

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Siiri Kliimson 179485IABB

**ÜLESÕITUDE ANDMETE HALDAMISE
PARENDAMINE AS EESTI RAUDTEE
NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Karin Rava

MSc

Kaasjuhendaja: Maia Sökk

MSc

Tallinn 2020

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Siiri Kliimson

18.05.2020

Annotatsioon

Lõputöö eesmärk on analüüsida AS Eesti Raudtee struktuuriüksustes ülesõitude andmete haldamist ning määratleda nõuded selle parendamiseks. Täpsemalt modelleerida analüüsitava ettevõtte struktuuriüksuste omavaheline ülesõite puudutav andmevahetus, andmekoosseis ning määratleda tehtavad tegevused andmehalduse parendamiseks.

Eesti Raudtee on juurutamas geoinfosüsteemi GeoTrAMS (Geographical Transport Asset Management System) koostöös ettevõttega Hexagon HxGN Safety & Infrastructure GmbH [1], kes võitis vastava hanke. Sellega seoses on ettevõttel vaja saavutada ülevaade taristu ruumiandmetest ning lõputöö autor töötab läbi ülesõitudega seotud andmed, koostades neile andmemudeli ning tuues välja vajalikud ruumiandmed. Lisaks geoinfosüsteemi jaoks vajalikele andmetele lisatakse andmemudelisse ka varaobjektide andmed ning muud informatsiooni kajastavad andmed, et andmemudelit oleks võimalik kasutada Eesti Raudtee üldises varahalduses. Samuti analüüsitakse ettevõtte struktuuriüksuste omavahelist andmevahetust, mis on vajalik ülesõitude haldamiseks ja määratletakse geoinfosüsteemiga tehtavad tegevused ülesõitude andmete paremaks haldamiseks.

Lõputöö tulemus on Eesti Raudtee struktuuriüksuste omavahelise andmevahetuse kaardistus esitatuna struktuuriüksuste konteksti diagrammidega, hallatavate andmete koosseis andmemudelina ja ettepanekud andmete haldamise parendamiseks sh geoinfosüsteemi kasutustegevuste määratlus selles tehtavate tegevuste ja Eesti Raudtee struktuuriüksuste risttabelina.

Lõputöö üheks järeltuleks on, et ettevõttel on vaja ühtset andmebaasi, kuna vajaliku info otsimine mitmest erinevast MS Exceli tabelist on ajaliselt kulukas. Samuti tuleks läbi viia sarnane ühtlustamise ja digitaliseerimise protsess ka teistele taristu varakomponentide osas.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 33 leheküljel, 5 peatükki, 6 joonist, 2 tabelit.

Abstract

Improving the Data Management of Level Crossings by Example of Estonian Railway Ltd

The goal of this thesis is to analyse the data management of level crossings in structural units in Estonian Railway and determine requirements to improve data management. Specifically to model data exchange between structure units in an analysed company, data composition and determine activities to improve data management.

Estonian Railway is introducing geographical infosystem GeoTrAMS (Geographical Transport Asset Management System) in collaboration with Hexagon HxGN Safety & Infrastructure GmbH [1], who won the corresponding procurement. Because of this Estonian Railway needs to gain an overview of the infrastructures spatial data and the author of the thesis is going to work through the data related to the level crossings, creating a data model for them and bringing out the necessary spatial data. In addition to the spatial data, asset data and data about other information concerning level crossings will be added to the data model, so that the model is usable in generalized asset management of Estonian Railway. There will be a analysis about data exchange between structural units, that is necessary to manage level crossings and the author will define activities done with geoinfosytem to improve the data management of level crossings.

The result of this thesis is a mapping of data exchange between structural units in Estonian Railway, managed data as a data model and a definition of use cases and the structural units of Estonian Railway as a cross table.

One of the conclusions of the thesis is, that Estonian Railway needs a single database because looking for necessary information across differen MS Excel tables is time consuming. Also a similar synchronization and digitalization of data should be carried out for other infrastructues data assets.

The thesis is in estonian and contains 33 pages of text, 5 chapters, 6 figures, 2 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

ELV	Elektrivõrkude amet
ER	AS Eesti Raudtee
ET	Ehitusteenistus
GeoTrAMS	<i>Geographical Transport Asset Management System</i>
GIS	Geograafiline infosüsteem
ISO	Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon (<i>International Organization for Standardization</i>)
OT	Ohutusteenistus
STB-süsteemid	Signalisatsiooni-, tsentralisatsiooni- ja blokeeringusüsteemid
TA	Teeamet
TTA	Telekomi- ja turvangusüsteemide amet
TTJA	Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet

Sisukord

1 Sissejuhatus	9
2 Töös kasutatavad mõisted.....	11
2.1 Andmehaldus	11
2.2 Konteksti diagramm	11
2.3 Andmemudel	11
2.4 Ruumiandmed.....	12
2.5 Georuumilised andmed ja geograafiline infosüsteem	13
3 Eesti Raudtee tutvustus.....	15
3.1 Eesti Raudtee eesmärgid.....	15
3.2 Ülesõitude andmete haldusega seotud ettevõtte struktuuriüksused.....	16
4 Ülesõitude andmete haldus Eesti Raudtee erinevates struktuuriüksustes	18
4.1 Teeamet	18
4.2 Elektrivõrkude amet	20
4.3 Ohutusteenistus.....	22
4.4 Telekom- ja turvanguüsteemide amet.....	24
4.5 Ehitusteenistus	26
5 Ettepanekud ülesõitude andmete haldamise parendamiseks	28
5.1 Ettepanekud andmete kättesaadavuse parendamiseks.....	28
5.2 Andmemudel	30
6 Kokkuvõte	31
7 Kasutatud kirjandus	32
Lisa 1 – Andmemudeli olemite atribuudid	34

Jooniste loetelu

Joonis 1. Teeameti konteksti diagramm	20
Joonis 2. Elektrivõrkude ameti konteksti diagramm	22
Joonis 3. Ohutusteenistuse konteksti diagramm.....	24
Joonis 4. Telekom- ja turvängusüsteemide konteksti diagramm.....	26
Joonis 5. Ehitusteenistuse konteksti diagramm	27
Joonis 6. Ülesõidu andmemudel.....	30

Tabelite loetelu

Tabel 1. GIS-i kasutustegevuste ja ER struktuuriüksuste omavaheline risttabel 29

1 Sissejuhatus

AS Eesti Raudteel (edaspidi ER) on 2020. aastal kavas võtta kasutusele geoinfosüsteem (edaspidi GIS) GeoTrAMS: „GeoTrAMS on rööbasteedele mõeldud erilahendus, mis tugineb Hexagon Geospatial tehnoloogiale. See on GIS rööbastranspordi taristute varade halduseks. Süsteem toetab igasuguseid raudteega seotud taristu planeerimise, ehitamise ja käitamise protsesse. Kõigi tarvilike taristandmete visualiseerimise ja töötlemise internetiraamistik on avatud ja läbinähtav. Nendeks andmeteks on juhtumihaldus, hooldus, inventuur ja dokumenteerimine, rahastuse planeerimine ning rajatiste haldus“ [2]. Selleks, et GIS-i kasutusele võtta, tuleb läbi analüüsida taristu osadega seonduvad andmed, et oleks võimalik killustatud andmehalduselt liikuda kesksele andmehaldusele. Samuti on ettevõttes käimas üleettevõteline pilootprojekt varahalduse ühtlustamiseks, mille käigus võetakse kasutusele äritarkvara Microsoft Dynamics 365 Finance and Operations varahalduse moodul. Lõputöö autor osaleb praktikandina ettevõtte varahalduse projektis, mille raames toimub muuhulgas nimetatud süsteemide kasutuselevõtt.

Lõputöö eesmärk on analüüsida ER struktuuriüksustes ülesõite puudutavate andmete, eelkõige neid iseloomustavate ruumiandmete haldamist ning määratleda nõuded selle parendamiseks. Täpsemalt modelleerida analüüsitava ettevõtte struktuuriüksuste omavaheline ülesõite puudutav andmevahetus, andmekoosseis ning teha ettepanekuid andmete haldamise parendamiseks, määratleda GIS-iga tehtavad tegevused andmehalduse parendamiseks. Andme koosseisu lisatakse ka teised, ülesõite puudutavad andmed, et andmemudelit oleks võimalik kasutada ka ettevõtte üleses varahalduse projektis.

Lahendatavaks probleemiks on ettevõtteülese ühtse taristu andmete halduse puudumine. Lisaks ülesõitudele on taristu osaks ka näiteks ülekäigud ning jaamad, kuid autor keskendub lõputöös vaid ülesõitudele, kuna nende andmete piirid on kindlalt määratletud ning andmemahut lõputöö raames läbitöötatav. Ülekäikude andmed on suures osas

ülesõitude andmetega kattuvad, seega on võimalik lõputöö tulemusi hiljem ka ülekäikudele rakendada.

Lõputöös kasutatakse analüüsi tarbeks informatsiooni saamiseks intervjuusid, mis viiakse läbi viie ülesõitudega seotud struktuuriüksuste esindajatega ning mille põhjal koostatakse nende struktuuriüksuste töö kirjeldus. Luuakse konteksti diagrammid, mille abil modelleeritakse ER struktuuriüksuste omavaheline andmevahetus. Samuti luuakse ülesõitudele andmemudel koos vastavate andmetüüpidega ning määratletakse ka ER struktuuriüksuste poolt tehtavad kasutustegevused GIS-iga.

Lõputöö oodatav tulemus on ER struktuuriüksuste omavaheline andmevahetuse kaardistus esitatuna struktuuriüksuste konteksti diagrammidega, hallatavate andmete koosseis andmemudelina ja GIS-i kasutustegevuste määratlus GIS-iga tehtavate tegevuste ja ER struktuuriüksuste risttabelina.

Töö teises peatükis peatükis defineeritakse lõputöös kasutatavad mõisted. Kolmandas peatükis kirjeldatakse ER organisatsiooni ning eesmärgid. Samuti tuuakse välja ülesõitudega seotud struktuuriüksuste peamised töö eesmärgid. Neljandas peatükis esitatakse ER struktuuriüksuste esindajatega tehtud intervjuude põhjal ülesõitudega seotud töö kirjeldus koos ülesõite puuduvat andmevahetust väljendava konteksti diagrammiga. Viendas peatükis esitatakse autori töö tulemused ning analüüs, kuidas võiks ER-s ülesõitudega seonduvaid andmeid paremini hallata.

2 Töös kasutatavad mõisted

Selles peatükis defineeritakse lõputöös kasutatavad mõisted. Käsitletud on mõisted, mis on seotud lõputöös loodavate lahendustega ning on olulised mõistmaks autori poolt kasutatavaid lahendusi.

2.1 Andmehaldus

Andmehaldust defineeritakse kui ettevõtteülest raamistikku, mis määrab otsustega seotud õigused ja kohustused, et adekvaatselt käsitleda andmeid kui ettevõtte vara [3]. Andmehaldus on andmetega seotud küsimuste üle otsuste langetamine ning nende elluviimine [4]. Andmete haldamiseks tuleb piiritleda andmete kogum. Andmehalduse eesmärk on maksimeerida andmevarade (*data assets*) väärtust ettevõttes [5].

Andmete haldamise parendamine kujutab endast andmete optimaalsemat ning struktureeritud hoiustamist ning kättesaadavuse mugavamaks muutmist.

2.2 Konteksti diagramm

Konteksti diagramm määrab süsteemi piirid, näidates, kuidas süsteem ühendub välise maailmaga. Konteksti diagramm näitab, kuidas uuritav süsteem teda ümbritsevate süsteemidega suhtleb, näidates andmevooge keskse struktuuriüksuse ning temaga suhtluses olevate väliste üksuste vahel. Selles ei tooda välja eraldi protsesse, vaid need ongi koondatud kõik uuritava süsteemi alla ilma neid spetsifitseerimata [6].

2.3 Andmemudel

Andmemudel esitatakse olemi diagrammiga. Olem on ratsionaalne kogum andmeelementidest ning kirjeldab midagi päris maailmast, millel on oluline roll äritegevuses [7]. Näiteks on ülesõit kui selline olem, konkreetsele ülesõidu eksemplarile (näiteks ülesõit nr. 1) vastab üks rida Ülesõit andmetabelis.

Olem on fundamentaalne alusplokk, mis kirjeldab andmete struktuuri olemi diagrammis [8]. Sellel peab olema kohustuslik unikaalne nimi, kohustuslik olemi võti (näiteks ID), olemit kirjeldavad atribuudid ning atribuudid (*properties*), mis võimaldavad navigeerida mitu mitmele seoste vahel.

Kõik olemid peavad olema unikaalsed, neil peab olema vähemalt üks kirjeldav atribuut ning nad peavad olema unikaalselt identifitseeritavad [7]. Näiteks luues ülesõitudest olemid, peab iga ülesõit olema identifitseeritav mingi kindlaks määratud atribuudi kaudu, üldjuhul on selleks ID. Olemid hoiavad endas andmeid, mis kirjeldavad ainult antud olemit.

Olemil endal puudub üheselt mõistetav väärtus. Näiteks ei saa määrata ülesõidule kindlat väärtust. Küll aga on väärtus näiteks ülesõidu atribuudil, mis kirjeldab näiteks ülesõidu laius autodele. Atribuudil on seega väärtus ning seda ei saa teiste atribuutidega kirjeldada. Näiteks ei saa rongide ööpäevast intensiivsust ülesõidul mõistlikult seda kirjeldavateks väiksemateks atribuutideks lahti võtta. Sellele võib aluseks võtta põhimõtte, mille kohaselt ka süsteem jaotatakse väiksemateks tükkeks, kuni kõik baasosad on mõistetavad [9]. Neid nimetatakse ka mõistetavateks tükkeks (*head-sized pieces*), mis on osad süsteemist, mis „mahuvad“ analüütikule pähe ning on kergesti mõistetavad.

2.4 Ruumiandmed

Ruumiandmed kujutavad varade paiknemist ruumis, millele kehtivad kindlaks määratud seadused Riigikogu poolt.

Ruumiandmed on Ruumiandmete seadusest tulenevalt määratletud kui andmed, mis otseselt või kaudselt osutavad konkreetsele asukohale või geograafilisele alale, sealhulgas andmekogudes hallatavad andmed, mis kirjeldavad ruumiobjektide asukohta, omadusi ja kuju geograafilises ruumis [10].

Ruumiandmete seaduses on defineeritud mõisteid "ruumiobjekt" ja "ruumiandmete töötlemine" järgnevalt:

- „Ruumiobjektiks loetakse konkreetse asukoha või geograafilise alaga seotud reaalmaailma nähtuse abstraktset kujutist“ [10].

- „Ruumiandmete töötlemiseks loetakse iga ruumiandmetega tehtavat toimingut“ [10].

Maa-ameti geoportaali kohaselt loetakse ruumiandmete alla maakatastri andmed, topograafia kogu, kitsendusi põhjustavate objektide andmed, ortofotod, kaldaerofotod, kõrgusandmed, aadressiandmed, kohanimed, haldus- ja asutusjaotus, mullastiku kaart, geoloogilised andmed, geodeetilised andmed, topokaardid ja aluskaardid, kaardilehtede süsteemid ning ka kinnisvara tehingute andmebaas [11].

Ruumiandmete kvaliteedi hindamine on keeruline, kuna hoitavad andmed on reaalse nähtuste lihtsustused, ruumiandmebaasi koostamine on pikk ning keeruline protsess, mille käigus tuleb andmeid analüüsida, tõlgendada ja koguda. Samuti põhineb suur osa andmete klassifitseerimisest inimotsustel ning salvestatakse nii reaalse objektide asukohad kui ka atribuudid, mis on keerulisem, kui tegu ei ole hästi defineeritud objektidega, nagu näiteks mäed, orud või rannajoon [12].

Ruumiandmete kvaliteedi defineerimiseks kasutatakse ISO 19113 ruumiinfo kvaliteedi määramise printsiibi aluseid, milleks on täielikkus, loogiline õigsus, asukohaõigsus, ajakohasus ning temaatiline õigsus [12].

Ruumiandmete standardite rakendamine võimaldab eemaldada piiranguid, parandada andmekvaliteedi haldamist, suurendada kasutaja kindlust, parandada juurdepääsu ruumiandmetele, integreerida süsteeme, koguda andmeid efektiivselt ning tagada suuremat avalikku juurdepääsu [12].

Ruumiandmed ülesõitude puhul on peamiselt asukohta määratlevad. Ruumiobjektiks on ülesõit. Sellega seotud ruumiandmeteks on näiteks erinevad geograafilised koordinaadid, mis asukohta määravad. ER-il puudub endal ruumiandmetele ettevõttesisene määratlus, peamiselt kogutakse koordinaatide infot.

2.5 Georuumilised andmed ja geograafiline infosüsteem

Georuumilised (*geospatial*) andmed on andmed, millel on geograafiline komponent, näiteks koordinaadid, aadress või linn. Georuumiline tehnoloogia viitab kõigile tehnoloogiatele, mida kasutatakse, et hankida, manipuleerida ja salvestada ruumiinfot [13]. Selliseks tehnoloogiaks on ka ER-is kasutusele tulev GeoTrAMS.

GIS on üks *geospatial* tehnoloogia vorme. GIS viitab süsteemile, kus hoitakse ruumiinfot kihtidena ning on integreeritud tarkvara programmidega nii, et ruumilist infot saab luua, hoiustada, manipuleerida, analüüsida ning visualiseerida (kaartide kujul) [13].

GIS ja kartograafia õppematerjalides on defineeritud mõisteid "geograafiline infosüsteem" ja "geotöötlus" järgnevalt:

- „Geograafiline infosüsteem on omavahel seotud kogum tarkvarast ja andmetest, mida kasutatakse geograafilise info vaatamiseks ja haldamiseks, ruumiliste seoste analüüsimiseks ning ruumiliste protsesside modelleerimiseks. GIS annab raamistiku ruumiandmete ja nendega seotud informatsiooni kogumiseks ja haldamiseks selliselt, et seda saab visualiseerida ja analüüsida“ [12].
- „Geotöötlus - GIS-i andmetega teostatavad toimingud, kus vastavaid meetodeid kasutades töödeldakse tulemuse saamiseks erinevaid lähteandmeid (kaardikihid, tabelid jt)“ [12]. „Üheks kõige levinumaks päringukeeleks on SQL (Structured Query Language), mida kasutatakse ülemaailmselt ning mida võib sisuliselt nimetada ka de facto standardiks“ [12].

GIS-i komponentideks on riistvara, mõjutades andmete töötlemise kiirust, kasutamise lihtsust ning võimalikke väljundite tüüpe, paigaldatav tarkvara, andmebaas ning tehtavad toimingud. Samuti inimressurss, kes peavad defineerima toiminguid ja GIS-i ülesandeid. Lisaks saavad inimesed parandada teiste komponentide puudujääke [12].

GIS ja kartograafia õppematerjalides põhjendatakse ruumiinfo haldamist järgnevalt: „Geograafilise informatsiooni haldamine on vajalik, et lahendada reaalses maailmas eksisteerivaid ja tekkivaid probleeme. Kui objektid ja nähtused reaalses maailmas muutuvad, peab toimuma ka andmete uuendamine ja kogumine“ [12]. „Geograafiline asukoht on siduv komponent, mille külge saab liita täiendava abiinfo“ [12].

GIS-i kasutatakse näiteks maamõõtmisel, topograafias ja kartograafias, logistikas, lennunduses, kinnisvaraagentuurides, kaitsejõudude juures, kaubandusettevõtetes, kohalikes omavalitsustes, teadustegevuses aga ka muuseumides, kus saab GIS-i abil luua interaktiivseid kaarte. Samuti kasutavad GIS-i keskkonnakorraldus, ökoloogia, keskkonna- ja looduskaitse korraldus, metsandus ettevõtted, geoloogid, mäenduse digitaliseerijad ning tehnovõrgud, kes on üha kasvav GIS-i tarbijaskond [12].

3 Eesti Raudtee tutvustus

Selles peatükis kirjeldatakse ER organisatsiooni ning eesmäärke. Samuti tuuakse välja ülesõitudega seotud struktuuriüksuste peamised töö eesmärgid.

ER on alates 1870. aastast tegutsev riigi omandis äriühing, mis vastutab raudtee administreerimisega seotud ülesannete eest. ER tagab raudteetaristu sujuva opereerimise, majandamise ja hoolduse ning efektiivse liikluskorralduse. Lisaks vastutab ettevõtte raudteetaristu toimimise ja arenduse eest ning on partneriteks naaberriikide raudteedele piiriüleste küsimuste lahendamisel ja standardite kokkuleppimisel [14].

ER arendab ja hoiab korras 1214km raudteed, 61 jaama ja 129 reisijate ooteplatvormi [14].

Ettevõtte struktuuri moodustavad nõukogu, riskijuhtimise ja siseauditi osakond ning juhatus, mis omakorda jaguneb taristu-, liiklus-, ehitus-, ohutus-, finants- ja tugiteenistuseks [14].

ER missioon on olla raudteealane kompetentsikeskus ning tagada ohutu ja efektiivne teenus raudteel [15].

3.1 Eesti Raudtee eesmärgid

AS Eesti Raudtee strateegilised eesmärgid jagunevad kolmeks: avaliku huvi eesmärgid, strateegilised ärieesmärgid ja finantseesmärgid [15].

Avalikust huvist tulenevad eesmärgid annavad lisaväärtust riigile kui ER omanikule, lähtudes riiklikust transpordi arengukavast. Avaliku huvi eesmärgid katavad nii siseriiklikku kui rahvusvahelist rongiühendust ning ohutuse tagamist raudteel, ülekäigukohtadel ja ohtlike kaupade veol [15].

ER ärieesmärk on tagada sadamate adekvaatne raudteeühendus 1520mm raudteevõrguga. ER esmaseks ülesandeks on tagada kvaliteetse liikumisjuhtimise maksimaalne

läbilaskevõime ning kiire vaguniringlus raudteetaristul. Transiidisektori toetamiseks ja konkurentsivõime säilitamiseks tuleb tagada kolm aspekti – hind, kiirus ja kindlus [15].

Raudtee infrastruktuuri toimimiseks on oluline pidev investeerimistegevus. Äriühinguna peab ER lähtuma eelkõige jätkusuutlikkuse printsiibist ning leidma võimalused pideva investeerimisvõimekuse tagamiseks [15].

3.2 Ülesõitude andmete haldusega seotud ettevõtte struktuuriüksused

ER koosneb mitmest erinevast struktuuriüksusest, mille alla kuuluvad erinevad tööüksused ning vastutusosalad. Järgnevalt on väljatoodud ülesõitude andmete haldamisega seotud struktuuriüksuste kirjeldus:

- Teeamet (edaspidi TA), kelle põhitegevuste hulka kuulub raudtee ja teerajatiste tehnilise järelevalve läbiviimine ja korraldamine, korrashoiutööde läbiviimine ja korraldamine, projektide kooskõlastamine ja tehniliste tingimuste väljastamine [16].
- Elektrivõrkude amet (edaspidi ELV), kelle põhitegevused on elektriveo- ja elektrivarustusseadmete, pöörangute elektrisoojenduse ning välisvalgustuse seadmete häireteta töö tagamine, nende hooldus- ja remonditööde korraldamine, struktuuriüksuse arendustegevus, tööohutuse, liiklusohutuse, tuleohutuse, keskkonnakaitse nõuete järgimine, elektrivarustusseadmete haldamine ja remont, elektrivarustuse operatiivne juhtimine, tehnilise dokumentatsiooni haldamine [17].
- Ohutusteenistus (edaspidi OT), kelle põhitegevused on ettevõtte ohutusosalaste eesmärkide ja tulemite kavandamine ning täitmise jälgimine, ettevõtte ohutust ja toimepidevust tagavate protsesside toimimise ning regulatsioonide täitmise tagamine, ettevõtte toimepidevust tagavate tegevuste ja turvalisuse tagamine, turvalisust tagavate tegevuste ja regulatsioonide haldamine ning arendamine, õnnetusjuhtumite ja muude raudteeliiklust ohustavate sündmuste ning seeläbi põhjustatud kahjude, vigastuste ja hukkunute ennetamine ning minimeerimine, avariitagajärgede likvideerimise võimekuse tagamine, töötervishoiu ja tööohutusosalase tegevuse reguleerimine ning arendamine, raudteega kaasnevate ohtude teadlikkuse tõstmine [18].

- Telekomi- ja turvängusüsteemide amet (edaspidi TTA), kelle põhitegevused on STB- (signalisatsiooni-, tsentralisatsiooni- ja blokeeringu) süsteemide arendus, haldus, hooldus ja remont, projekteerimine ja projekteerimiseks lähteülesannete koostamine, STB-süsteemide dokumentatsiooni haldus, telekommunikatsiooni-teenuste ning süsteemide arendus, haldus, hooldus ja remont, omanikujärelevalve tagamine, vastutusvaldkonda puudutavate trendide ning modernsete lahendustega kursis olemine, koolitusmaterjalide loomine ning nende loomisele kaasaaitamine, vastutusvaldkonda puudutava koostöö arendamine nii siseriiklikult kui ka naaberriikide raudteeadministratsioonide ning kutse- ja ülikoolide tasemel [19].
- Ehitusteenistus (edaspidi ET), kelle põhitegevused on rööbasteede ja taristurajatiste remonttööde juhtimine ja korraldamine (lähteülesande koostamine, projekteerimine, tööde koordineerimine, elluviimine), omanikujärelevalve tagamine, raudteeremondi tehniliste projektide koostamine, ettevõtte maakasutuse ja keskkonnahoiu korraldamine, raudteemaal toimuvate kolmandate isikute poolse ehitustegevuse koordineerimine [20].

4 Ülesõitude andmete haldus Eesti Raudtee erinevates struktuuriüksustes

Järgnevalt esitatakse ER struktuuriüksuste esindajatega tehtud intervjuude põhjal ülesõitudega seotud töö kirjeldus koos ülesõite puudutavat andmevahetust väljendava konteksti diagrammiga.

Hetkel on enamik andmeid ER-is laiali MS Exceli tabelites, kuid ettevõttes käib ka hoolduslahenduse projekt, mille eesmärk on üle minna Dynamics 365 varahalduse moodulile, mille abil digitaliseeritakse ettevõtte varade info haldus. Samuti hoolduskavad, hooldusgraafikud, hoolduse teostamiseks vajalikud töökäsud ja töö tegemiseks kulunud aeg. ER-il on kavas ettevõtte hooldusprotsess digitaliseerida Dynamics 365 varahalduse moodulis, kuid selle eeldus on vara info, sealhulgas ruumiinfo digitaliseerimine.

4.1 Teeamet

TA kontrollib ülesõite kord nädalas visuaalselt ning kaks korda aastas põhjalikumalt [21]. Alates 2019. aastast kontrollib komisjon kõiki ülesõite üle aasta ning selle käigus uuendatakse ka TA poolt hallatavas MS Exceli tabelis ülesõitude andmeid. Komisjoni kuuluvad ER, ELV, TA, TTA ning OT esindajad, lisaks politsei ning maanteevaldaja esindaja. Pisteliselt kutsutakse keegi ka Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve ametist (edaspidi TTJA). Komisjoni ülesanne on vaadata üle, mis seisus on katted, kas foorid ja tõkked on töokorras. Ülevaatus alla kuulub ala, mis jääb ülesõidu äärmisest rööpast maksimaalselt viie meetri kaugusele. Sellest edasi olev on teevaldaja omand. Need ülevaatused toimuvad kevadel, kuna talvised ilmaolud toovad kaasa kõige suuremaid muutusi. Seejärel hakatakse hooldustöid tegema suvisel perioodil.

Kuna tänapäevased teekatte materjalid on paremad ning peavad kauem vastu, siis kontrollide käigus mõõtmisi ei tehta. Tee geometriat käiakse mõõtmata spetsiaalselt tee mõõtmiseks vajaliku mõõtmisseadmete- ja tarkvaraga varustatud mõõduvagoniga. Hooldustöid planeeritakse vastavalt kokkulepitud tegevuskavale ja eelarvele.

Kindlat kõige olulisemat andmevälja ei ole, mis oleks TA töös kõige suurema tähtsusega, kasutatakse kõiki kirjas olevaid andmeid. Pigem keskendutakse sellele, mis erineb seatud normidest. Ruumiandmetest on enim olulised erinevad kaugusi väljendavad andmed.

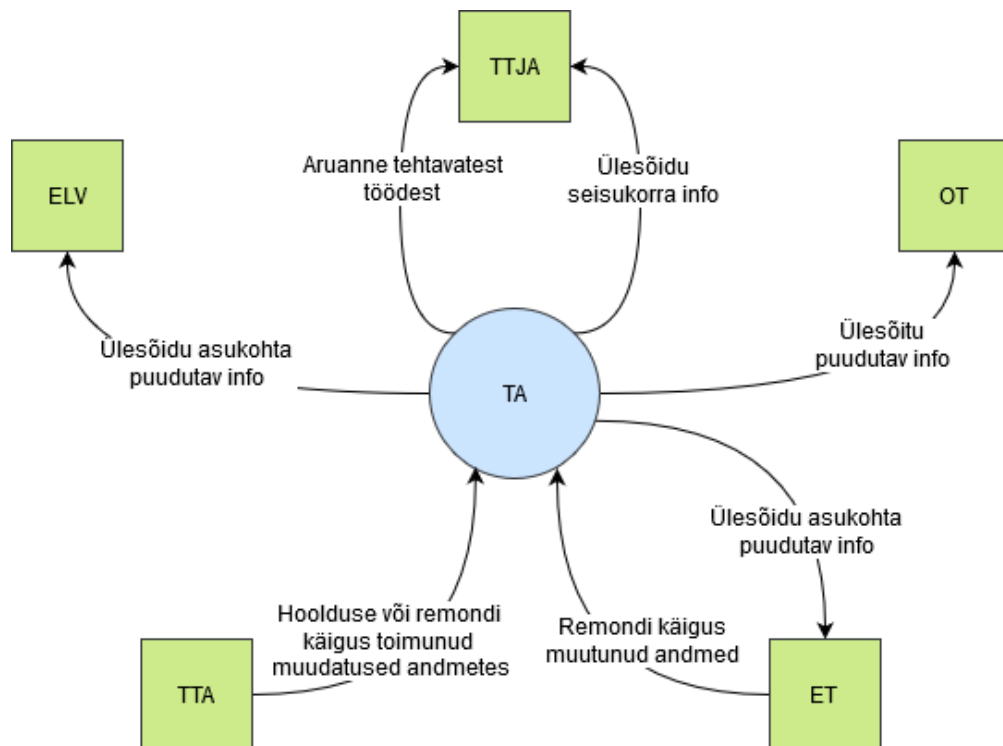
Hooldustöid korraldatakse töökäsu alusel, siis toimub ka andmete lisamine/muutmine vastavatesse andmetabelitesse. Üldise vaatluse käigus märgitakse kitsaskohad üles eraldi info halduseks kasutatavasse vihikusse. Kui remondid ja hooldustööd on tehtud muudetakse muutunud atribuudi andmed ka MS Exceli tabelites hoidmaks sealset infot ajakohasena.

MS Exceli tabelites olevat infot kasutab TA ise, TTJA ning samuti kõik, kes soovivad tee seisukorrast ülevaadet saada (näiteks OT, kes kontrollib õnnetusjuhtumite järgselt, kas kõik oli ER poolt korras sh hooldustööd planeeritult teostatud).

TTJA-le esitatakse aruanne, kus on tööde ajakava. Samas vanad, eelmiste aastate andmed ülesõitude kohta, jäävad alles ning selle abil saab ER sisevõrgus võrrelda, mis on muutunud. Tehtud tööde kokkuvõtted, komisjoni otsused ja muud jäävad alles, tekib justkui arhiiv.

Suurimaks andmeid puudutavaks probleemiks on nende uuendamine ning nende kontroll, mis hetkel puudub. Samuti on osad sisendid kas üldse puudu või kaheldava väärtusega.

Alljärgnevalt esitatakse TA andmevahetus teiste ER struktuuriüksustega ja TTJA-ga.



Joonis 1. Teeameti konteksti diagramm

TA on peamine info vahendaja teistele struktuuriüksustele ning TTJA-le. Nende poolt hallatavates MS Excel andmetabelites on kirjas info, mis puudutab näiteks ülesõidu katet, signalisatsiooni tüüpi või kõrgusgabriite. Seda infot kasutavad teised struktuuriüksused, kes lähevad vajadusel enda vastutusvaldkonna hooldustöid tegema.

4.2 Elektrivõrkude amet

ELV ameti vastutusalasse kuuluvad ülesõitudel tõkepuud ja foorid, ka valgustus, mis vajavad toimimiseks elektrit [22]. Kuni elektrikapini antakse toidet ning sealt edasi on oma liinid mööda raudteed ning ka oma alajaamad, kust antakse nii põhi- kui ka reservtoidet. Tavaliselt on kaks liini, millest üks on automaat ning teine reserv. Seal kus tekib elektriga defitsiit, seal kompenseeritakse puuduv osa Elektrilevilt sisseostetava energiaga.

Erinevate rikete korral leitakse esmalt, mis on täpsem probleem. Enamasti on probleem toites või sidemehaanikas. Kui vool on puudu kogu raudtee osal, siis ei ole mõtet välja sõita, kuid kui dispetšer näeb, et probleem esineb vaid ühel lõigul ning probleem on ER poolne ning siis sõidavad ER inimesed välja, mille puhul on oluline, et alati peab sündmuskohal esimesena olema sidemehhaanik.

Signaal, millal on vaja tööle hakata jõuab foorideni ja tõkkepuudeni kohale selliselt, et kui rongil on mõlemad rattad õigesti rööbastel, siis on rööpad lühistatud ning kui rong sõidab lühistatud tsoonist läbi saab süsteem teate, et on vaja tööle hakata. Kui viimane rongi osa jõuab isoleeritud tsooni, siis teab süsteem oma töö lõpetada. Sellega seoses on vaja kontrollida, et ühendused ja releed töötaksid, et teada kus on rong ning üks peamisi töid on andurite hooldus ja vahetamine.

Elektrivõrkude hooldamine toimub kaks korda aastas, mille jooksul kontrollitakse pingeid, maandustakistust ning tehakse elektripaigalduse audit. Ette antakse käidukava (ehk hoolduskava), milles määratakse hooldusajad, kontrollitavad seadmed. Igal erineval seadmel on kindel tähtaeg, millal ja kui tihti seda tuleb kontrollida. Lülitite puhul on vajalik korraldada hooldust kord kolme aasta jooksul, samas mõnedel kord kümne aasta jooksul.

ELV kasutab enim andmeid, mis kajastavad seda, mitu toidet kuskil on, mitu amprit voolu neis jookseb, kas on valgustust ning ka seda, kas põhi- ja reservtoide on ER omad või mitte. Samuti on nende jaoks oluline ülesõidu asukoht. Nendeks andmeteks on jaam või jaamavahe, tee number, kilomeeter, ülesõidu aadress maanteel ning ka näiteks kõrgusgabariit. Üldised koordinaadid nende jaoks suur tähtsust ei oma.

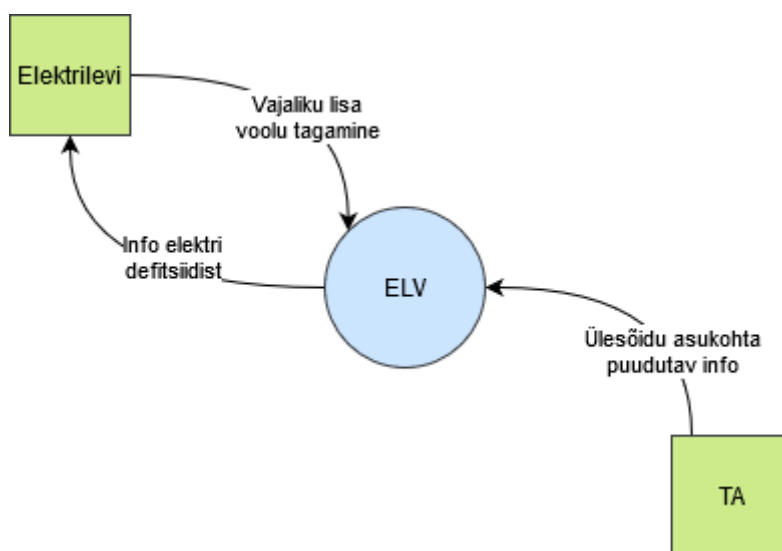
Andmetest on kõige olulisemad ruumiandmed ELV puhul kaablite asukohad, mis asuvad maa sees. Samuti on tähtis ka see, kus asuvad reservtorud ning ka kõrgused, mis puudutab ülegabariidilisi ronge. Samuti on kirjas erinevad elektrivõrke puudutavad ristumised, kuid otseselt ülesõite puudutavaid andmeid eraldi ei hoita. On olemas eraldi elektriskeemid, kus on põhilised andmed, kuid need sisaldavad infot terve raudtee elektrivarustuse kohta. Plaaniliste remontide kohta on olemas info piirkonna meistritel, kuid see pole veel digitaliseeritud.

Andmeid hoitakse kohalikus serveris MS Exceli tabelitena. Uuendamine käib olemasolevas MS Exceli tabelis, kus parandatakse andmeid, kui need muutuvad. Ristumise andmeid raudteega uuendatakse kord kolme aasta jooksul ning kontakivõrke kaks korda aastas. Andmeid, mis kirja pannakse, kasutatakse vaid elektrivõrkude inimeste poolt. Vajadusel jagatakse õigusi andmetele ka arendusmeeskonnale.

Kui näiteks mõni ülesõit suletakse, siis operatiivskeemis kustutatakse see ära ning alajaamad demonteeritakse. MS Exceli tabelitest kustutatakse andmed ära, seega arhiveerimist, kui sellist, ei toimu.

Suurimaks probleemiks on andmete puudumine kaablite täpsete asukohtade osas, või siis üldse nende puudumine. Kuna need asuvad maa sees ning nende parandamiseks, ülevaatusteks on nendeni jõudmine ilma kindla asukohata äärmiselt keeruline. Samuti ei ole kõik info kindlalt ühes kohas kättesaadav.

Alljärgnevalt esitatakse ELV andmevahetus TA ja Elektrileviga.



Joonis 2. Elektrivõrkude ameti konteksti diagramm

ELV peamine infokanal on TA ning Elektrileviga võetakse ühendust, kui mõnel raudtee lõigul tekib elektri defitsiit.

4.3 Ohutusteenistus

OT peamiseks ülesandeks on kontrollida, et ülesõidud oleksid hooldatud [23]. Seda tagatakse pisteliste kontrollidega. Samuti teostab komisjon, kelle kokku tulemist korraldab OT, üle aastast ülevaatus, kus otsustatakse, kas ülesõidul või ülekäigul tuleks korraldada hooldustöid. OT on justkui sõltumatu struktuuriüksus ettevõtte sees, kes tagab õigusaktidest kinnipidamise.

Kontrollitakse ka nädalaste ülevaatuste toimumist, kus TA alla kuuluvad teosakondade töömeistrid sõidavad oma vastutusalasse kuuluva tee läbi ning kontrollivad visuaalselt üle, kas midagi on valesti ning vajadusel teevad selle kohta märkmed. Automaatika korrasoleku info saadakse TTA käest, kes korraldavad kontrollmõõtmisi. Need andmed edastatakse ka TTJA-le. Samuti esitatakse TTJA-le kaks korda aastas nõuetele vastavuse aruanded, mis põhinevad TA tabelil. Enne seda korraldatakse kontroll ning puudused kirjutatakse üles.

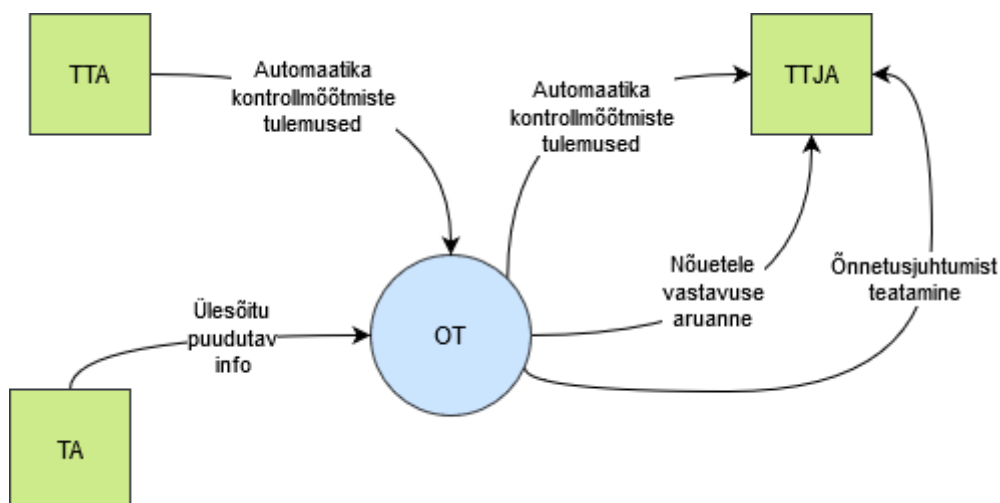
OT ülesanne on hallata riskiregistrit, kus on kirjeldatud erinevad riskid, vastutajad, tegurid ning maandamismeetmed. Lihtsam on jälgida automaatikaga seotut, kuna need on pideva jälgimise all. Kui sellega midagi juhtub, saab juhtimiskeskus info ning sealt edasi saadetakse teavitust vajalikust tööst. Nende vastutusalasse kuulub ka juhtumiregister, mille abil jälgitakse, kus, mis ning kas riketele õigeaegselt reageeriti. Kui tegu on automaatika rikkega, siis rakendatakse abinõusid: saadetakse reguleerija, kehtestatakse rongidele lisa kiiruspiirangud, lisatakse täiendav infotahvel. Kui ülesõidul toimub näiteks kokkupõrge, siis on OT jaoks oluliseks infoks, millisel ülesõidul avarii aset leidis, mitmendal kilomeetril ning mitmendal piketil.

Hetkel antakse TTJA-le õnnetusest teada telefoni teel ning hiljem ka kirjalikult. Seejärel tuleb tõendada, et ülesõidu automaatika oli töökorras ning kate vastas kehtivatele nõuetele. Katte olukorra selgitamiseks vajalik info on selle tootmise aasta ning tootja info.

OT jaoks on olulised enamasti elukaare tsükli andmed, mille alusel saab õnnetusjuhtumite korral kontrollida, et kõik oli ER poolt õnnetuse hetkel korras. Näiteks automaatika paigalduse aeg või viimase hoolduse teostamise kuupäev. Tulevikus loodetakse saada õnnetuskohtadest GPS koordinaate, mille järgi oleks asukohta lihtsam tuvastada.

OT kasutab peamiselt TA MS Exceli tabeleid, kuhu lisavad infot nii TA kui ka TTA. Komisjoni ülevaatuste järel tehakse nendes tabelitesse muudatused. OT kasutabki põhiliselt TA ning TTA n.ö. arhiveeritud andmeid. Selle põhjal otsustatakse, kas on vaja lisada ülesõidule tõkkepuid, teostada ohuanalüüsi ning vajadusel muudatusi, arvestades näiteks liiklustihedust ning kehtivaid kiiruspiiranguid. Küll aga peetakse andmeid selle kohta, kui palju on toimunud erinevatel ülesõitudel kokkupõrkeid või muid õnnetusi.

Alljärgnevalt esitatakse OT andmevahetus teiste ER struktuuriüksustega ja TTJA-ga.



Joonis 3. Ohutusteenistuse konteksti diagramm

OT vahendab enamjaolt infot TTJA ning teiste ER struktuuriüksuste vahel, kontrollides andmete õigsust ning raudtee seisukorda.

4.4 Telekom- ja turvanguüsteemide amet

TTA struktuuriüksuse töövaldkonda kuulub ülesõitude automaatika eest vastutamine, selle korras hoidmine ning rikete parandamine [24]. Vajadusel hangib struktuuriüksus uued ülesõidule vajalikud seadmed.

Intervjueeritava tööülesanded puudutasid kõike, mis on seotud arvutitega, seega mehaanilised parandused tema valdkonda ei kuulu ning tööd jõuavad temani siis, kui midagi on rikki läinud, seega töid ette planeerida ei saa.

Juhul, kui ülesõitu pole võimalik kaugelt jälgida, uuritakse kohale minnes, kas ülesõit on töökorras. Kui mitte, mida pole veel kunagi ette tulnud, siis otsitakse viga kontrollierist või toite olemasolust. Kui viga on kontrollieris, siis vahetatakse kontrollier välja.

Ülesõidu automaatika töötamise korral on esinev viga ühenduses. Sellisel juhul uuritakse, kas kaablid on puruks tõmmatud ning kas sidekatkestus on ainult ülesõidu piirkonnas või terves alajaamas. Kui kaablid on terved ning katkestus ainult jaama juures, siis enamasti on äike modemi läbi löönud ning mehaanikul tuleb modem välja vahetada. Kui see ei aita, uuritakse probleemi edasi.

Erinevatest protsessidest võtavad osa mehaanikud, kes käivad neid hooldamas. Teemehaanikud kontrollivad betoonplaatide ja metallist katete olukorda.

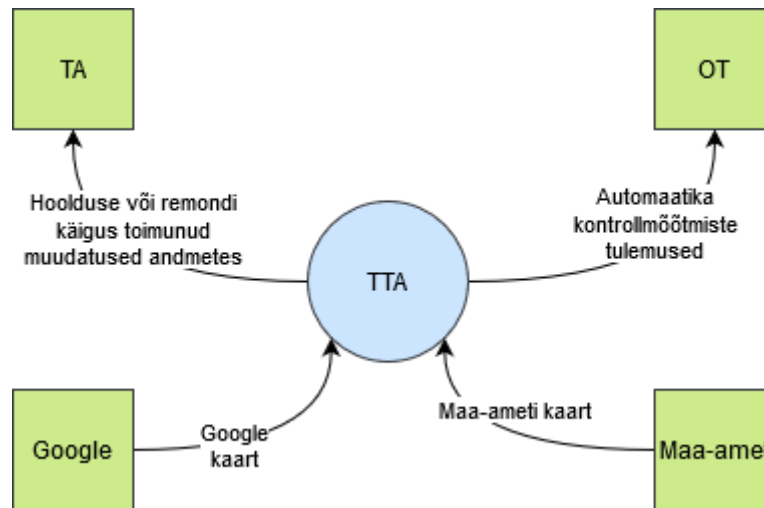
Kui ülesõidul on kontroll kadunud ehk dispetšer ei saa veenduda, et ülesõit on töökorras, siis sõidavad rongid 25 km/h. Vajadusel teostatakse töid vaatamata hetkel valitsevale ilmaolule, kuid kui rike ei ole nii kriitiline, siis võimalusel teostatakse hooldust tööpäeval ning mitte vihmaga.

TTA struktuuriüksuse jaoks on olulisteks andmeteks ülesõitude puhul raudteeülesõidukoha nimetus, jaam/jaamavahe, kilomeeter, ülesõidukoha pikkus, tõkkepuude telgjoone vaheline kagus meetrites, ülesõidukoha laius autotee kasutuses, nurga suurus, signalisatsiooni varustustase, rööppaaride arv, maksimaalne rongikiirus, kontrolleri komponendid, automaatika tootja, raudteeülesõidukoha koordinaadid LEST formaadis, raudteeülesõidukoha geograafilised koordinaadid ning nii Maa-ameti kui ka Google kaart.

Eelnevatest loetelutest on aga kõige olulisemateks andmeteks vara nimi ning kilomeeter. Andmed endid saadakse TTA enda tabelisse ülesõitude projekteerimisel ning neid kasutatakse peamiselt siis, kui toimub mingi hange. Info uuendamine käib siis kui ülesõidul midagi muutub, mis üldiselt juhtub iga kümne või rohkema aasta tagant. Andmeid uuendatakse MS Exceli tabelis, kus muudatuste korral (näiteks remondi järgselt) tehakse korrektuurid. Kui ülesõit eemaldatakse, siis ka vastav rida MS Excelis kustutatakse.

Peamiseks probleemiks TTA poolelt on ühe suure tabeli puudumine, mis sisaldaks kogu infot, mis ülesõite puudutab. Hetkel on kõigil erinev enda tehtud tabel ning vea korral tekivad segadused.

Alljärgnevalt esitatakse TTA andmevahetus teiste ER ning väliste osapooltega.



Joonis 4. Telekomi- ja turvangusüsteemide konteksti diagramm

TTA jagab andmeid TA-ga, kui on toimunud remont ning OT-le edastatakse kontrollmõõtmiste tulemused. TTA andmed, mida kasutatakse asukoha täpsustamiseks saadakse nii Maa-ameti kui Google kaardilt.

4.5 Ehitusteenistus

ET teostab ülesõitudel katte ning sellega paralleelselt ka passiivse ohutusvarustuse, tõkete, piirete, märkide moderniseerimist [25]. Nende töödega on seotud nii TA, ET kui ka töövõtja. Teostatavaid töid tehakse hangete põhised, mille jooksul tehakse lepingud töövõtjatega, kelleni töö sisu, mis on vaja ära teha, jõuab.

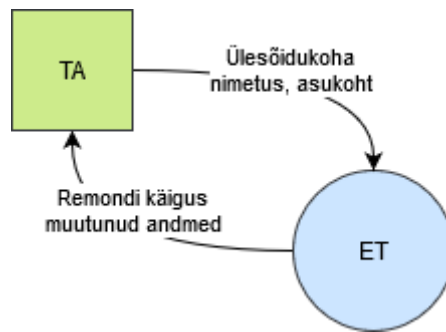
ET kasutab ülesõitude kohta käiva info saamiseks samuti TA tabeleid. Ruumiandmetest on ET jaoks olulised kõikvõimalikud parameetrid, mis kirjeldavad ülesõidu asukohta. Näiteks koordinaadid või kõrgused absoluutsüsteemis.

Kõige olulisemateks andmeteks ER-le ongi asukoht ning nimetus, mis ülesõite identifitseerivad. Andmed, mida vajatakse saadakse TA-lt, kes andmeid valdab. ET ise andmeid ei lisa ega ka kustuta, küll aga muudetakse andmeid peale remonti. Siis teeb ülesõidu andmete valdaja, kelleks on antud juhul TA, teostustusdokumentatsiooni alusel vajalikud muudatused andmetes.

Veebikaustade süsteemis on avalik tabel, mille andmeid kasutavad kõik töötajad, kellel on vaja tegeleda remonti minevate ülesõitudega. Üldiselt on erinevate andmeväljade hulk piisav, küll aga on probleemiks andmete killustumine erinevate struktuuriüksuste

erinevates MS Exceli tabelites või joonistel. Puudub ühtne andmete struktuur ning asukoht, mis muudab vajalike andmete leidmise protsessi pikemaks kui see peaks olema.

Alljärgnevalt esitatakse ET andmevahetus TA-ga.



Joonis 5. Ehitusteenistuse konteksti diagramm

ET-l käib ülesõitude puhul kommunikatsioon ainult TA-ga, saades TA-st info ülesõidu kohta ning andes pärast ehitustegevuse lõppu TA-le info muutunud andmetest.

5 Ettepanekud ülesõitude andmete haldamise parendamiseks

Teises peatükis sai andmete haldamise parendamist defineeritud kui andmete optimaalsemat ning struktureeritud hoiustamist ning kättesaadavuse mugavamaks muutmist. Alljärgnevalt esitatakse autori töö tulemused ning analüüs, kuidas võiks ER-s ülesõitudega seonduvaid andmeid paremini hallata.

5.1 Ettepanekud andmete kättesaadavuse parendamiseks

Autori poolt väljapakutavad ja tellija poolt kinnitatud ettepanekud andmete kättesaadavuse parendamiseks puudutavad andmetega tehtavate tegevuste muutmist GIS-iga tehtavateks tegevusteks ja ühise andmebaasi loomist.

Ettepanekud:

1. ER-is tuleb olemasolevaid andmeid ühtlustada ettevõtte ülese andmebaasi abil, mis võimaldab vältida erinevates struktuuriüksuste MS Excel-i tabelites andmete dubleerimist.
2. Et muuta vara- ja ruumiandmete haldus ja kasutus efektiivsemaks, tuleks loobuda erinevatest killustatud MS Excel-i tabelitest.
 - a. Tuleks võtta kasutusele üleettevõteline ruumiandmete andmebaas ning koguda info ühte kohta, kust oleks võimalik teha väljavõtteid ja saada infot vastavalt struktuuriüksuse vajadusele.
 - b. Vara andmete haldus tuleks ettevõtteülesena teostada ettevõtte varahalduse lahenduses Dynamics 365, mis võimaldab kogu info üle viia ühele andmebaasile.
 - c. Kasutusele võetavad infosüsteemid GeoTrAMS ja Dynamics 365 on mõistlik omavahel integreerida tagamaks optimaalne ja läbimõeldud info haldus ja andmete riskkasutus, samuti kasutamaks ära ühe või teise infosüsteemi tugevamaid funktsionaalsusi või muid tehnilisi omadusi.

- d. Andmete kasutamine ja uuendamine tuleks viia andmete tekkimise asukohta vähendamaks käsi- ja paberitööd. Näiteks TTA ei edasta kontrollmõõtmiste tulemusi OT-le, vaid registreerib need ise.
3. Kokku leppida andmehalduse reeglid – kuidas andmeid hallatakse ja uuendatakse, sh kustutamine ja arhiveerimine.
 4. Määrata ER sisene ruumandmete määratlus, milleni jõudmiseks oleks vajalik koostada reaalsusmudel nagu on seda tehtud osaliselt ka ER-ile ülekantavalt Maa-ameti geoportaalil [26]. Reaalsusmudelil kirjeldatakse ning süstematiseeritakse andmekogus talletatava reaalse maailma nähtused ja nende omadused.

Järgnevalt esitatakse GIS-i kasutustegevuste ja ER struktuuriüksuste omavaheline risttabel, kus ridadeks on GIS-iga tehtavad tegevused ja veergudeks ülesõitudega seotud struktuuriüksused. Rea ja veeru ristumiskohas tähistab "X" konkreetse struktuuriüksuse poolt tehtavat GIS-i kasutustegevust.

Tabel 1. GIS-i kasutustegevuste ja ER struktuuriüksuste omavaheline risttabel

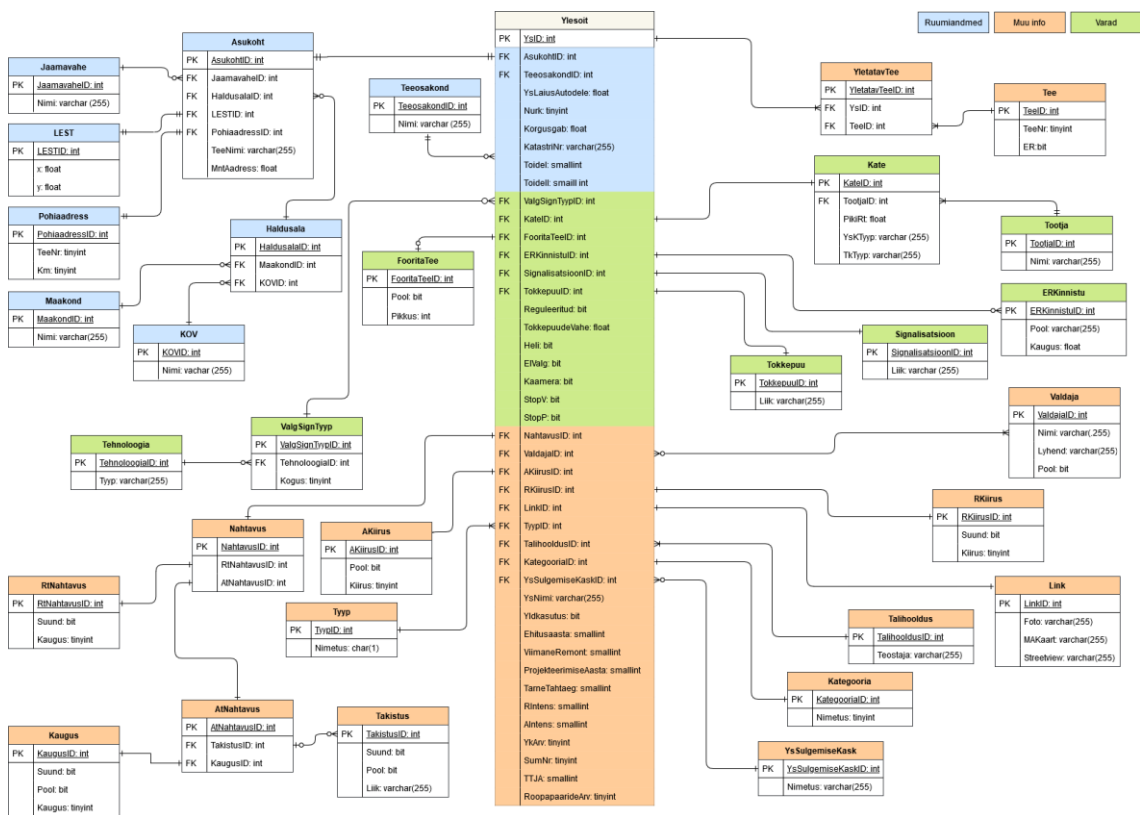
	TA	TTA	ELV	ET	OT
Hoolduse või remondi käigus toimunud muudatuste sisse viimine andmetesse		X		X	
Ülesõidu asukohta puudutava info lugemine			X	X	
Aruande koostamine tehtavatest töödest	X				
Ülesõidu seisukorra info kokkuvõtte koostamine	X				
Ülesõitu puudutava info lugemine			X		X
Automaatika kontrollmõõtmiste tulemuste registreerimine		X			
Automaatika kontrollmõõtmiste tulemuste kokkuvõtte koostamine					X
Nõuetele vastavuse aruande koostamine					X
Õnnetusjuhtumist teatamine					X

Kuna iga struktuuriüksus vastutab ise vara eest, mida ta haldab, siis teeb autor ettepaneku, et tee infot üldisena haldaks TA, ülejäänud varakomponente vastava vara hooldust teostav struktuuriüksus. Kõigile jäävad selles osas kõik õigused andmete töötlemisel, lihtsalt oma valdkonna andmete osas. Nii oleks ka õnnetusjuhtumist teatamine ja sellele reageerimine iga valdkonna kohustus.

5.2 Andmemudel

Andmete struktureeritud hoiustamise väljendamiseks ühis(t)es andmebaasi(de)s on koostatud andmemudel. Alljärgnev joonis esitab ER olemasolevaid ning ülesõite puudutavaid andmeid, mis on välja võetud olemasolevatest MS Exceli tabelitest. Andmemudelisse on pandud kokku nii ruumi- kui ka varaandmed. Samuti üldine info, mis on vajalik näiteks hooldustööde tegemisel. Samuti on andmemudelil määratletud iga atribuudi jaoks andmetüübid.

Järgnevalt esitatakse lõputöö ühe eesmärgina loodud ülesõidu andmemudel.



Joonis 6. Ülesõidu andmemudel

Andmemudel kajastab kõiki ülesõite puudutavaid andmeid, mis olid kättesaadavad TA ja TTA tabelitest. Eraldi on märgitud ruumiandmed, varaandmed ning muud infot väljendavad andmed. Olemi diagrammi atribuute kirjeldavad tabelid on toodud Lisas 1.

6 Kokkuvõte

Lõputöö eesmärk oli analüüsida AS Eesti Raudtee struktuuriüksustes ülesõitude andmete haldamist ning määratleda nõuded selle parendamiseks. Täpsemalt, modelleerida analüüsitava ettevõtte struktuuriüksuste omavaheline ülesõite puudutav andmevahetus, andmekoosseis ning määratleda GIS-iga tehtavad tegevused andmehalduse parendamiseks. Lahendatavaks probleemiks oli ühtse ettevõtteülese taristu andmete halduse puudumine.

Lõputöö tulemusena koostas autor ER struktuuriüksuste omavahelise andmevahetuse kaardistuse konteksti diagrammidega, hallatavate andmete koosseisu andmemudelina ning GIS-i kasutustegevuste määratluse GIS-iga tehtavate tegevuste ja ER struktuuriüksuste risttabelina.

Lõputööle püstitatud eesmärgid ka täideti. Eesmärgid saavutati kasutades erinevate ülesõitudega seotud struktuuriüksuste esindajatega intervjuusid läbi viies ning nendest saadud infot analüüsides. Samuti töötati läbi hetkel olemasolevad andmetabelid. Lõputööle oleks saanud rohkem sisendinfot, kui oleks saanud kohal käia näiteks ülesõitude iganädalasel visuaalsel kontrollil. Lisaks näeb autor, et enne andmemudeli koostamist oleks tulnud koostada reaalsusmudel, kus oleks ära kirjeldatud ja süstematiseeritud andmekogus talletatavad reaalse maailma nähtused ja nende omadused, mis oleks olnud baasiks andmemudeli koostamisele ning muutnud andmemudeli koostamise lihtsamaks.

Lõputöö üheks järeltuleks on ER vajadus ühtse andmebaasi järele, kuna üle mitme Exceli tabeli laiali olevast infost vajaliku otsimine on ajaliselt kulukas. Samuti tuleks läbi viia sarnane protsess ka teistele taristu osadele, mis ei puuduta ainult ülesõite.

7 Kasutatud kirjandus

- [1] Hexagon, „Hexagon,“ Hexagon, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.hexagongeospatial.com/>. [Kasutatud 12 05 2020].
- [2] Eesti Raudtee, „Eesti Raudtee sisene inforuum Confluences,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 20 04 2020].
- [3] I. Alhassan, „Data governance activities: an analysis of the literature,“ *Journal of Decision Systems*, kd. 25, nr 1, pp. 64-75, 2016.
- [4] Rahandusministeerium, Statistikaamet, *Eesti andmehalduse juhtimise tegevuskava*, 2018.
- [5] D. B. Otto, „Data Governance,“ *Business & Information Systems Engineering*, kd. 3, nr 4, pp. 241-244, 2011.
- [6] J. R. T. D. Suzanne Robertson, „2.2. Data Flow Diagrams,“ %1 *Complete Systems Analysis: The Workbook, the Textbook, the Answers*, Addison-Wesley Professional, 2013.
- [7] J. R. T. D. Suzanne Robertson, „2.5. Data Models,“ %1 *Complete Systems Analysis: The Workbook, the Textbook, the Answers*, Addison-Wesley Professional, 2013.
- [8] Microsoft, „Microsoft Documentation,“ Microsoft, 03 30 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/data/adonet/entity-data-model-key-concepts>. [Kasutatud 12 05 2020].
- [9] J. R. T. D. Suzanne Robertson, „Analysis Models,“ %1 *Complete System Analysis: The Workbook, the Textbook, the Answers*, Addison-Wesley Professional, 2013.
- [10] Riigikogu, „Ruumiandmete seadus,“ 10 Märts 2011. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/110032017002>. [Kasutatud 02 Märts 2020].
- [11] Maa-amet, „Geoportaal: ruumiandmed,“ Maa-amet, 26 11 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Ruumiandmed-p1.html>. [Kasutatud 05 05 2020].
- [12] R. Suurna ja E. Sisas, GIS ja kartograafia alused, Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus, 2010.
- [13] C. Dempsey, „What is the Difference Between GIS and Geospatial,“ GIS LOUNGE, 14 01 2014. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.gislounge.com/difference-gis-geospatial/>. [Kasutatud 14 05 2020].
- [14] Eesti Raudtee, „Eesti Raudtee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evr.ee/et/>. [Kasutatud 31 03 2020].
- [15] Eesti Raudtee, „Eesti raudtee intranet,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12 03 2020].
- [16] Üksuse põhimäärus: *Taristuteenistus, teeamet*, 2018.
- [17] Üksuse põhimäärus: *Taristuteenistus, Elektrivõrkude amet*, 2018.
- [18] Üksuse põhimäärus: *Ohutusteenistus*.

- [19] *Üksuse põhimäärus: Taristuteenistus, Telekom- ja turvanguüsteemide amet*, 2018.
- [20] *Üksuse põhimäärus: Ehitusteenistus*, 2019.
- [21] R. Ljäkin, Interviewee, *Ülesõitude haldamine*. [Intervjuu]. 19 03 2020.
- [22] V. Sarapov, Interviewee, *Ülesõitude haldamine*. [Intervjuu]. 19 03 2020.
- [23] T. Viisalu, Interviewee, *Ülesõitude haldamine*. [Intervjuu]. 13 04 2020.
- [24] K. Mang, Interviewee, *Ülesõitude haldamine*. [Intervjuu]. 01 04 2020.
- [25] R. Vjatkin, Interviewee, *Ülesõitude haldamine*. [Intervjuu]. 26 03 2020.
- [26] Maa-amet, „Geoportaal: reaalsusmudel,“ Maa-amet, 12 02 2019.
[Võrgumaterjal]. Available:
https://geoportaal.maaamet.ee/index.php?lang_id=1&action=kataloog&tyyp_id=7&page_id=88. [Kasutatud 14 05 2020].

Lisa 1 – Andmemudeli olemite atribuudid

Ülesõit		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
YsID	Primaarvõti (ülesõidu unikaalne identifikaator)	
AsukohtID (FK)	Viitab asukoha olemile	
TeeosakondID (FK)	Viitab teeosakonna olemile	
YsLaiusAuto		
YsLaiusAutodele	Ülesõidukoha laius autotee kasutuses meetrites	7,5
Nurk	Nurga suurus	90
Korgusgab	Kõrgusgabariit	4,5
KatastriNr	Katastri number	72703:001:0 191
ToideI	Orienteeriv kaugus toitepunktist ülesõidu teljeni (Toide1)	50
ToideII	Orienteeriv kaugus toitepunktist ülesõidu teljeni (Toide2)	150
ValgSignTyypID (FK)	Viitab valgustussignaali tüübi olemile	
KateID (FK)	Viitab katte olemile	
FooritaTeeID (FK)	Viitab foorita tee olemile	
ERKinnistuID (FK)	Viitab ER kinnistu olemile	
SignalisatsioonID (FK)	Viitab signalisatsiooni olemile	
TokkepuuID (FK)	Viitab tõkkepuu olemile	
Reguleeritud	Näitab, kas ülesõit on reguleeritud	Jah
TokkepuudeVahe	Ülesõidukoha pikkus - tõkkepuude telgjoone vaheline kaugus (m)	22,5
Heli	Näitab, kas ülesõidul on helisignaal	Jah
ElValg	Näitab, kas ülesõit on elektriliselt valgustatud	Jah
Kaamera	Näitab, kas ülesõit on varustatud videokaameraga	Ei
StopP	Näitab, kas ülesõidul on paremal pool STOP märk	Ei
StopV	Näitab, kas ülesõidul on vasakul pool STOP märk	Ei

NahtavusID (FK)	Viitab nähtavust kirjeldavale olemile	
ValdajaID (FK)	Viitab ülesõidu valdaja olemile	
AKiirusID (FK)	Viitab autode kiiruse olemile	
RKiirusID (FK)	Viitab rongide kiiruse olemile	
LinkID (FK)	Viitab linkide olemile	
TyypID (FK)	Viitab tüüpi kirjeldavale olemile	
TalihooldusID (FK)	Viitab talihoolduse tegijat kirjeldavale olemile	
KategooriaID (FK)	Viitab kategooriat määravale olemile	
YsSulgemiseKaskID (FK)	Viitab ülesõidu sulgemise käsku määravale olemile	
YsNimi	Raudteeülesõidukoha nimetus	SAUE
Yldkasutus	Näitab, kas ülesõit on üldkasutuses	Jah
Ehitusaasta	Ülesõidu ehitusaasta	1870
ViimaneRemont	Ülesõidu viimane remont	2013
ProjekteerimiseAasta	Projekteerimise aasta	2022
TarneTahtaeg	Ehitusaasta / LH seadmete tarne tähtaeg	2023
Rintens	Rongide intensiivsus ööpäevas	88
AIntens	Autode intensiivsus ööpäevas	807
YkArv	Näitab, mitmelt poolt raudteeülesõidu kohta läheb kõrvalt ka kõnnitee	2
SumNr	Sum.nr	1
TTJA	TTJA raudteeülesõidukoha number	106
RööppaarideArv	Rööppaaride arv	2

Asukoht		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
AsukohtID	Primaarvõti	
JaamavaheID (FK)	Viitab jaamavahe olemile	
HaldusalaID (FK)	Viitab haldusala olemile	
LESTID (FK)	Viitab LEST koordinaatide olemile	
PohiaadressID (FK)	Viitab põhiaadressi olemile	
TeeNimi	Tee nimi, millel ülesõit asub	0,06

MntAadress	Maantee aadress, kus ülesõit asub	Lääne
------------	-----------------------------------	-------

Teeosakond		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
TeeosakondID	Primaarvõti	
Nimi	Teeosakonna nimi, kus ülesõit asub	Lääne

Valgustussignaali tüüp		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
ValgSignTyypID	Primaarvõti	
Tehnoloogia (FK)	Viitab tehnoloogiat kirjeldavale olemile	
Kogus	Signalisatsiooni valgustite koguse	

Kate		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
KateID	Primaarvõti	
Tootja (FK)	Viitab katte tootja olemile	
PikiRT	Katte pikkus piki raudteed	7,7
YsKTyyp	Ülesõidu kattetüüp	Betoon
TkTyyp	Teekatte tüüp	Asfalt

Foorita tee		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
FooritaTeeID	Primaarvõti	
Pool	Kas vasakult või paremalt	Parem
Pikkus	Läheneva autotee sirge osa pikkus meetrites, kus pole foore	211

ER kinnistu		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
ERKinnistuID	Primaarvõti	
Pool	Kas vasakult või paremalt	Parem
Kaugus	ER kinnistu kaugus tee teljest (km kasvamise suuna suhtes)	21

Signalisatsioon		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
SignalisatsioonID	Primaarvõti	
Liik	Ülesõidu signaali liik	AFS (Automaatne foorisignalisatsioon)

Tõkkepuu		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
TokkepuuID	Primaarvõti	
Liik	Tõkkepuu liik	Aut.

Nähtavus		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
NahtavusID	Primaarvõti	
RtNahtavusID (FK)	Viitab raudtee nähtavuse olemisele	
AtNahtavusID (FK)	Viitab autotee nähtavuse olemisele	

Valdaja		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
ValdajaID	Primaarvõti	
Nimi	Valdaja nimi	Saue Linn
Lyhend	Valdaja lühend	KO
Pool	Kummalt poolt valdaja	Parem

Autode kiirus		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
AKiirusID	Primaarvõti	
Pool	Kummalt poolt	Vasak
Kiirus	Autode maksimaalne kiirus	50

Rongide kiirus		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
RKiirusID	Primaarvõti	
Suund	Kummast suunast	Vasak
Kiirus	Rongide maksimaalne kiirus	120

Lingid		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
LinkID	Primaarvõti	
Foto	Foto ülesõidukohast	
MAKaart	Maa-ameti kaart	
Streetview	Google streetview	

Tüüp		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
TüüpID	Primaarvõti	
Nimetus	Ülesõidu tüüp	T

Talihooldus		
Atribuut	Kirjeldus	Näide

TalihooldusID	Primaarvõti	
Teostaja	Talihoolduse teostaja	MNTA

Kategooria		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
KategooriaID	Primaarvõti	
Nimetus	Ülesõidu kategooria	II

Ülesõidu sulgemise käsk		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
YsSulgemiseKaskID	Primaarvõti	
Nimetus	Ülesõidu sulgemise käsk	ETS

Jaamavahe		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
JaamavaheID	Primaarvõti	
Nimi	Jaamavahe või jaam, kus ülesõit asub	Turba - Riisipere

Haldusala		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
HaldusalaID	Primaarvõti	
MaakondID (FK)	Viitab maakonna olemile	
KOVID (FK)	Viitab omavalitsuse olemile	

LEST		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
LESTID	Primaarvõti	

x	LEST x koordinaat	6576260.7
y	LEST y koordinaat	530901.4

Põhiaadress		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
PohiaadressID	Primaarvõti	
TeeNr	Tee number, kus ülesõit asub	I, II
Km	Kilomeeter, millel ülesõit asub	85,226

Maakond		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
MaakondID	Primaarvõti	
Nimi	Maakonna nimi	Harju

KOV		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
KOVID	Primaarvõti	
Nimi	Kohalikomavalitsus	Saue vald

Tehnoloogia		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
TehnoloogiaID	Primaarvõti	
Tüüp	Valgustussignaali tüüp	LED

Tootja		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
TootjaID	Primaarvõti	

Nimi	Katte tootja	Rakvere
------	--------------	---------

Nähtavus raudteelt		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
RtNahtavusID	Primaarvõti	
Suund	Nähtavuse suund	Paaris
Kaugus	Nähtavuse kaugus meetrites	470

Nähtavus autoteelt		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
AtNahtavusID	Primaarvõti	
TakistusID	Viitab takistuse olemile	
KaugusID	Viitab kauguse olemile	

Ületatav tee		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
YletatavTeeID	Primaarvõti	
YsID	Viitab ülesõidu olemile	
TeeID	Viitab tee olemile	

Kaugus		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
KaugusID	Primaarvõti	
Suund	Kauguse suund	Paaris
Pool	Kauguse pool	Vasak
Kaugus	Nähtavus meetrites	300

Takistus		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
TakistusID	Primaarvõti	
Suund	Takistuse suund	Paaritu
Pool	Takistuse pool	Vasak
Liik	Takistuse liik	Võsa

Tee		
Atribuut	Kirjeldus	Näide
TeeID	Primaarvõti	
TeeNr	Ületatava tee number	II
ER	Kuuluvus ER-ile	Ei