

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Infotehnoloogia teaduskond

Ott Sõerumäe 175060IDDR

# **Ressursihaldussüsteemi arendamine Elisa Eesti AS-i näitel**

Diplomitöö

Juhendaja: Nadežda Furs  
MBA

Tallinn 2021

## **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: Ott Sõerumäe

28.04.2021

## **Annotatsioon**

Diplomitöö eesmärk on töötada välja tehniline lahendus, mis vastaks uutele ressursihaldussüsteemile kehtestatud nõuetele ettevõttes Elisa Eesti AS ning see lahendus realiseerida. Autor plaanib soovitud tulemuseni jõuda võrreldes uusi nõudmisi ressursihaldussüsteemiga, mida ettevõtte tänasel päeval kasutab ning erinevate firmade poolt pakutavate valmislahenduste funktsionaalsusega.

Töö tulemusena peab saavutatama võimalus planeerida Elisa tehnikute tööd optimaalselt võimalikult paljude klientide teenindamiseks.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 27 leheküljel, 5 peatükki, 7 joonist, 2 tabelit.

## **Abstract**

### **Development of a Resource Management System on the Example of Elisa Eesti AS**

This thesis addresses the problem that currently Elisa Eesti AS does not have a resource management system that meets the new requirements. Currently, Elisa Eesti AS is using the resource management system inherited from Starman after the acquisition of that company. Therefore at this moment it is impossible to sell the company's own products that require delivery and installation by a technician.

This thesis aims to analyse the system requirements in comparison to the system that is currently in use, as well as to field service management systems offered by various third-party vendors to find the best possible solution to the problem.

The result of this thesis is a sustainable and easily modifiable resource management system that allows for optimal time management of the company's technicians to assure high-quality services to as many clients as possible.

The thesis is in Estonian and contains 27 pages of text, 5 chapters, 7 figures, 2 tables.

## Lühendite ja mõistete sõnastik

API	Application Programming Interface - rakendusliides
Delphi	Programmeerimiskeel, mida muuhulgas kasutatakse tööluarakenduste loomisel
EPD	Elisa kliendi- ja tootehaldussüsteem
HTTPS	Hypertext <i>Transfer Protocol Secure</i> - turvaline hüperteksti edastusprotokoll
JAX-RS	REST arhitektuuril põhinevate veebiteenuste ehitamise lihtsustamiseks loodud spetsifikatsioon
JSON	JavaScript Object Notation – JavaScripti programmeerimiskeelel põhinev andmevahetusvorming
PDA	Rakendus, mida tehnikud enda igapäevatöös seadmeid paigaldades ja lepinguid sõlmides kasutavad
REST	Representational State Transfer – veebiteenuste vahelise suhtluse arhitektuuri stiil
Starvara	Starmanilt päritud süsteem, mis muuhulgas võimaldab konfigureerida tooteid ning planeerida tehnikute aega.
Tehniku vaba aeg	Kindlaks määratud kestuse ja piirkonnaga osa tehniku päevast, mida kliendid ja teenindajad saavad broneerida
Töökäsk	Tehniku vaba aja broneering, mis annab tehnikule teada, mis ajaks ja kuhu tuleb sõita ning millist tööd teha.

## Sisukord

Sissejuhatus .....	10
1 Probleemi püstitus .....	11
1.1 Valdkonna tutvustus .....	11
1.1.1 Ressursihaldussüsteemide olulisus .....	11
1.1.2 Ressursihaldussüsteemi vajalikkus Elisas .....	11
1.2 Hetkeolukorra tutvustus.....	12
1.3 Probleemi ülevaade.....	14
1.4 Diplomitöö eesmärk ja skoop .....	14
1.4.1 Autori roll .....	15
2 Loodava süsteemi nõuete tutvustus .....	16
2.1 Mittefunktsionaalsed nõuded.....	16
2.2 Funktsionaalsed nõuded .....	16
2.2.1 Tehniku piirkonnaga arvestamine vabade aegade pakkumisel.....	16
2.2.2 Transpordiajaga arvestamine vabade aegade pakkumisel .....	17
2.2.3 Eramu, ridaelamu ning mitteiluruumi töödega arvestamine vabade aegade pakkumisel.....	19
2.2.4 Eriobjektidega arvestamine vabade aegade pakkumisel .....	19
2.2.5 Efektiivsuskoefitsiendiga arvestamine vabade aegade pakkumisel .....	20
2.2.6 Seadme põhise töö kestuse arvutamine vabade aegade pakkumisel .....	20
3 Alternatiivsed lahendused.....	22
3.1 Ettevõtte EcoFleet poolt pakutav lahendus .....	22
3.2 Ettevõtte GSMtasks poolt pakutav lahendus .....	22
3.3 Puudujäägid pakutavates valmislahendustes .....	23
3.4 Olemasoleva ressursihaldussüsteemi muutmisega kaasnevad probleemid .....	24
4 Loodud lahenduse implementatsiooni kirjeldus .....	26
4.1 Tehnilised vahendid.....	26
4.2 Tehniku piirkonnaga arvestamise funktsionaalsuse implementeerimine .....	26
4.2.1 Tehniku tööpiirkonna salvestamine ressursihaldussüsteemis.....	27
4.2.2 Salvestatud tööpiirkonnaga arvestamine vabade aegade pakkumisel .....	30

4.3 Transpordiajaga arvestamise nõude täitmine .....	30
4.3.1 Tehniku lähteaddressi leidmine .....	30
4.3.2 Transpordiaja leidmine lähtekohast sihtkohta .....	31
4.3.3 Päringu jõudluse optimeerimine .....	32
5 Saavutatud tulemused ja edasised arenguplaanid .....	34
5.1 Saavutatud tulemused .....	34
5.2 Autori omandatud õppetunnid .....	34
5.3 Edasised arenguplaanid .....	35
Kokkuvõte .....	36
Kasutatud kirjandus .....	37
Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks .....	38
Lisa 2 – Ettevõtte arhitektiga poolstruktureeritud vormis läbi viidud intervjuu küsimused .....	39
Lisa 3 - Ettevõtte juhtivanalüütikuga poolstruktureeritud vormis läbi viidud intervjuu küsimused .....	40

## Jooniste loetelu

Joonis 1: Tehniku andmete ning vabade aegade lisamise modaali Starvaras.....	13
Joonis 2: Tehniku vaba aja valik, kliendi vaade TV ja koduteenuste iseteeninduses ....	13
Joonis 3 Paralleelsed töökäsed tehniku graafikus – ekraanipilt loodavast süsteemist ...	18
Joonis 4: Algne visioon tehniku töökäsu lisamise/muutmise modaalist .....	27
Joonis 5: Tehniku tööterritooriumi valik uues ressursihaldussüsteemis .....	29
Joonis 6: Koodinäide võrkude ja piirkondade eeltäitmisest vastavalt eelnevalt valitud tehniku tööpiirkonnale .....	29
Joonis 7: Osa SQL päringust eelneva töökäsu ühendamiseks pakutava vaba aja külge	31

## **Tabelite loetelu**

Tabel 1: Tehniku tööpiirkonna nimetused, näide Starvara andmebaasist .....	28
Tabel 2: Vahemälu kasutamisest saadav ajavõit millisekundites .....	32

## Sissejuhatus

Elisa Eesti AS on Eestis tegutsev telekomiettevõte, mille klientide arv kasvab hoogsalt nii mobiilside kui TV teenuste segmendis. Aasta 2016. lõpus sai Elisa AS Starman omanikuks. [1] Alates sellest ajast on saanud Elisa jaoks aktuaalseks klientide teenindamine lisaks esindustele ka nende kodus kuna telepildi ja kaabelinterneti tarbimine eeldab, et kliendil on nende teenuste tarbimiseks kasutusel töökorras seadmed. Et tagada kliendile pakutava teenuse võimalikult sujuv töö on firma jaoks elutähtis omada efektiivset ressursihaldussüsteemi, mis võimaldab tehnikutel reageerida kiiresti seadmetega seotud probleemidele ning uutele liitumistele.

Seni on Elisas kliente külastavate tehnikute aja planeerimiseks kasutatud Starmanilt päritud ressursihaldussüsteemi. Kasutatav süsteem ei vasta enam kõigile ootustele, kuna see ei võimalda tehnikuviisi pakkumist Elisa enda toodete, vaid ainult Starmani toodete ja teenuste müümisel. Lisaks sellele on süsteem loodud kasutades tehnoloogiaid, mis pole enam aktuaalsed ning seetõttu on olemasoleva süsteemi muutmise eesmärgiga vastata üha lisanduvatele nõudmistele keeruline.

Käesoleva töö eesmärk on töötada välja jätkusuutlik tehniline lahendus, mis vastaks uutele ressursihaldussüsteemile esitatavatele nõuetele ning see lahendus realiseerida. Loodava lahendusega saavutatakse võimalus planeerida Elisa tehnikute tööd optimaalselt võimalikult paljude klientide teenindamiseks.

# **1 Probleemi püstitus**

Selles peatükis annab autor ülevaate ettevõttest Elisa Eesti AS ning toob välja põhjused, miks ressursihaldussüsteemi uuendamine ettevõttes on põhjendatud.

## **1.1 Valdkonna tutvustus**

Alateema eesmärk on põhjendada ressursihaldussüsteemide vajalikkust üldiselt, anda ülevaade ettevõtte Elisa Eesti AS tegevusaladest ja ettevõtte poolt mõjutatud klientidest ning hetkeolukorrast seoses ettevõttes kasutatava ressursihaldussüsteemiga.

### **1.1.1 Ressursihaldussüsteemide olulisus**

Igal aastal lähevad osad firmad pankrotti, samal ajal kui teised sama valdkonna ettevõtted on edukad ja leiavad endale üha uusi kliente. Loomulikult on oluliseks mõjutajaks ettevõtete edus tooted ja teenused, mida need pakuvad, kuid sellega edu saladus ei piirdu. Firma edukust määravate tegurite hulgas oluline on ka see, kas klient tunneb piisavalt tuge firma poolt pakutavate teenuste kasutuselevõtmisel ning juhul kui teenuse kasutamisel tekivad probleemid. Võimega lahendada tekkinud probleemid ja reageerida uutele liitumistele kiiresti kaasneb klientide rahulolu, mis omakorda suurendab klientide lojaalsust. [2] Kuna lojaalsed kliendid on iga ettevõtte pikaajalise edu tagamiseks hädavajalikud, on firma jaoks, kelle pakutavate teenuste kasutuskogemust mõjutab teatud kliendi juures olevate seadmete töökord, elutähtis omada efektiivset ressursihaldussüsteemi, mis võimaldab tehnikutel kiiresti seadmetega seotud probleemidele ning uutele liitumistele reageerida.

### **1.1.2 Ressursihaldussüsteemi vajalikkus Elisas**

Elisa Eesti AS on Eestis tegutsev telekomiettevõtte, mis vaatamata 2020. aasta keerulisele majanduslikule olukorrale suutis kasvada nii mobiilside- kui kaabelinterneti kliendisegmendis. AS Elisa Eesti andmetel teenindab ettevõtte 2020. aasta seisuga umbes 665 000 mobiilsideteenuse liidest, 203 000 TV-teenuse liidest ja 102 000 kaabel- ning optikavõrku ühendatud internetikasutajat. [3] Kuna Elisal on nii palju kliente, kellele

pakutava teenuse sujuv toimimine sõltub kliendi juures olevatest seadmetest, on Elisa jaoks tähtis omada ressursihaldussüsteemi, mis aitab targalt planeerida tehnikute aega ning võimaldab kiiresti klientide vajadustele reageerida.

## **1.2 Hetkeolukorra tutvustus**

Ressursihaldussüsteem, mida tänini Elisas kasutatakse, on saadud AS Starmanilt ning on loodud tolle ettevõtte tellimusel. Rakendus on loodud välispartnerite poolt, seega ühinemise käigus ei lisandunud Elisa AS töötajatele vajaliku kompetentsiga inimesi rakenduse funktsionaalsuse muutmiseks ning kõik muudatused tuleb tellida välispartnerilt. Ressursihaldussüsteem on ehitatud Starvara nimelisse Windows'i töölauarakendusse, mis võimaldab AS Starmanilt päritud toodete ja teenuste haldamist ning müümist. Rakendus on loodud kasutades Delphi programmeerimiskeelt ning see on ühendatud Oracle andmebaasiga.

Tänu ressursihaldussüsteemile on võimalik tehnikute aja efektiivse kasutamise tagamiseks jagada liitumis- ning hooldustöökärsid sobivate oskustega ning sobivas piirkonnas töötavate tehnikute vahel. Tehnikutele saab määrata ka efektiivsuskoefitsiendi, mis väljendab tehniku tööviljakust võrreldes keskmiselt töö sooritamiseks kuluva ajaga. Nagu näidatud joonisel, saab samas modaalis lisada tehnikule vastavalt valitud tööpäevajaotusele vabad ajad, mida kliendid saavad seejärel iseteeninduses broneerida.

Brigaad [HOBH.1: CRUD-]

## Peeter Pakiraam

Nimi: Peeter Pakiraam

Osakond: Hooldus Ladu: [ ]

Tööpäev: 09:00 - 21:00

Asukoht: Tallinn\_Sõpruse

Kodu: [ ]

Kasutegur: 100 % Korraga läbitav max. distant: [ ] km  
 Valmis jooksva päeva töödeks

Mõõtesead: [ ]

Telefonid: [ ] Lühinumber: [ ]

Ülemus: [ ]

Töötajad: Nimi [ ] Aktiivne

Jaotus	Lubatud objektid	Lubatud objektide gr	Tööde grupid
Aeg	Tunnus	Objekt	Objektide grupp
09:00			Aserist Narvani
12:00			
15:00			
18:00			
21:00			

Brigaadi töökäskude ajad

Kuupäev: [ ]

Kuu: Aprill Päevad: 25

L	D	Kuupäev	Algaeg	Vaba aeg	Vaba (min)	Lõppaeg	Lähte aadress	Max. km	Objekt	Objektide grupp	Tööde grupid
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	[ ]									

Ajavahemiku kirjeldus

Alates: 08.06.2011 Kuni: [ ]

Joonis 1: Tehniku andmete ning vabade aegade lisamise modaali Starvaras

Kui klient seejärel Elisa TV ja koduteenuste iseteeninduses lisatud vaba aja teeninduspiirkonnas teenuse tellib, antakse talle valida orienteeruvate aegade vahel, millal tehnik tema juurde tulla saab.

#### MILLAL TEHNIK TULLA VÕIB?

Muudatuste jõustumiseks peab meie tehnik sinu seadmed üle vaatama ja vajadusel välja vahetama.

Mis aeg sulle sobib? NB! Kui sinul või mõnel su pereliikmetest esineb haigusnähte, vali palun tehniku visiidiks aeg, mil kõik taas terved on. Aitäh!

Valige päev

Hetke valik:  
**reede 23.04.2021 14:35 - 15:35**

reede 23. aprill

14:35 - 15:35  
 17:35 - 18:35

Joonis 2: Tehniku vaba aja valik, kliendi vaade TV ja koduteenuste iseteeninduses

### **1.3 Probleemi ülevaade**

Probleem, mille lahendamiseks diplomitöö käigus tegeletakse seisneb selles, et puudub muutunud nõudmistele vastav infosüsteem, mille abil Elisa tehnikute aega optimaalselt planeerida. Suures pildis võib probleemi jagada kaheks osaks:

1. Kuigi Starvara rakendusse ehitatud ressursihaldussüsteemi abil saab planeerida tehnikute päevi juhul, kui nad paigaldavad teenuseid, mida hallatakse Starvaras ning pakutakse klientidele TV ja Koduteenuste iseteeninduses, ei võimalda praegune süsteem EPD-s hallatavatele Elisa toodetele tehniku tarnet.
2. Ressursihaldussüsteemile on lisandunud funktsionaalseid nõudmisi, millele olemasolev lahendus ei vasta. Seetõttu tuleks praegust lahendust muuta isegi juhul, kui see võimaldaks Elisa mobiilside teenuste iseteeninduses pakutavatele toodetele tehniku tarnet pakkuda. See aga on kulukas ja keeruline, kuna töid ei saaks teha majasiseselt vaid need tuleks tellida välispartnerilt.

Kahe eraldi süsteemi töös hoidmine suurendab ka halduskulusid ning nõuab personalilt rohkem aega eraldi rakenduste kasutamise õppimiseks. Nendel põhjustel on ettevõtte strateegia liikuda Starmaniga ühinemise järgselt ühtse süsteemi kasutuselevõtu suunas.

### **1.4 Diplomitöö eesmärk ja skoop**

Diplomitöö eesmärgiks on luua süsteem mis vastab uutele ressursihaldussüsteemile esitatud nõudmistele ning võimaldab planeerida tehnikute tööd võimalikult efektiivselt, et optimeerida tehnikute ajakasutust võimalikult paljude klientide teenindamiseks.

Diplomitöö skooپی kuulub:

- Olemasoleva ressursihaldussüsteemi võimaluste analüüs
- Pakutavate valmislahenduste analüüs
- Loodava süsteemi mittefunktsionaalsete ja funktsionaalsete nõuete kirjeldus
- Loodava süsteemi nõuete implementatsioon
- Loodud funktsionaalsuse nõuetele vastavuse kontrollimine

Diplomitöö skoopi ei kuulu:

- Loodava lahenduse turvalisusega seotud aspektide hindamine
- Loodava lahenduse juurutamine ja testimine päris tehnikute peal
- Loodava lahenduse tulevased muudatused ja süsteemihoolitus

#### **1.4.1 Autori roll**

Diplomitöö autor töötab ettevõttes Elisa Eesti AS tarkvaraarendajana. Lisaks autorile on diplomitööga seotud ka paljud teised tarkvaraarendajad, kes ressursihaldussüsteemi loomisel on kaasa löönud ning testijad, kes on kontrollinud selle vastavust nõuetele. Olemasoleva ressursihaldussüsteemi poolt pakutavate võimaluste kaardistamisel ja loodava süsteemi vajaduste väljatöötamisel on andnud suure panuse analüütikud ning ettevõtte arhitekt. Töö seoses uue süsteemi loomisega on mahukas ning autori osa selles on arendada vabade aegade klientidele pakkumise loogika.

## **2 Loodava süsteemi nõuete tutvustus**

Peatükis antakse täpne ülevaade funktsionaalsetest ja mittefunktsionaalsetest nõuetest, mis Elisa ressursihaldussüsteemile esitatakse, nii nendest, mis on realiseeritud juba olemasoleva süsteemi puhul kui ka nendest, mida oodatakse loodavalt süsteemilt. Kuna ressursihaldussüsteemi loomine oli mahukas töö, ei kirjeldata siin peatükis kõiki funktsionaalseid nõudeid, mis süsteemile esitati, vaid ainult neid, mis seostuvad tehnika vabade aegade pakkumise loogikaga, millega autor tegeles.

### **2.1 Mittefunktsionaalsed nõuded**

Mittefunktsionaalsete nõuetega ei kirjeldata süsteemi käitumist, vaid neid võib vaadata pigem kui piiranguid ja kvaliteedinõudmisi, mis süsteemile esitatakse. [4, p. 34]

Peamine süsteemile esitatud mittefunktsionaalne nõue, millega autor töö käigus kokku puutus, nägi ette, et ressursihaldussüsteem luuakse Elisa infosüsteemi. See määras ära ka tehnoloogiad, mida süsteemi loomisel kasutada sai. Selline nõue kerkis esile alles peale alternatiivsete valmislahenduste poolt pakutavate võimalustega tutvumist ning Starmanilt päritud ressursihaldussüsteemi analüüsimist, et saada teada, kui suured muudatused tuleks seal ellu viia, et teha see muutunud nõudmistele vastavaks.

### **2.2 Funktsionaalsed nõuded**

Selles alateemas antakse ülevaade süsteemi funktsionaalsetest nõuetest, mille üldisemaks kirjeldamiseks kasutatakse kasutajalugusid. Kasutajalugusid kasutatakse agiilses tarkvaraarenduses nõutava funktsionaalsuse kirjeldamiseks kliendile mõistetavates terminites. [4, p. 38] Kasutajalugudele järgneb selgitus, et kirjeldada nõudeid juba veidi täpsemalt.

#### **2.2.1 Tehniku piirkonnaga arvestamine vabade aegade pakkumisel**

Selle nõude täitmine jaguneb kaheks väiksemaks osaks, mille kirjeldamiseks on loodud järgmised kasutajalood:

1. „Mina kui tehnikute piirkonnajuht soovin määrata, missuguses piirkonnas tehnik töötab, et piiritleda tehniku kliendivisiite nii, et tehnik peaks võimalikult vähe sõitma ning saaks kasutada seeläbi tööaega efektiivsemalt“
2. „Mina kui tehnilise osakonna juht soovin, et tehnikute aja efektiivsemaks kasutamiseks määratakse tehnikule need töökäsed, mille asukoht jääb tema töö piirkonda.“

Andmed piirkondade kohta on saadaval Starvara andmebaasis ning need on struktureeritud selliselt, et iga maja kuulub piirkonda, iga piirkond kuulub võrku ning iga võrk kuulub jaama alla. Äri poole soov on, et tehnikule saaks tööterritooriumi määrata kas võrgu või piirkonna täpsusega. Lisaks sellele on võimalik Starvaras tekitada grupe, kuhu saab panna mitu võrku või piirkonda kokku. Ka seda gruppi peab saama ressursihaldussüsteemis tehniku tööterritooriumiks määrata ja sellega tuleb arvestada kliendile ning teenindajale tehnikute vabu aegu pakkudes. Tehniku tööterritooriumi määramine on kohustuslik ning püüdes sisestada tehniku vaba aega, määramata sellele tööterritooriumi, tuleb kasutajale kuvada veateadet. Korraga peab saama tehniku vabale ajale määrata vaid ühe võrgu, piirkonna või grupi.

### **2.2.2 Transpordiajaga arvestamine vabade aegade pakkumisel**

Kasutajalugu: „Mina kui tehnilise halduse osakonna juht soovin, et tehniku töökäskude planeerimisel arvestatakse ka sõiduks kuluva ajaga, et täpsemini planeerida tehniku tööpäeva.“

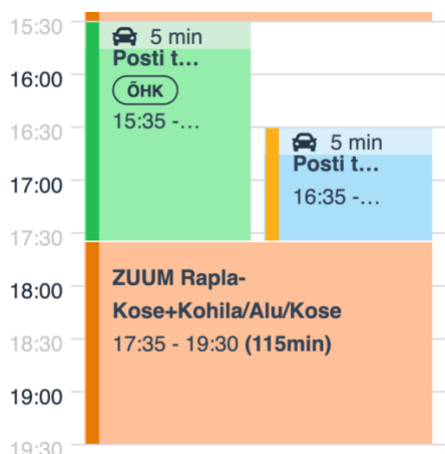
Kaaludes kas vaba aega pakkuda või mitte, tuleb arvestada, kas pakutava aja sisse mahub ära transport kliendi juurde ja töö kliendi juures. Kui peale vaba aega on tehniku kalendris järgmine töökäsk juba olemas, tuleb arvestada ka sellega, kas tehnik jõuaks järgmise kliendi juurde õigeaegselt ning selle alusel otsustada, kas töökäsule eelnevat vaba aega saab pakkuda.

Selleks, et oleks võimalik kahe vaba aja vahelist transpordiaega arvutada, tuleb kõigepealt määrata ära lähtepunkt ja sihtpunkt. Vaba aja sihtpunkti sisestab teenust telliv klient või teenindaja ning lähtepunkt leitakse järgmiselt:

1. Esiteks vaadatakse, kas vabal ajal endal on kirjas lähteaadress. Seda tuleb enamasti ette päeva alguses kui tehnikud varustavad kontoris või laos ennast

päeva jooksul vajaminevate tööriistade ja seadmetega, ent vaba aja lähtepunkti peab saama määrata igale vabale ajale päeva jooksul.

2. Kui vabal ajal endal pole lähtepunkti kirjas tuleb otsida seda eelnevate vabade aegade ja töökäskude hulgast. Valida tuleb töökäsk või alguspunktiga vaba aeg, mis lõpeb kõige hiljem, aga enne vaba aega, mida soovitakse kliendile pakkuda. Kui mitu töökäsku lõpeb ühel ajal, tuleb viimaseks pidada töökäsku, mis algas kõige hiljem. Olukord, kus ühe tehniku kalendris on mitu töökäsku paralleelselt, võib tekkida näiteks juhul kui tehnik saab ühe töökäsu varem valmis ning kuna järgmise töökäsu on veel aega, otsustab luua selle kõrvale uue vaba aja. Selline olukord on kujutatud joonisel. Rohelisega on märgitud valmis saadud töö, sinisega on kujutatud selle kõrvale loodud uus töökäsk ning oranžiga vaba aeg, mida soovitakse kliendile pakkuda ning millele eelnevat töökäsku otsitakse, et selle aadressi abil transpordiaeg välja arvestada.



Joonis 3 Paralleelsed töökäskud tehniku graafikus – ekraanipilt loodavast süsteemist

3. Kui alates vabast ajast, mille kliendile pakkumist kaalutakse, kuni päeva alguseni välja pole ühtegi töökäsku ega vaba aega, millele oleks märgitud ära algusaadress, tuleb lähtepunktiks pidada tehniku koduaadressi.

Juhul kui mitmel tehnikul algab samal ajal vaba aeg, tuleb valikus kuvada välja vaid selle tehniku aeg, kellel kulub kliendini jõudmiseks kõige vähem aega. Tehniku vaba aega, mis algab teisest vabast ajast varem, ent mille pikema transpordiaja tõttu on kliendi juurde jõudmise aeg sellest hilisem, ei tohi samuti kliendile välja kuvada.

### **2.2.3 Eramu, ridaelamu ning mitteeluruumi töödega arvestamine vabade aegade pakkumisel**

Kasutajalugu: „Mina kui tehnilise osakonna juht soovin, et juhul, kui tegemist on TV- või kaabelinterneti teenusega liitumisega eramus, mitteeluruumis või ridaelamuboksis, kus ei ole varem tarbitud TV- või kaabelinterneti teenust, oleks selle töö kestus pikem kui sama teenusega liitumine mõnel teisel aadressil. Samuti soovin, et saaksin määrata selliste objektide puhul eraldi, missugune tehnik selliseid töid teeb.“

Kuna osadel aadressidel võtab TV- ja internetiteenuse tarbimiseks vajalike seadmete ja juhtmete paigaldamine tavalisest kauem, tuleb sellega tehniku tööde võimalikult täpse ajaplaneerimise tagamiseks arvestada. Selleks tuleb enne vaba aja pakkumist selgitada välja, kas teenust soovitakse eramajja, ridaelamusse või mitteeluruumi. Juhul kui aadressil on küll maja, mis vajaks pikemat tähelepanu, kuid seal on varem Elisa poolt pakutatavat teenust tarbitud, võib olenemata kliendist, kes seda teenust tarbis, tekitada tavalise pikkusega töökäsu. Sellisel juhul eeldatakse, et aeganõudvad eeltööd on sellel aadressil juba tehtud.

Vajadus määrata seda, mis tehnik selliseid töid teeb on tingitud peamiselt kahest asjaolust. Eriobjektidel võib tööde teostamiseks olla vaja spetsiaalseid tööriistu, mida kõik tehnikud igapäevatöös ei vaja. Lisaks võivad tehnikud vajada selliste tööde tegemiseks spetsiifilist väljaõpet.

Et oleks võimalik eraldi määrata, milline tehnik eriobjektidel töid teostab, tuleb täita järgmised tingimused:

1. Luua uus töö tüüp ning määrata ära, kui kaua seda liiki töö tegemine võtab, millistest sammudest see koosneb ning millised oskused peavad tehnikul olema, kes seda tööd teostab.
2. Määrata tehnikule vajalik oskus, et süsteem võimaldaks pakkuda talle eriobjektide töid.

### **2.2.4 Eriobjektidega arvestamine vabade aegade pakkumisel**

Kasutajalugu: „Mina kui tehnilise osakonna juht soovin, et juhul kui tehnik peab minema kaabliühendust paigaldama majja, millel on eritunnus, siis sellega arvestataks töökäskude

planeerimisel, et tehnik ei peaks ilma tööd lõpuni tegemata ära minema ja paluma töökäsk tõsta uuele ajale.”

Osades majades tuleb olulistesse kohtadesse ligipääsemiseks teavitada esmalt maja haldurit. Sellisel juhul ei tohi kliendile vabu aegu pakkuda vähem kui 24 tunni pärast, et halduri teavitamiseks jääks piisavalt aega. Kui tegemist on majaga, mida ei saa külastada nädalavahetusel, tuleb kliendile pakkuda vaid nädalasiseseid aegu.

Kui halduriteavitusega majja tehakse tellimus ning broneeritakse tehniku aeg, tuleb selle kohta luua EasyVista intsident. EasyVista on pilvepõhine teenushaldussüsteem, mis võimaldab muuhulgas automatiseeritud ja paindlikku intsidentide loomist, tagades protsesside kiire toimimise. [5] Loodav intsident peab sisaldama loodud töökäsu toimumise aega ning linki töökäsu haldussüsteemi.

#### **2.2.5 Efektiivsuskoeffitsiendiga arvestamine vabade aegade pakkumisel**

Kasutajalugu: “Mina kui tehnilise osakonna juht soovin, et ma saaksin määrata, missugune brigaad on osavam ja töötab kiiremini ning missugusele brigaadile peaks sama töö tegemiseks planeerima pikema aja, et kasutada tehnikute aega efektiivsemalt.“

Tehniku efektiivsus sõltub tööle planeeritava aja ja päriselt töö tegemiseks kuluva aja suhtest. Tehniku efektiivsust väljendatakse protsentides. Brigaadipõhise töö kestuse arvutamiseks jagatakse planeeritav töö aeg läbi brigaadi efektiivsuskoeffitsiendiga. Seega näiteks koeffitsient 125% tähendab keskmisest kiiremat tehnikut mistõttu tuleb planeeritav aeg jagada 1.25-ga. Koeffitsient 75% tähendab keskmisest aeglasemat tehnikut. Sel juhul tuleb planeeritav aeg jagada 0.75-ga.

#### **2.2.6 Seadmepõhise töö kestuse arvutamine vabade aegade pakkumisel**

Kasutajalugu: „Mina kui tehnilise halduse juht soovin, et juhul, kui seadmele on määratud lisa paigaldusaeg ja koeffitsient seadmete paigaldamiseks, siis seda arvestatakse töö kestuse arvutamisel, et tehnik jõuaks vajaliku töö tehtud ja ei peaks uut aja kliendile broneerima.”

On olukordi, kus tööks planeeritud ajast ei piisa töö lõpule viimiseks. Näiteks juhul kui klient tellib endale TV paketi koos mitme lisavaatajakoha ja digiboksiga, on selle tellimuse täitmine ajamahukam. Lisaks ajale, mis töökäsule juurde lisatakse, tuleb ära

märkida ka see, et osa aega töökäsust moodustab just lisaseadmete paigaldamine, nii on piirkonnajuhil asjadest parem ülevaade.

Iga seadme kohta peab olema seadmehalduses võimalik märkida ära aeg, mis kulub ühe seadme paigaldamiseks. Lisaks peab olema võimalik märkida ära koefitsient, millega väljendatakse seda, kui suur osa esimese seadme paigaldamise ajast kulub iga järgneva seadme paigaldamiseks. Kuna alati ei kulu iga järgneva seadme paigaldamiseks vähem aega kui esimese seadme puhul, peab olema võimalik koefitsient määramata jätta, mispuhul tuleb kõigi seadmete paigalduseks lisada ühepalju aega.

### **3 Alternatiivsed lahendused**

Vajadus ressursihaldussüsteemide järele on paljudes firmades olnud olemas juba pikka aega ning tänu sellele on turul mitmeid ettevõtteid, kes pakuvad erinevaid võimekaid ja mitmekülgse funktsionaalsusega valmislahendusi. Kui Elisas tekkis vajadus täiustatud ressursihaldussüsteemi järele, võeti alustuseks vaatluse alla erinevad valmislahendused, mille sobivust Elisa vajaduste rahuldamiseks põhjalikult uuriti. Selle peatüki eesmärk on anda ülevaade süsteemidest, mille kasutuselevõtmist kaaluti ning selgitada, miks osutus majasisene ressursihaldussüsteemi arendus kõige otstarbekamaks lahenduseks. Lisaks annab autor ülevaate töödest, mis oleks tulnud seni kasutusel olnud Starvara süsteemi juures teha, et muuta see vastavaks uutele süsteemile esitatud nõudmistele ning põhjendab, mis uue ressursihaldussüsteemi loomist peeti otstarbekamaks.

#### **3.1 Ettevõtte EcoFleet poolt pakutav lahendus**

EcoFleet on Eestis ja Skandinaavias tegutsev telemaatikateenuste pakkuja, mis ühines 2018. aastal rahvusvahelise tarkvaraettevõttega Fleet Complete, mis on juhtiv autoparkide, varade ja liikuva tööjõu haldamise lahenduste pakkuja. [6]

Firma poolt pakutav tarkvaralahendus võimaldab töötajate tööaega paremini planeerida ja seeläbi jõuda sama aja jooksul rohkemate klientideni. Lahendus tegeleb ka sõiduteekonna optimeerimisega, mis uute sihtkohtade lisandumisel arvutab uue optimaalseima teekonna ning kuvab selle kaardil. Kõik see toimib veebipõhiselt internetibrauseris või nutiseadmes. [7]

#### **3.2 Ettevõtte GSMtasks poolt pakutav lahendus**

Teine ettevõtte, mille pakutavate lahenduste kasutamist kaaluti oli GSMtasks. GSMtasks pakub oma klientidele erinevaid teenuseid logistikaalaste probleemide lahendamiseks, Elisa huvitus eelkõige liikuva tööjõu haldamise lahendusest. Firma poolt pakutav lahendus võimaldab leida päeva jooksul täidetavate ülesannete jaoks optimaalse marsruudi, hoides kokku nii kütust kui tehniku aega ning võimaldades seeläbi jõuda rohkemate klientideni. Tehnikutele saaks nutitelefoni saata tööülesannete kirjelduse ning

marsruudi, mille nad saaksid avada rakenduses Waze, Google Maps või Apple Maps. Töö lõpetamisel saaks tehnik märkida töö tehtuks ning jätkata järgmise tööülesandega. Samal ajal omaks piirkonnajuht ülevaadet sellest, mis tööd on tehtud, mis on parasjagu käsil, ning kuhu tuleb tehnikul veel jõuda. Lahendus võimaldab koostada raporteid vastavalt parameetritele, mis on kliendi jaoks olulised, näiteks tööülesande täitmiseks kulunud aeg või visiidi maksumus firma jaoks. [8]

Lisaks sellele on GSMtasks poolt pakutav tarkvaralahendus võimalik ühendada API kaudu ka teiste infosüsteemidega. Nende API näol on tegemist REST veebiteenusega, millega on võimalik liidestuda üle HTTPS protokolliga, saates päringuid JSON andmevahetusvormingus. API kaudu saab teha päringuid nii andmete küsimiseks kui ka tekitamiseks. API võimaldab näiteks teha päringu tehniku tööülesande loomiseks, kaotades seega vajaduse tööülesannete manuaalseks sisestamiseks iga päeva alguses. [9]

### **3.3 Puudujäägid pakutavates valmislahendustes**

Kuigi pakutavad valmislahendused on osades valdkondades väga võimekad ning pakuvad suurt hulka kasulikku funktsionaalsust, otsustati nende kasutamisest loobuda ning arendada ressursihaldussüsteem majasiseselt. Järgneva info saamiseks viis autor läbi poolstruktureeritud vormis intervjuu ettevõtte arhitektiga, mille käigus esitatud küsimusi võib näha lisas 2. Intervjuus selgus, et otsustamisel mängisid kõige suuremat rolli järgmised puudused:

1. Väljaotsitud valmislahendused on küll võimekad tehniku marsruudi planeerimisel, kuid need keskenduvad vaid ressursihaldusele ning eeldavad, et tööülesanne, miks tehnik kliendi juurde läheb, on nii väike, et piisab vaid võimalusest märkida see tehtuks. Elisa jaoks pole aga ressursihaldus põhifunktsionaalsus mida vajatakse – klienditehniku peamine töö on kliendi juures teenuse paigaldus ja lepingu sõlmimine ning nende ülesannete täitmiseks kasutavad Elisa tehnikud spetsiaalset rakendust. Selle rakenduse funktsionaalsuse üleviimine valmislahendusse oleks olnud märgatavalt suurem töö kui vajamineva ressursihaldussüsteemi loomine. Teine võimalus oleks olnud see, et tehnikud kasutavad enda põhitöö tegemiseks ja enda graafiku jälgimiseks eraldi rakendusi, mida samuti sooviti vältida.

2. Valmislahendused ei arvestanud võimalusega, et ressursid ja nende parameetrid võivad asuda kusagil mujal kui nende süsteemis, mis tähendab, et andmeid tuleks hoida sünkroonselt mitmes infosüsteemis. Näiteks kui klient liitub ITB-s internetiteenusega mis vajab tehnikupoolset paigaldamist, tuleb selle kohta teha töökäsk Elisa enda andmebaasi, et tehnik teaks, mis töid on vaja teha, mis seadmeid paigaldada ja palju muud. Kuid kasutades valmislahendust peaks hoolitsema ka selle eest, et kõik vajalikud andmed jõuaksid nende süsteemi.
3. Veel üks suur probleem oli optimeerimisalgoritmides – valmislahenduse kasutamine tekitaks vajaduse lisada ressursi planeerimis- ja optimeerimisalgoritmidesse oma parameetreid ja ärireegleid. Näiteks on iga töö kohta paika pandud eeldatav aeg, mis selle teostamiseks kulub, mis sõltub muuhulgas teenuse paigaldamise keerukusest, paigaldatavate seadmete arvust ja töö asukohast ning igal tehnikul on oma efektiivsuskoefitsient, millega see aeg läbi jagatakse. Valmislahenduste algoritmide mõjutamine erinevate omapoolsete parameetritega tundus sisuliselt võimatu.

### **3.4 Olemasoleva ressursihaldussüsteemi muutmisega kaasnevad probleemid**

Siiani kasutati Elisa tehnikute ajaplaneerimiseks Starmanilt päritud ressursihaldussüsteemi. Suur osa selle funktsionaalsusest vastab ettevõtte vajadustele, mistõttu võib tunduda uue süsteemi loomine põhjendamatu. Siiski ei peetud olemasoleva lahenduse muutmist pikas perspektiivis kasulikuks. Põhjuste välja selgitamiseks viis autor läbi poolstruktureeritud intervjuu ettevõtte juhtivanalüütikuga. Intervjuu küsimused on välja toodud lisa 3. Selgus, et pikas perspektiivis ei peetud olemasoleva lahenduse muutmist kasulikuks peamiselt järgmistel põhjustel:

1. Tehnikute ajaplaneerimine pole ainus asi, millega süsteem peab hakkama saama – lisaks sellele peab saama süsteemi luua töökäsu, mille põhjal tehnik saab juba spetsiaalse rakenduse abil minna kliendi juurde vajalikke seadmeid paigaldama ja lepingut sõlmima. Selleks, et Starmanilt päritud süsteemis saaks teha töökäsk EPD tootehalduses loodud toote põhjal, oleks tulnud teha lisatööd nii Starvara kui EPD poolel. Starvara poolel on töökäsu andmeobjekt seotud väga suure nimekirja asjadega, seega oleks tulnud väga palju sõltuvusi ja sõltuvaid protsesse üks haaval

nii-õelda lahti haakida, mis tundus toona liiga suur ning määramatu keerukusega ettevõtmine. Ka EPD poolel oleks tulnud teha mitmeid muudatusi, et tehnikute poolt kasutatav rakendus PDA töötaks ka EPD-s loodud toodetega.

2. Olemasolev ressursihaldussüsteem on ehitatud Windows-i töölauarakendusse, mis on loodud Delphi programmeerimiskeeles. Kasutatud tehnoloogiad ei ole enam aktuaalsed ning seavad piirangud seadmetele, milles on võimalik loodud rakendusi kasutada. Lisaks sellele pole Elisal piisaval hulgal sobiva kvalifikatsiooniga tööjõudu nende rakenduste edasiseks muutmiseks vastavalt üha lisanduda võivatele muudatustele.

## **4 Loodud lahenduse implementatsiooni kirjeldus**

Selles peatükis annab autor ülevaate tehnoloogiatest, mida arenduse käigus kasutati ja autori jaoks suuremateks väljakutseteks osutunud töödest, mis nõutud funktsionaalsuse saavutamiseks teostati. Kõigi funktsionaalsete nõuete tehnilist realiseerimist eraldi ei kirjeldata.

### **4.1 Tehnilised vahendid**

Loodavale ressursihaldussüsteemile esitatud nõue, et see kirjutataks Elisa olemasolevasse infosüsteemi, määras suures osas ära tehnoloogiad ja programmeerimiskeeled, mida oli võimalik arendustöös kasutada. Andmeid töökäskude, tehnikute, nende oskuste ja vabade aegade ning muu sarnase kohta hoitakse MySQL relatsioonilises andmebaasis. Back-end rakendused, milles muudatused tuli teha on kirjutatud Java 11 programmeerimiskeeles. Java back-endist teeb JAX-RS spetsifikatsioonile vastava REST veebiteenuse Jersey, võimaldades suhtluse serveri ja klientrakenduse vahel. [10] Klientrakenduse loomisel kasutati Angular raamistikku ning TypeScript programmeerimiskeelt. Kuna Starmani ja Elisa ühinemise järgne üleminek ühtse süsteemi kasutamisele on pikk ja keeruline protsess, osutus vajalikuks mõnede Starmani rakenduste osade kasutamise jätkamine. Mõningaid andmeid hoiame endiselt Oracle andmebaasis, mida peamiselt kasutab Starvara rakendus. Loodavas ressursihaldussüsteemis kasutatakse ka mõningaid Starvara andmebaasi protseduure.

### **4.2 Tehniku piirkonnaga arvestamise funktsionaalsuse implementeerimine**

Kuna see funktsionaalsus jaguneb kaheks, tehniku tööpiirkonna salvestamiseks ning sellega arvestamiseks vabade aegade pakkumisel teenusega liitudes, kirjeldatakse nõuete täitmist eraldi alateemades.

#### 4.2.1 Tehniku tööpiirkonna salvestamine ressursihaldussüsteemis.

Antud nõude täitmine osutus töö käigus mahukamaks, võttes summaarselt umbes kaks korda kauem aega kui oli algselt hinnatud, andes autorile võimaluse õppida kohanema agiilses tarkvaraarenduses ette tulevate nõudmiste muutumisega.

Loodavas ressursihaldussüsteemis valitakse tehniku tööpiirkond – võrk, piirkond või hulk gruppidest ja piirkondadest – samade andmete seast, mida kasutati Starvaras. Algne plaan nägi ette kahe lahtri lisamist ressursihaldussüsteemi tehniku vaba aja lisamise ja muutmise modaali – ühte lahtrisse pidid tulema võrgud ja piirkonnad ning teise grupid, mida neist saab kokku panna. Joonisel on need lahtrid tähistatud punase joonega.

The screenshot shows a web form for adding or changing a technician's work task. The form is organized into several sections:

- Kuupäev:** reede, 21. august 2020
- Tööpäev\*:** 11:00 - 12:00
- Kestvus (min)\*:** 60
- Oskused\*:** A list of skills with checkboxes, all of which are checked. The list includes: Digiboks, Elamus TV ühendus, Elamus Üle Öhu TV, Elektrilevi, IPÜ hooldus, IPÜ ühendus, Kordus, KTV hooldus, KTV Lülitus, KTV ühendus, Lepingu sõlmimine, and Modemi vahetus.
- Aja lukustamine:** A checkbox for "Aeg lukus" is unchecked.
- Kommentaar:** A text input field.
- Lähteaddress:** A text input field.
- Piirkond:** A dropdown menu labeled "Vali objekt" is highlighted with a red circle.
- Piirkond:** A dropdown menu labeled "Vali objektide grupp" is highlighted with a red circle.

Joonis 4: Algne visioon tehniku töökäsu lisamise/muutmise modaalist

Töö käigus aga selgus, et kasutajamugavuse seisukohalt pole see kõige parem lahendus ja seda mitmel põhjusel:

1. Kuigi lahtrist saab soovitud piirkonda, võrku või gruppi nime järgi otsida, peab seda saama kasutada ka rippmenüuna. Kui aga menüü avamisel kuvatakse kasutajale korraka kõik võrgud ja piirkonnad, mida on kokku üle tuhande, oleks raske sealt otsitavat varianti üles leida ning rippmenüü ei täidaks oma eesmärki.
2. Lähem tutvumine andmetega näitas, et ainult objekti nimetuse kuvamine ei anna erandlikel juhtudel edasi üheselt mõistetavat infot tehniku tööterritooriumi valimiseks, nagu näitab järgnev tabel. Näiteks Türi puhul pole nimetuse põhjal võimalik aru saada, kas valitakse piirkond või võrk. Lisaks sellele pole nimetuse järgi alati võimalik vahet teha ka sama liiki objektide vahel. Türi näitel on võrkude

puhul ainsaks erinevuseks objekti id, mis viitab sellele, et võrgud kuuluvad erinevate jaamade alla.

Tabel 1: Tehniku tööpiirkonna nimetused, näide Starvara andmebaasist

<b>Id</b>	<b>Tase</b>	<b>Liik</b>	<b>Nimetus</b>	<b>Obj_id</b>
222535996	1	Jaam	Rakvere	0
482741553	2	Jaam	Türi vana	0
310235092	2	Võrk	Türi	222535996
482741738	2	Võrk	Türi	482741553
482741859	3	Piirkond	Türi	482741738

Alguses plaanis autor lahendada probleemi seoses mitmeti mõistetavate nimetustega, kasutades ära andmestruktuuri, mis tabelist ilmnis. Tabelis olevaid andmeid saab kujutada puu andmestruktuurina külgnevusnimistu abil, mis vaatamata erinevatele raskustele seoses andmete tervikkikkuse säilitamisega on levinuim viis selle andmestruktuuri esitamiseks relatsioonilistes andmebaasides. [11, p. 667] Objektide tabelis viidatakse veerul OBJ\_ID selle objekti eellaseks oleva objekti primaarvõtmele. Tänu sellele on iga piirkonna puhul võimalik nimetusele lisada ka võrgu ja jaama nimetused, mille alla piirkond kuulub. Seega arvestades, et tehniku tööterritorium on võimalik määrata nii võrgu kui piirkonna täpsusega, saab ülaltoodud tabeli põhjal koostada järgmised võimalike tehniku tööterritoriumite nimetused:

- Türi (Piirkond), Türi (Võrk), Türi vana (Jaam)
- Türi (Võrk), Türi vana (Jaam)
- Türi (Võrk), Rakvere (Jaam)

Selline lahendus kaotas küll ära probleemi mitmeti mõistetavate piirkonnanimedega, kuid ei tegelenud kasutajamugavusega seotud probleemiga, et suure hulga rippmenüüs kuvatavate tehniku tööterritoriumite seast on raske soovitud territooriumit üles leida, kui otsija ei tea täpset territooriumi nime. Seega otsustati lahendada olukord kahe eraldi lahtriga, millest üks on mõeldud võrgu ja teine piirkonna valimiseks. Piirkonna lahtrisse laetakse valikud alles peale võrgu valimist, vähendades valitavate piirkondade hulka märgatavalt, nagu kujutatud all toodud joonisel.

Objektide grupp:

Objektide grupid ▼

Objekt:

Elva ▼

Piirkonnad ▲

Kesk 36

Kirde 1

Rukki 7

Joonis 5: Tehniku tööterritooriumi valik uues ressursihaldussüsteemis

Juhul kui tehniku vaba aeg on juba loodud ning avatakse selle muutmise modaali, eeltäidetakse lahtrid vastavalt andmebaasi salvestatud võrgu või piirkonna primaarvõtmele. All oleval joonisel on toodud koodinäide, mis kirjeldatud funktsionaalsuse implementeerib. Väljal allSvObjects, mis antakse tehniku tööpiirkonna valimise komponenti sisendina kaasa, on olemas kõik vajalikud andmed võrkude ja piirkondade kohta.

```

setRegionAndNetworkIfNeeded(regionOrNetworkId: number) {
  let regionOrNetwork = this.allSvObjects.find( predicate: obj => obj.id === regionOrNetworkId);
  if (regionOrNetwork.level === 3) {
    this.regionObject.id = regionOrNetwork.id;
    this.regionObject.name = regionOrNetwork.name;
    let network = this.allSvObjects.find( predicate: obj => obj.id === regionOrNetwork.objectId);
    this.setNetworkIfNeeded(network);
  } else if (regionOrNetwork.level === 2) {
    this.setNetworkIfNeeded(regionOrNetwork);
    this.selectedRegionOrNetwork.emit( value: {
      id: regionOrNetwork.id, name: regionOrNetwork.name, level: undefined, objectId: undefined
    });
  }
}

setNetworkIfNeeded(network: RegionObject) {
  this.networkObject.id = network.id;
  this.networkObject.name = network.name;
  this.getRegionsByNetworkId(network.id);
}

getRegionsByNetworkId(networkId: number) {
  this.regionObjects = this.allSvObjects.filter(o => o.objectId === networkId)
}

```

Joonis 6: Koodinäide võrkude ja piirkondade eeltäitmisest vastavalt eelnevalt valitud tehniku tööpiirkonnale

Nõue, et korraga saaks valida vaid ühe piirkonna, võrgu või grupi sai täidetud TypeScriptis. Nõue sai realiseeritud selliselt, et kui kasutajal on näiteks objektide grupp juba tehniku tööterritoriumiks valitud ning peale seda valib ta tööterritoriumiks hoopis võrgu, tehakse objektide grupi lahter tühjaks. Autoril oli idee teha selle kohta ka andmebaasi tabelile terviklikkuse piirang – reegel, mis defineerib tingimuse, mis peab peale igat transaktsiooni vastama tõele. [11, p. 52] Kuna ärioloogikat ei soovita andmebaasi tasemel hoida ning funktsionaalsus, mis ei lase teha päringut piirkonna ja grupi üheaegselt sisestamiseks, oli TypeScriptis juba realiseeritud, jäi piirang siiski loomata.

#### **4.2.2 Salvestatud tööpiirkonnaga arvestamine vabade aegade pakkumisel**

Igale aadressile, kus tehnikuvisiiti vajav tellimus võidakse teha, vastab andmebaasi kirje. Et saada teada piirkonda, piirkondi või piirkondade grupe, kuhu aadress kuulub, otsustati kasutada juba olemasolevat Starvara andmebaasi protseduuri, mis tagastab kõikide piirkondade, võrkude ja gruppide primaarvõtmed, kuhu protseduuri sisendiks antud aadress kuulub. Saadud nimekiri aadressi jaoks sobivatest piirkondadest lisatakse tehnikute vabade aegade päringusse tingimuseks. Kasutajale antakse valida vaid nende vabade aegade vahel, mille tööpiirkond on märgitud ära sobivate piirkondade nimekirjas.

### **4.3 Transpordiajaga arvestamise nõude täitmine**

Transpordiajaga arvestamise nõude realiseerimine osutus kõige mahukamaks ja mitmekülgsemaks tööks kogu nõutud funktsionaalsuse implementeerimisel. Töö jaguneb mitmeks osaks, millest igaühe kohta on eraldi alateema.

#### **4.3.1 Tehniku lähteadressi leidmine**

Nagu funktsionaalsete nõudmiste teema all kirjeldatud, võib tehniku lähteadressi leidmine olla üpris keeruline ning sõltuda mitmest asjaolust. Andmebaasipäringu tegemisega igas iteratsioonisammus võivad kaasneda jõudluse probleemid, seda eriti juhul kui iteratsioonisamme on palju. Üks võimalus selle vältimiseks on kasutada vajalike andmete ühendamist teistes tabelitest või ka samast tabelist. [12] Just seda otsustas autor päringu kiire toimimise huvides kasutada ning püüda vältida olukorda, kus iga tehniku vaba aja kohta ollakse sunnitud tegema eraldi päring selle lähteadressi leidmiseks.

Lihtsa vaevaga on lähteaddress leitav juhul kui see on märgitud pakutava vaba aja lähteaddressiks või tehniku kodu aadressiks. Mõlemat neist kasutatakse enamasti päeva

alguses ning nende lisamine päringu vastusesse polnud kuigi keeruline – tehniku kodu aadressi leidmiseks tuli ühendada (ingl JOIN) päringu vastusesse tehniku primaarvõtme järgi andmed tabelist, mis sisaldab infot tehniku graafiku kohta. Juhul kui lähteaddress oli kirjjas tehniku vaba aja enda küljes, ei tulnud teha sedagi.

Ka lähteaddressi leidmine samal päeval olevate töökäskude ja vabade aegade seast otsustati jõudluse huvides leida samamoodi, kuigi see sisaldas ka pisut ärioloogikat, mida eelistatakse hoida Java koodis. Näiteks eelneva töökäsu leidmisel tuli pidada silmas järgmisi tingimusi:

- Tehnik on sama, mis töökäsul, millele eelnevat otsitakse.
- Eelneva töökäsu kuupäev on sama mis töökäsul, millele eelnevat otsitakse. Selle algusaeg on viimasest varasem ning ei leidu töökäsku, mille algusaeg jääks nende kahe vahele.
- Eelnevaks ei peeta töökäsku, mis on tühistatud olekus.

Tingimuste täitmine SQL päringus on toodud välja all oleval joonisel.

```
..... left join workorder wo on
bt.brigade_id = wo.brigade_id
and wo.state != 'cancelled'
and wo.planned_arrival_date = date(bt.begin_time)
and time(wo.planned_arrival_time) < time(bt.begin_time)
and not exists(select *
..... from workorder wo2
..... where wo2.brigade_id = bt.brigade_id
..... and wo2.state != 'cancelled'
..... and wo2.planned_arrival_date = date(bt.begin_time)
..... and time(wo2.planned_arrival_time) < time(bt.begin_time)
..... and wo2.planned_arrival_time > wo.planned_arrival_time);
```

Joonis 7: Osa SQL päringust eelneva töökäsu ühendamiseks pakutava vaba aja külge

#### 4.3.2 Transpordiaja leidmine lähtekohast sihtkohta

Transpordiaja leidmiseks, mis lähtekohast sihtpunkti jõudmiseks kulub, kasutatakse ära juba varasemalt olemas olevat Starvara andmebaasi protseduuri. Protseduur kasutab sisemiselt ST\_Distance funktsiooni, mis võimaldab geodeetiliste koordinaatide järgi leida kahe punkti vahelise kauguse. [13] Lisaks sellele tagastab protseduur ka 5 minuti täpsusega ümardatud eeldatava transpordiaja lähtepunktist sihtpunkti.

Eeldatava transpordiaja olemasolu annab võimaluse süsteemi optimeerimiseks võimalikult paljude klientide teenindamiseks ning kütuse ja tehniku tööaja tarbetuks kulutamiseks, võimaldades pakkuda kliendile samal ajal algavate vabade aegade hulgest vaid selle tehniku visiidiaega, kes jõuab temani kõige kiiremini.

### 4.3.3 Päringu jõudluse optimeerimine

Kuna kliendile pakutavaid tehniku vabu aegu võib olla palju ning iga vaba aja jaoks tuleb leida transpordiaeg, kasutades selleks SQL protseduuri, tekkis vajadus tagada päringu võimalikult kiire töö. Suurel osal tehniku vabadest aegadest on ühine algusaadress, seda eriti juhul kui tegu on päeva algusega millal mitmed tehnikud viibivad kontoris. Ka juhul kui tehnik ei alusta päeva kontoris, vaid kodus, on tema päeva alguspunkt ikkagi iga päev sama, seega on päringu jõudluse parendamisest kasu ka sel juhul.

Päringu töö kiirendamiseks otsustati kasutada vahemälu, mida peetakse üheks efektiivsemaks strateegiaks rakenduse jõudluse parendamiseks. [14] Kasutusele otsustati võtta Google Guava vahemälu, mis pakub erinevaid vahemäluga tegelemiseks tarvilikke utiliitmeetodeid näiteks andmete laadimiseks ja pärimiseks. Selle abil saab ka määrata maksimaalse vahemälu hoitavate väärtuste arvu ning aja, mille möödudes muutuvad andmed kehtetuks ning vahemälu täidetakse nendega uuesti. [15]

Tänu sellele tehakse andmebaasi päring iga aadressipaari vahelise kauguse ja transpordiaja teada saamiseks vaid üks kord, edaspidi tagastab soovitud andmed juba vahemälu. Kuigi vahemälu kasutamine kiirendab tulemuse saamist enamasti juba esimesel korral, on eriti suur kasu sellest juhul kui kasutaja värskendab lehte või muudab valitud tehniku vaba aega, mille peale käivitatakse päring uuesti. All toodud tabelis on näha mõõtmistulemused, mis autor vahemälu testimisel sai.

Tabel 2: Vahemälu kasutamisest saadav ajavõit millisekundites

	<b>Päringu aeg kasutades vahemälu</b>	<b>Päringu aeg vahemälu kasutamata</b>
<b>Esimene päring</b>	1010 ms	1680 ms
<b>Järgnevad päringud</b>	585 ms	1500 ms

Ootuspäraselt selgus, et vahemälu kasutamine annab seda paremaid tulemusi mida suurem osa päritavatest andmetest on salvestatud vahemällu. Seetõttu võttis esimene

tehniku vabade aegade päring keskmiselt aega kauem kui sellele järgnenud päringud. Nagu võis eeldada, ei olnud suurt vahet sellel, mitmendat korda tehakse vabade aegade päringut vahemälu puudumise korral, kuna sel juhul tehakse andmebaasi päring tehnikute vabade aegade leidmiseks igal juhul.

## **5 Saavutatud tulemused ja edasised arenguplaanid**

Peatüki eesmärk on anda ülevaade tööga saavutatud tulemustest ning kohtadest, kus loodud ressursihaldussüsteemil on veel arenguruumi.

### **5.1 Saavutatud tulemused**

Algne kavatsus jõuda diplomitöö esitamise ajaks loodud ressursihaldussüsteemiga ettevõtte klientide teenindamiseni jäi autorist mitteolenevatel põhjustel täitmata. Seetõttu ei ole paraku võimalik anda hinnangut sellele, kuidas tehnikute ajakasutust uue süsteemi kasutuselevõtt mõjutas.

Küll aga saadi täidetud kõik uuele ressursihaldussüsteemile esitatud nõuded. Loodud funktsionaalsuse nõuetele vastavat toimimist kontrollis testija, kellelt saadud tagasiside põhjal tehti ära kõik vajalikud parandused. Kõikide nõuete toimimist on demonstreeritud tehnilise halduse arendusjuhile ning kõigile teistele huvitatud osapooltele, mistõttu võib eeldada, et loodud süsteem osutub edukaks ka klientide teenindamisel.

### **5.2 Autori omandatud õppetunnid**

Diplomitöö kirjutamine kujunes autori jaoks eeldatust rohkem silmaringi laiendavaks. Kuna igapäevatoos on autor tarkvaraarendaja, ei puutu ta enamasti kuigipalju kokku muud sorti töödega, mida arendusega seoses tehakse. Autori jaoks oli hariv näha, kui palju tööd lisaks koodi kirjutamisele tuleb iga arendustellimuse täitmiseks teha ning kui paljud inimesed, alates tellijatest ja analüütikutest ning lõpetades ettevõtte arhitektide, tarkvara arhitektide, arendajate ja testijatega, ühe tööga seotud on.

Lisaks sellele omandas autor uusi kogemusi agiilses tarkvaraarendustiimis osalemises. Nagu mainitud peatükis 4.2.1, andis nõudmiste korduv muutumine sama töö käigus autorile võimaluse kohaneda agiilse tarkvaraarendusega ning õpetas leppima sellega, et alati ei saa töö tehtud nii kerge vaevaga kui algselt plaanis.

### 5.3 Edasised arenguplaanid

Kuigi ressursihaldussüsteemi osas on tehtud ära suur töö, ei tähenda see, et süsteemi toimimist ei saa enam parendada. Kuna Elisa jaoks on tehnikud ja nende töövahendid kallis ressurss, on tehtud plaane seoses nende aja üha efektiivsema kasutamisega ka edaspidiseks.

Ühe ideena on käidud välja mõte, et distantse tehnika lähtekoha ja sihtkoha vahel ning selle vahemaa läbimiseks kuluva transpordiaja võiks leida täpsemalt, kuna alati ei pruugi kahe koha vahelise vahemaa ja ühest kohast teise jõudmise aja vahel olla otsest seost. Kaalutakse Google'i teenuse Distance Matrix API kasutamist, mis võimaldab pärida sõidu distantse ja aja kahe punkti vahel, mille Google Maps API arvutab asukohtade vahelise soovitatud marsruudi põhjal. [16] Kuna teenus on tasuline, tuleb enne arendustöö planeerimist analüüsida, kas selle abil on võimalik tulusid piisavalt suurendada, et arendus end ära tasuks.

Lisaks sellele plaanitakse luua võimalus tõsta kliendile pakutavate vabade aegade hulgast esile kolm ettevõtte jaoks kõige soodsamat varianti. Kui klient nende hulgast endale sobivat tehniku visiidiaega ei leia, jääb talle alles võimalus valida kõikide võimalike vabade aegade vahel, kuid eesmärk oleks kõiki neid aegu talle esialgu mitte kuvada.

Kuna ettevõtte strateegia on edaspidigi Starmaniga ühinemise järgselt ühtse süsteemi kasutuselevõtu suunas liikuda, jätkatakse Starmani rakendustest sõltuvuse vähendamist ka ressursihaldussüsteemi puhul. Siiani kasutatakse seal mitmeid Starvara andmebaasi protseduure, millest on tulevikus plaanis loobuda.

## **Kokkuvõte**

Diplomitöö eesmärk oli töötada välja jätkusuutlik tehniline lahendus, mis vastaks uutele ressursihaldussüsteemile esitatavatele nõuetele ning see lahendus realiseerida. Selgus, et seni kasutatava lahenduse muutmine ei ole pikas perspektiivis otstarbekas ning ka teiste ettevõtete poolt pakutavad valmislahendused ei täitnud kõiki süsteemile esitatud nõudmisi.

Diplomitöö käigus sai loodud uutele nõuetele vastav jätkusuutlik ressursihaldussüsteem, kuna see osutus kõige kasulikumaks lahenduseks. Küll aga oli võimalik kasutada kiiresti lahenduseni jõudmise huvides ära osa olemasoleva lahenduse funktsionaalsusest.

Kuigi loodud lahenduse töökindlust ei õnnestunud autorist mitteolenevatel põhjustel päris klientide peal proovida, loeb autor diplomitöö eesmärgid täidetuks, kuna funktsionaalsuse nõuetelevastavuse kontrollis üle testija ning süsteemi käitumist demonstreeriti kõigile huvitatud osapooltele.

Loodud süsteemi on plaanis täiustada ka edaspidi, muutes prognoositava transpordiaja leidmise täpsemaks ning tõstes kliendi vaates esile vaid need tehnikute vabad ajad, mis on Elisa seisukohalt kõige soodsamad, parendades võimekust planeerida Elisa tehnikute tööd veelgi optimaalsemalt võimalikult paljude klientide teenindamiseks.

## Kasutatud kirjandus

- [1] Starman on nüüd Elisa, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.elisa.ee/et/elisast/starman-nuud-osa-elisast>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [2] Coates, Rosemary, Reily, Jim, 42 Rules for Superior Field Service: The Keys to Profitable Field Service and Customer Loyalty, 2013.
- [3] 2020. aasta tõi Elisale Kasvu Käibes ja kahes kliendisegmendis, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.elisa.ee/et/uudised/2020-aasta-toi-elisale-kasvu-kaibes-ja-kahes-kliendisegmendis>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [4] Bourque, P. ja Fairley, R.E., Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0, IEEE Computer Society, 2014; [www.swebok.org](http://www.swebok.org).
- [5] EasyVista, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.easyvista.com/products/cloud-based-it-service-management-software>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [6] FleetComplete, [Võrgumaterjal]. Available: <https://fleetcomplete.ee/lahendused/logistikajuhtimine/>. [Kasutatud (22.04.2021)].
- [7] FleetComplete, [Võrgumaterjal]. Available: <https://fleetcomplete.ee/meist/>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [8] GSMTasks, [Võrgumaterjal]. Available: <https://gsmtasks.com/field-service-management-software/>. [Kasutatud (22.04.2021)].
- [9] GSMTasks API, [Võrgumaterjal]. Available: <https://developer.gsmtasks.com/>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [10] Eclipse Jersey, [Võrgumaterjal]. Available: <https://eclipse-ee4j.github.io/jersey/>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [11] J. Celko, Joe Celko's SQL for Smarties, 4 toim., 2010.
- [12] Optimizing SQL: Removing queries inside loops, [Võrgumaterjal]. Available: <https://codeutopia.net/blog/2010/10/07/optimizing-sql-removing-queries-inside-loops/>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [13] Oracle andmebaasi dokumentatsioon, [Võrgumaterjal]. Available: [https://docs.oracle.com/bigdata/bda49/BDVAJ/oracle/spatial/hadoop/vector/hive/function/ST\\_Distance.html](https://docs.oracle.com/bigdata/bda49/BDVAJ/oracle/spatial/hadoop/vector/hive/function/ST_Distance.html). [Kasutatud 22.04.2021].
- [14] Database Caching, [Võrgumaterjal]. Available: <https://aws.amazon.com/caching/database-caching/>. [Kasutatud 22.04.2021].
- [15] Caches Explained, [Võrgumaterjal]. Available: <https://github.com/google/guava/wiki/CachesExplained>. [Kasutatud 4.22.2021].
- [16] Google Maps'i dokumentatsioon: Distance Matrix API, [Võrgumaterjal]. Available: <https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/overview>. [Kasutatud 22.04.2021].

## **Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina, Ott Sõerumäe

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Ressursihaldussüsteemi arendamine Elisa Eesti AS-i näitel“, mille juhendaja on Nadežda Furs
  - 1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

28.04.2021

---

<sup>1</sup> Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

## **Lisa 2 – Ettevõtte arhitektiga poolstruktureeritud vormis läbi viidud intervjuu küsimused**

Küsimused, mis autor ettevõtte arhitektile esitas, olid umbes sellised:

Kirjutan sel kevadel enda bakalaureusetööd tehnikute ressursihaldussüsteemi arenduse teemal. Teema lähemal uurimisel tekkis küsimus, miks otsustati oma ressursihaldussüsteemi loomise kasuks, kui selle jaoks on juba mitmeid süsteeme loodud.

Sain enda tiimi analüütikult teada, et olete seda teemat põhjalikult uurinud. Kas ma saaksite lähemalt rääkida põhjustest, miks otsustati oma ressursihaldussüsteemi arendamise kasuks?

Peale esialgsete vastuste saamist vaatas autor koos ettevõtte arhitektiga üle mõned hinnapakkumised, mis Elisale valmislahenduse pakkumiseks välispartneri poolt tehti ning oldi ühel nõul, et pakkumistel on liiga kõrge hind.

### **Lisa 3 - Ettevõtte juhtivanalüütikuga poolstruktureeritud vormis läbi viidud intervjuu küsimus**

Põhiline küsimus, millega autor pöördus ettevõtte arhitekti poole, kõlas umbes järgmiselt:

Kirjutan lõputööd tehnikute ressursihalduse teemal ning mul tekkis sellega seoses üks küsimus. Kas oskad natuke selgitada, miks ei peetud mõistlikuks kasutada olemasolevat ressursihaldussüsteemi Starvaras ning vajalikud muudatused seal realiseerida, vaid otsustati luua selle kõrvale uus süsteem? Kõrvaltvaatajale võib see tunduda mõneti nagu topelt töö, kuna osaliselt nende süsteemide funktsionaalsus kattub.