

GII-04. GEOGRAFINĖS INFORMACIJOS INFRASTRUKTŪROS TAKYMAI

3 praktinis darbas: Geometrinių tinklų analizė

Aprašymas ir uždaviniai

2 praktiniame darbe ištyrėme, kaip reikia modeliuoti greitosios pagalbos tarnybos reakcijos trukmę transporto tinkle. Šiame praktiniame darbe nagrinėsime komunalinius tinklus, kurie skiriasi nuo transporto tinklų, nes transportuojamas produktas pats savęs nevaldo ir tik reaguoja į slėgio, sunkio ar elektros potencialo pokyčius. Pažiūrėsime, kaip galima išanalizuoti komunalinį tinklą ir nustatyti problemos vietą vandentiekio sistemoje.

Dažnai linijinių elementų (kelių, vamzdynų ar vandentiekio) remonto darbai valdomi naudojant dinaminio segmentavimo principą: jis leidžia atstumus išilgai elementų paversti į X bei Y koordinates, kurias galima naudoti GIS aplinkoje. Dinaminį segmentavimą taikysime, nustatydami problemos vandentiekyje vietą ir parodysime, kaip naudojant linijinius matmenis galima į žemėlapij perkelti remonto įrašų duomenų bazes.

Atlikimo gairės

Nesistenkite užduotį atlikti kuo greičiau, kadangi taip paprastai praleidžiami veiksmai ir (ar) daroma nereikalingų klaidų. Nors kai kurie šiame praktiniame darbe sukurti sluoksnių pavadinimai yra itin ilgi, venkite rinktis savus (trumpesnius) pavadinimus, nes ilgieji bus naudojami viso praktinio darbo metu. Pavadinimai pasirinkti todėl, kad jie apibūdina sluoksnio reikšmę, tad juos išlaikant bus išvengta painiavos.

Jei apgalvosite kiekvieną veiksmą ir suvoksime, kas vyksta, bus daug lengviau ištaisyti galimas klaidas. Jei vis dėlto padarysite klaidą, atidžiai atšaukite savo veiksmus atgaline tvarka, išanalizuokite savo darbo eigą ir ją raskite. Nuo pat pradžių pradėti tenka itin retai (nebent pamirštumėte išsaugoti atliktus veiksmus). Tai ilgas praktinis darbas, tad rekomenduojama įrašyti *ArcMap* seansą užbaigus kiekvieną pagrindinę užduotį.

Bendruoju atveju funkcijos šiame praktiniame darbe aiškinamos tik vieną kartą – taip siekiama be reikalo neištempti jo apimties. Jei funkcija naudojama antrąkart, galbūt būtų pravartu peržvelgti jos pirmąjį pritaikymą.

Atsiskaitymo reikalavimai

Tarp tolesnių nurodymų pateikiami klausimai paskatins jus apmąstyti kiekvieną pratimo veiksmą. Užbaigę užduotį nukopijuokite klausimus į atskirą teksto dokumentą ir per *Blackboard* pateikite failą su atsakymais į kiekvieną klausimą.

Pasiruošimas

Šiame praktiniame darbe dirbsime su Anykščių miesto ir apylinkių duomenimis. Jums reikalingus duomenis rasite pateiktuose DVD kompaktuose kataloge. Sukurkite darbinį katalogą pavadinimu *C:\Data\GII04-03* ir su *ArcCatalog* nukopijuokite į jį visus failus iš *D:\GIS\MODULE2\Labs\Lab_3*.

1 DALIS. NAUDMENŲ TINKLO ANALIZĖ

Ankstesniame praktiniame darbe analizavome transporto priemonių judėjimą kelių tinkle. Tinklus galima naudoti modeliuojant produkto judėjimą vamzdžių ir laidų tinklais. Produktas nejuda savarankiškai: jis reaguoja į slėgio (vandentiekis, naftos ir dujų vamzdžiai), aukščio (sanitarinė ir lietaus kanalizacija) ar elektros potencialo (elektros tiekimo linijos) pokyčius.

Visus šiuos tinklus charakterizuoja apibrėžta srauto kryptis kiekviename tinklo segmente. Šį srautą sukelia slėgis, sunkis, elektros potencialas arba kokia nors kita jėga. Jėgą tinkle galima modeliuoti, pasitelkiant seriją „šaltinių“ ir „surinkčių“. Šaltiniu gali būti kalnelis arba kitas energijos įvesties į tinklą šaltinis, pvz., siurblinė. Surinktys – priešingai – tai papėdės arba tinklo slėgio išleidimo taškai.

Laimei, nereikia modeliuoti visų tinklo šaltinių ir surinkčių, kurių sudėtingame tinkle gali būti tūkstančiai. Jei apibrėšime vieną aukščiausio slėgio šaltinį ir vieną žemiausio slėgio surinktį, GIS padarys prielaidą, kad iš visų vietų srovė teka iš šaltinio į surinktį.

Tačiau būtina turėti nepertraukiamą tinklą – nuo vieno galo iki kito. Visi linijų vamzdžiai arba tinklo laidai turi būti tiksliai sujungti, be tarpų. Jei žemėlapyje yra daugialypiai tinklai arba daugialypės vieno tinklo atkarpos, tuomet kiekvienai tinklo atkarpai reikia nustatyti šaltinį arba surinktį.

Bendroju atveju kilpos tinkle neleistinos, kadangi taip neįmanoma nustatyti srovės tekėjimo krypties. Tikrovėje kilpos – ganėtinai dažnas reiškinys, tad kai kuriuose segmentuose būtina rankiniu būdu nustatyti srauto kryptį arba tam tikruose tinklo taškuose ją užblokuoti. Tai galima atlikti vienu iš trijų metodų:

1. Fiziškai žemiausio slėgio taške pašalinti nedidelę tinklo atkarpą ir taip nutraukti kilpą.
2. Toje vietoje, kur linijos susijungia, atjungti sujungimą (tai galima traktuoti kaip vožtuvo uždarymą arba jungiklio atidarymą).
3. Atjungti vieną tinklo segmentą, uždraudžiant produktui tekėti per jį.

Šiame pratime išanalizuosime Anykščių vandentiekio atkarpą. Teritorijoje yra daugiau nei 50 daugiabučių namų, mokykla ir įvairūs kiti pastatai, prijungti prie vandentiekio tinklo (1 pav.). Šioje užduotyje darysime prielaidą, kad kelių daugiabučių vandentiekio sistemoje aptikta taršos elementų. Pagal tinklo srauto kryptis mėginsime nustatyti taršos šaltinį.

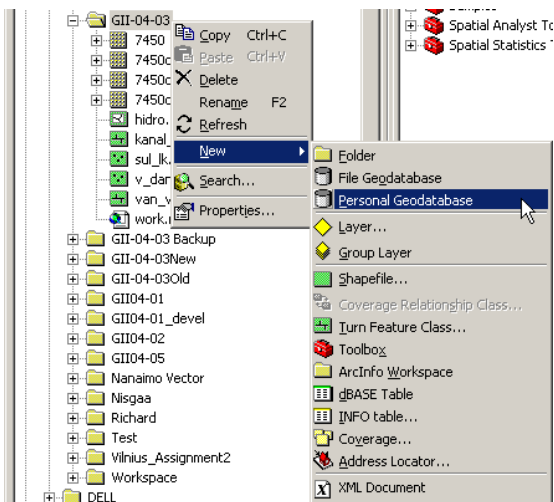
Prieš pradėdami analizuoti šį tinklą, turime iš esamų duomenų sluoksnių jį sukurti. Tai panašu į procesą, kuris buvo naudojamas ankstesnio praktinio darbo metu, kai buvo kuriamas transporto tinklas. Tačiau šiame praktiniame darbe kuriamas geometrinis tinklas struktūriškai skirsis nuo transporto tinklo, kurį sukūrėme ankstesnio praktinio darbo metu.

Asmeninės geoduomenų bazės sukūrimas

Pradėkite, paleisdami *ArcCatalog* ir nukeliate į katalogą *C:\Data\GII04_03*. Kataloge sukurkite naują asmeninę geoduomenų bazę: dešiniuoju pelės klavišu spustelėkite katalogo pavadinimą ir pasirinkite *New/Personal Geodatabase* (nauja / asmeninė geoduomenų bazė) (2 pav.). Pervadinkite ją iš „New Personal Geodatabase.mdb“ į „Anyksčiai.mdb“.



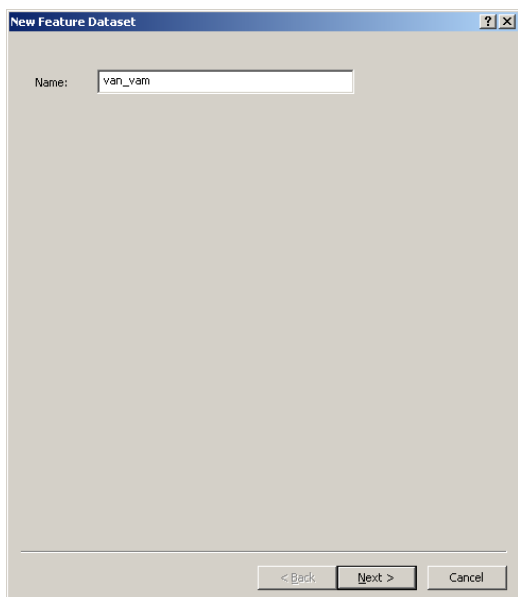
1 pav. Anykščių tiriamosios teritorijos vandentiekio tinklas



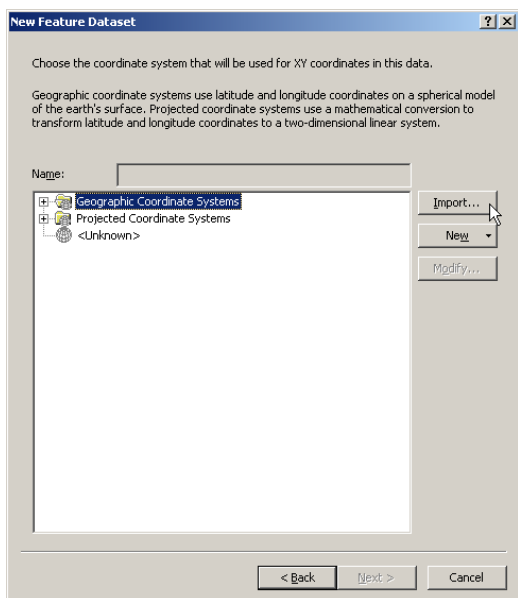
2 pav. Asmeninės geoduomenų bazės kūrimas GII04_03

Dabar *Anykscai.mdb* viduje reikia sukurti elementų duomenų rinkinį, kuriame būtų geometrinio tinklo komponentai. Elementų duomenų rinkinys – tai sluoksnių grupė, kurią galima laikyti atskiru bloku. Norint sukurti elementų duomenų rinkinį, reikia dešiniuoju pelės klavišu spustelėti *Anykscai.mdb* ir pasirinkti *New/Feature Dataset...* (naujas / elementų duomenų rinkinys...). Atveriamas vediklis, kuriuo galima apibrėžti elementų duomenų rinkinį. Pirmiausia naujam elementų duomenų rinkiniui suteikite pavadinimą. Pavadinsime savąjį „van_vam“, nes jame yra

mūsų tiriamosios teritorijos vandentiekio tinklas (3 pav.). Įveskite pavadinimą ir spustelėkite *Next* (toliau). Kituose dviejuose ekranuose jums pasiūloma nusakyti horizontaliąją ir vertikaliąją koordinacių sistemas. Spustelėkite mygtuką *Import* (importuoti) (4 pav.). Jums bus pateiktas failų rinkiklis, kuriuo horizontalios koordinacių sistemos, kurią naudosime, šaltiniu kataloge GII04_03 galima nurodyti „v_dang.shp“. Pasirinkus horizontali koordinacių sistema apibrėžiama kaip „LKS_1994_Lithuania_TM“.

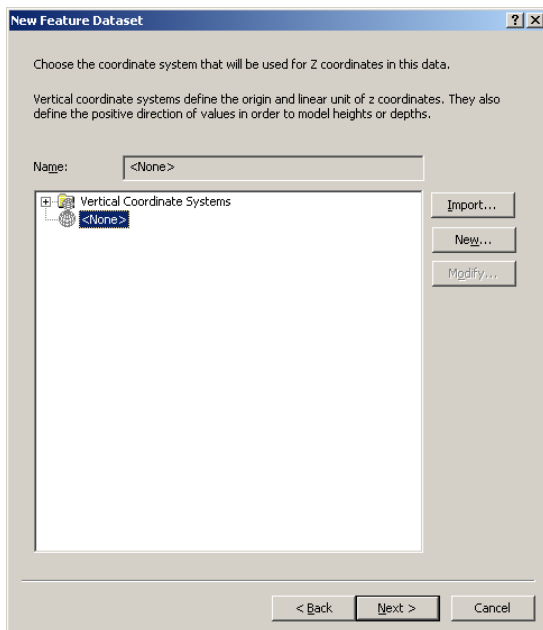


3 pav. Naujojo elementų duomenų rinkinio „van_vam“ kūrimas

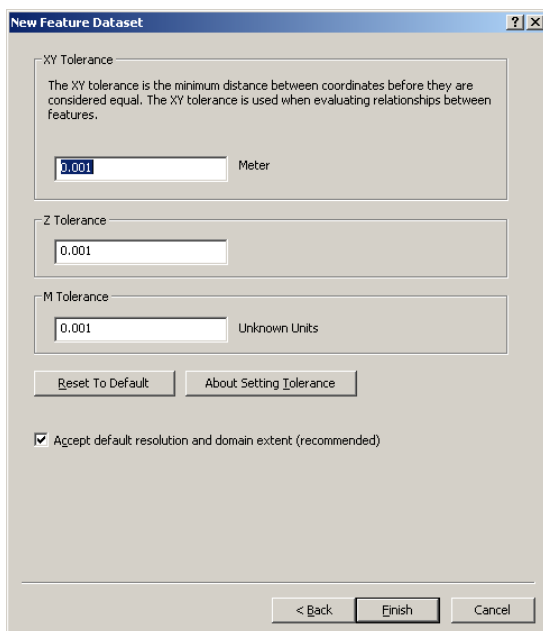


4 pav. Horizontalios koordinacių sistemos importavimas iš sluoksnio „v_dang.shp“


Spustelėkite *Next* (toliau) ir pereikite prie vertikalios koordinacių sistemos nusakymo. Apibrėšime vertikalią koordinacių sistemą kaip *None* (jokia), nes šioje praktinio darbo dalyje aukščių nenaudosime (5 pav.). Tada apibrėšime elementų duomenų rinkinių tolerancijos vertes. Priimkite numatytąsias vertes ir pasirinkite *Finish* (baigti), kad užbaigtumėte šią užduotį (6 pav.).



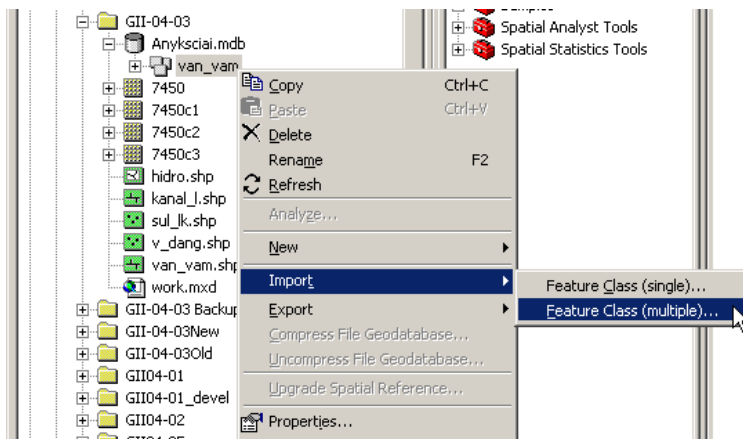
5 pav. Niekinės (*None*) vertikalios koordinatinių sistemų nustatymas



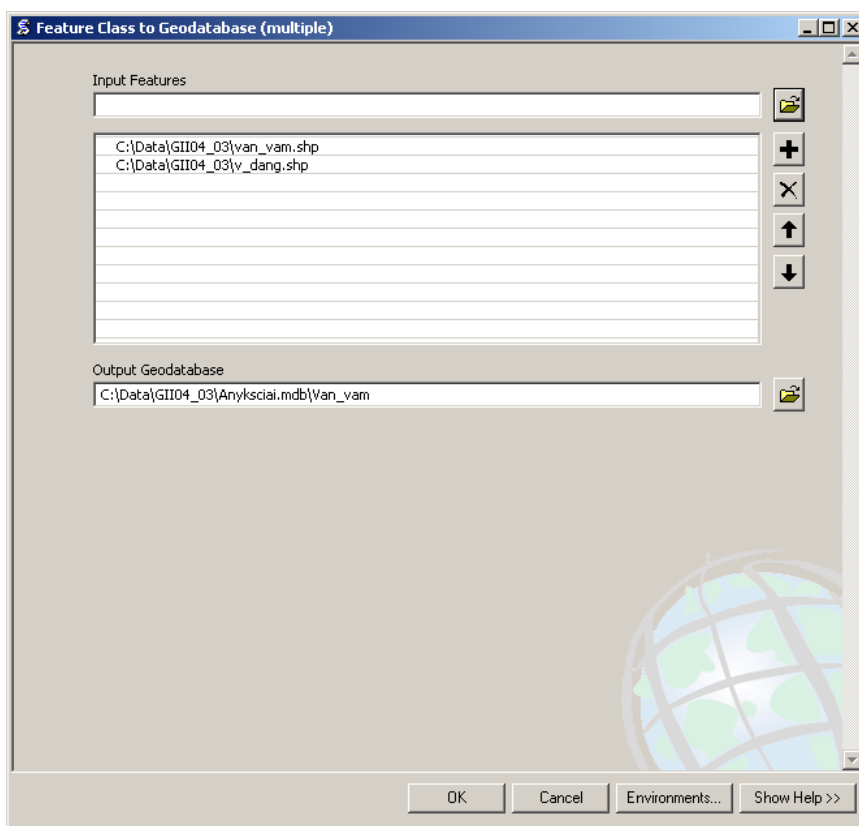
6 pav. Numatytųjų verčių priskyrimas tolerancijos vertėms

Dabar, sukūrus konteinerius (elementų duomenų rinkinį), į kuriuos galėsime dėti savo duomenis ir formuoti tinklą, pirmiausia reikia įkelti duomenis ir tada sukurti tinklą. Dešiniuoju pelės klavišu spustelėkite ką tik sukurtą „van_vam“ elementų duomenų rinkinį ir pasirinkite *Import/Feature Class (multiple)...* (importuoti / elementų klasę (daugialypę)...) (7 pav.). Iš katalogo *C:\Data\GII04_03* pasirinkite sluoksnius „van_vam.shp“ ir „v_dang.shp“. Tam tikslui naudokite įrankį *Open Folder* (katalogo atidarymas)  ir tuomet spustelėkite „OK“ (gerai), kad įkeltumėte juos į „van_vam“ elementų duomenų rinkinį (8 pav.). Sluoksnis „van_vam“ šioje tiriamoje teritorijoje atitinka suslėgto vandentiekio sistemą, o „v_dang“ – šulinius, kurie leidžia pasiekti vandentiekio sistemą.

Baigus jūsų katalogas turėtų atrodyti kaip parodyta 9 pav. Dabar, įkėlus duomenis į geoduomenų bazę, ją galima naudoti geometriniam tinklui sukurti.



7 pav. Daugialypių elementų klasių pridėjimas elementų duomenų rinkinyje „van_vam“.



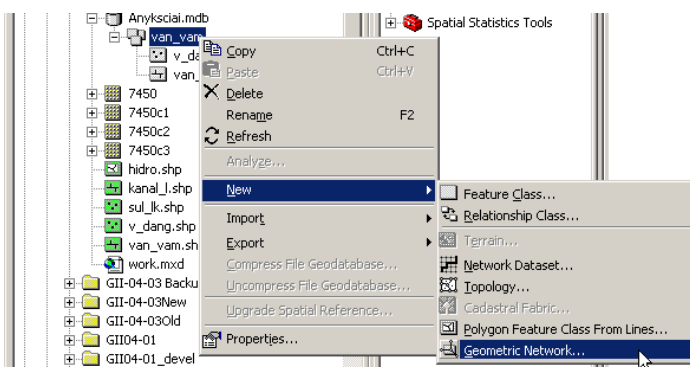
8 pav. Daugialypių elementų klasių pridėjimas elementų duomenų rinkinyje „van_vam“



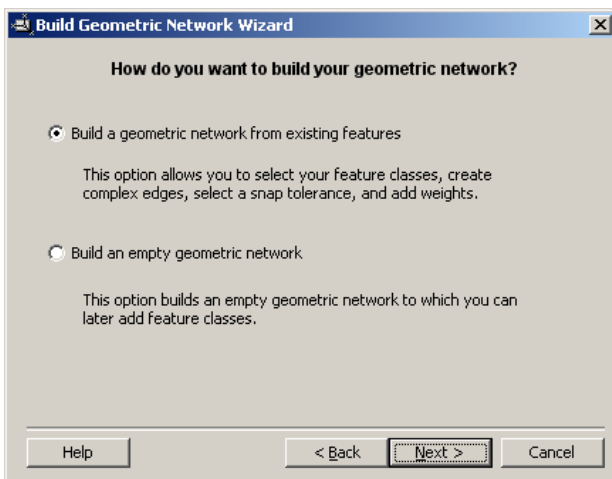
9 pav. Galutinė asmeninės geoduomenų bazės *Anyksčiai.mdb* išvaizda, sukūrus elementų duomenų rinkinį „van_vam“ ir įkėlus sluoksnius „v_dang“ bei „van_vam“

Geometrinio tinklo kūrimas

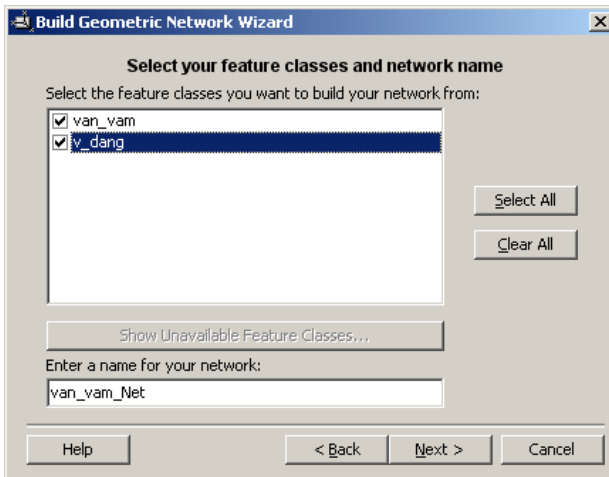
Dabar galima sukurti geometrinį tinklą, kuriame galėsime modeliuoti vandens srautą į mūsų tiriamos Anykščių teritorijos daugiabučius namus. Pradėkite programoje *ArcCatalog* paleisdami geometrinio tinklo vediklį: dešiniuoju pelės klavišu spustelėkite **elementų duomenų rinkinį** „van_vam“ ir pasirinkite *New/Geometric Network...* (naujas / geometrinis tinklas...) (10 pav.). Pasileidžia geometrinio tinklo vediklis, kuris jums padės geometrinio tinklo kūrimo iš elementų klasės „van_vam“ esančių elementų procese. Pasirodžius geometrinio tinklo kūrimo vedikliui, spustelėkite *Next* (toliau) ir tęskite. Antrajame vediklio ekrane jūsų klausama, ar norite geometrinį tinklą sukurti iš esamų elementų, ar pageidaujate tuščio geometrinio tinklo. Pasirinkite numatytąją nuostatą, kad tinklas būtų kuriamas iš esamų elementų (11 pav.) ir spustelėkite *Next* (toliau). Kitame ekrane kaip įvesties elementus pasirinkite „van_vam“ ir „v_dang“ ir palikite numatytąjį tinklo pavadinimą (12 pav.). Spustelėkite *Next* (toliau) ir tęskite.



10 pav. *ArcCatalog* geometrinio tinklo vediklio paleidimas

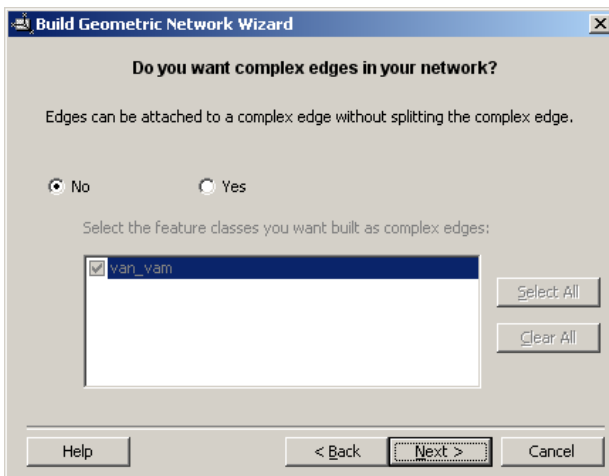


11 pav. Geometrinio tinklo vediklio 2 ekranas

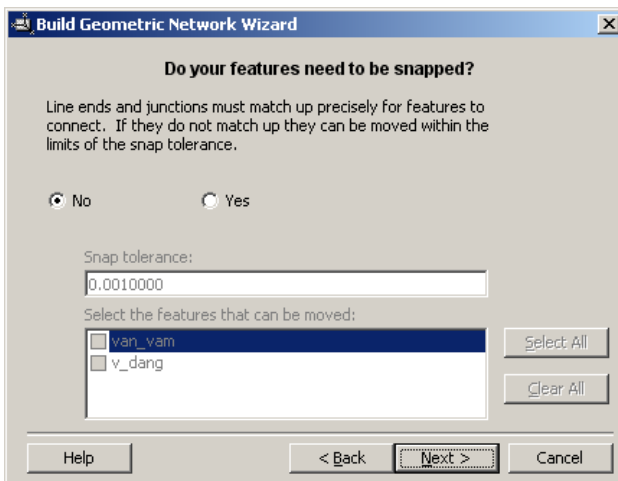


12 pav. Geometrinio tinklo vediklio 3 ekranas. Pasirinkite įvesties elementus ir išvesties geometrinio tinklo pavadinimą

Kitame ekrane jūsų paklaus, ar norite savo tinkle turėti sudėtingas briaunas (*complex edges*). Pasirinkite *No* (ne) ir spustelėkite *Next* (toliau) (13 pav.). Kitame ekrane sulaukę klausimo, ar norite, kad prie jūsų elementų kibtų kiti, pasirinkite *No* (ne) ir spustelėkite mygtuką *Next* (toliau) bei tęskite (14 pav.).

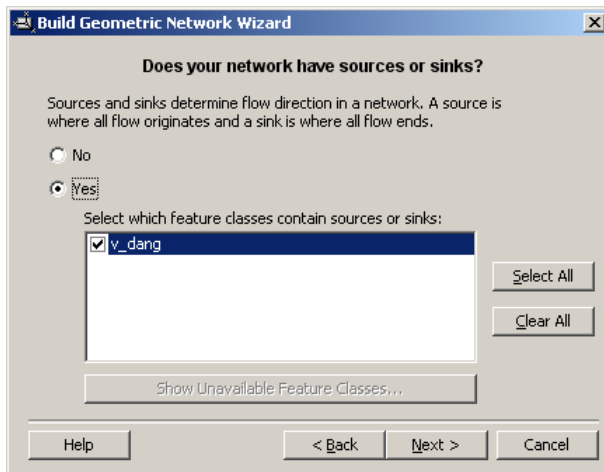


13 pav. Geometrinio tinklo vediklio 4 ekranas

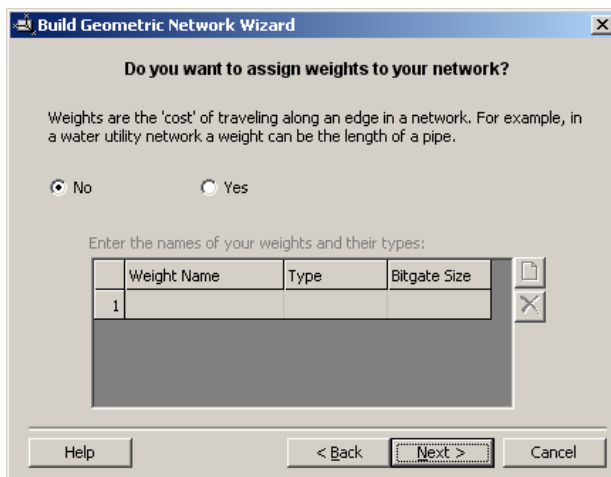


14 pav. Geometrinio tinklo vediklio 5 ekranas

Kai kitame ekrane jūsų paklaus, ar jūsų tinkle yra šaltinių arba surinkčių, pasirinkite *Yes* (taip), šaltinių ir surinkčių šaltiniu pasirinkite „v_dang“ ir spustelėkite *Next* (toliau) bei tęskite (15 pav.). Kai jūsų paklaus, ar norite savo tinkle priskirti svorius (*weights*), pasirinkite *No* (ne) ir spustelėkite *Next* (toliau) (16 pav.).

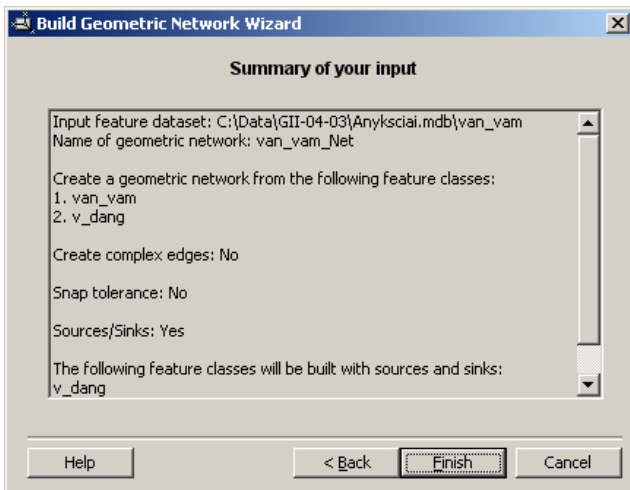


15 pav. Geometrinio tinklo vediklio 6 ekranas. Pasirinkite *Yes* (taip) ir šaltinių arba surinkčių šaltiniu nurodykite „v_dang“

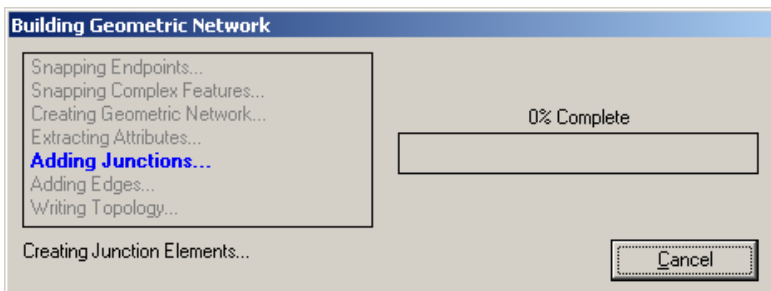


16 pav. Geometrinio tinklo vediklio 7 ekranas

Galiausiai, atlikus įvedimo darbus, jums pateikiamas visus pasirinkimus apibūdinančios santraukos ekranas. Spustelėkite *Finish* (baigti) ir tęskite savo geometrinio tinklo kūrimą (17 pav.). Geometrinio tinklo vediklis per kelias sekundes sukurs jūsų apibūdintą tinklą (18 pav.).



17 pav. Geometrinio tinklo vediklio 8 ekranas



18 pav. Pradedamas geometrinio tinklo kūrimas

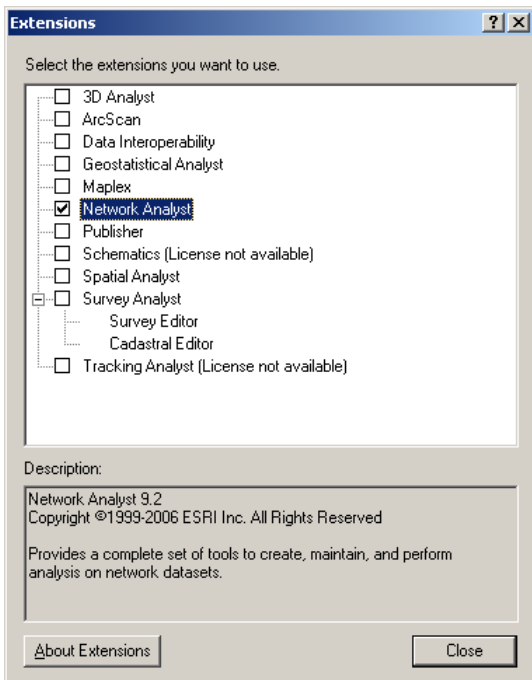
1 klausimas. Programa *ArcCatalog* peržvelkite savo naujojo tinklo savybes (*properties*). Kokios trys elementų klasės yra naujajame tinkle ir kokie jų vaidmenys? (2 balai)

Jūs baigėte geometrinio tinklo kūrimą *ArcCatalog* aplinkoje. Daugiau šiame praktiniame darbe *ArcCatalog* nereikės, tad programą galite uždaryti.

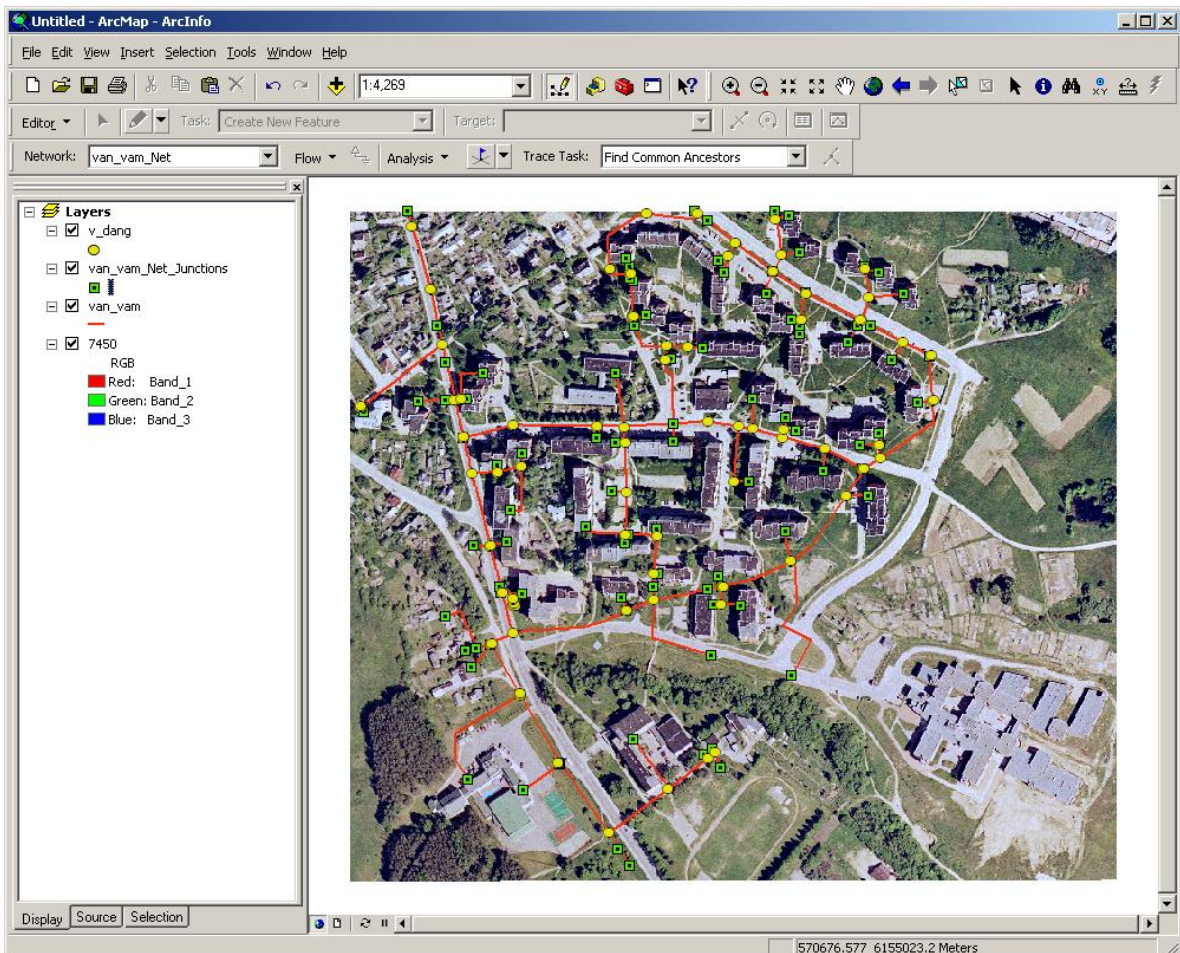
Geometrinio tinklo konfigūravimas

Paleiskite *ArcMap* ir pirmiausia įkelkite elementų duomenų rinkinį „van_vam“. Tuomet 7450 žemėlapiu lapui įkelkite ortofotografinio žemėlapiu fragmentą. Elementų, įkeltų kartu su elementų duomenų rinkiniu „van_vam“, vaizdą suderinkite taip, kad jie būtų aiškiai matomi rastro fone.

Dabar patikrinkite, ar *ArcMap* aktyvus modulis *Network Analyst*. Pasirinkite *Tools/Extensions...* (įrankiai / plėtiniai ...) ir patikrinkite, ar pažymėtas laukelis prie *Network Analyst* (19 pav.). Taip pat patikrinkite, ar įkeltos komunalinio tinklo analitiko bei redaktoriaus įrankių juostos: pasirinkite *View/Toolbars/Utility Network Analyst* (vaizdas / įrankių juostos / komunalinio tinklo analitikas) ir *View/Toolbars/Editor* (vaizdas / įrankių juostos / redaktorius). Pirmą kartą suaktyvintos šios įrankių juostos bus nefiksuotos: jas vertėtų įdėti į pagrindinį *ArcMap* langą, nutempiant ir paliekant šalia kitų įrankių juostų (20 pav.).



19 pav. Plėtinio *Network Analyst* suaktyvinimas *ArcMap*



20 pav. Įrankių juostų ir sluoksnių konfigūracija prieš analizę

Kai apibrėžėme „v_dang“ kaip sluoksnį su šaltiniais ir surinktimis, prie jo atributų lentelės buvo pridėti du stulpeliai. Stulpelyje *Enabled* (įjungta) nurodoma, ar konkretus šulinys yra suaktyvintas kaip šaltinis arba kaip surinktis. Pagal numatytąją nuostatą įjungiami visi elementai. Kito stulpelio pavadinimas – *AncillaryRole* (pagalbinis vaidmuo). Jis naudojamas nurodyti, ar

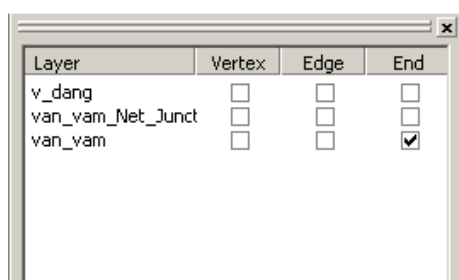
konkretus šulinys yra klasifikuojamas kaip surinktis, šaltinis ar joks. Pagal numatytąją nuostatą visiems šuliniams priskiriama vertė *None* (joks). Stulpelis *Enabled* (įjungta) taip pat pridodamas ir prie sluoksnio „van_vam“. Taip siekiama suteikti galimybę esant reikalui išjungti individualius tinklo segmentus. Sluoksnis „van_vam_Net_Junctions“ nurodo kiekvieną sujungimą tarp dviejų arba daugiau sluoksnio „van_vam“ segmentų. Kiekvienam sujungimui taip pat suteikiamas stulpelis *Enabled* (įjungta), tad sujungimai tarp individualių „van_vam“ segmentų gali būti įjungiami arba išjungiami, tarsi tarp jų būtų įrengti įsivaizduojami vožtuvai.

Kartu stulpeliai *Enabled* (įjungta) mums leidžia tiksliai valdyti srauto kryptį iš šaltinio į surinktį. Žiedinio srauto atveju galima išjungti sujungimą arba vamzdžio segmentą ir leisti vandeniui tekėti tik viena kryptimi.

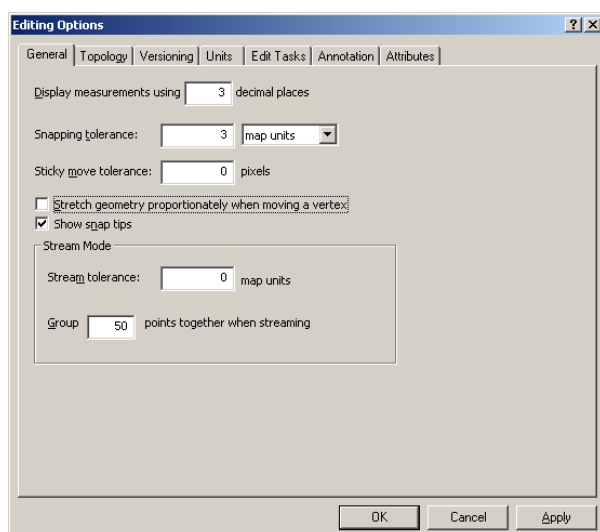
Dabar prie sluoksnio „v_dang“ pridėsime elementą, reiškiantį mūsų tiriamosios teritorijos vandens šaltinį. Redaktoriaus įrankių juostoje pasirinkite *Editor/Start Editing* (redaktorius / pradėti redagavimą). Patikrinkite, ar redaktoriaus meniu tikslas yra nustatytas „v_dang“ (21 pav.). Pasirinkite *Editor/Snapping...* (redaktorius / pritraukimas) ir patikrinkite, ar ties „van_vam“ sluoksniu pažymėtas laukelis *End* (pabaiga) (22 pav.). Dabar pasirinkite *Editor/Options...* (redaktorius / parinktys) ir nustatykite *Snapping tolerance* (pritraukimo toleranciją) į 3 žemėlapio vienetus (23 pav.).



21 pav. Redaktoriaus įrankių juosta su redagavimo tikslu „v_dang“



22 pav. Elementų atranka pritraukimui redagavimo metu



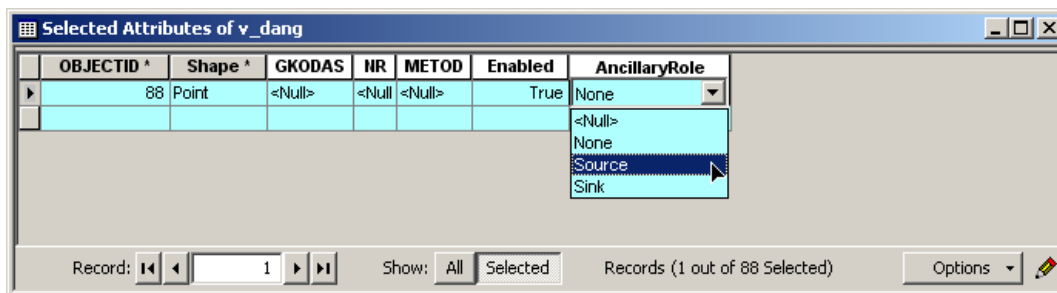
23 pav. Redagavimo pritraukimo tolerancijos nustatymas

Dabar padidinkite viršutinį kairįjį tiriamosios teritorijos kampą ir spustelėkite eskizo įrankį (🖌️). Vandentiekio linijos pabaigoje (viršutiniame kairiajame tiriamosios teritorijos kampe) pridėkite naują šulinį (24 pav.). Spustelėkite ir šioje vietoje pridėsite šulinį.



24 pav. Naujo šulinio pridėjimas vandentiekio linijos gale, viršutiniame kairiajame tiriamosios teritorijos kampe

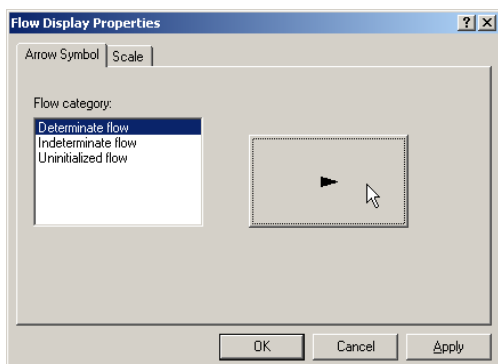
Dabar mums reikia šį šulinį paversti vandens šaltiniu. Dešiniu juo pelės klavišu turinyje spustelėkite „v_dang“ antraštę ir pasirinkite *Open Attribute Table* (atverti atributų lentelę). Atributų lentelės apačioje spustelėkite mygtuką *Selected* (pasirinkti), kad būtų rodomi tik pasirinkti įrašai (t. y. tas, kurį ką tik pridėjote). Spustelėkite stulpelį *AncillaryRole* (pagalbinis vaidmuo) ir iš išskleidžiamojo meniu pasirinkite *Source* (šaltinis) (25 pav.).



25 pav. Stulpelio *AncillaryRole* (pagalbinis vaidmuo) keitimas į *Source* (šaltinis), nustatant šulinį vandens šaltiniu

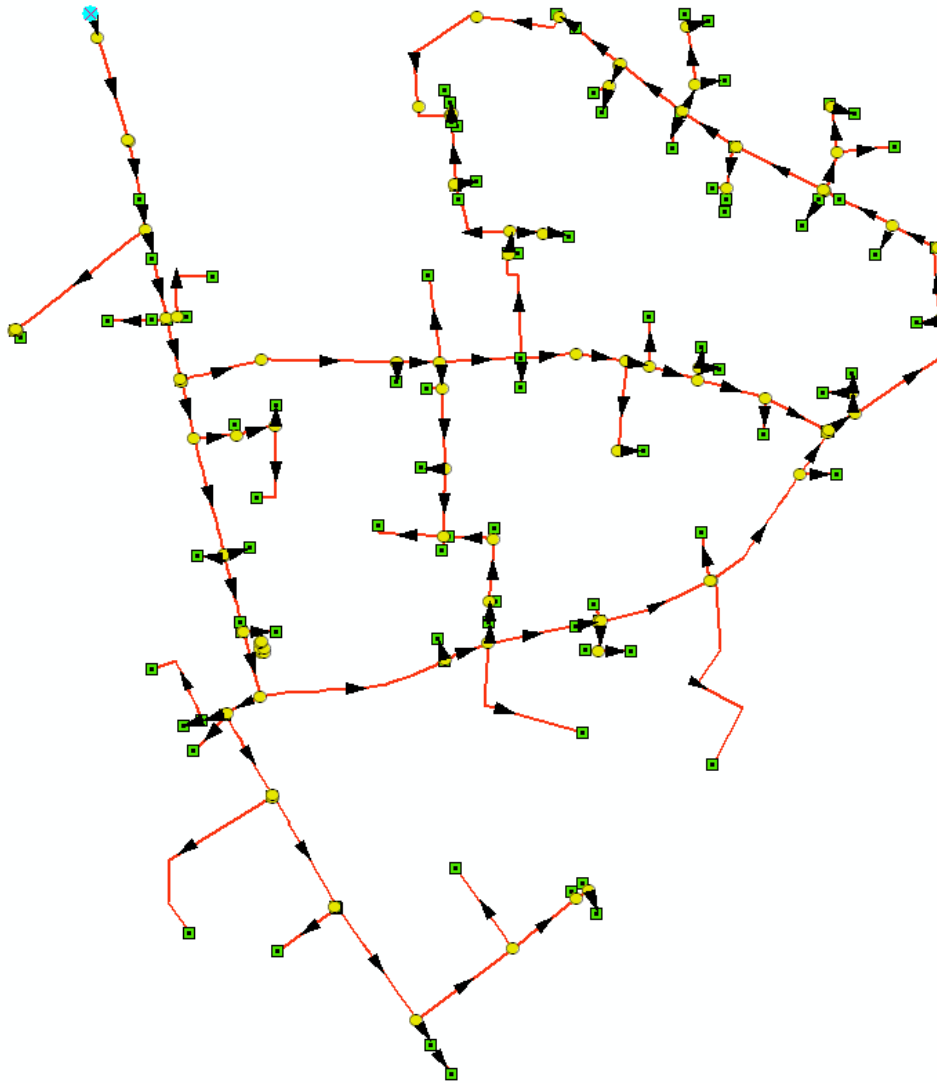
Dabar esame beveik pasirengę patikrinti srautus mūsų tinkle. Tačiau pirmiausia reikia nustatyti srautą parodančių simbolių išvaizdą. Komunalinio tinklo įrankių juostos meniu *Flow* (srautas) pasirinkite *Properties...* (savybės) ir parinkite tinkamus simbolius apibrėžtajam, neapibrėžtajam ir nenustatytajam srautui nustatyti (spustelėkite simbolį, kad apibrėžtumėte jo išvaizdą). Gali būti naudinga sumažinti apibrėžtojo srauto simbolį iki 10 taškų ir neapibrėžtojo bei nenustatytojo srauto simbolius padaryti daug didesnius bei suteikti jiems ryškiai raudoną spalvą, kad jie išsiskirtų (26 pav.). Pasirinkite *Flow/Display Arrows* (Srautas / rodyti rodyklės), kad būtų įjungtas srauto kryptį apibūdinančios rodyklės.

Apibrėžtasis srautas susiformuoja ten, kur iš šaltinio į paskirties tašką stebimas aiškus, nedviprasmiškas ir nekliudomas srautas. Mūsų tinkle visi pastate besibaigiantys segmentai automatiškai laikomi vandens srauto paskirties vietomis. Kai nėra aiškaus kelio nuo šaltinio iki paskirties vietos, pvz., kai vamzdžiai suformuoja uždara kilpą, sukuriama neapibrėžtasis srautas. Galiausiai, jei tam tikras segmentas nėra prijungtas prie tinklo, atjungtoji jo dalis laikoma turinčia nenustatytą srautą.



26 pav. Srauto simbolių išvaizdos apibrėžimas

Dabar, kai turime vandens šaltinį savo vandentiekio tinklui, laikas išbandyti ir įvertinti, ar vanduo teka taip, kaip to tikimės. Spustelėkite srauto krypties nustatymo (A) mygtuką, kurį rasite komunalinio tinklo analitiko įrankių juostoje ir programa apskaičiuos srauto kryptį visame tinkle. Gaunamos srauto krypties rodyklės turėtų nurodyti vandens tekėjimą iš mūsų tinkle apibrėžto šaltinio į kiekvieną daugiabutį (27 pav.).



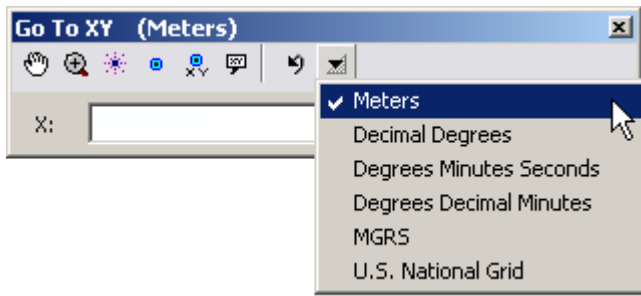
27 pav. Galutinė tinklo srauto konfigūracija, nurodanti vandens judėjimą iš šaltinio į visas paskirties vietas

Siekiant paprasčiau sukurti geometrinį tinklą, buvo atliktos kelios šių duomenų modifikacijos. Kadangi norėjome išvengti žiedinio srauto, pašalinome keletą trumpų tinklo atkarpu, o visos tinklo atkarpos buvo sukonstruotos taip, kad baigtųsi ties kiekvienu sujungimu. Didelį plotą užimančio geometrinio tinklo konstravimas gali ilgai užtrukti. Pastangos užtikrinti tvarkingą linijų topologiją (*shape* failą paverčiant ArcInfo sluoksniu (*Coverage*), naudojant *ArcInfo Workstation Clean* komandą ir tuomet esant reikalui konvertuojant atgal į *shape* failą) mums sutaupytų daug laiko.

Deja, mūsų atliktos modifikacijos nėra puikios. Šiame tinkle yra nedidelis plotas, kuriame stebimas žiedinis vandens srautas. Prieš nustatant srauto kryptis prieš srovę ir pasroviui, reikia ištaisyti šią klaidą. Pasinaudodami įrankių juostos *Įrankiai* mygtuku *Eiti į XY* įrankiu (XY), raskite sujungimą, kurio koordinatės yra tokios:

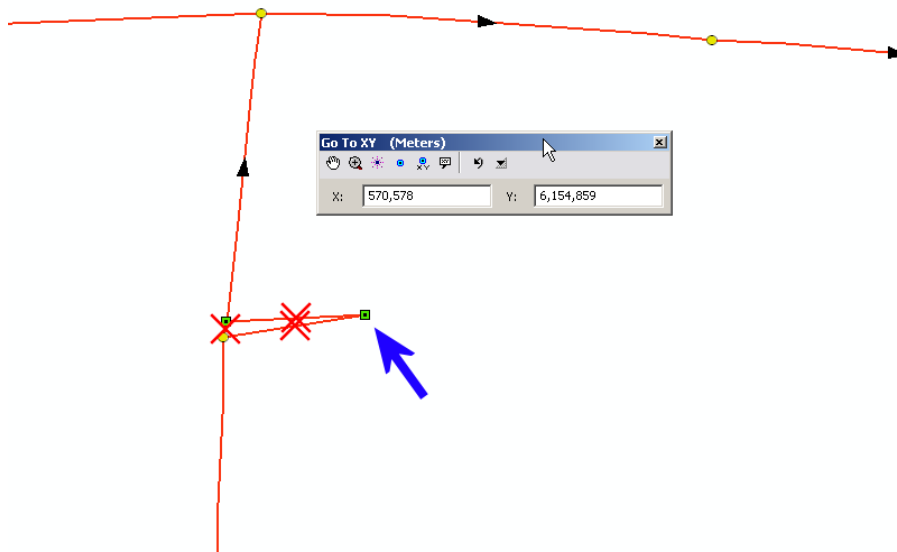
X = 570578, Y = 6154859

Norint įvesti tokias vertes, reikės perjungti vienetus iš laipsnių į metrus (28 pav.).



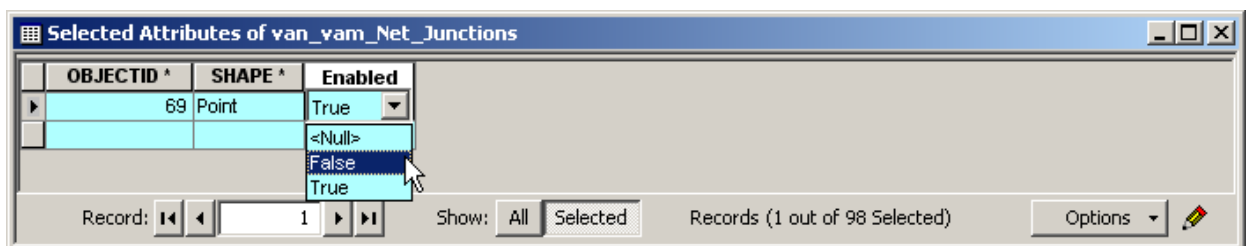
28 pav. Vienetų keitimas iš laipsnių į metrus naudojant įrankį *Eiti į XY*

Įvedę koordinates, spustelėkite didinimo mygtuką (🔍) ir nukeliate į minėtą vietą. Tolesnėje ekrano iliustracijoje pamatysite, kad tinklo segmentai, kuriuose srautas yra neapibrėžtas, pažymėti ryškiai raudonu „X“ simboliu. Mums reikia išspręsti šią neapibrėžto srauto problemą. Lengviausias būdas tai padaryti – išjungti sujungimą, kurį nurodo mėlynoji rodyklė (29 pav.).



29 pav. Neapibrėžto srauto segmentas (parodytas raudonais „X“ simboliais) koordinatėse X = 570578, Y = 6154859. Mėlyna rodyklė nurodo sujungimą, kurį reikia išjungti.

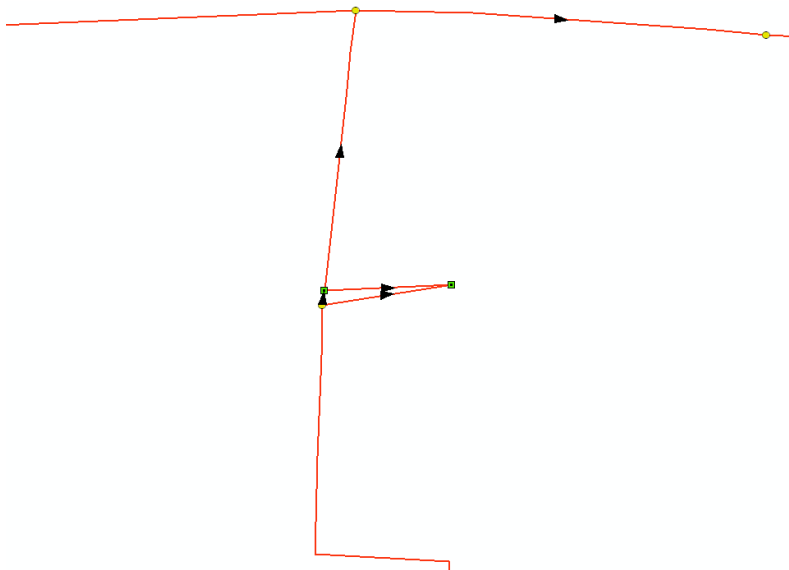
Siekiant išjungti sujungimą, reikia jį pasirinkti elementų pasirinkimo įrankiu (☑️) (jį rasite įrankių juostoje *Įrankiai (Tools)*). Jums tai atlikus, gali būti parinkti ir linijos segmentai). Dabar dešiniuoju pelės klavišu turinyje spustelėkite „van_vam_Net_Junctions“ ir pasirinkite *Open Attribute Table* (atverti atributų lentelę). Parodykite tik pasirinktus įrašus ir pakeiskite pasirinkto sujungimo nuostatą *Enabled* (įjungta) į *False* (išjungta) (30 pav.).



30 pav. Pasirinkto mazgo išjungimas

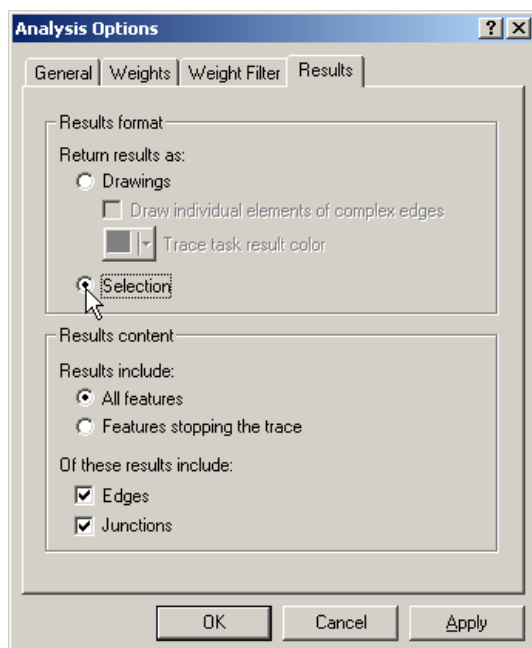
Išjungus šį mazgą, reikia perskaičiuoti srauto tinklo kryptis. Kaip ir anksčiau, spustelėkite komunalinio tinklo analitiko įrankių juostos srauto krypties nustatymo mygtuką (🔄). Mūsų

atlikti veiksmai turėtų pašalinti neapibrėžtojo srauto problemą (31 pav.). Redaktoriaus įrankių juostoje pasirinkite *Editor/Save Edits* (redaktorius / išsaugoti redagavimą) ir *Editor/Stop Editing* (redaktorius / baigti redagavimą), kad įrašytumėte pokyčius į tinklą.



31 pav. Pataisytas srautas segmente, kuriame anksčiau buvo stebima neapibrėžtasis srautas

Galiausiai mums reikia komunalinio tinklo analitiko įrankių juostoje pakeisti pasirinkimo nuostatas. Turime nustatyti, kurie tinklo segmentai yra prieš srovę nuo taršos židinių, tačiau pasroviui nuo neužterštų patikrintų taškų. Tam reikės pasirinkti tinklo segmentus ir juos sujungti, todėl turime pakeisti komunalinio tinklo analitiko įrankių juostos nuostatas, kad galėtume tai padaryti. Pasirinkite *Analyst/Options...* (analitikas / parinktys), ir skirtuke *Results* (rezultatai) pakeiskite *Results format* (rezultatų formatas) į *Selection* (pasirinkimas) bei spustelėkite *OK* (gerai) ir tęskite (32 pav.). Dabar turime visas galimybes analizuoti tinklą.




32. Rezultatų formato keitimas, kad būtų gražinami pasirinkti elementai

Geometrinių tinklų analizė

Dabar išanalizuosime mūsų tinklą, siekdami nustatyti hipotetinį vandens taršos šaltinį. Tarkime, kad geriamajame vandenyje keliose vietose aptiktos bakterijos *E. Coli*. Galime nustatyti prieš srovę ir pasroviui tekančius srautus, rasti taršos šaltinio vietą bei taip pat sužinoti, kurie daugiabučiai yra paveikti taršos.

Pradėsime užduotį nuo pranešimo apie vandens taršą daugiabutyje, kurio koordinatės yra tokios:

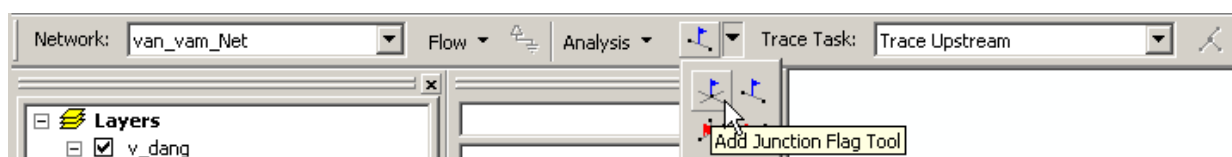
X = 570700, Y = 6154961

Pasinaudokite ėjimo į XY mygtuku ir padidinkite nurodytą vietą (nepamirškite nustatyti vienetų į metrus). Sujungime, kurio OBJECTID=54, pridėkite sujungimo vėliavėlę () (33 pav.).




33 pav. Pastato, kuriame aptikta vandens tarša *E. Coli* bakterijomis, vieta (geltona rodyklė)

Norint nustatyti įrankio tipą į sujungimo vėliavėlę, reikia dešiniu juo pelės klavišu spustelėti žemyn nukreiptą rodyklę (34 pav.) ir pasirinkti tinkamą įrankį.



34 pav. Sujungimo vėliavėlės pridėjimo įrankio pasirinkimas komunalinio tinklo analitiko įrankių juostoje

Dabar užteršto daugiabučio vietoje pridėkite sujungimo vėliavėlę. Patikrinkite, ar trasavimo užduotis nustatyta į *Trace Upstream* (trasuoti prieš srovę) ir spustelėkite trasavimo () mygtuką, kad nustatytumėte, kurie vamzdyno segmentai yra prieš srovę nuo mūsų užteršto daugiabučio.

Dešiniu juo pelės klavišu turinyje spustelėkite „van_vam“ sluoksnį ir pasirinkite *Open Attribute Table* (atverti atributų lentelę). Dešiniu juo pelės klavišu spustelėkite stulpelį „Shape_Length“ ir pasirinkite *Statistics* (statistika).

2 klausimas. Kiek metrų vandentiekio (*Shape_Length* verčių suma) reikia iširti (remiantis užteršto pastato vieta), kad tiriamoje teritorijoje aptiktume taršos šaltinį? (2 balai)

Remiantis šiais rezultatais, į kelis šulinius buvo išsiųsti vandentiekio darbuotojai. Taip siekta nustatyti užteršto vandens vietas. Bandydams buvo pateikti mėginiai, paimti iš tokių v_dang sluoksnio šulinių:

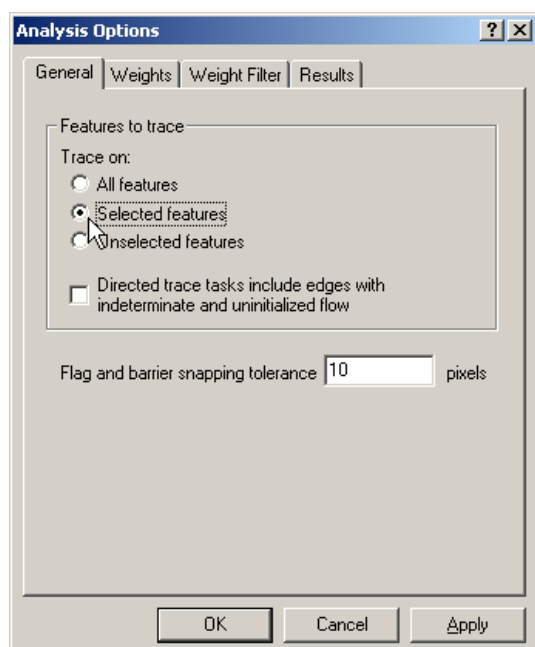
ObjectID	X koordinatė	Y koordinatė	Rezultatas
38	570776	6154764	Užterštas
30	570744	6154728	Geras

Dabar reikia surasti užteršto mėginio tašką. Siekiant jį surasti, labai padeda blykstės (☒) mygtukas, esantis ėjimo į XY įrankyje. Antroje užterštoje vietoje pridėkite antrą sujungimo vėliavėlę.

Pakeiskite komunalinio tinklo analitiko įrankių juostos trasavimo užduotį į *Find Common Ancestors* (rasti bendrus protėvius) ir dar kartą spustelėkite trasavimo mygtuką. Dabar bus pateikti tik tie tinklo segmentai, kurie yra prieš srovę nuo abiejų užterštų mėginių vietų.¹ Šie segmentai – tai kandidatai į taršos šaltinio titulą.

Dabar pasinaudosime neužterštų vietų informacija, kad dar labiau susiaurintumėme taršos šaltinio paiešką. Norime pasirinkti visus elementus, esančius prieš srovę nuo užterštų vietų, tačiau pasroviui nuo neužterštų vietų.

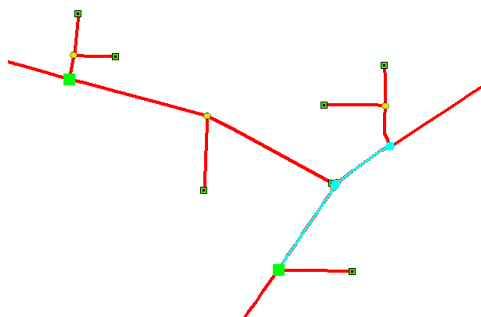
Dar kartą atverkite analizės parinkčių langą (*Analysis/Options* (analizė / parinktys)) ir skirtuke *General* (bendrasis) nustatykite *Features to trace* (trasuojami elementai) į *Selected features* (pasirinkti elementai). Paspauskite *OK* (gerai) (35 pav.).



35 pav. Trasuojamų elementų keitimas, nurodant tik šiuo metu pasirinktus elementus

¹ Komanda *Find Common Ancestors* (rasti bendrus protėvius) veikia tik turint ne daugiau kaip du mėginių taškus. Atlikdami užduotį tikrovėje, turėtume surasti mėginio vietą, kuri prieš srovę yra nutolusi toliausiai.

Dabar pasirinkite *Analysis/Clear Flags* (analizė / pašalinti vėliavėles) ir neužterštoje vietoje (570744,6154728) pridėkite naują sujungimo vėliavėlę. Pakeiskite *Trace Task* (trasavimo užduotis) į *Trace Downstream* (trasuoti pasroviui) ir spustelėkite trasavimo mygtuką, kad izoliuotumėte tą tinklo dalį, kurioje yra teršiama (36 pav.).

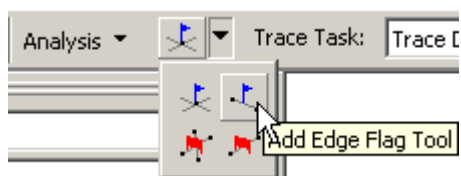


36 pav. Izoliuotas taršos plotas prieš srovę nuo užterštų vietų, tačiau pasroviui nuo neužterštų vietų

Analizė turėtų izoliuoti du komunalinio tinklo segmentus. Viešųjų darbų komanda, kuri buvo išsiųsta siekiant ištirti vietoje užterštą vandentiekio tinklo dalį, 14,5 m atstumu nuo vamzdžio, kurio *Seg_ID* = 300, galo rado nedidelį nuotėkį, per kurį į vandentiekio sistemą būtent ir patenka tarša. Atlikus kasimo darbus, 300-ojo segmento atkarpoje, prasidedančioje 11 ir besibaigiančioje 17 metrų nuo jo galo, buvo įrengta nauja 6 m ilgio vamzdžio atkarpa ir problema buvo pašalinta.

Deja, taršą reikia išplauti iš vandentiekio sistemos ir tik tada bus galima vėl ja naudotis. Dabar nustatysime visus pastatus, kurie yra pasroviui nuo paveiktų vamzdžių.

Pasirinkite *Analysis/Clear Flags* (analizė / pašalinti vėliavėles) ir iš *ArcMap* išskleidžiamųjų meniu pasirinkite *Selection/Clear Selected Features* (pasirinkimas / pašalinti pasirinktus elementus). Lango *Analysis Options* (analizės parinktys) pakeiskite elementus, kad būtų galima stebėti *All Features* (visus elementus). Spustelėkite *OK* (gerai). Pakeiskite vėliavėlės tipą į briaunos vėliavėlę (37 pav.) ir pridėkite briaunos vėliavėlę 300-ajame segmente, 10 m atstumu nuo vamzdžio galo. Atlikite trasavimo pasroviui veiksmą ir nustatykite visus paveiktus pastatus.



37 pav. Persijungimas į briaunos vėliavėlės įrankį

Kiek darbų reikės atlikti? Dešiniuoju pelės klavišu turinyje spustelėkite „van_vam“ sluoksnį ir pasirinkite *Open Attribute Table* (atverti atributų lentelę). Dešiniuoju pelės klavišu spustelėkite stulpelį „Shape_Length“ ir pasirinkite *Statistics* (statistika) ir raskite atsakymą.

3 klausimas. Pagal *Count* (kiekis) nustatykite, kiek vamzdžių segmentų reikia išvalyti (1 balas)

4 klausimas. Pagal *Sum* (suma) nustatykite, kokio ilgio vamzdyną reikia išvalyti (1 balas)

Prieš pereinant prie šio praktinio darbo kitos dalies, reikia pašalinti visus pasirinktus elementus. Iš *ArcMap* pasirinkite *Selection/Clear Selected Features* (pasirinkimas / pašalinti pasirinktus elementus).

Pirmoje praktinio darbo dalyje naudojote sluoksnį su linijomis, rodančiomis vandentiekio sistemą („van_vam“) ir kitą sluoksnį su taškais, kurie reiškė šulinių dangčius („v_dang“). Tuomet juos sujungėte į vieną geometrinį tinklą, kuris atitiko jūsų tiriamosios teritorijos vandentiekio tinklą. Siekdami atlikti užduotį, sukūrėme linijų, šulinių ir sujungimų tinklo topologiją, kurią buvo galima išanalizuoti naudojantis komunalinio tinklo analitiko įrankių juostos įrankiais. Tuomet išanalizavome tinklą, siekdami aptikti prieš srovę nuo teigiamų taršos mėginių bei pasroviui nuo neužterštų vietų esančią vamzdžio atkarpą. Tokio tipo komunalinio tinklo trasavimo operaciją galima taikyti ir kitais atvejais, pvz., nustatant nuotėkį vamzdyne, pagal elektros trūkių pranešimus randant elektros tiekimo linijos gedimą ir pan.

Mūsų naudotas pavyzdys mokymo sumetimais buvo labai supaprastintas. Tikrovėje tiriant užterštą geriamąjį vandenį gali tekti vertinti daug vandentiekio tinklo kilometrų ir analizę atlikti remiantis dešimtimis vandens kokybės mėginių. Mūsų pavyzdyje taršos šaltinį rasti buvo palyginti lengva, tačiau tikrovėje dėl tinklo sudėtingumo rankiniu būdu spręsti uždavinį būtų daug sunkiau.

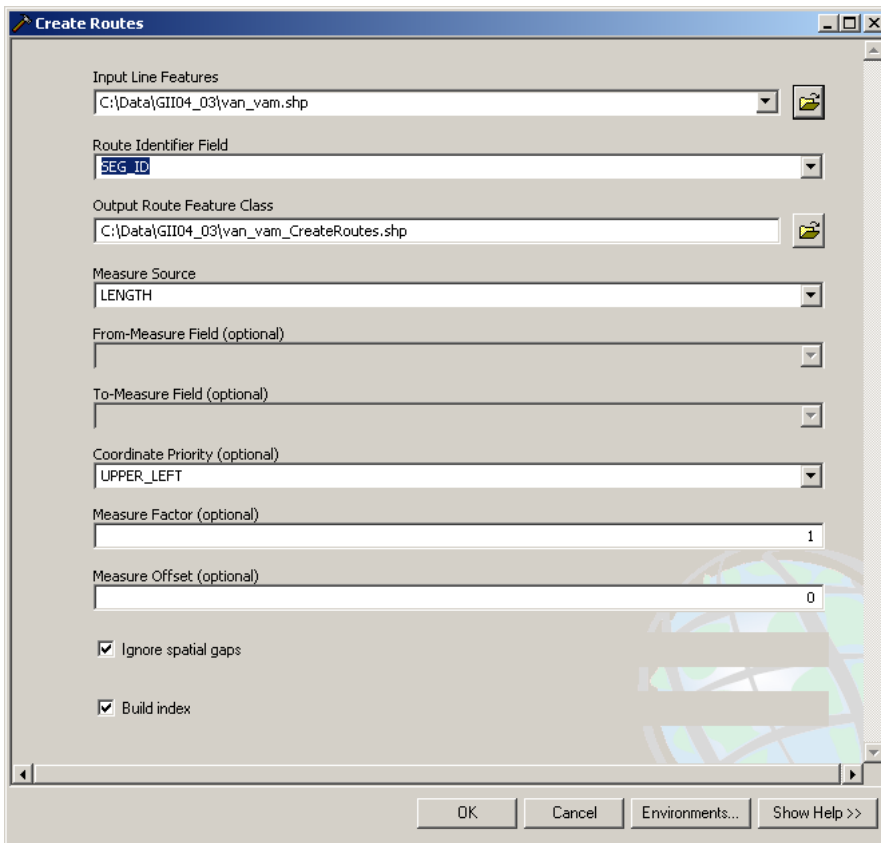
Kitoje šio praktinio darbo dalyje išnagrinėsime GIS galimybę padėti prižiūrėti ilgus linijinius elementus, pasitelkiant dinaminį segmentavimą. Pamatysime, kaip šio tipo taikymą galima naudoti valdant linijinių tinklų (pvz., kaip ką tik analizuotas vandentiekis) remonto darbus.

2 DALIS. KOMUNALINIŲ TINKLŲ DINAMINIS SEGMENTAVIMAS

Dažnai padėtytys linijiniuose elementuose (pvz., keliuose) nurodomos ne X bei Y koordinatėmis, o santykiniu atstumu nuo elemento pradžios. Deja, Geografinės informacinės sistemos elementus saugo Dekarto koordinačių sistemoje (X ir Y), o ne santykiniais atstumais išilgai elementų. Sprendimas – konvertuoti santykinius atstumus į Dekarto koordinačių sistemą ir atvirkščiai.

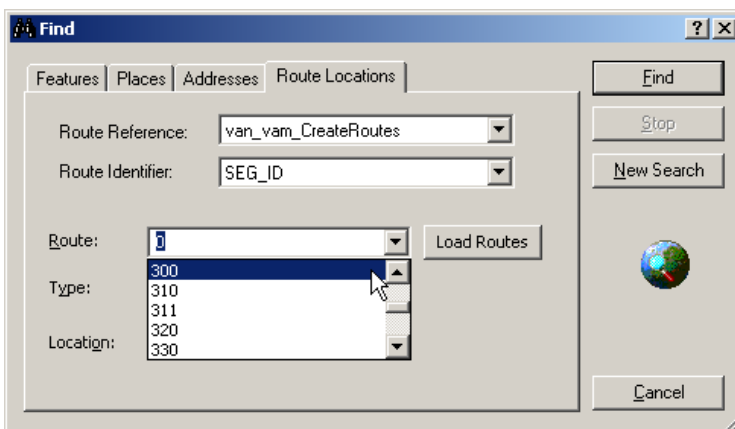
Dinaminis segmentavimas tokią konversiją ir atlieka. Dėl to GIS galime naudoti santykinės koordinatės. Šioje praktinio darbo dalyje pamatysime, kaip dinaminis segmentavimas padeda valdyti Anykščių vandentiekio sistemą.

Pradėsime nustatydami dinaminį linijų segmentavimą „van_vam“ sluoksnyje. Atverkite *ArcToolbox* (🔧) ir pasirinkite *Linear Referencing Tools/Create Routes* (linijinės atskaitos įrankiai / kurti maršrutus). Kaip *Input Line Features* (įvesties linijų elementai) pasirinkite „van_vam“, o kaip *Route Identifier Field* (maršruto identifikavimo laukas) – SEG_ID. Palikite numatytąjį išvesties maršruto elementų klasės pavadinimą „van_vam_CreateRoutes“ (38 pav.) ir spustelėkite *OK* (gerai).



38 pav. Dinaminio segmentavimo maršrutų kūrimas remiantis sluoksniu „van_vam“

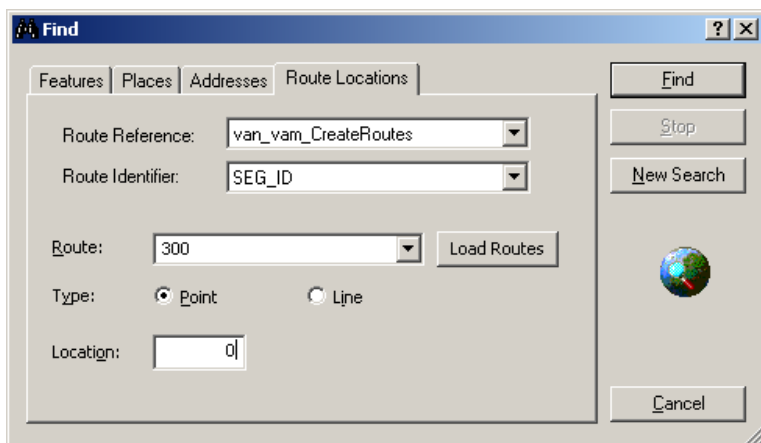
Dabar galime dinaminio segmentavimo metodu išilgai savo tinklo išdėstyti elementus. Pradėkime nuo paieškos įrankio (AA) pasirinkimo įrankių juostoje *Įrankiai (Tools)*. Atveriamas paieškos langas. Pasirinkite skirtuką *Route Locations* (maršruto vietos). Nustatykite *Route Reference* (maršruto atskaita) į „van_vam_CreateRoutes“, o *Route Identifier* (maršruto ID) – į „SEG_ID“. Spustelėkite maršrutų įkėlimo mygtuką, kad įkeltumėte visus maršrutus į paieškos įrankį ir tuomet iš maršrutų išskleidžiamojo sąrašo pasirinkite 300-ąjį maršrutą (39 pav.).



39 pav. Vietų išilgai maršruto radimas naudojant paieškos įrankį

Mes siekiame nustatyti, kurioje „van_vam“ 300-ojo segmento vietoje viešųjų darbų komanda „užlopė“ vandentiekio liniją. Deja, nežinome, kur yra 300-asis segmentas – tik tai, kad mūsų „lopo“ atkarpa yra tarp 11 ir 17 metrų nuo vamzdžio galo.

Kadangi visi segmentai turi kažkur prasidėti, pasinaudodami paieškos įrankiu galime nustatyti 0 m vietą išilgai 300-ojo segmento (t. y. jo pradžią). Paieškos įrankyje ties *Type* (tipas) pažymėkite *Point* (taškas), o prie *Location* (vieta) įrašykite 0 ir spustelėkite mygtuką *Find* (rasti) (40 pav.).

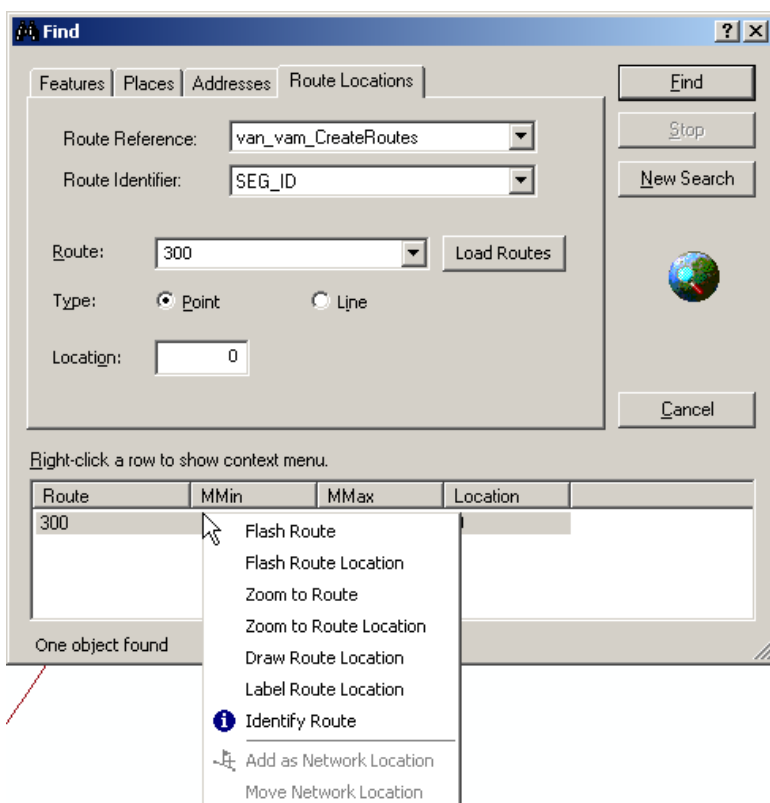


40 pav. 300-ojo segmento pradžios radimas

Paieškos langas išsiplečia ir pateikiami paieškos rezultatai. Vertės *Mmin* ir *Mmax* nurodo 300-ojo segmento pradžios ir pabaigos vietas.

5 klausimas. Kiek metrų driekiasi 300-asis segmentas? (1 balas)

Dešiniu ju pelės klavišu spustelėję 300-ojo segmento įrašą, gausite išskleidžiamąjį meniu (41 pav.).



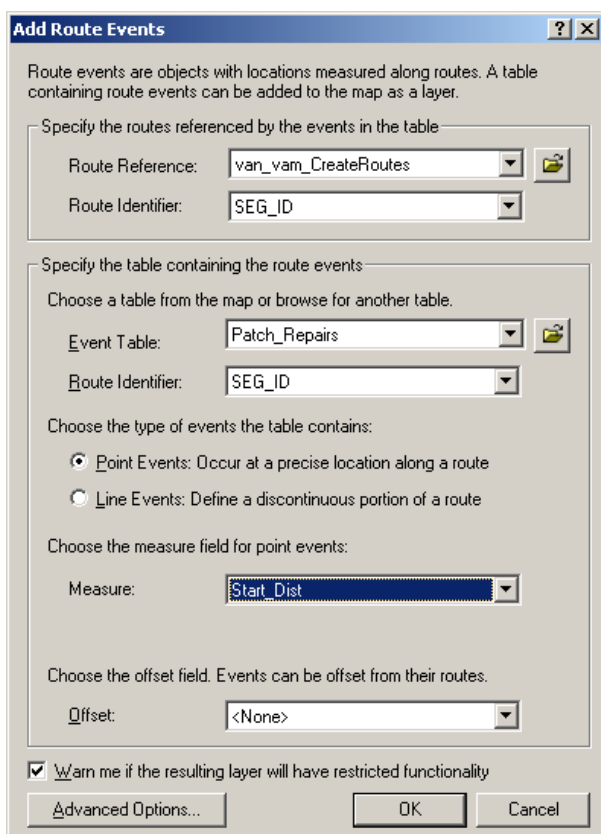
41 pav. Išskleidžiamasis meniu, pasiekiamas dešiniu ju pelės klavišu spustelėjus aptiktą maršrutą

Pasirinkite *Flash Route* (parodyti maršrutą), kad būtų operatyviai parodytas 300-asis segmentas. Dabar, kai jau nustatėme bendrą 300-ojo segmento ilgį, galima perjungti tipą į *Line* (linija) ir įrašyti atstumo vertę (17 m nuo galo). Tai atliekama lauke *From:* (nuo). Įveskime kitą atstumo vertę, t. y. 11 m nuo galo. Ją reikia įrašyti į lauką *To:* (iki). Dabar galima dešiniuoju pelės klavišu spustelėti surastą vietą ir pasirinkti *Zoom to Route Location* (didinti maršruto vietą). Po to spustelėkite *Flash Route Location* (rodyti maršruto vietą) ir pamatysite suremontuotą vamzdžio atkarpą.

Taikydami dinaminio segmentavimo metodą, galime žemėlapyje pavaizduoti lentelėse pateikiamų duomenų vietą. Lentelės gali aprašyti taškinius arba linijinius elementus. Kataloge *C:\Data\GII04_03* yra dvi duomenų lentelės, pavadintos *Patch_Repair.dbf* ir *Replacement_Repair.dbf*. Įkelkite jas į *ArcMap* ir tuomet iš programos išskleidžiamųjų meniu pasirinkite *Tools/Add Route Events...* (įrankiai / įtraukti maršruto įvykius). Šią komandą įvykdysime dukart: vieną kartą lopams, kitą – pakeistoms dalims.

Lopams (smulkiems remonto darbams viename taške) sukursime *Point Route Events* (taškinius maršruto įvykius). Savo maršruto atskaitai naudosime „van_vam_CreateRoutes“ su maršruto ID „SEG_ID“. Siekdami nurodyti, kur ieškoti lopų vietos, naudosime įvykių lentelę *Patch_Repairs* su maršruto ID „SEG_ID“. Pasirinkus taškinius elementus, galima įvesti tik vieną atstumą, tad naudojamės stulpeliu *Start_Dist* (pradžios atstumas) (42 pav.). Spustelėjus *OK* (gerai), prie turinio pridėdamos sluoksnis pavadinimu *Patch_Repairs Events* kuriame laikoma taškų serija.

Keičiamoms dalims (stambūs remonto darbai, kai keičiama vandentiekio atkarpa) sukursime *Line Events* (linijos įvykiai). Dar kartą pasirinkite *Tools/Add Route Events...* (įrankiai / pridėti maršruto įvykius) ir kaip šaltiniu pasinaudokite lentelę *Replacement_Repairs.dbf*. Įvykio tipu parinkite *Line Events* (linijos įvykiai), lauke *From* (nuo) parinkite *Start_Dist*, o *To* (iki) – *End_Dist*. Spustelėkite *OK* (gerai) – turinyje sukursite *Replacement_Repairs Events* (43 pav.). Rezultatai, gaunami pridėjus taškinius ir linijinius maršruto įvykius, pateikiami 44 pav.



42 pav. Taškinių maršruto įvykių pridėjimas pagal įrašus lentelėje *Patch_Repairs.dbf*

Add Route Events [?] [X]

Route events are objects with locations measured along routes. A table containing route events can be added to the map as a layer.

Specify the routes referenced by the events in the table:

Route Reference: [Browse]

Route Identifier:

Specify the table containing the route events:

Choose a table from the map or browse for another table.

Event Table: [Browse]

Route Identifier:

Choose the type of events the table contains:

Point Events: Occur at a precise location along a route

Line Events: Define a discontinuous portion of a route

Choose the measure fields for line events:

From-Measure:

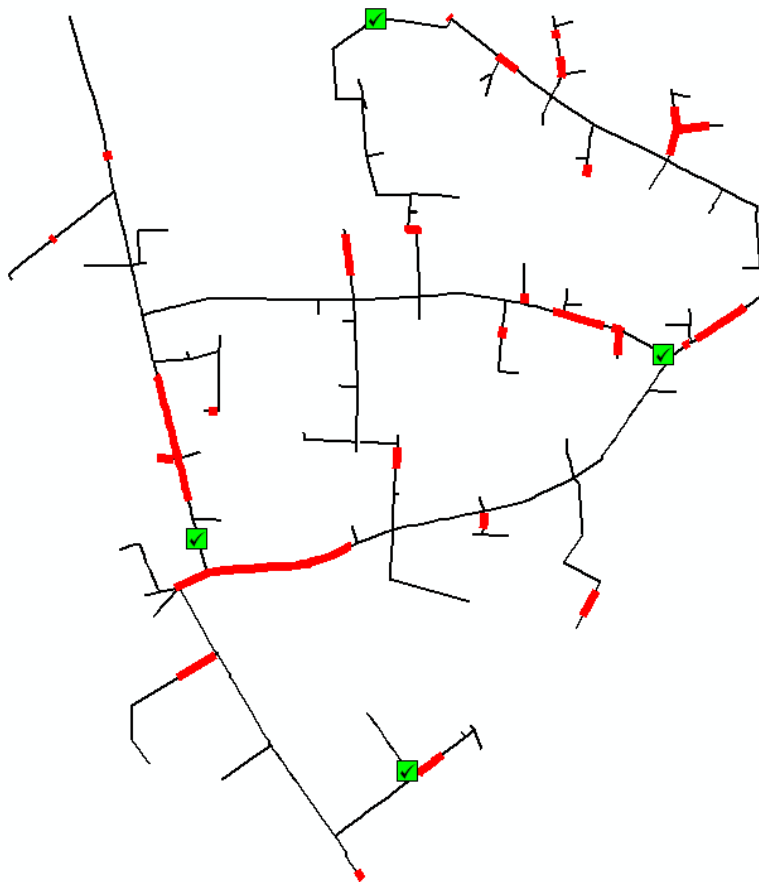
To-Measure:

Choose the offset field. Events can be offset from their routes.

Offset:

Warn me if the resulting layer will have restricted functionality

43 pav. Linijinių maršruto įvykių kūrimas pagal lentelę *Replacement_Repairs.dbf*



44 pav. Komunaliniame tinkle vaizduojami taškiniai maršruto įvykiai (žalios varnelės) ir linijiniai maršruto įvykiai (raudonai paryškintos atkarpos)

6 klausimas. Netoliese, rytų kryptimi nuo ką tik suremontuoto segmento, yra dvi ilgos persidengiančios remonto atkarpos. Kokio jos ilgio ir kada jos buvo suremontuotos? (2 balai)

Šiame praktiniame darbe ištyrėme, kaip pasroviui ir prieš srovę trasuodami komunalinius tinklus galime nustatyti problemines vietas. Siekdami rasti taškus, kur reikia atlikti tinklo remontą, taikėme dinaminio segmentavimo metodą ir parodėme, kaip į GIS galima perkelti duomenis iš lentelių, kuriose padėtis įrašyta pagal atstumą išilgai linijinio elemento. Kartu šios priemonės formuoja galingą sistemą, kuri padeda valdyti linijinius elementus (pvz., kelius, vamzdynus, vandentiekius, elektros perdavimo linijas ir kanalizaciją). Kitame praktiniame darbe dėmesį sutelksime į skaitmeninių aukščių modelių naudojimą, planuodami ir vertindami naujus naudmenų koridorius.