1998) matematiškai peržiūrėjo paklaidas, atsirandančias dėl įvairių dviejų erdvinių sluoksnių derinimo būdų. Rezultatai apibendrinti 5.3 lentelė..

5.3 lentelė. Klaidų plitimas taikant įvairius derinimo metodus

Derinimo metodas	Pirmųjų įvedamų duomenų paklaidos koeficientas	Antrųjų įvedamų duomenų paklaidos koeficientas	Gautojo sluoksnio paklaidos koeficientas
Sudėtis	10 %	12,5 %	8 %
Atimtis	10 %	12,5 %	70 %
Daugyba ir dalyba	10 %	12,5 %	16 %
Įvestis kvadratu (2 eksponentė)	10 %	n/a	20 %
Konjunkcijos (<i>AND</i>) operacija	10 %	12,5 %	≤ 12,5 %
Disjunkcijos (<i>OR</i>) operacija	10 %	12,5 %	≤ 10 %

Be to, jei tarp dviejų įvesties sluoksnių yra koreliacija, poveikis didina paklaidą gautame duomenų rinkinyje. Kai tarp dviejų įvesties sluoksnių yra 100 proc. koreliacija, adityvusis modelis generuos paklaidą, kuri gali būti lygi dviejų paklaidų sumai. Naudojant reikšmes iš prieš tai pateiktos lentelės, tiksliai koreliuoti pradiniai duomenys padidins adityviojo modelio paklaidą nuo 8 net iki 22,5 proc.

Yra keletas klaidų plitimo modeliavimo būdų. Pavyzdžiui, vadinamasis Monte Carlo metodas (kuris remiasi atsitiktinumu, iš čia kilęs pavadinimas) naudoja statistinį paklaidų pasiskirstymą kiekviename žemėlapiu sluoksnyje, į kiekvieną sluoksnį įtraukdamas atsitiktinį svyravimą, kuris proporcingas sluoksnio paklaidos koeficientui. Tuomet atliekama analizė. Naujas, atsitiktinis svyravimas pridedamas prie kiekvieno sluoksnio ir analizė kartojama turbūt net 100 kartų. Gautų 100 rezultatų vidurkis leidžia kiekvienam tinklėlio laukeliui arba žemėlapiu sričiai apskaičiuoti vidutinį ir standartinį nuokrypį. Tokiu būdu galima nustatyti tiek bendrąją žemėlapiu paklaidą, tiek paklaidos koeficiento sukeltus regioninius svyravimus.

Toliau pateikta keletas rekomendacijų, kaip projektuoti modelius. Jos padės sumažinti bendrąją gautų duomenų paklaidą:

- Kur galima, naudokite adityvius modelius.
- Jei negalite sudėti, dauginkite arba dalinkite.
- Venkite naudoti skirtumus arba kelti kintamuosius laipsniais.
- Stenkitės kiek įmanoma mažinti daugiklių skaičių. Atmesdami sluoksnius, kurie labai mažai prisideda prie modelio rezultatų, galite tikrai pagerinti modelio rezultatų kokybę, nes bus mažiau sluoksnių derinių.
- Venkite tarpusavyje koreliuotų kintamųjų.
- Išnagrinėkite įvedamų sluoksnių klaidas, nustatykite didžiausius modelio klaidų šaltinius ir dirbkite tobulindami duomenų rinkinį.

5.3.5 Jautrumo analizė

Dažnai GIS taikomosioms programoms naudojami modeliavimo metodai arba apdorojimo etapai, kuriems reikia matematiškai arba logiškai derinti žemėlapių sluoksnius. Matėme, kad toks derinys gali sukelti esamų klaidų plitimą į analitinius rezultatus. Tačiau taip pat turime suprasti, kaip modelio įvesties duomenų kitimas paveiks modelio išvestį. Tikrinimas, kaip modelis reaguos į tokius pokyčius, vadinamas jautrumo analize.

Jautrumas gali būti traktuojamas kaip modelio reakcija į subtilius įvesties arba modelio parametrų pakeitimus. Galime nagrinėti:

- Įvesties sluoksnių jautrumą; kaip modelis reaguoja, kai keičiasi reikšmės įvesties sluoksnyje?
- Svorį jautrumą; kaip modelis reaguoja, kai nagrinėjamiems sluoksnių pasikeitimams taikomi svoriai?

Taikomas principas, kai nagrinėjant įvesties sluoksnius, kiekvienas sluoksnis izoliuojamas, ir tikrinama, kaip modelis reaguos į pakeitimus. Tai leidžia nustatyti, kuris sluoksnis daugiausiai prisideda prie modelio rezultatų, stebėti klaidų poveikį nagrinėjamam įvesties sluoksniui ir nustatyti didėjančio arba mažėjančio duomenų tikslumo poveikį.

Panagrinėkime sudėtinį modelį, kuris padeda planuotojams nustatyti naujas pramonės plėtros zonas. Norėtume pasirinkti vietą, kuri sumažintų tiek poveikį aplinkai, tiek statybos sąnaudas. Į šį apribojimų modelį įvedami duomenys gali apimti tokią informaciją kaip šlaitai, geologija, laukinės gyvūnijos arealai, keliai, retų arba saugomų augalų bendrijos ir privačios nuosavybės žemė.

Šiuo atveju vienas naudingas būdas išnaudoti jautrumo analizę yra panaudoti visą stebimą diapazoną, kad būtų galima išbandyti modelio jautrumą kiekvienam sluoksniui. Tarkime, mūsų apribojimų pavyzdyje šlaitų sluoksnis turi tris reikšmes: lygus, lėkštas ir status. Tokiame modelyje lygus laukas yra geresnis projektavimui, nes statybų ant stačių šlaitų sąnaudos daug didesnės. Galime išbandyti jautrumą šlaitų sluoksniui nustatydami visą įvedamą sluoksnį geriausiai galimai duomenyse esančiai klasei, šiuo atveju – „lygiems“, ir iš naujo paleisdami modelį. Tuomet nustatome visą šlaitų sluoksnį blogiausiai galimai duomenų rinkinyje esančiai klasei (pvz., „statiems“) ir dar kartą paleidžiame modelį.

Skirtumas tarp tikrųjų modelio rezultatų ir šių dviejų bandymo atvejų parodys, kiek pokyčių modelyje atsiranda reaguojant į didžiausio ir mažiausio galimo šlaito reikšmes, esančias studijuojamoje srityje.

Jei atliksime kiekvieno įvedamo sluoksnio analizę, pakankamai gerai suvoksime, kaip modelis „elgiasi“ su *šiuo konkrečiu duomenų rinkiniu arba erdvės sritimi*. Tai svarbus skirtumas, nes nors ir turėtų būti paprasta pažvelgti į modelį ir nustatyti, kuris įvesties sluoksnis *teoriškai* daugiausia prisideda prie modelio rezultatų kitimo (pavyzdžiui, svoriniais koeficientais arba matematiniais kombinaciniais metodais), tam tikro duomenų rinkinio charakteristikos gali reikšti, kad *praktikoje* modelyje dominuoja kitas sluoksnis.

Panagrinėkime mūsų apribojimų modelį. Jei modelis struktūrizuotas taip, kad didžiausias svoris taikomas įvedamiems šlaito duomenims, galima tikėtis, kad šlaito sluoksnis dominuos ir suteiks modeliui daugiausia įtakos. Tačiau, jei visa nagrinėjama sritis lygi, funkcinio požiūriu šlaitas modelio rezultatams neturės jokios įtakos. Konkretaus sluoksnio įtaka, suprantama, susijusi su modelio matematika, taip pat su reikšmių kitimu nagrinėjamoje srityje. Mažai kintantys visoje nagrinėjamoje srityje sluoksniai prie modelio daug neprisidės, neatsižvelgiant į matematiką.

Praktikoje tik nedidelis sluoksnių skaičius, galbūt 2 ar 3 iš 8 ar 10 įvedamų į mūsų apribojimų modelį, turės reikšmingą poveikį modelio rezultatams. Svarbu, kad žinotume, kurie, kad galėtume efektyviai apginti metodiką ir turėtume galimybę suprasti, kokie mūsų modelyje yra didžiausi klaidų šaltiniai.

Jautrumo analizė taip pat gali būti atliekama norint patikrinti klaidų arba neapibrėžtumų poveikį įvedamiems duomenims. Pavyzdžiui, jei viena iš mūsų modelio įvesčių būtų skaitmeninis reljefo modelis (SRM) ir vietovės aukščio reikšmių tikslumas būtų apie 5 m, galėtume naudoti šią reikšmę (5 m) stebėti, kaip aukščio neapibrėžtumas veikia modelį. Galime atimti 5 m iš kiekvienos aukščio reikšmės ir iš naujo paleisti modelį, tada 5 m pridėti prie visų aukščio reikšmių ir dar kartą paleisti modelį. Tai mums turėtų parodyti galimus modelio pokyčius remiantis galima SRM klaida. Jei paleisime modelį kiekvieną sluoksnį sumažinę jo tikslumo reikšmę, dar kartą (su tikslumo reikšme padidintomis reikšmėmis) galėsime nustatyti bendrųjų modelio rezultatų patikimumo intervalą.

Dar viena jautrumo analizės taikymo sritis yra nustatyti sąnaudų požiūriu efektyviausią įvesties skiriamąją gebą. Galime paleisti modelį skirtingomis skiriamosiomis gebomis, kad kiekybiškai įvertintume vien tik pakeistos skiriamosios gebos poveikį modelio rezultatams. Tada galime nagrinėti klausimą, kokios skiriamosios gebos reikia projektui. Ar didesnės duomenų rinkimo ypač didelė skiriamąja geba sąnaudos bus pagrįstos reikšmingai pagerėjusiais modelio rezultatais? Ar nebrangus smulkaus mastelio žemėlapių sudarymas atitinkamam sluoksniui modelio rezultatams suteiks pakankamai tikslumo? Į šiuos klausimus galima atsakyti taikant jautrumo analizę.

Literatūra

- Burrough, P. A. Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Press, 1986
- Burrough, P. A. and McDonnell, R. A. Principles of Geographic Information Systems. Oxford University Press, 1998
- Chang, K. T. Introduction to Geographic Information Systems. McGraw-Hill, 2006
- Chrisman, N. Exploring Geographic Information Systems. John Wiley and Sons, 1997
- Heywood, I., Cornelius, S. and Carver, S. An Introduction to Geographical Information Systems. Pearson Education, 2002
- Heuvelink, Gerard B. M., (1998) Uncertainty Propagation in GIS, NCGIA Core Curriculum GIScience, <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u098/u098.html>, posted February 05, 1998. Viewed March, 2007
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. Geographic Information Systems and Science. John Wiley and Sons, 2005
- Veregin, Howard,(1998) Data Quality Measurement and Assessment, NCGIA Core Curriculum in GIScience, <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u100/u100.html>, posted March 23, 1998. Viewed March, 2007