

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Ärikorralduse instituut

Joonas Lumi

**TARNERINGIDE OPTIMEERIMINE AB LOGISTIKA GRUPP
OÜ NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Õppekava TABB Ärindus, peeriala logistika ja tarneahela juhtimine

Juhendaja: Tarvo Niine

Tallinn 2022

Deklareerin, et olen koostanud töö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks. Töö pikkuseks on 7217 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Joonas Lumi

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 193707

Üliõpilase e-posti aadress: lumijoonas@gmail.com

Juhendaja: Tarvo Niine, PhD

Töö vastab kehtivatele nõuetele

(allkiri, kuupäev)

Kaitsekomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele (nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	4
SISSEJUHATUS	5
1. LOGISTIKAKULUD JA JAOTUSE OPTIMEERIMINE	7
1.1 Logistikakulud	7
1.2 Kuidas logistikakulusid vähendada	8
1.3 Logistikaprobleemid pagariäris	9
1.4 VRP (<i>Veichle Routing Problem</i>).....	10
2. METOODIKA.....	13
2.1 Uuritava juhtumi taust	13
2.2 Lähteülesanne, uurimisprobleem ja meetod	14
2.3 Andmete kogumine ja valim.....	15
3. OPTIMEERIMISPROTSESS JA TULEMUSED	18
3.1 Optimeerimistarkvara OptimoRoute tutvustus	18
3.2 Tarneringide optimeerimine.....	22
3.3 Läbiviidud uuringu arutelu ja järeldused ning ettepanekud.....	27
SUMMARY	33
KASUTATUD ALLIKAD	36
LISAD	39
Lisa 1. Semistruktureeritud intervjuu küsimustik - intervjuu logistik Taivo Pentiga.....	39

LÜHIKOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on välja töötada uued tarneringid anonüümse suurklieent X jaotusvedudeks Tallinnas ja Harjumaal ning analüüsida nende rakendamisega kaasnevat tervikmõju jaotusele. Töö uurimisprobleemiks on teabe puudumine, kui palju võimaldab uus veoringide kavandamise tarkvara optimeerida X jaotusringe Tallinnas ja Harjumaal. Lähtuvalt uurimisprobleemist püstitas autor uurimisküsimused, et töö saavutaks soovitud resultaadi:

- 1) Milline on senine tarneringide kavandamise ja teostamise praktika ning mis on nende efektiivsus, tulemuslikkus ja esinevad probleemid?
- 2) Millised on võimalused kavandada veoringe senisest efektiivsemalt ja mis võiks olla nendega kaasnev mõju jaotussüsteemile?
- 3) Mis viisil tuleks uus veoringide kavandamine juurutada protsessina?

Töö teoreetilises osas on toodud ülevaade erinevatest logistikakuludest ning seotud eeldustest ja tekkepõhjustest ning tingimustest, mida tuleb jälgida pagaritoodete transportimisel. Samuti tutvustab autor tarneringide optimaalselt koostamiseks väljatöötatud mudelit, mille matemaatilisi lahendusi on kasutatud tänapäevaste tarneringide genereerivate tarkvarade loomisel. Töö meetodilises osas selgitab autor uuritava juhtumi tausta, uurimisprobleemi, uurimismeetodit ning optimeerimise jaoks vajaliku info kogumisprotsessi ning saadud tulemusi. Töö empiirilises osas tutvustab autor optimeerimisel kasutatavat tarkvara ning mille alusel käesolev tarkvara valituks sai. Samuti kirjeldab autor põgusalt, kuidas tarkvara töötab. Töö viimases osas kirjeldab autor ka optimeerimisprotsessi ning kuidas ta seda läbi viis, arutleb läbiviidud uuringu järelduste üle ning toob ettepanekuid, mis autori hinnangul oleksid läbiviidud töö protsessi kergemaks teinud.

Uurimuse käigus selgus, et marsruuti planeerivad tarkvaradega võib saavutada märkimisväärseid resultaate tarneringide optimeerimisel. Antud töö kontekstis leiab autor, et tarneringide optimeerides teenivad sellest kasu nii optimeerimistööd tellinud ettevõtte kui ka keskkond. Ettevõtte puhul saadakse kasu vabanenud ressursi näol, olgu selleks vabanenud autod ja autojuhid või autojuhtidele makstav palk ja autode ülalpidamiseks kuluva ressursi kokkuhoid.

Märksõnad: logistikakulud, jaotusringide optimeerimine, *vehicle routing problem*.

SISSEJUHATUS

Inimpopulatsiooni kiire kasvu ning globaliseerumise tulemusena on kaupade tarnimine muutunud kiiremaks, mahult kasvanud ning klientidel on vabadus dikteerida tarnetingimusi. Kuigi nõudlus kauba transpordi vastu on kõrge, on kõrge ka transporditeenust pakkuvate ettevõtete arv ning konkurents logistikasektoris on tihe. Samuti on kasvu ja globaliseerumise tagajärjel kahanemas energiressursside varud ning keskkonna saastumine on tõusutrendis. Need tegurid on transpordisektorit ajendanud otsima uuenduslike ja jätkusuutlikumaid lahendusi oma tööprotsesside läbiviimiseks. Tulenevalt erinevatest kaubatüüpidest ning tarnetingimustest, on ka optimeerimisprotsesside läbiviimine erinev. Käesoleva uurimistöö raames uurib autor kondiitritoodete tarneringide planeerimisel ja optimeerimisel seotud tingimusi ning piiranguid.

Bakalaureusetöö probleemiks on teabe puudumine, kui palju võimaldab uus veoringide kavandamise tarkvara optimeerida klient X toodete jaotusringid Tallinnas ja Harjumaal. Käesoleva Bakalaureusetöö eesmärgiks on välja töötada uued tarneringid X jaotusvedudeks Tallinnas ja Harjumaal ning analüüsida nende rakendamisega kaasnevat tervikmõju. Bakalaureusetöö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgnevad uurimisküsimused:

- 1) Milline on senine tarneringide kavandamise ja teostamise praktika ning mis on nende efektiivsus, tulemuslikkus ja esinevad probleemid?
- 2) Millised on võimalused kavandada veoringe senisest efektiivsemalt ja mis võiks olla nendega kaasnev mõju jaotussüsteemile?
- 3) Mis viisil tuleks uus veoringide kavandamine juurutada protsessina?

Käesoleva uurimistöö esimeses osas annab autor ülevaate kuludest logistikasektoris ja nende tekkimise põhjustest ning kuidas neid kulusid optimeerida. Lisaks uurib autor töö esimeses pooles ka kondiitritoodete transpordiga seonduvaid kulusid ning nende tekkimise põhjuseid ja kuidas omakorda neid ära hoida või optimeerida. Töö esimese osa lõpus selgitab autor tarneringide kavandamisega seotud probleeme. Töö teises osas selgitab autor antud uurimistöö tausta ning püstitab uurimisprobleemi, uurimisküsimused ja meetodid. Töö teise osa lõpus selgitab autor kuidas viidi läbi intervjuud tarnepunktides kaupa vastu võtvate inimestega ning saadud intervjuude tulemused.

Uurimistöö kolmandas osas annab autor ülevaate tarneringide optimeerimisel kasutuses olevat tarkvara ning kuidas selle kasutamine autori jaoks välja nägi. Samuti selgitab autor kuidas kujunes käesolevas töös kasutatava tarkvara väljavalimine ning mis tõstis selle esile teiste alternatiivsete

tarkvaradega võrreldes. Töö kolmandas osas kirjeldab autor ka tarneringide optimeerimise läbiviimise protsessi ning kuidas see autoril algusest lõpuni kujunes. Samuti selgitab autor loogikat ja süsteeme, mida ta tarneringide optimeerimisel kasutas ning toob välja ka näpunäited ja nõuanded, mida AB Logistika Grupp OÜ klient X toodete tarnega tegelev logistik Taivo Pent autorile jagas. Uurimistöö kolmanda osa viimases osas selgitab autor järeldusi, milleni ta uurimistöö läbiviimisel jõudis ning toob ettepanekuid, kuidas antud tööd oleks autori arvates hõlpsam ja loogilisem läbi viia.

Autori motivatsioon antud teemal uurimustöö kirjutamiseks tulenes isiklikust kokkupuutest ning töösuhtest ettevõtetega, kes autorilt optimeerimistöö tellis. Samuti on autoril varajasem kogemus tarneringide planeerimisel, kasutades selleks ka antud töös kasutatavat ringide planeerimise tarkvara OptimoRoute. Kuigi autor oli varajasemalt OptimoRoute tarkvara kasutanud, ei olnud autor seda sellisel skaalal ning nii kompleksset ülesannet veel lahendanud.

1. LOGISTIKAKULUD JA JAOTUSE OPTIMEERIMINE

1.1 Logistikakulud

Logistikakuludeks võib liigitada kõiki ettevõtte kulusid, mis on logistikaga seotud. Selle alla liigituvad otseselt pakendamine, transport ja laondus, kuid otsustusvõime puudumist ning puuduliku planeerimist võib samuti pidada logistikakuludeks (Zhao et al., 2009). Sellest tulenevalt võib järeldada, et logistikasektori operatsioonide mõistmine ja tööprotsesside tõhustamine on hädavajalikud ettevõtte jaoks jätkusuutliku ja kasumliku logistikastrateegia loomisel.

Peamisteks logistikakuludeks võib pidada: laondus- ja inventuurikulud, pakendamiskulud, transpordikulud, tehnoloogiakulud, finantsplaneerimise kulud, protsesside struktureerimiskulud ja automatiseerimiskulud (Stępień et al., 2016). Laondus- ja inventuurikulud sõltuvad kauba kogusest ning ajaperioodist, mil neid hoiustatakse. Mida suurem on kaubakogus ja mida pikem kauba hoiustamise aeg, seda suuremad on laondus- ja inventuurikulud (Speh, 2009).

Pakendamiskulud sõltuvad pakendi maksumusest, pakendamise maksumusest, pakendi suurusest ja pakendi kaalust. Kauba õigesti pakendamine on väga oluline. Kauba pakend on esimene asi, mida klient kauba soetamisel näeb ning on kriitilise tähtsusega toote esmamulje loomisel kliendile. Samas tuleb jälgida, et pakend ei kulutaks liiga palju materjali, kaitseks pakendatud toodet ning komplimenteeriks seda, sest suure ja kohmakas pakend võtab üleliigset kaubaruumi ja valesti disainitud pakend ei pruugi toodet piisavalt kaitsta, mis võib tähendada uuesti pakendamist kauba transportimisel (Silayoi et al., 2007).

Transpordikulud on hinnanguliselt logistikasektoris kõige mõjuvõimsamad eriti organisatsioonides, kellel on enda transpordivahendid. Seda põhjusel, et transpordivahendite omamine tähendab nende soetuskulusid, hooldamist, tankimist või laadimist ja amortisatsiooni. Samuti mängivad rolli liiklusõnnetused ja vargused, mida ei ole võimalik ette prognoosida, kuid mis on paratamatud ning millega tuleb arvestada. Tehnoloogiakulutusi tehes on võimalik logistikakulude pealt kokku hoida (Pogila et al., 2019). Erinevate tarkvarade ja riistvarade kasutamine võimaldavad logistikutel teha enda tööd kiiremini ja täpsemini ning võib hõlbustada omavahelist suhtlust. Samuti võimaldab see ladudel tõsta enda kasutegurit, sõidukijuhtidel

kiiremini ja täpsemalt navigeerida ning jälgida sõidukite kiirust, asukohta, kütusekulu, jälgida heitmete paiskamist atmosfääri ja jälgida marsruuti teepikkust ja kestvust (Boute et al., 2021).

Finantsplaneerimiskulude alla peab autor silmas logistikahindade teadlikkust. Kui mitte olla kursis turuhindadega logistikasektoris ning kindlalt plaani omamata, võib see kaasa tuua üleliigseid kulusid. Protsesside struktureerimiskulud peegeldavad kesist planeerimist ning juhtimist. Kui ei ole loodud kindlat struktuuri ning arusaama logistikaprotsesside planeeritud tööst, siis töötajad käituvad ja toimetavad nii kuidas ise heaks arvavad, mis võib jällegi põhjustada üleliigseid kulusid. Tööprotsesside vähene automatiseerimine võib viia töö madala kasutegurini. Tööprotsesside automatiseerimine võimaldab tööd teha kiiremini ja efektiivsemalt (Pfholf et al., 2009).

1.2 Kuidas logistikakulusid vähendada

Tõhusaks ärijuhtimiseks ja majandusnäitude põhjal kriitiliste otsuste langetamiseks on tarvis andmeid saadud tulemustest, kuid ka tekkinud kuludest. Täielik majandusteave peaks lisaks teenitud tulule sisaldama ka tehtud kulude aruannet. See põhimõte kehtib ka siis, kui ettevõtte kavatses uurida logistikakulusid. Logistikakulude tuvastamine ja mõõtmine peaks hõlmama materjalivoogude ja logistikaprotsesside dünaamilisi omadusi, milles materjalid on konstandid (Stępień et al., 2016). Üheks viisiks kuidas organisatsioonis logistikakulude pealt kokku hoida on ostmis - ja laonduskulude optimeerimine. Mida enam kaupa ja mida kauem seda ladustama peab, seda suuremad on ka laonduskulud. Laonduskulude optimeerimiseks tuleb mõista millised ladustatavad tooted teenivad kõige enam tulu, milliseid tooteid tuleb enim uuesti juurde tellida, tulenevalt suurest nõudlusest ning milliste toodete nõudlus on kesine ja mille juurde tellimist oleks mõistlik vähendada või lausa lõpetada. Samuti on mõistlik analüüsida, kas kliendid tarbivad erinevaid kombinatsioone toodetest ja milliseid kombinatsioone täpsemalt (Kucera, 2019).

Pakkimiskulud võivad esmalt tühised tunduda, kuid pikema aja vältel võivad need päris suureks kujuda. Pakendamise juures tuleb silmas pidada, et pakendamiseks kasutatakse optimaalses koguses materjali ning et pakendi dimensioonid ja kaal oleksid samuti optimaalsetes suurustes. Samuti on mõistlik osta pakendamismaterjale hulgi osta, sest kuigi korraka tuleb suurem summa välja käia, on see pikemas perspektiivis soodsam (Chaneta, 2010).

Logistikakulusid saab vähendada ka regulaarselt vedajatele hinnapakumisi tehes. Kuna transpordikulud koosnevad mitmest erinevast faktorist, nagu näiteks kütuse hind, nõudlus ja valitsuse poolt sätestatud seadused, siis on transpordikulud väga muutlikud. Sellepärast on kasulik regulaarselt hinnata vedamiskulusid. See on kasulik nii vedajale kui ka kauba saatjale või tellijale, sest pika tähtajaga lepingute lepingute puhul võib turuhinna suhtes kaotajaks osutuda kas üks või mõlemad osapooled (Savelsbergh et al., 2016).

Operatsioonide regulaarne hindamine ning optimeerimine on samuti üks viisidest logistikakulusid hallata. Tulenevalt tehnika kiirest arengust ning organisatsiooni arengust või taandarengust, ei pruugi lahendused, mis mõnda aega tagasi veel sobilikud olid, enam olla parimad võimalikud lahendused (Zeng et al., 2003).

1.3 Logistikaprobleemid pagariäris

Hea kvaliteet ja toote värskus mängivad pagaritoodete müügis kriitilist rolli. Pagariärid, kes otsustavad enda tooteid müüa ka pagarikojast väljaspool, peavad arvestama pagaritoodete transpordiga ning sellega kaasnevate kuludega. Pagaritoodete transportimiseks tuleb järgida kindlaid kriteeriumeid. (Ackerley et al., 2010)

Kui tooted lettidele jõuavad, peavad need jätkuvalt isuäratavad ja maitsvad olema. Selleks tuleb pagaritooted spetsiifiliselt pakendada. Pakendamisel tuleb silmas pidada, et kui kaup jõuab tarbijani, siis ta oleks visuaalselt, füüsiliselt ja ka maitsest isuäratav ja selline nagu kondiiter oli ta algselt loonud. Selleks tuleb piirata pagaritoodete kokkupuudet õhuga. Samuti on oluline, et pagaritooted säilitaksid enda algse kuju. Selleks tuleb need karpidesse või kastidesse pakendada, et minimeerida otsest füüsilist survet toodetel. (Copîl, 2010)

Pagaritoodete värskuse säilitamisel transportimisel on oluline säilitada sobilikku temperatuuri. Värskuse säilitamiseks vajalik temperatuur oleneb pagaritootest, kuid reeglina on pagaritoodete transportimiseks vaja säilitada temperatuur vahemikus -10 kuni -20 kraadi. Kõrgematel temperatuuridel transportimisel on oht, et tooted võivad kaotada enda kuju või rikneda (Stewart et al., 2003).

Kondiitritoodete tarne puhul on klientide poolt väga kõrgeks standardiks seatud ka toodete saadavus soovitud ajal (Seubert et al., 2020). Reeglina on nõudlus pagaritoodete järele kõige suurem hommikuti. Kondiitrite tööpäev algab enamasti kella 4 ajal hommikul ning pagaritooted peavad olema poodides ja kohvikutes lettidel keskmiselt kella 9 paiku hommikul. Samuti on märgata tõusu nõudluses nädalavahetustel, kondiitritoodete tarbimises. See aga tähendab väga kindlat ja lühikest tarneaega kauba vedajale. Samuti tähendab see tarneid varahommikul, enne kella kuute, mis vähendab autojuhi tööaega 15 tunni pealt 10 tunni peale (Raamatupidamis- ja maksuinfoportaal, 2021). Omakorda on probleemiks vedajate leidmine, sest varahommikutel ja nädalavahetustel töötamine ei ole väga paljude jaoks esimene valik ja seda pigem proovitakse vältida.

Pagaritoodete puhul on tegu toiduainega, mis tähendab, et selle transportimisel rakenduvad peale kindla temperatuuri säilitamise nõudele veel erinevaid Terviseameti poolt sätestatud toidu käitlemisega seotud sanitaarnõudeid. Tuleb säilitada transpordivahendi puhtus ja ka vedaja peab olema läbinud tervisekontrolli ning omama tõendid selle kohta. (Ackerley et al., 2010)

1.4 VRP (*Veichle Routing Problem*)

Reisimine või transporditegevused avaldavad märkimisväärset mõju ettevõtete marginaalidele, kes on sõltuvad välitöödest ning nendega tegelevad, nagu näiteks kojuveod ja pikamaaveod. Transpordikulud, nagu näiteks kütuse eest tasumine, sõidukite hoolduskulud kuni teemaksudeni välja, võivad moodustada suure osa ettevõtte kuludest. Kuigi on valdkondi, kus kuludega suurt midagi ette võtta ei saa, on logistikas mitmeid aspekte, mille puhul saab kulusid märkimisväärselt optimeerida ja vähendada. Sõidukite tarneringide optimeerimine on üks nendest viisidest.

Veichle Routing või eesti keelde tõlgituna sõiduki marsruutimine viitab kõige tõhusama marsruudi leidmise protsessile. Teisest küljest sisaldab sõiduplaani koostamine strateegiaid, mis aitavad järjestada asukohti või peatusi parimal võimalikul viisil, võttes arvesse paljusid tegureid, nagu liiklus, ühesuunalised teed, tühjad kilomeetrid, kütusesäästlikkus, klientide kättesaadavus, juhi tootlikkus, ilm ja palju muud. Sõidukite marsruutide planeerimine ja ajastamise protsesside automatiseerimisega ei saa ettevõtteid mitte ainult kulusid drastiliselt optimeerida, vaid ka tagada tarnete kõrge tootlikkuse. VRP on optimaalse marsruudi määramise probleem ühest lähtepunktist (punkt A) erinevatesse sihtkohtadesse (punktid X, Y, Z), võttes samal ajal arvesse

ettevõttespetsiifilisi piiranguid, nagu sõidukite ja ressursside piirangud ja iga marsruudi ajaaknad. VRP on väljakutse, millega logistikud oma viimase miili toiminguid sooritades igapäevaselt silmitsi seisavad. Seda saab lahendada kasutades erinevaid logistikatarkvarasid. Need tarkvarad mitte ainult ei lahenda keerulisi marsruutimisprobleeme, vaid optimeerivad samal ajal ka üldiseid transpordikuluseid ja parandavad ettevõtte pakutavat tarneteenust. (Yeun et al., 2008)

Klassikaline näide sõidukite marsruutimise probleemist oleks "*Traveling Salesman Problem* (TSP)". TSP eesmärk on määrata kindlaks võimalikult lühike marsruut sihtkohtade vahel, ilma et nad peaksid kaks korda sama marsruuti läbima. Kuigi 1800. aastatel polnud reisiva müügimehe probleemi lahendamiseks lahendust, on tänapäeval tänu kiirele tehnoloogia arengule välja töötatud programmid, mis suudavad TSP lahendusi pakkuda. (Jünger et al., 1994)

Sõidukite marsruudiprobleemist (VRP) teatasid esimest korda 1959. aastal G. Dantzig and J. Ramser pealkirja all "*The Truck Dispatching Problem*" või eesti keelde tõlgituna "Veoautode väljasaatmise probleem" (Scientific Research, 2016). Nagu ka *Traveling Salesman Problem* (TSP) puhul, pakkus ka Veoautode väljasaatmise probleem, mis oma olemuselt on VRP, logistikutele ja matemaatikutele palju kõneainet ja peavalu, kuid sarnaselt TSPle aitas tehnoloogia areng veoautode väljasaatmise probleemile lahenduse leidmisel kaasa. Seejuures on aastate jooksul kasvanud ka klientide ootused ja konkurents logistikasektoris, mistõttu on ettevõtete omanikel hädavajalik tarneprotsesside digitaliseerimine (Eksiogul et al., 2009). Digitaliseerimine pole oluline mitte ainult ärieesmärkide täitmiseks, vaid ka asjakohasuse säilitamiseks, klientide ootustele vastamiseks ja tööprotsesside efektiivsuse edendamiseks (Bardakci, 2020).

Väga levinud probleem, mida võib lugeda laienduseks VRPle on *Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem* (PDVRP). PDVRP on probleem, mis ilmneb kui tarneringil tuleb kliendi juures sooritada samaaegselt pealelaadimisi ja mahalaadimisi. Probleemiks on nii kohaletoimetatava ja nopitava kauba tarnemarsruudi määramine kui ka optimaalsete marsruutide kavandamine. PDVRP eesmärk on teenindada mitut klienti kindla etteantud aja jooksul minimaalsete kuludega. Samal ajal tuleb tagada, et ei rikutaks selliseid tegureid nagu sõiduki mahutavuse ületamine ja klientide poolt määratud ajaakende ületamine ja juhi töö- ja puhkeaja seadus. Kergesti mõistetav näide sellisest sõidukite marsruutimisprobleemist on toidukulleriteenuse kasutamine, nagu Bolt Food, mis suunab autojuhid restorani asukohtadesse. Bolt peab suunama restorani toitu peale noppima kulleri, kes oleks nii restoranile kui ka kliendile vahetus läheduses. See ülesanne tuleb läbi viia nii, et juhtidel kuluks restorani jõudmiseks, toidu noppimiseks ja lõpuks selle kliendile toimetamiseks

võimalikult vähe aega. Toidukaupade ja toidu kohaletoimetamine on üks selline tööstusharu, kus PDVRP omab kriitilist tähtsust.(Yeun et al., 2008)

VRP veel üks haru on *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* ehk eesti keelde tõlgituna mahutuvuslik sõiduki marsruutimise probleem. CVRP ilmneb kindlaksmääratud sõiduki mahupiirangute tõttu. See on väljakutse, mida saab lahendada, kui planeerida sõidukite tarnereisid nii, et optimaalne arv kliente saaks kõige tõhusamalt teenindatud. Sellistel tingimustel marsruutide planeerimist võib aga inimesel nõ. käsitsi teha olla väga keeruline. Kui tarnepunktide arv on madal, siis on ka planeerimisi kergem teha, kuid tarnepunktide arvu suurenedes, kasvab võimalike erinevate tarneringide arv eksponentsiaalselt ning optimaalseimate tarneringide väljaselgitamine võib lihtinimese jaoks osutuda võimatuks. Tänapäeval aga on nüüdseks välja töötatud tarkvarad, mis sarnaselt VRP, TSP ja PDVRP ka CVRPl lahendusi suudab pakkuda. (Toth et al., 2002)

VRPTW ehk *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (ajaakendega transpordiprobleem) hõlmab endas tarneringide väljatöötamist, mis algavad ja lõppevad depoos, mille käigus teenindatakse ära teatud hulk kliente ning igat klienti teenindatakse ringi peale üks kord. Samuti on teguriks, et igal autol on kindel kaubaruumi maht. VRPTW eesmärgiks on vähendada marsruutide pikkust või vähendada kliente teenindavate autode arvu või kombinatsioon mõlemast. VRPTW esineb reaalses elus erinevates igapäevaelu situatsioonides, olgu selleks koolibussiliinide loomine või posti kohal toimetamine. Mõningatel puhkudel nagu näiteks posti kohale toimetamisel, ei pruugi kohaletoimetamise ajaaknast mitte kinnipidamisele järgneda suuremaid tagajärgi, kuid hilinevad tarned just-in-time tootmisettevõtetele võivad endaga kaasa tuua suuri leppetrahve või seada kahtluse alla koostöösuhted tulevikus tootmisettevõtte (kliendi) ja tarneteenust pakkuva ettevõtte vahel. (Desrochers et al., 1991)

Tehnoloogilised lahendused, mis on välja töötatud VRP ja selle laienduste lahendamiseks, pakuvad mitmesuguseid teenuseid, mis lõpptulemusena aitavad parandada lõppkliendi üldist kliendikogemust. Paljud sõidukite marsruutimise tööriistad pakuvad tarne edenemise täielikku jälgitavust, genereerivad ülitäpseid ETA-sid, kohandavad sujuvalt viimase hetke muudatusi tarnekohas ja/või -ajas, teavitavad kliente eelnevalt võimalikest viivitustest ja propageerivad isegi samal päeval tarnimise võimalust. Kõik need tegurid kumulatiivselt parandavad seega kliendikogemust, aidates ühtlasi säilitada positiivseid ja pikaajalisi koostöösuhteid kliendi ja teenusepakkuja vahel.(Yeun et al., 2008)

2. METOODIKA

2.1 Uuritava juhtumi taust

Klient X tooteid tarnitakse nii toidupoodidesse kui ka sööklatesse, kohvikutesse, kruisilaevadele ning ka tööstusettevõtetele. Toidupoodidesse, kohvikutesse ja laevadele tarnitakse tooteid klient X tootevaliku kogu ulatuses, kuid koolide, lasteaedade, hooldekodude ja teistesse sööklatesse tarnitakse peamiselt leiba ja saia.

Autori eesmärgiks oli optimeerida olemasolevad klient X toodete Tallinna ja Harjumaa jaotusringid. Autori palkas tarneringe optimeerima logistikateenuseid pakkuv ettevõtte AB Logistika Grupp OÜ, kes pakub logistikateenuseid kliendile X. AB Logistika Grupp OÜ on Eesti üks suurimaid transpordiettevõtteid. Grupp koosneb rahvusvahelise logistikaga tegelevast AB Logistika Grupp OÜ-st ja vedudega tegelevad Tallinna Toiduveod AS ja Tartu Toiduveod AS-ist. AS Tallinna Toiduveod on tegutsenud aastast 1955 ning hetkel teostab nii Eesti-siseseid transiit- ja jaotusvedusid kui ka rahvusvahelisi vedusid Skandinaavias, Baltikumis ja Kesk-Euroopas. Tallinna Toiduveod AS põhitegevusalaks on kaubavedu maanteel ning tähtsaimaks eesmärgiks klientide ja koostööpartnerite rahulolu saavutamine. Selleks on investeeritud 200st autost ja 130st haagisest koosnevasse veokiparki, mille lai kandejõu ja kubatuuri skaala ning optimaalne hajutus üle Eesti tagavad paindliku ja operatiivse transporditeenuse kõige erinevamate kaubagruppide puhul. AB Logistika Grupp OÜ-l on umbes 150 klienti ning 2021 aastal oli nende aastane käive 10 miljonit eurot, millest 95% moodustab transport. Teenuste efektiivseks osutamiseks omab AS Tallinna Toiduveod laiapõhjalist tehnikaparki. Põhitegevuse toetamiseks omab AS Tallinna Toiduveod ka töökoda, kus ollakse võimelised teostama tehnikapargi remonti ja hooldustöid. Ettevõtte suurimaks väärtuseks on spetsialistid, kes leiavad igas olukorras parima lahenduse. Ettevõtte pakub tööd 215le töötajale ja nende pikaajalised kogemused, nüüdisaegsed transpordivahendid ning personaalne suhtumine igasse klienti garanteerivad kvaliteetse teenuse. Varuautode valmisolek on 24h. Kõikidele veokitele on paigaldatud GPS-jälgimissüsteemid, mis võimaldavad jälgida kauba asukohta. Kuna turule tekib pidevalt juurde ettevõtteid, kes soovivad osta klient X tooteid, lisandub ka jaotusringidele uusi jaotuspunkte. (Priit Robas Jr, 2022)

AB Logistika Grupp OÜ optimeerib klient X Tallinna ja Harjumaa jaotusringe iga 10 aasta tagant, mille käigus kohandatakse ümber või disainitaks täiesti uued jaotusringid. Varasemalt ehk enne autori poolt kavandatud optimeerimistööd koostati klient X jaotusveo tarneringid käsitsi.

Kliendiga X tegeleval logistikul Taivo Pent olid olemas tarnetingimused ning nendest lähtudes pandi paika tarnepunktide järjekord. Ajapikku tarnepunktide juurde lisandudes korrigeeriti ja muudeti vastavalt vajadusele tarneringe. (Taivo Pent, 2022)

Klient X tooted transporditakse öösiti poolhaagistega AB Logistika Grupp OÜ lattu, kus kaup laetakse ümber tagaluukidega varustatud sooloveokitele või väikebussidele. Jaotusringide algavad kella 04:00 ajal hommikul ning kestavad umbes kella 15:00ni. Jaotusringidel teenindatakse kliente vastavalt kliendi poolt valitud tarneakna alusel (Taivo Pent, 2022). Tarneahela lõppklient esitab kliendile X hanke käigus tarnetingimused, mille alusel kaupa hakatakse kliendile tarnima. Klient peab hankes märkima ära tarneakna kestvuse, mis päevadel ja mis koguses kaupa tellitakse ning kas on piiranguid tarne teenust teostavale autole tulenevalt teede maksimaalsest kandevõimest või piiratud manööverdusala või mürapiirangutest. Klient X seejärel edastab andmed veoteenuse pakkuja ja veoteenuse pakkuja koostab antud andmete põhjal tarneringid (Priit Robas Jr).

2.2 Lähteülesanne, uurimisprobleem ja meetod

Uurimistöe teema tulenes eelkõige autori varajasest kogemusest jaotusringide koostamisel, kus autor teostas ettevõttes AB Logistika Grupp OÜ 2021. aasta septembri kuus nimetatud ettevõtte klientide jaotuslogistikat Lääne- ja Ida- Virumaal, kasutades OptimoRoute tarkvara. Kuna autor omandas OptimoRoute programmi kasutamisoskuse, siis määrati klient X jaotusringide optimeerimine samuti autorile. Varasemalt ei ole ettevõttes AB Logistika Grupp OÜ kasutatud klient X tarneringide optimeerimiseks optimeerimistarkvarasid ning selle põhjal püstitas autor uurimisprobleemi, milleks on teabe puudumine, kui palju võimaldab uus veoringide kavandamise tarkvara optimeerida klient X toodete jaotusringe Tallinnas ja Harjumaal. Autori ülesandeks jaotusringide koostamisel oli ka välja selgitada tarnetingimused, sest kliendil X ei ole talletatud klientide poolt ette määratud kriteeriumid ühtsesse andmebaasi. Samuti olid puudu ka klientide telefoninumbrid ning meiliaadressid. Autorile esitati tarneringide optimeerimiseks geokodeeritud nimekiri klientidest, kellele tuleb vastavalt esmaspäevast pühapäevani kaupa tarnida. AB Logistika Grupp OÜ võimaldas autoril kasutada tarneringide moodustamisel OptimoRoute tarkvarasüsteemi, mis aitab visualiseerida ja modelleerida jaotusringe.

Autori bakalaureusetöö eesmärgiks on välja töötada uued tarneringid klient X jaotusvedudeks Tallinnas ja Harjumaal ning analüüsida nende rakendamise kaasaegset tervikmõju. Lähtuvalt uurimisprobleemist ja töö eesmärgist püstitas autor uurimisküsimused:

- 1) Milline on senine tarneringide kavandamise ja teostamise praktika ning mis on nende efektiivsus, tulemuslikkus ja esinevad probleemid?
- 2) Millised on võimalused kavandada veoringe senisest efektiivsemalt ja mis võiks olla nendega kaasnev mõju jaotussüsteemile?
- 3) Mis viisil tuleks uus veoringide kavandamine juurutada protsessina?

2.3 Andmete kogumine ja valim

Autorile edastati AB Logistika Grupp OÜ poolt Exceli fail, mis sisaldas nimekirja ettevõtetest koos koordinaatidega ja/või aadressiga, kellele klient X tooteid tarnitakse Tallinnas, Harjumaal ning mõnel üksikul juhul ka Lääne- Virumaal. Kõiki tarnepunkte on kokku 376, millest 206 kuuluvad 9 erinevale ettevõttele: Selver AS, Hoolekandeteenused AS, Harju Tarbijateühistu, Maxima Eesti OÜ, OG Elektra AS, P.Dussmann Eesti OÜ, Prisma AS ja Rimi Eesti Food, RR Lektus AS (tabel 1.). Valimist 63 tarnepunkti olid koolid ja lasteaiad ning ülejäänud olid kohvikud, sööklad, laevad ja väiksemad poed.

Tabel 1. Suurimate tarnepunktide arvuga kliendid

Ettevõtte nimi	Tarnepunktide arv
Selver AS	37
Hoolekandeteenused AS	9
Harju Tarbijateühistu	25
Maxima Eesti OÜ	37
OG Elektra	25
P.Dussmann Eesti OÜ	10
Prisma AS	8
Rimi Eesti Food OÜ	44
RR Lektus AS	11

Allikas: (Autori uuring)

Esialgse plaani alusel oli eesmärgiks saada eelnevalt nimetatud iga 9 suurema kliendi käest 1 vastus ettevõtte kohta, mis hõlmaks ettevõtte kõiki poode Tallinnas ja Harjumaal. Esialgse plaani järgi saadi kliendilt vastus, kus olid märgitud vastava kliendi kõikide tarnepunktide tarnetingimused neljalt kliendilt: Selver AS, Hoolekandeteenused AS, OG Elektra AS ja P.Dussmann Eesti OÜ, mis moodustasid 81 tarnepunkti 376st. Kuna autorile edastatud algandmete

hulgas puudusid kauba vastuvõtjate telefoninumbrid ning meiliaadressid, siis tuli autoril need ise internetist leida. Internetis on aga enamasti saadaval ainult üksikute poodide telefoninumbrid või klienditoe numbrid ning logistikute või ostujuhtide numbreid avalikult ei jagata. Seetõttu tuli autoril ülejäänud tarnepunktide tarnetingimused ühe kaupa välja selgitada – selliseid tarnepunkte oli kokku 295.

Et intervjuerimine sujus latusalt ning oleks ajaefektiivne, koostas autor telefonivestluse jaoks tutvustava teksti ning küsimused kauba vastuvõtjatele. Esialgne tekst: *”Tere! Minu nimi on Joonas ja helistan Teile AB Logistika Gruppist. Meie tarnime Teile ettevõttesse klient X tooteid ning seoses tarneringide optimeerimisega oleks mul Teile mõned kiired küsimused esitada. On Teil selleks hetk aega?”*. Kuna autor otsis tarnepunktides kauba vastuvõtjate telefoninumbreid internetist, siis enamasti esimese kõnega õiget inimest kätte ei saadud, vaid juhatati anti uue kontakti telefoninumber, kes võib osata mu küsimustele vastata. Sellisel juhul kordas autor sama teksti ning juhul kui oli kätte saadud õige inimene, küsis autor järgnevad küsimused:

- 1) Mis on kõige hilisem aeg, mil saame Teile klient X kaupa tarnida?
- 2) Mis on kõige hilisem aeg, mil saab Teile kaupa tarnida?
- 3) Mis on kõige varasem aeg, mil saame Teile klient X kaupa tarnida?
- 4) Mis kellaajal on Teil esimene töötaja hoones?
- 5) Kas Teie ettevõttel/koolil/poel on kauba transpordivahendiga seotud piiranguid?

Küsitluse algaasis tähendas autor, et mitmed kliendid ei soovi autori esitatud küsimustele vastata, tuues põhjuseks, et nemad esitavad hanke kliendile X, mitte AB Logistika Grupile ning kliendile X esitatud hankes on nende tarnetingimused märgitud. Autor suhtles sellel teemal enda ülemusega, kes juhendas autorit tutvustama ennast kui ettevõtte X töötajat. Autor tegi enda tutvustavasse teksti vastavad korrektuurid. Küsimused, mida autor küsis jäid samaks.

Küsitluste käigus tegi autor tähelepaneku, et ühe tunni jooksul suudab ta vajaliku informatsiooni kätte saada viieteistkümnelt tarnepunktilt. Autor viis küsitlused läbi 10 tööpäeva jooksul. Peale 10 tööpäeva küsitlemist oli autoril 80 tarnepunkti, mille kohta ei olnud internetist võimalik kontaktandmeid leida või leitud kontakt ei vastanud. 37 neist tarnepunktidest moodustasid Maxima Eesti OÜ keti poed. Autor edastas antud 80 tarnepunkti nimed kliendile X ning klient X saatis vastu 66 tarnepunkti kontaktandmed ehk 14 tarnepunkti kontakti jäi puudu. Kuna 10 nendest 14st

puudujäävast tarnepunktist olid klientide tarnepunktid, kelle teiste tarnepunktide kontaktid autoril juba eksisteerisid, õnnestus autoril 10/14st tarnepunktide tarnetingimused siiski välja selgitada.

3. OPTIMEERIMISPROTSESS JA TULEMUSED

3.1 Optimeerimistarkvara OptimoRoute tutvustus

Tarneringide optimeerimiseks kasutas autor OptimoRoute'i. OptimoRoute on tellimuspõhine tarneringide koostamiseks ja optimeerimiseks välja töötatud tarkvara. OptimoRoute võimaldab kasutajal laadida üles .csv, .xlsx või .txt faili, kuhu on kasutaja poolt vastavalt formaadile märgitud tarnepunktide koordinaadid, tarnepunktide nimetused, kauba kogus ja tarneakende kellaajalised vahemikud ning nende põhjal planeerida optimaalseim tarnering. OptimoRoute'i puhul on võimalik kasutada optimaalsemate tarneringide genereerimiseks veel erinevaid kitsendusi. OptimoRoute on võimeline eristama erinevaid autosid - kui kauba tarnet piiravaks teguriks on näiteks auto mass, tagaluugi olemasolu või mõni muu tegur, mis tingib spetsiifilise auto kasutamist, on võimalik rakendada filter, mille tulemusel ei määra OptimoRoute programm mittesobivat autot tarnet teostama. Samuti on võimalik OptimoRoute'is eristada noppeid ja kohaletoimetusi ja tarnete kriitilisust. OptimoRoute'is tarneringide genereerimiseks tuleb üles laadida .csv, .xlsx või .txt fail, kuhu kasutaja on eelnevalt märkinud tema jaoks olulised kitsendused. Kitsendused on märgitud veergudesse pealkirjadena ning ridadesse on märgitud vastavalt kas arvuliselt või sõnadena väärtus või definitsioon, mille alusel tarkvara kitsendusi liigitab (joonis 1).

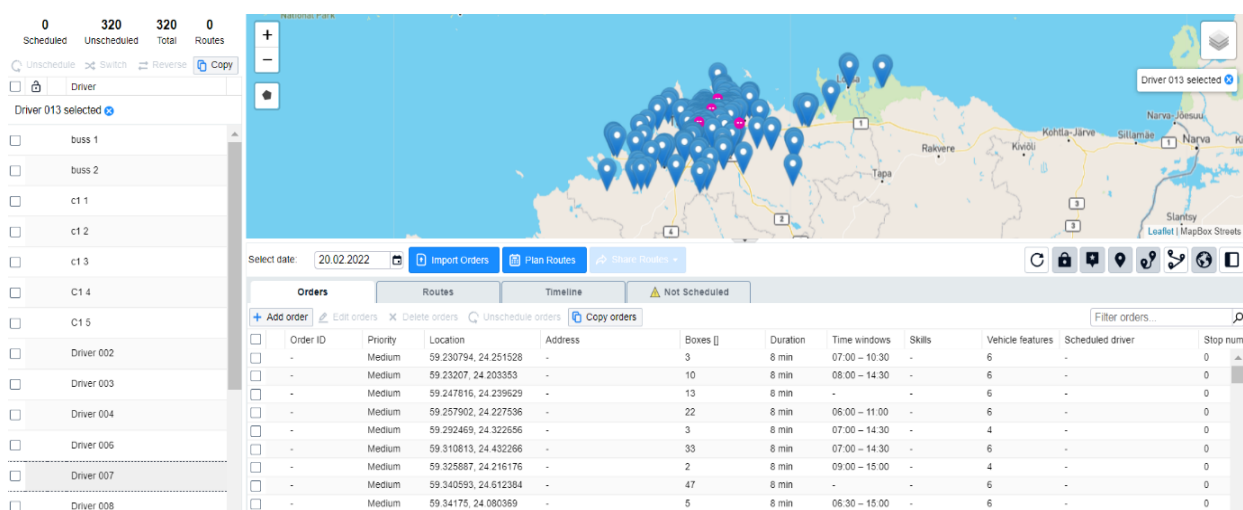
1	nimi	kastid	pikkus	laius	avamisae	sulgemisae	hilisem	kommenta	millega saab
2	A1000 Market Tallinn1	14	59.427414	24.814409	08:00	12:00			6
3	ABB tehas	8	59.35721284	24.93038631	07:00	09:30	15:00		4
4	Alavere pood OÜ	10	59.245235	25.328631	04:00	10:00	19:00		6
5	ALFA KPL.	13	59.247816	24.23962893	09:30	15:00			6
6	Audentese Erakool	8	59.404241	24.714453	06:00	08:00	15:00		1
7	Audentese Spordikeskus	3	59.405252	24.714791	07:00	09:00	18:00		1
8	Balti Jaama Tallink Express	2	59.44057131	24.73785656	09:30	16:00			6
9	Baltic Queen	16	59.44347518	24.76660123	11:00	13:00			6
10	Bloom Mustamäe XXL	7	59.40182088	24.65530628	10:00	17:00			1
11	Carawan Toitlustus OÜ	7	59.374545	24.722563	04:00	09:00	12:00		6
12	Cash&Carry Sanitex	10	59.380093	24.846146	06:40	07:30			6
13	Coop Eesti KÜ LK bistroo	4	59.41506701	24.88537163	08:00	16:00			6
14	Depo DIY EE OÜ	15	59.41925673	24.76199593	08:00	16:00			6
15	eCoop komplekteerimiskeskus	47	59.34059315	24.61238385	08:00	16:00			6
16	Eesti Eine AS	52	59.424183	24.849489	04:30	07:00	15:00		6
17	Eesti Muusika- ja Teatriakadeemia	3	59.4310842	24.74709692	07:00	10:30	16:00		1
18	EKA Daily Lõunarestoran	3	59.43412291	24.75238181	07:00	10:30	16:00		1
19	Fruit Xpress OÜ	39	59.442683	24.927085	05:00	08:00			6
20	Harju Elekter	6	59.42136888	24.67965168	08:00	16:00			6
21	HARKU KPL.	11	59.39077287	24.57983963	09:00	14:00	21:00		6
22	Hiiu Ravikeskus SA	8	59.37940879	24.66581944	06:30	12:00	19:00		6
23	HK Kehra kodu (obj.nr.3)	5	59.3235671	25.3401681	09:00	15:00			1
24	HK Keila kodu	2	59.32588733	24.21617614	09:00	15:00			4
25	HK Merimetsa kodu (obj.nr.56)	2	59.43077878	24.70411358	09:00	15:00			4
26	HK Paldiski Lääne (obj.nr.55)	2	59.35131045	24.06273639	09:00	15:00			6
27	HK Tallinn Kopli (obj.nr.62)	1	59.45190265	24.67415901	09:00	15:00			6
28	HK Tallinn Loopealse (obj.nr.59)	2	59.44586442	24.84147464	09:00	15:00			4
29	HK Tallinn Paljassaare (obj.nr.70)	2	59.4608174	24.70230527	09:00	15:00			6
30	HK Tallinna Mustamäe (obj.nr.57)	2	59.40772611	24.66225301	09:00	15:00			4
31	HK Vääna-Vih kodu (obj.nr.18)	6	59.4420456	24.37610058	09:00	15:00			6
32	HTÜ Akadeemia Konsum	45	59.403064	24.655923	07:00	09:00	15:00		6

Joonis 1. Näide lähtefailist

Allikas: (Autori uuring)

Kohati ei tuvasta tarkvara ülemisse veergu kirjutatud pealkirja ning nõuab pealkirja tuvastamist/kinnitamist. Peale lähtefaili edukat üleslaadimist, kuvab programm tarnepunktid

kaardile ning kaardi alla ka tabeli, mis on sarnane ja hõlmab sama informatsiooni, mis sai varasemalt märgitud üleslaaditavasse lähtefaili. Kaardist ja tabelist vasakul on reana kuvatud nimekiri autojuhtidest/autodest (joonis 2).



Joonis 2. Vaade OptimoRoute'is peale lähtefaili üleslaadimist

Allikas: (Autori uuring)

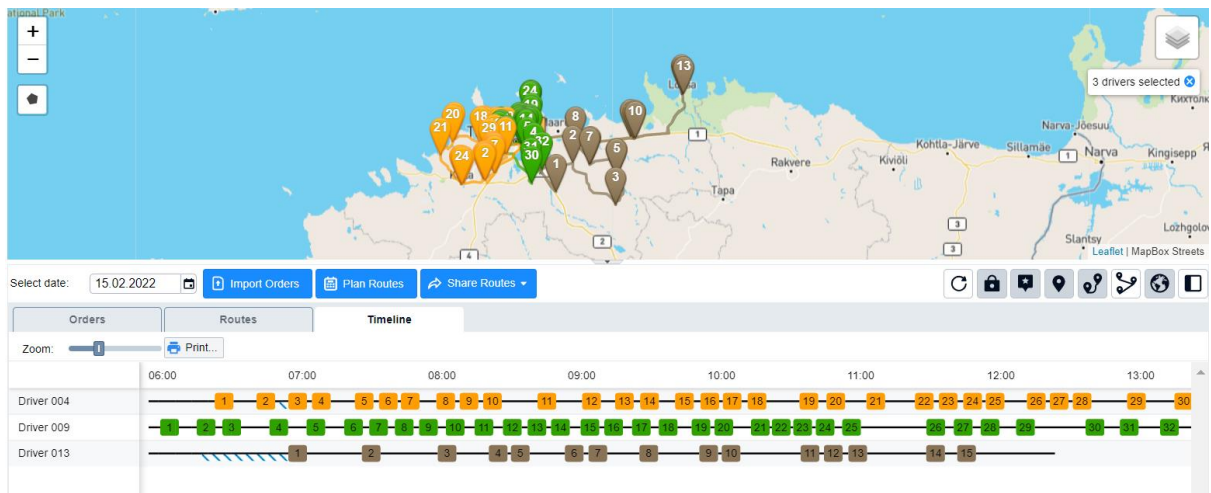
Programmi autode kriteeriumeid sisestades saab märkida autode kaubaruumi mahutavuse, auto registrinumbrini ning sõiduki kategooria (joonis 3).

Active	License plate number	Label	Vehicle features	Boxes
<input checked="" type="checkbox"/>	201BHC	016	-	448
<input checked="" type="checkbox"/>	202BHC	005	-	448
<input checked="" type="checkbox"/>	203BHC	001	-	448
<input checked="" type="checkbox"/>	375BSH	003	-	1008
<input checked="" type="checkbox"/>	375BJH	017	-	1120
<input checked="" type="checkbox"/>	476BSJ	004	6	896
<input checked="" type="checkbox"/>	478BSJ	007	6	896
<input checked="" type="checkbox"/>	486APO	013	6	896

Joonis 3. Vaade OptimoRoute'i sõidukite infost

Allikas: (Autori uuring)

Aktiveerides soovitud autod/juhid ning vajutades nupule “Plan Routes”, genereerib tarkvara võimalikud tarneringid lähtudes eelnevalt seatud kitsendustest. Genereeritud tarneringid kuvatakse kaardile, tarneringide pikkus ajaliselt ja füüsiliselt kuvatakse juhi nime juurde. Kasutajal on võimalus klahvile “Timeline” vajutades näha ka ajajoont, kuhu on märgitud ära tarneringi algusaeg, seisuajad, tarneringi lõppaeg ning nopete ja mahalaadimiste prognoositavad algused ja lõpud (joonis 4).



Joonis 4. Vaade OptimoRoute timeline valikule

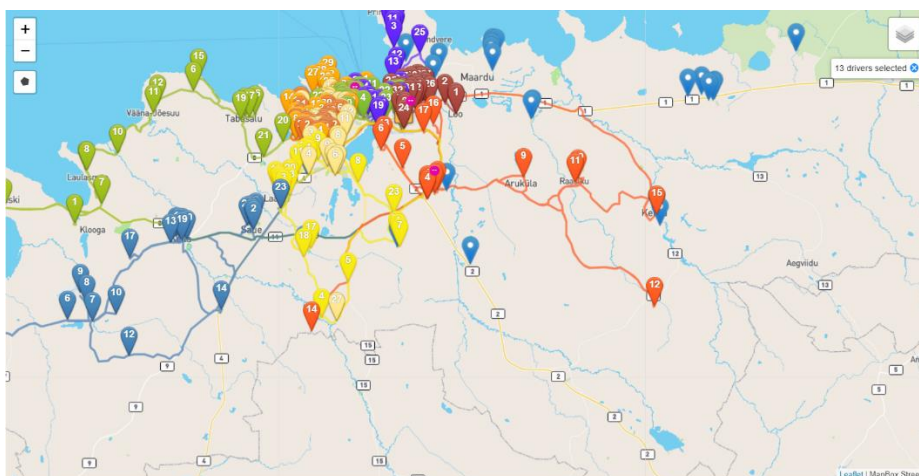
Allikas: (Autori uuring)

Kui kasutaja on rahul genereeritud ringidega, saab klahvile “Share routes” vajutades infot tarneringide kohta jagada. Tarnepunktid on kuvatud järjekorras tabelis, kuhu on märgitud tarnepunkti aadress, koordinaadid, tarnepunkti nimetus, nopitava või kohale toimetatava kauba kogus, hinnanguline ajakava, tarnepunktide ajaaknad ning juhi nimi. Ka seda tabelit on võimalik enda nägemise järgi modifitseerida enne kui autojuhile edastada.

Peale tarneringide genereerimist OptimoRoute’is ei pruugi saadud ringid olla esimese katsega sobivad. Tulenevalt tarkvara puudustest võib osa tarnepunkte jääda ringile määramata, sest programm ei näe võimalust neid ringile määrata või genereerib programm tarneringid, kus tulenevalt tarneakendest, saadetakse mitu autot tarnepunktidesse, mis asuvad lähestikku. Mingitel puhkudel on see hädavajalik ning ei oma tarneringide optimeerimisel erilist tähtsust, kui kahe auto tarnepunktid asuvad lähestikku. Küll aga on see probleemiks kui tarneringid laiuvad suuremal maa-ala. Antud töö kontekstis, kus on klientide teenindusalaks kogu Tallinn ja Harjumaa, esines autoril ringide optimeerimisel olukordi, kus programm määras ühele ringile tarnepunkti, mis on tarneringi peamisest teenindusalast võrdlemisi kaugel (joonis 5).

OptimoRoute’is on võimalus ka käsitsi üksikuid tarnepunkte ringile juurde lisada. Käsitsi punktide määramisel esineb aga negatiivseid aspekte, mistõttu ei ole antud lahendus kuigi efektiivne. Tarnepunktide ühe kaupa ringidele juurde lisamine on küllaltki aeganõudev ning samuti tuleb üksikut tarnepunkti manuaalselt lisades manuaalselt lisada ka peatuse number. Kui peatuse numbrit manuaalselt ei lisa, määrab tarkvara selle antud ringi esimeseks peatuseks. Kui kasutaja

on siiski otsustanud punkte käsitsi juurde lisada, siis tuleb tal kogu ring käsitsi disainida, sest lastes programmil ring uuesti genereerida, ei määra tarkvara käsitsi lisatud tarnepunkte ringile sisse.



Joonis 5. Vaade halvasti planeeritud ringist oranžiga tähistatud ringi näitel
Allikas: (Autori uuring)

Samuti on OptimoRoute'i miinuseks autodest tulenevate piirangute rakendamine ringide genereerimisel. Antud töö kontekstis ei ole võimalik kõiki tarnepunkte sooloveokitega teenindada ning on vajalik kasutada kauba tarnimiseks hoopis väikebussi. Autosid kategoriseeriv kitsendus rakendatakse autodele numbrilise väärtuse andmisel. Väikebussidele antakse üks numbriline väärtus ning sooloveokitele teine erinev numbriline väärtus. Seejärel määratakse tarnepunktide lähtefailis tarnepunktidele kitsendus vastavalt auto liigile määratud numbrilise väärtuse asemel. Antud lahenduse probleemiks on aga see, et tarkvara ei ole suuteline määrama väikebussidele tarnepunkte, mida on võimalik teenindada ka sooloveokitega. Selle tulemusel võivad väikebusside ringid tulla väikese mahuga ning täispotentsiaali mitterahuldavad. Kui aga lisada programmi kitsendus, mis võimaldab sooloveokitele mõeldud ringidele määratud tarnepunkte määrata ka väikebusside ringidele, ei suuda tarkvara prioritseerida ainult väikebussidele võimalikke tarnepunkte.

OptimoRoute'i programmi otsustas kasutusele võtta autori otsene ülemus AB Logistika Grupp OÜs Priit Robas Jr. OptimoRoute'i kasuks otsustati, sest hinnanguliselt on OptimoRoute'i optimeerimise algoritm võrreldes teiste alternatiividega kõige parem ja efektiivsem. OptimoRoute'i kasuks rääkis ka selle mugav kasutajaliides ning mitmete erinevate filtrisüsteemide kasutamise võimalus. Samuti tõi Priit Robas Jr välja ka topelt laadimise kitsenduse OptimoRoute programmis, mille sarnast funktsiooni teistes Eestis saada olevatel optimeerimisprogrammidel ei

ole. Priit Robas Jr kaalus ja proovis OptimoRoute programmile ka erinevaid alternatiive. Üheks alternatiiviks oli GebWeb Optimap. Robase sõnul rääkis Optimapi kasuks see, et tegu oli vabavaraga ehk kasutamise eest ei ole tarvis maksta. Samuti meeldis Robasele funktsioon kus sai valida marsruutide eesmärkide vahel - kas kõige kiirem ringreis, kiireim marsruut algusest lõpuni või genereerida marsruut tarnepunktide järjekorra alusel. Kuigi Optimap pakub häid lahendusi ning kasutajaliidesel on üpris rahuldav, kukkus Optimap valimist kindlalt välja. Optimap kukkus kindlalt valimist välja sellepärast, et see võimaldab planeerida maksimaalselt 100 tarnepunktiga ringe, mida on Robase hinnangul liiga vähe.

Samuti oli valikus ka RouteXL nimeline tarkvara. RouteXL-i puhul oli positiivseteks teguriteks jällegi võimalus tasuta programmi kasutada, seda küll piiratud arv sõidukite puhul. Samuti oli positiivne võimalus soetada päevapilet ringide planeerimiseks ja ka valmis tehtud ringide eksportimine oli tehtud lihtsaks ning pakkus erinevaid võimalusi andmete transportimiseks. Lõpuks aga otsustati OptimoRoute'i kasuks ja seda sellel põhjusel, et RouteXLi puhul saab sisestada tasuta liiga vähe tarnepunkte ning kui valida tasuline pakett, siis ei õigusta RouteXL ennast OptimoRoute'i ees ära.(Priit Robas Jr)

Valikus oli ka Route4Me tarkvara. Route4Me on veebipõhine veopargi korraldamise tarkvara, mis võimaldab ringide planeerimist ja tarnereiside haldamist. Sarnaselt OptimoRoute'ile on võimalik Route4Me-s jälgida ka autode progressi tarne teostamisel. Kasutajal on võimalus planeerida tarneringe, mis algavad ja lõppevad baasis, tarneringe, mis algavad ja lõppevad erinevates kohtades ja tarneringe millele on seatud ajapiirangud. Samuti rääkis Route4Me kasuks ka võimalus tarneringe nende kestvuse ajal ümber korraldada nii, et programm annab sellest juhtidele ka ise märku. Paraku ei osutunud Route4Me valituks. Üheks põhjuseks oli see, et tegu on veopargi korraldamiseks mõeldud tarkvara ning kuigi sellega on võimalik ka ringe koostada ja planeerida, siis ei ole Rout4Me ringi planeerimise laienduste valik nii mitmekülgne kui OptimoRoute'il. Samuti pakkus OptimoRoute loogilisemat, mugavamat ja üldiselt paremat kasutajatuge ja kasutamiskogemust.(Priit Robas Jr)

3.2 Tarneringide optimeerimine

Enne tarneringide optimeerimist kasutas AB Logistika Grupp OÜ kliendi X Tallinna ja Harjumaa jaotusringide teenindamiseks 17 autot, milles 12 on N3 kategooria sõidukid, 3 on N2 kategooria sõidukid ning 2 on N1 kategooria sõidukid (Transpordiamet, 2022). Autori ülesandeks oli selgitada

välja tarnepunktide tarneaknad ja tarnimise piirangud. Tarneakende puhul oli ülesandeks uurida mis on iga tarnepunkti eelistatud kauba tarnimise ajaaken ning ka mis on ajaaken mille jooksul on võimalik kaupa tarnida ning seejärel disainida tarneringid mõlema ajaakna alusel. AB Logistika Grupp OÜ sooviks oli saada optimeeritud tarneringid, mille teenindamiseks kuluks võimalikult väike arv autosid.

Tarneringide algus- ja lõpp-punktiks on AB Logistika Grupp OÜ laohoone Ruunaoja 2 aadressil Tallinnas (AB Logistika Grupp, 2022). Tarneringide optimeerimise aluseks oli lõppklientide poolt seatud tarnepiirangutest kinnipidamine. Ühes tarnepunktis oli mahalaadimiseks arvestatud 8 minutit, baasis kauba juurdelaadimine oli lubatud ning juurdelaadimise kestvuseks määrati 30 minutit.

Enne tarneringide optimeerimisega alustamist, vestles autor AB Logistika Grupp OÜ klient X-i tarne tegeleva logistikuga Taivo Pent ning uuris tema nägemust ja tähelepanekuid antud tarneringide disainimisel. Logistik Taivo Pent kliendi X jaotusringide disainimisel selleks mõeldud arvutirakendusi ei kasutanud ning tegi seda nõ. käsitsi: „*Mina mingit programmi ei kasutanud, istusin laua taha maha, võtsin punktid ette ja hakkasid järjekorda panema*“. Taivo Pent lähtus ringide disainimisel esmalt klientide poolt kehtestatud piirangutest. Kuna pagariodete nõudlus on suurim hommikuti, on ka suure osa klientide nõudeks, et tarne toimuks hommikul ning tarneaknad sulguvad paljudel tarnepunktidel samal ajal (tabel 2).

Tabel 2. Tarnepunktide hulk vastavalt samaaegsele tarneakende sulgumisele

Tarneakna lõpp	07:00	07:30	08:00	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00
Tarnepunktide arv, kellel tarneaken sellel ajal lõppeb	14	2	14	34	2	10	42	100
Tarnepunktide suhteline kogus	3.7%	0.5%	3.7%	9.0%	0.5%	2.7%	11.2%	26.6%

Allikas: (Autori uuring)

Sellest tulenevalt tuleb tarneringide optimeerimisel esmalt silmas pidada seda, et esmalt tuleb ära teenindada vara lõppevate tareakendega kliendid. Teiseks lähtepunktiks tõi Taivo Pent, et sarnaselt vara sulguvat tarneakende puhul tuleks esmalt välja töötada tarneringid väikebussidega tarne nõudvatele klientidele: „*Kõigepealt pead vaatama, et fixed kliendid hommikul kohe kauba kätte*

saaks ja et neid õhtusse ei jäta ja et bussidele mõeldud kohtasid soolode ringidele ei pane. Kui need asjad on paigas, siis ega seal suurt kunsti ei ole, vaata lihtsalt, et mitut autot samasse kohta ei saada.“

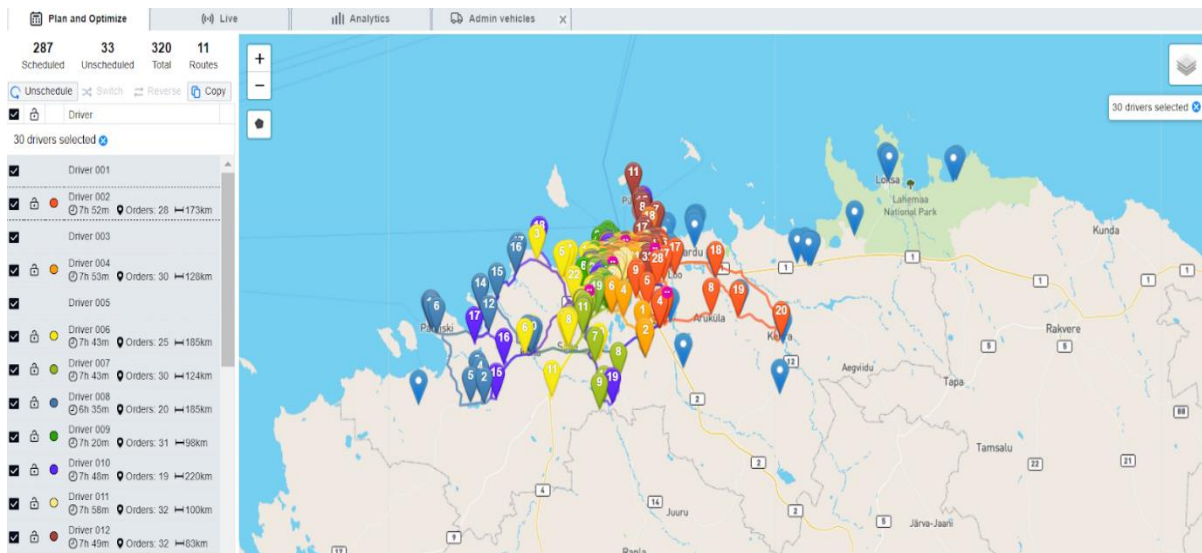
Taivo Pent tõi välja, et need on peamised kitsendused, mis tarneringide disainimisel loomevabadust piiravad. Kui need tingimused on edukalt täidetud, siis tuleks lähtuda sellest, et tarneringide teenindusala oleks segmenteeritud ning mitu autot ühte piirkonda ei teeninda. Samuti tõi Taivo Pent välja, et tarneringi pikkuseks võiks jääda umbes 31 tarnepunkti, sest see peaks olema juhi jaoks optimaalne kogus mida juht jõuab ühe tööpäeva jooksul teenindada.

Taivo Pent tõi ka välja inimfaktorist tuleneva piirangu. Nimelt mainis ta, et reaalsuses tuleb arvestada ka juhtide võimekusega. Kuigi kiiruspiirangud on kõikide juhtide jaoks samad ning kilomeetri pikkus on iga juhi jaoks kilomeeter, kulub mõningatel juhtidel sama töö tegemiseks rohkem aega, kui mõnel kaaskolleegil: *„Ära soolodele üle 30-31 mahalaadimise pane, nad ei saa valmis sellega, mõni mees ei saa 20 mahalaadimisega hakkama.*

Kuna autor ei ole AB Logistika Grupp OÜ klient X ringe teenindavate juhtidega koos töötanud ega nendega suhelnud, puudus autoril juhtide võimekuse kohta info ja ka autori otsene ülemus ja ringide optimeerimise töö tellija seda tegurit arvestada ei palunud, siis autor ringid optimeerimisel juhtide võimekust teguriks ei arvestanud.

Tarneringide optimeerimisega alustamisel katsetas autor esmalt moodustada tarneringid kasutades minimaalset kogust autosid ja juhte, et kaup kohale toimetada. Autor genereeris OptimoRoute programmi kasutades tarneringid ning tõstis osad tarnepunktid käsitsi ümber lähtudes ringide segmenteerimise loogikast. Selle tulemusel teenindas iga auto ühte piirkonda ning OptimoRoute'i hinnangul oleks selliste tarneringide teenindamiseks tarvis 9 autot. Küll aga ilmnisid kõikide nende ringide puhul sarnased probleemid - kõikidel ringidel oli tarnepunkte, kuhu tarne jäi hiljaks ja/või vajas teenindamiseks väikebussi.

Järgmisena tühistas autor loodud tarneringid ning genereeris uued tarneringid kasutades sama arvu autosid, mis eelnevalt – 9 autot. Selle tulemusel jäi aga 61 tarnepunkti teenindamata. Autor tegi järelduse, et tarningimusi silmas pidades on vaja minimaalselt 2 autot juurde, et kõikidesse tarnepunktidesse tarne teostada. Autor kordas protsessi ning lisas 9 autole juurde 2 autot ning genereeris ringid uuesti. Selle tegevuse tulemusel jäi teenindamata 33 tarnepunkti (joonis 6).



Joonis 6. Vaade tarneringide planeerimise katses

Allikas: (Autori uuring)

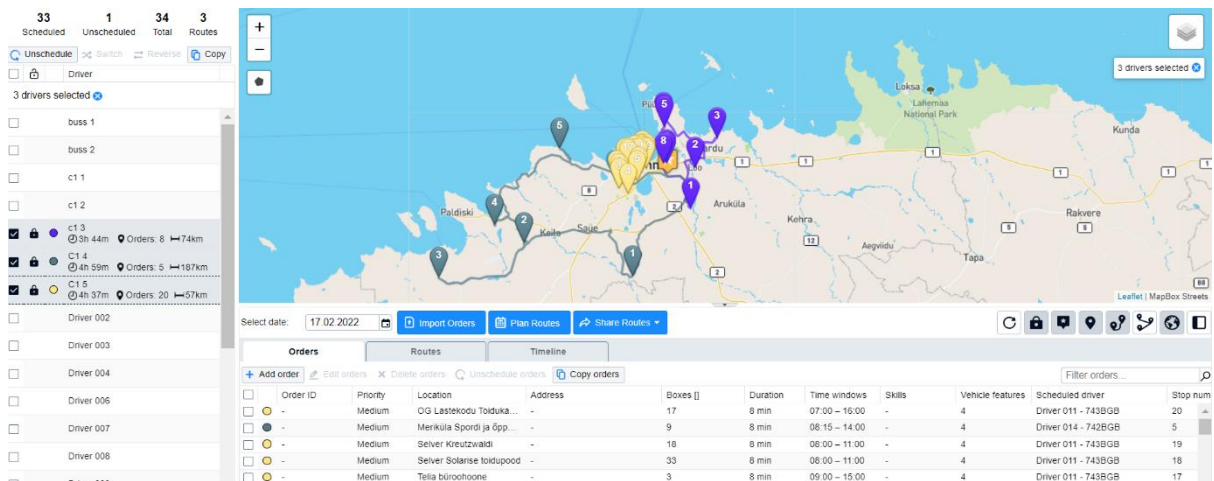
Autor tegi ka tähelepaneku, et eelnevalt genereeritud tarneringid olid koostatud kasutatava tarkvara poolt halvasti lähtudes ringide segmenteerimise loogikat ning autor tegi järelduse, et sama töömeetodit kasutades soovitud tulemust ei saavuta.

Järgmise sammuna selekteeris autor tarnepunktid, mida tuli teenindada väikebussiga (N1 kategooria kaubik) kopeeris need teisele lehele - programmis järgmisele kuupäevale (joonis 7). Autor kordas sama protsessi ka N2 kategooria veoautode puhul ja kopeeris antud tarnepunktid omakorda uuele lehele (joonis 8).



Joonis 7. Vaade N1 kategooria autodele moodustatud ringidest eraldi lehel

Allikas: (Autori uuring)

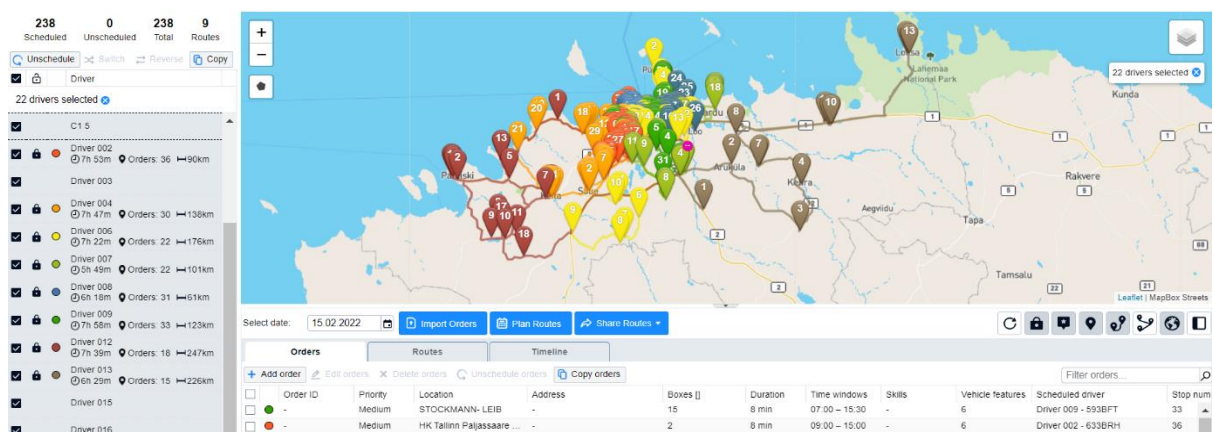


Joonis 8. Vaade N2 kategooria autodele moodustatud ringidest eraldi lehel

Allikas: (Autori uuring)

Seejärel kustutas autor esimeselt lehelt ära N1 ja N2 kategooria autodele määratud tarnepunktid.

Seejärel genereeris autor kõigil kolmel erineval lehel tarneringid (joonis 9).



Joonis 9. N3 kategooria autodele moodustatud tarneringid

Allikas: (Autori uuring)

Kokku kasutas autor selle puhul 14 autot – 9 N3 kategooria veoautot, 3 N2 kategooria veoauto ja 2 N1 kategooria kaubikut. Antud tegevuse tulemusel said kaetud kõik tarnepunktid. N3 kategooria veoautodega teostavatel tarneringidel oli kahele erinevale tarneringile määratud 2 tarnepunkti - RR Võsu Keskuse pood ja RR Harju - Risti pood. Kliendi X Tallinna ja Harjumaa jaotusringide mõistes on tegu 2 kõige kaugemal asuva tarnepunktiga AB Logistika Grupp OÜ baasi suhtes. N3 kategooria tarneringid nende 2 punkti lähedusse ei ulatu – küll aga ulatub N2 ja N1 kategooria autode ringid. Autor määras RR Võsu Keskuse poe tarnepunkti N1 kategooria kaubiku ringile lisaks ning RR Harju-Risti poe tarnepunkti N2 veoautole. Seejärel vaatas autor tarneringid uuesti üle ning tegi vajalikud korrekture - mõningatesse tarnepunktidesse oli saadetud 2 autot, sest

mahalaadimispunkt oli sama, kuid kliendid, kellele kaup läks, olid erinevad. Selle tegevuse käigus said täidetud Taivo Pentti ja AB Logistika Grupp OÜ autori otsese ülemuse seatud tingimused ning autor hindas tarneringid optimeeritaks.

Kuna autori hinnangul oli protsess, kus kopeeriti kõikide erinevate kategooriatega sõidukitele mõeldud tarnepunktid erinevatele lehtedele, kõige tulemust toovam ning optimeerimistarkvara jaoks kõige lihtsamini protsessitavam, kordas autor sama protsessi ka pikemate tarneakendega mõeldud tarneringide puhul. Selle protsessi tulemusel disainitud tarneringide teenindamiseks on tarvis 12 autot - 8 N3 kategooria veoautot, 2 N2 kategooria veoautot ja 2 N1 kategooria kaubikut.

3.3 Läbiviidud uuringu arutelu ja järeldused ning ettepanekud

Käesoleva töö põhjal võib kinnitada, et kasutades tarneahelate optimeerimiseks välja töötatud tarkvara, on võimalik tarneahelaid märkimisväärselt optimeerida. Kitsaste ajaakendega, sõiduvahenditega seotud piirangutega ning suure arvu tarnepunktidega tarneahela optimeerimine ilma spetsiaalset tarkvara kasutamata on väga mahukas ja aega nõudev protsess, mille keerukusest tulenevalt on kõrge riskitase vigade tegemisel ning mitte-efektiivse tulemuse saavutamisel. Kasutades OptimoRoute tarkvara on võimalik vähendada tarneringide teenindavate autode arvu märkimisväärselt (tabel 3)

Tabel 3. Ülevaade optimeerimise tulemustest

	Esialgsete tarneringide pikkus (km)	Kütuse kulu kokku 32l/100km (l)	Kasut. autod e arv	Optim. kitsaste ajaakendega ringide pikkus (km)	Kütuse kulu kokku 32l/100km (l)	Kasut. autod e arv	Optim. laiade ajaakendega ringide pikkus (km)	Kütuse kulu kokku 32l/100km (l)	Kasut. autod e arv
E;K;R	1859,92	595,17	17	1918	613,76	14	1899	607,68	11
T;N	1638,66	524,37	15	1718	549,76	11	1587	507,84	9

Allikas: (Autori uuring)

Kuigi optimeeritute kitsaste tarneakendega ringide puhul kilometraaž kasvas ning seetõttu ka tarbitud kütuse kulu, õnnestus autoril vähendada teenindavate autode arvu esmapäevaste, kolmapäevaste ja reedeste ringide puhul 17-lt autolt 14 peale ehk 3 auto võrra ja teisipäevaste ja

neljapäevaste ringide puhul 15-lt autolt 11 peale ehk 4 auto võrra. Laiade tarneakendega ringide puhul leidis autor lahenduse, millega oleks võimalik teenindada esmaspäevased, kolmapäevased ja reeded tarneringid ära 11 autoga. Teisipäevaste ja neljapäevaste laiade tarneakendega ringide puhul õnnestus autoril planeerida ringid, mille puhul on peale teenindavate autode arvu ka kilometraaž ning kütusekulu väiksem, kui optimeerimata ringide puhul. Ringid teenindatakse ära 15 auto asemel 9-ga, kilometraaž väheneb 51,66 km võrra ja kütusekulu väheneb 16,53 l võrra.

AB Logistika Grupp OÜ soov tarneringide optimeerimisel oli vähendada tarneringe teenindavate autode arvu. Kuna päevane tarnepunktide arv ei muutu, siis on igati loogiline, et ringe teenindavate autode vähenemisel kilometraaž kasvab, sest tulenevalt tarnetingimustest ei ole võimalik autodel kilometraaži suhtes nii efektiivselt sõita, kui ringide puhul, mida teenindab rohkem autosid. Antud optimeerimise puhul ei tule optimeerimise kasu vähenenud kilometraažist ja kütusekulust, vaid alternatiivsetest lahendustest, mida ettevõtte vabaks jäänud juhtide ja autodega teha soovib. Üheks võimaluseks on ettevõttel võimalus juhid koondada ning autod jätta varuautodeks või maha müüa. Autojuhi keskmine netopalk Eestis on 1195 eurot kuus (Palgad, 2022). Tööandjal tuleb 1195 € netopalgat tasumiseks maksta koos maksudega 1949,31 eurot (Palgakalkulaator, 2022).

Tabel 4. Kokkuvõtte vabaks jäänud juhtide koondamisel nende palga näol

Esialgseid ringe teenindavate juhtide arv	Kitsaste ajaakendega ringe teenindavate juhtide arv	Laiade ajaakendega ringe teenindavate juhtide arv	Kitsaste ajaakendega ringidelt juhtidele makstava palga kokkuvõtte	Laiade ajaakendega ringidelt juhtidele makstava palga kokkuvõtte
17	14	11	5848 eurot	11 696 eurot

Allikas: (Autori uuring)

Võttes arvesse, et ringide optimeerimisel kasvab kütusekulu ning võttes kütusehinnaks keskmise postihinna, milleks on 1,89 eurot, on võimalik arvutada välja juhtide koondamisel vähenevad kulud (tabel 5) (Hind24, 2022).

Tabel 5. Juhtide koondamisel saadav kulude vähenemine

	Palgasääst kuus koondatud juhtidelt	Kütusekulu kasv kuu lõikes	Saadav tulu
Kitsaste ajaakendega ringid	5848 eurot	308 eurot	5541 eurot
Laiade ajaakendega ringid	11 696 eurot	457 eurot	11239 eurot

Allikas: (Autori uuring)

Samuti on võimalus ettevõttel müüa maha seisma jäänud ülejäänud autod või kui ettevõtte otsustab neid mitte maha müüa, vähenevad nende hooldus- ja remondikulud. Parem alternatiiv ettevõttele optimeerimisest kasu saamiseks vabanenud juhtide ja autode puhul oleks auto otstarbekas ära kasutamine uue kliendi teenindamise näol või juba eksisteeriva kliendi teenindusmahu kasvutamise näol.

Töö käigus kasutatav tarkvara tõestas ennast olema äärmiselt kasulik ja efektiivne, kuid nõuab siiski aega, et töömeetodid selgeks õppida ning enda süsteemid välja töötada. Kuigi programmi kasutamine peaks olema teoreetiliselt täpselt nii lihtne, et kasutajal tuleb lähteandmed üles laadida ning seejärel ühe klikiga tarneringid genereerida, siis nii lihtsaks programmi kasutamine ei osutunud. OptimoRoute'i kasutades selgus, et mida enam on kitsendusi ning tarnepunkte, seda enam vigu teeb programm ringide planeerimisel. Samuti on autori arvates puudulik OptimoRoute'i filtrite ja kitsenduste rakendamise lahendus. Enamus kitsendusi ja filtreid tuleb käsitsi lisada tarnepunktide infot sisaldavasse lähtefaili ning lähtefaili üleslaadimisel neid enam muuta ei saa. Kui kasutaja avastab ringide planeerimisel, et on teinud mingi kitsenduse/filtri osas vea, tuleb kasutajal see lähtefailis ära parandada, fail taas üles laadida ning kogu protsessiga tuleb uuesti alustada. Autori hinnangul on ka tarneringide käsitsi modifitseerimine OptimoRoute'is kasinalt lahendatud. Manuaalselt on võimalik ühele kindlale tarneringile tarnepunkte ainult juurde lisada, kuid antud tarneringi enam uuesti planeerida/optimeerida võimalik ei olnud ning tarkvara arvas alati manuaalselt lisatud tarnepunkti antud ringilt taas välja, kui üksikut ringi tarkvaral siiski planeerida lasid.

Kuigi OptimoRoute programmil on negatiivseid aspekte ning kasutajaliides saaks olla kasutajasõbralikum, on autori hinnangul tegu siiski väga efektiivse ja kasuliku abivahendiga tarneringide planeerimisel ja optimeerimisel. Programmi selgeks õppimine ja süsteemide loomine võtab veidi aega, kuid peale seda saab tarneringe planeerida hõlpsasti ja üpris kiiresti - kindlasti palju kiiremini kui seda nõ. käsitsi tehes.

Tulevikus tuleks antud tarneringe uuesti optimeerida juhul kui tekib muudatusi tarningimustes – tarneaken muutub ajalises mõttes pikemaks või lühemaks või muutuvad tingimused tarnimiseks kasutatava sõiduki osas. Samuti tuleks ringe optimeerida kui ringidele lisandub või väheneb tarnepunkte või kui toimuvad olulised muudatused tarneks kasutatavas autopargis – N3, N2 ja N1 autode osakaal autopargis muutub märgatavalt ning tarneringe teenindavate autode mahu- ja massikriteeriumid muutuvad. Optimeerimisprotsessi võib ka proovida juhul kui kasutusele võetakse uut sorti tarkvara või kui eksisteerivale tarkvarale ilmub uuendus, mis võimaldab paremini tarneringe optimeerida.

Võttes arvesse Eesti majandusprognoose usub autor, et antud kliendi X puhul veonõudlus ei lange ning pigem kasvab (Eesti Pank, 2022). Võttes arvesse asjaolu, et Harjumaa elanike arv on juba mitu aastat olnud kasvutrendis, usub autor, et suuremad poeketid nagu näiteks Selver, Rimi, Maxima ja COOP rajavad Harjumaal ja Tallinnasse juurde enda esinduspoodisid, mis tähendaks ka klient X tarnepunktide juurdekasvu (Harju Elu, 2021). Samuti usub autor, et ka koroonakriisist väljumine pigem kiirendab majanduskasvu, mis võiks samuti kaasa tuua suurenenud klient X toodete tarbimise, mis tooks omakorda kaasa veonõudluse kasvu.

Tarnepunktides kaupa vastu võtvate inimestega suheldes ning neid intervjuerides mõistis autor, et suuremate ketipoodide puhul ei ole ettevõtte logistiku või ostujuhi kontakte internetist saadaval. Kohati tuli autoril helistada neljale erinevale numbrile, et saada ühendust kaupa vastu võtva inimesega või töötajaga, kes on kursis mis ajal kaup saabuma peaks. Väiksemate poodide ja ettevõtete puhul seda probleemi ei esinenud, sest töötaja, kes vastas telefonile tegeles mitme ülesandega korraga - võttis kaupa vastu, pani kaupa riulitele ning oli kassas, seevastu suuremates ettevõtetes on tööülesanded rohkemate töötajate vahel laiali jagatud, kuid nende kontakte saadaval ei ole. Samuti tuli tarnepunktis kaupa vastu võtvate inimestega vesteldes välja ka, et kliendile X esitatakse regulaarselt hankeid, kuhu on märgitud ära ka tarneinfo koos kontaktidega. Autori vestlusel enda otsese ülemusega selgus, et kliendil X on see info tõesti olemas, kuid puudub ühtne andmebaas, kus seda infot hoitakse. Autori ettepanekud mainitud ettevõtetele oleks, et jagada kontaktide infot internetis ka koostööpartneritele või pakkuda võimalust helistada klienditoelaadsele numbrile, mis on mõeldud koostööpartnerite küsimustele. Samuti teeb autor ettepaneku kliendil X koguda kokku ja talletada tarningimustega seotud infot mingis failis või andmebaasis.

KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli välja selgitada välja töötada uued tarneringid klient X jaotusvedudeks Tallinnas ja Harjumaal ning analüüsida nende rakendamisega kaasnevat tervikmõju. Töö uurimisprobleemiks on teabe puudumine, kui palju võimaldab uus veoringide kavandamise tarkvara optimeerida klient X toodete jaotusringe Tallinnas ja Harjumaal.

Töö teoreetilises osas anti ülevaade erinevatest logistikakuludest ning põhjustest ja eeldusest, miks need tekkida võivad. Samuti anti ülevaade kuludest ja tingimustest, mida tuleb jälgida pagaritoodete transportimisel. Töö teoreetilises osas viimases osas tutvustas autor erinevaid tarneringide optimaalselt koostamiseks väljatöötatud probleemi, mille matemaatilisi lahendusi on kasutatud tänapäevaste tarneringide genereerivate tarkvarade loomisel.

Töö meetoodilises osas selgitab autor uuritava juhtumi tausta ning eelduseid mida autoril tuli antud juhtumi lahendamisel silmas pidada. Töö meetoodilises osas püstitab autor ka uurimisprobleemi, -küsimused ja meetodid. Lähtuvalt uurimisprobleemist ja töö eesmärgist, püstitas autor uurimisküsimused:

- 1) Milline on senine tarneringide kavandamise ja teostamise praktika ning mis on nende efektiivsus, tulemuslikkus ja esinevad probleemid?
- 2) Millised on võimalused kavandada veoringe senisest efektiivsemalt ja mis võiks olla nendega kaasnev mõju jaotussüsteemile?
- 3) Mis viisil tuleks uus veoringide kavandamine juurutada protsessina?

Senine tarneringide kavandamine ja teostamine on läbiviidud käsitsi ning vastavaks tegevuseks mõeldud tarkvarasid kasutamata. Ringide kavandamisel lähtuti klientide poolt seatud tarneetingimustest ja autopargi kapatsiteedist. Nõnda kavandatud ringide efektiivsus tuleneb väiksemast kütusekulust ja lühemast marsruutist. Kuna ringidel kasutati rohkem autosid kui autori poolt optimeeritud ringidel, siis selle tõttu on võimalik ka kilometraaži pealt kokku hoida ning tarneringid on paindlikumad ka ootamatuste suhtes – tehnilised rikked või juhi ootamatu puudumine tööpostilt. Selliste ringide probleemiks võib pidada masinapargi võimekuse sihtotstarbetut kasutamist, kui ringe saaks läbi viia ka vähesemate autodega.

Veoringide senisest efektiivsemaks kavandamiseks viis autor tarneahela lõppklientide läbi intervjuud/küsitlused, et selgitada välja tarneetingimused igas tarnepunktis ning talletada info

ühtsesse infosüsteemi. Samuti kasutas autor ringide optimeerimisel vastavat tarkvara, mille optimeerimisalgoritm suudab arvutada ja planeerida efektiivsemaid ringe kui inimene seda käsitsi suudaks teha. Selle tulemusel on võimalik jaotusringe ja jaotussüsteemi optimeerida just kasutatavate autode koha pealt, mis annab võimaluse ettevõtte juhtidele enda ressursse sihtotstarbekalt rakendada ning töömahtu kasvatada.

Uute veoringide kavandamine tuleks juurutada protsessina sellisel määral, et tarnepunktide juurde tekkimisel või ärajäämisel, kavandatakse uued ja optimeeritud tarneringid – sama käib autopargis toimuvate muudatuste osas. Kui tingimused tarnepunktide ja autopargi osas ei muutu, ei ole tarvis ka tarneringe uuesti optimeerida. Kui optimeerimiseks kasutatav tarkvara tuleb välja uue versiooni või uuendusega, mille algoritm suudab tarneringe veel enam optimeerida, siis sellisel juhul oleks tarneringide optimeerimine muidugi mõistlik ja kasulik.

Töö metoodilise osa viimases peatükis kirjeldas autor optimeerimise jaoks vajaliku info kogumisprotsessi ning saadud tulemusi. Töö viimases osas tutvustas autor optimeerimisel kasutatavat tarkvara ning mille alusel käesolev tarkvara valituks sai. Samuti kirjeldas autor põgusalt kuidas tarkvara töötab ning kuidas autor seda kasutas. Autor toob välja ka erinevaid alternatiivseid programme, mille vahel valik langetati ning miks need valituks ei osutunud. Töö viimases osas kirjeldab autor ka optimeerimisprotsessi ning kuidas ta seda läbi viis ja soovitud tulemuseni jõudis. Töö viimase osa viimases peatükis arutleb autor läbiviidud uuringu järelduste üle ning toob ettepanekuid, mis autori hinnangul oleksid läbiviidud töö protsessi kergemaks teinud. Uurimuse käigus selgus, et marsruuti planeerivad tarkvarad võivad olla väga kasumlikud ja saavutada märkimisväärseid resultate tarneringide optimeerimisel. Antud töö kontekstis leiab autor, et tarneringe optimeerides teenivad sellest kasu nii optimeerimistööd tellinud ettevõtte kui ka keskkond. Ettevõtte puhul saadakse kasu vabanenud ressursi näol, olgu selleks vabanenud autod ja autojuhid või autojuhtidele makstav palk ja autode ülalpidamiseks kuluva ressursi kokkuhoid.

SUMMARY

OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION SUPPLY CHAIN OF AB GROUP

The aim of this thesis is to find out new supply chains for the distribution of baked goods of customer X in the district of Tallinn and Harju County and to analyze the overall impact of their implementation. The research problem of the thesis is the lack of information on how much the new supply chain planning software enables to optimize the distribution chain of customer X's products in Tallinn and Harju County.

In the theoretical part of the work, an overview of different logistics costs and the reasons and assumption why they may occur was given. An overview was also given of the costs and conditions that need to be applied when transporting baked goods. In the theoretical part of the work, the author identifies various problems/models developed for the optimal design of supply chains, the mathematical solutions that have been used in the creation of modern supply chain optimization software. In the methodological part of the work, the author explains the background of the case under investigation and the restrictions that the author had to keep in mind when optimizing the supply chains. In the methodological part of the work, the author raises the research problem, questions and methods. Based on the research problem and the aim of the work, the author posed research questions so that the work would achieve the desired result:

- 1) What is the current practice of planning and implementing supply chains and what are their efficiency, effectiveness and problems?
- 2) What are the possibilities for planning traffic routes more efficiently than before and what could be the accompanying impact on the distribution system?
- 3) How should new traffic planning be introduced as a process?

The current planning and implementation of supply chains has been carried out manually and without the use of operational software. The routes were planned based on the delivery conditions set by the customer and the capacity of the car fleet. The designed routes thus result in lower fuel consumption and a shorter routes. As more cars were used for these routes than on the ones

optimized by the author, it is possible to save on mileage and the distribution supply chain is also more flexible for unexpected events - technical failures or the driver's sudden absence from the work. The inadequacy of the fleet's capacity can be considered a problem, if the laps could be performed with fewer cars.

In order to plan transport routes more efficiently than before, the author conducted interviews / inquiries with the end customers of the supply chain in order to find out the delivery conditions at each delivery point and store the information in a unified information system. The author also used appropriate software to optimize the supply chain, the optimization algorithm of which can calculate and plan more efficient routes than a person could do manually. As a result, it is possible to optimize distribution circuits and the distribution system on the basis of the cars used, which gives the company's managers the opportunity to use their resources purposefully and increase the workload.

The planning of new transport routes should be introduced to such an extent that new and optimized supply routes are planned in the event of the creation or cancellation of delivery points -the same goes for changes done in the car fleet. If the conditions for delivery points and the car fleet do not change, there is no need to re-optimize the supply chain. If the software used for optimization comes out with a new version or update, the algorithm of which can further optimize the supply chain, then optimizing the supply chain would certainly be useful.

In the last chapter of the methodological part of the work, the author describes the process of gathering the information needed for optimization and the results obtained. In the last part of the thesis, the author identifies the software used in the optimization and on the basis of which this software was selected. The author also briefly describes how the software works and how the author uses it. The author also points out the various alternative programs that were not chosen and why they were not chosen. In the last part of the work, the author also describes the optimization process and how he carries it out and achieves the desired result. In the last chapter of the work, the author discusses the conclusions of the study and makes suggestions that, in the author's opinion, would make the optimization process easier. The study finds that route planning software can be very profitable and achieve significant results in optimizing supply chains. In the context of this work, the author finds that both the company and the environment benefit from optimizing the supply chain. The company benefits from the resources that free up, be it the cars and drivers that are freed up or the salaries paid to the drivers and the savings in the resources

needed to maintain the cars. Environment benefits of the absence of cars that used to serve the clients of client X before the optimization of the supply chains.

KASUTATUD ALLIKAD

- AB Logistika Grupp OÜ, (2022) Korporatiivne info, <https://www.abgrupp.ee>
- Ackerley, N., Sertkaya, A & Lange, R. (2010) Food Transportation Safety: Characterizing Risks and Controls by Use of Expert Opinion. *Food Protection Trends*, Vol. 30, No. 4, Pages 212–222
- Bardakci, H. (2020) BENEFITS OF DIGITALIZATION IN INTERNATIONAL LOGISTICS SECTOR. *International Journal of Social Science and Economic Research*, Volume: 05, Issue: 06
- Boute, R., N. & Udenio, M. (2021) AI in Logistics and Supply Chain Management. „Global Logistics and Supply Chain Strategies for the 2020s: Vital Skills for the Next Generation“, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3862541
- Chanet, I. (2010) Marketing: Packaging and branding. University of Zimbabwe, https://ir.uz.ac.zw/bitstream/handle/10646/634/MARKETING_packaging_branding.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Copîl, I. (2010) Packaging food. <http://repository.utm.md/handle/5014/5484>
- Desrochers, M., Desrosiers, J. & Solomon, M. (1991) *Operations Research*, Vol. 40, No. 2. (Mar. - Apr., 1992), pp. 342-354.
- Eesti Pank, (2022) Majandusprognoos, <https://www.eestipank.ee/teemad/majandusprognoos>
- Eksiogul, B., Vural, A., V. & Reisman, A. (2009) The vehicle routing problem: A taxonomic review. *Computers & Industrial Engineering* 57 (2009) 1472–1483,
- Harju Elu, (2021) Harjumaal kestab jõuline elanike arvu kasv, <https://www.harjuelu.ee/harjumaal-kestab-jouline-elanike-arvu-kasv/>
- Hind24, (2022) Kütus, <https://kutus.hind24.ee/>
- Jünger, M., Reinelt, G. & Rinaldi, G. (1994) The Traveling Salesman Problem. ANGEWANDTE MATHEMATIK UND INFORMATIK UNIVERSITÄT ZU KOLN, Report No. 92.113,
- Kucera, T. (2019) Application of the Activity-Based Costing to the Logistics Cost Calculation for Warehousing in the Automotive Industry, <https://doi.org/10.26552/com.C.2019.4.35-42>
- Pagila, O. & Topala, P. (2019) Transport and Logistics - Interference in Marketing. International Conference “Risk in Contemporary Economy”, <https://doi.org/10.35219/rce2067053253>
- Palgad, (2022) Veoautojuht / veokijuht Transport / logistika, <https://www.palgad.ee/palgainfo/transport-logistika/veoautojuht-veokijuht>
- Palgakalkulaator, (2022) Tööandja tööjõukulud kokku, <https://palgakalkulaator.com/>

- Pfholz, H., C. & Gomm, M. (2009) Supply chain finance: optimizing financial flows in supply chains. Springer-Verlag, DOI 10.1007/s12159-009-0020-y,
- Priit Robas Jr. Autori intervjuu. Telefoniintervjuu. Intervjueerija märkmed. 1.märts.2022
- Raamatupidamis- ja maksuinfoportaal, (2021) Sõidukijuhtide töö- ja puhkeae. <https://www.rmp.ee/tooigus/too-ja-puhkeae/soidukijuhtide-too-ja-puhkeae>
- Savelsbergh, M. & Woensel, T., V. (2016) City Logistics: Challenges and Opportunities. H. Milton Stewart School of Industrial & Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, School of Industrial Engineering, Eindhoven University of Technology, http://www.optimization-online.org/DB_FILE/2016/02/5326.pdf
- Scientific Research, (2016) A Comparative Study of Proposed Genetic Algorithm-Based Solution with Other Algorithms for Time-Dependent Vehicle Routing Problem with Time Windows for E-Commerce Supply Chain. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1630572](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1630572)
- Seubert, F., Stein, N., Taigel, F. & Winkelmann, A. (2020) Making the Newsvendor Smart – Order Quantity Optimization with ANNs for a Bakery Chain. Americas Conference on Information Systems (AMCIS) at AIS Electronic Library (AISeL), <https://core.ac.uk/download/pdf/326836351.pdf>
- Silayoi, P. & Speece, M. (2007) The importance of packaging attributes: a conjoint analysis approach. European Journal of Marketing Vol. 41 No. 11/12, 2007 pp. 1495-1517, DOI 10.1108/03090560710821279,
- Speh, T., W. (2009) Understanding Warehouse Costs and Risks. Ackerman Warehousing Forum, Vol. 24, No.7,
- Stępień, M., Łęgowik-Świącik, S., Skibińska, W & Turek, I. (2016) Identification and Measurement of Logistics Cost Parameters in the Company. Transportation Research Procedia 16, 490 – 497,
- Stewart, C., M., Cole, M., B. & Schaffner, D., W. (2003) Managing the Risk of Staphylococcal Food Poisoning from Cream-Filled Baked Goods To Meet a Food Safety Objective. Journal of Food Protection, Vol. 66, No. 7, 2003, Pages 1310–1325, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.563.6851&rep=rep1&type=pdf>
- Zeng, A., Z. & Rossetti, C. (2003) Developing a framework for evaluating the logistics costs in global sourcing processes An implementation and insights. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. 33 No. 9, 2003 pp. 785-803, DOI 10.1108/09600030310503334
- Zhao, X. & Tang, Q. (2009) Analysis and Strategy of the Chinese Logistics Cost Reduction. International journal of business and management, Vol. 4, No. 4, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.9703&rep=rep1&type=pdf>
- Taivo Pent. Autori telefoniintervjuu. Intervjueerija märkmed. 1.märts.2022

Toth, P. & Vigo, D. (2002) Models, relaxations and exact approaches for the capacitated vehicle routing problem, (487 – 512), [https://doi.org/10.1016/S0166-218X\(01\)00351-1](https://doi.org/10.1016/S0166-218X(01)00351-1)

Transpordiamet, (2022) Sõiduki taustakontroll,
<https://eteenindus.mnt.ee/public/soidukTaustakontroll.jsf>

Yeun, L., C., Ismail, W., R., Omar, K. & Zirour, M. (2008) VEHICLE ROUTING PROBLEM: MODELS AND SOLUTIONS. Journal of Quality Measurement and Analysis (1), 205-218, 2008-jqma-VRP-ms.pdf

LISAD

Lisa 1. Semistruktureeritud intervjuu küsimustik - intervjuu logistik Taivo Pentiga

1. Mitut autot ja juhti teenindab hetkel klient X?
2. Mitut N1, N2 ja N3 kategooria autot selleks kasutatakse?
3. Kuidas sina klient X tarneringe planeerisid?
4. Mis probleeme esines sinul klient X tarneringide planeerimisel?
5. Mida peaksin esmalt jälgima klient X tarneringide planeerimisel?
6. Mis on peamised probleemid klient X toodete jaotusringide läbiviimisel?
7. Kas sul on autorile tarneringide planeerimiseks mingeid soovitusi?