TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Mehaanika ja tööstustehnika instituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

SUURANDMETEL PÕHINEV RAUDTEEINFRASTRUKTUURI-ETTEVÕTJA TULEMUSLIKKUSE MÕÕTMISE SÜSTEEM AS EESTI RAUDTEE NÄITEL

RAILWAY INFRASTRUCTURE MANAGER`S PERFORMANCE MEASUREMENT SYSTEM BASED ON BIG DATA ON THE EXAMPLE OF ESTONIAN RAILWAYS LTD

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Merlin Paggi

Üliõpilaskood 183211 EALM

Juhendaja: Ott Koppel, PhD

Tallinn 2020

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.
Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.
Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” ..... 20…..

Autor: .....
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

“.....” ..... 20…..

Juhendaja: .....
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”.....20…...

Kaitsmiskomisjoni esimees .....
/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks[1]

Mina Merlin Paggi (sünnikuupäev: 20.09.1996)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Suurandmetel põhinev raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmise süsteem AS Eesti Raudtee näitel, mille juhendaja on Ott Koppel:

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.

---

[1] *Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

_____ (*allkiri*)

_____ (*kuupäev*)

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Merlin Paggi, 183211 EALM

Õppekava, peaeriala: EALM02/18, Logistika

Juhendaja: Ott Koppel, PhD

Konsultant: Margherita Emma Paola Pero, kaasprofessor

Politecnico di Milano, +39 0223992819, margherita.pero@polimi.it

Lõputöö teema:

(eesti keeles) *Suurandmetel põhinev raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmise süsteem AS Eesti Raudtee näitel*

(inglise keeles) *Railway infrastructure manager`s performance measurement system based on big data on the example of Estonian Railways Ltd*

Lõputöö põhieesmärgid:

Välja töötada tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur ja kasutajaliidese näide tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Kavandi juhendaja kinnitusega saatmine programmijuhile	12.11.19
2.	Lõputöö teema deklareerimine ÕIS-is	11.05.20
3.	Lõputöö esitamine	25.05.20

Töö keel: eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....."....20.....a

Üliõpilane: Merlin Paggi ..... "....."....20.....a
/allkiri/

Juhendaja: Ott Koppel ..... "....."....20.....a
/allkiri/

Konsultant: M. E. P. Pero ..... "....."....20.....a
/allkiri/

Programmijuht: Jelizaveta Janno ..... "....."....20.....a
/allkiri/

SISUKORD

EESSÕNA 5
Lühendite ja tähiste loetelu 6
SISSEJUHATUS 8
1. SUURANDMED VÕRGUETTEVÕTJATE TULEMUSLIKKUSE HINDAMISEL 10
1.1 Tulemuslikkuse mõõtmine ja eesmärgipärane juhtimine 10
1.2 Võrgutööstused ja –ettevõtjad 13
1.3 Suurandmed 16
1.4 Varasemad uuringud 19
1.5 Järeldused 23
2. METOODIKA 24
2.1 Uurimisstrateegia 24
2.2 Juhtumianalüüs – AS Eesti Raudtee 26
2.3 Väärtusahela kaardistamine 29
2.4 Tasakaalus tulemuskaart 31
2.5 Tulemuslikkuse indeks 33
2.6 Võrdlusanalüüs 36
3. ANALÜÜS JA SÜNTEES 40
3.1 Raudtee väärtusahel 40
3.2 Tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur 42
3.3 Kohandatud tasakaalus tulemuskaart 44
3.4 Tulemuste hindamine ja võrdlusanalüüs 45
3.5 Järeldused ja ettepanekud 52
KOKKUVÕTE 55
SUMMARY 58
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU 61
LISAD 66
Lisa 1 Väljavõte AS Eesti Raudtee strateegiast 2019-2024 66

EESSÕNA

Käesoleva magistritöö teema on „Suurandmetel põhinev raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmise süsteem AS Eesti Raudtee näitel".

Uurimisprobleem seisnes teadmise puudumises, kuidas kasutada suurandmeid raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmiseks. Töö eesmärgiks oli tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuuri ja kasutajaliidese näite loomine tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel.

Töö eesmärkideni jõudmiseks viis autor läbi mittestruktureeritud intervjuud Eesti võrguettevõtjate esindajatega ning analüüsis eri riikide raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjaid, suurandmeid ja tulemuslikkuse mõõtmist puudutavad teoreetilisi allikad. Seejärel teostas autor Eesti Raudtee AS baasil juhtumianalüüsi, tänu millele oli võimalik modelleerida raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahel. Väärtusahela loomine oli sisendiks kontrollimaks Eesti Raudtee AS olemasolevat tasakaalus tulemuskaarti. Analüüsi tulemusena pidas autor vajalikuks seda täiendada tulemuslikkuse nelja valdkonna indeksiga: vara-, äri-, protsessi- ning finantsindeksiga. Täiendatud tulemuskaart oli aluseks raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja üldise tulemuslikkuse indeksi konstrueerimisele.

Kasutades loodud indeksite süsteemi arvutas autor välja Eesti Raudtee AS aastate 2015-2019 tulemuslikkuse indeksid. Eraldi analüüsiti aastate 2018-2019 tulemusi, et võrrelda eesmärgistatud juhtimisest tingitud muutusi. Kõiki neid võrreldi PRIME (Euroopa raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate koostööplatvorm) tulemustega. Selgitamaks, kust ja milliseid suurandmeid oleks võimalik edaspidi kasutada, loodi tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur. Selle toetamiseks pakkus autor välja ka kasutajaliidese näite, mis põhines kohandatud tasakaalus tulemuskaardil.

Eelnevast tulenevalt tegi autor ettepanekud tulemuslikkuse mõõtmise tõhususe suurendamiseks. Autori arvates on tööst kasu nii Eesti Raudteele kui ka teistele raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjatele.

Võtmesõnad: tulemuslikkuse mõõtmine, raudtee, raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja, suurandmed, magistritöö

Lühendite ja tähiste loetelu

3PL	kolmanda osapoole logistika; inglise keeles *third-party logistics*
AII	varade indeks; inglise keeles *assett integrity index*
AS	aktsiaselts
ASOUP	vedude juhtimise süsteem
BII	äriindeks; inglise keeles *business integrity index*
BCG	ettevõtte *Boston Consulting Group* akronüüm
CAPEX	investeeringud; inglise keeles *capital expenditures*
CER	Euroopa Raudtee-ettevõtjate Ühendus; inglise keeles *The Community of European Railway and Infrastructure Companies*
CIP	kliendiinfo platvorm; inglise keeles *Customer Information Platform*
CIS	kasutustasude infosüsteem; inglise keeles *Charging Information System*
CPI	tulemuslikkuse kombineeritud indeks; inglise keeles *combined performance index*
DHS	dokumendihaldussüsteem
e/v	ettevõte
ERPI	Euroopa raudteede tulemuslikkuse indeks; inglise keeles *European Railway Performance Index*
ERTMS	Euroopa raudteeliikluse juhtimissüsteem; inglise keeles *European Rail Traffic Management System*
EVR	Eesti Raudtee AS
FII	finantsindeks; inglise keeles *finance integrity index*
GDP	sisemajanduse koguprodukt; inglise keeles *Gross Domestic Product*
GeoTrAMS	VHS (vt) ruumiandmete moodul; inglise keeles *Geographical Transport Asset Management System*
GIS	kohateabesüsteem; inglise keeles *geographic information system*
GPI	üldise tulemuslikkuse indikaator; inglise keeles *generic performance indicator*
GPS	üleilmne asukoha määramise satelliitnavigatsiooni süsteem; inglise keeles *Global Positioning System*
IT	infotehnoloogia
Keskm	keskmine [väärtus]
KPI	tulemuslikkuse võtmenäitaja; inglise keeles *key performance indicator*
Max	maksimaalne
Min	minimaalne
NASA	USA Riiklik Aeronautika- ja Kosmosevalitsus; inglise keeles *National Aeronautics and Space Administration*
NR	Suurbritannia raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja *Network Rail*
OECD	Majandusliku Koostöö ja Arengu Organisatsioon; inglise keeles *Organisation for Economic Co-operation and Development*
QR	ruutkood; inglise keeles *Quick Response Code*
OPEX	põhitegevuskulud; inglise keeles *operational expenditures*
OSJD	Raudteede Koostööorganisatsioon; inglise keeles *Organisation for Co-operation between Railways*
PCS	rongiliinide koordineerimise süsteem; inglise keeles *Path Coordination System*
PeMS	tulemuslikkuse mõõtmise süsteem; inglise keeles *Performance Measurement System*

PI	mõõdik, tulemusnäitaja; inglise keeles *performance indicator*
PII	protsessiindeks; inglise keeles *process integrity index*
PRIME	Euroopa raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate koostööplatvorm; inglise keeles *Platform of Rail Infrastructure Managers in Europe*
RdtS	Eesti Vabariigi raudteeseadus
RFID	raadiosagedustuvastus; inglise keeles *radio-frequency identification*
r/m	rahvamajandus
RFC8	Põhjamere-Läänemere raudteekaubaveo koridor; inglise keeles *Rail Freight Corridor North Sea-Baltic*
RFI	Itaalia raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja; itaalia keeles *Rete Ferroviaria Italiana*
SCALA	programmeerimise keel; kombinatsioon inglise keelsetest sõnadest *scalable* ja *language*
SKP	sisemajanduse koguprodukt
SWOT	ärianalüüsi vahend; inglise keeles *Strenghts, Weaknesses, Opportunities Threats*
TCS	liikluse kontrollisüsteem; inglise keeles *Traffic Control System*
TEN-T	Üle-euroopaline transpordivõrk; inglise keeles *Trans-European Transport Network*
TIS	rongiinfo süsteem; inglise keeles *Train Information System*
TMS	liikluse juhtimise süsteem; inglise keeles *Traffic Management System*
TP	tehniline parameeter; inglise keeles *technical parameter*
TTK	tasakaalus tulemuskaart; inglise keeles *balanced scorecard*
UIC	Rahvusvaheline Raudteeliit; prantsuse keeles *Union Internationale des Chemins de fer*
USENIX	Arenenud Arvutisüsteemide Ühing; inglise keeles *The Advanced Computing Systems Association*
VHS	varahaldussüsteem
VJS	vagunite jälgimise süsteem

SISSEJUHATUS

Tänapäeval ei konkureeri ettevõtted omavahel enam toote või teenuse eripära tõttu. Eesmärgipärane juhtimine ja tulemuslikkuse mõõtmine on muutunud olulisemateks tegevusteks konkurentsieelise suurendamisel. Võrguettevõtjate puhul, kes sõltuvad riiklikest investeeringutest, tuleb samuti nendele pöörata üha rohkem tähelepanu. Eesmärgipärane juhtimine ja tulemuslikkuse mõõtmine on teoorias lihtsad ja loogilised, kuid tegelikkuses osutub nende rakendamine tihti väga keeruliseks. Seda enam, kui kasutusele võetakse ka suurandmed.

Suurandmed ehk inglise keeles *big data* on suured ja keerulised andmekogumid, mida on olemasolevate infotehnoloogiliste rakendustega keeruline analüüsida, sest tegemist on suurte andmemahtudega, mis on heterogeensed ning mida kogutakse ja analüüsitakse reaalajas. Võrguettevõtjate jaoks annab suurandmete analüüs ja kasutamine tugeva konkurentsieelise eesmärgipärasel juhtimisel ja tulemuslikkuse mõõtmisel. See jällegi nõuab suurandmetel baseeruvaid konkreetseid tulemusnäitajaid ja eesmärke.

Magistritöö uurimisprobleem seisneb teadmise puudumises, kuidas kasutada suurandmeid võrguettevõtjate, eelkõige raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate tulemuslikkuse mõõtmiseks. Käesoleva töö eesmärk on luua tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur ja kasutajaliidese näide tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel. Selle saavutamiseks vastatakse järgmistele uurimisküsimustele.

- Miks on oluline tulemuslikkuse mõõtmine võrgutööstustes?
- Milline on tulemuslikkuse mõõtmise praktika võrgutööstustes raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja näitel?
- Milline on suurandmetel põhineva tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja näitel?
- Milline võiks olla tulemuslikkusel põhinev tasakaalus tulemuskaart?

Uurimisstrateegiaks on juhtumiuuring ning läbivaks meetodiks juhtumianalüüs Eesti Raudtee AS näitel. Eesti Raudtee valik on põhjendatud, kuna ta on üks kahest avaliku raudtee majandajast Eestis ning võrreldes Edelaraudteega moodustab talle kuuluv taristu valdava osa Eesti Vabariigi avalikust raudteevõrgust. Uurimisstrateegia jaguneb neljaks järjestikuseks uurimisetapiks: ettevõtte analüüsimine, väärtusahela kaardistamine, üldise tulemuslikkuse indeksi konstrueerimine ja kohandatud tasakaalus tulemuskaardi loomine ning võrdlusanalüüs varasemate uuringutega.

Lõputöö on jaotatud kolmeks peatükiks: suurandmed võrguettevõtjate tulemuslikkuse hindamisel, metoodika ning analüüs ja süntees. Esimeses peatükis tuuakse välja asjakohased mõisted. Seejärel tutvustatakse võrgutööstusi ja -ettevõtjaid, milleks on ka raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjad. Näidatakse, mida kujutab endast tulemuslikkuse mõõtmise süsteem raudteedel. Edasi tutvustatakse suurandmeid. Lühidalt analüüsitakse varasemaid uuringuid samal teemal ning formuleeritakse töö probleem, eesmärk ja uurimisküsimused.

Teises peatükis esitatakse töö metoodika. Töö baseerub peamiselt kvalitatiivsetele meetoditele: kirjanduse analüüs, mittestruktureeritud intervjuud Eesti võrguettevõtjatega, väärtusahela modelleerimine, kohandatud tasakaalus tulemuskaardi konstrueerimine ning võrdlusanalüüs. Intervjuud annavad sisendi probleemidele suurandmete kasutamisel ning aitavad autoril paremini mõista juhtumianalüüsiks valitud ettevõtet (AS Eesti Raudtee). Üks parimaid juhtimisvahendeid, keskendumaks ainult kõige tähtsamale ettevõttes, on tasakaalus tulemuskaart, mis on ühtlasi ka üks tulemuslikkuse mõõtmise vahendeid. Selle kohandamiseks kirjeldab autor raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahela. Tulemuste hindamisel kasutab autor võrdlusanalüüsi, valides asjakohased tulemusnäitajad varasematest uuringutest.

Magistritöö viimases peatükis tutvustatakse autori poolt kirjeldatud raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahelat. Seejärel visualiseeritakse tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur, mis aitab mõista, milliseid ja millistest allikatest on vaja saada suurandmeid raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmiseks. Loodav kohandatud tasakaalus tulemuskaart baseerubki suurandmetel. Lõpetuseks analüüsitakse raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja indekseid ning võrreldakse varasemate uuringute tulemustega, et anda hinnang tehtud tööle.

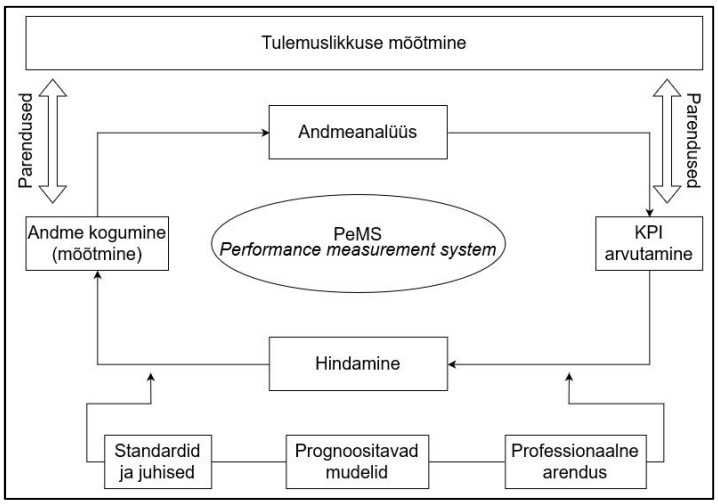
Autor tänab juhendajat Ott Koppelit, ettevõtet Eesti Raudteed AS, Politecnico di Milano poolset konsultanti Margherita Emma Paola Pero ja oma perekonda.

1. SUURANDMED VÕRGUETTEVÕTJATE TULEMUSLIKKUSE HINDAMISEL

1.1 Tulemuslikkuse mõõtmine ja eesmärgipärane juhtimine

Tulemuslikkuse mõõtmine (inglise keeles *performance measurement*) on teema, mida tihti käsitletakse, kuid harva defineeritakse (Neely *et al*. 2005). Tulemuslikkuse mõõtmist on keeruline läbi viia, sest ühele konkreetsele üksusele ahelas on raske omistada kindlaid väärtusi. Selle põhjused võivad olla erinevad: standardiseerimata andmed, halb tehnoloogiline integratsioon, geograafilised ja kultuurilised erinevused ettevõtetes, organisatsiooniüksuste erinevad reeglid ja tõekspidamised, puuduvad ühtsed mõõdikud ja arusaam, miks või milleks on vaja üldse neid mõõta. (Hervani *et al.* 2005)

Tulemuslikkuse mõõtmist võib määratleda kui protsessi tõhususe ja tulemuslikkuse kvantifitseerimist (Neely *et al*. 2005). See tähendab, et kasutatakse statistilisi tõendeid mõistmaks, kui kaugele on jõutud organisatsiooni poolt eelnevalt püstitatud sotsiaalsete või äriliste eesmärkide saavutamises (vt joonis 1.1) (Kuhi *et al*. 2015).



Joonis 1.1. Tulemuslikkuse mõõtmise süsteem
Allikas: koostatud autori poolt kasutades (Kuhi *et al*. 2015)

Joonis 1.1 kujutab endast tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi kontseptsiooni. Tulemuslikkuse mõõtmise süsteem (PMS või PeMS; inglise keeles *performance measurement system*) on oluline juhtimisvahend saavutamaks ning parendamaks ettevõtte tulemuslikkust. See aitab näha seoseid ettevõtte mõõdikute ja strateegia vahel, seega mida rohkem seda arendatakse, seda kergem on muuta ettevõtte

keskkonda, sest parenenud on ka otsustusprotsess. PeMS-i suurimaks eeliseks juhtimisvahendite seas on võimalus kasutada teda nii kvantitatiivsete kui ka kvalitatiivsete tulemuste analüüsimisel. Tulemuslikkuse mõõtmise süsteem ei ole üksüheselt mõistetav, vaid tegelikkuses on välja kujunenud mitmeid erinevaid mudeleid (Sorooshian *et al.* 2016):

- piirangute teooria, inglise keeles *theory of constraint*;
- tulemuslikkuse mõõtmise maatriks, inglise keeles *performance measurement matrix*;
- Euroopa kvaliteedijuhtimise mudel, inglise keeles *European Foundation for Quality Managementi;*
- *SMART Performance Pyramid* – tulemuslikkuse püramiid, inglise keeles *Strategic Measurement and Reporting Technique Performance Pyramid*;
- tulemuste ja determinantide raamistik, inglise keeles *Result and Determinants Framework*;
- TTK – tasakaalus tulemuskaart, inglise keeles *Balanced Scorecard*;
- *Performance Prism* (inglise keeles) – tulemuslikkuse prisma;
- *Medori and Steeple Framework* (inglise keeles) – Medori ja Steeple raamistik;
- dünaamiline mitmemõõtmeline tulemuslikkuse raamistik; inglise keeles *Dynamic Multidimesional Performance Framework*
- holistiline tulemuslikkuse juhtimise raamistik; inglise keeles *Holistic Performance Management Framework*.

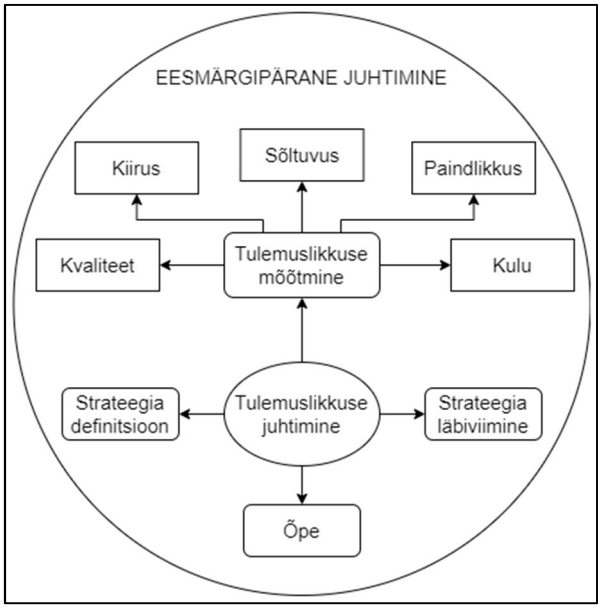
USA Föderaalne Maanteeameti ülevaade annab lisaks veelgi täiendatud definitsiooni, mida saab kasutada eelkõige võrgutööstuse kontekstis: „Tulemuslikkuse mõõtmine on protsess hindamaks arengut eelnevalt kokkulepitud eesmärkide saavutamiseks, sealhulgas saadakse infot kaupade ja teenuste (väljund) jaoks kasutatavate ressursside tõhususe, kvaliteedi (tarne kui ka kliendi rahulolu) ja tulemuste (protsesside reaalsete tulemuste võrdlus soovitutega) kohta. Lisaks ka valitsusepoolsete toetuste tõhusus konkreetsete eesmärkide saavutamises." (Kuhi *et al*. 2015)

Tihti aetakse omavahel segamini tulemuslikkuse mõõtmine (*performance measurement*) ja tulemuslikkuse juhtimine (inglise keeles *performance management*), sest nad kõlavad sarnaselt ning toetavad teineteist, kuid baseeruvad täiesti erinevatel strateegia käsitlustel. Suurt rolli mängib ka keeleline erinevus, sest *management* võib tähendada erinevaid termineid, olenevalt kontekstist. Tulemuslikkuse juhtimine on protsess, mis koosneb neljast alakategooriast: strateegia defineerimine, selle läbiviimine, õpe ning tulemuslikkuse mõõtmine. Kui tulemuslikkuse mõõtmine tegeleb mõõdikute identifitseerimise, jälgimise, analüüsimisega, siis tulemuslikkuse juhtimine

tegeleb analüüsi käigus saadud tulemuste alusel tegevuskava loomise ja läbiviimisega, et saavutada ettevõtte poolt püstitatud eesmärgid. (Performance management … 2019)

Tulemuslikkuse mõõdikuid on võimalik jagada kulu- ja mitte-kulu mõõdikuteks, kuid selline jaotus ei ole väga otstarbekas (Tangen 2004). Informatiivsem ja kasutatavam on Slacki jt (2013) jaotus tööstuses kasutatava viie mõõdiku alusel: kvaliteet, kiirus, sõltuvus, paindlikkus ja kulu. White (1996) on omakorda antud mõõdikuid veelgi laiendanud: andmete allikas, andmete tüüp, viide, protsessi suund. Enamasti nimetatakse taolisi mõõdikuid KPI-deks (inglise keeles *key performance indicator*) ehk tulemuslikkuse võtmenäitajateks (Juhtimisinfo 2015).

Mõõdikute identifitseerimisel, mõõtmisel, analüüsimisel ja tegevuskavade koostamisel puudub kasulikkus, kui ettevõttel ei ole visiooni, mille suunas liikuda. On vaja eesmärki, mida täita. Antud töö autori silmis moodustavad tulemuslikkuse mõõtmine ja tulemuslikkuse juhtimine ühe osa eesmärgipärasest juhtimisest (inglise keeles *management by objectives*) (vt joonis 1.2), mida on ettevõttel vaja saavutamaks püstitatud eesmärke ja seeläbi omakorda tagamaks konkurentsieelist. Eesmärgipärane juhtimine on süstemaatiline ja organiseeritud lähenemine, mis lubab juhtkonnal keskenduda saavutatavatele eesmärkidele ning saada parim tulemus olemasolevate ressurssidega. Selle ülesanne on suurendada ettevõtte tulemuslikkust ühildades omavahel erinevate tasemete eesmärgid. Protsess hõlmab pidevat jälgimist ja tagasiside andmist saavutamaks soovitud tulemust. (St. Ntanos, Boulouta 2012)



Joonis 1.2. Tulemuslikkuse hindamine ja mõõtmine
Allikas: koostatud autori poolt

Tulemuslikkuse mõõtmist ja eesmärgipärast juhtimist on hakatud üha enam rakendama ettevõtete igapäeva tegevustes, seda nii era- kui ka avalikus sektoris. Mõistmaks, kas ettevõte liigub soovitud suunas, määratakse erinevad mõõdikud ning nende kasutamine on väga levinud müügitöös, tootmises, logistikavaldkonnas ning tarneahela juhtimises. Mõõdikute puhul pole olemas absoluutset tõde või universaalset lahendust, sest iga ettevõte on unikaalne ning seda on ka eesmärgid. (Juhtimisinfo 2015) Nende määramisel on aga kokkuvõtvad soovitused, mida jälgida: täpsus, lühidus, koostöö, lihtsus, integreeritus (Kukke 2015). Kuigi meetodid ja abivahendid on olemas puudub enamikel ettevõtetel ikkagi tervikpilt, mille tulemusel kaotatakse otseselt raha (Kildjer 2018). Erasektoris ei pruugi see tuua kahjusid kellelegi peale omanike ja töötajate, kuid avalikus sektoris, mis on seotud riiklike investeeringutega, võib see tuua pikaajalisi kahjusid ühiskonnale laiemalt. Sellega peavad arvestama eriti võrgutööstuse firmad, millel on suur mõju ühiskonna heaolule.

1.2 Võrgutööstused ja –ettevõtjad

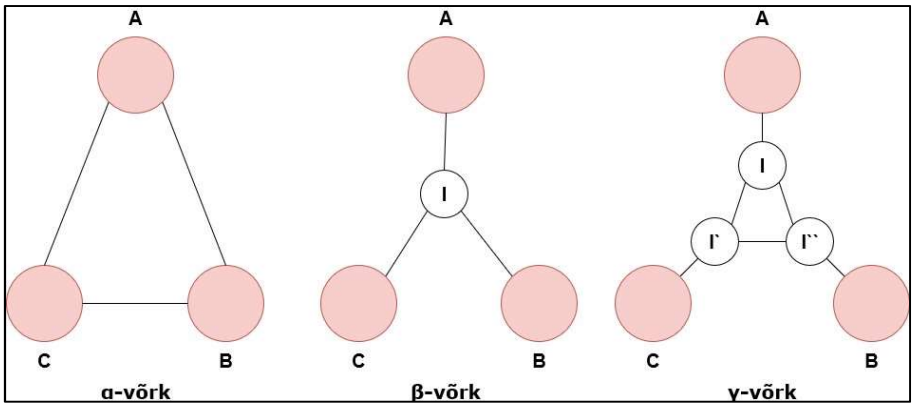
Ettevõtteid, mis ennast või oma toodet vaatlevad graafina, mis koosneb paljudest omavahel seotud sõlmedest, nimetatakse võrguettevõtjateks. Sõlmed on graafi tippudeks ja servadeks on selle ettevõtte pakutav teenus või tegevus. (Kuhi *et al*. 2015) Võrgutööstusi võib määratleda üksustena, kus ettevõtja või selle tooted koosnevad paljudest omavahel ühendatud sõlmedest ja kus sõlmedevahelised ühendused määravad kaubanduse iseloomu (Gottinger 2003). Võrgutööstused hõlmavad maanteid, raudteid, veeteid, torujuhtmeid, elektriliine, postiteenust ja telekommunikatsiooni, mida kasutatakse kaupade veoks, teabe hankimiseks ja edastamiseks ning teenuste osutamiseks (Oswald *et al.* 2011). Eestis on võrguettevõtjateks näiteks Eesti Post, Eesti Raudtee AS, Tallinna Sadam AS, Eesti Energia AS.

Võrguettevõtjate ja -tööstuste iga punkt võib olla kas algussõlm, kust ahel hakkab hargnema; terminalisõlm, mis võtab kõik vastu, või sõlm, mis täidab vahendaja rolli: edastab, hoiab, täiendab, koordineerib, lähtestab. Võrgutööstused on kas ühesuunalised, nagu gaas, kaabeltelevisioon ja vee tarnimine, või kahesuunalised, nagu reisijate vedu ning telekommunikatsioon.

Võrgutööstuste struktuur jaguneb kolmeks (Crampes 1997): (vt joonis 1.3)

- tihe (α-võrk) – kõik lülid (A, B ja C) on omavahel otseselt seotud ning investeerimine infrastruktuuri on väga kallis;

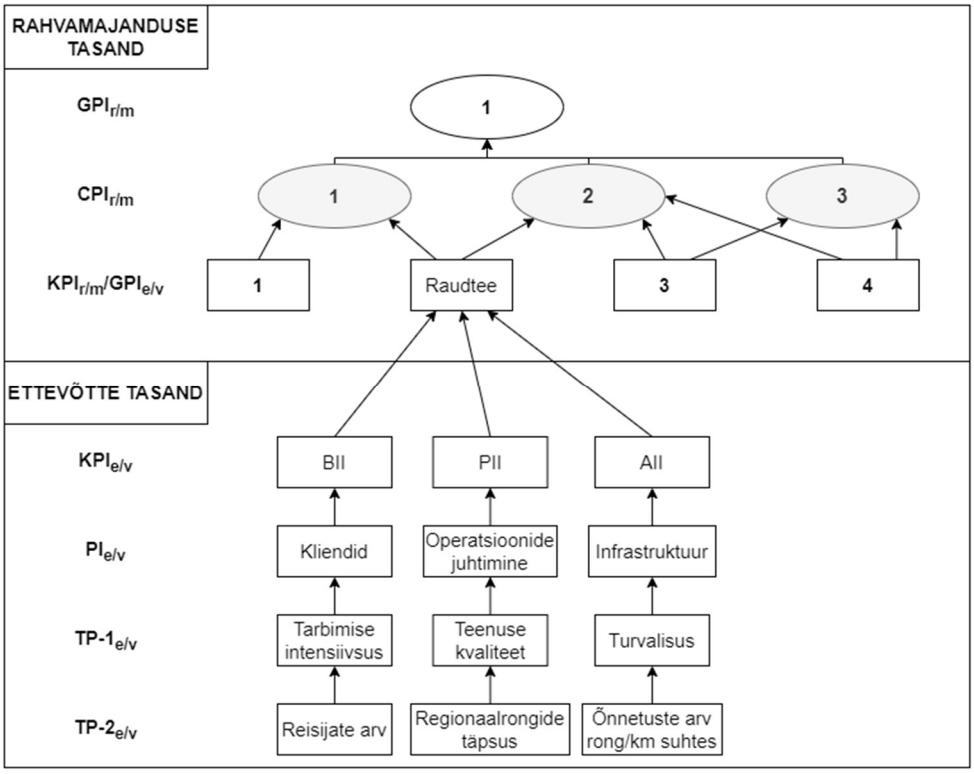
- minimaalne (β-võrk) – ahelad on lühemad, mis nõuab vahendajasõlme I loomist, mis võtab kõik vastu, kandes tegevuskulude läbivaatluse ja lähetamise rolli;
- vahepealne (γ-võrk) – enamikel võrkudel on vahepealne konfiguratsioon nagu γ-võrk, mis kajastab tegevuskulude ja ehituskulude vahelist kompromissi. Viimast sõlme saab kasutada vahendajasõlmena ladustamiseks või suunamiseks.



Joonis 1.3. Võrgutööstuste struktuur
Allikas: Crampes 1997

Võrgutööstuste struktuuril ja toimimisel on suur mõju ühiskonna heaolule, kuna need on eeldused majanduskasvu ja tootlikkusele (Kuhi *et al*. 2015). Tooted ja teenused, mida võrgutööstused pakuvad, esindavad märkimisväärset sisendit iga riigi SKP-sse (A Methodological Note … 2002). Käesolevas töös käsitatakse ainult võrgutööstuse ühte elementi, milleks on raudtee, kus füüsilist toodet ei eksisteeri, vaid pakutakse ainult erinevaid teenuseid. Selliste võrkude arendamisel on oluline roll sotsiaalsetel eesmärkidel, tööstuse arengusuundadel, omandistruktuuridel ja majanduskeskkonnal. Riikide või piirkondade majanduskasv ja konkurentsivõime sõltuvad võrgutööstuste arengutasemest ja toimimisest ning inimesed, ettevõtted ja avalikud teenused sõltuvad tõrgeteta töötavatest võrgutööstustest. (Oswald *et al.* 2011)

Riik sõltub võrgutööstuste arengust ja toimimisest, mille omakorda moodustavad inimesed ja ettevõtted, siis sellest tulenevalt võib võrgutööstust jaotada rahvamajanduse ja ettevõtte tasandiks, kus firma eesmärgid ja mõõdikud on sisendiks riigi eesmärkidele ning mõõdikutele. Joonisel 1.4 on kujutatud võrgutööstuse erinevaid tasandeid, võttes arvesse konkreetse töö spetsiifikat, milleks on raudtee ja osad selle tulemuslikkuse mõõtmise üldised indeksid.



Joonis 1.4. Raudteeinfrastruktuuri tulemuslikkuse hindamise süsteem
Allikas: koostatud autori poolt kasutades (Kuhi *et al.* 2015), (Duranton *et al.* 2017) ja (Kuhi *et al*. 2015)

Joonis 1.4 annab esmase ettekujutuse, kuidas paljud elemendid ja mõõdikud sõltuvad üksteisest, olles sisendiks või väljundiks. Joonisel on kujutatud raudteeinfrastruktuuri tulemuslikkuse hindamise süsteemi, kus kõik mõõdikud kokku moodustavad rahvamajanduse tasandil $GPI_{r/m}$ ehk üldise tulemuslikkuse indikaatori (inglise keeles *generic performance indicator*). $GPI_{r/m}$ sisenditeks on mitmed $CPI_{r/m}$ ehk kombineeritud tulemuslikkuse indeksid (inglise keeles *combined performance index*), mis on moodustatud erinevatest võrgutööstustest ja -ettevõtjatest. Need omakorda koosnevad mitmetest $KPI_{r/m}$, mida võib tõlgendada erinevalt – kas $KPI_{r/m}$, kui vaadata rahvamajanduse tasandilt, või $GPI_{e/v}$ kui ettevõtte vaatenurgast.

Raudteeinfrastruktuuri-ettevõtte $GPI_{e/v}$ moodustavad kolm $KPI_{e/v}$, milleks on: BII ehk äriindeks (inglise keeles *business integrity index*), PII ehk protsessiindeks (inglise keeles *process integrity index*) ja AII ehk varade indeks (inglise keeles *assett integrity index*). Iga mõõdik jaguneb omakorda PI-ks ehk tulemuslikkuse indikaatorid (inglise keeles *performance indicator*) ja TP-ks ehk tehnilised parameetrid (inglise keeles *technical parameter*), kus viimaseid võib vastavalt ettevõttest olla mitmeid.

Võrguettevõtjatel kui ka –tööstuses liigub tohutul hulgal informatsiooni erineval ajal ja kujul, mis nõuab ettevõtjatelt tehnoloogilist võimekust ning paindlikust. See ei tähenda

ainuüksi kõige uuema riist- või tarkvara omamist, vaid ka uute infotehnoloogiliste lahenduste kaasamist firma igapäevategevustesse ja protsessidesse. Üks selliseid lahendusi on suurandmete kasutamine ning nende analüüs, mida saaks kasutada tulemuslikkuse mõõtmiseks.

1.3 Suurandmed

Tänapäeval, kus virtuaalsete andmete hulk hinnanguliselt kahekordistub iga kahe aastaga, on see kaasa toonud andme salvestumisvõimaluste odavnemise, internetivõimsuse kasvu, analüütiliste vahendite arengu ning pilvetehnoloogia tekke (Eljas-Taal *et al.* 2018). Suurandmed annavad meile senisest detailsemat informatsiooni näiteks turunduses ja finantsarvestuses, olulist teavet strateegiate paika panemiseks ja otsuste langetamiseks ning tervikuna paremaid andmeid majanduse ja ühiskonna toimimise kohta (Opher *et al.* 2016). Aina rohkem on võimalik talletada, edastada ning töödelda andmeid, kuid siiski ei leia valdav osa andmetest rakendust, mistõttu jääb suurandmetest saadav potentsiaalne kasu praegu veel marginaalseks (Eljas-Taal *et al.* 2018).

Suurandmed ei ilmunud esmakordselt 2008, kui Chris Anderson neid kirjeldas oma artiklis „*The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete*". Ei leitutatud seda mõistet ka 1998. aastal, kui Google esimest korda väljastati. Isegi mitte 1976, kui Steve Jobs lõi oma kuulsa ettevõtte Apple. (Barnes 2013) Terminit „suurandmed" on kasutatud alates 1990. aastate algusest ning kuigi puudub konkreetne teadmine, kes seda esimesena kasutas, siiski peetakse selle eelkäijaks John R. Mashey't, kes tegi antud mõiste populaarseks, kui ta 1998. aasta aprillis USENIX (Arenenud Arvutisüsteemide Ühing; inglise keeles *The Advanced Computing Systems Association*) kohtumisel esitles oma tööd „*Big Data… and the Next Wave of Infrastress*" (*Where does „Big Data" 2019*; Press 2013). Aasta varem väljastasid NASA teadlased artikli, kus esmakordselt kirjutati „*big data*" kirjeldamaks probleemi, kus andmemahud olid nii tohutud, et puudusid vabad tehnilised vahendid, kuhu informatsiooni talletada (Press 2014). Sel perioodil tehti mõiste tuntuks laiemale populatsioonile, kuid tegelikkuses on suurandmed ringelnud meie ümber ja ajaloos tunduvalt kauem. Me lihtsalt pole varem olnud suutelised neid nii konkreetselt sõnastama.

Suurandmed ehk inglise keeles *big data* on definitsiooni kohaselt suured ja keerulised andmekogumid, mida on olemasolevate infotehnoloogiliste rakendustega keeruline analüüsida. Suurandmete puhul on tegu suurte andmemahtudega, mis on

heterogeensed ning mida kogutakse ja analüüsitakse reaalajas. Andmeid kogutakse mitmest allikast ja nad esinevad erineval kujul, nagu näiteks videosalvestused, e-kirjad, tekst ja numbrid. (Eljas-Taal *et al.* 2018) Andmete kogumist saab liigitada automaatseks ja manuaalseks. Automaatne on siis, kui andmete hankimise käivitab andurite poolt tuvastatud konkreetne sündmus, mille järel kogutakse ja säilitatakse informatsioon tehniliste seadmete abil. Manuaalset aruandlust saab teha tehniliste süsteemide või IT-seadmete abil, kuid seda teeb alati inimene. Otsus andmeid koguda ei käivitu andurite poolt, vaid töötajate poolt vastavalt nende hetkeotsustele. (Big data in railways … 2016) Erinevate aruandluste omadusi näeb tabelist 1.1.

Tabel 1.1 Erinevad suurandmete kogumisviisid

Automaatne kogumine	Manuaalne kogumine
1. Tugev andmete usaldusväärsus ja struktuur, andmeid kogutakse süstemaatiliselt ja struktureeritult; 2. Tehniliste alamsüsteemide ja nendega seotud toetava infrastruktuuri vajadus; 3. Vajab konkreetset juhtumi tuvastust, mis nõuab õige anduri paigaldust.	1. Inimesed otsustavad kogumise vajaduse üle; 2. Subjektiivne reaalsustaju, mille tulemusel võib informatsioon olla katkendlik ja struktureerimata; 3. Lahtine tekstiline aruandlus, mida on keerulisem analüüsida, kuid võib omada tähtsat ning sisurohket informatsiooni.

Allikas: koostatud autori poolt kasutades (Big data in railways … 2016)

Suurandmete konkreetne määratlemine on keeruline. Kirjanduses on mitmeid esialgseid ideid, kuidas neid defineerida ning need kõik baseeruvad võimekusele tulla toime suurel hulgal kiirelt tekkivate andmetega erinevatest allikatest. Kokkuvõtvalt nimetatakse neid 3V-ks: maht (inglise keeles *volume*), kiirus (inglise keeles *velocity*) ja mitmekesisus (inglise keeles *variety*) (Big data in railways … 2016):

- maht – andmekogumite suurus ning suurusjärk on terabaidist petabyteni;
- kiirus – võime hallata kiiresti sisestatavaid andmeid ning väljundina reaalajas teabe esitamine;
- mitmekesisus – suurandmed on võimelised käsitlema andmeid, mis pärinevad erinevatest allikatest ja millel on erinev või täielikult puuduv struktuur.

Nii nagu teistes transpordiliikides nii ka raudteetranspordis kasutatakse erinevaid tehnilisi vahendeid suurandmete kogumiseks, et aidata parendada hetkeolukorda. Kõige klassikalisemad on erinevaid GPS süsteemid, RFID tehnoloogia ja sensorid (UIC Security Platform … 2013). Lisaks on loodud algoritme analüüsimaks eelnevalt kogutud andmeid. Nende põhjal on võimalik ära hoida viivitusi või hilinemisi, leides sarnasusi eelnevalt toimunud juhtumite ja praeguse olukorra vahel. Sarnasusi leides teavitatakse juhtimiskeskust kuni kaks tundi enne juhtumit, et vajaminevaid muudatusi teha. Šveitsis ja Soomes on lisaks juurutatud Hot-Box ehk põhjalik veeremi teljelaagrite

monitooringusüsteem, mille abil saadakse lisainformatsiooni (Big data in railways … 2016):

- surve velje ja rööpa vahel, mis annab informatsiooni veeremi tegeliku kaalu, koormuse tasakaalu ja ratta geomeetria kohta;
- laadimisgabariidi kohta;
- rattalaagrite temperatuuri kohta;
- velgede temperatuuri kohta;
- piduriketaste temperatuuri kohta;
- pantograafi ja kontaktvõrgu seire kohta.

Suurandmete tehnoloogial on mitmeid erinevaid rakendusvõimalusi (Big data in railways … 2016). McKinsey toob välja viis valdkonda, kus lähitulevikus on näha suurandmete plahvatuslikku kasutust: tervishoid, avalik haldus, jaekaubandus, tootmine ja isiku asukohaandmed (Manyika *et al*. 2011*)*. Avalik sektor kasutab suurandmeid muu hulgas maksupettuste tuvastamiseks, haiguste leviku ja meteoroloogiliste katastroofide prognoosimiseks (Bauer *et al.* 2015). Erasektor kasutab suurandmeid peamiselt klientide profiilide kujundamiseks, tootedisainis ja tarneahelate arendamisel (Big data in railways … 2016).

Üheks suure kasvupotentsiaaliga valdkonnaks, kus suurandmete analüüs võiks anda konkurentsieelise, on targa linna kontseptsioon. Eesti siseselt näiteks Tallinn kogub tänapäeval suurel hulgal andmeid, mida analüüsides oleks võimalik luua näiteks tarku tänavavalgustusvõrkusid, optimeerida transpordisüsteemi, suunata paremini sotsiaaltoetusi erinevatele sihtgruppidele, kasutada efektiivsemalt energiat või korrastada haridusvõrku. Samamoodi võimaldab isiku kohaandmete analüüs tuvastada inimeste liikumistrajektoore ning muuta avalikud teenused mugavamaks ja ökonoomsemaks nii turismi- kui ka transpordisektoris ning arendada regionaalpoliitikat. (Eljas-Taal *et al.* 2018)

Ehkki suur osa mõttekodasid ja eksperte on suurandmete analüüsi tuleviku osas optimistlikud, on valdkonnas ka ohtralt kitsaskohti ja probleeme, mida ei saa tähelepanuta jätta. Esmatähtsaks ja suurimaks ohuks suurandmete kasutamisel peetakse privaatsuse ja isikuandmete kaitset. (Eljas-Taal *et al.* 2018) Isikuandmete aktiivsem kasutus analüüsi tarbeks eeldab ettevõtjatelt teadlikumat ja ettevaatlikumat ümberkäimist delikaatsete isikuandmetega (OECD 2017). Andmete kommertsialiseerimine tähendab kasvavat vajadust kaitsta isikuandmete anonüümsust, mis tuleneb andmete aktiivsemast ringlusest organisatsioonide vahel (Manyika *et al*. 2011*)*.

Andmete vaba liikumise ja isikuandmete kaitse kõrval on teiseks suuremaks kitsaskohaks valdkonda tundvate ekspertide ja analüütikute vähesus, kes omavad vastavaid oskusi ja kogemusi suurandmete analüüsimisel (Eljas-Taal *et al.* 2018). Tehniliseks ja juriidiliseks kitsaskohaks on suurandmete kuuluvuse küsimus. Tihti ei kuulu suurandmed vaid ühele kindlale inimesele või organisatsioonile ning mõningatel juhtudel on andmete kuuluvust üldse keeruline välja selgitada. Juriidilise puuduse lahendamiseks on välja pakutud idee käsitleda andmeid kui kaasomandit, mille puhul oma digitaalse tegevusega andmeid loovat inimest vaadeldakse kui andmete kaasomanikku. (Hofheinz, Osimo 2017) Veel üks juriidiline kitsaskoht on andmete lokaliseerimine, mis seab geograafilised piirangud, mis määravad, millises riigis tohib konkreetseid andmeid töödelda ning säilitada. Digitaalsete andmete tähtsuse kasv tingib ohu, et tekib niinimetatud "andmete lõhe" nende inimeste vahel, kes kasutavad, ja nende vahel, kes ei kasuta infotehnoloogiat. (Eljas-Taal *et al.* 2018)

On arusaadav, et suurandmeid ja kõike, mis nendega kaasneb, ei saa ettevõtted enam ignoreerida, kui on soovi omada konkurentsieelist ning pakkuda klientidele parimat. Eesti firmad kasutavad mingil määral suurandmeid ning nende analüüsi, kuid huvi on tõusutrendis. Seda nii jae- kui ka hulgimüüjate, jagamisplatvormi arendajate kui ka avaliku sektori ettevõtete seas. Idee kasutada suurandmeid tulemuslikkuse mõõtmiseks on rohkem kui aktuaalne ning kõige suurem kasu oleks nendest eelkõige võrgutööstuses, kus seda teemat on juba arutatud.

1.4 Varasemad uuringud

Käesolev lõputöö keskendub raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmisele kasutades suurandmeid. Seoses teema püstitusega annab autor lühiülevaate antud teemaga seotud uuringutest. Organisatsioonid ning infotehnoloogilised platvormid, mis antud teemat on puudutanud, ja millega on ühinenud ka Eesti Raudtee AS, on: RFC8, UIC, PRIME ja ERPI. Väiksemas mastaabis ning üldisemalt on Tallinna Tehnikaülikoolis teemat käsitlenud Kati Kõrbe Kaare, Kristjan Kuhi, Raigo Uukkivi, Ott Koppel jne.

RFC8 (eesti keeles Põhjamere-Läänemere raudteekaubaveo koridor; inglise keeles *Rail Freight Corridor North Sea-Baltic*,) loodi kooskõlas Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määruse 913/2010 22. septembril 2010. aastal, kui tunti muret Euroopa raudteevõrgu konkurentsivõimelisuse pärast kaubavedude osas. Põhjamere-Läänemere raudteekaubaveo koridor loodi 2015. aastal ühendamaks omavahel Lääne- ja Ida-

Euroopat ning Kesk-Euroopat tähtsamate Põhjamere sadamatega. RFC8 näeb end teenusepakkujana ning on kohustatud pakkuma innovaatilisi lahendusi parendamaks tegevustulemuslikkust oma klientidele ja ka tõstma raudteeveo kui transpordiliigi osatähtust säilitamaks jätkusuutlikku transpordisüsteemi. Määruse tegevussuunad keskenduvad eelkõige ühtsele koostööle ja infotehnoloogiliste lahenduste ühildumisele erinevate infrastruktuuri-ettevõtjate vahel, et pakkuda klientidele usaldusväärset teenust. (Rail Freight Corridor North Sea-Baltic 2020)

Võimaldamaks pakkuda lubatud teenust on seatud mitmeid KPI-sid, mille andmeid saadakse rahvusvahelisest süsteemist TIS (eesti keeles rongiinfo süsteem; inglise keeles *Train Information System*). Valitud mõõdikud põhinevad viiel põhimõttel: mõõdetavus, arusaadavus, võrreldavus, asjakohasus ning nende mõju suures pildis. Saadud andmeid jaotatakse vastavalt: informatsioon koridori liikluse, koridori läbilaskevõime ning turu muutuste kohta. (Performance Monitoring Report 2018) Kõige selle saavutamiseks on RFC8 kasutusele võtnud neli veebipõhist informatsioonisüsteemi: PCS, TIS, CIS ja CIP.

PCS (eesti keeles rongiliinide koordineerimise süsteem; inglise keeles *Path Coordination Sytem*) on rahvusvaheline rongiliinide koordineerimise süsteem, mis aitab optimeerida rahvusvahelisi teid, tagamaks, et raudtee nõudlus ja pakkumine oleksid kooskõlas kõikide osapooltega. TIS (eesti keeles rongiinfo süsteem; inglise keeles *Train Information System*) toetab rahvusvaheliste rongide haldamist edastades reaalajas rongide andmeid, mis puudutavad reisijaid ja kaubaronge, ning mida töödeldakse otse raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja infosüsteemides. CIS (eesti keeles kasutustasude infosüsteem; inglise keeles *Charging Information System*) kajastab infrastruktuuri kasutustasusid. Süsteem annab kiire ülevaate Euroopa raudteeinfrastruktuuri kasutamise maksumuse kohta ning orienteeruva hinna rahvusvaheliste liinide kasutamisel. CIP (eesti keeles kliendiinfo platvorm; inglise keeles *Customer Information Platvorm*) annab täpset informatsiooni marsruutide, terminalide, erinevate infrastruktuuride investeerimisprojektide ja hooldustööde kohta, kui ka andmeid liinide kuuluvuse kohta RFC osalejatele. (Corridor Information Document 2018)

UIC (eesti keeles Rahvusvaheline Raudteede Liit; prantsuse keeles *Union Internationale des Chemins de fer*) on organisatsioon, mis asutati 1922. aastal esindamaks ning parendamaks raudteetransporti. Nende missioon on arendada rahvusvahelist raudteevedu kehtestades erinevaid tehnilisi norme ja reegleid (International union of railways 2019). 2019. aasta Pariisi konverentsil (UIC … 2019) juhiti tähelepanu, et andmeid peaks lisaks kogumisele ka reaalsuses kasutama ettevõtte väärtuse

tõstmiseks. Algeline näide suurandmete kogumisest on Prorail, kus informatsioon rattapaaride kohta laekub sensorite abil: aeg, mass, kiirus ning vanus (UIC … 2019).

UIC on veendunud, et suurandmete korrektne ja efektiivne kasutamine aitaks suurendada turvalisust, reisijate osakaalu, kindlusetunnet, parendada kommunikatsiooni erinevate osapoole vahel, täpsust ning kättesaadavust. Kõige selle juures väheneksid nii hoolduskulud kui ka investeeringud, kuid suureneks tootlus. Kontrollimaks hüpoteesi, viidi läbi suurandmete juhtumianalüüsi NR-ga (Suurbritannia raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja; inglise keeles *Network Rail*) 2018. aastal, kus tulemusi analüüsiti järgnevate teemade alusel: strateegia, organisatsioon, andmed, inimesed ja kultuur, muutuste juhtimine ning progresseeruv parendamine. Tulemused olid positiivsed, kuid saamaks maksimaalset kasumit suurandmetest, peaks tegema muutusi mitte niivõrd tehnoloogilisest aspektist vaadatuna vaid hoopiski organisatsiooni siseselt. (Held *et al.* 2019)

Euroopa Komisjoni ja raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate initsiatiivi alusel loodi 2013. aastal PRIME (eesti keeles Euroopa raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate koostööplatvorm; inglise keeles *Platform of Rail Infrastructure Managers in Europe*), mis tegeleb raudtee mõõdikute identifitseerimise ning koostöö parendamisega erinevate riikide raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate vahel (Infrastructure managers (PRIME) 2020). Mõõdikud, mille alusel võrrelda tulemuslikkust, kui ka nende kasutamisvajadus peavad olema väga konkreetsed: PRIME põhieesmärk on välja arendada sellised KPI-d ja võrdlusaluse praktikad, mis aitaksid parendada iga infrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkust ja äri arengut (Key Performance Indicators … 2019).

Alameesmärgid kujutavad endast katset juurutada ühtse Euroopa raudteepiirkonna taktikat, suurendada ERTMS-i (eesti keeles Euroopa raudteeliikluse juhtimissüsteem; inglise keeles *European Rail Traffic Management System*) kasutuselevõttu ja võrrelda erinevate infrastruktuuri-ettevõtjate tulemuslikkust (About PRIME: Description 2019). Lisaks on loodud alagrupp eesmärgiga leida infotehnoloogilisi vajakajäämisi ning pakkuda välja lahendusi nende eemaldamiseks või minimaliseerimiseks olemasolevate vahenditega. Oma tegevustega soovitakse optimeerida digitaalseid lahendusi Euroopa raudteede mahutavuse, liikluse ja infrastruktuuri andmete haldamiseks piirüleselt. (Digital Solutions 2019)

Kui PRIME tegeleb KPI-de väljatöötamisega, siis ERPI ehk Euroopa raudteede tulemuslikkuse indeks (inglise keeles *European Railway Performance Index*) võrdleb Euroopa riikide raudteesüsteemide tulemuslikkust, mille tulemusi esitleb BCG (ärinimi;

inglise keeles *Boston Consulting Group*) (The different European … 2019). Kõige viimane raport väljastati 18. aprillil 2017, kus öeldi, et ERPI pakub kõige põhjalikumat Euroopa raudteede võrdlusuuringut, võttes arvesse kolm erinevate dimensiooni, mis mõjutavad raudtee tulemuslikkuse taset ja mis kehtivad nii inimeste kui ka kaupade suhtes (Duranton *et al.* 2017):

- liiklustihedus – kui palju kasutatakse raudteed inimeste ja kaupade vedamiseks;
- teenuse kvaliteet – kas rongid on täpsed ja kiired; kas nende kasutamine on majanduslikult võimalik;
- turvalisus – kas raudteesüsteem vastab kõige kõrgemale turvalisuse standardile.

Kõige tähtsamaks, kui on soovi teha muutusi süsteemi tulemuslikkuses, peetakse turvalisust ja teenuse kvaliteeti. Riigid, kus leiab aset tulemuslikkuse vähenemine, näevad tihti ka langust oma turvalisuse hinnangutes, samas riikides, kus tulemuslikkus on tõusulainel, on tihti tõusmas ka nende teenuse kvaliteedi hinnang. Raporti autorid leidsid, et raudteesüsteemi üleüldine tulemuslikkus oli reeglina korrelatsioonis avaliku sektori kuludega, mille all peeti silmas süsteemi panustatud riiklikke toetusi ja investeeringuid. 2017. aasta raportis leiti, et korrelatsioon tugevneb ajas: mida rohkem riik investeerib raudteesüsteemi, seda suurem on süsteemi tulemuslikkus. Taaskord leidis kinnitust, et avaliku sektori toetuste ja investeeringute väärtus tõusis või langes olenevalt riiklike toetuste protsendimäära suurusest infrastruktuuri-ettevõtjatele. Nõrk korrelatsioon leiti tulemuslikkuse liberaliseerimistaseme ja juhtimismudeli vahel. (Duranton *et al.* 2017).

Oma artiklis kirjeldavad R. Uukkivi ja O. Koppel (2014), et kuigi 2004. aastast alates on raudtee infrastruktuuri haldamiseks olemas olnud muutumatult püsinud majanduslike regulatsioonide raamistik, siis tegelikkuses puudub institutsiooniline mehhanism jälgimaks, kuidas regulatsioonid mõjutavad raudtee arengut. Eestis on raske kindlaks määrata raudteeinfrastruktuuri majandamise regulatsioonide eesmärke, sest tihti on need kontseptuaalsed või umbmäärased. Mitmetes dokumentides kajastatakse kulude distsipliini, turvalisust, süsteemi mahutavust ja teenuse kvaliteeti, kuid kindlate eesmärkide puudumine ei võimalda mõõdetavust ning regulatsioonide tulemuste analüüsi. Kõige lõpuks rõhutavad autorid holistilise uuringu vajalikkust mõõtmaks majanduslike regulatsioonide efektiivsust raudteeinfrastruktuuri haldamises Eestis.

2015. aastal välja antud teadusartiklis selgitasid K. Kõrbe Kaare koos K. Kuhi ja O. Koppeliga (2015) põhimõtteid, kuidas ehitada võrguettevõtjate jaoks üles mõõdetavatel tehnilistel näitajatel põhinev üldine tulemuslikkuse mõõtmise süsteem, ja esitasid infotehnoloogilise süsteemi arhitektuuri, mis võimaldab selliseid näitajaid koguda,

töödelda, analüüsida ja võrrelda. Sisemaatransport on hea näide, kus tulemuslikkust saab mõõta tervikliku üksusena ja seetõttu on see aluseks raudtee tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi loomisele.

1.5 Järeldused

Antud lõputöö esimene peatükk kirjeldas tulemuslikkuse mõõtmist, võrgutööstusi ja –ettevõtjaid, suurandmeid ning nende omavahelist seost. Autor leiab, et kuigi infotehnoloogilised vahendid ja võimalused on edasi arenenud eesmärgiga muuta organisatsiooni protsessid paremaks ning suurendada tulemuslikkust, siis siiani ei kasutata neid nende täies potentsiaalis. Väikese kasutusmäära põhjuseks on reeglina vastavate teadmiste, oskuste kui ka kindlalt sõnastatud eesmärkide ja reeglistike puudumine.

Tulemuslikkuse mõõtmisest räägitakse tihti ja palju, kuid seda defineeritakse harva tema keerukuse tõttu – väga raske on omistada tulemusi ühele konkreetsele üksusele väärtusahelas ning põhjuseid selleks on mitmeid. Lisaks aetakse tulemuslikkuse mõõtmist segamini ka tulemuslikkuse juhtimisega, mistõttu ei saada soovitud tulemusi. Sellises umbmäärasuses tegutsemine ei ole aktsepteeritav ühelegi firmale, kuid veel vähem võrgutööstustele ja -ettevõtjatele, millel on suur mõju ühiskonna heaolule. Selline edasiminek pole pikas perspektiivis jätkusuutlik.

Iga tund ja minut koguvad võrguettevõtjad tohututes kogustes suurandmeid, mida kahjuks ei osata kasutada igapäeva otsuste tegemisel. Suurandmetel oleks potentsiaali optimeerida protsesse, vähendada kulusid, parendada pakutavate teenuste kvaliteeti. Kokkuvõtvalt oleks võimalik ja tegelikult ka peaks suurandmeid kasutama rohkem ettevõtte tulemuslikkuse mõõtmiseks. Seda on kinnitanud nii rahvusvahelised organisatsioonid, konverentsid, raportid kui ka Eesti võrguettevõtjate esindajad (Ploom 2019, Eljand 2019, Tammela 2019). Lisaks on viimased intervjuudes ka maininud probleemikohti, mille tõttu seda veel teha pole võimalik – puudub konkreetne tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur, mis baseeruks suurandmetel.

Probleemi lahendamiseks on autor otsustanud koostöös Eesti Raudtee AS-ga luua tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuuri ja kasutajaliidese näite tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel. Süsteemi arhitektuur oleks alusraamistik ettevõttele saamaks aru, kust ja kuidas suurandmed tulevad, kuidas nende kasutamisest maksimaalset kasu saada. Kuna tänapäeval töötatakse kõige enam erinevate infotehnoloogiliste vahenditega, siis seetõttu tuleks mõelda, milline näeks välja kasutajaliides.

2. METOODIKA

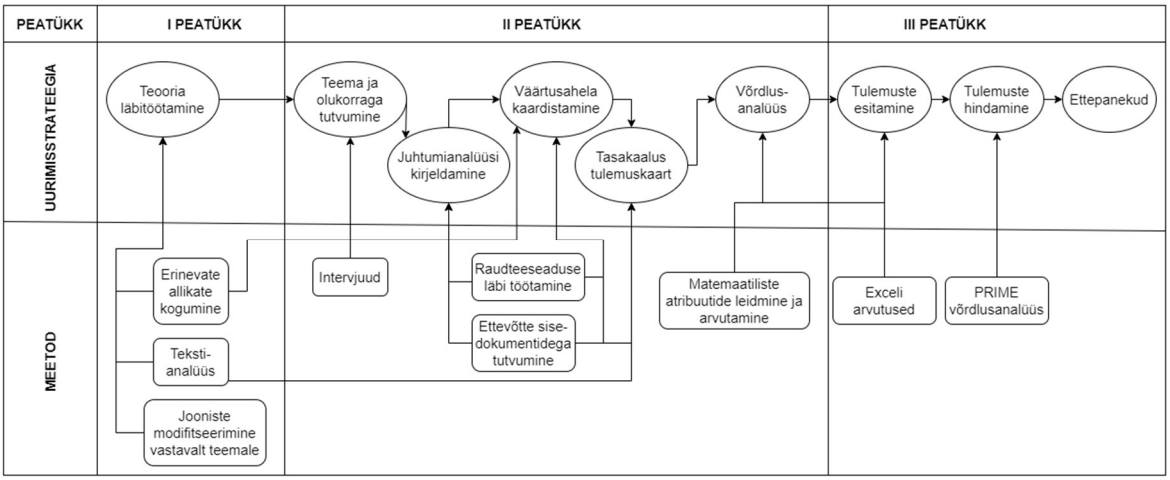
2.1 Uurimisstrateegia

Täitmaks uurimiseesmärki, milleks oli luua tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur ja kasutajaliidese näide tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel otsustati lahenduse leidmiseks teha juhtumianalüüs Eesti Raudtee AS baasil. Juhtumianalüüsi ehk juhtumiuurimuse määratluse puhul on uurimuse keskmes juhtum oma terviklikkuses ja loomulikus kontekstis. Analüüsile on võimalik läheneda nii kvalitatiivsete kui ka kvantitatiivsete meetoditega. (Strömpl 2014)

Vastavalt sellele jaotas autor uurimisstrateegia neljaks etapiks:

- Eesti Raudtee AS kirjeldus – tegemist on monopoolse Eesti raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjaga, kellel lasub vastutus nii oma töötajate kui ka riigi ees, mistõttu enne, kui hakata ettevõttes protsesse või tegevusi muutma, peab teadma, mis olukorras üldse ollakse;
- väärtusahela kaardistamine – raudtee ei tooda füüsilist toodet, vaid pakub teenust, mistõttu klassikalist tootearendust teha ei saa väärtuse parendamiseks ning selle asemel tuleb tõhustada väärtust loovaid tegevusi;
- tasakaalus tulemuskaardi – lühendina TTK ja inglise keeles *balanced scorecard* puhul on tegemist juhtimisinfo esitamise vahendiga, mis annab raamistiku teemal, mida tuleb mõõta, et saavutada ettevõtte eesmärgid;
- võrdlusanalüüs – inglise keeles *benchmarking* on juhtimisvahend, mille puhul võrreldakse ettevõtte tulemusi samal tegevusalal saadud parimate tulemustega ning käesoleva töö puhul oleks selleks olnud *Rete Ferroviaria Italiana* (RFI), kuid COVID-19 epideemiat puhangu tõttu kehtestatud piirangute tulemusel RFI-poolset koostöö võimalust enam kasutada ei saanud ja autor otsustas võrrelda PRIME-ga.

Lahendamaks probleemid ning täitmaks uurimiseesmärki koostas autor tegevuskava, mida on näha joonisel 2.1. Selles on kajastatud tegevused koos vastavate meetodite ning neid käsitlevate peatükkidega.



Joonis 2.1. Uurimiskava
Allikas: koostatud autori poolt

Antud töös kasutatakse nii primaarseid kui ka sekundaarseid andmeid ning kvalitatiivseid meetodeid. Vähesel määral on kasutatud kvantitatiivseid meetodeid esialgse raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse arvutamiseks.

Primaarsed andmed pärinevad Eesti Raudtee AS raportitest ja dokumentidest, nendeks on nii faktilised kui ka kirjeldavad andmed. Numbrilised näitajad võrdlusanalüüsi tarbeks on kogutud nii UIC-i statistikaraportidest kui ka PRIME süsteemist. Sekundaarsed andmed tulenevad erinevatest teadusallikatest: raamatutest, artiklitest, konverentside materjalidest.

Kvalitatiivse meetodina kasutati mittestruktureeritud telefoni- ja meiliintervjuusid erinevate ettevõtete esindajatega, väärtusahela modelleerimist, kohandatud tasakaalus tulemuskaarti ning suurandmetele baseeruva arhitektuuri loomist. Intervjuudega sooviti välja selgitada, kuidas üldse Eesti võrguettevõtted on kohanenud suurandmetega. Vesteldi Eesti Raudtee (Ploom 2019), Tallinna Sadama (Tammel 2019) ja Eesti Energia (Eljand 2019) esindajatega, kus viimase puhul oli oluline jaotusvõrk, mis kuulub nende tütarettevõtjale Elektrilevi. Kõik nimetatud võrguettevõtjad on kasutusele võtnud suurandmed ning rakendavad neid oma igapäeva tegevustes, kuid tunduvalt vähem kui sooviksid.

Tallinna Sadam (Tammel 2019) soovib kasutada suurandmeid Targa Sadama analüüsimiseks, saamaks teada, kui palju on see parandanud olukorda minevikuga. Teine valdkond, kus suurandmed neid aidata võiks, oleks D-terminali uue automaatrea kasutamise analüüsimisel – miks seda vähe kasutatakse, kuidas suurendada kasutamisprotsenti ja mis oleks TO-BE olukord, kui kasutus suureneks. Erinevad andmed on olemas, oskus neid töödelda aga puudub.

Eesti Energia (Eljand 2019) on oma seadmed ning andurid märgistanud tarkade sensoritega, mille abil iga sekund saadakse üle miljoni Exceli rea informatsiooni, kuid see ei tule neile, vaid eraldi SCALA-andmebaasi (programmeerimise keel; kombinatsioon inglise keelsetest sõnadest *scalable* ja *language*) mitmel erineval kujul, mida haldavad kolmandad ettevõtted. Andmeid saadakse ainult päringute teel, mis ajaliselt saabudes on juba vananenud. Vastused saadakse küsimustele, mida on osatud esitada, kuid mitte neile, mis vahest reaalselt vajaks vastamist.

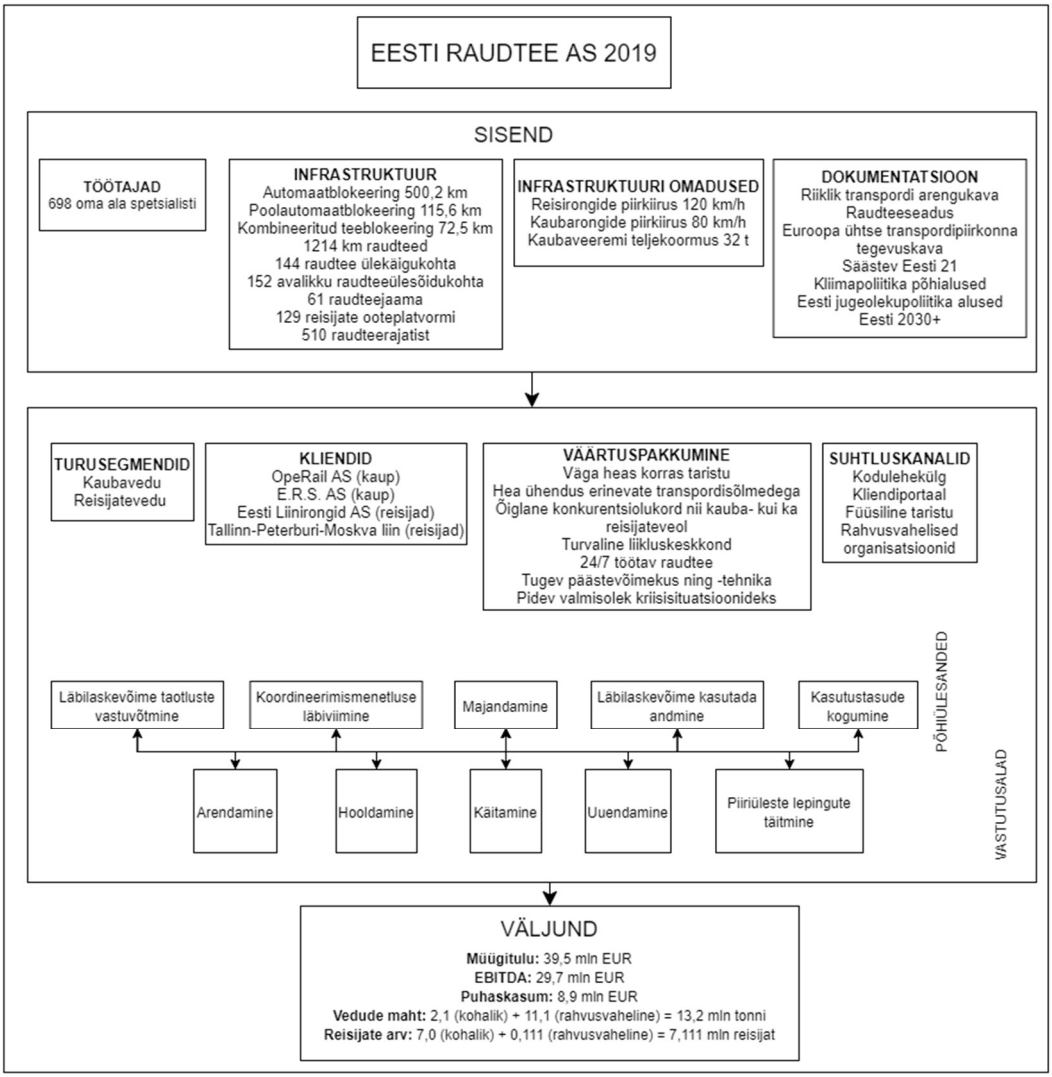
Eesti Raudtee AS, kellega antud töö raames tehakse koostööd, olles ühelt poolt teenindussektori ettevõtja ja teiselt poolt võrguettevõtja, on intervjuude (Ploom 2019) baasil samas olukorras mis Eesti Energia: vananenud süsteemid ning puuduvad kindlad teadmised suurandmete töötlemise ja kasutamise kohta. Olles riigi majanduspoliitika elavdaja rollis ning pakkudes inimestele igapäevasteks liikumisteks ja reisimisteks mitmekesiseimaid võimalusi (Eesti Raudtee AS aastaaruanne 2019), ei saa ettevõte aina kiiremini arenevas maailmas, seda nii tehnoloogiliselt kui ka klientide ja omanike soovide muutumises, enam sama metoodikaga jätkata.

Väärtusahela modelleerimise metoodikat kasutatakse raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahela kaardistamiseks, mida seni ei ole veel üheselt tehtud. PRIME ja ERPI küll kaardistavad teatud osa antud ahelast, kuid mitte kõike ja seetõttu ei ole veel leitud ühist viisi raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse arvutamiseks. Väärtusahela kaardistamise aluseks võtab autor antud töös läbitöötatud materjalid ning Raudteeseaduse § 3 lõikes 12 välja toodud raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja põhiülesanded. Järgmiseks kohandatakse tasakaalus tulemuskaarti, kus kombineeritakse Eesti Raudtee AS tegevusvaldkonnad tulemuslikkuse valdkondadega. Tulemuseks on kohandatud tasakaalus tulemuskaart, mis arvestab nii ettevõtte eesmärke kui ka tulemuslikkuse eesmärke. See aitab luua esialgse tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuuri, mis baseerub suurandmetel, ning annab alust arvutamaks esmaseid tulemusi, mis on antud töö kvantitatiivne osa.

2.2 Juhtumianalüüs – AS Eesti Raudtee

Eestis on kaks avaliku raudtee majandajat – riigile kuuluv AS Eest Raudtee ja eraomanduses olev Edelaraudtee AS (Avaliku raudteeinfrastruktuuri arendamist … 2019). Käesolevas töös keskendutakse ainult Eesti Raudteele, sest talle kuuluv taristu moodustab valdava osa Eesti Vabariigi avalikust raudteevõrgust (Eesti Raudtee AS

strateegia 2019-2024). Eesti Raudtee on alates 1870. aastast tegutsev, käesoleval ajal riigile kuuluv äriühing, mis vastutab raudteeinfrastruktuuri majandamisega seotud ülesannete täitmise eest (Ettevõttest 2019). Ettevõtte tervikliku pildi saamiseks on autor koostanud kokkuvõtva joonise 2.2. Joonisel on kasutatud modifitseeritud kujul Alex Osterwaldi ärimudelit (inglise keeles *business model canvas*), mis võimaldab kõige paremini ühtselt kujutada ettevõtet. Ärimudeli kasutamine võimaldab ettevõttel planeerida oma tegevusi ning saavutada soovitud finantsilisi tulemusi, võttes arvesse nii väliseid kui ka sisemisi tegureid. Tervikpildi hoomamine aitab suurendada tulusid ja kasumit ning lisaks tagab ka nii konkurentsieelise kui ka firma jätkusuutlikkuse. (Dudin *et al.* 2015)



Joonis 2.2. Eesti Raudtee AS
Allikas: koostatud autori poolt kasutades (Ettevõttest 2019), (Avaliku raudteeinfrastruktuuri arendamist … 2019) ja (Eesti Raudtee AS aastaaruanne 2019)

Aastatel 2017-2018 on toimunud olulised muudatused ka Eesti Raudtee organisatsiooni arengus. Kokku on lepitud ettevõtte uus visioon, missioon ja põhiväärtused (vt joonis

2.3) ning alustatud nende elluviimise protsessi. Käivitatud on eesmärgipärane juhtimine ja üksustega kokku lepitud aastased tegevuseesmärgid. Suurt tähelepanu on pööratud sisekommunikatsiooni arendamisele. Kaasajastatud on ettevõtte juhtimisstruktuur, värvatud mitmeid uusi võtmetöötajaid ning alustatud horisontaalsete IT arendusprojektidega, mis loovad vundamendi protsesside automatiseerimisele. Ettevõtte SWOT analüüs toob välja, et mahajäämus uute tehnoloogiate juurutamisel võib hakata tekitama probleeme toimepidevuses ja kliendirahulolus. Killustatud protsessid ja limiteeritud üksuste vaheline koostöö võib takistada ettevõtte efektiivsuse kasvu. (Eesti Raudtee AS strateegia 2019-2024)

Joonis 2.3. Eesti Raudtee AS visioon, missioon, väärtused
Allikas: (Eesti Raudtee AS strateegia 2019-2024)

Kolm peamist Euroopa raudteepoliitikat kujundavat organisatsiooni, mille töös osaleb ka Eesti Raudtee, on PRIME, CER ja OSJD. Nende organisatsioonide poolt kujundatava poliitika elluviijateks on Euroopa riikide taristuettevõtjad, nende hulgas ka Eesti Raudtee. See on vastutusrikas ja mahukas töö, mille kaudu Eesti Raudtee realiseerib oma põhikirjas sätestatud põhitegevusala – raudteeinfrastruktuuri majandamine. (Eesti Raudtee AS strateegia 2019-2024)

Eesti Raudtee AS on raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja, mis Raudteeseaduse § 3 lõikes 12 alusel tähendab raudtee-ettevõtjat, kelle ülesanded on raudteevõrgul raudteeinfrastruktuuri majandamine, käitamine, hooldamine ja uuendamine ning raudteeinfrastruktuuri arendamises osalemine seaduse § 49^2 lõikes 1 nimetatud tegevuskava kohaselt. § 3 lõigete 12^1-12^5 alusel tähendavad need järgnevat:

- „[…] raudteeinfrastruktuuri arendamine – raudteevõrgu kavandamine, raudteeinfrastruktuuri finants- ja investeeringutealane kavandamine, rajamine ning ajakohastamine ehk olemasoleva raudteeinfrastruktuuri ulatuslik muutmine, mis parandab selle üldist toimivust;

- raudteeinfrastruktuuri käitamine – läbilaskevõime jaotamine, liiklusjuhtimine ja raudteeinfrastruktuuri kasutustasude määramine;
- raudteeinfrastruktuuri hooldamine – olemasoleva raudteeinfrastruktuuri seisukorra ja võimekuse säilitamiseks tööde tegemine;
- raudteeinfrastruktuuri uuendamine – olemasoleva raudteeinfrastruktuuri ulatuslik asendamine, mis ei muuda raudteeinfrastruktuuri üldist toimivust;
- raudteeinfrastruktuuri majandamise põhiülesanded on rongiliinide kättesaadavuse määratlemine ja hindamine, rongiliinide jaotamine, otsuste tegemine rongiliinide jaotamise ja raudteeinfrastruktuuri kasutustasude kohta ning kasutustasude kindlaksmääramine ja kogumine vastavalt läbilaskevõime jaotamise ja kasutustasude määramise korrale".

Lähtuvalt Eesti Raudtee AS põhiülesannetest raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjana, saab identifitseerida raudtee väärtusahela.

2.3 Väärtusahela kaardistamine

Väärtusahel on Michael Porteri poolt tutvustatud kontseptsioon, mis hõlmab endas tegevusi, mida ettevõtte teeb, et luua oma kliendile väärtust (Porter 1998). Klassikaliselt kaardistatakse väärtusahelat toote tootmise tellimusest kuni kohale toimetamiseni (Väärtusahela kaardistamine 2020). Väärtusahelat kaardistada on vaja, kuna ebaefektiivne on parendada üksikuid protsessilõike, kui seda ei tehta lähtuvalt "suurest pildist". Täheldamata "suurt pilti" võib parendades ühte kindlat lõiku tekitada sootuks suurema probleemi järgmises protsessilõigus. Väärtusahela kaardistamine aitab selliseid olukordi ära hoida. (VSM – väärtusahela kaardistamine 2020)

Väärtusahelaid saab jaotada kaheks: primaarsete ning sekundaarsete tegevustega. Primaarsed tegevused on sisendlogistika, tootmis- ehk siselogistika, väljuvlogistika, turundus, müük ja järelteenindus, k.a tagastuslogistika korraldamine. Sekundaarsed tegevused on näiteks ostujuhtimine, personalijuhtimine, tehnoloogia ja IT arendused ning tootmislik infrastruktuur. (Masiero *et al*. 2017) Lisaks nendele on Gereffi (Gereffi 1999) veelgi jaotanud väärtusahelaid: tootjate poolt mõjutatud ning ostjate poolt juhitud väärtusahelad. Tootjate poolt mõjutatud väärtusahelate puhul on juhtival positsiooni tootmisfirma või integreeritud valdkond, kes kontrollib tootmissüsteemi läbi tarnijate, tütarettevõtete ja alltöövõtjate. Tootja väärtusahelad on tihti kapitali ja tehnoloogia intensiivsed majandusharud nagu näiteks autotööstus, lennundus ja elektrimasinad. Ostjabaasil põhinevates väärtusahelates on juhiroll tarnijal, kelle

positsiooni määravad teadmised turu olukorrast. Sellised ahelad on levinud näiteks riide-, toidu- ja tarbeelektroonika tööstuses.

Transpordiettevõtted balansseerivad kahe väärtusahelatüübi vahel, sest logistika on muutunud väga tehnoloogiaintensiivseks, kuid teisest küljest tuleb arvestada, et transpordiettevõtted on algselt tegelenud kauba viimisega lähtekohast sihtkohta ning mitte nende tootmisega. Sellele põhinedes julgeb autor väita, et transpordiettevõtete väärtusahelaid saab nimetada ostjate poolt juhitavateks ahelateks, sealhulgas raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja omi, sest füüsiliselt ei toodeta toodangut, vaid pakutakse ainult teenust.

Väärtusahelaid kirjeldatavates ning analüüsivates allikates on eelkõige keskendutud tootmisvaldkondadele. Teenindust on tunduvalt vähem uuritud ning veelgi vähem on analüüsitud selliseid mitmekülgseid ning keerulisi majanduslikke struktuure nagu raudtee (Montwill 2018). Transpordis, mis oma olemuselt on teenindus, on suurel määral keskendutud maanteetranspordile, mis omab suurt rolli inimeste igapäevaelus, kuid tagaplaanile on jäetud lennu-, vee- ja raudteetransport. Töötades läbi erinevaid allikaid ning andmebaase, leidis autor, et väga vähe kui üldse on tegeletud raudtee ja raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahela uurimise ning kaardistamisega. Kõige ligilähedasem allikas antud tööle on Andrzej Montwill`i (2018) poolt kirjutatud artikkel, kus prooviti defineerida sadamate väärtusahelat. Kuigi sadam ja raudtee on kaks väga erinevat logistilist süsteemi, kinnitab see artikkel veelgi autoril eelnevalt väljakujunenud arvamust. Raudteega on tegeletud tunduvalt vähem kui teiste transpordiliikidega, üheselt mõistetavat väärtusahelat ei ole veel suudetud kaardistada ning antud magistritöö võib olla üks esimesi katseid seda teha.

Eesti Raudtee AS praeguses strateegias, mida saab iseloomustada läbi missiooni ja visiooni, ei ole autori silmis rõhutud konkreetsetele mõõdetavatele väärtustele, vaid keskendutakse üldsõnaliselt arengusuundadele. Selle tulemusel võib tekkida olukord, et põhitegevus jääb tahaplaanile. Autor leiab, et raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja puhul sõltub tema väärtusahela koguväärtus ainuüksi ahelas toimuvate protsesside ja nendest tingitud lõppteenuse tulemuslikkusest. Mida konkreetsemalt ja detailsemalt on soovitud tulemused igale tegevusele kirja pandud, seda kergem on neid saavutada ning võrrelda, mis omakorda aitab omistada võimalikult õiget väärtust tervele väärtusahelale. Raudtee puhul ei saa väärtusahel alguse mitte kliendipoolsest tellimuse esitamisest, vaid vajaduse teadvustamisest ning lõppeb teenuse eduka läbiviimisega. Mida kõrgem on kliendile pakutava teenuse tulemuslikkus, seda suurem on ka ahela koguväärtus. Tulemuslikkuse mõõtmine, mis teoorias peaks olema lihtne ja loogiline, võib tegelikkus

väga kiiresti muutuda võimatult keeruliseks tegevuseks. Selleks, et seda ei juhtuks ning ettevõtte mõistaks, millised protsessid on kõige tähtsamad või millele peaks enim tähelepanu pöörama, on kõige kergem kasutada tasakaalus tulemuskaarti.

2.4 Tasakaalus tulemuskaart

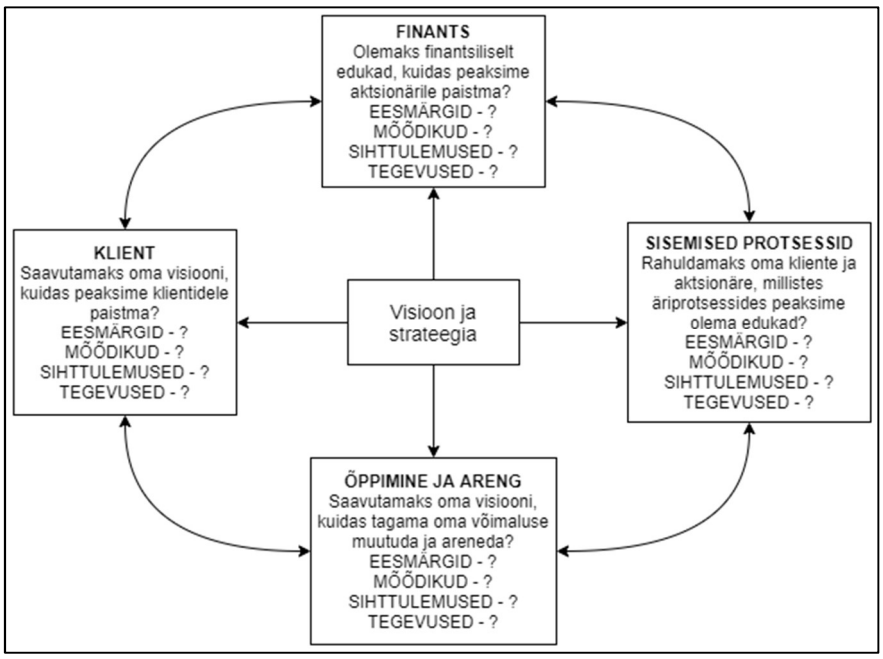
Ettevõtted on ajalooliselt keskendunud tavaliselt finantsilistele näitajatele, täpselt mittemõõdetavad tegurid kõrvale jätnud. Põhjuseks, et neid on raskem mõõta ning ka võrrelda, kuid tänapäeval on see mentaliteet muutumas (Brewer, Speh 2000;Kleijnen, Smits 2003). Tagamaks, et vastu võetud otsused oleksid edukad, peavad juhid arvestama mõõdikutega, mis on nii kvantitatiivsed kui ka kvalitatiivsed. Need esindavad erinevaid nõudmisi, strateegilisi eesmärke, ettevõtte strateegiaid, olemasolevaid ressursse, võimalusi ning sõltuvusi erinevate üksuste vahel. Tasakaalus tulemuskaart (lühend BSC; inglise keeles *balanced scorecard*) võimaldab selliseid otsuseid teha. (Rajesh *et al*. 2012)

Kaplan ja Norton pakkusid 1992. aastal välja tänaseks kõige populaarsemaks kujunenud tulemuslikkuse mõõtmise meetodi, milleks on tasakaalus tulemuskaart, kus omavahel integreeritakse mõõdikud neljast valdkonnast: finants, kliendid, sisemise protsessid ja kasv ning innovatsioon (vt. joonis 2.4) (Kaplan, Norton 1996). Tasakaalus tulemuskaart on mugav juhtimisinfo esitamisvahend, mis aitab ettevõttel lihtsustada tegutsemise meetodi valikut. Lihtsuse tõttu kasutatakse seda tänapäeval peaaegu kõikjal – tootmisest kuni teeninduseni välja. (Rajesh *et al*. 2012) Kunagisest lihtsast tulemuslikkuse mõõtmisvahendist on arenenud välja täielik strateegilise planeerimise ja juhtimise süsteem, mis reaalselt aitab soovitud strateegiaid reaalsuses rakendada (Miyake 2002).

Kuigi tasakaalus tulemuskaarti kasutatakse peaaegu kõikjal, siis see ei tähenda, et kaart säilitaks kõikjal oma originaalkuju. Näiteks hotellinduses võib kohata esialgset tasakaalus tulemuskaarti, kuid 3PL (kolmanda osapoole logistika; inglise keeles *third-party logistics*) transpordiettevõtetel kujuneb tasakaalus tulemuskaart tihtilugu strateegiakaardiks, kus kõikidel logistilistel tegevustel on omakorda oma tasakaalus tulemuskaart. Sellisel juhul koosneb strateegiakaart viiest funktsioonist (Rajesh *et al*. 2012):

- transport – sisenev, väljuv, rahvusvaheline logistika, vedaja ning transpordiviisi valik;
- rajatised ja hooned – laod, materjali käitlemine ja pakkimine;

- kommunikatsioon ja informatsioon – tellimuse käsitlemine, nõudluste prognoosimine ja tootmisplaanide loomine;
- tarneahel – inventuurid ja logistika juhtimine;
- ettevõte – üldine juhtimine, strateegilise läbirääkimine ja ostmine.



Joonis 2.4. Tasakaalus tulemuskaart
Allikas: koostatud autori poolt kasutades (Tasakaalus tulemuskaart – mis see on? 2020)

Eesti Raudteel on kaks versiooni tasakaalus tulemuskaardist– kokkuvõtlik (vt. joonis 2.5) ning lahti seletatud (vt. lisa 1). Jooniselt 2.5 on näha, et suures ulatuses on lähtutud Kaplani ja Nortoni üldisest TTK mudelist, kuid muudetud on finantsi sektsiooni. Finantsi asemel on ettevõte nimetanud antud osa „Taristuks", sest investeeringud suunatakse taristusse ning müügitulu saadakse taristu kasutada andmisest. TTK automatiseerimiseks on olemas ka erinevad juhtimisinfo süsteemid, mis põhinevad andmelao tehnoloogial. Eesti Raudtee kasutab näiteks Microsoft Power BI, Operail jällegi Business Objects`i. Lisaks on Eesti Raudtee tänaseks oma tulemuslikkuse mõõtmisega jõudnud sinnani, et on välja töötanud lahenduse süsteemis nimega Jira®.

Analüüsides kahte erinevat tasakaalus tulemuskaarti (vt. joonis 2.5 ja lisa 1) on näha positiivselt, et eesmärgid on jäetud samaks. Mõnikord võib olla olukord, et eesmärgid on teatud lahkhelis, mis raskendab nende täitmist. Samas tundub autorile, et arvesse ei ole võetud raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjat puudutavat kõiki kolme osapoolt: tulemuslikkuse neli valdkonda, ettevõtte enda tasakaalus tulemuskaarti ning PRIME poolt heaks kiidetud KPI-sid. Selline kombineeritavus võiks olla perspektiivikas ning ka rakendust leida.

Joonis 2.5. Eesti Raudtee AS kokkuvõtlik tasakaalus tulemuskaart
Allikas: (Eesti Raudtee AS strateegia 2019-2024)

Autor leiab, et kohandatud tasakaalus tulemuskaart peaks olema formeeritud kasutades suurandmeid, mis on saadud erinevate tehnoloogiate abil. TTK-l oleks siis tähtsamad näitajad autori poolt koostatud tulemuslikkuse nelja valdkonna kohta ja nende kohal domineeriks üldine tulemuslikkuse näitaja $GPI_{e/v}$. $GPI_{e/v}$ kui ka alaindeksite väärtus võib varieeruda 1-st suuremaks või väiksemaks, kuid alaindeksite tulemused, millest tulemuslikkuse indeks koosneb, oleksid markeeritud vastavalt „punane", „oranž" või „roheline". Igale värvile oleks omistatud kindel käitumiskord, mida tegema peaks sellisel juhul. Värvid tähendaksid järgnevaid olukordi:

- punane – arvutatava aasta indeks on võrreldes baasaasta indeksiga muutunud 26-50% ning rangelt soovituslik oleks kontrollida ja tuvastada järsu muutuse põhjus ning vajadusel sellele reageerida;
- oranž – arvutatava aasta indeks on võrreldes baasaasta indeksiga muutunud 6-25% ning soovituslik oleks kontrollida ja tuvastada muutuse põhjust ning jälgida selle muutumist;
- roheline – arvutatava aasta indeks on võrreldes baasaasta indeksiga muutunud kuni 5% ning kontrolli jaoks puudub mõjuv põhjus.

Saamaks olukorda, kus oleks võimalik teoorias mõõta Eesti Raudtee tulemuslikkuse muutumist ajas, on vaja luua indeksite abil GPI, mida ideaalis saaks ka skaleerida.

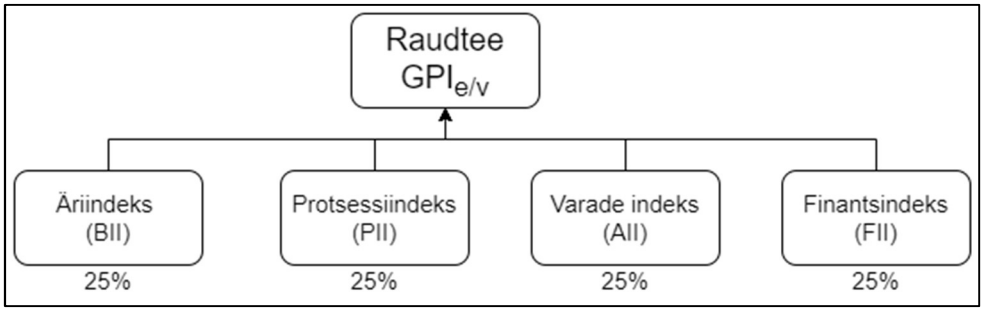
2.5 Tulemuslikkuse indeks

Loomaks võimalust mõõta Eesti Raudtee tulemuslikkuse muutumist ajast on autor otsustanud teha seda indeksite abil. Indeks on kahe arvu suhe, mis on leitud spetsiaalse

metoodika järgi ja mis iseloomustab mingi majandusalase suuruse muutumist ajast. Indeksite rakendusalad võib jagada kahte suurde rühma: rahvamajanduse, maailmamajanduse analüüs ning ettevõttesisene analüüs. Ka indeksite liigitamine võib toimuda mitmel erineval viisil: objekti struktuuri, valemi kuju, baasperioodi, tunnetusliku funktsiooni alusel. Indeksid on vajalikud selliste nihete ja muutuste uurimisel, mis pole empiiriliselt küllalt täpselt määratud ja jääksid muidu analüüsija pilgu eest varju. (Sauga 2020)

Raudtee tulemuslikkuse $GPI_{e/v}$ arvutamise aluseks on võetud autori poolt loodud raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahel (vt. joonis 3.1), kus raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja põhiülesanded ja funktsioonid on seotud tulemuslikkuse nelja valdkonnaga (vt. joonis 1.4). Kuigi Kaare, Kuhi ja Koppeli artiklis „*A concept of performance measurement and evaluation in network industries*" (2015) on raudtee puhul toodud välja ainult kolm (varade, äri- ja protsessiindeks), leiab autor, et juurde on vaja lisada ka finantsindeks (FII; inglise keeles *finance integrity index*). Üheski läbitöötatud materjalis ei kohanud autor viidet finantsindeksile, küll aga märkeid, et selline asi võiks olla. Äriindeksi lisamine on põhjendatud sellega, et Eesti Raudtee AS on äriühing, mis teisisõnu tähendab, et ta on eraõiguslik juriidiline isik, kelle majandamismeetodiks on isemajandamine hoolimata sellest, et tema tuludes on oluline osa riigieelarvelisel kulude ja investeeringute sihtfinantseerimisel (Eesti Raudtee AS aastaaruanne 2019).

Joonisel 2.6 on autor määranud iga indeksi kaaluks 25%. Kaalu määramise aluseks on võetud BCG poolt avalikustatud artikkel „*The 2017 European Railway Performance Index*" (Duranton *et al.* 2017), kus tulemuslikkuse kokku moodustavad kolm erinevat valdkonda, igaüks 33% osakaaluga. Sellest järeldades määras autor iga valdkonna osakaaluks 25%. Iga valdkonna alusindeks omakorda on 33%.



Joonis 2.6. Raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse indeksi alaindeksid kaaludega
Allikas: koostatud autori poolt

Lähtudes artiklist *„A concept for performance measurement and evaluation in network industries*" (Kuhi *et al*. 2015) võttis autor järgnevateks matemaatilisteks tegevuseks aluseks idee, et $GPI_{e/v}$ on teoorias liitindeks ehk teisisõnu agregaatindeks, sest mõõdetakse mitme omavahel seotud tunnuste suhtelist muutumist. Järgnevate valemite kasutamisel ning modifitseerimisel tuleb arvesse võtta, et eelnevalt ei ole matemaatiliselt raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkusele lähenetud ning seda lõpuni viidud. Valemite puhul on algallikaks võetud Ako Sauga (2020) statistika käsitus, milles esitatud valemeid on autori poolt vastavalt modifitseeritud.

Leidmaks käesolevas töös raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse indeksit on autor leidnud, et vaja on kasutada Laspeyres` indeksit (2.1), mille korral kasutatakse perioodi *t* indeksi arvutamisel baasperioodi *t = 0* kaalusid ning ajas edasi liikudes on kogumi struktuur kogu aeg konstante (Sauga 2020):

$$I_t^L = \frac{\sum w_0 y_t}{\sum w_0 y_0} \tag{2.1}$$

Saamaks raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse $GPI_{e/v}$ indeksit tuleb valemit 2.1 modifitseerida vastavate õigete tähistega kajastatud joonisel 2.6. Selleks, et arvutada näiteks 2019. aasta tulemuslikkuse indeks, on vaja 2019. aasta alaindeksite korrutis baasaasta kaaludega summeerida ning jagada 2018. aasta alaindeksite korrutis baasaasta kaalude summaga (2.2):

$$GPI_t^{e/v} = \frac{\sum w_0 II(A,B,F,P)_t}{\sum w_0 II(A,B,F,P)_0} \tag{2.2}$$

kus $GPI_t^{e/v}$ – üldise tulemuslikkuse indikaator ettevõtte tasandil perioodil *t*;

w_0 – baasaasta *t=0* kaal;

$II(A, B, F, P)_t$ – perioodi *t* kõikide nelja alaindeksite väärtused;

$II\ (A, B, F, P)_0$ – baasaasta *t=0* kõikide nelja alaindeksite väärtused.

Järgmiseks on alaindeksite leidmine. Nagu eelnevalt kirjutatud, siis raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjal on neli tulemuslikkuse indeksit: varade, protsesside, äri- ning finantsindeks. Antud töö jaoks on autor iga alaindeksi gruppi valinud kolm väärtust, mis on olulised raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjale. Väärtusi võib muidugi muuta vastavalt ettevõtte soovidele. Leidmaks näiteks finantsindeksi keskmist indeksit, tuleb leida individuaalindeksite kaalutud aritmeetiline keskmine (2.3) (Sauga 2020)**:**

$$II = \frac{\sum_k f_k i_k}{\sum_k f_k} \tag{2.3}$$

kus II – keskmine indeks;

f_k – *k*-nda komponendi kaal;

i_k – *i*-nda komponendi indeks.

Järgmiseks tuleb leida i_k väärtus ehk alaindeksi gruppi valitud iga väärtuse indeks ehk leitakse alusindeks (2.4) (Sauga 2020):

$$i^{alus} = \frac{y_t}{y_0} \tag{2.4}$$

kus i^{alus} – alusindeks, mis on võrdväärne i_k-ga;

y_t – y_t on suurus *y* väärtus ajamomendil või perioodil *t*;

y_0 – baasväärtus y_0 on selle suuruse väärtus baasiks võetud ajamomendil;

Alusindeksi arvutamisel tuleb tähele panna, et valem 2.4 kehtib väärtuste puhul, mille suurenemine ehk kasv on positiivne. Sinna alla kuuluvad näiteks mahud, rongide käibed, tulud ja kulud. Need on näitajad, mille korral üldine indeks suureneb, andes õige tulemuse, kuid kõik näitajad ei ole alati positiivsed. Negatiivsed kasvud on õnnetused, defektid, töötajate arv. Kui nende näitajate puhul kasutada valemi 2.4 loogikat, siis üldine indeks suureneks, mis annaks vale näidu. Selle korrektiiviks tuleb teha vastupidine tehe (2.5):

$$i^{alus} = \frac{y_0}{y_t} \tag{2.5}$$

Kokkuvõtvalt võib omavahel kombineerida valemi 2.3, 2.4 ja 2.5, saades valemi 2.6, mida edaspidistes arvutustes kasutada. 2.4 ja 2.5 i^{alus} ei hakata eraldi markeerima, sest tegemist on ikkagi alusindeksiga, lihtsalt Exceli arvutustes tehakse negatiivsete kasvude näitajate puhul vastupidine tehe:

$$II = \frac{\sum_k f_k i_k^{alus}}{\sum_k f_k} \tag{2.6}$$

2.6 Võrdlusanalüüs

Käesoleva töö eesmärgiks on luua tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur ning kasutajaliidese näide tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel, mille jaoks oli autori esialgne idee võrrelda Eesti Raudtee AS-i ja *Rete Ferroviaria Italiana* tulemuslikkuse tulemusi nii omavahel kui ka PRIME-ga. Viiruse COVID-19 tõttu seda eesmärki ei realiseeritud, sest Itaalias kehtestati eriolukord, mis takistas autoril Itaalia raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja esindajatega vahetult kohtumast ning Interneti vahendusel ei nõustunud ettevõtte spetsiifilisi andmeid jagama. Sellest tulenevalt

otsustas autor teha võrdlusanalüüs ainult Eesti Raudtee AS kohta, võttes selleks viieaastase perioodi ehk 2015-2019.

Võrdlusanalüüsi jaoks kasutati 2020.aastal avalikustatud PRIME võrdlusanalüüsi raportit (PRIME … 2020), kus võeti aluseks kuue valdkonna vahel ära jaotatud 49 erinevat KPI-d. Nende seast valiti igasse nelja tulemuslikkuse valdkonda kolm näitajat, mida saab kasutada Eesti Raudtee AS puhul. Mõõdikute valimisel selgus, et kõiki PRIME poolt hetkel heaks kiidetud mõõdikuid tegelikkuses Eesti Raudtee puhul kasutada ei saa. Võrreldes Euroopa suurriikidega on Eesti geograafiliselt väga väike ning see seab omad piirid raudtee arendamisele. On ebaratsionaalne eeldada, et mõõdikud, mis sobivad RFI või ükskõik millise Euroopa suurriigi raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja puhul, sobivad üks üheselt ka Euroopa mastaabis väikese Eesti Raudtee puhul. Sellest lähtuvalt sai osadesse valdkondadesse valitud mõõdikud, mis hetkel veel PRIME poolt pole heaks kiidetud, kuid mille lisamist hetkel arutatakse.

Tulemuslikkuse mõõtmises on käesolevas töös aluseks baasaastaks võetud 2015 ja vastavalt sellele leitud järgnevate aastate tulemused. Kui on soovi näha muutust eelmise aasta suhtes, tuleks sel juhul võtta baasaastaks 2018. Selliselt juhul teostatakse võrdlus 2018-2019 vahel. 2019-2020 suhtes ei saa võrdlust veel teha, sest 2020. aasta on veel käimas. Autor juhib tähelepanu ka KPI kahele tähendusele, mida edaspidi töös kasutatakse – tulemuslikkuse võtmenäitaja ja tulemuslikkuse indeks. Esimene mõiste on eespoolt lahti kirjeldatud, kuid tulemuslikkuse indeksi puhul on tegemist liitindeksiga, mis iseloomustab tulemuslikkuse valdkonna integreeritud võtmenäitaja muutumist ajas. Viimast definitsiooni on kasutanud ka PRIME, kelle mõõdikuid valiti ja võrdlema hakati.

Autori poolt lisatud finantsindeksi valdkonda (FII) valiti järgmised mõõdikud: põhitegevuskulud (OPEX), infrastruktuuri kasutustasud (CAPEX) ja infrastruktuuri kasutustasud (TAC). OPEX (inglise keeles *operational expenditures in relation to network size*) on tegevuskulud raudtee kilomeetri kohta ja PRIME-s kajastatud kui 60. mõõdik. Seda leitakse, kui ärikulude ja kulumi vahe jagatakse raudtee pikkusega. CAPEX (inglise keeles *capital expenditures in relation to network size*) on investeeringud raudtee kilomeetri kohta ning PRIME-s esindatud 66. mõõdikuna. Selle arvutuskäiguks on raudtee investeeringute ja pikkuse jagatis. Kõige viimane mõõdik TAC (inglise keeles *TAC revenue in relation to network size*) on infrastruktuuri kasutustasu raudtee kilomeetri kohta, mis PRIME-s on 87. mõõdik ning seda leitakse infrastruktuuri kasutustasude ja raudtee pikkuse jagatisena.

Varade indeksi valdkonda (AII) kuulusid järgnevad mõõdikud: reisirongide ja kaubarongide käive ning tee pallivus ehk pallihinne, millest kaks on kinnitatud PRIME poolt. Reisi- (inglise keeles *passenger trains*) ja kaubarongide (inglise keeles *freight trains*) käive on rongide arvu ja nende poolt läbitud teepikkuse korrutis, mille mõõtühikuks on rongikilomeeter. PRIME-s on need kajastatud vastavalt 93. ja 94. mõõdikuna. Pallihinnet PRIME-s kajastatud ei ole, kuid autor leiab, et see on oluline mõõdik ning vajalik kasutamiseks antud töös. Tema definitsiooniks on defektide arv rööbastee kilomeetri kohta.

Kolmandasse valdkonda, milleks oli äriindeks (BII) valiti mõõdikud, mis on PRIME-s alles kinnitamisjärgus: kaubaveo maht, reisijate arv ning töötajate arv. 2018. aastal väljaantud raportis (PRIME… 2020) kirjeldatakse küll kauba- ja reisijateveo rongikäivet, kuid mahust ei räägita. Autor on arvamusel, et maht peaks olema üks osa tulemuslikkuse mõõtmisest, sest see annaks aimu, kas rongide käive on tingitud inimeste, kallite ja eksklusiivsete toodete või massveostest. Töötajate arv on mõõdik, mida PRIME-s arutletakse lisamaks seda „Tulemuslikkuse" valdkonda.

Kõige viimane valdkond oli protsessiindeks (PII), kuhu valiti: tõsised õnnetusjuhtumid, raudteeõnnetustes hukkunud ja viga saanud inimeste arv ning tööõnnetuste arv. Tõsised õnnetusjuhtumid (inglise keeles *significant accidents*) on Raudteeseaduse järgi rongi kokkupõrge või rööbastelt mahasõit, mis põhjustab inimese surma, vähemalt viiele inimesele olulise tervisekahjustuse või mille tulemusena saab raudteeveerem, raudteeinfrastruktuur või keskkond Ohutusjuurdluse Keskuse hinnangul vähemalt kahe miljoni euro ulatuses kahjustusi, ja muud sellised õnnetusjuhtumid, millel on selge mõju raudteeohutusele (RdtS §40). Mõõdiku alla ei kuulu õnnetused, mis juhtuvad ladudes, jaamades ja töökojas. PRIME-s on see 7. mõõdik.

Raudteeõnnetustes hukkunud või viga saanud inimeste arv (inglise keeles *persons seriously injured or killed*) tähendab, et inimene on raudteel olles saanud nii vigastada, et peab haiglas viibima rohkem kui 24 tundi (välja arvatud enesetapu katse sooritamisel) või inimene on surnud raudteel koheselt või 30 päeva jooksul peale juhtumit ning PRIME-s on see kajastatud 8. mõõdikuna (PRIME … 2020). Viimaseks näitajaks on tööõnnetuste arv (inglise keeles *asset failures per thousand main track-km*), mida PRIME-s eraldi välja toodud ei ole. Kõikide mõõdikute andmed saadi Eesti Raudtee AS sisedokumentidest, kuhu omakorda on andmed saadud ettevõtte andmebaasidest.

Tabel 2.1. PRIME-st valitud 2018. aasta mõõdikud koos arvnäitajatega

PRIME nr	Nimetus	Nimetus inglise keeles	Mõõtühik	Min	Keskm	Max
60	Tegevuskulud (OPEX)	*Operational expenditures in relation to network size*	Tuh eurot kilomeetri kohta	40	95	217
66	Investeeringud (CAPEX)	*Capital expenditures in relation to network size*	Tuh eurot kilomeetri kohta	0	126	237
87	Infrastruktuuri kasutustasud (TAC)	*TAC revenue in relation to network size*	Eurot rongikilomeetri kohta	0	4,7	35
93	Reisirongide käive	*Degree of network utilisation - passenger trains*	Reisirongide arv päevas kilomeetri kohta	7	31	74
94	Kaubarongide käive	*Degree of network utilisation - passenger trains*	Kaubarongide arv päevas kilomeetri kohta	0	7	13
7	Tõsised õnnetusjuhtumid	*Significant accidents*	Juhtumeid miljoni rongikilomeetri kohta	0	0,5	3
8	Raudtee-õnnetuses hukkud või viga saanud inimesed	*Persons seriously injured or killed*	Inimesi miljoni rongikilomeetri kohta	0	0,3	3

Allikas: koostatud autori poolt

PRIME-st valitud mõõdikud koos arvnäitajatega on kajastatud tabelis 2.1. Minimaalsed (min) ja maksimaalsed (max) väärtused ning PRIME keskmised andmed on võetud PRIME aruande (2020) igat mõõdikut kajastavalt jooniselt. Peale vastavate arvväärtuste leidmist sisestas autor kõik andmed Exceli tabelisse koos vastavate valemitega ning sai tulemuslikkuse nelja valdkonna alaindeksite kui ka alusindeksite väärtused. Seejärel loodi iga alaindeksi kohta aegridade joonis ning kõige lõpuks arvutati Eesti Raudtee AS 2015-2019. aastate tulemuslikkus võrdluses teiste alaindeksitega samal aastal. Eraldi leiti veel 2018-2019 tulemused, et võrrelda eesmärgistatud juhtimisest tingitud muutusi.

3. ANALÜÜS JA SÜNTEES

3.1 Raudtee väärtusahel

Alapeatükis 2.2 tõi autor välja, et lähtuvalt ettevõtte põhiülesannetest raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjana saab identifitseerida raudtee väärtusahela. Järgmises alapeatükis 2.3 kirjeldas autor, kuidas neid jaotatakse. Analüüsi käigus selgus, et kuigi transpordiettevõtted balansseerivad kahe väärtusahela tüübi vahel, siis on vastavate firmade väärtusahelad siiski ostjate poolt juhitud. Sama kehtib ka raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahela kohta, kes ei tooda füüsiliselt toodangut, vaid pakub ainult teenust.

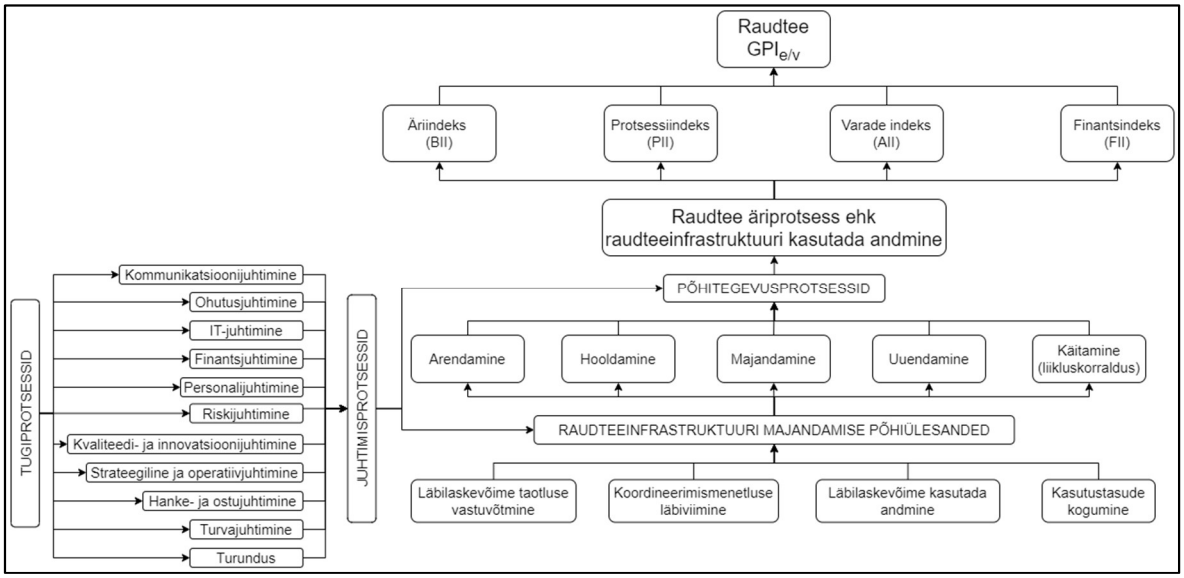
Hetkel ei ole siiani veel edukalt üksüheselt mõistetavat raudtee väärtusahelat konstrueeritud ning tuleb mõista, et väärtusahela kaardistamise mõte ei ole kujutada raudtee AS-IS mudelit, vaid identifitseerida protsessid, mille mõõtmine on vajalik infrastruktuuri-ettevõtja spetsiifiliste tulemusnäitajate süsteemi konstrueerimiseks (vt. joonis 1.4). Autor leiab, et loomaks käesolevat väärtusahelat on vaja arvestada kolme erineva dimensiooniga:

- väärtusahelat tuleb luua arvestades Raudteeseaduses väljatoodud raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja viit ülesannet: arendamine, käitamine, hooldamine, uuendamine ja majandamine;
- väärtusahel peab olema kooskõlas nii ettevõtte kui ka rahvamajanduse tasandi eesmärkidega;
- väärtusahela mõõdikud kui ka tehnilised parameetrid peavad olema konkreetsed mõõdetavad väärtused.

Vastavalt nendele kriteeriumitele konstrueeris autor raudtee väärtusahela, mida on kujutatud joonisel 3.1. Joonisel on kujutatud raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja protsesse ja ülesandeid ning nende seoseid raudteeinfrastruktuuri tulemuslikkuse hindamise süsteemiga (vt. joonis 1.4). Autori arvates jagunevad protsessid eelnevalt põhitegevus- ja juhtimisprotsessideks, ning mõlemad omakorda põhi- ja tugiprotsessideks. Selline viis võimaldaks soovi korral põhitegevusprotsesse liigendada sellisteks põhiprotsessideks nagu tee arendamine, uuendamine, hooldamine ja käitamine; turvangusüsteemide arendamine, uuendamine, hooldamine ja käitamine; elektrivõrkude arendamine, uuendamine, hooldamine ja käitamine jne. Vastavad tugiprotsessid igale uuele jaotusele oleksid siis ostmine, komplekteerimine, tootmissisene transport, tagastuslogistika jne.

Raudteeinfrastruktuuri majandamise põhiülesanded on kirjutatud suunaga vasakult paremale, et jälgida väärtusahela loogikat. Taotluste vastuvõtmine on oma olemuselt nõudluse tuvastamine, koordineerimismenetluse läbiviimine sisenev logistika, läbilaskevõime kasutada andmine siselogistika ning raudteeinfrastruktuuri kasutamise lepingute sõlmimine ja kasutustasude kogumine klienditeenindus.

Väärtusahelalt on näha, et kõik protsessid moodustavad kokku raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja äriprotsessi, milleks on raudteeinfrastruktuuri kasutada andmine. See omakorda jaguneb neljaks erinevaks tulemuslikkuse hindamise valdkonnaks. Alapeatükis 2.5 leidis autor valemi, millega seostada omavahel tulemuslikkuse hindamise neli valdkonda käesoleva väärtusahelaga. Kõik nelja valdkonna indeksid kokku annavad raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjale, kui ettevõtte tasandil, tema $GPI_{e/v}$.



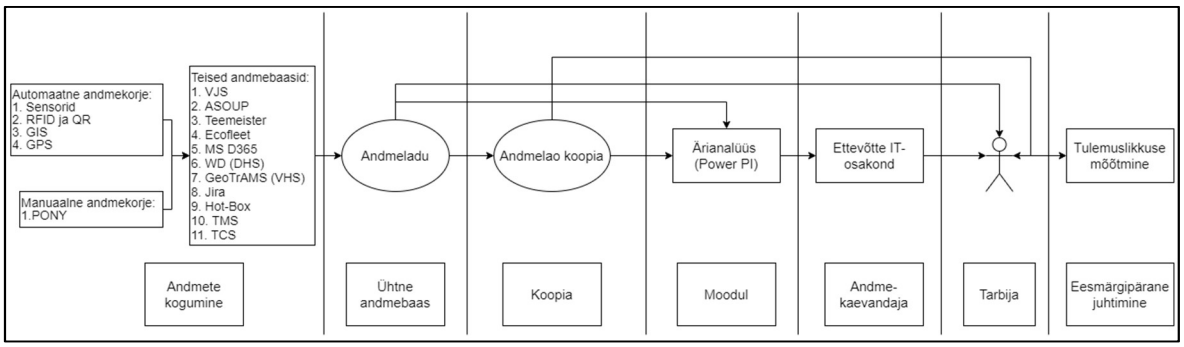
Joonis 3.1. Raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahel
Allikas: koostatud autori poolt

Lähtudes Andrzej Montwill`i (2018) artiklist, kus prooviti defineerida sadamate väärtusahelat mõistena, ning Eesti Raudtee AS-ga peetud intervjuudest (Ploom 2019), proovitakse ka antud töös leida vastav selgitus raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjale. Käesolevas töös oleks selgitus järgnev: „Raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahel koosneb horisontaalselt üksteisest sõltuvatest põhitegevusprotsessidest ja –ülesannetest, mida vertikaalselt toetavad erinevaid juhtimisprotsessid, mis kokku moodustavad terve väärtusahela koguväärtuse ning lõppteenuse tulemuslikkuse". Antud käsitus erineb ärijuhtimisteoorias esitatud definitsioonist.

3.2 Tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur

Alapeatükkides 2.2 ja 2.3 kirjeldati nii raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja põhiülesandeid kui ka väärtusahela olemust, mis olid sisenditeks raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahela loomisel. Tulemust oli toodud alapeatükis 3.1., kus autor esitas oma nägemuse väärtusahelast ning juhtis tähelepanu, et eelnevalt ei ole sellist kontseptsiooni modelleeritud, mistõttu ei saa väita selle väärusust, sest puudub parim praktika, millega seda võrrelda. Väärtusahela genereerimine andis aluse leida sobivad mõõdikud, mis vastaks nii tulemuslikkuse kui ka tasakaalus tulemuskaardi neljale valdkonnale. Tänu nendele sai arvutada 2015-2019. aastate indeksid, mis on kajastatud peatükis 3.4.

Arvnäitajaid mõõdikute arvutamiseks sai autor Eesti Raudtee AS esindajalt, kes otsis need andmed spetsiaalselt üles. Andmete saamisel tekkis mitu korda küsitavaid kohti, kust ja kuidas saada kõige täpsem informatsioon. Tegelikkuses oleks vaja, et ettevõttel oleks tulemuslikkuse mõõtmiseks kindel süsteemi arhitektuur ehk teatakse, millisest andmebaasist mingi kindla mõõdiku näitaja tuleneks. Võttes arvesse, et konkreetne diplomitöö seisneb suurandmete kasutamises tulemuslikkuse mõõtmiseks, visualiseeris autor Eesti Raudtee AS mõõdikute, andmete ja infotehnoloogiliste andmebaaside alusel süsteemi arhitektuuri (vt. joonis 3.2).



Joonis 3.2. Tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur
Allikas: koostatud autori poolt

Jooniselt on näha, et andmeid kogutakse eesmärgipärase juhtimise nimel, mille sisendiks kui ka väljundiks on tegelikult tulemuslikkuse mõõtmine. Andmeid võib koguda nii automaatselt kui ka manuaalselt. Automaatsed andmekorjed on tavaliselt seotud veeremi või rööbasteedega: erinevad sensorid, GPS näitajad, RFID ja QR koodid. Täiesti manuaalsena toimib hetkel ainult PONY, mis on juhtumite ja riskide andmebaas. Andmekorjes kajastatud andmebaasidele lisaks on veel teised andmebaasid, mis aitavad oma informatsiooniga kaasa otsuste langetamisele ettevõttes. Kõikide andmebaaside andmed salvestatakse ühtsesse andmelattu, millest tehakse teatud aja

tagant koopiaid. Koopiaid tehakse eesmärgiga mitte koormata peasüsteemi üle nii andmete mahu kui ka inimeste tegevustega.

Tarbijal on mitmeid erinevaid viise, kuidas vastavad andmed kätte saada. Esmalt, kuid mitte kõige enam soovitavam viis, on teha päringuid otse andmebaasist. Selliseid päringuid võib teha harva, näiteks raamatupidamise poolt, kui soovitakse saada kindla kuu või kvartali näitajaid, kuid see koormaks väga suurel määral süsteemi, muutes töö tegemise aeglasemaks. Selleks puhuks antakse kas süsteemile jõudu juurde või määratakse kindel aega töötajatele seal päringute teostamiseks. Teine variant on teha päringuid andmelao koopias – sellega ei koormata süsteemi. Kolmandaks saab kasutada ka kolmandat osapoolt, milleks oleks ettevõtte IT-osakond, kes hakkab ise esitatud päringu alusel andmeid kaevandama.

Olenemata, milline versioon valitakse, jõuavad andmed tarbijani ikkagi läbi ärianalüüsi mooduli. Ärianalüüs on katustermin, mille alla kuuluvad kõik rakendused, infrastruktuur, meetodid ja oskused, mis toetavad andmeanalüüsil põhinevat otsuste langetamist ja võimaldavad ligipääsu nii infole kui selle analüüsile. Ärianalüüsi raames teostatakse nii ettevõtte juhtimisaruandlust, KPI-de jälgimist, igapäevast tegevusaruandlust, tootearenduse analüüsi ja selle alla võib ka kuuluda masinõppel põhinevate prognoosmudelite rakendamine. Ärianalüüs sisaldab andmete kogumist, valmisaruannete loomist kui ka iseteenindusliku analüüsi keskkonna loomist, kus kasutajad saavad iseseisvalt andmete põhjal analüüsi teostada. (Ärianalüüs 2020)

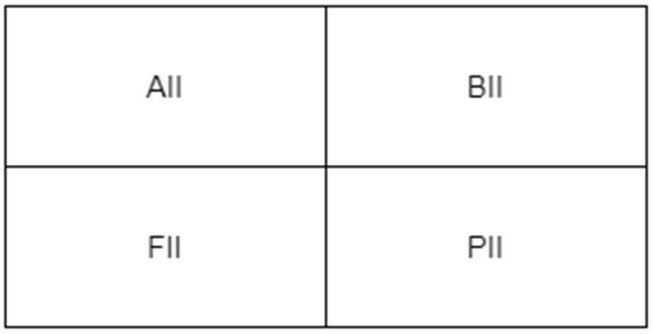
Juba alapeatükis 2.6. kirjeldatud mõõdikute andmed saadakse järgnevatest andmebaasidest:

- ärikulud, kulum, investeeringud, infrastruktuuri kasutustasu, töötajate arv – Microsoft Dynamics 365;
- raudtee pikkus – praegu Teemeister, tulevikus GeoTRAMS, mis on varahaldussüsteemi (VHS) ruumiandmete moodul;
- kaubaveo maht, kauba- ja reisirongide käive – VJS ehk vagunite jälgimise süsteem;
- reisijate arv – rahvusvahelistel vedudel piletimüügisüsteemist Express ning kohalike vedude puhul Eesti Liinirongide (Elron) andmebaasist, mida käesoleval Eesti Raudtee andmebaasidega integreeritud ei ole;
- tööõnnetused, õnnetusjuhtumid, viga saanud inimesed – PONY ehk juhtumite ja riskide andmebaas;
- tee pallivus – teemõõduvaguni digitaalselt töödeldavad mõõtelindid.

Loetelu lugedes on näha, et tegelikult kasutab Eesti Raudtee AS erinevaid suurandmeid andmete saamiseks, kuid on väga vähe kasu, kui olemas küll on suurandmed, meetodid nende saamiseks ja kogumiseks ning süsteemi arhitektuur loogikaga, kuidas neid kasutada eesmärgipäraseks juhtimiseks, kui neid kõiki osi ei kombineerita. Alapeatükis 2.3 tõi autor välja, et antud hetkel ei rõhuta konkreetsetele mõõdetavatele väärtustele, vaid keskendutakse üldsõnaliselt arengusuundadele. See ei tähenda, see on vale või halb, aga autori soovitus on siduda neid kõiki ühtsesse tasakaalus tulemuskaarti, kus mõõdikute näitajaid kujuneksid eelpool nimetatud suurandmetel.

3.3 Kohandatud tasakaalus tulemuskaart

Lisas 1 on välja toodud Eesti Raudtee AS senine tasakaalus tulemuskaart. Eelnevalt on mitmeid kordi juba juhitud tähelepanu, et keskendutakse üldsõnalistele arengusuundadele, mis ei ole konkreetselt vale, aga mida saaks täiendada. Autor kombineeris juba olemasoleva tasakaalus tulemuskaardi tulemuslikkuse nelja valdkonnaga, saades tulemuseks tulemuslikkuse tasakaalus tulemuskaardi (vt. joonis 3.3).



Joonis 3.3. Tulemuslikkuse tasakaalus tulemuskaart
Allikas: koostatud autori poolt

Jooniselt on näha, et tulemuslikkuse neli valdkonda on täielikult asendanud eelneva tulemuskaardi (vt. joonis 2.5) valdkonnad: taristu, õppimine ja areng, kliendid ning sisemised protsessid. Asendamine on toimunud üksühele ehk taristu on nüüd varade indeks, areng äriindeks, kliendid finantsindeks ja sisemised protsessid protsessiindeks. Asenduse puhul on võetud aluseks nii Kuhi, Kaare ja Koppeli (2015) artikkel, PRIME võrdlusanalüüs (PRIME… 2020) kui ka Eesti Raudtee AS raportid (Eesti Raudtee AS strateegia 2019-2024). Taristu ja sisemised protsessid muudeti vastavalt varade ja protsesside indeksiks loogilisuse printsiibil. Areng kuulub äriindeksi alla, sest artiklis (Kuhi *et al*. 2015) toodi välja, et äriindeks jaguneb töötajate ning klientide alaüksusteks. Autor jällegi ei ole kindel, et kliendid kuuluksid ainuüksi selle indeksi koosseisu, vaid see võib lisaks olla ka veel finantsindeks. Kliendid on need, kes eelkõige toovad ettevõttesse

rahalist tulu, kui vastutavad arengu eest. Areng on suuremas osas ettevõtte töötajate vastutada ning vastavalt sellele ka autor jaotuse tegi.

Tabel 3.1. Kohandatud tulemuslikkuse tasakaalus tulemuskaart

AII ehk taristu *Reisirongide käive = VJS* *Kaubarongide käive = VJS* *Pallihinne = teemõõduvaguni mõõtelindid*	**BII ehk areng** *Reisijate arv = Express/Elron* *Kaubaveo maht = VJS* *Töötajate arv = Microsoft Dynamics 365*
AII = *valem 2.6*	**BII =** *valem 2.6*
FII ehk kliendid *OPEX = Microsoft Dynamics 365* *CAPEX = Microsoft Dynamics 365* *TAC = Microsoft Dynamics 365*	**PII ehk sisemised protsessid** *Tõsised õnnetusjuhtumid = PONY* *Raudteeõnnetuses hukkunud/viga saanud inimene = PONY* *Tööõnnetuste arv = PONY*
FII = *valem 2.6*	**PII =** *valem 2.6*
GPI = *valem 2.2*	

Allikas: koostatud autori poolt

Võttes aluseks alapeatükis 2.6 välja toodud mõõdikud ning alapeatükis 3.2 kirjeldatud andmebaase konstrueeris autor kohandatud TTK (vt. tabel 3.1), mis võiks olla kasutajaliidese aluseks, kuidas kasutajale tulemusi visualiseeritakse. Ülesehitus näeb ette, et ettevõte valib endale kõige sobivamad mõõdikud, mis ühtivad suurel määral ka PRIME-ga, iga mõõdiku taha programmeeritakse lahter, kuhu kujuneb siis arvnäitajat vastavast andmebaasist. Iga valdkonna all asetseb veerg, kuhu automaatselt arvutatakse vastava indeksi väärtus määratud valemiga. Seejärel süsteem märgib tulemused vastava alapeatükis 2.4 välja toodud värviga. Kõige lõpuks on viimane veerg koht, kuhu arvutatakse raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkus konkreetse valemiga.

3.4 Tulemuste hindamine ja võrdlusanalüüs

Alapeatükis 2.6 kirjeldati võrdlusanalüüsi teoreetilist alust ning igasse tulemuslikkuse valdkonda valitud mõõdikute valiku põhjuseid. Edasi sisestati vaadeldava perioodi iga aasta mõõdikud koos vastavate näitudega Exceli tabelisse ning leiti nende väärtused alapeatükis 2.5 väljatoodud valemite abil. Arvutuste tulemusi kui ka jooniseid on näha käesolevas peatükis.

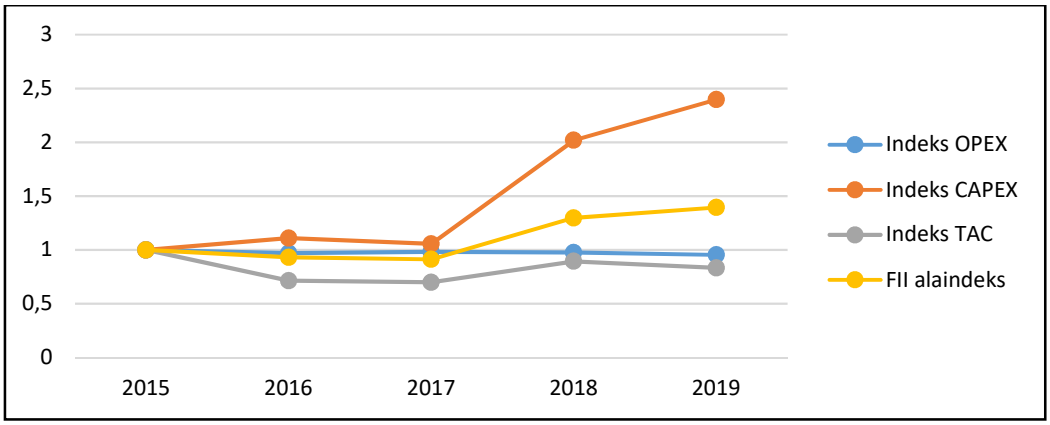
Esmalt võrreldakse Eesti Raudtee AS-i finantsindeksi (FII) tulemusi PRIME-ga. Tabeli arvutusi näeb tabelist 3.2, millele vastavalt on tehtud joonis 3.4. On näha, et vaadeldavas perioodis ei ole ärikulud ja kulum suuremal määral muutunud, kuid väga palju on vähenenud infrastruktuuri kasutustasud, mis viis alla ka finantsindeksi alaindeksi väärtuse. Alates 2018, mil kahekordistusid investeeringute summad, on indeks olnud taas positiivses kasvus.

Kui võrrelda Eesti Raudtee 2018. aasta tulemusi PRIME 2018. aasta võrdlusanalüüsiraportis kajastatud tulemustega, on näha suuri erinevusi: OPEX, CAPEX ja TAC kõik varieeruvad vahemikus 50-75 tuhat eurot, aga vastavad näitajad Eesti Raudtee puhul on 2-3 korda väiksemad ehk 20-30 tuhat eurot. Saadud tulemuste põhjused võivad olla erinevad. Esmane võimalus on, et Eesti Raudtee poolt edastatud numbrid PRIME-le on välja arvutatud teiste matemaatiliste valemite või andmete abil, kui seda on teinud autor. Teine võimalus on, et PRIME-i saadetud andmed on korrigeeritud ostujõu pariteediga, mis on ka PRIME slaidide juures (PRIME… 2020) märkena kirjas. Siit tuleb esmane kriitika Euroopa raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate koostööplatvormi suhtes – mitte ainult ei ole jäädud indeksi leidmisel ja arvutamisel pooleli, vaid lisaks puudub ka üksühesed matemaatilised valemid, kuidas mingeid mõõdikuid arvutada. Kuigi riigid on nii oma rahvaarvu, geograafilise suuruse kui ka tulude poolest erinevad, on ikkagi vaja kindlaid loogikaid, mida järgiksid kõikide riikide raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjad.

Tabel 3.2. Eesti Raudtee AS finantsindeksi arvulised väärtused ja tulemused

Andmed	2015	2016	2017	2018	2019
Ärikulud (tuhat EUR)	54 130	53 433	53 038	54 056	53 633
Kulum (tuhat EUR)	19 533	19 924	19 144	20 354	20 533
Investeeringud (mln EUR)	13,1	14,5	13,8	26,4	31,5
Infrastruktuuri kasutustasu (tuhat EUR)	41 170	29 328	28 740	36 743	34 419
Raudtee pikkus (km)	1235	1233	1233	1233	1239
OPEX (EUR)	28 014	27 177	27 489	27 333	26 715
CAPEX (EUR)	10 607	11 760	11 192	21 411	25 424
TAC (EUR)	33 336	23 786	23 309	29 800	27 780
Indeks OPEX	1	0,97	0,98	0,98	0,95
Indeks CAPEX	1	1,11	1,06	2,02	2,40
Indeks TAC	1	0,71	0,70	0,89	0,83
Iga alusindeksi kaal	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
FII alaindeks	1,00	0,93	0,91	1,30	1,39

Allikas: koostatud autori poolt



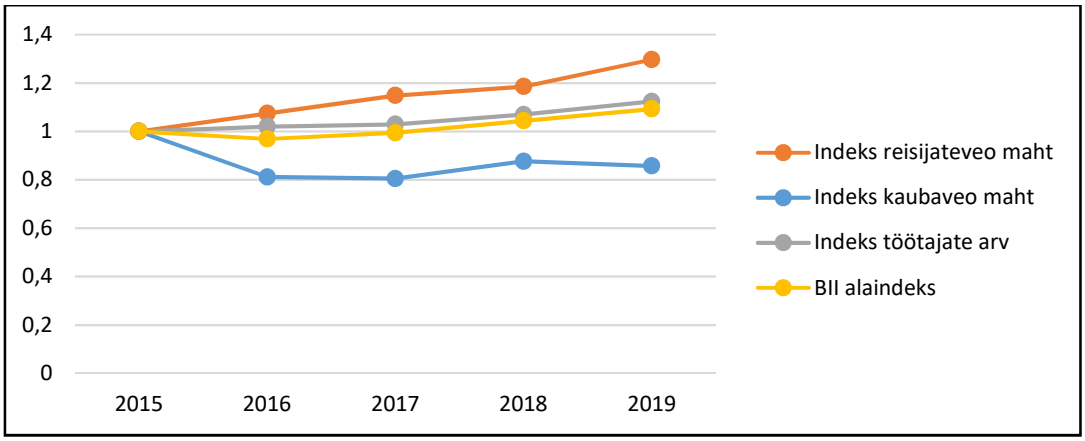
Joonis 3.4. Eesti Raudtee AS finantsindeks 2015-2019. aastatel
Allikas: koostatud autori poolt

Järgnevalt leiti äriindeksi (BII) tulemused, mis on kajastatud tabelis 3.3 ja vastaval joonisel 3.5. Antud indeksi puhul kasutati mõõdikuid, millest ükski pole veel kinnitatud PRIME poolt, nii et näite pole võimalik võrrelda. Kauba- ja reisijateveo mahtude puhul on näha ristivastupidist muutumist teineteise suhtes – kui kaupade mahud on olnud languses, siis reisijate arv on olnud pidevas kasvus. Äriindeksi puhul kasutati ka mõõdikut, kus kasv oli negatiivne ja oli vaja kasutada valemit 2.5. Selleks oli töötajate arv, mis viimase viie aasta jooksul on olnud langevas trendis. Töötajate arv on selline mõõdik, mille puhul negatiivne kasv ei ole hea, sest töötajate vähenemine ei tähenda, et ettevõttes ülesandeid vähemaks automaatselt jääks. Vastupidi – töötajatel võib tekkida rohkem ülesandeid kui enne, mis võib olla ajendiks tulevikus juhtuvatele negatiivsetele olukordadele nagu näiteks tööõnnetused. Vaatamata kaubaveo mahu ja töötajate arvu vähenemisele on äriindeks ikkagi olnud kindlal tõusval joonel, millele suuremal määral on kaasa aidanud reisijateveo mahtude suurenemine.

Tabel 3.3. Eesti Raudtee AS äriindeksi arvulised väärtused ja tulemused

Andmed	2015	2016	2017	2018	2019
Kaubaveo maht (mln tonni)	15,4	12,5	12,4	13,5	13,2
Reisijateveo maht (mln inimest)	5,4	5,8	6,2	6,4	7,0
Töötajate arv (inimest aastakeskmisena)	815	799	792	762	725
Indeks kaubaveo maht	1	0,81	0,81	0,88	0,86
Indeks reisijateveo maht	1	1,07	1,15	1,19	1,30
Indeks töötajate arv	1	1,02	1,03	1,07	1,12
Iga alusindeksi kaal	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
BII alaindeks	1,00	0,97	0,99	1,04	1,09

Allikas: koostatud autori poolt



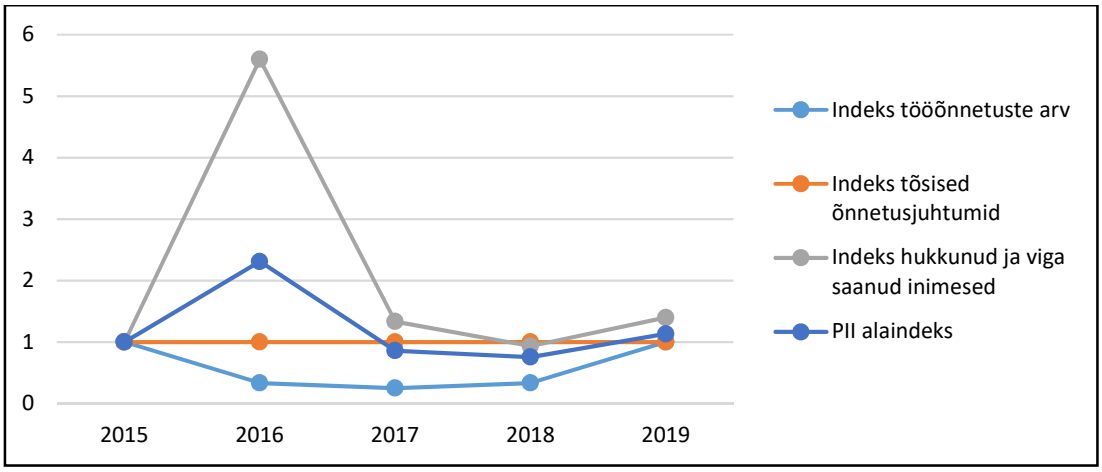
Joonis 3.5. Eesti Raudtee AS äriindeks 2015-2019. aastatel
Allikas: koostatud autori poolt

Kolmandaks leiti protsesside indeksid (PII), mida on võimalik näha tabelist 3.4 ja jooniselt 3.6. Antud indeksi puhul valiti kaks PRIME mõõdikut ja üks, mille puhul konkreetne mõõdik ei ole välja toodud ning puudub kindel arusaam, kas selle lisamist arutatakse või mitte. Siinkohal kasutati kõikide näitajate puhul valemit 2.5, sest muidu oleks alaindeksi väärtus olnud väär. Õnnetuste või hukkunud inimeste arvu suurenemine ei tohi indeksi väärtust suurendada, vaid peavad seda vähendama. Lisaks vajab selgitamist tõsiste õnnetusjuhtumite indeksi konstante väärtus 1. Antud tulemus on autori poolt kirjutatud, mitte valemiga arvutatud, sest teadaolevalt on 0/0 tulem määratlematu, kuid antud juhul ei saa see sedasi olla. Kuna õnnetusjuhtumeid ei ole olnud, aga indeksit on vaja, siis määras autor selle väärtuseks 1. Kui võrrelda kahe mõõdiku (tõsised õnnetusjuhtumid ja raudteeõnnetustes hukkunud või viga saanud inimeste arv) tulemusi PRIME-s kajastatud väärtusega, siis näeb, et võrdlusanalüüsis kajastatakse, et Eesti Raudteel on umbes 2,5 tõsist õnnetusjuhtumit ja 2,75 hukkunud või viga saanud inimest ühe miljoni rongikilomeetri kohta. Autor arvab, et numbriliste erinevused võivad tuleneda sellest, et PRIME-s on võetud keskmine väärtus aastatele 2012-2018.

Tabel 3.4. Eesti Raudtee AS protsesside indeksi arvulised väärtused ja tulemused

Andmed	2015	2016	2017	2018	2019
Tööõnnetuste arv	1	3	4	3	1
Tõsised õnnetusjuhtumid	0	0	0	0	0
Raudteeõnnetustes hukkunud ja viga saanud inimeste arv	28	5	21	30	20
Raudtee pikkus (km)	1235	1233	1233	1233	1239
Indeks tööõnnetuste arv	1	0,33	0,25	0,33	1
Indeks tõsised õnnetusjuhtumid	1	1	1	1	1
Indeks hukkunud ja viga saanud inimesed	1	5,60	1,33	0,93	1,40
Iga alusindeksi kaal	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
PII alaindeks	1,00	2,31	0,86	0,76	1,13

Allikas: koostatud autori poolt



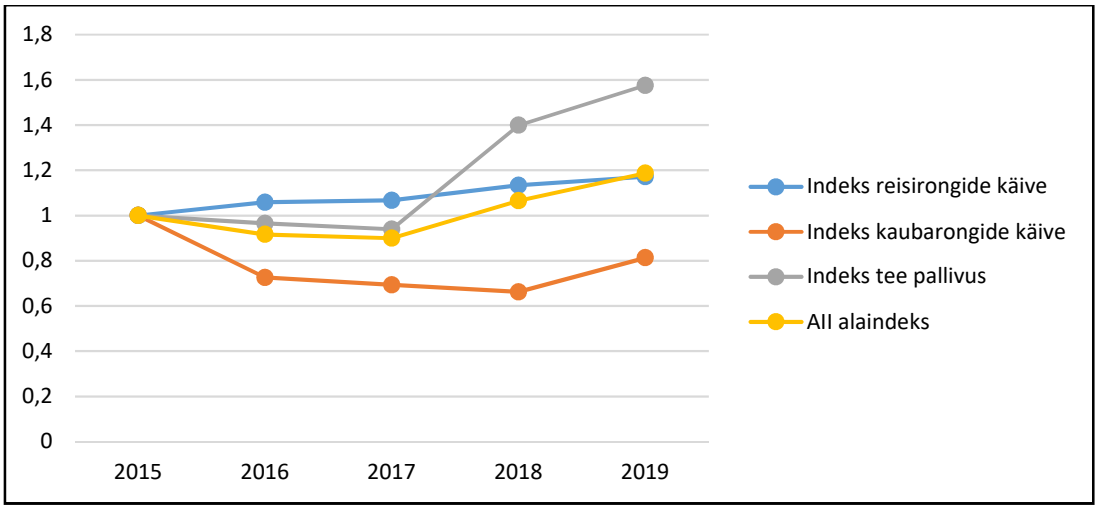
Joonis 3.6. Eesti Raudtee AS protsessiindeks 2015-2019. aastatel
Allikas: koostatud autori poolt

Kõige viimaseks alaindeksiks leiti varade indeks (AII), kuhu kuulusid: reisi- ja kaubarongide käive ning tee pallivus. Tulemusi näeb vastavalt tabelist 3.5 ja joonisel 3.7. Kaks esimest näitajat on PRIME-s kajastatud vastavalt 93. ja 94. mõõdikuna. Tee pallivus on midagi, mida PRIME-s pole kajastatud, kuid autor arvab, et oluline on teada defektide arvu rööbastee kilomeetri kohta. Võrreldavate mõõdikute kohapealt on näha, et esineb erinevusi, kuid see on põhjendatav mõõtühikutega – Eesti Raudtee mõõdab aasta lõikes ja PRIME päeva näitel. Kui andmed ühildada, siis oleksid tulemused peaaegu samasugused. Viimast näitajat (tee pallivus) kahjuks PRIME tulemustega võrrelda ei saa.

Tabel 3.5. Eesti Raudtee AS äriindeksi arvulised väärtused ja tulemused

Andmed	2015	2016	2017	2018	2019
Reisirongide käive (rongikilomeeter)	3 883 171	4 111 058	4 142 206	4 401 310	4 547 567
Kaubarongide käive (rongikilomeeter)	2 052 081	1 489 235	1 422 607	1 359 000	1 668 275
Tee pallivus (summaarsed veapunktid)	1 262	1 308	1 344	902	801
Indeks reisirongide käive	1	1,06	1,07	1,13	1,17
Indeks kaubarongide käive	1	0,73	0,69	0,66	0,81
Indeks tee pallivus	1	0,96	0,94	1,40	1,58
Iga alusindeksi kaal	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
AII alaindeks	1,00	0,92	0,90	1,06	1,19

Allikas: koostatud autori poolt



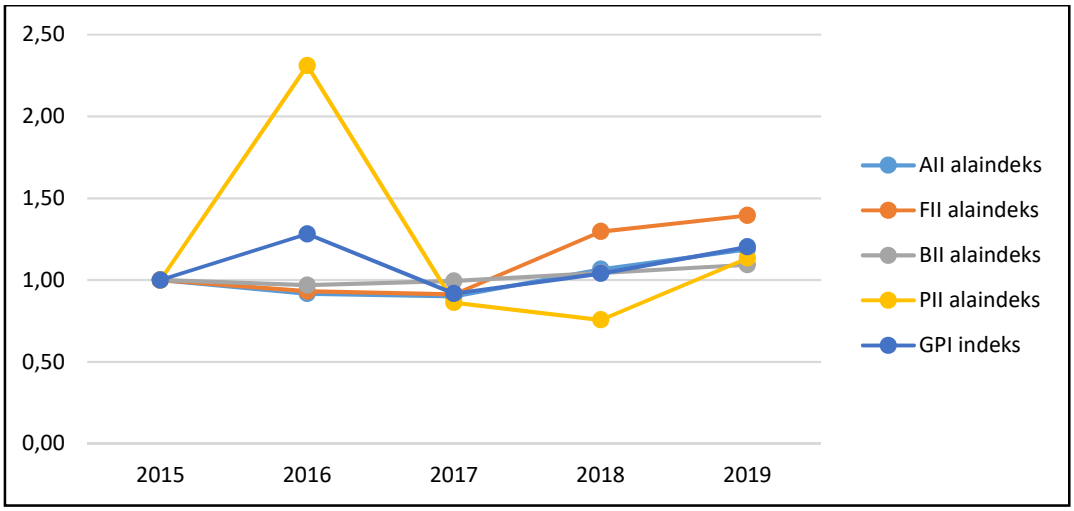
Joonis 3.7 Eesti Raudtee AS varade indeks 2015-2019. aastatel
Allikas: koostatud autori poolt

Lõpetuseks täideti antud töös püstitatud eesmärk, milleks oli leida raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkus. Arvulisi näitajaid näeb tabelist 3.6 ja graafiliselt kajastatud joonisel 3.8. On näha, et aastatel 2015-2016 oli Eesti Raudtee tulemuslikkuse indeks kasvamas, kuid 2017. aastal, kui langesid kõik indeksid välja arvatud protsesside indeks, langes ka tulemuslikkuse indeks. Põhjuseks oli raudteeõnnetustes viga saanud inimeste arvu järsk suurenemine üheaegselt finantstulemuste halvenemisega. Peale seda on tulemuslikkuse indeks olnud aeglases tõusus, mille puhul on kõige enam aidanud kaasa finantsindeksi tõus ning pidurdunud on protsessiindeksi langus. Kokkuvõtvalt on Eesti Raudtee indeksi muutus perioodil 2015-2019 olnud ligikaudu 17%.

Tabel 3.6. Eesti Raudtee AS tulemuslikkuse indeksi arvulised väärtused ja tulemused

Andmed	2015	2016	2017	2018	2019
AII alaindeks	1,00	0,92	0,90	1,06	1,19
FII alaindeks	1,00	0,93	0,91	1,30	1,39
BII alaindeks	1,00	0,97	0,99	1,04	1,09
PII alaindeks	1,00	2,31	0,86	0,76	1,13
Iga alusindeksi kaal	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
GPI indeks	1,00	1,28	0,92	1,04	1,20

Allikas: koostatud autori poolt



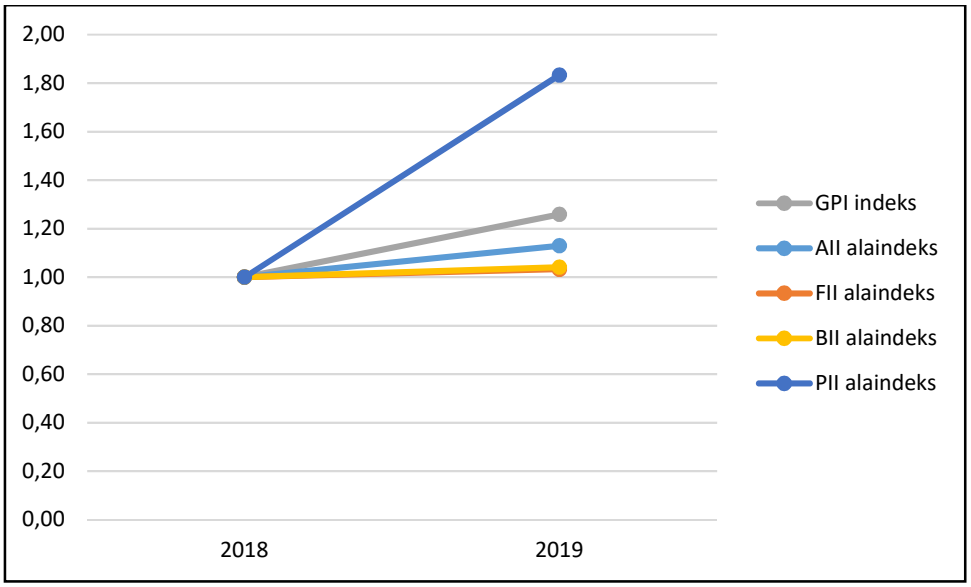
Joonis 3.8. Eesti Raudtee AS tulemuslikkuse indeks 2015-2019. aastatel
Allikas: koostatud autori poolt

Lisaks viie aasta perioodi indeksite analüüsile, viis autor läbi ka analüüsi 2018-2019. aastate suhtes, et näha, kui palju on eesmärgistatud juhtimine muutnud indeksite väärtusi. Arvulisi tulemusi näeb tabelist 3.7 ja jooniselt 3.9. Keskeltläbi on raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse indeks suurenenud 26% võrreldes 2018. aastaga ning sellele on aidanud kaasa protsessiindeksi kasv pea 83%. Kui võrrelda joonist 3.8 ja 3.9, siis on näha, et antud juhul aitab GPI suurenemisele kaasa protsessiindeks. Protsessiindeksis olid kajastatud tööõnnetused jms. mõõdikud, mille puhul, mida väiksem oli näitaja, seda suurem oli indeks. See annab alust arvata, et teinekord ei ole vaja kohe hakata muutma ettevõtet, vaid tuleb hoopis muuta olemasolev infrastruktuur maksimaalselt ohutuks.

Tabel 3.7. Eesti Raudtee AS 2018-2019. aastate indeksite arvulised väärtused ja tulemused

Andmed	2018	2019
AII alaindeks	1,00	1,13
FII alaindeks	1,00	1,03
BII alaindeks	1,00	1,04
PII alaindeks	1,00	1,83
Iga alusindeksi kaal	0,25	0,25
GPI indeks	1,00	1,26

Allikas: koostatud autori poolt



Joonis 3.9. Eesti Raudtee AS indeksid 2018-2019. aastatel
Allikas: koostatud autori poolt

Autor võrdles ka tabeleid 2.1 ja 3.2-3.5 ning positsioneeris Eesti Raudteed võrreldes PRIME-ga. Kokkuvõtvalt saab öelda, et Eesti Raudtee AS näitajad võrreldes PRIME tulemustega on alla keskmiste. Kulude poolest on Eesti Raudtee näitajad suhteliselt väikesed, kuid samal ajal on infrastruktuuri kasutustasud ühed suurematest. See tähendab, et kuigi võrreldes teiste riikidega investeeritakse raudteeinfrastruktuuri vähe, siis kasutustasudest saadav raha on võrdne teiste riikide summadega.

3.5 Järeldused ja ettepanekud

Käesolevatöö eesmärk oli luua tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur ja kasutajaliidese näide tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel. Süsteemi arhitektuur loodi Eesti Raudtee AS väärtusahelat aluseks võttes, mille abil oli võimalik eristada raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja erinevad ülesanded. Väärtusahel kombineeriti tulemuslikkuse nelja valdkonnaga, mis andis kindlama arusaama, millele ettevõte tegelikult keskenduma peaks.

Käesolev töö on kindlasti üks esimesi, mis hakkas looma raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse arvutamise matemaatilist atribuuti, kuid see ei tähenda, et peaks jääma viimaseks. Antud tööst on võimalik luua vähemalt kaks täiesti erineva teemaga uurimust. Esimene võimalus oleks viia läbi autori poolt algselt planeeritud uuring ehk võrrelda teiste riikide raudteede tulemuslikkuse väärtusi PRIME ning Eesti Raudtee AS-ga. Lisaks, kui Eesti Raudtee AS võtab ideeks rakendada antud töös loodud täiendatud tasakaalus tulemuskaarti, võiks võrrelda, kuidas selle kasutuselevõtt on mõjunud. Kas ettevõte on edasi arenenud, kas praegused arvnäitajad on paremaks

muutunud või tuleb välja hoopis uusi vajakajäämisi või täiesti uusi lahendusi. See oleks huvitav teema, mida konkreetsemalt uurida.

Uurimuse käigus selgus, et hetkel PRIME poolt kinnitatud mõõdikud ei pruugi tegelikult kõikidele raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjatele sobida. Nad võivad sobida tehnilisest vaatepunktist vaadatuna, kuid reaalsuses ei pruugi nendele leida kasutust. Eesti Raudtee puhul näiteks ei olnud võimalik kasutada järgmisi mõõdikuid:

- elektrifitseeritud raudtee osatähtsus – selle muutumine ajas on olnud minimaalne;
- intermodaalsed raudteeterminalid – Eestis on neid ainult üks ja see on Koidula, mida loetakse üheks rajatiste kompleksiks Luhamaa maanteepiiripunktiga, kuigi tema tehnilise varustuste poolest tegelikult TEN-T raudteevõrgu kriteeriumidele ei vasta;
- ERTMS süsteem – Eestis ei ole seda veel juurutatud.

Autor arvab, et selline murekoht ei saa olla ainult Eestis, vaid võib esineda ka teistes riikides. See näitab, et PRIME peaks väga tõsiselt kaaluma oma mõõdikute ülevaatamist ning täiendamist, et kõik liikmed saaksid nendest kasu.

Teine ettepanek on ühiste arvutusvalemite loomine. Seda nii ettevõtjate kui ka PRIME tasandil. Juba Eesti Raudtee AS puhul tuli välja, et teatud näitude leidmisel võib kasutada erinevaid meetodeid. See ei tähenda, et üks või teine oleks konkreetselt vale, kuid see kindlasti raskendab nende omavahelist võrdlemist. Sama märkus on ka PRIME kohta – kuna konkreetselt ei ole välja toodud, kuidas mingeid mõõdikuid leitakse ja lisaks ka veel korrigeeritakse riigi ostujõu suhtes, siis on ääretult keeruline igal riigil, kui soov peaks olema, võrrelda oma tulemusi.

Lõpetuseks pakub autor välja ka idee kasutada sotsiaalmeediast tulenevaid suurandmeid. Sotsiaalmeedia on andmeallikas, mida tihti tõsiselt ei võeta, sest õiget infoallikat on väga keeruline eristada libauudistest või valest. Ometigi arvab autor, et õigete teadmiste ja oskustega saaks sotsiaalmeediat hakata kasutama ettevõtte tulemuslikkuse parendamiseks. Sotsiaalmeedia suurandmete andmebaasina kasutamine oleks toeks Eesti Raudtee AS praegusele tasakaalus tulemuskaardile, mis sisaldab suurel määral nn „pehmeid väärtusi". Kaasaegsed meediaanalüüsi meetodid ja vahendid (nt tekstikaeve, video sisuanalüüs, jälgijaskonna analüüs) suudaksid sotsiaalmeediat analüüsides leida mõõdetavad väärtused ka praegu TTK-s kajastatud numbrilist väärtust mitteomavatele mõõdikutele.

Näiteks on sotsiaalmeedias palju arutatud rongi- ja bussiaegade kattuvust – inimesed kasutaksid raudteed hea meelega, kuid peamine põhjus, miks seda ei teha on, et rongid jõuavad jaama peale samast jaamast väljuvat bussi. Kui ettevõte omaks sellisest murest selget infot, oleks võimalik selle probleemiga tegeleda. See omakorda annaks alust mõttele erinevate veo-ettevõtjate koostööst pakkumaks parimat klientidele ja samal ajal oma eesmärke täites.

KOKKUVÕTE

Tulemuslikkuse mõõtmine on teema, mis leiab sageli kajastamist, kuid mõistet ennast avatakse harva. Teoorias peaks tulemuslikkuse mõõtmine olema lihtne ja loogiline protsess, samas selle praktiline rakendamine võib osutuda keeruliseks. Seda põhjustab asjaolu, et tulemuslikkuse mõõtmise süsteem ise ei ole üheselt mõistetav ja selle kohta on kujunenud mitmeid erinevaid mudeleid. Kiirelt muutuvas ärisituatsioonis võib tulemuslikkuse mõõtmise umbmäärasus tuua kaasa ettevõtte väljalangemise konkurentsist.

Lisaks tulemuslikkuse mõõtmise tähtsuse tõusule on toimunud suurandmete kasutamise plahvatuslik kasv. Eesti võrguettevõtjad on suurandmed mingis ulatuses omaks võtnud, kuid kasutavad neid oma tulemuslikkuse mõõtmisel suhteliselt vähe. Vähese kasutuse põhjuseks on tihti nii vastavate teadmiste, oskuste kui ka kindlalt sõnastatud eesmärkide ja reeglistike puudumine. Puudub konkreetne suurandmetel põhinev tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur. Antud probleem puudutab ka raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjaid ehk Eesti kontekstis Eesti Raudtee AS-i, kelle sisemised eesmärgid peavad vastama nii ettevõtte äriloogikale kui ka riigi kui omaniku ootustele.

Käesoleva lõputöö teemaks oli „Suurandmetel põhinev raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmise süsteem AS Eesti Raudtee näitel". Uurimisprobleemiks oli laiema teadmise puudumine, kuidas kasutada suurandmeid raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja tulemuslikkuse mõõtmiseks. Sellest tulenevalt oli eesmärgiks välja töötada tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur ja kasutajaliidese näide tasakaalus tulemuskaardi põhimõttel. Magistritöö jagunes kolmeks peatükiks: suurandmed võrguettevõtjate tulemuslikkuse hindamisel ehk teooria, metoodika ning analüüs ja süntees.

Uurimisprobleemi lahendamiseks vastati järgnevatele küsimustele.

- Miks on oluline tulemuslikkuse mõõtmine võrgutööstustes?
- Milline on tulemuslikkuse mõõtmise praktika võrgutööstuses raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja näitel?
- Milline on suurandmetel põhineva tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja näitel?
- Milline võiks olla tulemuslikkusel põhinev tasakaalus tulemuskaart?

Esimesele küsimusele saadi vastus teoreetiliste allikate analüüsi teel. Võrgutööstuste toimimisel on suur mõju ühiskonna heaolule, kuna nad loovad eeldusi majanduskasvule ja tootlikkuse tõusule. Teenused, mida võrgutööstused pakuvad, annavad märkimisväärse sisendi riigi SKP-sse ning kuigi raudtee-ettevõtjad on eraõiguslikud juriidilised ettevõtjad, käsitatakse neid ka riigi majanduspoliitika elavdajatena, pakkudes inimestele võimalusi igapäevasteks liikumisteks.

Töö teise uurimisküsimuse (milline on tulemuslikkuse mõõtmise praktika võrgutööstuses raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja näitel?) vastus põhines samuti teoreetiliste allikate analüüsil. Selgus, et tulemuslikkuse mõõtmist võrgutööstustes esines, kuid mitte eriti raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate puhul. Raudtee-infrastruktuuriettevõtjate näitel on seda uuritud nii Eestis kui rahvusvaheliselt, kuid tulemuslikkuse üldistatud indeksit veel konstrueeritud ei ole. Reeglina ei võeta asjakohastes uurimustes arvesse väärtusahela kõiki osi.

Kolmandale küsimusele (milline on suurandmetel põhineva tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja näitel?) vastamiseks modelleeris autor raudteeinfrastruktuuri-ettevõtja väärtusahela, mida Eestis teadaolevalt varem tehtud ei ole. Väärtusahel andis aluse modifitseerida Eesti Raudtee senist tasakaalus tulemuskaarti ning aitas luua tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuuri. Tulemuslikkuse mõõtmise süsteemi arhitektuur baseerub suurandmetel ning andis aluse hindamaks Eesti Raudtee tegevuse tulemuslikkust, mis on käesoleva töö kvantitatiivne osa.

Kõige viimasele küsimusele (milline võiks olla tulemuslikkusel põhinev tasakaalus tulemuskaart (TTK)?) leiti vastus, et tulemuslikkusele suunatud kohandatud TTK peab olema selline, kus Eesti Raudtee AS tegevusvaldkonnad on kombineeritud tulemuslikkuse valdkondadega. Loodud kohandatud TTK arvestas nii ettevõtte strateegiliste eesmärkide kui ka tulemuslikkuse eesmärkidega.

Autori ettepanek raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjatele ja neid ühendavatele organisatsioonidele (nt PRIME) on defineerida üldise tulemuslikkuse näitaja, mille alusel hinnata ühe või teise ettevõtja tulemuslikkuse muutmist ajas. Teiseks tuleb üle vaadata nii olemasolevad kui ka alles „võib-olla kasutame" staatuses tulemusnäitajad, sest praegu on kasutusel tulemuslikkuse võtmenäitajad, mida väikeriigid (nt Eesti) kasutada ei saa. Kolmandaks võib olla põhjendatud ka idee kasutada sotsiaalmeediat ühe suurandmebaasina.

Lõpetuseks pakub autor välja vähemalt kaks uut uurimistöö teemat – mõne aja pärast võrrelda teiste riikide raudteede tulemuslikkust raudteeinfrastruktuuri-ettevõtjate koostööplatvormi PRIME ning Eesti Raudtee AS-ga, ning analüüsida, kuidas uus kohandatud tasakaalus tulemuskaart on mõjutanud või võiks mõjutada Eesti Raudtee AS-i.

SUMMARY

Railway infrastructure manager`s performance measurement system based on big data on the example of Estonian Railways Ltd

Merlin Paggi

Performance measurement is a topic that often finds reflection, but the term itself is rarely defined. In theory, performance measurement should be a logical and straightforward process, yet its practical application usually proves to be complicated. The problem is caused by the fact that the performance measurement system itself is not unambiguous, and several different models have emerged for it. In a rapidly changing business situation, uncertainty about performance measurement may result in the company dropping out of the competition.

In addition to the rise in the importance of performance measurement, an explosive increase has been in the use of big data. Estonian network companies have embraced big data to some extent, but use only a small share of it to boost their performance. The reason for this is the lack of relevant knowledge, skills, as well as defined objectives and framework. At the moment, there is no specific big data-based performance measurement system architecture. This problem also concerns railway infrastructure managers, and in the Estonian context, it means Estonian Railways Ltd, whose internal goals must meet two criteria: the company's business logic and the expectations of the state as the owner.

The topic of this thesis was "Railway infrastructure manager's performance measurement system based on big data on the example of the Estonian Railways Ltd". The research problem was the lack of broader knowledge of how to use big data to measure railway infrastructure manager's performance. This thesis aimed to develop the performance measurement system architecture and to create an example of the user interface based on the balanced scorecard. The master's thesis was divided into three chapters: big data in assessing the performance of network operators, i.e. theory, methodology and analysis and synthesis.

In order to solve the research problem, the following questions were answered:

- Why is it important to measure performance in network industries?

- What is the performance measurement practice in the network industry on the example of the railway infrastructure manager?
- What does the architecture of the big data-based performance measurement system look like shown by the railway infrastructure manager?
- What might a performance-based balanced scorecard look like?

The answer to the first question was obtained by analysing the theoretical sources. The functioning and structure of network industries have a significant impact on the well-being of society, as they are prerequisites for economic and productivity growth. The products and services that network industries provide represent a significant input into each country's GDP. The railway, while being a separate company, is also an enlivener of the country's economic policy by offering a wide range of opportunities for people to move and travel daily.

The answer to the second question of this work (what is the performance measurement practice in the network industry on the example of the railway infrastructure manager?) is based on the analysis of theoretical sources. It turned out that the practice of performance measurement was present in the network industries, but not much in the example of the railway infrastructure manager. The practice of performance measurement using the example of the railway infrastructure managers has been studied locally and internationally, but no specific index or value has yet been found. Usually, not all parts of the value chain are considered in their studies.

To answer the third question (what does the architecture of the big data-based performance measurement system look like shown by the railway infrastructure manager?) the author developed a value chain only for the railway infrastructure manager. To her best knowledge, nothing like this has been done before. The constructed value chain provided a basis for modifying the balanced scorecard and helped create the architecture of the performance measurement system. The architecture of the performance measurement system is based on big data and provides a basis for calculating Estonian Railways Ltd. initial results, which is the quantitative part of the work.

To the very last question (what might a performance-based balanced scorecard look like?) the answer was found that the performance-based balanced scorecard must be adapted, where the Estonian Railways Ltd areas would be combined with the performance areas. The custom balanced scorecard considers both the company goals and performance in general.

The author's proposal for railway infrastructure managers and connecting organisations (e.g. PRIME) is to define a general performance indicator to assess the performance of one or another undertaking over time. Secondly, both the existing and still "maybe we will" performance indicators need to be reviewed, as there are currently many performance indicators that small countries (e.g. Estonia) cannot use. Third, the idea of using social media as one big database may also be justified.

Finally, the author proposes at least two new research topics – after a while, comparing other countries railway performance with the Platform of Rail Infrastructure Managers in Europe PRIME and Estonian Railways Ltd., and analysing how the newly adjusted balance scorecard has or could affect Estonian Railways Ltd.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

Andres Ploom, Eesti Raudtee AS IT arendusjuht. Autori intervjuu. E-kiri. 19.11.2019

Avaliku raudteeinfrastruktuuri arendamist suunav tegevuskava aastateks 2019-2024

Barnes, T. J. (2013). Big data, little history. – *Dialogues in Human Geography*, Vol 3

Bauer, P., Thorpe, A., Brunet, G. (2015). The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature: International Weekly Journal of Science*, Vol. 525, 47-55

Brewer, P.C., Speh, T.W. (2000). Using the balanced scorecard to measure supply chain performance. – *Journal of Business Logistics*, Vol. 21, No. 1, 75–93

Crampes, C. (1997). *Network industries and network goods*. IDEI

Dudin, M., Kucuri, G., Fedorova, I., Dzusova, S., Namitulina, A. (2015). The Innovative Business Model Canvas in the System of Effective Budgeting. – *Asian Social Science*, Vol. 11, No. 7, 290-296

Duranton, S., Audier, A., Hazan, J., Langhorn, M. P., Gauche, V. (2017). *The 2017 European Railway Performance Index.* BCG. Kättesaadav: https://www.bcg.com/publications/2017/transportation-travel-tourism-2017-european-railway-performance-index.aspx

Eesti Raudtee AS aastaaruanne 2019

Eesti Raudtee AS. (2019). *Ettevõttest.* Kättesaadav: https://www.evr.ee/et/ettevottest (12.11.2019)

Eesti Raudtee AS strateegia 2019-2024

Eljas-Taal, K., Veerpalu, A., Romanainen, J. (2018) Kas andmetest kujuneb uus varaklass? – *Pikksilm*, 12-23

Enterprise big data framework. (2019) *Where does „Big Data" come from?* Kättesaadav: https://www.bigdataframework.org/short-history-of-big-data/ (15.12.2019)

European Commission. Mobility and Transport. (2020). *Infrastructure managers (PRIME).* Kättesaadav: https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/market/infrastructure-managers-prime_en (05.01.2020)

European Data Journalism Network. (2019). *The diferent European railway systems*. Kättesaadav: https://www.europeandatajournalism.eu/eng/News/Useful-data/The-different-European-railway-systems (27.12.2019)

European Union Agency for Railways. (2016). Big data in railways. *Common occurence reporting programme*

Gereffi, G. (1999). International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. – *Journal of International Economics*, Vol. 48, 37-70

Gottinger, H. (2003). *Economies of Network Industries*. Routledge.

Held, C., Adeney, W., Lowe, C. (2019). Big Data Strategies – how can railways organise to maximise benefit. – *UIC Railway Asset Management Global Conference 2019*, 17-19.04.2019 Pariis.

Hervani, A. A., Helms, M. M., Sarkis, J. (2005). Performance measurement for green supply chain management. – *Benchmarking: An International Journal,* Vol. 12, No. 4, 330-353

Hofheinz, P., Osimo, D. (2017). Making Europe a Data Economy: A New Framework for Free Movement of Data in the Digital Age. – *Lisbon Council Policy Brief*, Vol. 11, No. 1

International Union of Railways. (2013). Protection measures for railway assets. *UIC Security Platform. New technology*

International Union of Railways. (2019). *International union of railways.* Kättesaadav: https://uic.org/ (13.01.2019)

Juhtimisinfo (2015). *Tulemuslikkuse võtmenäitajate mõõdikud peavad olema seotud reaalsete eesmärkidega*. Kättesaadav: https://juhtimisinfo.ee/2015/09/28/tulemuslikkuse-votmenaitajate-moodikud-peavad-olema-seotud-reaalsete-eesmarkidega/ (04.11.2019)

Kaplan, R. S., Norton, D. P. (1996). Strategic learning & the balanced scorecard. – *Strategy & Leadership*, Vol. 24, 18-24

Kildjer, E. (2018) *Tarneahel olgu peopesal koos, mitte kildudena laiali.* Kättesaadav: https://juhtimisinfo.ee/2018/03/12/tarneahel-olgu-peopesal-koos-mitte-kildudena-laiali/ (12.10.2019)

Kleijnen, J.P.C., Smits, M.T. (2003). Performance metrics in supply chain management.– *Journal of the Operational Research Society*, Vol 54, 507–514

Kristjan Eljand, Eesti Energia AS Technology Scout. Autori intervjuu. Skype. 11.11.2019

Kuhi, K., Kõrbe Kaare, K., Koppel O. (2015). A concept of performance measurement and evaluation in network industries. – *Proceeding of the Estonian Academy of Science*, Vol 64, 536-542

Kuhi, K., Kõrbe Kaare, K., Koppel, O. (2015). Using Probabilistic Models for Missing Data Prediction in Network Industries Performance Measurement Systems. – *Procedia Engineering*, Vol. 100, 1348-1353

Kukke, A. (2015) *7 soovitust mõõdikute kasutuselevõtuks*. Kättesaadav: https://juhtimisinfo.ee/2015/09/28/7-soovitust-moodikute-kasutuselevotuks/ (14.10.2019)

Kõrbe Kaare, K. (2013). Performance Measurement of a Road Network: A Conceptual and Technological Approach for Estonia. (Doktoritöö). Tallinna Tehnikaülikool.

Leanway. (2020). *VSM – väärtusahela kaardistamine*. Kättesaadav: https://leanway.ee/vsm-vaartusahela-kaardistamine/ (12.02.2020)

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., Hun Byers, A. (2011). *Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity.* McKinsey Global Institute. Kättesaadav:

https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_full_report.ashx (13.11.2019)

Masiero, G., Ogasavara, M. H., Jussani, A. C., Risso, M. L. (2017). The globaal value chain of electric vehicles: A review of the Japanese, South Korean and Brazilian cases. – *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 80, 290-296

Miyake, D. (2002). *Implementing strategy with the balanced scorecard: an introduction to the strategy-focused organization*. Information Management Magazine. Kättesaadav: https://www.information-management.com/news/implementing-strategy-with-the-balanced-scorecard-an-introduction-to-the-strategy-focused-organization (09.11.2019)

Montwill, A. (2018). Analysis of the seaport value chain as a method for assessing its strategic potential. – *SHS Web of Conferences*, Vol. 58

Neely, A., Gregory, M., Platts, K. (2005). Performance measurement system design. – *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 12, 1228-1263

OECD. (2017). *Bridging the Gap: Inclusive Growth 2017 Update Report*. Kättesaadav: http://www.oecd.org/inclusive-growth/Bridging_the_Gap.pdf (25.02.2020)

Olari Tammel, Targa Sadama projektijuht. Autori intervjuu. Skype. 22.11.2019

Opher, A., Chou, A., Onda, A., Sounderrajan, K. (2016) *The Rise of the Data Economy: Driving Value through Internet of Things Data Monetization.* IMB. Kättesaadav: https://www.ibm.com/downloads/cas/4JROLDQ7 (02.01.2020)

Oswald, M., Li, Q., McNeil, S., and Trimbath, S. (2011) Measuring infrastructure performance: development of a national infrastructure index. – *Public Works Management & Policy*, Vol. 16, 373–394

Porter, M. (2004). Competative Advantage: creating and sustaining superior performance. New York: Free Pass

Press, G. (2013). *A Very Short History Of Big Data.* Forbes. Kättesaadav: https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data/#e46c14465a18 (16.12.2019)

Press, G. (2014). *12 Big Data Definitions: What`s Yours?* Forbes. Kättesaaadv: https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/09/03/12-big-data-definitions-whats-yours/#59a96ffb13ae (16.12.2019)

PRIME. (2020). PRIME 2018 data Benchmarking Report – Final report. *Good practice benchmarking of the rail infrastructure managers*, 09.04.2020, Hamburg

PRIME: Platform of Rail Infrastructure Managers in Europe. (2019a). *Description*. Kättesaadav: https://webgate.ec.europa.eu/multisite/primeinfrastructure/about-prime/description_en (11.01.2019)

PRIME: Platform of Rail Infrastructure Managers in Europe. (2019b). *Digital Solutions*. Kättesaadav: https://webgate.ec.europa.eu/multisite/primeinfrastructure/content/subgroups-3_en (11.01.2019)

PRIME: Platform of Rail Infrastructure Managers in Europe. (2019c). *Key Performance Indicators for performance benchmarking*, Ver. 3.1. Kättesaadav: https://webgate.ec.europa.eu/multisite/primeinfrastructure/sites/primeinfrastructure/files/prime_kpi_catalogue_3.1.pdf

Publications Office of the European Union. (2002). *A Methodological Note for the Horizontal Evaluation of Service of General Economic Interest*. Kättesaadav: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6f835b7c-c457-41d6-8254-1f0dfd5d5985/language-bg (14.03.2020)

Rail Freight Corridor North Sea-Baltic. (2018a). *Corridor Information Document. Book 1. Generalities Timetable 2018*. Kättesaadav: http://rfc8.eu/files/public/uploads/Books_for_TT_2018/CID_Book_1_Generalities_TT_2018.pdf (22.01.2020)

Rail Freight Corridor North Sea-Baltic. (2018b). *Performance Monitoring Report 2018.* Kättesaadav: http://rfc8.eu/files/public/Key_Performance_Indicators/Performance_Monitoring_NSB__2018.final20.11.2019.pdf (22.01.2020)

Rail Freight Corridor North Sea-Baltic. (2020). *Rail Freight Corridor North Sea-Baltic.* Kättesaadav: http://rfc8.eu/ (12.01.2020)

Rajesh, R., Pugazhendhi, S., Ganesh, K., Ducq, Y., Lenny Koh, S.C. (2012). Generic balanced scorecard framework for third party logistics service provider. – *International Journal of Production Economics*, Vol 140, 269-282

Raudteeseadus. RT I 2003, 79, 530

Sauga, A. (2020). *Statistika.* 2 väljaanne. Tallinn: TalTech kirjastus

Slack, N., Brandon-Jones, A., Johnston, R. (2013). *Operations management*. 7th ed. Edinburgh: Pearson Education Limited

Sorooshian, S., Aziz, N. F., Ahmad, A., Jubidin, S. N., Mustapha, N. M. (2016). Review on Performance Measurement Systems. – *Mediterranean Journal of Social Sciences*, Vol 7, No. 1

St. Ntanos, A., Boulouta, K. (2012). The management by objectives in modern organisations and enterprises. – *International Journal of Strategic Change Management*, Vol. 4, No. 1

Strömpl, J. (2014). *Juhtumiuurimus.* Tartu Ülikool. Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas. Kättesaadav: http://samm.ut.ee/juhtumiuurimus (14.02.2020)

Tallinna Ülikool. (2020). *Tasakaalus tulemuskaart – mis see on?* Kättesaadav: https://www.tlu.ee/opmat/in/BSC_AL/tasakaalus_tulemuskaart__mis_see_on.html (13.03.2020)

Tangen, S. (2004). Evaluation and Revision of Performance Measurement Systems. (Doktoritöö). Royal Institute of Technology. Rootsi.

The KPI Institute. (2019). *Performance management and measurement.* Kättesaadav: https://smartkpis.kpiinstitute.org/kpi-101/performance-management-and-measurement (04.11.2019)

TSENTER. (2020). *Väärtusahela kaardistamine*. Kättesaadav: https://tsenter.ee/lean/vaartusahela-kaardistamine/ (23.01.2020)

UIC. (2019). Choose the best track for your assets. – *UIC Asset Management Global Conference 2019*, 17-19.04.2019 Pariis.

White, G. (1996). A survey and taxonomy of strategy-related performance measures for manufacturing. – *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 16 No. 3, pp. 42-61.

Wizon OÜ. (2020). Mis on ärianalüüs? Kättesadav: https://www.wizon.ee/arianaluus/mis-on-arianaluus/ (12.05.2020)

LISAD

Lisa 1 Väljavõte AS Eesti Raudtee strateegiast 2019-2024

Peamised eesmärgid, tegevused ja mõõdikud

EESMÄRK

1. Laiendada klientide sihtrühma kõigi raudteega kokkupuudet omavate osapoolteni
2. Ühisprojektide läbiviimine
3. Reisijate ja kaubaveo mahu kasv

TEGEVUS

1. Valitud sihtrühmalt regulaarse tagasiside küsimine (tagasiside küsitlus)
2. Ühiste, mitme osapoolega seotud müügiprojektide arendamine
3. Taristu kvaliteeti ja ligipääsetavuse parendamisse investeerimine
4. Koostöö raudteede administratsioonidega ja infrastruktuuri ettevõtetega
5. Koostöö Rail Baltic Estoniaga

MÕÕDIK

	2018	2020	2022	2024
Kliendi rahulolu	-	70%	75%	80%
Kaubaveomaht raudteel	13,5M	15M	16,7M	18,6M
Rahvusvaheliste rongireisijate arv	110K	130K	150K	200K
Siseriiklike reisijate arv	7,8M	8,1M	8,4M	8,8M

EESMÄRK

1. Täisautomaatse liikluskorraldusega taristu
2. Optimaalne taristu suurus
3. Isemajandav ettevõte

TEGEVUS

1. Automaatse liiklusjuhtimissüsteemi rakendamine
2. Taristu ülalpidamise kulude vähendamine (optimaalse suuruse tagamine)
3. Investeerimisprojektide juhtimise tõhustamine

MÕÕDIK

	2018	2020	2022	2024
Dispetšeritsentralisatsiooni lülitatud jaamade ja blokkpostide arv	67%	68%	78%	100%
Pöörangute arv	1190	1130	1100	1070
Jaamateed (km)	430	410	390	370
Hoonete arv	320	306	292	271
Investeeringute plaani täitmine	85%	85%	87%	90%
Riigipoolne kulude katmine	16M	5,1M	2,7M	0,0M

Peamised eesmärgid, tegevused ja mõõdikud

EESMÄRK

1. Optimeeritud ja digitaliseeritud protsessid
2. "Nullvisioon" raudteetaristu ohutuses

TEGEVUS

1. Digilao, Dynamic 365, varahalduse ja kesklao projektide juurutamine
2. Ülesõitude ja ülekäikude ohutumaks muutmine
3. Ennetustegevus kaardistatud ohtude osas
4. Andmevahetuse automatiseerimine vedajatega
5. Üleminek elektroonilisele liiklusgraafikute koostamisele

MÕÕDIK

	2018	2020	2022	2024
Tõkkepuu ja fooriga varustatud ülesõitude arv	36	73	96	106
Täiendavaid ohutusmeetmeid vajavate ülekäikude osakaal	6,3%	4,9%	3,5%	2,1%
Õnnetustes kannatanute arv	20	15	12	8
Rikete tõttu hilinenud rongide arv[6]	260	250	240	230
Liiklusgraafiku täitmine reisijateveol (% ajast ehk graafikust kinni pidamine)	99,0%	99,1%	99,2%	99,3%
Töörežiimi täitmine kaubaveol (% ajast ehk kokkulepitud sõiduajast kinni pidamine)	99,0%	99,0%	99,0%	99,0%

Peamised eesmärgid, tegevused ja mõõdikud

EESMÄRK

1. Ettevõttes töötavad professionaalsed ja motiveeritud töötajad
2. Keskkonnasõbralik ja sotsiaalselt vastutustundlik ettevõte
3. Väärtuspõhine juhtimine

TEGEVUS

1. Koolitusstrateegia elluviimine
2. Vastutustundliku ettevõtte hõbetaseme saavutamine
3. Arenguvestluste ja kompetentside hindamise juurutamine
4. Keeleõppe rakendamine

MÕÕDIK

	2018	2020	2022	2024
Koolitusel käinud töötajate koolitusega rahulolu keskmine näitaja[7]	-	4,0	4,2	4,4
Voolavus %	4,50%	4,30%	4,10%	4,00%
Töötajate rahulolu uuringu tulemus (koondhinnang pühendmus)[8]	68%	70%	72%	74%
Töötajate arv	769	680	630	590
Töötajate osakaal ametikohtadel, kus nõutakse vähemalt B1 kategooria eesti keele taset[9]	20%	60%	80%	90%