



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS FAKULTETAS

MIESTŲ STATYBOS KATEDRA

Evaldas Jurevičius

**MIESTŲ TERITORIJOJE ESANČIŲ GELEŽINKELIŲ
INFRASTRUKTŪROS OBJEKTŲ VALDYMAS PANAUDOJANT GIS**

**THE CONTROL OF RAILWAY INFRASTRUCTURE OBJECTS
SITUATED IN URBAN AREA USING GEO-INFORMATIONAL MEANS**

Baigiamasis magistro darbas

Civilinės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H20002

Miestų inžinerinių informacinių sistemų specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS FAKULTETAS

MIESTŲ STATYBOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Evaldas Jurevičius

**MIESTŲ TERITORIJOJE ESANČIŲ GELEŽINKELIŲ
INFRASTRUKTŪROS OBJEKTŲ VALDYMAS PANAUDOJANT GIS**

**THE CONTROL OF RAILWAY INFRASTRUCTURE OBJECTS
SITUATED IN URBAN AREA USING GEO-INFORMATIONAL MEANS**

Baigiamasis magistro darbas

Civilinės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H20002

Miestų inžinerinių informacinių sistemų specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

dr. doc. Marius Jakimavičius

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
MIESTŲ STATYBOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

**MAGISTRINIO DARBO (PROJEKTO)
UŽDUOTIS**

.....Nr.
Vilnius

Studentui (ei) _____ Evaldui Jurevičiui _____;
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo (projekto) tema: Miestų teritorijoje esančių geležinkelių infrastruktūros objektų
valdymas panaudojant GIS _____;

patvirtinta 200__m. _____d. dekanu potvarkiu Nr. ____.

Baigiamojo darbo (projekto) užbaigimo terminas 200__m. _____d.

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) UŽDUOTIS:

Duomenys: esami geležinkelio infrastruktūros GIS duomenys, ruože Vilnius – N. Vilnia.

Aiškinamasis raštas: Pateikti literatūros apžvalgą, apžvelgiant nagrinėjamos temos klausimus, bei geografinių informacinių sistemų taikymą. Išanalizuoti pasirinkto geležinkelio ruožo, esančio miesto teritorijoje ties Vilniumi esamą situaciją, sukurti GIS duomenų bazę geležinkelių infrastruktūros objektams. Palyginti sukurtos duomenų bazės galimybes su Kauno IF'e naudojamos GEOSECMA programos galimybėmis. Įvertinti GIS programos pranašumus ir trūkumus lyginant su GEOSCMA. Pateikti išvadas susijusias su atliktais tyrimų rezultatais.

Baigiamajame darbe naudoti šias specializuotas kompiuterinės programas: Geosecma, ArcGIS.

Baigiamojo darbo (projekto) konsultantai: _____.

(Pareigos, vardas, pavardė)

Vadovas: _____
(Parašas)

doc. dr. Marius Jakimavičius
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

(Parašas)

Evaldas Jurevičius
(Vardas, pavardė)

(Data)

ANOTACIJA

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Aplinkos inžinerijos fakultetas
Miestų statybos katedra

ISBN ISSN
Egz. sk.
Data:-.....-.....

Civilinės inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Miestų teritorijoje esančių geležinkelių infrastruktūros objektų valdymas panaudojant GIS**

Autorius **Evaldas Jurevičius**

Vadovas **doc. dr. Marius Jakimavičius**

Kalba
Lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjamas GIS taikymas miesto teritorijoje esantiems geležinkeliams. Analizuojama geležinkelio ruožo Vilnius – Naujoji Vilnia esama situacija. Tam, kad būtų nustatyta infrastruktūros esama būklė, buvo atlikti šie tyrimai: vizualiai apžiūrėta ir įvertinta ruožo būklė, patikrinta infrastruktūros objektų ir dokumentinių bylų atitiktis, atlikta nagrinėjamame ruože esančių infrastruktūros objektų analizė, nustatyti tam tikrų objektų trūkumai ir nurodyti galimi ištaisymo variantai. Miestų teritorijoje esantiems geležinkelio infrastruktūros objektams sukurta GIS duomenų bazė. GIS duomenų bazės funkcionalumas palygintas su šiuo metu Kauno geležinkelių infrastruktūros filiale naudojama Geosecma. Remiantis gautais rezultatais pateiktos išvados.

Darbą sudaro 9 dalys: įvadas, darbo charakteristika, literatūros apžvalga, geležinkelių infrastruktūros objektai ir jų charakteristikos, miestų teritorijoje esančių geležinkelių infrastruktūros objektų geodomenų bazės struktūra, infrastruktūros objektų vaizdavimas panaudojant ArcGIS, Kauno (IF-2) naudojamos Geosecma kompiuterinės programos analizė ir reikiamų poreikių tenkinimas, išvados, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis: 68 p. teksto be priedų, 33 iliustracijos, 20 lentelių, 41 literatūros šaltinis.

Reikšminiai žodžiai: GIS, geležinkelis, infrastruktūra, miestų teritorija, Vilnius – Naujoji Vilnia.

ANNOTATION

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Department of Urban Engineering

ISBN ISSN
Copies No.
Date-.....-.....

Master Degree Studies **Civil Engineering** study programme Final Work

Title **The Control of Railway Infrastructure Objects Situated in Urban Area Using Geo-informational Means**

Author: **Evaldas Jurevičius**

Academic supervisor: **Assoc Prof Dr Marius Jakimavičius**

Thesis language:
Lithuanian

Annotation

Thesis examined the application of GIS in urban areas in railways. Analyzes of the railway section Vilnius – Naujoji Vilnia current situation. In order to determine the current state of infrastructure, the following tests were made: visually inspected and evaluated section state, verified by matching infrastructure documents proceedings, conducted in the disputed section of infrastructure analysis to determine deficiencies in certain objects and indicate the possible remedial variants. GIS database was created for railway infrastructure in the territory of cities. GIS database functionality compared with the current Kaunas branch of the railway infrastructure used Geosecma. Based on the results the findings adduced.

The work consists of 9 parts: introduction, employment characterization, literature review, railway infrastructure and their characteristics, urban areas, the railway infrastructure geodatabase structure, infrastructure imaging using ArcGIS, Kaunas (IF-2) used a computer program Geosecma analysis of needs and appropriate satisfaction, inference and list of references.

Work size - 68 p. without appendixes, 33 figures, 20 tables, 41 references.

Reikšminiai žodžiai: GIS, geležinkelis, infrastruktūra, miestų teritorija, Vilnius – Naujoji Vilnia.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	8
LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
SANTRUMPOS.....	10
ĮVADAS	11
1. DARBO CHARAKTERISTIKA	13
1.1. OBJEKTAS IR PROBLEMATIKA	13
1.2. TIKSLAS IR UŽDAVINIAI.....	13
1.3. DARBO AKTUALUMAS.....	14
1.4. NAUJUMAS IR ORIGINALUMAS	15
2. LITERATŪROS APŽVALGA	16
2.1. BENDROJI LITERATŪROS ŠALTINIŲ APŽVALGA.....	16
2.2. UŽSIENIO ŠALIŲ LITERATŪROS APŽVALGA.....	16
3. GELEŽINKELIŲ INFRASTRUKTŪROS OBJEKTAI IR JŲ CHARAKTERISTIKOS	19
3.1. KELIO STATINIAI IR PERVAŽOS.....	19
3.1.1. <i>Tiltai, viadukai, estakados</i>	19
3.1.2. <i>Pervažos</i>	22
3.1.3. <i>Tuneliai</i>	23
3.1.4. <i>Pralaidos</i>	25
3.2. VIRŠUTINĖ KELIO KONSTRUKCIJA	27
3.2.1. <i>Bėgiai ir sėvažos</i>	27
3.2.2. <i>Pabėgiai</i>	28
3.2.3. <i>Balastas</i>	29
3.2.4. <i>Kelias tiesėje ir kreivėje</i>	30
3.2.5. <i>Paprastojo iešmo konstrukcija</i>	31
3.3. PASTATAI.....	32
3.4. INŽINERINIAI TINKLAI	32
3.5. GATVIŲ TINKLAI	34
4. MIESTŲ TERITORIJOJE ESANČIŲ GELEŽINKELIŲ INFRASTRUKTŪROS OBJEKTŲ GEODOMENŲ BAZĖS STRUKTŪRA	35
4.1. ARCGIS FUNKCIJOS.....	35
4.2. GIS DUOMENŲ BAZĖS SUKŪRIMAS GELEŽINKELIŲ INFRASTRUKTŪROS OBJEKTAMS.....	36
4.2.1. <i>Tiltai, viadukai ir estakados GIS duomenų bazėje</i>	38
4.2.2. <i>Pervažos GIS duomenų bazėje</i>	41
4.2.3. <i>Pėsčiųjų tuneliai GIS duomenų bazėje</i>	43

4.2.4. <i>Pralaidos GIS duomenų bazėje</i>	44
4.2.5. <i>Bėgiai, pabėgiai, balastas ir iešmai GIS duomenų bazėje</i>	45
4.2.6. <i>Peronai GIS duomenų bazėje</i>	46
4.2.7. <i>Pastatai GIS duomenų bazėje</i>	47
4.2.8. <i>Kontaktinio ir elektros tinklo bei apšvietimo įrenginių atributinės informacijos struktūra</i>	48
5. INFRASTRUKTŪROS OBJEKTŲ VALDYMAS PANAUDOJANT ARCGIS	49
5.1. INFRASTRUKTŪROS OBJEKTŲ PAIEŠKA, REDAGAVIMAS IR UŽKLAUSŲ SUDARYMAS	49
5.2. OBJEKTŲ ANALIZĖ IR REIKIAMŲ SPRENDIMŲ PRIĖMIMAS	52
6. KAUNO (IF-2) NAUDOJAMOS GEOSECMA KOMPIUTERINĖS PROGRAMOS ANALIZĖ IR REIKIAMŲ POREIKIŲ TENKINIMAS.	55
6.1. KOMPIUTERINĖS PROGRAMOS FUNKCIJOS.....	55
6.2. <i>GEOSECMA</i> TAIKYMAS LG	58
6.3. KOMPIUTERINĖS PROGRAMOS TRŪKUMŲ IR PRIVALUMŲ NUSTATYMAS	59
6.4. PAPILDOMŲ REIKIAMŲ FUNKCIJŲ NURODYMAS.....	62
6.5. <i>GEOSECMA</i> PROGRAMOS PALYGINIMAS SU ARCGIS.....	62
7. IŠVADOS	63
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS:	66

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 PAV. VILNIAUS M. SAV., GELEŽINKELIO RUOŽAS VILNIUS – NAUJOJI VILNIA	12
2 PAV. TILTŲ TIPAI PAGAL STATYBINĘ MEDŽIAGĄ	20
3 PAV. G/B TILTAS PK 0+426 (SUSIKIRTIMAS SU LIEPKALNIO G.).....	20
4 PAV. G/B TILTAS PK 1+389 (SUSIKIRTIMAS SU SUKILĖLIŲ G.)	21
5 PAV. METALINIS TILTAS PK 8+085 (VIRŠ VILNELĖS UPĖS).....	21
6 PAV. PERVAŽA (PK 2+867) SUBAČIAUS GATVĖJE:	23
7 PAV. PERVAŽA (PK 4+633) PAVILNIO GATVĖJE SU GABARITO VARTAIŠ IR AUTOMATINĖS SIGNALIZACIJOS ĮRENGINIAIS	23
8 PAV. VILNIAUS GELEŽINKELIO STOTIES CENTRINIS PĖSČIŲJŲ TUNELIS	24
9 PAV. VILNIAUS STOTIES NEEKSPLOATUOJAMO PRIEMIESTINIO PĖSČIŲJŲ TUNELIO ĮĖJIMAI	25
10 PAV. N. VILNIO STOTIES PĖSČIŲJŲ TUNELIS	25
11 PAV. TINKAMAI EKSPLOATUOJAMOS PRALAIIDOS: A) PK 1+632 B) PK 3+508	27
12 PAV. NETINKAMAI EKSPLOATUOJAMOS PRALAIIDOS: A) PK 2+857 IR B) PK 6+499	27
13 PAV. BĖGIAI IR GRETBĖGIAI ANT G/B TILTO PK 1+389 (SUSIKIRTIMAS SU SUKILĖLIŲ G.)	28
14 PAV. MEDINIŲ TAŠŲ PABAIGA – GELŽBETONINIŲ PABĖGIŲ PRADŽIA (PK 1+581)	29
15 PAV. VILNIAUS GELEŽINKELIO STOTIES PASTATAS.....	32
16 PAV. ELEKTROS TINKLŲ PASISKIRSTYMAS NAGRINĖJAMOJE TERITORIJOJE	34
17 PAV. VILNIAUS GELEŽINKELIO STOTIES PĖSČIŲJŲ TILTAS.....	39
18 PAV. G/B VIADUKAS PK 0+426, SANKIRTA SU LIEPKALNIO G.....	39
19 PAV. G/B AUTOMOBILIŲ TILTAS (RASOS G.)	39
20 PAV. G/B VIADUKAS PK 1+389, SANKIRTA SU SUKILĖLIŲ G.	40
21 PAV. G/B VIADUKAS PK 7+895, SANKIRTA SU S. BATORO G	40
22 PAV. METALINIS TILTAS PK 8+085, SANKIRTA SU VILNIO UPE.....	40
23 PAV. G/B VIADUKAS PK 8+411, SANKIRTA SU ŠIAURĖS G.....	41
24 PAV. N. VILNIO STOTIES PĖSČIŲJŲ TILTAS	41
25 PAV. PERVAŽA (PK 2+867) SUBAČIAUS GATVĖJE.	42
26 PAV. PERVAŽA (PK 4+633) PAVILNIO GATVĖJE	43
27 PAV. PASTATAI ŠALIA GELEŽINKELIO KELIO	50
28 PAV. PASTATAI ŠALIA GELEŽINKELIO KELIO	50

29 PAV. OBJEKTŲ PAIEŠKA IR ATRIBUTINĖ INFORMACIJA	51
30 PAV. ATRIBUTINĖS INFORMACIJOS PAIEŠKA TAM TIKRA TVARKA.....	51
31 PAV. GELEŽINKELIO IR KITŲ INŽINERINIŲ KOMUNIKACIJŲ SANKIRTOS (VIENAME IR SKIRTINGUOSE LYGIUOSE)	53
32 PAV. AKUSTINIO EKRANO SCHEMA:.....	54
33 PAV. TRIUKŠMO SIENELĖS: A) AUSTRIJOJE; B) KINIJOJE.....	54

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 LENTELĖ. G/B TILTO PK 0+426 PAGRINDINIAI DUOMENYS	20
2 LENTELĖ. G/B TILTO PK 1+389 PAGRINDINIAI DUOMENYS	21
3 LENTELĖ. METALINIO TILTO PK 8+085 PAGRINDINIAI DUOMENYS	22
4 LENTELĖ. NAGRINĖJAMO RUOŽO IR STOČIŲ TILTŲ PAGRINDINIAI DUOMENYS:.....	22
5 LENTELĖ. GELEŽINKELIO RUOŽO PĖSČIŲJŲ TUNELIŲ PAGRINDINIAI DUOMENYS.....	24
6 LENTELĖ. BĖGIŲ CHARAKTERISTIKOS.....	28
7 LENTELĖ. MEDINIŲ PABĖGIŲ GEOMETRINĖS CHARAKTERISTIKOS	29
8 LENTELĖ. SU GELEŽINKELIU BESIKERTANČIOS GATVĖS	34
9 LENTELĖ. LYGIAGREČIAI GELEŽINKELIO NUTUESTOS GATVĖS.....	34
10 LENTELĖ. GEOREFERENCINIO PAGRINDO TURINYS	37
11 LENTELĖ. TILTŲ SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA	38
12 LENTELĖ. PERVAŽŲ SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA	41
13 LENTELĖ. PĖSČIŲJŲ TUNELIŲ SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA	43
14 LENTELĖ. PRALAIĐŲ SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA.....	44
15 LENTELĖ. GELEŽINKELIO_AŠIES SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA	45
16 LENTELĖ. IEŠMŲ SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA	46
17 LENTELĖ. PERONŲ SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA	47
18 LENTELĖ. PASTATŲ SLUOKSNIO ATRIBUTINĖS LENTELĖS STRUKTŪRA	48
19 LENTELĖ. KONTAKTINIO IR ELEKTROS TINKLO ATRIBUTINĖS INFORMACIJOS STRUKTŪRA	49
20 LENTELĖ. PI ARCGIS IR PI <i>GEOSECMA</i> PALYGINIMAS	63

SANTRUMPOS

3D – trimatė kompiuterinė grafika

AMS (angl. asset management systems) – Turkijos valstybėje vykdoma duomenų ir turto valdymo sistema panaudojant GIS

ArcGIS – geografinė informacinė sistema skirta įvairiapusiam duomenų bazių valdymui

CAD (angl. *Computer aided design*) – projektavimo veiksmai naudojantis kompiuteriu

DB (angl. database) – duomenų bazė

DSS (angl. decision support systems) – Turkijos valstybėje vykdoma aukštos kokybės sprendimų priėmimo sistema panaudojant GIS

DWG (angl. Drawing) – AutoCAD formatas

ES – Europos Sąjunga

Geosecma – geografinė informacinė sistema skirta įvairiapusiam duomenų bazių valdymui

GIS – geografinė informacinė sistema

GIS DB – geografinių informacinių sistemų duomenų bazė

GKRP – geležinkelio kelių pasų registras. Saugoma detali informacija apie pagrindinius kelius

GPS (angl. *Global Positioning System*) – Visuotinė padėties nustatymo sistema arba Globali pozicionavimo sistema. Ji leidžia nustatyti objekto koordinates bet kurioje pasaulio vietoje. Sistemos pagrindas – IT technologijų sąveika su planetą gaubiančiu GPS palydovų tinklu. Tai viena iš palydovinių navigacijos sistemų

LG – Lietuvos geležinkeliai

IF – infrastruktūros filialas

Km – kilometras

LKS 94 (Lietuvos koordinačių sistema, priimta 1994 m.) – tai Lietuvos Respublikoje priimta valstybinė koordinačių sistema, kurią sudaro normalusis gravitacinis laukas, elipsoido parametrai, erdvinių koordinačių sistema, bei plokštuminių koordinačių sistema

m – metras

mm – milimetras

NRIC (angl. Bulgarian National Railway Infrastructure Company) – Bulgarijos nacionalinė geležinkelių infrastruktūra

Pk – piketažas. Pradžia nuo Vilniaus stoties pastato ašies

R65, UIC 60 (60E1), R50 – geležinkelio bėgių tipai

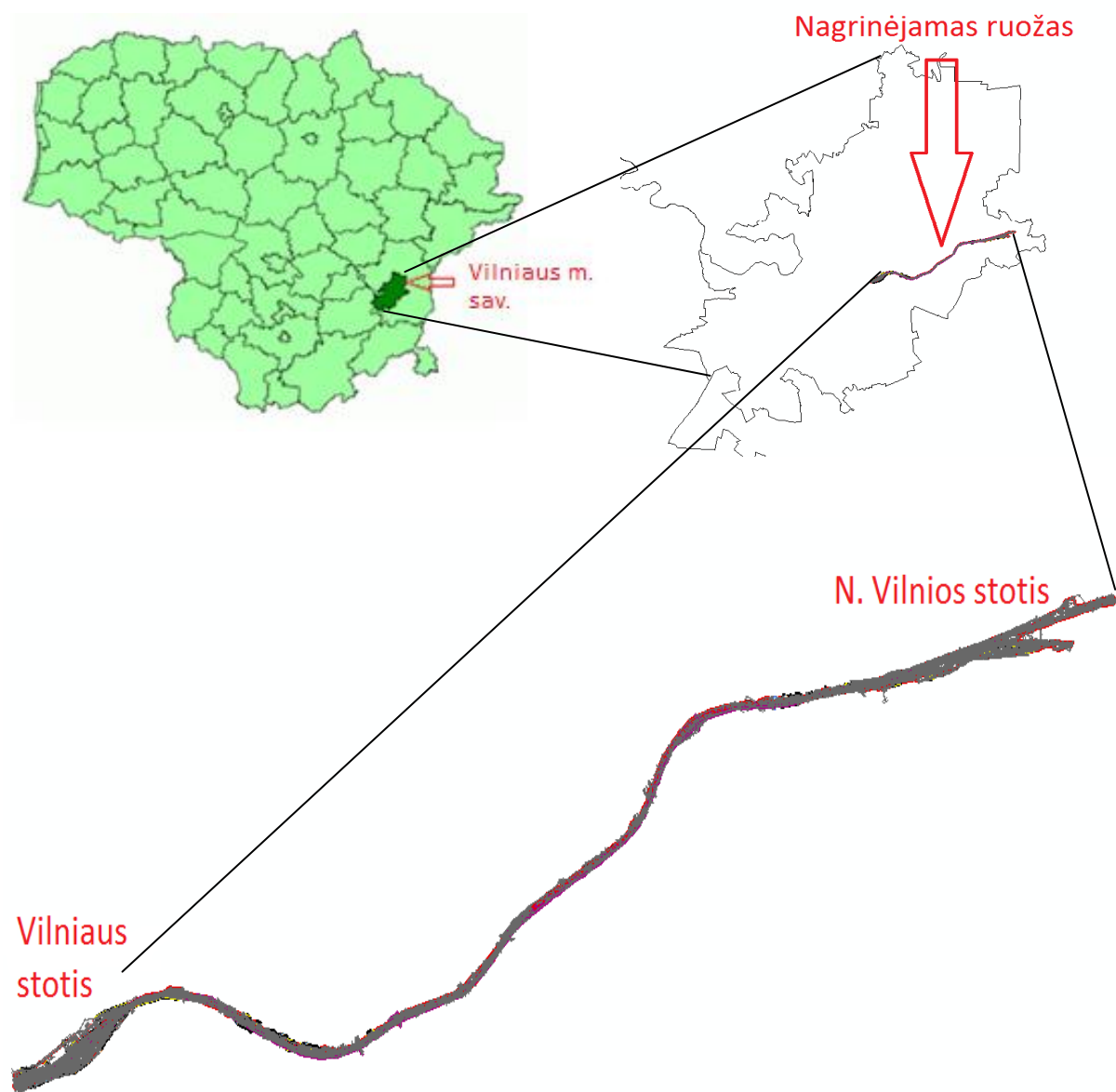
Ivadas

Geležinkelio infrastruktūra miestų teritorijoje – keliai ir fiksuoti įrenginiai, reikalingi eismui ir eismo saugumui užtikrinti bei visi kiti statiniai, pritaikyti saugiams keleivių ir miesto gyventojų poreikiams. Miesto teritorijoje esančio geležinkelio infrastruktūrą sudaro šie objektai:

- žemės plotas;
- viršutinis kelio statinys: bėgiai, gretbėgiai, pabėgiai, nuolatinio kelio pagalbiniai prietaisai, balastas, įskaitant akmens skaldą ir smėlį, iešmai ir t. t.;
- keleivių ir prekių privažiuojamieji keliai, įskaitant automobilių kelius;
- saugos, signalizacijos ir telekomunikacijų įrenginiai atvirame kelyje, sumontuoti stotyse ir rūšiavimo stotyse, įskaitant signalizacijai ir telekomunikacijoms reikalingos elektros srovės gamybos, transformavimo ir skirstymo įrenginius, šiems įrenginiams skirti pastatai;
- apšvietimo įrenginiai, sumontuoti eismo ir saugos tikslais;
- gabenimui geležinkeliu reikalingos elektros energijos transformavimo ir perdavimo įrenginiai: pastotės, energijos tiekimo kabeliai, nutiesti tarp pastočių ir kontaktinių laidų, kontaktinis tinklas ir atramos;
- infrastruktūros padalinio naudojami pastatai, įskaitant jų dalį, tenkančią transporto mokesčius renkantiems įrenginiams;
- apatinysis kelio statinys: sankasos ir pylimai, iškasos, drenažo kanalai ir tranšėjos, mūrinės tranšėjos, pralaidos, sutvirtinimo sienos, apsauginiai želdiniai, t. t.;
- keleivinės ir prekinės platformos;
- geležinkelio pervažos ir pėsčiųjų takai;
- aptvėrimų sienos, tvoros, aptvarai;
- priešgaisrinės juostos, šildymo prietaisai;
- užtvaros nuo sniego;
- inžineriniai statiniai: tiltai, pralaidos, viadukai, tuneliai, dengtos iškasos ir kiti pravažiuojamieji po geležinkelio sankasa;
- sulaikančiosios sienos, nuo griūčių ir krentančių akmenų apsaugantys statiniai ir t. t.;
- kelių lygių pervažos, įskaitant kelių eismo saugumą užtikrinančią įrangą;
- peronai;
- specialūs stočių statiniai.

Magistro darbe pateikiami infrastruktūros objektai, esantys konkrečiame geležinkelio kelio ruože Vilnius - Naujoji Vilnia. Objektai pateikiami su ArcGIS programa, nurodomos žinomos charakteristikos (pastatymo metai, pagrindiniai parametrai, paskirtis, statytojas, garantijos laikotarpis, remonto datos, kita su eksploatacija susijusi informacija ir pan.). Taip pat pateikiamos objektų paieškos bei redagavimo galimybės, ataskaitos, analizės būdai. Palyginamos sukurtos duomenų bazės galimybės su Kauno IF'e naudojamos *Geosecma* programos galimybėmis. Įvertinami ArcGIS programos pranašumai ir trūkumai lyginant su Geoscma. Pateikiamos išvados, susijusios su atliktais tyrimų rezultatais.

Nagrinėjamos teritorijos vieta: Vilniaus miesto savivaldybė, geležinkelio ruožas Vilnius – Naujoji Vilnia. Šis ruožas pateikiamas 1 pav.



1 pav. Vilniaus m. sav., geležinkelio ruožas Vilnius – Naujoji Vilnia

1. Darbo charakteristika

1.1. Objektas ir problematika

Mokslo ir technologijų vystymasis dar labiau spartėja, todėl išauga geografinės informacijos, pateikiamos žemėlapiuose, poreikis, kyla tikslumo bei pateikimo spartumo reikalavimai. Išsivysčius technologijoms, geografinė informacija yra generuojama sparčiau, nei ji gali būti apdorota. Tačiau šiuolaikinis mokslas ir technologija pateikia ir efektyvų šios problemos sprendimą – kompiuterine technika pagrįstas geografinės informacinės sistemas, skirtas geografinėi informacijai kaupti ir apdoroti [1].

Šiuo metu Lietuvos geležinkeliuose techninių infrastruktūrų informacijos valdymo sistema plačiai taikoma tik Kauno infrastruktūros filiale (IF-2), artimiausiu metu ji bus diegiama ir kituose Lietuvos geležinkelių filialuose (Vilniaus (IF-1), Šiaulių (IF-3) ir Klaipėdos (IF-4)). Ši sistema patogiai ir greitai pateikia detalią informaciją apie norimą infrastruktūros objektą, taip pat informaciją galima išspausdinti ir panaudoti DWG brėžinių formavimui bei palyginti su rangovų atliktomis topografinėmis nuotraukomis. Miestų teritorijoje esantiems geležinkeliams turi būti taikomos geografinės informacinės sistemos, kuriomis analizuojama esama padėtis bei priimami optimaliausi sprendimai geležinkelių infrastruktūros objektų išdėstymui ir tolesnei eksploatacijai.

Magistro darbe bus išnagrinėta Kauno infrastruktūros filiale (IF2) naudojama *Geosecma*, nurodžius jos trūkumus ir papildomas reikiamas funkcijas programai, kad palengvėtų infrastruktūros objektų valdymas bei tinkamas objektų išdėstymas ir prisijungimas į miesto bendrą vaizdinį. Taip pat magistro darbe ši programa lyginama su ArcGIS programine įranga pagal funkcionalumą ir nustatomas šių programų funkcionalumas pritaikant Lietuvos geležinkeliams, nurodant, ko programose trūksta ir kurios funkcijos tenkina Lietuvos geležinkelių poreikius. Pateikiamos išvados, susijusios su atliktų tyrimų rezultatais.

1.2. Tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas yra išanalizuoti, ar šiuo metu (IF-2) naudojamos plataus taikomojo spektro GIS sistemos *Geosecma* galimybės tenkina miesto teritorijoje esančių geležinkelių valdymo poreikius ir įvertinti naudojamos programos pranašumus ir trūkumus, palyginant su ArcGIS.

Sėkmingam darbo tikslo įgyvendinimui būtina atlikti šiuos uždavinius:

- atlikti literatūros apžvalgą, apžvelgiant nagrinėjamos temos klausimus bei geografinių informacinių sistemų taikymą;

- išanalizuoti geležinkelio ruožo, esančio teritorijoje ties Vilniumi, būklę;
- sukurti GIS duomenų bazę geležinkelių infrastruktūros objektams ruože Vilnius - Naujoji Vilnia;
- palyginti sukurtos duomenų bazės valdymo ArcGIS programa galimybes su Kauno IF-2 naudojamos programos *Geosecma* galimybėmis;
- įvertinti ArcGIS programos pranašumus ir trūkumus lyginant su *Geosecma*;
- remiantis atliktais tyrimais pateikti išsamias išvadas.

1.3. Darbo aktualumas

Geografinių informacinių sistemų (GIS), kaip mokslo ir technologijų, reikšmė geležinkelių infrastruktūroje nuolatos didėja. Geoinformacinės technologijos bei jų plėtros poreikis ir perspektyvos šiuo metu viena iš pagrindinių LG vystymosi sričių. Dabar GIS jau nėra tokia naujovė, kokia buvo LG tik pradėjus diegti 2004 metais. Šiuo metu sunkiai galima įsivaizduoti įvairių Kauno IF'o objektų atributinės informacijos saugojimą, atskirtą nuo sklypų ribų ar LKS-94 koordinatų sistemos, rankiniais metodais atliekamą kartografavimą ar pan. Pasinaudojant GIS ir GPS technologijų atvertomis galimybėmis, atrankiniais metodais sukurta ir įdiegta infrastruktūros objektų inventorizacija Kauno IF'o duomenų bazėje, bei šiuo metu pradedamos kurti optimizuotos GIS DB kitiems LG IF. Šiuolaikinė GIS programinė ir techninė įranga bei duomenų bazės tampa prieinamos LG darbuotojams, šalyje kuriama bendra geografinės informacijos infrastruktūra. GIS technologijų aktualumas yra neginčijamas ir neatsiejamas su LG vykstančiuose pokyčiuose atnaujinant infrastruktūrą bei diegiant naujas technologijas.

Geležinkelių infrastruktūroje, miestų teritorijoje, svarbu suformuoti skaitmeninę formą informaciją apie esamus objektus, nes sukaupta skaitmeninė informacija daugeliu atveju leidžia išvengti naujos topografinės - inžinerinės nuotraukos užsakymo ir palengvina informacijos radimą apie tam tikrą norimą objektą. Tai labai svarbu miesto teritorijoje, kadangi visai šalia intensyvaus geležinkelių eismo vyksta nuolatinis miesto gyvenimas. Svarbu, kad gyventojai neturėtų galimybių kirsti geležinkelio bėgius tam neskirtose vietose. Miesto teritorijoje būtinas pakankamas požeminių ir antžeminių perėjų kiekis, privalo būti įrengti patogūs peronai bei tuneliai ir tiltai.

Įvairių geležinkelio infrastruktūros ruožų topografinių - inžinerinių žemėlapių spausdinimas ir DWG brėžinių formavimas priešprojektiniams sprendimams priimti, taip pat papildomai panaudojant teminę informaciją (pastatymo metus, gamintoją, statytoją ir pan.) labai aktualus inžinieriams.

Suformuoti ir nuolatos atnaujinami stambaus mastelio skaitmeniniai žemėlapiai sudaro sąlygas projektavimo darbus atliekančioms organizacijoms žymiai greičiau gauti skaitmeninius duomenis ir pradėti projektavimo procesus (privačios geodezinius-topografinius darbus vykdančios kompanijos kaip tarpininkai tarp miesto stambaus mastelio skaitmeninio archyvo ir privačių projektuotojų gauna iš savivaldybės pradinę skaitmeninę informaciją lauko darbams internetu) [7].

Naudojami techninių infrastruktūrų informacijos valdymo sistemą Lietuvos geležinkeliai turi galimybę pateikti skaitmeninius konkrečios teritorijos duomenis GIS arba CAD formate konkursuose dalyvaujančioms organizacijoms bei savo infrastruktūros darbuotojams. Tų pačių geoduomenų naudojimas LG ir komunikacijas eksploatuojančiose įmonėse leidžia išvengti klaidų projektavimo procesuose bei tinkamai suformuoti infrastruktūros objektų išdėstymą miesto teritorijose.

Taip pat naudojant geografinės informacinės sistemas sumažėja atributinės informacijos kiekis registrų sistemose (pvz., techniniams projektams išduodamų sąlygų transporto infrastruktūrai atveju), kadangi nereikia tekstu aprašyti informacijos apie vietovės objektus.

Priežastis, kodėl duomenys kaupiami duomenų bazėse, yra ta, kad būtų galima tarpusavyje susieti anksčiau buvusius nepriklausomus faktus ir situacijas. Paprasčiausiu atveju – tai gali būti faktų iš duomenų bazės atgaminimas, pavyzdžiui, pateikiami objektai, susieti su statybos metais ar gamintoju. Tačiau norint įvertinti įvairiapusių ryšius tarp duomenų, kaip, pavyzdžiui, siekiant apskaičiuoti objekto naudojimo laikotarpį, gali tekti atlikti sudėtingas duomenų apdorojimo procedūras, priklausančias nuo daugelio kitų poveikių priklausomybių.

1.4. Naujumas ir originalumas

Techninių infrastruktūrų informacijos valdymo sistema plačiai taikoma tik Kauno infrastruktūros filiale (IF-2), jos pavyzdžiu ir likusieji Lietuvos geležinkelių filialai artimiausiu metu pradės taikyti geoinformacinės sistemas. Taigi Lietuvos geležinkelių infrastruktūrai valdyti GIS taikymas yra pradėtas pakankamai neseniai (Kauno IF'e pradėta diegti 2004 m gegužės 26 d.) ir tai yra pakankamai nauja bei nuolatos tobulinama, atnaujinama ir tikslinama [6]. Sukurta tinkama GIS duomenų bazė, skirta miesto teritorijose esantiems geležinkeliams daugeliu atvejų padės išsamiau analizuoti esamą situaciją, priimti tinkamus sprendimus bei pagerinti tolesnį infrastruktūros objektų išdėstymą atsižvelgiant ir į miesto poreikius.

Šiuo metu Vilniaus ir Naujosios Vilnios miestus jungiančiam geležinkeliui nėra sukurta GIS DB. Sukūrus tinkamą DB ir panaudojant GIS daugeliu atvejų pagerės tinkamas

infrastruktūros objektų valdymas, objektų remonto, rekonstrukcijos ar naujos statybos planavimas, geležinkelio suderinimas su aplinka ir miesto infrastruktūra.

2. Literatūros apžvalga

2.1. Bendroji literatūros šaltinių apžvalga

Nagrinėjant įvairius literatūros šaltinius pastebima, kad geležinkeliai šiuo metu sparčiai keičiasi. Lietuvoje intensyviai vykdomas projektas Rail Baltica, remontuojama, rekonstruojama ir naujai statoma nemažai kelio statinių ir įrenginių reikalingų sėkmingam infrastruktūros darbui, diegiamos įvairios naujovės modernizuojant Lietuvos geležinkelius, didelis dėmesis skiriamas stočių tobulinimui ir plėtrai. Miesto teritorijose esančiuose geležinkeliuose privalo būti mažinamas triukšmo lygis (statomos akustinės sienutės, modernizuojamas bėgių kelias klojant ilgabėgius) ir užterštumas (modernizuojant lokomotyvus), vykdomos įvairios priemonės saugiam traukinių eismui (didinami kreivių spinduliai, modernizuojamos pervažos ir stotys). Šios permainos neišvengiamai reikalauja naudoti vis daugiau skaitmeninių technologijų, kurios palengvina ir naujovių įrengimą ir eksploatavimą ateityje. Kaupiant informaciją DB ir analizuojant ją pasitelkusi GIS, galima greitai ir patogiai surasti tai ko reikia sėkmingam infrastruktūros valdymui, todėl GIS atlieka vis didesnę vaidmenį infrastruktūros vystymuisi: projektavimui, planavimui, įgyvendinimo stebėsenai ir tolimesnių sprendimų priėmimui tinkamai plėtrai.

Lietuvos geležinkeliai bando efektyviau valdyti jiems priklausančią infrastruktūrą, todėl pasitelkus GIS palengvėtų reikiamų infrastruktūros objektų paieška, redagavimas, norimų ataskaitų rengimas ir analizė. Pasitelkus GIS geležinkelių infrastruktūra gali būti efektyviau pritaikyta ir miesto gyventojų poreikiams, nustatomos avaringos vietovės ir būdai avaringumui sumažinti, atliekamos įvairios analizės eismo saugumo didinimui ir gyventojų poreikių tenkinimu.

Kadangi išlaidos geležinkelio priežiūrai sudaro apie 20-30% visų išlaidų skirtų geležinkelio infrastruktūros objektų valdymui, būtina taikyti GIS. Pasitelkus GIS operatyviau paskirstomos lėšos ir organizuojamas valdymas.

2.2. Užsienio šalių literatūros apžvalga

Literatūros apžvalgoje pateikiama užsienio šalių patirtis kuriant bei naudojant GIS DB geležinkelių infrastruktūros plėtrai ir suderinimui su miesto aplinka bei poreikiais.

Turkijoje [12] geležinkelių infrastruktūros inventoriaus ir būklės vertinimas yra tarp svarbiausių šiuolaikinės infrastruktūros turto valdyme elementų. Tinkamai valdyti miesto ir transporto infrastruktūros objektus yra gana sudėtinga, todėl būtina valdymą supaprastinti. Lengviausias būdas tai padaryti yra infrastruktūros objektų valdymui naudoti geografinės informacijos sistemas (GIS). Taikant GIS supaprastėja avarijų arba galimų nelaimių numatymas, įvertinama galima žala ir numatomos prielaidos jos išvengti. Analizuojant infrastruktūros objektų duomenis laiku priimtos tinkamos išvados ir laiku atlikta objekto rekonstrukcija gali sutaupyti daug lėšų. Kad infrastruktūros objektai būtų saugūs ir efektyvūs, reikia juos periodiškai tirti ir stebėti. Svarbu, kad visi geležinkelių infrastruktūros objektai (bėgiai, pabėgiai, balastas, sankasa, tiltai, tuneliai, pervažos, drenažo struktūra ir kt.) būtų laiku ir tinkamai prižiūrimi. Šiuo metu geležinkelio infrastruktūros duomenys renkami naudojant skaitmenines vaizdo kameras, sinchronizatorius, giroskopus, linijinius atstumo matavimo įrankius, kampo pokyčio, greičio bei krypties daviklius. Taigi, tinkamai naudojant GIS informaciją, galima numatyti ilgalaikes ir trumpalaikes geležinkelio infrastruktūros turto valdymo strategijas, veiksmingai valdyti geležinkelių susisiekimo operacijas, stebėti kaip vykdoma techninė objektų priežiūra, taikyti turto valdymo ir sprendimų priėmimo sistemas.

Turkijos valstybės geležinkelių tinklas buvo perkeltas į GIS aplinką siekiant vykdyti aukštos kokybės sprendimų priėmimo sistemą (decision support systems – DSS). Įvairiose duomenų bazėse saugomi duomenys apie geležinkelių kelių ruožus ir geležinkelio turto valdymo sistemą (asset management systems – AMS) buvo perkelti į GIS duomenų bazę kelio būklės analizės ir darbo planavimo tikslais. GIS DB pateikiami bendrieji objekto duomenys, išdėstymo ir objekto paskirties duomenys, bendri duomenys apie superstruktūrą bei infrastruktūrą, geometrijos matavimo pakitimai, informacija apie patikrinimus ir kitus matavimus, atliktų darbų istorija ir pan.

Autorių teigiama, kad sukurtoje GIS duomenų bazėje informacija apie įrenginių būklę ir pajėgumą gali padėti vadovams parengti numatomų įgyvendinti planų grafiką ir sukurti trumpalaikes bei ilgalaikes valdymo strategijas. GIS Turkijoje naudojamos siekiant nustatyti avarijos ar objekto buvimo vietą ir nustatyti lemiamą veiksni, dėl kurio įvyko tam tikras įvykis, priimti reikiamus sprendimus, kad tai nepasikartotų.

GIS taikomas Bulgarijos [13] geležinkelių infrastruktūroje. Bulgarijos geležinkeliai 2002 m. tapo valstybine įmone. Bulgarijos nacionalinė geležinkelių infrastruktūra (Bulgarian National Railway Infrastructure Company (NRIC) apima 4150 km geležinkelių kelių, 382 stotis, 13 infrastruktūros skyrių, 9 turto operacijų valdymo padalinius ir 3 traukinių eismo valdymo padalinius. Geležinkelių infrastruktūros integracija į GIS visoje šalyje truko 18 mėnesių ir kainavo apie 3 mln. eurų. Sėkmingai modeliuojamas ir valdomas visas

geležinkelio tinklas šalyje. Ortofoto nuotraukos pateikia informaciją 10 cm tikslumu, todėl naudojama didelio tikslumo atliekamų tyrimų kontrolė. GIS bazė apima visą kadastro žemėlapių plotą, siekiant atitikti ES standartus, visos operacijos yra visapusiškai skaitmeninės. Svarbiausi sukurtos GIS sistemos projekto vystymo prioritetai: GIS duomenų pateikimo dizainas, duomenų talpyklos dydis, GIS DB projektavimas, GIS sistemos tinkamas įgyvendinimas. GIS DB sukūrimo geležinkelių infrastruktūrai projektas prasidėjo nuo 30 traukinių stočių tyrimo ir analizės.

Aerofotografijos metodui atlikti buvo skirta 226 valandų skrydžių, iš viso padaryta 32.000 pavienių vaizdų. Kelio, kadastro ir skaitmeniniai brėžiniai visoje šalyje jau atlikti, ateityje planuojama į GIS įtraukti elektros tinklų valdymą remiantis kuriama skaitmenine geoduomenų baze, taip pat numatomas signalizacijos ir tam tikrų traukinių operacijų valdymas (skelbta 2011-01-14).

GIS naudojimas labai sėkmingai pritaikytas Danijoje ir Suomijoje [14]. Geležinkelių infrastruktūros objektų valdymą, panaudojant GIS, atlieka įmonė „Banedenmark“. Įmonėje dirba 2200 darbuotojų, atvyksta–išvyksta 38000 traukinių per dieną. Pasitelkiant GIS visi eismo tvarkaraščiai matomi tiesiog duomenų bazėje paspaudus nuorodą ant bėgių, ten pat rodomi greičių grafikai ir kelio profiliai. GIS funkcionalumas leidžia vykdyti traukinių eismą optimaliu greičiu. Ateityje numatoma pradėti dirbti su 3D modeliavimu, įtraukiant pervažų analizę, pralaidas, drenažo sistemas, triukšmo sklaidos nustatymo ir geležinkelio kabelių tinklų registravimą. Taip pat numatoma atnaujinti GIS posistemę geležinkelio signalizacijai.

Suomijoje GIS sistemos įrengimas buvo įdomus tuo, kad reikėjo ne tik parengti GIS geležinkelių infrastruktūros objektams, bet ir senus traukinius pakeisti naujais, tinkamiausiais šios šalies geležinkelio keliams. 2010 m gruodžio mėnesį įdiegta nauja GPS sistema, kurios dėka sistemoje rodoma traukinio buvimo vieta realiu laiku, išskiriant traukinius tam tikromis spalvomis. Jei traukinys važiuoja pagal grafiką – jo žymėjimas žalias, vėluoja – geltonas. Naudojant šią sistemą vienu metu galima stebėti net iki 1000 traukinių.

Už GIS taikymą Olandijoje [15] atsakinga įmonė „ProRail BV“. Didelis dėmesys skiriamas schematiniams planams, kadangi yra daug panašumų tarp schemų ir geografinių tinklų, objektai saugomi schematinėje duomenų bazėje. GIS informacija naudinga daugeliu atžvilgiu, įskaitant galimybę pasidalinti žemėlapiais / schemomis bendradarbiaujant su rangovais ir eismo kontrolės planavimo padaliniais, kadangi tarpusavio bendradarbiavimas optimizuojamas per vieną rodmenį. GIS svarbų vaidmenį atlieka iešmų parinkimo ir išdėstymo atvejais, taip pat eismo patikimumo užtikrinimui, traukinio važiavimo per iešmus metu. Schematiniai planai naudojami todėl, kad dažniausiai taikomi tokie analizės atvejai, kai reikia tik grafinio tinklo atvaizdo, o georeferencinis objektų atvaizdas nebūtinas. Esant

schematiniam išdėstymui paprasčiau priartinti ir koreguoti didelius kiekius inžinerinių tinklų. Šiuo metu geografinė informacija pasiekama per ArcGIS / SAP (skelbta 2011-01-13) ir kuriama nauja peržiūros programa. Straipsnyje akcentuojama, kad geografiniai objektai yra pagrindas sudarant tinkamas schemas. ProRail geografinė ir schematinė informacija yra kaupiama skirtingose duomenų bazėse, bet ją galima labai patogiai dalintis. Geografinėje duomenų bazėje kaupiamos nagrinėjamų objektų nuotraukos, schematinėje – objektų brėžiniai.

3. Geležinkelių infrastruktūros objektai ir jų charakteristikos

3.1. Kelio statiniai ir pervažos

3.1.1. Tiltai, viadukai, estakados

Tiltas – statinys, jungiantis kelią per žemiau esančią upę, kanalą, tarpekį, ir pan. Tiltas, esantis virš kelio ar geležinkelio, vadinamas viaduku [19].

Pirmieji tiltai buvo per upę permesti rąstai ar dideli plokšti akmenys, išdėlioti vandenyje. Šiuo principu remiamasi statant sijinį tiltą, kurį sudaro lygus paklotas. Jis gali jungti krantus, atstumas gali siekti iki 300 m. *Gembinis tiltas* yra sijinio tilto rūšis: abi tilto puses laiko taurai, viduryje tarp jų yra mažas tarpeklys.

Arkiniai tiltai. Dėl lenktos formos arkinis tiltas gali jungti tolimesnius krantus negu sijinis tiltas. Jo atramos abiejuose galuose vadinamos ramtais. Jiems reikia atlaikyti išorinio arkos skėtimo apkrovą. Arkinius tiltus pirmieji iš plytų ar akmenų pradėjo statyti romėnai.

Kabamieji tiltai. Kabamieji tiltai tiesiami dideliais atstumais, jei dėl kokių nors priežasčių (pavyzdžiui, dėl gilios upės) negalima panaudoti taurų. Tilto važiuojamoji dalis kabo nuo pilonų ant plieninių lynų. Šiuolaikinis tokio tilto variantas – *vantinis tiltas*, kuriam stabilizuoti, skirtingai negu kabančiam tiltui, nereikia sunkių inkarinių įtvirtinimų.

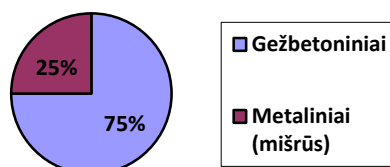
Judamieji tiltai. Kai kurių tiltų konstrukcija numato dalies ar viso tilto pasukimo ar pakėlimo galimybę, kai tai būtina vandens ar žemės transporto judėjimui užtikrinti. *Varstomasis tiltas* prasiskiria ties viduriu, ir dvi jo dalys pakeliamos kampu, *pasukamasis tiltas* pasisuka į šoną, o *pakeliamojo tilto* gali pakilti vienas galas.

Nagrinėjamoje teritorijoje yra 2 tiltai ir 3 viadukai, 2 pėstiesiems skirti tiltai priklausantys geležinkelių infrastruktūrai, iš kurių:

- 3 gelžbetoniniai viadukai Pk 0+426 (39,22 m), Pk 1+389 (51,14 m), Pk 8+411 (26,55 m);

- 2 gelžbetoniniai pėsčiųjų tiltai: Vilniaus stoties pėsčiųjų tiltas Pk 0+144 (180,64 m) ir N. Vilnios stoties pėsčiųjų tiltas Pk 10+006 (85,40 m)
- 1 metalinis tiltas Pk 8+085 (149,57 m);
- 1 mišrus viadukas Pk 7+895 (118,20 m);

Tai pat nagrinėjamoje teritorijoje yra 1 gelžbetoninis automobilių tiltas (Rasos g., 41,02 m ilgio). Tiltų ir viadukų kiekis procentais pateikiamas 2 pav.



2 pav. Tiltų tipai pagal statybinę medžiagą

2011-11-09 buvo atlikta viso nagrinėjamojo ruožo vizualinė analizė, daug dėmesio skirta tiltų apžiūrai, padarytos tiltų nuotraukos, apžiūrėtos konstrukcijos ir atlikti reikiami gabaritų matavimai.



3 pav. G/b tiltas PK 0+426 (susikirtimas su Liepkalnio g.)

Automobilių eismo intensyvumas piko valandomis Liepkalnio g. – 462 aut./h. Pagrindiniai tilto duomenys pateikiami sukurtoje ruožo GIS duomenų bazėje ir lentelėje Nr. 1.

1 lentelė. G/b tilto PK 0+426 pagrindiniai duomenys

Km+ pk	Kirtimosi pavadinimas	Statinio pavadinimas	Perdangos tipas	Statinio tarpatramių skaičius ir dydis	Tilto anga	Atstumas tarp ramtų atkalčių	Statinio bendras ilgis	Statybos metai (perdangos/ atramų)	Statinio klasė/ /kategorija	Pastabos
0+426	gatvė	G/b tiltas	sijinė	1x16,50	14,00	17,44	39,22	2005/1862	nežinoma	rekonstruotas



4 pav. G/b tiltas PK 1+389 (susikirtimas su Sukilėlių g.)

Automobilių eismo intensyvumas piko valandomis Sukilėlių g. – 1121 aut./h.

Pagrindiniai šio tilto duomenys pateikiami sukurtoje ruožo GIS duomenų bazėje ir lentelėje Nr. 2.

2 lentelė. G/b tilto PK 1+389 pagrindiniai duomenys

Km+pk	Kirtimosi pavadinimas	Statinio pavadinimas	Perdangos tipas	Statinio tarpatramių skaičius ir dydis	Tilto anga	Atstumas tarp ramtų atkalčių	Statinio bendras ilgis	Statybos metai (perdangos/ atramų)	Statinio klasė/ /kategorija	Pastabos
1+389	gatvė	G/b tiltas	sijinė	1x27,60	20,49	27,70	51,14	1987/1987	S-14	-

2011-11-09 Vizualinės analizės metu nustatyta, kad nagrinėjamame ruože 1 tiltas (5 pav.) yra defektinis, kadangi tilto metalinė perdangos konstrukcija aprūdijusi (reikėtų padengti antikorozyne medžiaga), taurų ir ramtų paviršius vietomis supleišėjęs (reikėtų plyšius injekuoti). Informacija apie šį tiltą pateikiama lentelėje Nr. 3. Tiltą artimiausiu metu reikėtų kapitališkai remontuoti.



5 pav. Metalinis tiltas PK 8+085 (virš Vilnelės upės)

3 lentelė. Metalinio tilto PK 8+085 pagrindiniai duomenys

Km+pk	Kirtimosi pavadinimas	Statinio pavadinimas	Perdangos tipas	Statinio tarpatramių skaičius ir dydis	Tilto anga	Atstumas tarp ramtų atkalčių	Statinio bendras ilgis	Statybos metai (perdangos/ /atramų)	Statinio klasė/ /kategorija	Pastabos
8+085	Vilnelė upė	Metalinis tiltas	santvara	2x23,00+30,40	69.35	78.60	85.40	1963/1862	N-8	defektinis

Visų tiltų ir viadukų pagrindiniai duomenys pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė. Nagrinėjamo ruožo ir stočių tiltų pagrindiniai duomenys:

Km+pk	Kirtimosi pavadinimas	Statinio pavadinimas	Perdangos tipas	Statinio tarpatramių skaičius ir dydis	Tilto anga	Atstumas tarp ramtų atkalčių	Statinio bendras ilgis	Statybos metai (perdangos/ /atramų)	Statinio klasė/ /kategorija	Pastabos
0+426	gatvė	G/b viadukas	sijinė	1x16,50	14,00	17,44	39,22	2005/1862	nežinoma	Rekonstruotas
1+389	gatvė	G/b viadukas	sijinė	1x27,60	20,49	27,70	51,14	1987/1987	S-14	-
7+895	plentas	G/b viadukas	sijinė	2x34,20+23,60+16,50+2x4,50	90.80	102.80	118.20	1983/1982	S-14	-
8+085	Vilnelė upė	Metalinis tiltas	santvara	2x23,00+30,40	69.35	78.60	85.40	1963/1862	N-8	defektinis
8+411	plentas	G/b viadukas	sijinė	1x10,80	10.00	11.67	26,55	1990/ 1936	S-14	-
10+006	N. Vilnios st.	G/b pėsč. Tiltas	sijinė	16+12,05+17+10,4+27+8,21+18+ 18+8.91	144.37	-	149.57	1979/1979	Nežinoma	-

Išvados:

Nagrinėjamame ruože geležinkelių infrastruktūrai priklausančių tiltų ir viadukų būklė pakankamai gera, jie eksportuojami tinkamai, tačiau tiltas virš Vilnelės upės (PK 8+411) privalo būti kapitališkai suremontuotas. Tilto metalinė perdangos konstrukcija aprūdijusi (reikėtų padengti antikorozinę medžiaga), taurų ir ramtų paviršius vietomis supleišėjęs (reikėtų plyšius injekuoti).

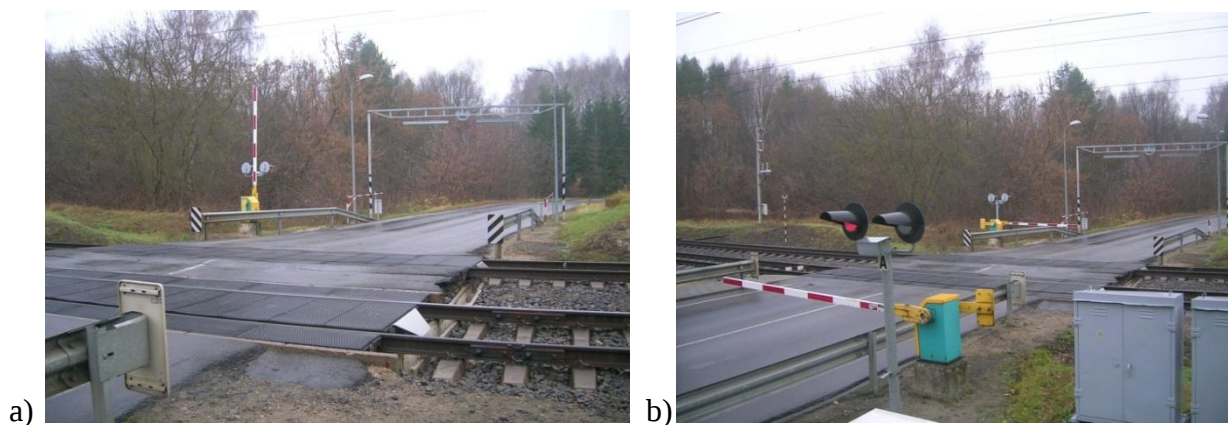
3.1.2. Pervažos

Esant geležinkelio ir kitų inžinerinių komunikacijų sankirtoms viename lygyje – įrengiamos pervažos [20]. Nagrinėjamame ruože yra 7 sankirtos su kitom inžinerinėmis komunikacijom, t.y.:

- 5 skirtingų lygių sankirtos (dviejų lygių, įrengiami viadukai [3.1.1 Tiltai, viadukai, estakados])
- 2 geležinkelio sankirtos viename lygyje (įrengiamos pervažos).

Pirmoji geležinkelio pervaža (PK 2+867) trečios kategorijos, sergimoji, įrengti automatiniai užtvartai, yra budintys pervažininkai kurie ją prižiūri.

Pervaža įrengta Subačiaus gatvėje. Gatvės intensyvumas gana mažas (~71 aut/h piko metu). 6 ir 7 pav. pateikiamos 2011-11-09 ruožo vizualinės analizės metu atliktos nuotraukos, taip pat visos nuotraukos patalpinamos GIS duomenų bazėje.



6 pav. Pervaža (PK 2+867) Subačiaus gatvėje:

a) automatiniai užtvarai pakelti, b) automatiniai užtvarai nuleisti ir įjungta signalizacijos sistema

Antroji geležinkelio pervaža (PK 4+633) ketvirtos kategorijos, nėra budėtojų ir užkardų, įrengta tik šviesoforų signalizacija. Pervaža įrengta Pavilnio gatvėje (Žemasis Pavilnys). Pervaža įrengta tinkamai, leistini gabarito atstumai tenkinami. Gatvės intensyvumas ~203 aut/h piko metu.



7 pav. Pervaža (PK 4+633) Pavilnio gatvėje su gabarito vartais ir automatinės signalizacijos įrenginiais

3.1.3. Tuneliai

Tunelis - inžinerinis statinys, įrengiamas po žeme, pastatais, vandens telkiniais, skirtas sutrumpinti kelią ar įveikti kelio tiesimą užkirtusią kliūtį [19]. Tuneliai naudojami transporto arterijoms (gatvėms, plentams, geležinkeliams, metro), rečiau - pėstiesiems. Po automagistralėmis kartais įrengiami tuneliai laukiniams gyvūnams.

Kauno geležinkelio tunelis (KGT) – vienas iš dviejų geležinkelio tunelių Lietuvoje, vienintelis veikiantis geležinkelio tunelis Baltijos šalyse. Iškastas 30 m aukščio kalvoje, po Aukštųjų Šančių gyvenamuoju rajonu. Tunelio aukštis – 6,6 m, plotis – 8,8 m, ilgis – 1285 m. Virš tunelio eina Kaišiadorių gatvė.

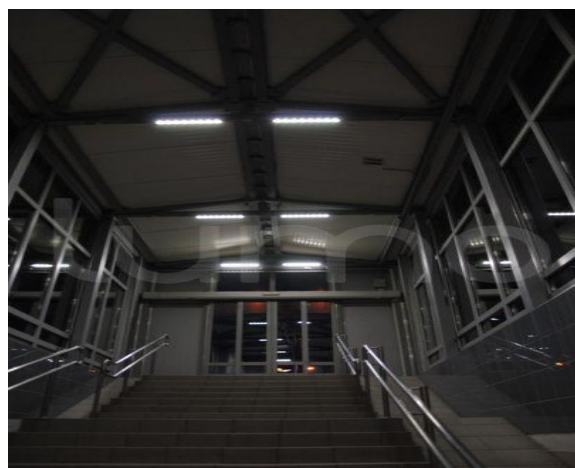


Ilgiausias pasaulyje yra Seikan geležinkelio tunelis Japonijoje, kurio ilgis 53,85 km, 23,3 kilometrų šio tunelio yra po vandeniu. Lamanšo tunelis tarp Jungtinės Karalystės ir Prancūzijos turi ilgesnę atkarpą po jūros dugnu – 39 km (visas tunelio ilgis – 50,5km). Seikan tunelis Tsugaru sąsiauriu jungia Japonijos Honshu ir Hokaido salas. Nors tai yra ilgiausias transporto tunelis pasaulyje, greičiau ir pigiau keliauti lėktuvu, todėl Seikan tunelis naudojamas palyginus retai.

Nagrinėjamoje teritorijoje geležinkelio keliui skirtų tunelių nėra, tačiau yra 3 tuneliai skirti pėstiesiems. Tai:

- Vilniaus stoties centrinis pėsčiųjų tunelis kurio ilgis 231,30 m;
- Vilniaus stoties priemiestinis pėsčiųjų tunelis kurio ilgis 52,25 m;
- N.Vilnios stoties pėsčiųjų tunelis kurio ilgis 142,00 m.

Vilniaus stoties centrinio pėsčiųjų tunelio vaizdas pateikiamas 8 pav., o 5 lentelėje – pagrindinė informacija apie šiuos pėsčiųjų tunelius.



8 pav. Vilniaus geležinkelio stoties centrinis pėsčiųjų tunelis

5 lentelė. Geležinkelio ruožo pėsčiųjų tunelių pagrindiniai duomenys

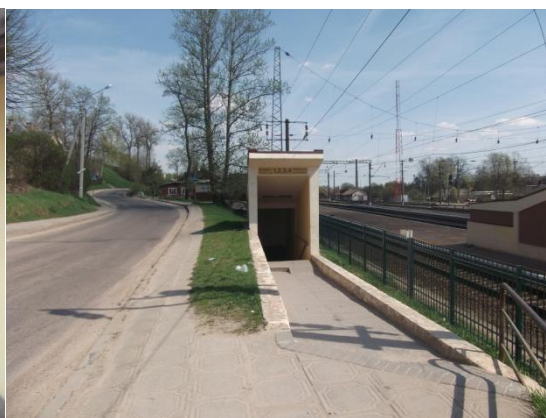
Km+pk	Kirtimosi pavadinimas	Statinio pavadinimas	Statinio tarpatramių skaičius ir dydis	Tilto anga	Atstumas tarp ramtų atkalčių	Statinio bendras ilgis	Statybos metai (perdangos/atramų)	Statinio klasė/kategorija	Pastabos
0+002	Vilniaus st.	Centrinis pėsčiųjų tun. su paviljonais	2x4,50+2x4,50+2x4,50	-	-	231,30	1976	nežinoma	-
0+082	Vilniaus st.	Priemiestinis pėsčiųjų tunelis	1x4,50+1x4,50	-	-	112,9	1975	nežinoma	Defektinis
9+193	N. Vilnios st.	Pėsčiųjų tunelis	-	-	-	142,00	1988	nežinoma	-

Šiuo metu Vilniaus stoties priemiestinis pėsčiųjų tunelis yra neeksploatuojamas, prieš uždarymą jo situacija buvo tragiška, lyjant lietui per lubas lašėdavo vanduo. Įėjimas į šį pėsčiųjų tunelį vis dar išlikęs (9 pav.).



9 pav. Vilniaus stoties neeksploatuojamo priemiestinio pėsčiųjų tunelio įėjimai

N. Vilnios stoties pėsčiųjų tunelis pateikiamas 10 pav. Tunelis geros būklės, įrengtos vaizdo stebėjimo kameros. Apsilankymo metu pastebėta, kad pėsčiųjų tunelis sutvarkomas ir prižiūrimas.



10 pav. N. Vilnios stoties pėsčiųjų tunelis

Išvados:

Nagrinėjamame ruože tuneliai išdėstyti tose vietose, kur didžiausias žmonių srautas, t.y. stotyse ir jų kiekis pakankamas. Vilniaus geležinkelio stoties tunelis pritaikytas žmonių su negalia reikmėms, N. Vilnios – nepritaikytas.

3.1.4. Pralaidos

Vandens pralaida – tai hidrotechninio vandens praleidimo statinys [21]. Plačiai sutinkami statiniai keliuose. Jos įrengiamos tada, kai po keliu reikia praleisti nedideles vandentėkmes. Pralaidas rekomenduojama statyti statmenai kelio ašiai, tada jos trumpiausios ir pigiausios. Palyginus su mažais tiltais pralaidos yra ekonomiškesnės, paprasčiau statomos ir

eksploatuojamos. Kuo aukštesnis pylimas, tuo aukštesnės ir didesnio skerspjūvio atramos, o tuo tarpu pralaidos skerspjūvis beveik nesikeičia. Jeigu vandentėkmėje būna ledonešis, pralaidos nestatomos.

Pralaidą sudaro šie elementai: vamzdis, kuriuo teka vanduo. Jis laiko pylimą ir ant jo esančias laikinas apkrovas. Apatinė vamzdžio dalis, kuria teka vanduo, vadinama lataku; antgalis, kuriuo tolygiai į vamzdį įteka vanduo ir iš jo išteka. Jis taip pat saugo pylimą nuo išplovimo; pamatai, kurie perduoda visas apkrovas į pagrindus ir saugo pralaidą nuo deformacijų (sėdimo ir išbrinkimo).

Virš pralaidos daromas ne plonesnis kaip 0,5 m grunto sluoksnis, kuris saugo pralaidą nuo dinaminių paslankiosios apkrovos poveikių. Vertikalus pylimo slėgis išilgai pralaidos yra nevienodas. Netolygus yra ir grunto sėdimas. Todėl kas 3....6 m daromi deformaciniai pjūviai, kurie saugo pralaidą nuo pleišėjimo. Kad vanduo nesifiltruotų į pylimą, vamzdžių sandūros užkamšomos bitume sumirkytomis pakulomis, iš viršaus užtaisomos cemento skiediniu, o iš išorės padengiamos dviem sluoksniais ruberoido. Išorinis vamzdžio paviršius padengiamas bitumine mastika arba dviem sluoksniais karšto bitumo. Kad vanduo pralaidoje neužsistovėtų, išilginis vamzdžio nuolydis turi būti ne mažesnis kaip 2 ‰.

Pralaidas galima klasifikuoti pagal šiuos požymius; pratekančio vandens režimą, vamzdžio skerspjūvio formą, pagrindų standumą, medžiagas, gamybos būdą ir pan.

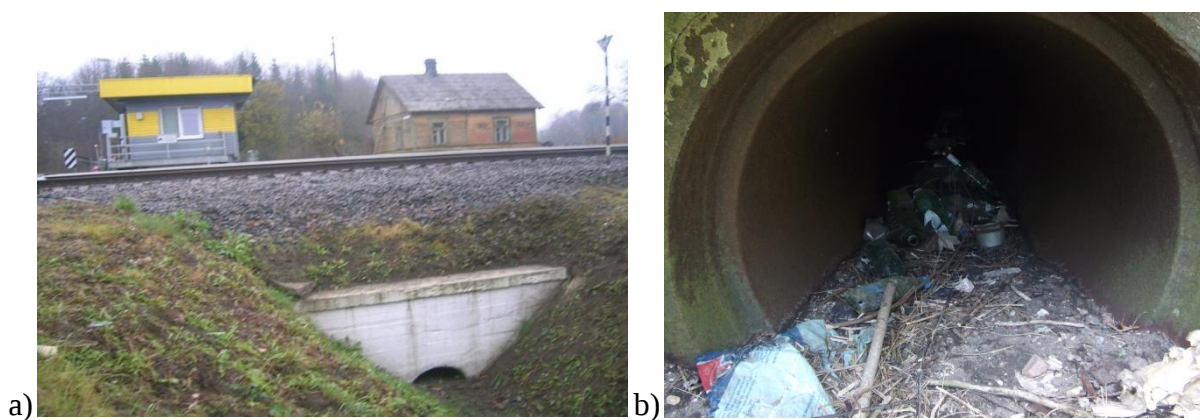
Nagrinėjamame ruože yra 16 pralaidų:

- Ketaus – PK 1+632 (63,16m ilgio), PK 2+073 (59,04 m ilgio), PK 2+399 (59,30 m ilgio), PK 3+119 (44,68 m ilgio), PK 5+610 (48,85 m ilgio).
- Špižiaus – PK 3+508 (38,08 m ilgio), PK 3+970 (34,84 m ilgio), PK 4+267 (38,66 m ilgio), PK 4+528 (49,60 m ilgio), PK 4+714 (28,00 m ilgio), PK 4+939 (16,90 m ilgio), PK 5+153 (19,44 m ilgio), PK 5+285 (33,38 m ilgio), PK 6+492 (39,15 m ilgio);
- Mišrios – PK 2+857 (13,22 m ilgio), PK 8+504 (48,00 m ilgio).

Nagrinėjamame ruože 2011-11-09 buvo atlikta vizualinė visų pralaidų analizė, išmatuoti reikiami matmenys, pralaidos nufotografuotos ir nuotraukos patalpintos į GIS duomenų bazę. Vizualinės analizės būdu nustatyta, kad 89 % pralaidų prižiūrimos tinkamai. Kadangi vizualinė apžiūra atlikta rudeni, pakartotinė pralaidų apžiūra buvo atlikta 2012-04-22, t.y. pavasario polaidžio laikotarpiu. Tuomet paaiškėjo, kad pralaidų funkcionalumas nepakitęs, esama būklė tokia pati. 11 ir 12 pav. pateikiamos tinkamai ir netinkamai eksploatuojamos nagrinėjamame ruože esančios pralaidos.



11 pav. Tinkamai eksploatuojamos pralaidos: a) PK 1+632 b) PK 3+508



12 pav. Netinkamai eksploatuojamos pralaidos: a) PK 2+857 ir b) PK 6+499

Išvados:

Pralaidų kiekis pakankamas, tačiau nemaža jų dalį būtų tikslinga rekonstruoti įrengiant plienines gofruoto plieno pralaidas. Sumažėtų eksploatacinių kaštai, bei padidėtų konstrukcijos ilgaamžiškumas. Netinkamai eksploatuojamos pralaidos privalo būti sutvarkytos, t.y. išvalytos nuo užneštų žemių, surinktos pralaidose susikaupusios šiukšlės ir pan.

3.2. Viršutinė kelio konstrukcija

3.2.1. Bėgiai ir sąvažos

Bėgiai - tai plieninės valcuotos dvitėjo profilio sijos, kreipiančios ir laikančios ratus. Bėgiai gaminami iš specialaus tvirto plieno, turinčio daug anglies ir legiruojančiųjų priedų. Svarbiausia jų charakteristika, nusakanti tipą, yra 1 tiesinio metro masė. Daugiausia Respublikoje yra paklota bėgių, kurių 1 m masė 50-65 kg. Standartinis ilgis - 25 m, sutrumpintas - 12,5 m. 2 lentelėje pateikiamos Lietuvoje paklotų ir perspektyvių užsienyje pagamintų bėgių charakteristikos [2].

6 lentelė. Bėgių charakteristikos

Rodikliai	Bėgių tipai			
	R 50	R 65	BS 11	UIC 60
1 m masė, kg	51,67	64,72	56,40	60,00
Bendras aukštis, mm	152,00	180,00	158,75	172,00
Galvutės aukštis, mm	42,00	45,00	49,21	51,00
Pado plotis, mm	132,00	186,00	139,70	150,00
Pjūvio plotas, cm ²	65,39	82,70	71,84	-
Inercijos momentas, cm ⁴	2011,00	3 540,00	2 332,40	-



13 pav. Bėgiai ir gretbėgiai ant G/b tilto PK 1+389 (susikirtimas su Sukilėlių g.)

Nagrinėjamoje teritorijoje dominuoja bėgių tipas R65 (apie 90%), tačiau yra ir kitų tipų bėgių (R50, UIC60).

3.2.2. Pabėgiai

Pabėgiai - tai bėgių atramos. Jie nustatytais tarpais (1440 - 2000 pabėgių 1 km) išdėstomi skersai kelio ir sutvirtinti su bėgiais sudaro fiksuoto pločio bėgių vėžės gardę. Gaminami iš medienos ir gelžbetonio (anksčiau ir iš metalo) [2].

Mediniams pabėgiams gaminti tinka eglė, pušis, kedras, beržas. Jie būna dviejų tipų: apipjauti iš keturių pusių ir apipjauti iš dviejų pusių. Pabėgiai pagal jų matavimus dar dalijami į tris grupes: I, II ir III.

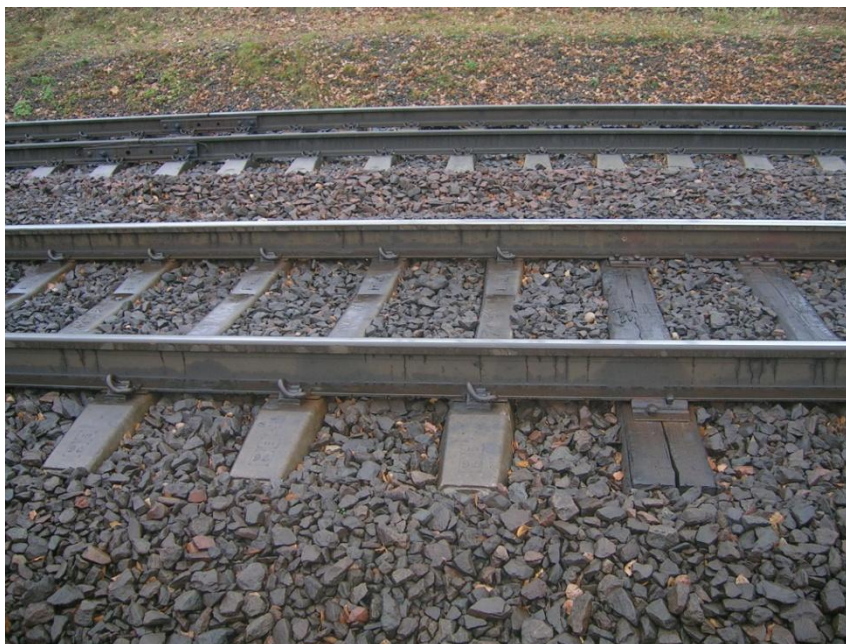
Mediniai pabėgiai eksploatuojami apie 5-7 metus, todėl jie didelės perspektyvos neturi. Be to, brangstant medienai, jų kaina artėja prie gelžbetoninių pabėgių kainos, dėl to teikiamas prioritetas gelžbetoniui.

Medinių pabėgių standartinis ilgis yra 270 cm, tačiau po iešmais klojami ilgesni, jie vadinami iešmų pabėgiais. Ant tiltų ir viadukų gali būti klojami ir pusiniai pabėgiai (perpus trumpesni) [3]. Medinių pabėgių geometrinės charakteristikos pateikiamos 7 lentelėje.

7 lentelė. Medinių pabėgių geometrinės charakteristikos

Pabėgio tipas ir forma	Storis h, mm	Plotis b, mm	Nuopjovos aukštis		
			b	b	h
Apipjautinis:					
IA	180	165	250	-	150
IIA	160	160	230	-	130
IIIA	150	150	230	-	105
Neapipjautinis					
IB	180	165	250	280	-
IIB	160	160	230	260	-
IIIB	150	150	230	250	-

Gelžbetoniniai pabėgiai gaminami iš aukštos kokybės betono ir plieninių stygų ar strypų armatūros. Armatūra gaminant pabėgius paprastai įtempžiama, nes tai padidina atsparumą lenkimui ir dinaminėms apkrovoms. Bėgių tvirtinimo vietose betonuojamos įvorės ar specialios plokštelės.



14 pav. Medinių tašų pabaiga – gelžbetoninių pabėgių pradžia (PK 1+581)

Nagrinėjamoje teritorijoje dominuoja gelžbetoniniai pabėgiai (apie 75%).

3.2.3. Balastas

Balastas – tai ant sankasos pilamos birios rupios mineralinės medžiagos sluoksnis, skirtas sankasos paviršiui drenuoti ir per ją perduodamoms pabėgių apkrovoms amortizuoti.

Pagal medžiaga yra skaldos, žvyro, smėlio ar kitoks antpilas. Medžiagos, naudojamos balastui, turi būti patikimos, netrupėti, būti tamprios žiemą ir vasarą, gerai praleisti vandenį, nedulkėti [3].

Pagrindiniai reikalavimai keliami balastui:

- perimti apkrovas nuo pabėgių ir tampriai jas perduoti į pagrindinę sankasos aikštelę;
- priešintis šoniniams ir išilginiams pabėgių poslinkiams veikiant riedmenų apkrovoms;
- neleisti, kad paviršinis vanduo būtų ant kelio ir neleisti kapiliariniam vandeniui pakilti iki pabėgių;
- amortizuoti riedmenų ratų smūgius, atsirandančius dėl kelio ir ratų nelygumo;
- užtikrinti galimybę taisyti kelio planą ir profilį.

Nagrinėjamoje teritorijoje dominuoja skaldos balastas (apie 78%).

3.2.4. Kelias tiesėje ir kreivėje

Bėgių kelio (geležinkelio) vėžė – tai geležinkelio bėgiai, pritvirtinti prie pabėgių tam tikru atstumu vienas nuo kito ir sudarantys kelią [3].

Vėžės plotis – atstumas tarp viena kelią sudarančių bėgių galvučių viršutinių vidinių briaunų. Pasaulyje yra apie 1,4 mln. km bėgių kelio ir apie 126 skirtingus vėžės pločius.

Geležinkelio įrengimas tiesėse ir kreivėse gerokai skiriasi: geležinkelio vėžė kreivėse yra platinama (kai kreivės spindulys mažesnis nei 350m); išorinis bėgis kreivėse laikomas aukščiau už vidinį, įrengiamos virsmo kreivės; vidinis bėgis kreivėje yra trumpesnis nei išorinis; padidinamas tarpukelės plotis (kai yra du ar daugiau kelių).

Riedmenims važiuojant kreive, ima veikti išcentrinės jėgos, dėl kurių išoriniame bėgyje atsiranda papildomas slėgis, todėl išorinis bėgis nusidėvi greičiau nei vidinis. Nekompensuota išcentrinė jėga sukelia nemalonų pojūtį keleiviams bei sumažina traukinio pastovumą. Dėl nenuslopintos išcentrinės jėgos traukinys gali apvirsti, padidėti skersinės apkrovos, sumažėti apkrovos stabilumas, važiavimo patogumai keleiviams.

Dėl visų šių priežasčių kreivėse, kurių spindulys mažesnis kaip 4000m, įrengiama išorinio bėgio pakyla. Pakylos dydis nustatomas, atsižvelgiant į kelio kreivės spindulį ir traukinių važiavimo greitį, bet turi būti ne didesnis kaip 150mm [4].

Svarbu, kad keleiviai kelionės metu jaustųsi saugiai ir patogiai, o tai įmanoma esant tik tinkamai kreivėse ir tiesiuose ruožuose suprojektuotam keliui.

Nagrinėjamame ruože yra 9 kreivės (neskaitant stočių kelių iešmynų).

3.2.5. Paprastojo iešmo konstrukcija

Iešmas – tai geležinkelio kelio viršutinės konstrukcijos įrenginys skirtas nukreipti judantį sąstatą iš vieno kelio į kitą.

Visus iešmus galima klasifikuoti pagal [10]:

- 1) plane išsidėsčiusių ir susijungiančių kelių kiekį;
- 2) bėgių tipus;
- 3) kryžmių ženklus;
- 4) konstrukciją.

Pagal plane išsidėsčiusių ir susijungiančių kelių kiekį iešmai skirstomi į šiuos tipus:

- 1) pavienius, kuriuose yra tik viena atšaka nuo pagrindinio kelio;
- 2) dvigubus, kuriuose yra dvi atšakos nuo pagrindinio kelio;
- 3) kryžminius. Jie įrengiami vietose kur du keliai susikerta smailiu kampu ir užtikrina sąstato nukreipimą iš vieno kelio į kitą.

Dvigubi iešmai pasižymi sudėtinga konstrukcija bei gamyba. Jie eismo saugumo požiūriu yra mažiau patikimi nei pavieniai iešmai, todėl nėra populiariūs.

Vietose, kur reikia užtikrinti sąstato nukreipimą iš vieno kelio į kitą, yra naudojami kryžminiai iešmai. Jie skirstomi į tokius:

- a) pavienius;
- b) dvigubus

Dvigubas kryžminis iešmas atlieka tokias pačias funkcijas kaip ir du pavieniai iešmai tik užima dvigubai mažiau vietos. Šis iešmas yra skirtas eismui aštuoniomis kryptimis – keturios tiesiosios ir keturios šoninės. Pavienis kryžminis iešmas skirtas eismui šešiomis kryptimis - keturios tiesiosios ir dvi šoninės. Labiau paplitę yra dvigubi kryžminiai iešmai.

Pagal bėgių tipus, iešmai, kurie naudojami Lietuvos geležinkeliuose, skirstomi į tokius:

- a) R–38 , R–43 , R–50 , R–65 (rusų gamybos);
- b) UIC – 60, UIC - 54, LGT – R – 65 (austrų gamybos).

Pagal kryžmių ženklus iešmai, eksploatuojami Lietuvos geležinkeliuose, skirstomi į tokius:

- a) 1/6 – kryžmės kampas lygus $9^{\circ} 27' 45''$;
- b) 1/9 – kryžmės kampas lygus $6^{\circ} 20' 25''$;
- c) 1/11 – kryžmės kampas lygus $5^{\circ} 11' 40''$;
- d) 1/18 – kryžmės kampas lygus $3^{\circ} 10' 12,5''$;
- e) 1/22 – kryžmės kampas lygus $2^{\circ} 35' 50''$.

Konstruciniu požiūriu iešmus galima būtų suskirstyti, priklausomai nuo kryžmės bei smailių tipo.

Patys populiariausi tiek Lietuvos, tiek viso pasaulio geležinkeliuose yra pavieniai paprastieji iešmai.

Nagrinėjamoje teritorijoje pakloti 172 iešmai. 83 iešmai yra 1/9 kryžmėženklis, 41 – 1/11 kryžmėženklis, ir 48 - 1/6 kryžmėženklis.

3.3. Pastatai

Nagrinėjamos teritorijos užstatymas ganėtinai retas, nes pagrindiniai objektai, priklausantys miesto teritorijoje esančiai geležinkelių infrastruktūrai yra keliai ir kelio statiniai. Viso yra 128 pastatai, iš kurių 81 priklauso LG. 47 pastatai esantys už LG sklypo ribų bus įtraukiami į DB todėl, kad yra visai šalia geležinkelių infrastruktūros objektų, o informaciją apie esamą šalimais infrastruktūra tikslinga kaupti, tuo labiau kai esama teritorija priklauso miesto teritorijai (triukšmo ir užterštumo mažinimo tikslais).



15 pav. Vilniaus geležinkelio stoties pastatas

3.4. Inžineriniai tinklai

Elektros energijos vartotojų tiekimo patikimumas ir ekonomiškumas didėja elektros energiją gaminančias stotis perdavimo linijomis jungiant į bendrą energetinę sistemą. Elektros energija gaminama energetinės sistemos elektros stotyse (atominėse hidroelektrinėse, hidroakumuliacinėse elektrinėse, šiluminėse elektrinėse, vėjo jėgainėse ir kt.) yra trifazės kintamosios srovės 50 Hz dažnio, kurių įtampa – 6-21 kV. Tiesiogiai tokio dydžio įtampa

naudojama tik šalia elektros stočių esantiems vartotojams. Tai sudaro nedidelę pagamintos elektros energijos galios dalį. Pagrindinė pagamintos elektros energijos dalis per 35, 110, 220 kV ir didesnės įtampos transformatorius rajoniniais tinklais perduodama dideliais atstumais nuo elektros energijos gavybos vietos iki vartotojo. Arti elektros energijos vartotojo įtampa pažeminama iki 220, 110 ar 35 kV. Šios įtampos elektros energija perduodama į pramoninio rajono ar miesto teritoriją. Geležinkelių elektrifikacijos sistema sudaryta iš 3 pagrindinių dalių: energetinės sistemos dalies (šiluminės elektrinės, hidroelektrinės ir pan.), traukos elektros įrenginių dalies (susidedančios iš traukos pastočių ir elektros traukos tinklo) ir elektrinės traukos riedmenų. Elektrinės traukos tinklą sudaro kontaktinis ir traukos bėgių tinklas, maitinimo ir grįžtamosios srovės linijos.

Elektrifikuotų geležinkelių kintamąją srovę bet kuriame ruože elektrinių riedmenų imtuvuose įtampa turi būti ne mažesnė kaip 21 kV ir ne aukštesnė kaip 29 kV. Signalizacijos įrenginiuose nominali kintamosios srovės įtampa – 115, 230 arba 380 V. Elektros tiekimo įrenginiai turi būti apsaugoti nuo trumpųjų jungimų, viršįtampių ir perkrovų.

Nuolatinės ir kintamosios srovės elektrinės traukos įrenginiai artinami energetinių sistemų, kurių 110, 220 kV trifazė 50 Hz įtampa nuolatinės srovės traukos pastotėse pažeminama iki 3,3 kV, kintamosios – 27,5 kV. Nuolatinės srovės elektrinės traukos riedmenys maitinami išlyginta 3 kV, kintamosios – vienfazė 25 kV, 50 Hz dažnio įtampa [39].

Traukos pastotės Lietuvoje maitinamos iš 110 kV energetinės sistemos. Energetinės sistemos patikimumas padidinamas traukos pastotės maitinant nuo dviejų atskirų linijų. Traukos pastotę sudaro du trifaziai transformatoriai, kurių antrinės įtampos yra 27,5 kV ir 10 kV. 27,5 kV įtampa maitinamas kontaktinis tinklas, 10 kV įtampa maitinami rajoniniai vartotojai (tarp jų ir ne geležinkelio).

Kontaktinis tinklas – sudėtingas techninis elektrifikuotų geležinkelių įrenginys, kuriam taikomi specifiniai reikalavimai, priklausantys nuo srovės tipo, elektrovežių, elektrinių traukinių greičio, eismo intensyvumo, kelio profilio, geografinės padėties ir kitų sąlygų, darančių įtaką konstrukciniams sprendiniams bei eksploatacinėms savybėms.

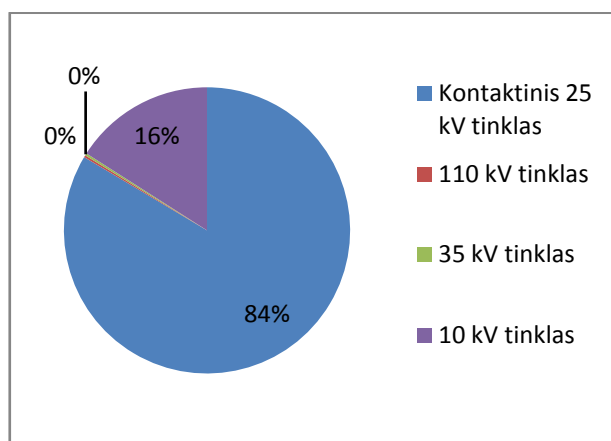
Tarpstočiuose ir stotyse kontaktinio tinklo laidai virš bėgio galvutės turi kabėti ne žemiau kaip 5750 mm, o pervažose – ne žemiau kaip 6000 mm. Kontaktinis laidas virš bėgio galvutės turi kabėti ne aukščiau kaip 6800 mm.

Kontaktinis tinklas sekcionuojamas (dirbtinai padalijamas į elektriškai nesurištas dalis) siekiant sumažinti trumpojo jungimosi srovės poveikį maitinimo zonai, taip pat sudaroma galimybė keisti atskirų ruožų kontaktinio tinklo matiniam. Kontaktinis tinklas sekcionuojamas tarpstočiuose įrengiant atskiras inkarines linijas ir paliekant oro protarpį tarp jų ~ 550 mm. Pantografui perdengiant šių atskirų inkarinių linijų oro protarpį sudaroma elektrinė dviejų

gretimų sekcijų grandinė. Jeigu tokios grandinės sudaryti negalima, kontaktinio tinklo linijoje montuojami besroviai intarpai.

Kontaktinio aukštos įtampos tinklo, reikalingo lokomotyvų traukai užtikrinti, ilgis – 40516,01 m (įvertinus Vilniaus ir N.Vilnios geležinkelio stotis bei ruožą tarp šių stočių).

Elektros oro linijų ilgis nagrinėjamoje teritorijoje: 110kV – 115,26 m, 35kV – 121,28 m, 10 kV – 7738.31 m.



16 pav. Elektros tinklų pasiskirstymas nagrinėjamoje teritorijoje

3.5. Gatvių tinklai

Nagrinėjamoje teritorijoje geležinkelis kerta su 8 lentelėje nurodytomis 7 gatvėmis.

8 lentelė. Su geležinkeliu besikertančios gatvės

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Geležinkelio kelio piketas	Gatvės intensyvumas, aut./h	Gatvės kategorija	Gatvės eismo juostų skaičius
1.	Liepkalnio	0+426	462	C1	3
2.	Rasų	1+005	207	C2	2
3.	Sukilėlių	1+389	1121	B1	4
4.	Subačiaus	2+867	71	D1	2
5.	Pavilnio	4+632	203	D1	2
6.	S. Batoro	7+895	1225	B1	4
7.	Šiaurės	8+411	532	B2	2

Nagrinėjamoje teritorijoje, šalia geležinkelio yra 13 gatvių (9 lentelė).

9 lentelė. Lygiagrečiai geležinkelio nutiestos gatvės

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Gatvės intensyvumas, aut./h	Gatvės kategorija	Gatvės eismo juostų skaičius
1.	Aušros Vartų	420	D1	2
2.	Geležinkelio	780	B2	3

3.	Drujos	1374	B2	5
4.	Pelesos	69	C2	2
5.	Balstogės	-	D2	2
6.	P. Višinskio	-	D2	1
7.	M. Tomonio	-	D2	1
8.	Žemoji	203	D2	2
9.	Tuputiškių	-	D2	2
10.	A. Kojelavičiaus	83	C2	2
11.	Pramonės	883	B2	2
12.	Dirvonų	-	D2	1
13.	Dilginės	-	D2	1

4. Miestų teritorijoje esančių geležinkelių infrastruktūros objektų geodomenų bazės struktūra

4.1. ArcGIS funkcijos

Duomenų bazė yra gerai parengtas susijusių duomenų, reikalingų įgyvendinti tam tikrų tikslų, rinkinys. Duomenys tvarkomi taip, kad būtų galima juos pasiekti ir keisti. Duomenų bazės valdymo sistema (DBVS) yra programinė įranga, skirta tvarkyti informaciją. DBVS leidžia apibrėžti, sudaryti ir valdyti duomenų bazę [40].

DBVS turi užtikrinti efektyvų, patogų ir saugų kelių vartotojų didelio ir nuolatinio duomenų kiekio apsaugą ir prieigą prie jų.

ArcGIS yra integruotas GIS programinės įrangos rinkinys, skirtas pilnam geografinės informacinės sistemos sukūrimui. ArcGIS aplinka leidžia vartotojui įdiegti GIS funkcionalumą ir verslo logiką visur, kur tik reikalinga: individualioje darbo vietoje, serveriuose (įskaitant ir web serverius) ir mobiliuose įrenginiuose. Tokia sistemos architektūra, susieta su geoduomenų baze, pateikia įrankius, reikalingus kurti „protingas“ geografines informacines sistemas.

ESRI ArcGIS yra integruota programinės įrangos produktų šeima, sudaryta iš stalinių kompiuterių GIS, serverio GIS ir mobilios GIS. ArcGIS yra platforma, skirta kurti universalioms geografinėms informacinėms sistemoms (GIS), leidžiančioms lengvai dirbti su duomenimis, žemėlapiais, gaubliais ir modeliais darbalaukyje; prižiūrėti juos GIS serveryje ir naudoti juos darbalaukyje, internete ar lauke.

Naudojimas: darbalaukis, įvairiapusiai klientai, naršyklės programos, mobilieji įrenginiai, atviros API, verslo integravimo platforma.

Pateikimas: žemėlapių paslaugos, gaublio paslaugos, analizės ir modeliavimo paslaugos, geoduomenų paslaugos, papildomos paslaugos.

Vizualizacijos, duomenų valdymo ir erdvinės analizės ArcGIS įrankius įmonės naudoja norėdamos surasti perspektyvias vietas greitai augančiam verslui ar rinkas gaminiams ir paslaugoms, nukreipti avarinių tarnybų transporto priemones, atstatyti miestus, tirti laukinių gyvūnų elgesį, planuoti žemės panaudojimą, didinti komunalinių įstaigų efektyvumą, prognozuoti ligų plitimą ir kiekvieną dieną atlikti daugybę kitų gyvybiškai svarbių užduočių.

Stalinių kompiuterių GIS platforma skirta geografinės informacijos kūrimui, redagavimui ir analizei. Ji leidžia matyti jūsų duomenis žemėlapyje ir analizuoti juos, tiriant modelius, sąryšius ir nepastebimas tendencijas, kurios dažnai nepastebimos naudojant lentelėse pateiktus duomenis. Tokiu būdu palengvinamas sprendimų priėmimas.

Stalinių kompiuterių GIS apima paruoštus naudoti duomenis ir įrankius, leidžia kurti procesų modelius, scenarijus ir išsamias darbų eigas, padedančias lengviau rasti atsakymus į klausimus, prognozuoti ir tirti duomenų sąryšius.

Stalinių kompiuterių GIS sudaro *ArcGIS Desktop*, *ArcGIS Engine* ir *ArcGIS Explorer*.

ArcGIS Desktop apima duomenis ir įrankius, padedančius kurti, redaguoti, importuoti, braižyti žemėlapius, teikti užklausas, analizuoti ir publikuoti geografinę informaciją. *ArcGIS Desktop* produktai: *ArcInfo®*, *ArcEditor™*, *ArcView®*, *ArcReader™* ir *ArcGIS Desktop* moduliai.

ArcGIS Desktop: duomenų vizualizavimas, integravimas ir valdymas; erdvinis modeliavimas ir analizė, pažangi kartografija, specializuoti GIS įrankiai.

ArcGIS Engine – tai standartinė programavimo platforma, skirta adaptuojamų GIS ir kartografavimo taikomųjų programų kūrimui. *ArcGIS Engine* yra pagrindinis daugiaplatformių komponentų rinkinys, suderinamas su įvairiomis programavimo kalbomis. Tai leidžia programuotojams greitai kurti GIS sprendimus ESRI *ArcGIS* platformoje.

ArcGIS Explorer – nemokamai parsisiunčiama programa, leidžianti lengvai pasiekti ir integruoti ESRI *Web Services* ir vietinius duomenis. *ArcGIS Explorer* galima naudoti visoms *ArcGIS Server* GIS galimybėms pasiekti, įskaitant geoapdorojimą ir 3D paslaugas.

ArcGIS Explorer - 2D ir 3D žemėlapių paslaugų palaikymas. Geoapdorojimo paslaugų palaikymas. Galimybė naudoti ir derinti visas standartines *Web Services* paslaugas.

4.2. GIS duomenų bazės sukūrimas geležinkelių infrastruktūros objektams

Sukurta GIS DB pateikia detalią informaciją apie šiuos objektus:

- ✓ tiltus, viadukus, estakadas;
- ✓ pervažas;
- ✓ tunelius;

- ✓ pralaidas;
- ✓ bėgius ir sąvažas;
- ✓ pabėgius;
- ✓ balastą;
- ✓ iešmus;
- ✓ pastatus;
- ✓ kontaktinio tinklo stulpus;
- ✓ kontaktinio tinklą;
- ✓ apšvietimo įrenginius;
- ✓ peronus;
- ✓ elektros linijų tinklus;
- ✓ sklypo ribas;
- ✓ gatvių tinklus.

Sluoksnių struktūra, pavadinimai, atributai kuriami vadovaujantis Lietuvos Respublikos georeferencinio pagrindo specifikacija GKTR 2.18.01.:2004 [26]. Georeferencinio pagrindo turinį sudaro 29 sluoksniai: 5 taškiniai geoobjektų sluoksniai, 8 linijiniai, ir 16 plotinių (10 lentelė).

10 lentelė. Georeferencinio pagrindo turinys

Plotiniai	Linijiniai	Taškiniai
Aikštelės	Elektros_oro_linija	Elektros_tinklo_stulpai
Balastas	Gatvės_ašis	Iešmai
Bėgių_kelias	Geležinkelio_ašis	Riboženkliai
Gatvės	Kontaktinio_tinklo_pakabos	Ženkilai
Laiptai	Kontaktinis_tinklas	Šviestuvai
Pastatai	Pralaidos	
Peronai	Tvora	
Pervažos	Upės_ašis	
Perėjos		
Pėsčiųjų_tuneliai		
Sklypo_ribos		
Tiltai		
Upė		
Šaligatviai		
Želdynai		
Tilto_atramos		

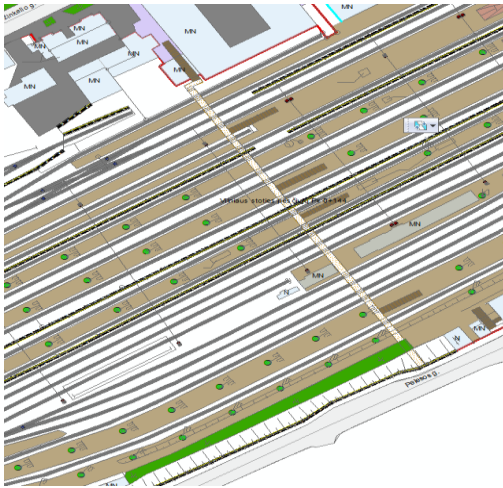
4.2.1. Tiltai, viadukai ir estakados GIS duomenų bazėje

ArcGIS programoje sukurtos tiltų atributinės lentelės struktūra pateikiama 11 lentelėje.

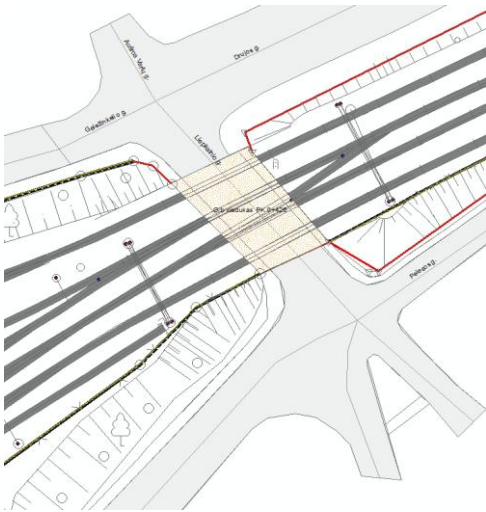
11 lentelė. Tiltų sluoksnio atributinės lentelės struktūra

Sluoksnio pavadinimas – tiltai. Duomenų tipas – plotinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie tiltus, viadukus ir estakadas. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geoobjekto, priklausančio tiltų sluoksniui, unikalus numeris.
2.	SHAPE	Geometry	Geoobjekto sluoksnio tipas (plotinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geoobjekto ilgis, m
4.	SHAPE_Area	Double	Geoobjekto plotas, m ²
5.	Pavadinimas	Text	Geoobjekto pavadinimas
6.	GKODAS	Text	Nurodomas GKODAS - ot3
7.	Tipas	Text	Geoobjekto tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas tilto tipas
8.	Plotis	Double	Geoobjekto plotis, m
9.	Tarpatramių_skaičius_ir_ilgis	Text	Geoobjekto tarpatramių skaičius vienetais ir ilgis metrais
10.	Atramų_skaičius	Short Integer	Geoobjekto atramų skaičius
11.	Kliūtis	Text	Aprašomas geoobjekto susikirtimas su kitais objektais, nurodomos pagrindinės kliūties charakteristikos
12.	Auto_intensyvumas	Short Integer	Pateikiamas automobilių intensyvumas, aut/h (jei geoobjektu vyksta automobilių eismas)
13.	Statybos_metai	Short Integer	Pateikiami geoobjekto statybos metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami metai
14.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
15.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
16.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto statybos rangovas (-ai)
17.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geoobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
18.	Būklė	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės aprašymas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas būklės tipas
19.	Defektai	Text	Nurodomi geoobjekto defektai

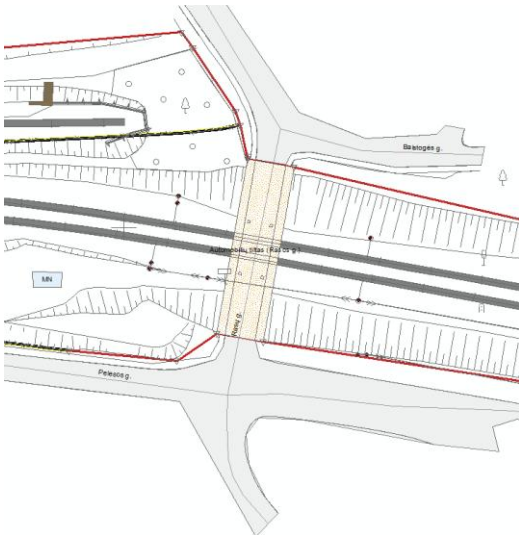
Eilės tvarka nuo Vilniaus geležinkelio stotyje esančio pėsčiųjų tilto iki N. Vilnioje esančio pėsčiųjų tilto vaizdinė informacija pateikiama 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 pav. (apsilankymo nagrinėjamame geležinkelio ruože padarytos nuotraukos ir vaizdinė GIS DB informacija). Sukurtoje GIS DB kiekvienam statiniui pateikiama ne tik atributinė ir geografinė informacija, bet ir pridedamos nuotraukos (paspaudus ant nuotraukos ir pasirinkus „hyperlink“).



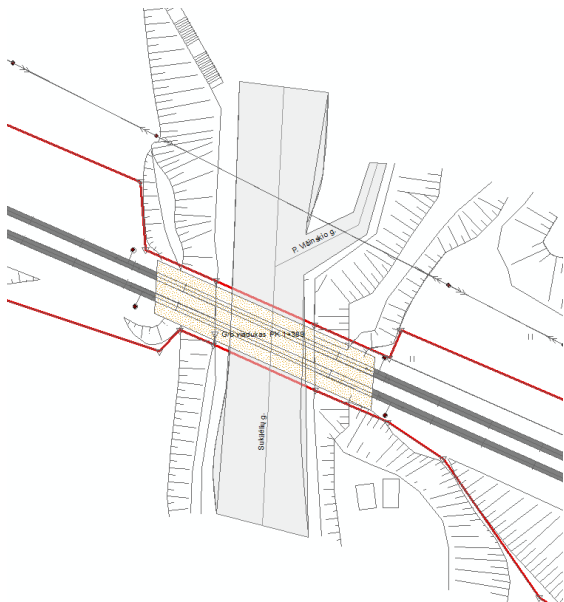
17 pav. Vilniaus geležinkelio stoties pėsčiųjų tiltas



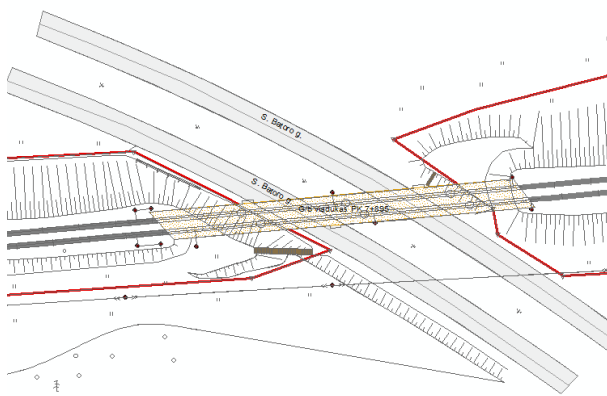
18 pav. G/b viadukas PK 0+426, sankirta su Liepkalnio g.



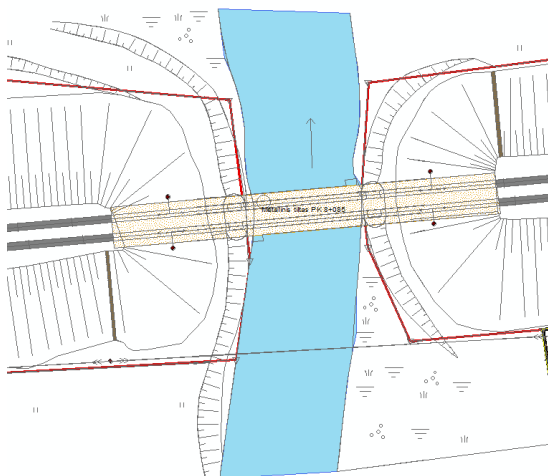
19 pav. G/b automobilių tiltas (Rasos g.)



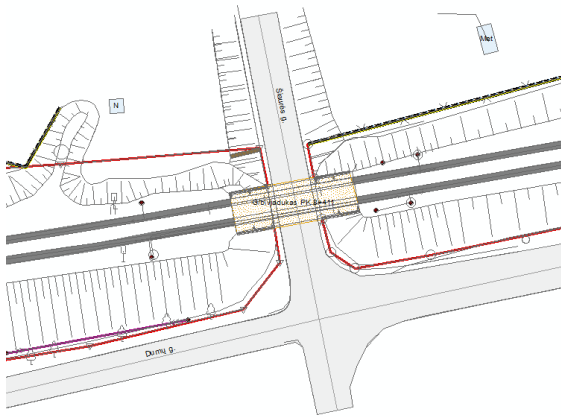
20 pav. G/b viadukas PK 1+389, sankirta su Sukilėlių g.



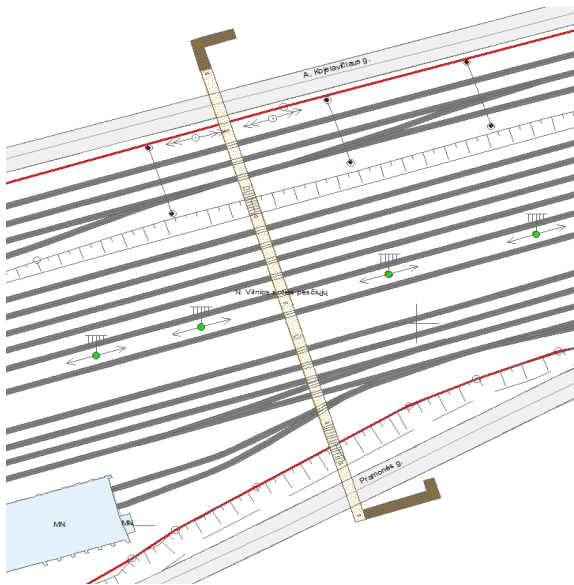
21 pav. G/b viadukas PK 7+895, sankirta su S. Batoro g



22 pav. Metalinis tiltas PK 8+085, sankirta su Vilnios upe



23 pav. G/b viadukas PK 8+411, sankirta su Šiaurės g.



24 pav. N. Vilnios sotes pėsčiųjų tiltas

4.2.2. Pervažos GIS duomenų bazėje

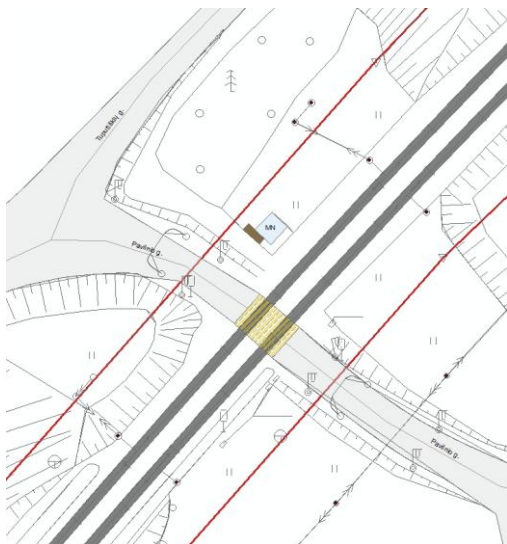
ArcGIS programoje sukurtos pervažų atributinės lentelės struktūra pateikiama 12 lentelėje.

12 lentelė. Pervažų sluoksnio atributinės lentelės struktūra

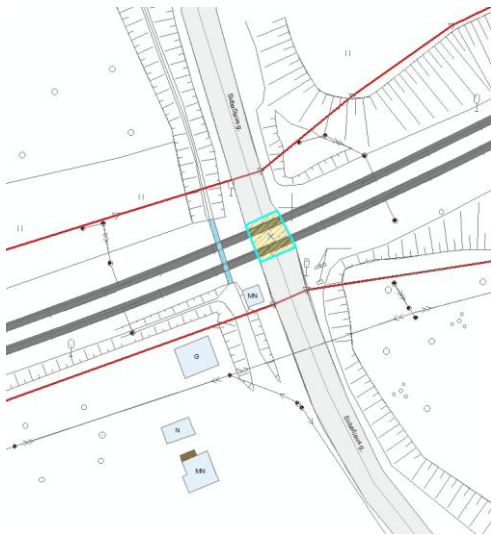
Sluoksnio pavadinimas – pervažos. Duomenų tipas – plotinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie pervažas. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geobjekto, priklausančio pervažos sluoksniui, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geobjekto sluoksnio tipas (plotinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geobjekto ilgis, m
4.	SHAPE_Area	Double	Geobjekto plotas, m ²

5.	Tipas	Text	Geoobjekto tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas pervažos tipas
6.	Plotis	Double	Geoobjekto plotis, m
7.	Danga	Text	Geoobjekto dangos tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama reikiama pervažos danga
8.	Kategorija	Short Integer	Geoobjekto kategorija. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama pervažos kategorija
9.	Auto_intensyvumas	Short Integer	Pateikiamas automobilių intensyvumas
10.	Įrengimo_metai	Short Integer	Pateikiami geoobjekto įrengimo metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami pervažos įrengimo metai
11.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
12.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
13.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto statybos rangovas (-ai)
14.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geoobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
15.	Būklė	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės aprašymas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas būklės tipas
16.	Defektai	Text	Nurodomi geoobjekto defektai

Sukurtoje GIS DB kiekvienam statiniui pateikiama ne tik atributinė ir geografinė informacija, bet ir pridedamos nuotraukos (paspaudus ant nuotraukos ir pasirinkus „hyperlink“). 25 ir 26 pav. pateikiamos 2011-11-09 nufotografuotos pervažos ir GIS DB vaizdinė informacija.



25 pav. Pervaža (PK 2+867) Subačiaus gatvėje.



26 pav. Pervaža (PK 4+633) Pavilnio gatvėje

4.2.3. Pėsčiųjų tuneliai GIS duomenų bazėje

ArcGIS programoje sukurtos pėsčiųjų tunelių atributinės lentelės struktūros duomenys pateikiami 13 lentelėje.

13 lentelė. Pėsčiųjų tunelių sluoksnio atributinės lentelės struktūra

Sluoksnio pavadinimas – pėsčiųjų_tuneliai. Duomenų tipas – plotinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie pėsčiųjų tunelius. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geoobjekto, priklausančio pėsčiųjų_tunelių sluoksniui, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geoobjekto sluoksnio tipas (plotinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geoobjekto ilgis, m
4.	SHAPE_Area	Double	Geoobjekto plotas, m ²
5.	Pavadinimas	Text	Geoobjekto pavadinimas
6.	GKODAS	Text	Nurodomas GKODAS - ot5
7.	Plotis	Double	Geoobjekto plotis, m
8.	Iėjimo_išėjimo_angų_skaičius	Short Integer	Geoobjekto įėjimo – išėjimo angų skaičius
9.	Statinio_kategorija	Text	Geoobjekto kategorija. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama statinio kategorija
10.	Kliūtis	Text	Aprašomas geoobjektas susikirtimas su kitais objektais, nurodomos pagrindinės kliūties charakteristikos
11.	Statybos_metai	Short Integer	Pateikiami geoobjekto statybos metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami statybos metai
12.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
13.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
14.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto statybos rangovas (-ai)

15.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geoobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
16.	Būklė	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės aprašymas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama būklė
17.	Defektai	Text	Nurodomi geoobjekto defektai

4.2.4. Pralaidos GIS duomenų bazėje

Visos pralaidos DB turi savo nuotraukas, kurios buvo padarytos vizualinės analizės metu.

Pasitelkus ArcGIS galima įvertinti, kurias pralaidas tikslinga kuo greičiau valyti – remontuoti ar netgi pakeisti naujomis.

ArcGIS programoje sukurtos pralaidų atributinės lentelės struktūros duomenys pateikiami 14 lentelėje.

14 lentelė. Pralaidų sluoksnio atributinės lentelės struktūra

Sluoksnio pavadinimas – pralaidos. Duomenų tipas – linijinis. Sluoksnyje saugoma informacija pralaidas. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geoobjekto, priklausančio pralaidų sluoksniui, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geoobjekto sluoksnio tipas (linijinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geoobjekto ilgis, m
4.	Pavadinimas	Text	Geoobjekto pavadinimas
5.	GKODAS	Text	Nurodomas GKODAS - op2
6.	Tipas	Text	Geoobjekto tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas pralaidos tipas
7.	Plotis	Double	Geoobjekto plotis, m
8.	Diametras	Double	Geoobjekto diametras, m
9.	Debitas	Double	Geoobjektu pratekančio vandens debitas, m ³ /s
10.	Kliūtis	Text	Aprašomas geoobjektas susikirtimas su kitais objektais, nurodomos pagrindinės kliūties charakteristikos
11.	Piketas	Text	Pateikiamas automobilių intensyvumas (jei geoobjektu vyksta automobilių eismas)
12.	Statybos_metai	Short Integer	Pateikiami geoobjekto statybos metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami statybos metai.
13.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
14.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
15.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto statybos rangovas (-ai)

16.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geoobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
17.	Būklė	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės aprašymas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama būklė
17.	Defektai	Text	Nurodomi geoobjekto defektai

4.2.5. Bėgiai, pabėgiai, balastas ir iešmai GIS duomenų bazėje

Pasitelkus ArcGIS galima įvertinti, kurie kelio ruožai turi prasčiausius bėgius ir pabėgius, labiausiai netinkama ir užterštą balastą ir defektinius iešmus.

ArcGIS programoje sukurtos geležinkelio_ašies atributinės lentelės struktūros duomenys pateikiami 15 lentelėje.

15 lentelė. Geležinkelio_ašies sluoksnio atributinės lentelės struktūra

Sluoksnio pavadinimas – geležinkelio_ašis. Duomenų tipas – linijinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie geležinkelio kelius. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geoobjekto, priklausančio geležinkelio ašies sluoksniui, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geoobjekto sluoksnio tipas (linijinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geoobjekto ilgis, m
4.	GKODAS	Text	Nurodomas GKODAS - gz0
5.	Pavadinimas	Text	Geoobjekto pavadinimas
6.	Bėgio_tipas	Text	Geoobjekto bėgių tipas. Nurodomas procentinis tam tikrų bėgių kiekis tenkantis kilometrui
7.	Kelio_plotis	Double	Geležinkelio kelio plotis, m
8.	Pabėgių_tipas	Text	Geoobjekto pabėgių tipas. Nurodomas procentinis tam tikrų pabėgių kiekis tenkantis kilometrui
9.	Balasto_tipas	Text	Geoobjekto balasto tipas. Nurodomas procentinis tam tikro tipo balasto kiekis tenkantis kilometrui
10.	Įrengimo_metai	Double	Pateikiami geoobjekto statybos metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami statybos metai.
11.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
12.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
13.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto statybos rangovas (-ai)
14.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geoobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
15.	Bėgių_būklė_defektai	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės ir defektų aprašymas.
16.	Pabėgių_būklė_defektai	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės ir defektų aprašymas.
17.	Balasto_būklė_defektai	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės ir defektų aprašymas.

Geležinkelio bėgių būklė ir defektai apibūdinami nurodant kelio piketą ir pateikiant visa informaciją susijusią su tam tikrais defektais.

Sukurtoje GIS duomenų bazėje pateikiamas tinkamų ir netinkamų pabėgių kiekis kilometrui geležinkelio kelio.

Geležinkelio kelio balastas atributinėje lentelėje apibūdinamas pagal būklę, nurodant užterštumo lygį procentais.

Sukurtoje GIS duomenų bazėje iešmų sluoksnio tipas – taškinis.

ArcGIS programoje sukurtos iešmų atributinės lentelės struktūros duomenys pateikiami 16 lentelėje.

16 lentelė. Iešmų sluoksnio atributinės lentelės struktūra

Sluoksnio pavadinimas – iešmai. Duomenų tipas – taškinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie iešmus. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geobjekto, priklausančio iešmų sluoksniui, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geobjekto sluoksnio tipas (taškinis)
3.	Pavadinimas	Text	Geobjekto pavadinimas
4.	Tipas	Text	Geobjekto tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama iešmo tipas
5.	Gamintojas	Text	Geobjekto gamintojas
6.	Gamybos_metai	Short Integer	Geobjekto gamybos metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami gamybos metai
7.	Paklojimo_metai	Short Integer	Geobjekto paklojimo metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama iešmo klojimo metai
8.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geobjekto rekonstrukcijos data
9.	Remonto_data	Date	Nurodoma geobjekto remonto_data
10.	Rangovas	Text	Nurodomas geobjekto statybos rangovas (-ai)
11.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
12.	Būklė	Text	Pateikiamas detalus geobjekto būklės aprašymas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama iešmo būklė
13.	Defektai	Text	Nurodomi geobjekto defektai

4.2.6. Peronai GIS duomenų bazėje

Sukurtoje GIS duomenų bazėje peronų sluoksnio tipas – plotinis. Sukurtos peronų atributinės lentelės struktūros duomenys pateikiami 17 lentelėje.

17 lentelė. Peronų sluoksnio atributinės lentelės struktūra

Sluoksnio pavadinimas – peronai. Duomenų tipas – plotinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie peronus. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geoobjekto, priklausančio peronų sluoksniui, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geoobjekto sluoksnio tipas (plotinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geoobjekto ilgis, m
4.	SHAPE_Area	Double	Geoobjekto plotas, m ²
5.	Perono_Nr	Short Integer	Geoobjekto numeris stotyje. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas perono numeris
6.	Danga	Text	Geoobjekto dangos tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas perono dangos tipas
7.	Plotis	Double	Geoobjekto plotis, m
8.	Statybos_metai	Short Integer	Pateikiami geoobjekto statybos metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami perono statybos metai
9.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
10.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
11.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto statybos rangovas (-ai)
12.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geoobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
13.	Būklė	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės aprašymas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama perono būklė
14.	Defektai	Text	Nurodomi geoobjekto defektai

4.2.7. Pastatai GIS duomenų bazėje

Nagrinėjamos teritorijos užstatymas ganėtinai retas, nes pagrindiniai objektai, priklausantys miesto teritorijoje esančiai geležinkelių infrastruktūrai yra keliai ir kelio statiniai. LG sklypo ribose, nagrinėjamoje teritorijoje, yra 81 pastatas. Šalia LG sklypo ribos yra dar 47 pastatai priklausantys miesto teritorijai. Pasitelkiant ArcGIS (5.2 skyrius [*Objektų analizė ir reikiamų sprendimų priėmimas*]) galima numatyti įvairias veiksmingas priemones šių pastatų apribojimui nuo geležinkelių keliamos žalos (įrengiant akustines sienutes, esant poreikiui – atramines sienutes, diegti priemones mažinančias sklindančią vibraciją dėl traukinių eismo)

Visa LG priklausančių pastatų užimama teritorija – 32717,55 m², šalia LG sklypo ribos esančių pastatų – 7343,33 m².

Detalią informaciją apie pastatus ArcGIS duomenų bazėje pateikia atributinės lentelės. Šios lentelės struktūra pateikiama 18 lentelėje.

18 lentelė. Pastatų sluoksnio atributinės lentelės struktūra

Sluoksnio pavadinimas – pastatai. Duomenų tipas – plotinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie pastatus. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geoobjekto, priklausančio pastatų sluoksniui, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geoobjekto sluoksnio tipas (plotinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geoobjekto ilgis, m
4.	SHAPE_Area	Double	Geoobjekto plotas, m ²
5.	Konstr_medžiaga	Text	Geoobjekto konstrukcinės medžiagos tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama pastato konstrukcinė medžiaga
6.	GKODAS	Text	Nurodomas GKODAS - pa0, pa1, pa2, pa51, pa52, pa53, pa8, pa9, pd0 priklausomai nuo pastato tipo
7.	Tipas	Text	Geoobjekto tipas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas pastato tipas
8.	Plotis	Double	Geoobjekto plotis, m
9.	Atstumas_iki_geležink	Double	Trumpiausias atstumas nuo geoobjekto iki geležinkelio kelio ašies
10.	Aukštų_skaičius	Short Integer	Geoobjekto aukštų skaičius.
11.	Statybos_metai	Short Integer	Pateikiami geoobjekto statybos metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami pastato statybos metai
12.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
13.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
14.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto statybos rangovas (-ai)
15.	Būklė	Text	Pateikiamas detalus geoobjekto būklės aprašymas. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama pastato būklė
16.	Defektai	Text	Nurodomi geoobjekto defektai

4.2.8. Kontaktinio ir elektros tinklo bei apšvietimo įrenginių atributinės informacijos struktūra

Nagrinėjamoje teritorijoje analizuojamas tik kontaktinis geležinkelio tinklas ir elektros oro linijos, nes LG infrastruktūroje didžioji dalis kabelių paklota neregistruojant klojimo vietas, o norint nustatyti ją reikalingi specialūs kabelių, laidų ir kitų požeminių komunikacijų iešikliai. Prieš vykdant žemės darbus nuolatos šiais specialiais prietaisais nustatoma esamų kabelių buvimo vieta.

GIS DB pateikiama geografinė ir atributinė informacija apie: kontaktinį tinklą ir jį laikančią konstrukciją (kontaktines pakabas); elektros oro tinklus ir stulpus, prie kurių tinklai pritvirtinti; informaciją apie apšvietimo įrenginius (šviestuvus).

Kontaktinio ir elektros tinklo atributinės informacijos struktūra pateikiama 19 lentelėje.

19 lentelė. Kontaktinio ir elektros tinklo atributinės informacijos struktūra

Sluoksnio pavadinimas – kontaktinis tinklas. Duomenų tipas – linijinis. Sluoksnyje saugoma informacija apie kontaktinio tinklo pagrindinius duomenys. Nurodoma pagrindinė informacija, reikalinga tinkamam infrastruktūros objektų valdymui ir analizei.			
Eil. Nr.	Atributinis laukas	Tipas	Aprašymas
1.	OBJECTID	Object ID	Konkreto geoobjekto, priklausančio kontaktinio tinklo ir elektros tinklo sluoksniams, unikalus numeris
2.	SHAPE	Geometry	Geoobjekto sluoksnio tipas (linijinis)
3.	SHAPE_Length	Double	Geoobjekto ilgis, m
4.	Įrengimo_metai	Short Integer	Pateikiami geoobjekto įrengimo metai. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkami tinklo įrengimo metai
5.	GKODAS	Text	Nurodomas GKODAS - ie6 aukštos įtampos elektros energijos oro linijos
6.	Rekonstrukcijos_data	Date	Nurodoma geoobjekto rekonstrukcijos data
7.	Remonto_data	Date	Nurodoma geoobjekto remonto_data
8.	Rangovas	Text	Nurodomas geoobjekto rangovas (-ai)
9.	Prižiūrinti_brigada	Text	Nurodoma geoobjektą prižiūrinti IF brigada. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama brigada
10.	Medžiaga	Text	Geoobjekto medžiaga. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkamas laido medžiagos tipas
11.	Diametras	Double	Nurodomas geoobjekto diametras
12.	Įtampa	Double	Nurodoma geoobjekto įtampa, kV. Iš galimų domeno reikšmių pasirenkama linijos įtampa

5. Infrastruktūros objektų valdymas panaudojant ArcGIS

5.1. Infrastruktūros objektų paieška, redagavimas ir užklausų sudarymas

Pasitelkiant ArcGIS funkcijas galima atlikti norimų objektų paiešką ir redagavimą, nustatyti infrastruktūros objektų padėtį, nusidėvėjimą, trūkumus ir papildomų reikiamų funkcijų (informacijos) poreikį.

ArcGIS užklausomis atliekamos paprasčiausios analizės operacijos, kur GIS naudojama atsakyti į paprastus klausimus, nekeičiant duomenų bazės ir negeneruojant naujos informacijos.

Pvz. pasitelkus ArcGIS nustatytos tankiau apgyvendintos teritorijos šalia LG infrastruktūros objektų ir pavieniai pastatai, esantys visai šalia geležinkelio pav. 27.

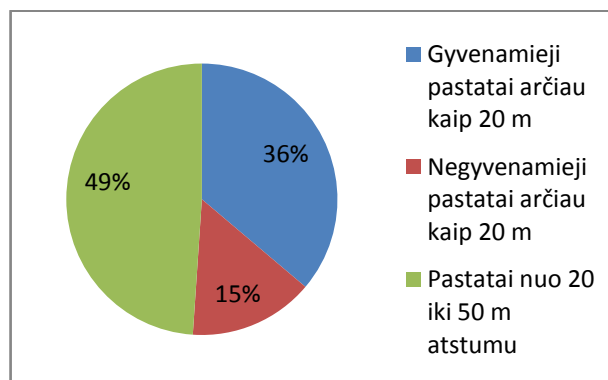


27 pav. Pastatai šalia geležinkelio kelio

Kaip matome 27 pav., gyvenamas pastatas visiškai šalia vienoje geležinkelio kelio pusėje, o šulinys (aprūpinantis gyventojus gėlu vandeniu) - kitoje geležinkelio pusėje. Tokia vietovė kelia didelį pavojų, kadangi geležinkelio kelias yra ir kreivėje (kreivėje įrengtas švilptelėjimo ženklas, mašinistas įspėja garsiniu signalu apie atvykstantį traukinį).

Tokiose vietovėse reikėtų ne tik apriboti gyventojų vaikščiojimą per geležinkelio bėgius, bet ir sumažinti transporto sukeltą triukšmą žalą gyventojams.

Pasitelkiant ArcGIS objektų užklausų įrankius, pagal geografinę informaciją (erdvinė užklausa), nustatyta, kad vietovėje 17 gyvenamųjų pastatų ir 7 negyvenamieji yra arčiau nei 20 m iki geležinkelio kraštinio kelio ašies, 23 pastatai nuo 20 iki 50 m (iš viso į DB įtraukti 47 pastatai esantys už LG priklausančio sklypo ribos). 28 pav. pateikiamas pastatų išsidėstymas šalia geležinkelio, priklausomai nuo atstumo esančio tarp geležinkelio kraštinio kelio ašies ir pastato.



28 pav. Pastatai šalia geležinkelio kelio

Sukurtoje duomenų bazėje, pasitelkus įvairius paieškos ir užklausų būdus galima rasti konkrečią informaciją esančią objektų atributinėse lentelėse. 29 pav. pateikiama informacija apie 17 objektų esamą padėtį erdvėje, arčiau kaip 20 m iki geležinkelio kelio ašies. Taip pat galima atlikti paiešką ir pagal informacijos rūšiavimą (30pav. rūšiuojama atsižvelgiant į atstumą iki geležinkelio kelio ašies).

SHAPE *	SHAPE_Length	OBJECTID *	SHAPE_Area	Tipas	Konstr_medžiaga	Aukšt	Atstumas_iki_geležink	Statybos_metai
Polygon	80.94208	7	340.765722	2MG	Mūrinis	2	8.72	1959
Polygon	53.958252	10	167.928837	2MG	Mūrinis	2	16.87	1982
Polygon	74.022741	4	243.605171	G	Medinis	1	18.71	1966
Polygon	70.678745	5	228.144889	G	Medis	1	18.74	1973
Polygon	43.951179	6	95.420495	G	Medis	1	13.27	1981
Polygon	94.448106	12	307.765917	G	Medis	1	10.92	1969
Polygon	28.444799	13	37.084173	G	Medis	1	17.51	1958
Polygon	20.880298	15	23.995256	G	Medis	1	13.26	1962
Polygon	74.984713	18	210.796043	G	Medis	1	11.7	1973
Polygon	27.689532	30	47.593	G	Medis	1	11.67	1964
Polygon	38.135734	32	78.630793	G	Medis	1	12.62	1969
Polygon	82.912417	38	266.742168	G	Medis	1	11.25	1971
Polygon	51.236543	39	138.954981	G	Medis	1	15.62	1960
Polygon	61.165872	44	152.55179	G	Medis	1	18.08	1961
Polygon	29.479451	46	46.563202	G	Medis	1	15.18	1974
Polygon	97.842787	116	339.753864	G	Medis	1	4.52	1971
Polygon	61.223346	51	228.442076	MG	<Null>	1	7.37	1975

29 pav. Objektų paieška ir atributinė informacija

SHAPE *	SHAPE_Length	OBJECTID *	SHAPE_Area	Tipas	Konstr_medžiaga	Aukšt	Atstumas_iki_geležink	Statybos_metai
Polygon	97.842787	116	339.753864	G	Medis	1	4.52	1971
Polygon	61.223346	51	228.442076	MG	<Null>	1	7.37	1975
Polygon	80.94208	7	340.765722	2MG	Mūrinis	2	8.72	1959
Polygon	94.448106	12	307.765917	G	Medis	1	10.92	1969
Polygon	82.912417	38	266.742168	G	Medis	1	11.25	1971
Polygon	27.689532	30	47.593	G	Medis	1	11.67	1964
Polygon	74.984713	18	210.796043	G	Medis	1	11.7	1973
Polygon	38.135734	32	78.630793	G	Medis	1	12.62	1969
Polygon	20.880298	15	23.995256	G	Medis	1	13.26	1962
Polygon	43.951179	6	95.420495	G	Medis	1	13.27	1981
Polygon	29.479451	46	46.563202	G	Medis	1	15.18	1974
Polygon	51.236543	39	138.954981	G	Medis	1	15.62	1960
Polygon	53.958252	10	167.928837	2MG	Mūrinis	2	16.87	1982
Polygon	28.444799	13	37.084173	G	Medis	1	17.51	1958
Polygon	61.165872	44	152.55179	G	Medis	1	18.08	1961
Polygon	74.022741	4	243.605171	G	Medinis	1	18.71	1966
Polygon	70.678745	5	228.144889	G	Medis	1	18.74	1973

30 pav. Atributinės informacijos paieška tam tikra tvarka

GIS ataskaitos, suvestinės lentelės ir diagramos yra kuriamos iš lentelių duomenų, erdvinės informacijos sluoksnių atributinės informacijos, geografinės analizės rezultatų. Taip pat ir pačios suvestinės lentelės turinį galima pavaizduoti diagrama ir ataskaita.

Ataskaitos naudojamos išsamiam ir sutvarkytam atributinių, analitinių ir sintetinių, kitaip sakant, lentelių duomenims pateikti. Ataskaitose pateikiami duomenys yra sutvarkomi, susisteminiami: rūšiuojami, grupuojami. Be to, gali būti apskaičiuojami nurodytų duomenų statistiniai rodikliai.

Nesudėtingos ataskaitos yra kuriamos *ArcMap* programine įranga. Sudėtingoms ataskaitoms kurti yra naudojama su *ArcMap* suderinta *Crystal Report* taikomoji programa.

Kuriamas ataskaitas galima apipavidalinti: įrašyti pavadinimą, parinkti foną, įdėti logotipą, sunumeruoti puslapius, papildyti diagramomis, suvestinėmis lentelėmis, nuotraukomis.

Diagramos naudojamos geografinių objektų, reiškinių ir procesų struktūrai, kitimo tendencijai, dideliame kiekiui objekto kiekybinių rodiklių vaizdžiai pateikti.

5.2. Objektų analizė ir reikiamų sprendimų priėmimas

Pasitelkiant ArcGIS funkcijas galima atlikti įvairiapuse nagrinėjamos teritorijos analizę, nustatyti infrastruktūros objektų padėtį, nusidėvėjimą, trūkumus ir papildomų objektų poreikį.

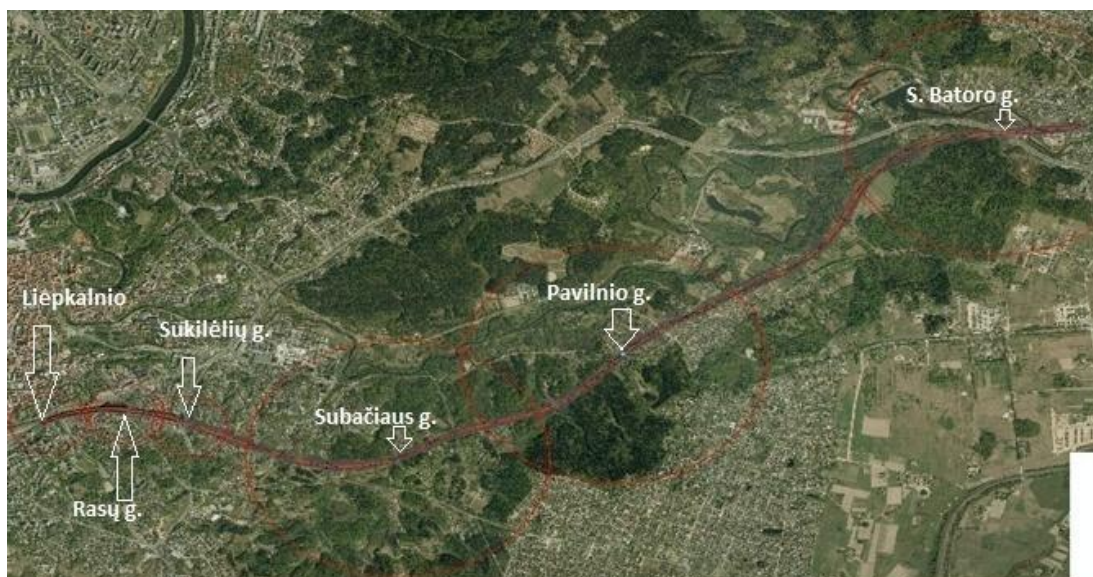
Nagrinėjant esamą situaciją didelis dėmesys sutelkiamas į geležinkelio infrastruktūros situacijos būklę ir papildomų objektų poreikį, ieškoma būdų kaip galima būtų LG infrastruktūrą tinkamai suderinti su miesto infrastruktūra.

ArcGIS funkcijos leidžia vartotojui atlikti objektų redagavimą ir papildymą naujais atributiniais laukais, kurti naujus sluoksnius.

Dažniausiai taikomos analizės funkcijos:

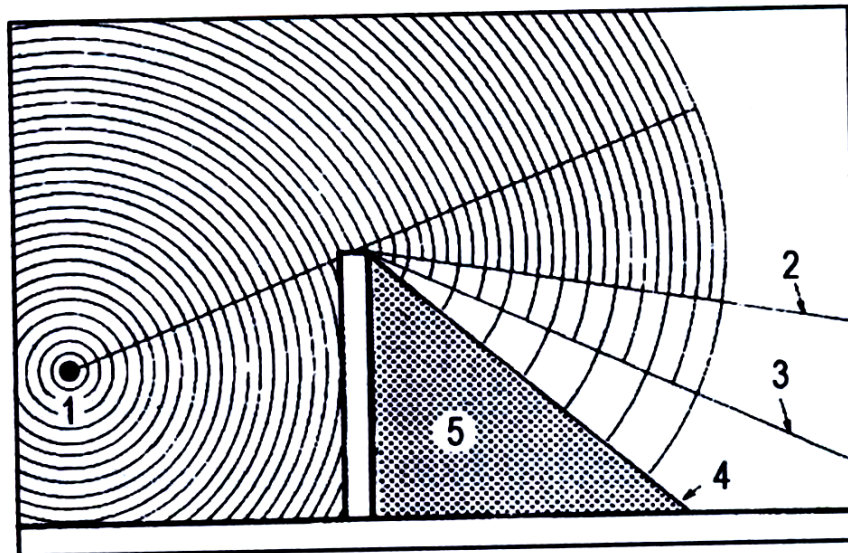
- buferių kūrimas;
- sluoksnių perdanga (apjungimas, sankirta);
- objektų pažymėjimas pagal jų atributines reikšmes;
- objektų pažymėjimas paremtas jų erdviniais ryšiais;
- duomenų eksportas į kitus sluoksnius;
- Geoapdorojimo įrankių panaudojimas – manipuliavimui su duomenimis (galima sukurti naujus arba modifikuoti esamus duomenis)

Atsižvelgiant į esamas geležinkelio ir kitų inžinerinių komunikacijų sankirtas (viename ir skirtinguose lygiuose) GIS duomenų bazėje galima atlikti elementarią analizę, kurios metu nustatomas atstumas, kuris yra optimaliausias pasiekti tam tikrą sankirtą, norint kirsti geležinkelį tam leistinoje vietoje. 31 pav. pateikiama, kad Vilniaus mieste skirtingų lygių sankirtos prieinamos 500 m atstumu, tarp Vilniaus ir N. Vilnios miestų teritorijoje – 1500-3000 m atstumu). Tarp S. Batoro ir Pavilnio g. atstumas yra kiek didesnis (3,262 km), tačiau atitolus per 1 km tarp šių sankirtų, gyvenamųjų pastatų kiekis minimalus, todėl netikslinga rengti geležinkelio sankirtas su kitom inžinerinėm komunikacijom dar tankiau, be to keliaujant automobiliu ir didžiausias 3,262 km atstumas esantis nagrinėjamame geležinkelio ruože tarp sankirtų nekelia didelių nepatogumų.



31 pav. Geležinkelio ir kitų inžinerinių komunikacijų sankirtos (viename ir skirtinguose lygiuose)

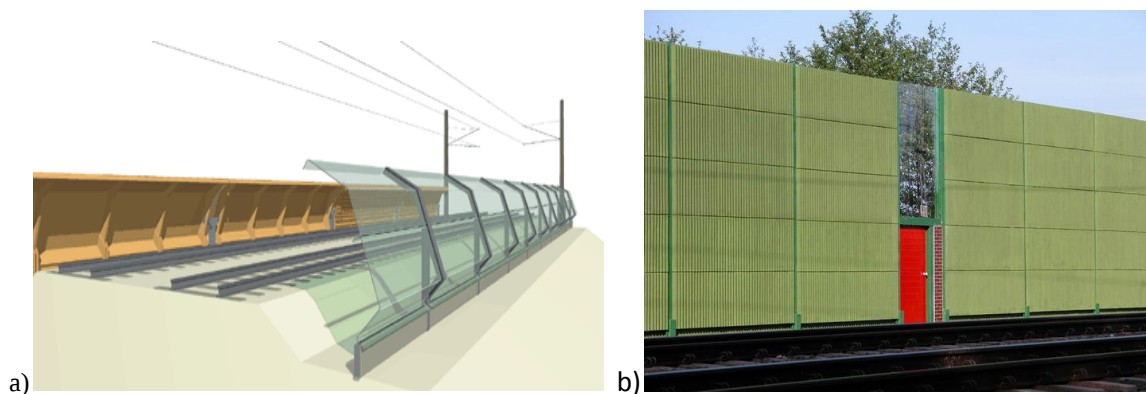
Kaip nustatyta 5.1. skyriuje [*Infrastruktūros objektų paieška ir užklausų sudarymas*] transporto priemonių keliamas triukšmas mažinamas prieštriukšminiais ekranais, užtvaramis, pylimais, želdiniais ir pan. Triukšmą slopinančiais ekranais gali būti negyvenamieji pastatai – parduotuvės, garažai, dirbtuvės ir kiti panašios paskirties žemaaukščiais pastatai. Triukšmo mažėjimo dėl ekranavimo dydis priklauso nuo efektinio užtvaros aukščio [23]. Tikslų triukšmo sumažėjimą reikėtų apskaičiuoti. Paprastai užtvara negalima triukšmo sumažinti daugiau, kaip 25 dB. Aukšti pastatai arba aukšti pylimai triukšmą gali sumažinti 20 dB ar net daugiau. Akustinio ekrano veiksmingumas priklauso nuo garso bangų ilgio, kurį išspinduliuoja garso šaltinis. Paprastai statomos sienos, kurios triukšmo lygį sumažina ne mažiau kaip 15–20 dBA. Tokiu charakteristikų reikalaujama net iš skaidrių sienų. Pavyzdžiui, skaidrios 8–12 mm storio leksano plokštės sumažina triukšmo lygį 25–29 dBA ir atlaiko nuo 9,6 kg iki 14,4 kg į 1 m² slėgimą [24].



32 pav. Akustinio ekrano schema:

1 – triukšmo šaltinis; 2 – aukštų dažnių sritis; 3 – vidutinių dažnių sritis; 4 – žemųjų dažnių sritis; 5 – akustinio šešėlio zona

Skaidrios triukšmo sienelės taikomos miestų zonose, siekiant nesumažinti matomumo bei nesumenkinant estetinio barjero vaizdo. 31 paveiksle pateikiamas triukšmo ekranu pritaikymas geležinkelio stoties regione. Austrijoje planuojama diegti ekranu kompozicijas, kurios triukšmą mažina ne dėl ekrano sienų akustinių savybių pagerinimo dengiant sugeriančią medžiagą, bet dėl ekrano konstrukcijos formos. Triukšmo mažinimo efektas pasiekiamas dėl ekrano palinkimo į geležinkelio bėgių pusę, sudarant „C raidės“ formą. Pravažiuojančių traukinių sukeliama garso bangų išspinduliavimas nukreipiamas į geležinkelio bėgius t. y. traukinio riedmenis [25].



33 pav. Triukšmo sienelės: a) Austrijoje; b) Kinijoje

Geležinkelio transporto keliamo triukšmo sklaidos modeliavimą galima atlikti su *MapNoise-ArcGIS* programine įranga. *Mapnoise* programinė įranga naudinga vertinant transporto triukšmo poveikį aplinkai, bei planuojant triukšmo mažinimo užtvartas. Programa

automatiškai apskaičiuoja triukšmo lygį prie kiekvieno pastato fasadų ir rezultatai pateikiami visiems pastato aukštams [41].

6. Kauno (IF-2) naudojamos *Geosecma* kompiuterinės programos analizė ir reikiamų poreikių tenkinimas.

6.1. Kompiuterinės programos funkcijos

Geosecma tai universali geografinės ir projektavimo informacijos valdymo sistema.

Geosecma yra skirta geografinių ir atributinių duomenų apie miesto infrastruktūrą kaupimui projektavimui, valdymui ir atnaujinimui. Su tikslu užtikrinti efektyvų šių duomenų valdymą ir vaizdavimą, yra siūloma grupė programinių modulių kurie leidžia įgyvendinti specifinius vartotojo keliamus uždavinius, pagal atskiras infrastruktūros šakas. *Geosecma* sistemoje įdiegta centralizuota duomenų bazė leidžia kiekvienam vartotojui tuos pačius duomenis panaudoti pagal savo darbo specifiką ir orientaciją. Kaip pavyzdys gali būti bendrų projektų vykdymas, kuomet į jo įgyvendinimą yra įsijungę keli specialistai ar jų grupės. Sistemoje esančios specialiosios funkcijos ir privilegijos duomenims bei apsaugos priemonės užtikrina, kad individualus vartotojas turės atitinkamo priėjimo prie duomenų lygį. *Geosecma* sistemos Bazinės funkcijos, dar vadinamos I-formos struktūros funkcijomis, minimaliai atkartoja visų specializuotų sistemos modulių savybes. Kaip pavyzdį pateiksime grafinės CAD ir GIS tematinės medžiagos vaizdavimo priemonės, topografinės medžiagos kūrimo įrankiai ir t.t. Kita grupė leidžia bet kokio tipo ar paskirties objektus saugoti toje pačioje duomenų bazėje, kurti naujus objektus iš esamų objektų geometrijos, bendrauti ir apsikeitinėti duomenimis su kitais išoriniais formatais ir programine įranga. *Geosecma* sistemos Bazinių funkcijų spektras gali būti išplėstas, sąlygoje to neprarandant jau sukauptos informacijos ir išvengiant komplikuočių duomenų konvertacijų. *Geosecma* pagrindu tarnaujanti vieninga duomenų bazė yra vienintelė ir pati vertingiausia sistemos dalis. Šios duomenų bazės uždavinys yra saugiai ir užtikrintai kaupti ir teikti grafinę ir atributinę informaciją skirtinguose vykdomų darbų etapuose. Duomenų bazė leidžia vartotojui kaupti didelius informacijos kiekius apjungiant juos su specifiniais žemėlapiais ar brėžiniais. Kita labai reikšminga šios duomenų bazės savybė yra ta, kad vienu metu tuos pačius duomenis gali naudoti neriboto dydžio į tinklą sujungtų vartotojų grupė, ir visi atlikti pasikeitimai duomenų bazėje yra atnaujinami realia laike. *Geosecma* leidžia betarpiškai ir be uždelsimų sistemos vartotojui ekrane matyti visus norimame projekte vykstančius pasikeitimus. Sistemos duomenų bazėje saugojamų duomenų kokybės reikalavimai ir apsauga yra pagrindiniai

Geosecma sistemos keliama reikalavimai. Organizacijoje paskirtas sistemos administratorius suteikia vartotojams teises dirbti su atskiromis infrastruktūros objektų grupėmis. *Geosecma* sistema kaip duomenų bazės pagrindą naudoja Microsoft SQL Server 7, kuris papildomai leidžia kontroliuoti duomenų apsaugą įvairiuose lygmenyse .

MMS (mobile mapping system) technologijos dėka operatyviai su dideliu ekonominiu efektu sprendžiant geležinkelių koridorių bei juose esančios infrastruktūros vizualiniai matavimai. Informacijos apdorojimo rezultate išmatuota informacija objektais paverčiama į 3d skaitmeninio žemėlapių formą. Specialioje matavimų laboratorijoje įrengiama vizualios informacijos matavimų įranga, informacijos kaupimo bei apdorojimo programinė sistema OASIS taikoma spręsti šiuos uždavinius geležinkelio tinkle:

- Prižiūrimų geležinkelio statinių ir objektų inventORIZacija
- Periodiniai geležinkelio ir įrenginių būklės matavimai
- Geležinkelių tinklo vystymosi raidos istorijos kaupimas
- Kompleksiniai uždaviniai traukinių eismo stebėjimui

Geosecma bazinių funkcijų modulio universalumas:

- Viena licenzija – tinklinė arba vienetinė
- Jokių papildomų programų
- Viena grafinė aplinka
- Trimatė grafika
- Lietuvių kalba
- Visi duomenys saugomi vienoje duomenų bazėje
- Integruoti CAD ir GIS įrankiai
- Integruoti InGIS standarto kodai
- Kliento/serverio architektūra
- Trijų lygmenų apsauga
- Topografinių žemėlapių sudarymo įrankiai
- Duomenų apsikeitimas su AutoCad ir ArcView
- Skaitmeniniai vietovės paviršiai
- Koordinatinių sistemų kūrimas ir redagavimas
- Funkcijų išplėtimas papildomais moduliais

Grafinė aplinka ir valdymo priemonės:

- Optimizuotas ekrano valdymas
- Duomenų iškėlimas iš įvairių šaltinių

- Rastrinių formatų GIF, JPEG, GeoTIFF, BMP, CMP palaikymas
- Rastrinių vaizdų kalibravimas
- Pusiau automatinis objektų geometrijos atnaujinimas
- Grafinių planų kūrimas nurodytuose masteliuose
- Grafinės/atributinės informacijos eksportas
- A0, A1, A2 ir A3 formato brėžinių išvedimas
- Brėžinių skaidymas i A4 formato lapus
- Atributų grafiniams objektams priskyrimas
- Grafinių objektų kodų pervadinimas
- Topologijos tarp objektų sudarymas
- Automatizuotas generavimas
- Objektų ekrane matavimas

Geosecma mapping programinio modulio ideologija ir funkcionalumas:

Geosecma sistemos aplinka sukuria vartotojui nepertraukiamą informacijos erdvę ir manipuliavimo laisvę, pateikdama programines priemones kurių pagalba sprendžia taikomuosius uždavinius aktualius geležinkelių, inžinierinių tinklų ir kitų mus supančių infrastruktūrų valdyme:

- Objektų projektavimas ir planavimas
- Žemėlapių ir planų rengimas
- Inventorizavimas
- Techninė priežiūra
- Dokumentacijos rengimas
- Sprendimų priėmimas paremtas vizualia analize

Geosecma sistema apjungia 12 programinių modulių, kurių pagalba sukaupia informacija panaudojama sprendžiant taikomojo profilio inžinieriaus uždavinius. *Geosecma* mapping struktūra integruoja visų specializuotų sistemos modulių funkcines savybes į vieną visumą, kuri remiasi vieningu informacijos šaltinių centrine duomenų baze. Taip pat šis modulis atlieka žemėlapių ir techninės informacijos įvedimo, saugojimo ir duomenų apsikeitimo tarp centrinės duomenų bazės ir kitų informacijos tiekėjų funkciją.

Centrinė duomenų bazė:

Geosecma sistemoje integruota centrinė duomenų bazė sukuria sąlygas kiekvienam vartotojui tuos pačius duomenis pritaikyti individualių uždavinių sprendimui. Sistemoje integruotos apsaugos priemonės užtikrina vartotojo priejimo prie informacijos duomenų bazėje lygį.

Struktūrizuotos duomenų bazės uždavinys yra nuosekliai ir patikimai teikti bei saugoti geografinę ir techninę informaciją skirtinguose vykdomų darbų etapuose. *Geosecma* duomenų bazės savybių dėka vienu metu tuos pačius duomenis gali naudoti neriboto dydžio vartotojų grupė. Vartotojų atlikti pasikeitimai duomenų bazėje yra atnaujinami realiaame laike. Organizacijoje paskirtas sistemos administratorius suteikia vartotojams teises dirbti su atskiromis informacijos grupėmis

Informacijos apsauga ir kokybė:

Geosecma sistemos funkcionalumas yra grindžiamas atskirų vartotojų grupių poreikiais įgyvendinant specializuotus inžinierinius uždavinius. Šių uždavinių kompleksiskumas reikalauja plačių bendradarbiavimo ryšių tarp atskirų organizacijos skyrių ir organizacijų iššaukiantis natūralius informacijos mainus. Efektyvūs informacijos šaltiniai gali būti užtikrinami įdiegus centrinę duomenų bazę, kurioje saugoma informacija apjungia visas vartotojų grupes.

Reliacinė struktūra, greitas informacijos pateikimas, apsauga ir informacijos įvedimo kokybės kontrolė tai pagrindinės duomenų bazės savybės, kurios yra pilnai suderintos su *Geosecma* sistemos funkcionalumu. *Geosecma* sistemos duomenų bazė remiasi Microsoft SQL Server duomenų bazių valdymo įranga ir Microsoft Windows 2000 Server technologijomis, kurios užtikrina sistemos informacijos ir vartotojų administravimą įvairiuose lygiuose.

6.2. *Geosecma* taikymas LG

Pagrindas, ant kurio buvo kuriama duomenų bazė yra Valstybinio žemėtvarkos instituto parengtos toponuotraukos (geležinkelio pakelės juostos ribų planai). Grafinė medžiaga buvo pateikta CAD formato failuose. Grafiniu vaizdavimu paremta informacija pateikiama Lietuvos koordinačių LKS-94 sistemoje ir atitinka žemėlapių M 1:2000 reikalavimus. Sutartiniai ženklai objektams grafiškai vaizduojami pagal Geodezijos ir kartografijos techninio reglamento reikalavimus. Objektai suskirstomi pagal geoobjektų klasifikatorių ir koduojami, naudojant Gkodą – unikalų raidinį-skaitinį geoobjekto žymenį, vadovaujantis integruotos geoinformacinės sistemos InGIS geoduomenų specifikacija.

Infrastruktūros filialo sudėtyje yra daug ūkių, todėl ir pati informacinė sistema yra sudėtinga ir apimanti visus informacijos sluoksnius: kelių ūkis, kelio statinių ūkis, automatikos ūkis, ryšių ūkis, pastatų ir vandentiekio ūkis.

Svarbiausia prieš kuriant duomenų bazę LG buvo išsiaiškinti ką norima joje matyti, kokius duomenis, iki kokio lygio informaciją reikėtų smulkinti ar stambinti. Kiekvienas ūkis buvo paprašytas sukurti savo DB klasifikatorių, t.y susistemintų duomenų bazę, kuriuos nori

matyti DB kataloge ir pateikti visus įmanomus objektų techninių charakteristikų variantus bazės pagrindo formavimui. Taip buvo sukurti laukai (lentelės) informacijai apie objektus sudėti su fiksuotu variantų pasirinkimu.

Patį objektų grupavimą galima skirstyti pagal du kriterijus:

1. Informaciją pagal jų buvimo vietą. Geležinkelio linijos suskirstymas stotimis ir tarpstočiais, t.y. iš karto padarius atranką, galima atidaryti bet kurią konkrečią stotį arba keletą greta išsidėsčiusių stočių ar tarpstočių.
2. Informaciją pagal jų tipą, rūšį, paskirtį. Čia kiekvienam objektui yra priskirtas atitinkamas kodas, t.y. unikalus raidinis-skaitinis geoobjekto žymuo, vadovaujantis Lietuvos integruotos geoinformacinės sistemos specifikacija.

Pildant DB, dėlįojant konkrečius objektus į paruoštas atributines lenteles, reikėjo atlikti dar vieną darbą – identifikuoti visus bazėje esančius objektus. Tam buvo paprašyta papildoma medžiaga – stočių schemos mastelyje, signalizacijos ir ryšių įrenginių išdėstymo schemos, pastatų inventORIZACINĖS BYLOS ir kt.

Bazės formavimui duomenys etapais pagal pareikalavimą buvo pateikiami informacinės sistemos užpildymui ir galutiniame rezultate sudėjus visą medžiagą stotis išpaisyta spalvomis, kurios turi savo santykinę reikšmę pagal objektų grupes (pvz. toliau pelę užvedus ant bet kurio objekto, atsiranda geokodas, kuris taip pat savaime teikia pradine informaciją apie jo priskyrimą).

Matoma užpildyta informacinė sistema, kuria gali naudotis operatyvios informacijos vartotojai. Bet pats duomenų bankas gali atlikti dar vieną svarbią funkciją. Visa DB saugoma informacija gali būti naudojama įvairiausiais pjūviais tiek vizualiniams tikslams, tiek įvairių dokumentų formavimui pagal paskirtą paieškos kriterijų. Pvz. galima peržiūrėti bet kokios informacijos kombinacijas: pagal ūkius, pagal užklausų objektus arba jų charakteristikas, pagal užduotą buvimo vietą ir kt. Išjungus atitinkamas duomenų grupes, iš ekrano tiesiog dingsta pašalinė informacija, pasilieka tik dominanti informacija, arba ji išskiriama kokia nors spalva pagal užduotą paieškos kriterijų. Lygiai taip pat, taikant duomenų atranką, jie filtruojami pagal pasirinktus kriterijus ir galima rengti įvairių formų suvestines, žiniaraščius, statistines ataskaitas ir kt. dokumentus, priklausomai nuo to, kokios informacijos reikia vartotojui.

6.3. Kompiuterinės programos trūkumų ir privalumų nustatymas

2011-01-10 ir 2012-04-12 buvo vykdomi apsilankymai Kauno IF ir analizuojama GIS programa *Geosecma*. Apsilankymų metų atlikti šie tyrimai:

- ✓ nustatytas praktinis *Geosecma* panaudojimas, taikymas;
- ✓ atlikta darbuotojų apklausa dominančiais klausimais, sužinota apie *Geosecma* galimybes;
- ✓ *Geosecma* valdantys darbuotojai pademonstravo šios programos ypatybes;
- ✓ nustatyta programos panaudojimo sritis;
- ✓ nustatyti dažniausiai sprendžiamų uždavinių tipai;
- ✓ sužinota apie įdomiausius spęstus uždavinius;
- ✓ pateikta informacija susijusi su *Geosecma* panaudojimu ne tik geležinkelio infrastruktūrai, bet ir miesto reikmėms;
- ✓ aptartos numatomos GIS naujovės LG, plėtimosi tempai;
- ✓ nustatytos faktinės paklaidos bei tikslumas, skaičiavimo patikimumas;
- ✓ nustatyta *Geosecma* nauda LG infrastruktūrai ir Kauno miestui;
- ✓ atlikta *Geosecma* teikiamų užklausų, ataskaitų analizė;
- ✓ nustatyti užklausų tipai (erdvinės ir atributinės);
- ✓ nustatyti naudojamų lentelių tipai (tik sluoksnio lentelės, pavienės lentelės nenaudojamos);
- ✓ nustatyta sistemos struktūra (viskas pateikiama sluoksniais ir atributinėmis lentelėmis, nėra rastrinių duomenų);
- ✓ nustatyta *Geosecma* naudojama koordinačių sistema (LKS-94);
- ✓ įvertintas *Geosecma* meniu juostos tobulumas (naudojama kalba Lietuvių, 8 galimi pasirinkimai: failas, redagavimas, rodyti, sistema, formavimas, įrankiai, langas, žinynas);
- ✓ nustatytas objektų žymėjimas (pagal atributus ir geografinę padėtį);
- ✓ nustatyti *Geosecma* analizės tipai (trūksta šešėliavimo, matomumo analizės);
- ✓ nustatyta, kad kelio išilginį profilį galima peržiūrėti tik kaip papildomą informaciją, t.y. pagal nuorodas į nuotrauką (hyperlinks).
- ✓ informacija susieta su access duomenų baze (kaip išorinė duomenų bazė, pagrindiniam geležinkelio keliui, kurioje sukaupti rankiniu būdu suvesti GKRP duomenys);

Apsilankymo metu įvertinus *Geosecma* galimybes buvo nustatyti šie trūkumai:

- *Geosecma* programoje esama topografija vizualiai išskiriama tik pateikiant viršutinės ir apatinės sankasos šlaito dalies riba brūkšnine linija. Trūksta detalesnės informacijos apie žemės paviršių (neaiški nuolydžio kryptis);

- filiale naudojamoje programos versijoje nėra numatyti objektų šešėliavimo analizės įrankiai;
- filiale naudojamoje programos versijoje nėra numatyti matomumo analizės įrankiai ;
- nėra numatyta ruožų, kurie gali būti gausiai užpustomi sniegu, paieška;
- naudojami skenuoti žemėlapiai (ne skaitmeniniai);
- nekaupiama informacija apie susikertančių kelių intensyvumus, neatliekama pervažų ir skirtingo lygio sankryžų poreikio analizė;
- nemažai žemėlapių buvo vietinėje koordinatinių sistemoje, todėl transformuojant į LKS 94 koordinatinių sistema galimai įvyko netikslumų;
- nustatyta, kad nėra galimybės ataskaitas teikti grafikų, diagramų pavidalu;
- DB žemėlapyje tiltai pažymėti tiesiog plotiniu sluoksniu, trūksta detalesnės vaizdinės informacijos apie tilto struktūrą (ramtus, perdangą, taurus);
- informacija susieta su access duomenų baze (kaip išorinė duomenų bazė pagrindiniam geležinkelio keliui, kurioje rankiniu būdu suvesti ir kaupiami GKRP duomenys);

Apsilankymų 2011-01-10 ir 2012-04-12 metu buvo nustatytos *Geosecma* funkcijos, kurios vartotojui ženkliai supaprastina programos naudojimą:

- sukaupta, centralizuotai saugoma ir administruojama informacija;
- priėjimą prie duomenų informaciniuose sluoksniuose turi atskiri ūkiai arba skyriai pagal savo vykdomas funkcijas;
- informacija periodiškai atnaujinama, todėl nuolat matoma reali esama padėtis geležinkelio ir su juo susijusiu įrenginių techninės būklės kontrolei;
- sukaupta informacija, įvairiai modeliuojant, skyriuose gali būti naudojama kitų dokumentų rengimui.
- geležinkelio keliai išskiriami skirtingomis spalvomis, atsižvelgiant į kelio kategoriją. Norint surasti tam tikros svarbos kelią ir žinant spalvų reikšmes, nebūtina tikrinti visų kelių atributinės informacijos;
- atributinių lentelių informacija patogiai suskirstyta pagal tam tikrus atributinius laukus ir greitai surandama;
- žymėjimui ir spalvų suderinimui naudojamas Lietuvos kartografinis žymėjimas, tačiau nemažai spalvų priskirta ir *Geosecma* programos vartotojų
- *Geosecma* sluoksniai išskaidyti pagal kelių, kelio statinių, automatikos, elektros, ryšių, geodezijos, pastatų ir vandentiekio ūkius. Kiekviename ūkyje yra paskirtas

darbuotojas, kuris atsako už savo pateikiamą informaciją ir periodiškai jos atnaujinimą po atliktų remonto, modernizavimo ar demontavimo darbų.

- tam tikrų medžiagų tinkamumas ar netinkamumas ir nusidėvėjimas pateikiamas 1 km ilgiui, bet yra galimybė išskaidyti ir į smulkesnius matavimo ilgius (pvz. 100 m);
- 7 darbuotojai vienu metu gali koreguoti duomenų bazę, o pakeitimai matomi realiu laiku;
- atidarius tam tikro sluoksnio atributinę lentelę, joje galima matyti ne tik geobjektų atributus, bet ir peržiūrėti objekto nuotraukas (hyperlinks)

6.4. Papildomų reikiamų funkcijų nurodymas

2011-01-10 ir 2012-04-12 vykdomų apsilankymų Kauno IF metu buvo nustatytos papildomos reikiamos funkcijos *Geosecma* programai:

- ❖ numatyti topografijos įkėlimą, vizualiai išskiriant detalesnę informaciją apie žemės paviršių (pateikti nuolydžio kryptį);
- ❖ padidinti teikiamos informacijos tikslumą (šiuo metu objektai pateikiami 1 metro tikslumu);
- ❖ įtraukti į DB geodezinių matavimų žiniaraščius (šiuo metu šie duomenys gali būti tik prisegami prie duomenų bazės);
- ❖ numatyti matomumo analizės atlikimą;
- ❖ numatyti detalesnės informacijos, kuri yra susieta su access duomenų baze (išorinė duomenų bazė, pagrindiniam geležinkelio keliui, kurioje sukaupti GKRP duomenys suvesti rankiniu būdu), įkėlimą į *Geosecma* valdymo sistemą;
- ❖ numatyti galimybę atlikti 3D modeliavimą, pridėti papildomus įrankius;
- ❖ sudaryti galimybę pateikti grafinę ir diagraminę informaciją ataskaitose;
- ❖ geležinkelio pervažose pateikti informaciją apie automobilio kelius (gatves);
- ❖ sužymėti autokelius, kurie kertasi su geležinkeliu pagal reikšmę ir nr. (nurodyti kategoriją pagal plotį ir dangą). Atlikti besikertančių su geležinkeliu automobilių kelių analizę, nuolatos stebėti ar pervažos tinkamai funkcionuoja.

6.5. *Geosecma* programos palyginimas su ArcGIS

Lyginti šias dvi programas ganėtinai sudėtinga, kadangi jų taikymas ir analizės galimybės labai panašios. Sukurtos duomenų bazės valdymas su ArcGIS programa ir Kauno IF duomenų bazės valdymas *Geosecma* programa skiriasi 20 lentelėje nurodytom funkcijom.

20 lentelė. PI ArcGIS ir PI Geosecma palyginimas

PI ArcGIS	PI Geosecma
✓ ArcGIS DB pasitelkus ArcScene galima atlikti 3D modeliavimą	- Kauno IF-2 naudojama Geosecma programos versijoje nėra galimybės atlikti 3D modeliavimą.
✓ Sukurtoje ArcGIS DB pateikiama detalesnė informacija apie žemės paviršiaus nuolydžio kryptis (nereikia ieškoti altitudžių reikšmių ir jas lyginti)	- Kauno IF-2 naudojamoje Geosecma programoje esama topografija vizualiai išskiriama tik pateikiant viršutinės ir apatinės sankasos šlaito dalies riba brūkšnine linija
✓ Pasitelkus View -> Graphs meniu juosta galima sukurti grafinę informaciją apie dominančius objektus	- Geosecma pateikiamų ataskaitų informacija nėra vaizdinga (trūksta galimybės informaciją pateikti grafikais (diagramomis))
✓ Pasitelkus Spatial Analyst tools įrankius galima atlikti šešėliavimo analizę (Hillshade)	- Kauno IF naudojamoje programoje Geosecma yra nenumatyti šešėliavimo įrankiai;
✓ Pasitelkus Spatial Analyst tools įrankius galima atlikti matomumo analizę (Visibility)	- Kauno IF naudojamoje programoje Geosecma yra nenumatyti matomumo įrankiai;
✓ Pasitelkus ArcGIS buvo priimti reikiami sprendiniai miesto ir geležinkelio infrastruktūros suderinimui	- Kauno IF naudojamoje programoje Geosecma per mažas dėmesys skirtas stočių valdymui ir geležinkelių infrastruktūros suderinamumui su miesto infrastruktūra.

7. Išvados

Magistro darbe išnagrinėta Kauno infrastruktūros filiale (IF2) naudojama GIS programa *Geosecma*, nurodomi programos trūkumai ir papildomos reikiamos funkcijos, kurias įgyvendinus palengvėtų infrastruktūros objektų valdymas bei tinkamas objektų išdėstymas ir prisijungimas į miesto bendrą vaizdinį. Taip pat magistro darbe *Geosecma* programa lyginama su ArcGIS programine įranga pagal funkcionalumą ir nustatomas šių programų funkcionalumas pritaikant Lietuvos geležinkeliams, nurodant, ko programose trūksta ir kurios funkcijos tenkina Lietuvos geležinkelių poreikius. Pateikiamos išvados, susijusios su atliktų tyrimų rezultatais.

Sėkmingam darbo tikslo įgyvendinimui buvo atlikti šie uždaviniai:

- ✓ atlikta literatūros apžvalga, apžvelgiant nagrinėjamos temos klausimus, bei geografinių informacinių sistemų taikymą;
- ✓ išanalizuota geležinkelio ruožo, esančio teritorijoje ties Vilniumi, būklė;

- ✓ sukurta GIS duomenų bazė geležinkelių infrastruktūros objektams ruože Vilnius - Naujoji Vilnia;
- ✓ pateikiamos dominančių geoobjektų paieškos ir analizės galimybės;
- ✓ nurodomi konkretūs miesto gyventojų poreikius ir geležinkelių infrastruktūrą suderinantys sprendiniai;
- ✓ palyginamos sukurtos duomenų bazės valdymo ArcGIS programa galimybės su Kauno IF-2 naudojamos programos *Geosecma* galimybėmis;
- ✓ įvertinamos naudojamos ArcGIS programos pranašumai ir trūkumai lyginant su *Geosecma* programa;

Išvados:

1. Pateiktoje literatūros analizėje nustatyta, kad užsienio šalys didelį dėmesį skiria GIS taikymui geležinkelių infrastruktūroje. Geležinkelių infrastruktūros plėtrai ir suderinimui su miesto aplinka naudojamas 3D modeliavimas, atliekama pervažų, pralaidų ir tiltų analizė, triukšmo sklaidos nustatymas.
2. Atlikta vizualinė nagrinėjamo ruožo analizė, nemaža dalis geležinkelio infrastruktūros objektų nufotografuota, nustatyti matomi objektų trūkumai.
3. Sukurta GIS DB miestų teritorijoje esantiems geležinkelių infrastruktūros objektams. Pasitelkus ArcGIS funkcijas nustatyta ruožo Vilnius – N. Vilnia objektų būklė ir trūkumai, pateikiami galimi sprendiniai nustatytų trūkumų ištaisymui.
4. Nustatyta, kad nagrinėjamoje teritorijoje 17 gyvenamųjų pastatų patenka į geležinkelio viešojo (bendrojo) naudojimo kelių ir jų įrenginių apsaugos zoną.
5. Išanalizuota Kauno IF naudojama programa *Geosecma*. Nustatyta, kad stočių valdymui ir geležinkelių infrastruktūros objektų suderinamumui su miesto infrastruktūra skirtas per mažas dėmesys, todėl *Geosecma* programoje reikėtų numatyti priemones, kurios leistų atlikti gyventojų poreikiams naudingas analizes. Pvz.: geležinkelio sankirtų pasiekiamumo ir būklės analizę (atsižvelgiant į eismo intensyvumą, kelio (gatvės) kategoriją, pervažų funkcionalumo ir poreikio analizę, geležinkelio traukinių keliamo triukšmo ir reikiamų priemonių triukšmo mažinimui analizę.
6. Nustatyta, kad Kauno IF-2 naudojamoje programoje *Geosecma* nėra galimybės pateikti informaciją 3D vizualizacijoje.
7. *Geosecma* programoje esama šlaitų topografija vizualiai išskiriama pateikiant tik viršutinės ir apatinės sankasos šlaito dalies ribą, žymint ją brūkšnine linija. Trūksta detalesnės informacijos apie žemės paviršių (neaiški nuolydžio kryptis).

8. Kauno filiale naudojamoje *Geosecma* programoje nėra numatyti objektų šešėliavimo analizės įrankiai.
9. Kauno filiale naudojamoje *Geosecma* programoje nėra numatyti objektų matomumo analizės įrankiai.
10. Dalis IF-2 brėžinių buvo vietinėje koordinačių sistemoje, todėl transformuojant į LKS 94 koordinačių sistema galimai įvyko netikslumų.
11. Nustatyta, kad *Geosecma* programoje nėra numatyta galimybė ataskaitas teikti grafikų ar diagramų pavidalu. Reikėtų numatyti galimybę pateikti vaizdingesnes ataskaitas.
12. *Geosecma* DB tiltai pažymėti tiesiog plotiniu sluoksniu, trūksta detalesnės vaizdinės informacijos apie tilto struktūrą (ramtus, perdangą, taurus).

8. Literatūros sąrašas:

1. MOZGERIS, G.; DUMBRAUSKAS, A. *Geoinformacinių sistemų pagrindai. Mokomoji knyga*. Kaunas: Ardiva, 2008. 187 p.
2. SAKALAUŠKAS, K. *Geležinkelių inžinerija 1. Projektavimas: vadovėlis studijuojantiems geležinkelių inžineriją*. Vilnius: Technika, 1997. 240 p.
3. SAKALAUŠKAS, K.; LAURINAVIČIUS, A.; PODAGĖLIS, I. *Geležinkelių inžinerija 2. Konstrukcija. Priežiūra. Technologija: vadovėlis studijuojantiems geležinkelių inžineriją*. Vilnius: Technika, 2000. 276 p.
4. *Techninio geležikėlių naudojimo nuostatai*. Vilnius: Informacijos ir leidybos centras, 1998.
5. 2006 m. birželio 9 d. Komisijos reglamentas (EB) Nr. 851/2006, nustatantis įvairių sąskaitų formų pozicijų, nurodytų Tarybos reglamento (EEB) Nr. 1108/70 I priede.
6. <http://www.kordab.lt/>
7. Paršeliūnas, E., *Geografinės sistemos: technologija*. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2001. 229 p.
8. Wikipedia internetinis puslapis (žiūrėta 2010-11-13). Geografinė informacinė sistema. Prieiga per internetą <http://lt.wikipedia.org/wiki/GIS>
9. Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl specialiųjų žemės ir miško naudojimo sąlygų patvirtinimo“ (Nr. 823, 2011-07-13, *Žin.*, 2011, Nr. 89-4249 (2011-07-16)).
10. Lietuvos akademinių bibliotekų direktorių asociacijos internetinis puslapis (žiūrėta 2010-12-05). Iešmų ir jų elementų konstrukcijos bei tipai. Prieiga per internetą http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2004~D_20040623_144448-49423/DS.005.0.04.ETD
11. Hnit-baltic internetinis puslapis (žiūrėta 2010-12-16, 2011-05-22, 2011-12-05). Prieiga per internetą http://www.hnit-baltic.lt/hbgis/Documents/ArcGIS_Universali_FINAL_red.pdf
12. Fignet internetinis puslapis (žiūrėta 2011-11-25). Railway Asset Management System in Turkey: A GIS Application. Prieiga per internetą http://www.fig.net/pub/athens/papers/ts20/ts20_3_guler_et_al.pdf
13. Vector One internetinis puslapis (žiūrėta 2011-12-19). GIS for rail – Bulgaria puses the infrastructure envelope. Prieiga per internetą <http://www.vector1media.com/vectorone/?p=8177>
14. Vector One internetinis puslapis (žiūrėta 2011-12-26). GIS for rail – Integration in Denmark and finland. Prieiga per internetą <http://www.vector1media.com/vectorone/?p=8170>

15. Vector One internetinis puslapis (žiūrėta 2011-12-28). GIS for rail : linking maps to schematics. Prieiga per internetą <http://www.vector1media.com/vectorone/?p=8167>
16. Design of an Eastern Suburbs Railway using GIS. By Thu Phan & Mark Whitty. Taste of Research Scholars 2005.
17. Railway route alignment using remote sensing and gis techniques. Mrs.N.Thilagavathi, Ms.S.Amutha, and Ms.R.Priya, http://mapasia.org/2010/proceeding/pdf/thilagavathi_isgRS&GIS.pdf
18. Japanese large – scale railway GIS base don SuperMap (žiūrėta 2011-12-28). Prieiga per internetą <http://www.supermap.com/en/html/solutions72254.html>
19. STR 2.06.02:2001 „Tiltai ir tuneliai. bendrieji reikalavimai". (2001 m. birželio 15 d. įsakymas Nr. 319)
20. Lietuvos respublikos susisiekimo ministro įsakymas „Dėl pervažų įrengimo ir naudojimo taisyklių patvirtinimo“ (2005 m. Sausio 27 d. įsakymas Nr. 3-36)
21. STR 2.02.06:2004 „Hidrotechniniai statiniai. Pagrindinės nuostatos." (2004 m. spalio 18 d. įsakymas Nr. D1-538)
22. Vilniaus miesto savivaldybės teritorijos bendrasis planas iki 2015 m. Susisiekimo tinklo kategorijos (žiūrėta 2012-03-28). Prieiga per internetą: http://old.vilnius.lt/bplanas/files/files/Sprendiniai2/9_2%20susisiekimo%20tinklo%20kategorijos%20m50000_2.jpg
23. Lietuvos respublikos geležinkelių transporto eismo saugos įstatymas. Nauja įstatymo redakcija (atitaisymas skelbtas: Žin., 2010, Nr. 15).
24. *Aplinkos triukšmo prevencijos veiksmų planų rengimas*. Metodinės rekomendacijos (projektas). Vilnius, 2008.
25. Grubliauskas R. *Aplinkos triukšmo ir jo mažinimo, taikant lengvas konstrukcijas, tyrimai bei skaitinis modeliavimas*. Daktaro disertacija. Vilnius: Technika, 2009. 154 p.
26. Uwe Clausen, Claus Doll, Francis James Franklin ir kt. *Geležinkelio akustinės taršos mažinimas. Tyrimas*. Europos sąjungos vidaus politikos generalinis direktoratas b teminis skyrius: struktūrinė ir sanglaudos politika. 2012.
27. Geodezijos ir kartografijos techninis reglamentas GKTR 2.18.01.:2004 „Lietuvos Respublikos georeferencinio pagrindo specifikacija“, patvirtintas Nacionalinės žemės tarnybos prie Žemės ūkio ministerijos generalinio direktoriaus 2004 m.
28. Balandžio 9 d. įsakymu Nr. 1P-53 (Žin., 2004, Nr. 56-1977). Palšaitis R., Burkovskis R. *Keleivių ir krovinių vežimo geležinkeliais tendencijų analizė*. Transportas – transport engineering ISSN 1392-1533. 1999, XIV t., Nr.2.

29. Butkevičius J., Sakalauskas K. ir kt. *Lietuvos geležinkelio tinklo analizė*. Transportas – transport engineering ISSN 1392-1533. 2001, XVI t., Nr.2.
30. Ambrazevičius A. *Lietuvos transporto sistema*. Mokomoji knyga. Vilnius: LKA, 2008, 192 p.
31. Juškevičius P. *Miestų planavimas*. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2003, 143 p.
32. Rekomendacijos. *Ilgalaikės (iki 2030 metų) lietuvis susisiekimo sistemos plėtros strategijos gairės parengti*. Galutinė ataskaita (2 dalis) rekomendacijų pagrindimo analitinė medžiaga. Užsakovas: Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija. Rengėjas: Vilniaus Gedimino technikos universitetas. 2008, gruodis, 192 p.
33. *Nuostolių, patiriamų dėl neigiamo transporto poveikio urbanistinėse zonose, įvertinimas*. Mokslo darbo ataskaita. Užsakovas: Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija. Rengėjas: Vilniaus Gedimino technikos universitetas. 2008, spalio, 205 p.
34. Sakalauskas K., Rezgaitis R. *Greitųjų keleivinių traukinių eismo problemos ir perspektyvos*. Transportas – transport engineering ISSN 1392-1533. 200, XV t., Nr.5.
35. *Visuomenės aptarnavimo įsipareigojimų vežti keleivius geležinkelių transportu vykdymas*. Studijos, galutinė ataskaita. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. 2008, 216 p.
36. Michael Worboys, Matt Duckham. *GIS: a computing perspective*. Second Edition. CRC press LLC, 2004. 426p.
37. Juliana Maantay, John Ziegler. *GIS for the urban environment*. ESRI press, Redlands, California, 2006. 596p.
38. Vilniaus miesto savivaldybės teritorijos bendrasis planas iki 2015 m. Bendrojo plano sprendiniai iki 2015 m. 9. Susisiekimo sistema. 9.2. Susisiekimo tinklo kategorijos. Rengėjas: SĮ „Vilniaus planas“.
39. Lingaitis L. P., Liudvinavičius L. Ir kt. *Geležinkeliai. Bendrasis kursas*. Vilnius: technika, 2009. 280 p.
40. Programinės įrangos informacinis portalas softconsulting (žiūrėta 2012-01-28). Prieiga per internetą
http://www.softconsulting.lt/Katalogas/Geografines_informacines_sistemas/ArcGIS
41. Sikorskytė A. Triukšmo žemėlapių sudarymo ypatumai mapnoise programine įranga. Prieiga per internetą
<https://dspace.kauko.lt/bitstream/handle/1/778/TRIUKSMO%20ZEMELAPIO%20SUDARYMO%20YPATUMAI%20MAPNOISE%20PROGRAMINE%20IRANGA.pdf?sequence=1>