

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Helen Ennok 221662

**Enefit Green AS-i tootmisobjektidega seotud
sündmuste menetlemise keskkonna äri- ja
süsteemianalüüs**

Magistritöö

Juhendajad: Erki Eessaar
PhD
Kaspar Hordo
MSc

Tallinn 2024

Autorideklaratsioon

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

Autor: Helen Ennok

08.05.2024

Annotatsioon

Maailma rahvaarvu kasvu ja elatustaseme paranemise tõttu on globaalne energiatarbimine pidevas kasvutrendis. Enefit Geen AS-i tootmisportfell on samuti kiiresti kasvamas. Omades ajakohast ja täpset analüütikat, suudab ettevõtte tõhusamalt hallata oma tootmisobjekte (elektrituulikuid ja päikeseparke), mis on oluline osa ettevõtte varadest ning langetada kindlamaid ja kvaliteetsemaid juhtimisotsuseid.

Magistritöö eesmärgiks on läbi viia Enefit Green AS-le loodava tootmisobjektidega toimuvate sündmuste menetlemise süsteemi äri- ja süsteemianalüüs. Magistritöö tulemuste alusel on võimalik arendada ettevõtte äri vajadusi arvestav süsteem, mis tekitab automaatse logiraamatu ning perioodilised kokkuvõtted.

Hetkel toimub ettevõttes seoses perioodiliste kokkuvõtete koostamisega ulatuslik käsitsi andmetöötlus. See suurendab vigade riski, aeglustab protsessi ning vähendab analüüsi usaldusväärsust. Andmete kogumine võtab palju aega, mis võib takistada kiiret ja tõhusat otsuste langetamist. Lisaks puuduvad süsteemis automaatsed logid seisakute ja nende mõjude kohta, mis raskendab oluliselt teabe jälgimist ja vajalikel hetkedel kättesaadavust.

Lõputöö tulemusel valmib äri- ja süsteemianalüüs tootmisobjektidega toimuvate sündmuste menetlemise tarkvara arendamiseks. Loodud tulemid saavad olema sisendiks Enefit Green AS tootmisjuhtidele ning analüütikutele mõeldud olulise tööriista loomiseks, tagamaks kiiremat ning täpsemat analüütikat kõikide tootmisobjektide kohta.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 113 leheküljel, 11 peatükki, 41 joonist, 37 tabelit.

Abstract

Business and System Analysis of the System for Processing Events Related to Enefit Green AS Production Facilities

Due to the increase of the world's population and improvement of living standards, global energy consumption is continuously increasing. Enefit Green AS's production portfolio is also in a rapid expansion phase. With up-to-date and precise analytics, the company can more efficiently manage its production facilities (wind turbines and solar farms), which are a significant part of the company's assets, and make more confident and higher-quality management decisions.

The aim of the master's thesis is to conduct a business and system analysis of the event processing system to be created for Enefit Green AS's production facilities. Based on the results of the master's thesis, it is possible to develop a system that meets the company's business needs, generating an automatic logbook and periodic summaries.

Currently, extensive manual data processing is taking place in the company regarding the preparation of periodic summaries. This increases the risk of errors, slows down the process, and reduces the reliability of the analysis. Data collection takes a lot of time, which may hinder fast and efficient decision-making. Additionally, there are no automatic logs in the system regarding downtime and its impacts, making it significantly challenging to track information and ensure its availability at crucial moments.

The conducted business and system analysis form the basis for developing a new system and enable a smooth transition to the new process. The analysis results offer a comprehensive insight into the company's requirements, user needs, and the system's functionality and features.

To achieve the goal the current process and its shortcomings were analyzed. An overview of the necessity of the system and the logic of business processes related to event logging was provided using various business analysis models. The main functional and non-functional requirements of the system were mapped out and prioritized. A new process

for event logging and preparing periodic summaries was proposed. The proposed system was divided into subsystems. For each functional subsystem, a use case diagram was created to further specify functional requirements. For each register (a data-centric subsystem), an entity-relationship diagram was created to specify requirements to the data. A transition plan to the solution was described along with the necessary time buffers. As a result of the work, Enefit Green AS will be able to convert manual data collection for analyses into automatic processes, eliminate errors made through manual data collection, automatically log all events in all Enefit Green production facilities, prepare automatic periodic summaries, analyze events thoroughly as well as compile statistics, and ensure analytical capability even with the addition of production facilities.

The author considers the aim of the master's thesis fulfilled. In the future, the materials of the thesis could be extended with text-based descriptions of use cases, which would provide more detailed documentation of the system's functionalities. Moreover, a project cost-benefit analysis to assess the economic impact of developing and implementing the system would be beneficial. Creating a user interface and prototype could also be useful, as it would provide a good overview of the system's functionalities and allow for the visualization and mapping of new functionalities that may have been overlooked so far.

The thesis is in Estonian and contains 113 pages of text, 11 chapters, 41 figures, 37 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

<i>ad-hoc</i>	väljend, mis viitab konkreetseks otstarbeks, eesmärgiks või olukorraks
AS	aktsiaselts
AS-IS	olemasolev, eksisteeriv olukord
BMC	<i>Business Model Canvas</i> , ärimudeli lõuend
BMM	<i>Business Motivation Model</i> , äri motivatsioonimudel
BPMN	<i>Business Process Modelling Notation</i> , äriprotsesside modelleerimiskeel ehk graafiline notatsioon äriprotsesside ja töövoogude täpsemaks kirjeldamiseks [1]
COPIS	<i>Customers, Outputs, Process, Inputs, Suppliers</i> analüüs
EA	<i>Enterprise Architect</i> , tarkvara- ja infosüsteemide loojatele mõeldud analüüsi ja disainitööriist.
eap	failiformaat, mida kasutatakse Enterprise Architect failide salvestamisel
FAS	funktsionaalne allsüsteem
FURPS	<i>Functionality, Usability, Reliability, Performance, Supportability</i> , tarkvara kvaliteedi atribuutide ning vastavate nõuete klassifitseerimise viis
HMI	<i>Human-Machine Interface</i> , inim-masina liides
IR	<i>Investor Relations</i>
jpg	pildifaili formaat
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> , tulemuslikkuse võtmemõõdik
kW	Kilovatt,
MCC	<i>Monitoring and Control Centre</i>
MoSCoW	funktsionaalsete nõuete prioritseerimise tehnika
MW	Megavatt
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i> , loogikakontroller
png	pildifaili formaat
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i> , kaugterminalüksustest

SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , juhtimis- ja jälgimissüsteem, mille abil toimub tehniliste protsesside jälgimine [2]
SIPOC	<i>suppliers, inputs, process, outputs, customers</i> analüüs
SWOT	<i>strengths, weaknes, opportunities, threats</i> , analüüs on strateegilise planeerimise ja strateegilise juhtimise tööriis
TO-BE	loodav, planeeritav olukord
TOGAF	<i>The Open Group Architecture Framework</i> , TOGAFkirjeldab, kuidas peaks ettevõtte protsesse haldama, et oleks tagatud korrektne arusaam ja IT-infrastruktuuri jätkusuutlikkus [3]
UML	<i>Unified Modeling Language</i> , unifitseeritud modelleerimiskeel
UPDM	<i>The Unified Profile for DoDAF/MODAF</i> , ametlik keel organisatsioonide vahelise strateegilise suhtluse modelleerimiseks [4]
vpd	failiformaat, mida kasutatakse Visual Paradigm Online failide salvestamisel
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> ehk väärtusvoo kaardistus
XMI	<i>XML Metadata Interchange</i> , standard metaandmete XML formaadis esitamise kohta [5]

Sisukord

1 Sissejuhatus	15
1.1 Üldine taust.....	15
1.2 Probleem ja töö kirjeldus.....	16
1.3 Töö edasine struktuur	17
2 Ettevõtte tutvustus	19
2.1 Ettevõtte tegevusala.....	19
2.2 Ettevõtte tootmisobjektide ülevaade.....	19
2.3 Ettevõtte struktuur	20
2.4 Autori roll	22
3 Metoodika.....	23
3.1 Magistritöö skoop.....	23
3.2 Tööriistad.....	25
3.2.1 Visual Paradigm Online	25
3.2.2 Enterprise Architect.....	26
4 Teoreetiline taust	27
4.1 SCADA.....	27
4.2 Koskstiilis arendus.....	28
4.3 Ärianalüüsi mudelid	29
4.3.1 Ärimudeli lõuend.....	29
4.3.2 Väärtusvoo kaardistus	30
4.3.3 Motivatsioonimudel.....	30
4.3.4 Riskide hinnang	31
4.3.5 SWOT analüüs.....	32
4.3.6 Mendelow maatriks	32
4.3.7 SIPOC.....	33
4.3.8 BPMN kaardistus.....	33
4.4 Süsteemianalüüsi mudelid	34
4.4.1 MoSCoW ja FURPS.....	34
4.4.2 Süsteemi jagamine allsüsteemideks	35

4.4.3 Kasutusmallimudel	35
4.4.4 Kontseptuaalne andmemudel.....	36
4.5 Mudelite säilitamine ja uuendamine.....	36
5 Tänapäevane seis	38
5.1 SIPOC analüüs.....	38
5.2 Hetkeseisu kitsaskohad.....	40
6 Ärianalüüs.....	43
6.1 Ärimudeli lõuend.....	43
6.2 Mendelow maatriks	46
6.3 SWOT- analüüs	47
6.4 Motivatsioonimudel.....	47
6.5 Väärtusvoo kaardistus.....	49
6.6 Uue protsessi voodiagramm	51
6.7 Kogutavate andmete kasutus	52
6.8 Äriplaneerimine loodavast süsteemist.....	52
7 Süsteemianalüüs	53
7.1 Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna funktsionaalsed nõuded	53
7.2 Nõuete klassifitseerimine FURPS meetodi järgi.....	57
7.3 Süsteemi jaotus allsüsteemideks.....	60
7.4 Kasutusmallide skeemid.....	61
7.5 Kontseptuaalne andmemudel.....	70
7.5.1 Alarmide register	70
7.5.2 Andmevigade register.....	72
7.5.3 Ilmavaatluste register.....	74
7.5.4 Klassifikaatorite register.....	76
7.5.5 Tootmise register	78
7.5.6 Sündmuste register	80
7.5.7 Raportite register	84
7.5.8 Piirangute register.....	86
7.5.9 Teisendusreeglite register	88
7.5.10 Tingimuste register.....	90
7.5.11 Töötajate register	91
7.5.12 Varade register.....	92

8	Mudelite säilitamise kavandamine	95
9	Lahenduse elluviimise kavandamine	96
9.1	Ajaplaan	96
9.2	Riskianalüüs	98
10	Analüüs ja järeldused	103
10.1	Koskstiilis arenduse kasutamine	103
10.2	Töö tulemuste valideerimine	104
10.3	Töö tulemuste põhjendus	105
10.3.1	Tööprotsess	105
10.3.2	Mudelite säilitamine	108
10.3.3	Kavandatava süsteemi sisu	108
10.4	Olemasoleva valmistarkvara	109
10.5	Nõrkused	110
10.6	Asjad, mida tehtud tööst õppida	111
11	Kokkuvõte	113
	Kasutatud kirjandus	115
	Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	119
	Lisa 2 – Enefit Green ASi tuulepargid	120
	Lisa 3 – Enefit Green ASi päikesepargid	121
	Lisa 4 - Enefit Green ASi koostootmisjaamad, hüdroelektrijaam ja taastuvenergialahendus	123
	Lisa 5 - Kasutusmallide vastavus nimekirjana esitatud nõuetele	124
	Lisa 6 Projekti elluviimise ajakava Gantt diagramm	127
	Lisa 7 - Materjalide jaotus SharePointi kaustadesse	129

Jooniste loetelu

Joonis 1 Enefit Green Struktuur [17].....	21
Joonis 2 SCADA süsteemi toimimine [2].	28
Joonis 3 SIPOC analüüs tootmisobjektidega seotud sündmuste info kogumiseks.....	39
Joonis 4 Tootmisobjektidega seotud sündmuste ülevaate koostamise AS-IS voodiagramm.	40
Joonis 5 Ettevõtte hetkeseisu SWOT analüüs.	42
Joonis 6 Probleemi ärimudeli lõuend.	45
Joonis 7 Mendelow maatriks uue süsteemi kohta.	46
Joonis 8 Loodava süsteemi SWOT analüüs.	47
Joonis 9 Motivatsioonimudel.	48
Joonis 10 Loodava äriprotsessi väärtusvoog.	50
Joonis 11 Tootmisobjektidega seotud sündmuste ülevaate koostamise TO-BE voodiagramm.	51
Joonis 12 Vaatleja pädevusala.	62
Joonis 13 Alarmide funktsionaalne allsüsteem.	62
Joonis 14 Ilmavaatluste funktsionaalne allsüsteem.	63
Joonis 15 Andmevigade funktsionaalne allsüsteem.	64
Joonis 16 Klassifikaatorite funktsionaalne allsüsteem.	64
Joonis 17 Piirangute funktsionaalne allsüsteem.	65
Joonis 18 Raportite funktsionaalne allsüsteem.....	66
Joonis 19 Sündmuste funktsionaalne allsüsteem.....	66
Joonis 20 Varade funktsionaalne allsüsteem.	67
Joonis 21 Teisendusreeglite funktsionaalne allsüsteem.	67
Joonis 22 Tingimuste funktsionaalne allsüsteem.	68
Joonis 23 Tootmise funktsionaalne allsüsteem.	69
Joonis 24 Töötajate funktsionaalne allsüsteem.	70
Joonis 25 Alarmide registri olemi-suhte skeem.	71
Joonis 26 Andmevigade registri olemi-suhte skeem.	72

Joonis 27 Ilmavaatluste registri olemi-suhte skeem.	74
Joonis 28 Klassifikaatorite registri olemi-suhte skeem.	76
Joonis 29 Tootmise registri olemi-suhte skeem.	79
Joonis 30 Sündmuste registri olemi-suhte skeem.	80
Joonis 31 Sündmuste registri teavituse osa olemi-suhte skeem.	83
Joonis 32 Sündmuse olekumuutuste skeem.	84
Joonis 33 Raportite registri olemi-suhte skeem.	85
Joonis 34 Piirangute registri olemi-suhte skeem.	86
Joonis 35 Teisendusreeglite registri olemi-suhte diagramm.	89
Joonis 36 Tingimuste registri olemi-suhte skeem.	90
Joonis 37 Töötajate registri olemi-suhte diagramm.	91
Joonis 38 Varade registri olemi-suhte skeem.	93

Tabelite loetelu

Tabel 1 Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna funktsionaalsed nõuded.	53
Tabel 2 Klassifitseeritud nõuded FURPS meetodil.	58
Tabel 3 Alarmide registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	71
Tabel 4 Alarmide registri atribuutide kirjeldused.	71
Tabel 5 Andmevigade registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	73
Tabel 6 Andmevigade registri atribuutide kirjeldused.	73
Tabel 7 Ilmavaatluste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	74
Tabel 8 Ilmavaatluste registri atribuutide kirjeldused.	75
Tabel 9 Klassifikaatorite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	76
Tabel 10 Klassifikaatorite registri atribuutide kirjeldused.	78
Tabel 11 Tootmise registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	79
Tabel 12 Tootmise registri atribuutide kirjeldused.	79
Tabel 13 Sündmuste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	81
Tabel 14 Sündmuste registri atribuutide kirjeldused.	81
Tabel 15 Sündmuste registri teavituse osa olemitüübid ja nende kirjeldused.	83
Tabel 16 Sündmuste registri teavituste osa atribuutide kirjeldused.	84
Tabel 17 Raportite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	85
Tabel 18 Raportite registri atribuutide kirjeldused.	85
Tabel 19 Piirangute registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	86
Tabel 20 Piirangute registri atribuutide kirjeldused.	87
Tabel 21 Teisendusreeglite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	89
Tabel 22 Teisendusreeglite registri atribuutide kirjeldused.	89
Tabel 23 Tingimuste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	90
Tabel 24 Tingimuste registri atribuutide kirjeldused.	90
Tabel 25 Töötajate registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	91
Tabel 26 Töötajate registri atribuutide kirjeldused.	92
Tabel 27 Varade registri olemitüübid ja nende kirjeldused.	93
Tabel 28 Varade registri atribuutide kirjeldused.	93

Tabel 29 Lahenduse elluviimise ajaplaan.....	96
Tabel 30 Riskianalüüs kavandatavale tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonnale.	98
Tabel 31 Riskianalüüs süsteemi igapäevasele käitamisele.....	101

1 Sissejuhatus

Globaalne energiatarbimine kasvab pidevalt maailma rahvaarvu kasvu ja elatustaseme parendamise paranemise tõttu. Suurem osa kasutatavast energiast pärineb fossiilkütustest, mis põhjustavad kasvuhooonegaaside emissiooni tõttu globaalset soojenemist. Taastuvenergia, on taastuvatest loodusvaradest toodetud energia. Taastuvad loodusvarad on päikesevalgus, tuul ja vesi ning need on jätkusuutlik ja keskkonnasõbralikum alternatiiv fossiilkütustele [6]. Tänapäeval on tekkinud küsimus kas selline roheenergia on ikka roheline ja mida teha näiteks üle jäävate tuulikulabadega [7], siis. Re-Wind Network organisatsioon toob välja oma 2022 aasta kataloogis mitmeid erinevaid ideid, kuidas taaskasutada labasid. Näiteks tehakse labadest vee peale platvorme, jalakäijate sildasid, elektriposte jne. [8]

Hetkel ei ole taastuvenergia allikad energiasektoris domineeriv energiaressurss, kuid 2022. aasta andmetel on Euroopas tarbitud taastuvatest allikatest toodetud energia osakaal 23% ja see jätkab kasvu [9].

1.1 Üldine taust

Eesti riigile kuuluva Eesti Energia kontserni tütarettevõtte Enefit Green on rahvusvaheline roheenergia tootmisettevõtte. 2023. aasta detsembri seisuga on ettevõttel Enefit Green AS 22 tuuleparki, kus on kokku 165 tuulikut ning 38 päikeseparki [10]. Olemasolevate süsteemide abil saab jälgida parkidest tulevaid andmeid ja alarme, kuid puudub sündmuste (seisakute) logimine. Igakuiselt ja -aastaselt tehakse kokkuvõtteid, mis sündmused on parkides juhtunud ning milline on nende mõju. Hetkel tuleb see info analüütikul mitmetest erinevatest süsteemidest kokku koondada ja teha aktiivset koostööd ka tootmisjuhtidega, et leida sündmuse tegelik põhjus. Enefit Green AS plaanib 2026. aastaks kasvatada oma tootmisvõimsust võrreldes 2022. aasta seisuga neli korda [11]. See tähendab, et süsteemidest info koostamine ning valideerimine hakkab võtma veelgi rohkem aega, kui praegu. Seega on sündmuste andmete haldamise ja jälgimise teema ettevõtte jaoks väga aktuaalne.

1.2 Probleem ja töö kirjeldus

Enefit Green AS-i tootmisportfell kasvab pidevalt ning tootmistahtude ja tootmisobjektide kasvades on üha raskem ning ajakulukam teha uuringuid ja analüüse käsitööna. Enefit Green omab mitmeid erinevate tootjate parke, mistõttu on nendega seotud SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) süsteemid erinevad. SCADA on juhtimis- ja jälgimissüsteem, mille abil toimub tehniliste protsesside jälgimine. Erinevad tootjad kasutavad näitajate arvutamiseks erinevaid arvutusmeetodeid ning töökindlusest sündmuste välistuste tegemisel võetakse arvesse erinevaid tegureid.

Parkide omavaheliseks võrdluseks ja parema ülevaate omamiseks arvutatakse Enefit Greenis näitajaid kõikides parkides ühtsetel alustel, mistõttu, ei saa kasutada tootjate poolt pakutavaid analüüse ning kokkuvõtteid ning neid tuleb teha ise. Sündmuste info otsimine ning põhjuste leidmine toimub käsitööna ning seetõttu kirjeldatakse ära vaid suurimad sündmused. Väiksemad sündmused jäävad kirjeldamata, mis tähendab, et sündmuste logi ei pruugi olla täpne ega kajastada kõiki olulisi sündmusi. See võib omakorda vähendada probleemide täpselt ning tõhusalt lahendamist.

Magistritöö eesmärgiks on läbi viia Enefit Green AS'ile loodava tootmisobjektidega toimuvate sündmuste menetlemise süsteemi äri- ja süsteemianalüüs. Magistritöö tulemuste alusel on võimalik arendada ettevõtte ärivajadusi arvestav süsteem, mis loob ettemääratud loogika ja SCADA [12], [13] olekuparameetrite muutuste korral sündmuseid ning tekitab automaatse logiraamatu. Automaatne logiraamat salvestab automaatselt süsteemides toimuvaid sündmuseid ja nendega seonduvaid näitajate väärtuseid. See võimaldab kiiret ja täpset sündmuste jälgimist. [14] Loodav süsteem tagab automaatsema ja täpsema sündmuste menetlemise. Süsteemi kasutuselevõtu järel peaks ettevõtte töötajatel oluliselt vähenema käsitsi töö hulk, sündmuste logimine on täpsem ja põhjalikum ning saadakse keskenduda probleemide muustrite otsimisele logiandmetest.

Siinse töö autorile teadaolevalt ei ole sellist ametlikku süsteemi Enefit Green AS-i varade jaoks loodud.

Lõputöö tulemusel valmib äri- ja süsteemianalüüs sündmuste menetlemise tarkvara arendamiseks. Lahendus saab olema sisendiks Enefit Green AS tootmisjuhtide ning analüütikute jaoks olulise tööriista loomiseks, kellel selle abil väheneb käsitsi tehtava töö hulk.

Kuna ettevõttel puuduvad kindlad nõuded selle kohta, millised tulemid tuleks analüüsi käigus luua, siis pakutakse töös välja võimalik ettevõttele sobiv tulemite komplekt koos lahendusega, kuidas neid säilitada ja uuendada viisil, et mudelid oleksid kõigile huvilistele kättesaadavad, mudelid oleksid uuendatud ja ei tekiks versioneerimise probleeme [15].

1.3 Töö edasine struktuur

Magistritöö koosneb kaheteistkümnest peatükist.

Esimeses peatükis antakse ülevaade töö üldisest taustast lahendatavast probleemist ning lõputöö dokumendi struktuurist.

Teises peatükis tutvustatakse ettevõtet Enefit Green AS ning selle tootmisobjekte ja struktuuri. Samuti tuuakse välja autori roll ettevõttes.

Kolmandas peatükis tutvustatakse magistritöö metoodikat, skoopting kasutatavaid tööriistu.

Neljandas peatükis antakse ülevaade töö mõistmiseks olulistest mõistetest. Tutvustatakse, mis on SCADA süsteemid, koskstiilis arendus ning tuuakse välja töös kasutatavad äri- ja süsteemianalüüsi mudelite tüübid.

Viiendas peatükis analüüsib autor organisatsioonis hetkel kasutusel olevat protsessi tootmisobjektidega seotud sündmuste logi koostamisel ning igakuiste kokkuvõtete tegemisel.

Kuuendas peatükis kajastab autor tehtud ärianalüüsi mudeleid.

Seitsmendas peatükis tuuakse välja süsteemianalüüsi mudelid.

Kaheksandas peatükis tutvustatakse plaane mudelite säilitamiseks.

Üheksandas peatükis esitab autor kavandatud infosüsteemile ülemineku ajaplaani, millele järgneb süsteemi kohta läbi viidud riskianalüüs.

Kümnendas peatükis vaadatakse retrospektiivselt tagasi tehtud tööle ja analüüsitakse, mis läks hästi ja mida saanuks teha paremini ning üheteiskümnendas peatükis võetakse tehtud töö kokku.

Lisas 2 tabelis 2 on välja toodud Enefit Greeni arendusest varahalduse meeskonnale üle antud tuulepargid, nende asukohad, vanused, võimused ja parkides olevate tuulikute arv. Lisas 3 tabelis 3 on välja toodud Enefit Greeni arendusest varahalduse meeskonnale üle antud päikesepargid, nende asukohad, vanused ja võimused. Lisas 4 tabelis 4 on välja toodud Enefit Greeni arendusest varahalduse meeskonnale üle antud koostootmisjaamad, nende asukohad, vanused ja võimused. Lisas 4 tabelis 5 on välja toodud Enefit Greeni hüdroelektrijaama asukoht, vanus ning võimsus. Viimaks Lisas 4 tabelis 6 on välja toodud Enefit Greeni taastuvenergialahendus, selle osad, asukoht, vanus ning võimsus. Objekti üleminek arendusfaasist varahaldusse tähistab seda, et objekt on valmis ning vastutus seotud andmete haldamisel läheb arendustiimilt varahalduse meeskonnale. Antud töö kontekstis on info tootmisobjektide kohta oluline, kuna see annab ülevaate Enefit Greeni hetke varadest, mida tuleks uues süsteemis hallata. See näitab varade suurt hulka ja sellest tulenevat vajadust võimalikult automatiseeritud halduse järele.

2.3 Ettevõtte struktuur

Enefit Green AS on jaotatud kolmeks peamiseks osakonnaks: arendusosakond, tootmiseosakond ja finantsosakond. Tootmisosakond omakorda jaguneb kuueks üksuseks:

1. Tuuleenergia üksus;
2. päikseenergia üksus;
3. töötervishoiu- ja ohutuse üksus;
4. protsesside ja analüüsi üksus;
5. varahalduse üksus;
6. koostootmise üksus.

Finantsosakond omakorda jaguneb neljaks üksuseks:

1. Finantseerimise ja finantsmudelite koostamise üksus;
2. IR ja aruandlus üksus;

3. Reguleeritud ja siirdehindade üksus;

4. Kütuse ostmise üksus

Arendusosakond jaguneb neljaks üksuseks:

1. tuule- ja päikseenergia tootmise arengu Eesti üksus;

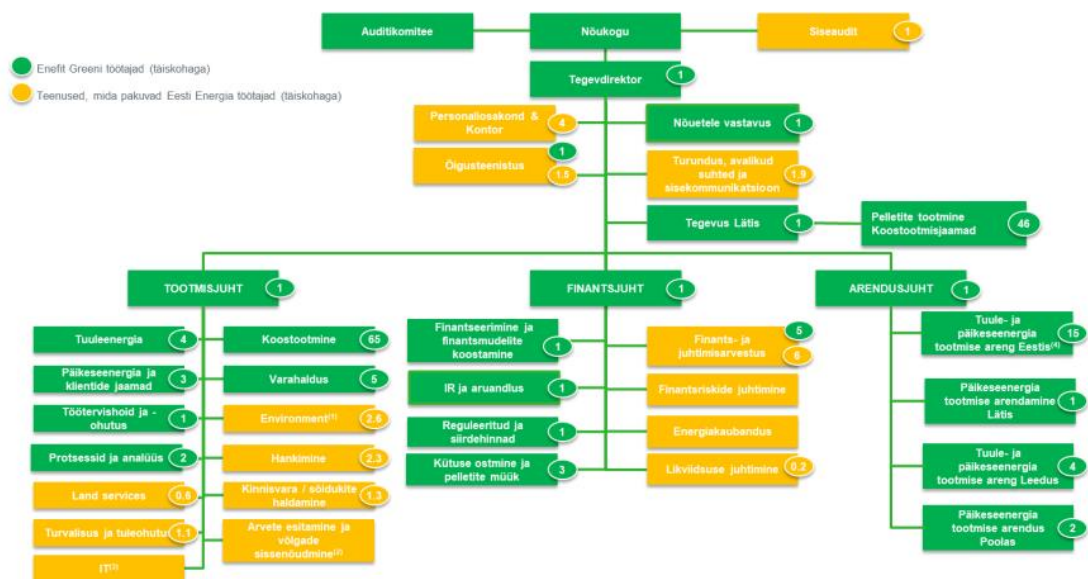
2. tuule- ja päikseenergia tootmise arengu Läti üksus;

3. tuule- ja päikseenergia tootmise arengu Leedu üksus;

4. tuule- ja päikseenergia tootmise arengu Poola üksus;

Joonis 1 annab ülevaate ettevõtte struktuurist. Enefit Greeni struktuur on seotud emaettevõtte Eesti Energia struktuuriga. Eesti Energia töötajad pakuvad teenuseid ka Enefit Greenile. Eesti Energia poolt osutatavad teenused on joonisel toodud kollase värviga ning Enefit Greeni üksused rohelisega. [17]

Antud töös loodav süsteem on mõeldud kasutamiseks eelkõige arendus- ja tootmisosakonnale, kus kõige rohkem saavad süsteemist kasu just tuule- ja päikeseenergia ning varahalduse üksused. Antud süsteem loodaks arendusosakonna poolt Eestis ja seda kasutaksid ka teiste riikide üksused.



Joonis 1 Enefit Green Struktuur [17].

2.4 Autori roll

Magistritöö autor töötab käesoleva töö tegemise ajal ettevõttes Enefit Green AS varahalduse analüütikuna ning tegeleb igapäevaselt seisakute statistika haldamisega, koos mõjudega KPI tasemete töökindlustele, annab sisendit igakuistele edenemise teemalistele kohtumistele (*performance meeting*), mille käigus vaadatakse üle töökindlused, rikked ja antakse ülevaade tehtud töödest. Autor jälgib ka andmekvaliteeti ja vajadusel annab suuniseid andmete parandusteks. Samuti tegeleb ta sisemiste infopäringutega ning kiirete *ad-hoc* analüüside koostamisega. Lisaks on autori tööülesandeks ka panna kokku iga aasta kõiki varasid ning nendega seotud infot hõlmav põhjalik ülevaade.

Kuna planeeritav süsteem oleks peamiseks tööriistaks just ettevõtte analüütikutele, siis on autori roll teha selgeks äripoole vajadused, kasutades selleks erinevaid süsteemi- ja ärianalüüsi mudeleid. Autori poolt koostatud lõputöös esitatakse viiteid allikatele, mis vastavad viitamisreeglitele, kuid sisaldavad Enefit Green AS-i sisekasutuses olevaid dokumente, mis ei ole avalikult kättesaadavad.

3 Metoodika

Käesoleva peatüki eesmärk on selgitada töö koostamiseks kasutatud metoodikaid, magistritöö skoopi ning anda ülevaade töö käigus kasutatud programmidest.

Autor alustab lahenduse teostuse vajaduse uurimist hetkeseisu selgeks tegemisest. Selleks tuvastatakse äriprobleemid ja hinnatakse olemasolevaid protsesse ning nende puuduseid ning kitsaskohti. Seejärel analüüsib autor kirjandust, mille käigus tutvustab ka erinevaid töös kasutatavaid äri- ja süsteemianalüüsi meetodeid (jaotistes 4.3 ja 4.4) ning teisi töö tegemiseks olulisi teemasid. Loodavateks tehisteks on ärimudeli lõuend, väärtusvoo kaardistus, motivatsioonimudel, riskide analüüs, SWOT analüüs, Mendelow maatriks SIPOC analüüs, protsesside kaardistamine kasutades BPMN-i, MoSCoW ja FURPS analüüs, kasutusmalli skeemid ning kontseptuaalne andmemudel. Samuti annab autor ülevaate mudelite säilitamisest ning uuendamisest. Seejärel jätkatakse vajalike süsteemi- ja ärianalüüsi mudelite koostamist ning viimaks analüüsitakse tehtud tööd ja esitatakse järeldused. Antud töö näol on tegemist disainiteadusliku tööga [18], mille tulemusena luuakse kasutajate nõuteid ja valdkonna parimaid praktikaid arvestades tehniline tehis (äri- ja süsteemianalüüs), mida hiljem erinevate huvitatud osapooltega valideeritakse.

3.1 Magistritöö skoop

Magistritöö skoop hõlmab järgmiste tegevuste läbiviimist:

- Hetkeseisust ülevaate andmine ning probleemide tuvastamine
- Olemasolevate protsesside ja nende puuduste ning kitsaskohtade analüüs
- Äri- ja süsteemianalüüsi mudelite koostamine
- Mudelite säilitamiseks ning uuendamiseks planeeritud tegevuste kavandamine
- Süsteemi juurutamise esialgse plaani koostamine
- Süsteemi riskianalüüsi koostamine

Magistritöö skoopi ei kuulu:

- Süsteemi tehnilist lahendust puudutavate mudelite loomine

- Süsteemi tarkvara prototüübi koostamine ning testimine
- Tarkvara lõppversiooni programmeerimine ning andmebaasi loomine
- Turvalisuse nõuete analüüsimine, sest nendele kehtivad Eesti Energia kontserni tüüptingimused. Järelikult kõik uued IT-süsteemid peavad olema nende põhimõtetega kooskõlas.

Kuuendas peatükis viib autor läbi TO-BE ärianalüüsi ning seitsmendas peatükis süsteemianalüüsi loodava tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna kohta. Autor loob erinevaid ärianalüüsi ja süsteemianalüüsi mudeleid, et tagada süsteemi tõhus ja terviklik väljatöötamine vastavalt ettevõtte vajadustele ja eesmärkidele.

Ettevõtte poolt väljendatud soov uue tarkvara järele on märkimisväärne, kuid autor tunnetas vajadust hinnata hüpoteesi, et uus tarkvara tõepoolest muudab elu mugavamaks ja paremaks. Selleks viis ta läbi ärianalüüsi, et tagada otsuse põhjendatus. Autor püüdis objektiivselt ja süsteemselt mõista, kuidas uus tarkvara võiks ettevõtte protsesse ja töökorraldust mõjutada ning kuidas see võiks parandada töötajate igapäevast tööd ja ettevõtte tulemuslikkust. Tänu analüüside läbiviimisele on võimalik teha otsus uue tarkvara loomiseks põhjalikult kaalutletult ja motiveeritult.

See analüüs on kasulik mitmele sihtrühmale ettevõttes.

- Ettevõtte juhtkond: Analüüsi tulemused võimaldavad juhtkonnal mõista uue tarkvara kasutuselevõtu võimalikke eeliseid. Vastavalt analüüsi tulemustele saab juhtkond otsustada uue tarkvara kasutuselevõtu strateegia ja ressursside eraldamise üle.
- Töötajad: Analüüsi tulemused annavad töötajatele ülevaate sellest, kuidas uus tarkvara võib mõjutada nende igapäevast tööd ja tööprotsesse. See võimaldab neil paremini mõista muudatuste vajalikkust ja valmistuda uue tarkvara kasutuselevõtuks.
- Uue süsteemi nõuete koostajad (sh käesoleva töö autor, aga ka nõudeid realiseerivad arendajad): Neile annab analüüs selge arusaama uue tarkvara nõuetest ja vajadustest.

3.2 Tööriistad

Käesolevas jaotises tutvustatakse töös kasutatud tööriistu. Antakse lühiülevaade magistritöös modelleerimiseks kasutatud programmide Visual Paradigm Online'ist ja Enterprise Architect'ist. Lisaks modelleerimise programmidele kasutati töö sõnastuste parandamiseks generatiivse tehisintellekti ChatGPT 3.5 versiooni [19].

3.2.1 Visual Paradigm Online

Visual Paradigm Online on veebipõhine võimalusterohke, kuid autori hinnangul lihtsasti kasutatav, IT-süsteemide disaini- ja haldustööriist. Sellega on võimalik luua kvaliteetselt süsteemi erinevaid aspekte kirjeldavaid skeeme. Visual Paradigm Online võimaldab koostada mudeleid UML modelleerimiskeeles – nt on võimalik teha tegevusskeeme, komponentide skeeme, paigaldusskeeme, kasutusmalliskeeme. Samuti on tööriistaga võimalik luua erinevaid andmebaasi kavandamisel kasutatavaid mudeleid – nt olemissuhte diagramme ja objekti-rolli modelleerimise skeeme. Visual Paradigm Online lihtsustab ka äriprotsesside modelleerimist, võimaldades koostada nt väärtusvoogude diagramme, ärimudeli lõuendeid, organisatsiooni skeeme jpm. [20]

Turul on mitmeid sarnaseid veebipõhiseid tööriistu, mis võimaldavad koostada erinevaid skeeme. Neist tuntumad on Smartdraw, Creately, Canva ja Miro. Visual Paradigm Online valiti töös kasutamiseks, kuna autor on seda varasemalt kasutanud ja selle pakutavate võimalustega väga rahul olnud. Visual Paradigm Online on piiramatu juurdepääsuperioodiga tasuta tarkvara, mis teeb loodud mudelite säilitamise ja uuendamise lihtsaks ja sellel on lai valik funktsioone. Tarkvara toetab jooniste koostamisel rohkelt erinevaid kujundeid, kujunduselemente ning diagrammide malle. Visual Paradigm tööriista on lihtne kasutada ning diagramme on võimalik salvestada erinevatesse vormingutesse ning Google Drive keskkonda. Tulevikuvaates on kindlasti oluline, et programmis saab ühte joonist korruga muuta mitu inimest, see muudab uuendamise lihtsaks, ning kättesaadavaks kõigile, kellel selleks vajadus on. Visual Paradigm Online pakub tihedat integreeritust erinevate projektijuhtimis- ja koostöövahenditega, mis lihtsustab tulevikus meeskonnatööd ja suhtlust.

3.2.2 Enterprise Architect

Enterprise Architect (EA) on 2018. aastal populaarseim ettevõtte arhitektuuri modelleerimise tarkvara [21]. See on võimalusterohke info- ja tarkvarasüsteemide loomiseks mõeldud analüüsi ja disainitööriist. Selle abil saab luua mudeleid UML, SysML, BPMN ja muudes modelleerimiskeeltes ning genereerida nendest uusi mudeleid, koodi või dokumentatsiooni. EA on Windowsi-põhine graafiline tööriist. Sparx Systems pakub nelja erinevat EA väljaannet, mis on kohandatud erinevateks kasutusstsenariumideks. Olemas on sissejuhatav professionaalne versioon, ettevõtte meeskonnale suunatud väljaanne, rikkalikult varustatud Unified Edition ning kõige täiuslikum Ultimate väljaanne. Töö tegemisel kasutab autor Ultimate väljaannet, kuid ettevõttes on võimalik endale tellida mistahes sobiv litsents. Programm põhineb avatud standarditel ning toetab ettevõtte arhitektuuri raamistikke nagu TOGAF ja UPDM. EA-ga on võimalik jälgida projekti ülesandeid ja seada neid tähtsuse järjekorda. Samuti võimaldab see testida ja kontrollida protsesse neid simuleerides. [22]

Magistritöös kasutatakse EA-d eelkõige selle võimekuse tõttu pakkuda põhjalikku ja mitmekülgset tuge struktureeritud andmemudeli loomisel. EA võimaldab modelleerida keerukaid andmestruktuure ning luua nende kohta skeeme. Visual Paradigm Online pakub kasutajasõbralikku liidest ja võimaldab kiiret ja lihtsat väiksemate mudelite loomist, kuid EA-s on võimalik mudeleid paremini ning selgemalt struktureerida ja seoseid luua. Seega kasutatakse mõlemat tööriista vastavalt nende tugevustele ja konkreetsetele vajadustele. Visual Paradigm Online kasutatakse, et luua väiksemaid skeeme ning tekstirohkeid jooniseid ning Enterprise Architecti kasutatakse selleks, et luua struktureeritult kontseptuaalne andmemudel ning kasutusmalli skeemid.

4 Teoreetiline taust

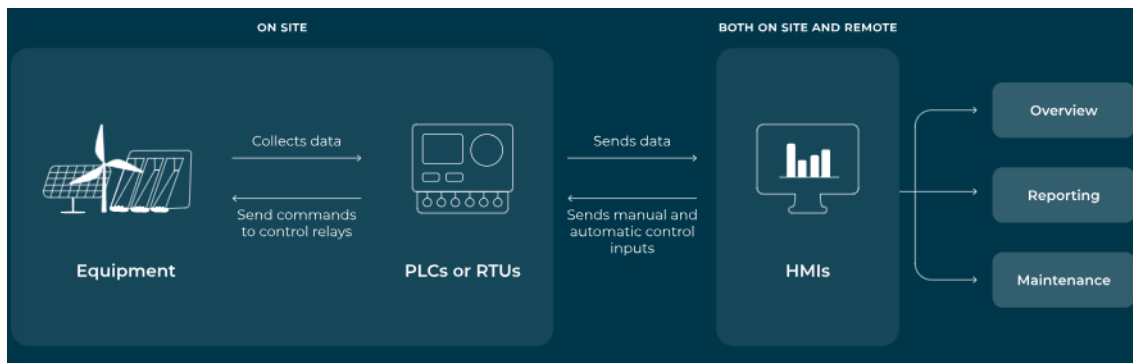
Selles peatükis antakse ülevaade tööga seotud mitmest olulisest teoreetilisest teemast. Autor selgitab SCADA süsteemide olemust ja eesmärki, samuti koskstiilis arenduse kontseptsiooni ning selle rakendusvaldkondi. Lisaks käsitletakse äri- ja süsteemianalüüsi mudeleid, nende kasutamist ning mudelite säilitamise ja uuendamise meetodeid.

4.1 SCADA

SCADA (ing k. *Supervisory Control and Data Acquisition*) on laialdaselt levinud juhtimis- ja jälgimissüsteem, mille abil toimub tööstusseadmete ja tehniliste protsesside jälgimine. Süsteeme leidub erinevates tööstusharudes nt tootmine, veemajandus, nafta ja gaas, transport ning taastuvenergia. Süsteem koosneb nii tarkvara- kui riistvarakomponentidest ning võimaldab seadmetest kaug- ja kohapealset andmete kogumist. See võimaldab ettevõtetel kaughallata tööstusobjekte, näiteks tuuleparkides saab jälgida tuulekiirust, tootmist, temperatuure jne . [2]

SCADA süsteemid pakuvad tööstusettevõtetele olulist väärtust, aidates parandada jõudlust, jälgides tõhusust ning tuvastades ja leevendades vigu ja seisakuid. Nende süsteemide kasutamine on muutunud tänapäeva arenenud tööstusmaailmas ülioluliseks, kuna need võimaldavad andmete kogumist kiiremini ja lihtsamalt. SCADA süsteemid ühendavad erinevaid seadmeid, alates anduritest ja pumpadest kuni energiatootmise ja mootoriteni, tagades vajalike andmete jälgimise ja juhtimise vastavalt vajadusele. [2]

SCADA süsteem koosneb kolmest peamisest komponendist: programmeeritavatest loogikakontrolleritest (PLC) või kaugterminalüksustest (RTU) ning inim-masina liidestest (HMI). Nagu on näha jooniselt 2 toimivad PLC-d või RTU-d kohalike kogumispunktide ja andmete tõlgendamise ning edastamise vahendina HMI-dele, kus operaatorid saavad juhtida ja jälgida süsteemi. Operaatorid pääsevad andmetele ligi HMI kaudu, mis võib olla pilvepõhine või põhineda kohapealsetel serveritel. [2]



Joonis 2 SCADA süsteemi toimimine [2].

4.2 Koskstiilis arendus

Koskstiilis arendus, tuntud ka kui kose mudeli järgi arendus, on arenduse viis, mille kohaselt koosneb arendus järjestikulistest etappidest. Etapid, nagu näiteks analüüs, tehniline kavandamine, ehitamine, testimine, lõpevad alati enne järgmise etapi algust. Selle lähenemise pakkus välja Winston W. Royce juba 1970ndal aastal. Koskstiilis arenduse artiklist käiku läinud käsitlus põhinebki ideel, et iga etapp peaks olema enne järgmise etapi alustamist täielikult lõpetatud ja dokumenteeritud. [15] Sellise stiili kasutamisel analüüsitakse korraga tervet süsteemi, realiseeritakse korraga tervet süsteemi ja lõpuks võetakse terve süsteem korraga kasutusele. Iga etapi kohta valmib põhjalik dokumentatsioon.

Arenduse käigus pannakse suurt rõhku esialgsetele uuringutele, analüüsidele ja dokumentatsioonile. See aitab tagada täpsemad prognoosid ja kiirema arendusprotsessi. Üks koskstiilis arenduse väljakutseid on aga jäikus muudatustega kohanemisel võrreldes erinevate paindmetoodikatega. Tavaks on peale analüüsi etappi esile kerkinud nõuetega käimasolevas arendustsüklis mitte arvestada. Seega on koskstiilis arendus sobivam projektidele, kus nõuded on stabiilsed ja muutuvad harva. [23]

Koskstiilis arenduse eelised

- Lihtne rakendada.
- Täpsed nõuded planeeritavale süsteemile.
- Analüüsi- ja disaini etappides projekteerimise vigade tuvastamine, aitab arendajatel ehitamise etapis vältida vigase koodi kirjutamist.

- Struktureeritud lähenemisviisiga on vastavalt selgelt määratletud vaheeesmärkidele lihtsam mõõta edusamme.
- Arendajad, kes liituvad poolelioleva projektiga, saavad ennast hõlpsalt projektiga kurssi viia, sest kõik, mida nad peavad teadma, peaks olema detailsetes dokumentides.
- Kliendid ei lisa projektile uusi nõudeid, mille täitmine lükkaks tähtaegu edasi. [23]

Koskstiilis arenduse miinused.

- Vähepaindlik lähenemine.
- Tarkvara valmimine võib võtta kauem aega kui iteratiivsete paindmetoodikate puhul.
- Kliendid ei tea sageli algselt, mida nad tahavad.
- Kliente ei kaasata projekteerimise ja juurutamise etappidesse.
- Tähtaja hilinemine – kui protsessi ühe etapi algus hilineb, siis hilinevad kõik järgnevad etapid. [23]

4.3 Ärianalüüsi mudelid

Ärianalüüsi mudelid on olulised vahendid, mis aitavad ettevõtetel mõista oma tegevust, väljakutseid, võimalusi, teha strateegilisi otsuseid ning saavutada edu. Selles jaotises annab autor ülevaate lõputöös loodavatest olulistest ärianalüüsi mudelitest.

4.3.1 Ärimudeli lõuend

Ärimudel kirjeldab, kuidas organisatsioon väärtust kogub, tarnib ja loob. See võimaldab terviklikult analüüsida ja kirjeldada kogu omavahel seotud äriprotsesside süsteemi. [24] Ärimudeli lõuend (BMC) on strateegiline tööriist, mis kujutab visuaalselt ärimudeli põhielemente, sealhulgas selle väärtuspakkumist, kliendisegmente ja tuluvooge [25]. Selle töötasid välja Alexander Osterwalder ja Yves Pigneur 2010. aastal. Nad tutvustasid seda oma raamatus "Business Model Generation" [24]. Ärimudeli lõuendit kasutatakse

laialdaselt tänu selle pakutavale võimalusele anda terviklik ülevaade ettevõttest ning selle võimalustest innovatsiooni ja jätkusuutlikkuse edendamiseks [26].

Ärimudeli lõuend koosneb üheksast plokist. Plokkides kirjeldatakse väärtuspakkumisi, kliendisegmente, kliendisuhteid, tuluvooge, võtmeressursse, võtmetegevusi, kanaleid, olulisi partnerlussuhteid ja kulustruktuuri. [24]

4.3.2 Väärtusvoo kaardistus

Väärtusvoo kaardistus ehk VSM (ing k. *Value Stream Mapping*) on *Lean* tehnika, mida kasutatakse, et analüüsida, disainida ja hallata toote või teenuse kliendini toomiseks vajalike materjalide ja informatsiooni vooge. Üksused kaardistatakse kliendi seisukohast väärtust lisavate või väärtust mitte lisavatena, eesmärgiga juurida välja esemed, mis väärtust ei loo. [27] *Lean* tehnikad on ettevõtte juhtimistavad, mis aitavad parandada ettevõtte tõhusust ning tulemuslikkust. *Leani* põhieesmärk on väärtust mitte loovate tegevuste vähendamine või eemaldamine. [28]

Väärtusvoo kaardistamise algeid seostatakse sageli Toyota Motor Corporationiga. Toyota võis selle kasutusele võtta muudest allikatest või võis see olla kasvanud säästlikus tootmisringkonnas jagatud ideedest. Materjalide ja teabe voogu kirjeldavate skeemide e diagrammide varajasemaid versioone võib leida juba 1918. aastal ilmunud Charles E. Knoepeli raamatust "Installing Efficiency Methods". Kuid just Toyotas nimetati seda praktikat "materjalide ja teabevoogude kaardistamiseks". [29]

4.3.3 Motivatsioonimudel

Motivatsioonimudel ehk BMM (ing k. *Business Motivation Model*) on 2000. aastal Business Rules Groupi poolt välja töötatud mudeli tüüp. See pakub skeemi/struktuuri äriplaanide väljatöötamiseks, edastamiseks ja haldamiseks. Motivatsioonimudel tuvastab tegurid, mis motiveerivad plaanide koostamist, tuvastab ja määratleb plaanide elemendid ning näitab kuidas on need omavahel seotud. [30]

Motivatsioonimudel koosneb järgmistest elementidest.

- *Stakeholder* – huvitatud osapool; esindab üksikisiku, meeskonna või organisatsiooni huve arhitektuuri mõjude suhtes.

- *Driver* – sundija; väline või sisemine tingimus, mis innustab organisatsiooni oma eesmärgi seadma ja muudatusi ellu viima.
- *Assessment* – hinnang; ettevõtte olukorra analüüsi tulemus, mis kajastab ettevõtte olukorda seoses *Driver*-iga.
- *Goal* – eesmärk; organisatsiooni ja selle *Stakeholderite* kavatsus, suund või soovitud lõpptulemus.
- *Outcome* – tulemus; tähistab lõpptulemust.
- *Principle* – printsiip; kavatsuste avaldus, mis määratleb üldise omaduse, mis rakendub kirjeldatud arhitektuuris mistahes süsteemile .
- *Requirement* – nõue; vajaduse avaldus, mis määratleb konkreetse süsteemi kohta kehtiva atribuudi nagu on kirjeldatud arhitektuuris.
- *Constraint* – kitsendus; tegur, mis piirab eesmärkide saavutamist.
- *Meaning* – tähendus; teadmiste, asjatundlikkuse või tõlgenduse esitamine teatud kontekstis.
- *Value* – väärtus; suhteline mõõde kontseptsiooni kasulikkusele, tähtsusele või väärtusele. [31]

4.3.4 Riskide hinnang

Riskide juhtimise protsessi eesmärk on toetada strateegia välja töötamist ja elluviimist, aidates saavutada finants- ja tegevuseesmärgi ning ära tunda võimalusi ja ära hoida mittesoovitavaid sündmuseid. Risk on võimalus, et juhtub sündmus, mis tekitab kahju või millel on negatiivne mõju eesmärkide saavutamisele või mis ei võimalda saavutada võimalikku kasu. Riskide hindamisel kirjeldatakse riske, hinnatakse riskide mõju, riskide tõenäosust ning tuuakse välja riskide leevendamise või ennetamise meetmed. [32]

Riski mõju on mõiste, mis kirjeldab riski realiseerumise võimalikku tagajärge või tulemust ning riski mõjud jagunevad: madal, keskmine, oluline, kõrge, väga kõrge. Riskide tõenäosuse all mõistetakse riskisündmuste esinemise tõenäosust arvestades

olemasolevaid meetmeid ja nende toimivust ning seda hinnatakse järgnevalt: väga suur, suur, keskmine, väike ja väga väike. [32]

4.3.5 SWOT analüüs

SWOT-analüüs on üks vanimaid ja laialdasemalt kasutusele võetud strateegiatööriistu kogu maailmas. SWOT (ing k. *strengths, weaknes, opportunities, threats*) analüüs on strateegilise planeerimise ja strateegilise juhtimise tööriist, mida kasutatakse tugevate ja nõrkade külgede, võimaluste ja ohtude tuvastamiseks. [33]

Süsteemse lähenemise kohaselt on organisatsioonid tervikud, mis on oma keskkondadega vastasmõjus ja koosnevad erinevatest alamsüsteemidest. Organisatsioon eksisteerib kahes keskkonnas: iseendas ja väljaspool. Organisatsiooni sisemiste teguritena vaadatakse tugevusi ja nõrkuseid ning välimistena võimalusi ja ohte. SWOT-analüüs esitatakse tavaliselt nelja tekstikastiga, kus igas kastis on kokkuvõtte vastavalt ettevõtte sisemistest tugevustest, nõrkustes, ning väliskeskkonnas olevatest võimalustest või ohtudest. [34]

4.3.6 Mendelow maatriks

Mendelowi maatriks on sidusrühmade juhtimise oluline tööriist, mis on ettevõtete ja projektide edu jaoks oluline. See loob raamistiku sidusrühmade analüüsimiseks nende võimu- ja huvitasemete alusel, hõlbustades tõhusat kaasamist. [35] [36]

Aubrey Mendelow 1991. aastal pakutud lähenemise järgi jaotatakse sidusrühmad nelja gruppi e kategooriasse, et hinnata, milliseid osapooli peaks kaasama ja informeerituna hoidma. Gruppidesse jagunemine toimub osapoolte võimu taseme (ing k. *power*) (võime mõjutada projekti ressursse või organisatsiooni strateegiat) ja huvitaseme (ing k. *level of interest*) (kui huvitatud nad on organisatsiooni või projekti õnnestumisest) järgi.

1. Kaasa minimaalselt (ing k. *Minimal Effort*)

Tähistab neid, kellel on madal huvi ja väike võimuulatus. Sellesse gruppi kuulujaid ei peaks liigselt informeerima, kuid tuleks jälgida, kas nende huvi või võimu tase ajas muutub.

2. Hoia informeerituna (ing k. *Keep Informed*)

Tähistab neid kellel on väike võimuulatus, kuid kellel on suur huvi. Sellesse gruppi kuulujaid peaks hoidma tegevustest informeerituna.

3. Hoia rahulolevana (ing k. *Keep Satisfied*)

Tähistab neid kellel on suur võimuulatus, kuid kelle huvi on väike. Nendes huvigruppidesse tuleks suhtuda suure tähelepanuga võimaluse suhtes, et neil võib tulevikus tekkida edasine huvi. Samal ajal aga tuleks jälgida, et inimeseks ei tüdineks liigsest informatsioonist.

4. Võtmeisikud (ing k. *Key Player*)

Selles grupis on kõige olulisemad inimesed. Neil on suur võimuulatus ja ka suur huvi. Neid inimesi tuleks eelistada ja nad nõuavad kõige rohkem tähelepanu. Tuleks tagada nende vajaduste rahuldamine. [37]

4.3.7 SIPOC

SIPOC (ing k. *suppliers, inputs, process, outputs, customers*) ehk tarnijad, sisendid, protsessid, väljundid ja kliendid, on kõrgetaseme protsessikaart. Tarnijatena käsitletakse isikuid, süsteeme, mis annavad sisendeid protsessiks ning klientidena isikuid, kelle jaoks on mõeldud protsessist saadav lõpptulemus. SIPOC lähenemisviis aitab tuvastada protsessi võtmetähtsusega tunnuseid ning see lihtsustab parendamise jaoks kasutatavate mõõdikute tuvastamist. SIPOC diagrammid on projekti alguses väga kasulikud, kuna neid saab kasutada projekti kiireks analüüsimiseks ja projektimeeskonnale teabe jagamiseks enne töö alustamist. [38]

SIPOC töötati välja 1980. aastate täieliku kvaliteedijuhtimise liikumise poolt. Seejärel võtsid selle kasutusele Lean-i juhtimispraktikud ja Lean Six Sigma spetsialistid [39]. SIPOC diagramm on tuntud ka kui COPIS diagramm, kuna diagrammi loomist alustavad mõned inimesed klientidest [40].

4.3.8 BPMN kaardistus

BPMN (ing k. *Business Process Model and Notation*) on äriprotsesside modelleerimise visuaalne keel mis pakub selle jaoks graafilise notatsiooni. See aitab organisatsiooni sisemisi äriprotseduure kujutada graafiliselt ning edastada neid standardsel ja teisele osapoolle arusaadaval viisil. [41] BPMN-i eesmärk on pakkuda kõigile ärikasutajatele

hõlpsasti arusaadavat notatsiooni. Selle keele kasutajateks on protsesside esialgseid mustandeid loovad ärianalüütikud, tehnilised arendajad, kes vastutavad neid protsesse teostava tehnoloogia rakendamise eest ning samuti äriinimesed, kes keskenduvad nende protsesside haldamisele ja jälgimisele. BPMN loob justkui standardiseeritud silla äriprotsesside kavandamise ja protsessi rakendamise vahel. [42]

4.4 Süsteemianalüüsi mudelid

Süsteemianalüüsi mudelid on väärtuslikud tööriistad, mis aitavad visualiseerida süsteemi erinevaid aspekte ning ennustada selle käitumist erinevates tingimustes. Selles jaotises annab autor ülevaate lõputöös kasutatavatest olulistest süsteemianalüüsi mudelitest.

4.4.1 MoSCoW ja FURPS

Vastavalt Satzingeri, Jacksoni ja Burdi määratlusele on süsteeminõuded kõik tegevused, mida uus süsteem peab tegema või toetama, ning piirangud, millele see peab vastama. Süsteeminõuded jagunevad kaheks põhikategooriaks: funktsionaalsed nõuded ja mittefunktsionaalsed nõuded. Funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete eristamine võib olla keeruline, selleks kasutavad analüütikud raamistikku FURPS, mis aitab nõudeid tuvastada ja klassifitseerida vastavalt nende olemusele. [43]

Funktsionaalsed nõuded on süsteemi funktsioonide ja käitumise kirjeldused. Funktsionaalsed nõuded määratlevad, milliseid toiminguid süsteem peaks läbi viima.

Mittefunktsionaalsed nõuded on süsteemi omadused ja piirangud, mis määratlevad selle jõudluse, turvalisuse, kasutatavuse ja muud aspektid, mis ei ole otseselt seotud konkreetsete funktsioonidega. [43]

MoSCoW meetod on prioriteetide seadmise tehnika, mida laialdaselt kasutatakse projektijuhtimises, tarkvaraarenduses ja ärianalüüsis. Selle eesmärk on liigitada nõuded nelja klassi vastavalt nende tähtsusele ja kiireloomulisusele ning aidata seeläbi projektijuhtidel ressursse ja eelarvet jaotada. [44]

MoSCoW akronüüm tähistab järgmist:

- *Must Have* (Peab olema): Kriitilised nõuded, mis on süsteemi edukuse seisukohalt hädavajalikud ja peavad kindlasti olema rahuldatud.

- *Should Have* (Peaks olema): Olulised nõuded, mis on samuti süsteemi edukuse jaoks olulised, kuid nende täitmise võib vajadusel edasi lükata ja neid lisada süsteemi arendamise hilisematesse etappidesse.
- *Could Have* (Võiks olla): Soovitavad nõuded, mis ei ole süsteemi edukuseks hädavajalikud, kuid võivad lisada väärtust ja neid saab lisada, kui ressursse (sh raha, täitjaid ja aega) on piisavalt.
- *Won't Have* (Ei ole): Nõuded, mis ei ole süsteemi edukuse seisukohalt vajalikud ja ei kuulu täitmisele.
- MoSCoW täheühendi tähed "o" on kasutusel lihtsalt selleks, et lühend oleks lihtsamini hääldatav. [45]

FURPS on akronüüm, mis tähistab funktsionaalsust (inglise k. *functionality*), kasutatavust (inglise k. *usability*), töökindlust (inglise k. *reliability*), jõudlust (inglise k. *performance*) ja toetatavust (inglise k. *supportability*). FURPS-i täht "F" viitab funktsionaalsetele nõuetele ja ülejäänud tähed kirjeldavad mittefunktsionaalseid nõudeid. [43]

4.4.2 Süsteemi jagamine allsüsteemideks

Süsteemi alamosadeks e allsüsteemideks jagamine on keerukuse haldamise vahend, mis võimaldab tarkvara- või infosüsteemi loomise probleemi kui keerulise probleemi jagada alamprobleemideks, mille järk-järgulise lahendamise tulemusena liikuda terviksüsteemi loomise suunas [46]. Samuti pakub allsüsteemideks jaotus hea raamistiku süsteemi nõuete kirjeldamiseks, sest ka kirjelduse saab jagada vastavalt allsüsteemidele paremini hoomatavamateks väiksemateks osadeks.

4.4.3 Kasutusmallimudel

Kasutusmallimudel (inglise k. *Use Case Model*) on süsteemi funktsionaalsete nõuete täpsustamiseks mõeldud tööriist, mis keskendub süsteemile kasutajate vaatenurgast. Kasutusmallide modelleerimise pakkus välja Ivar Jacobson 1986. aastal. [47] Iga kasutusmall e kasutusjuhtum kirjeldab plaanitavas süsteemis rakendatavat funktsiooni, mis võib hõlmata teiste kasutusmallide funktsioone või laiendada teiste käitumist. [48]

Kasutusmallimudel ei kirjuta ette täpset meetodit, kuidas süsteem peaks funktsioone täitma; selle asemel keskendub see sellele, mida süsteem peaks tegema. See on efektiivne meetod süsteemi välise käitumise täpsustamiseks, võimaldades selgelt määratleda kogu süsteemi kasutajale nähtava käitumise. [49]

Kasutusmallimudel koosneb kasutusmallide skeemidest ja kasutusmallide tekstilistest kirjeldustest. Kasutusmallide skeemil esitatakse tegutsejad e tegijad (inglise k. *Actor*), kasutusmallid e kasutusjuhtumid e kasutusjuhud ja ühendused erinevate skeemi elementide vahel. Tegutsejad on inimesed või arvutisüsteemid, kes kasutavad süsteemi või suhtlevad sellega, et teha tarkvara valdaja jaoks vajalikku tööd. Kasutusmall kirjeldab, mida peaks süsteem kasutaja jaoks tegema. Ühendused on üldistuseseosed tegutsejate vahel, seosed tegutsejate ja kasutusmallide vahel või kasutusmallide omavahelised seosed. [47]

4.4.4 Kontseptuaalne andmemudel

Kontseptuaalne andmemudel on mittetehniline mudel, mis kirjeldab andmeid, mida süsteem peab loodava tarkvara toetuseks salvestama, pööramata tähelepanu andmete salvestamise tehnilistele küsimustele. Kui kasutusmallimudel esitab funktsionaalsed nõuded tarkvarale, siis kontseptuaalne andmemudel esitab nõuded andmebaasile. Mudel keskendub andmete struktuurile, jättes välja nende töötlemisvoo ja füüsilised omadused. Kontseptuaalne andmemudel esitab andmete üldist struktuuri, mis toetab ärinõudeid, sõltumata andmebaasisüsteemist ning selle andmebaasikeele aluseks olevast andmemudelist. Kontseptuaalne andmemudel on tööriist äriinimestele ja IT-le, et määratleda andmebaasi skoop, olemitüüpide ja nende atribuutide nimed, andmetüübid ja omadused ning andmetele kehtivad reeglid. [50] Kontseptuaalsest andmemudelist saab teisendusreegleid rakendades koostada andmebaasi tehnilise mudeli konkreetse andmebaasikeele andmemudeli ning andmebaasisüsteemi jaoks.

4.5 Mudelite säilitamine ja uuendamine

Mudelite digitaalsel kujul säilitamine on keeruline, arvestades digitaalsete objektide haavatavat olemust ja pidevalt muutuvat tehnoloogilist keskkonda. Digitaalsel kujul esitatud teavet on lihtne muuta ja kahjustada, mis seab kahtluse alla digitaalsete objektide autentsuse ja terviklikkuse. Lisaks võib nõuda digitaalsete objektide muutmine mõistetavaks ja kasutatavaks teabeks mitmete erinevate tehnoloogiate kasutamist.

Digitaalseid materjale leidub mitmesugustes tüüpides ja esitusviisides ning need on tihti seotud konkreetsete rakenduspakettidega või riistvaradega, mida nende loomiseks kasutati. Sageli on need materjalid halvasti kirjeldatud või kommenteeritud. Lisaks võivad digitaalsed objektid eksisteerida mitmes koopias. Digitaalse säilitamise lõppeesmärk on tagada digitaalsele sisule pikaajaline juurdepääs ning selle uuendamise võimalus, arvestades digitaalsete objektide ainulaadseid omadusi ning tehnoloogiliste rikete ja vananemise riske. [51]

Enefit Green AS-is on andmehalduse põhimõtete kohaselt kõik arvutusmetoodikad, andmekirjeldused ja –mudelid välja toodud ärisõnastikus. Ärisõnastik peab olema ajakohane ja korrektne ning selle eest vastutab infovara omanik. Aegunud või kehtetud arvutusmetoodikad, andmekirjeldused ja – mudelid peavad olema eraldatud kehtivatest. [52] Kõik ülejäänud failid säilitatakse ettevõtte SharePointis, kus on võimalik vajadusel panna ka dokumendid konfidentsiaalseks.

5 Tänane seis

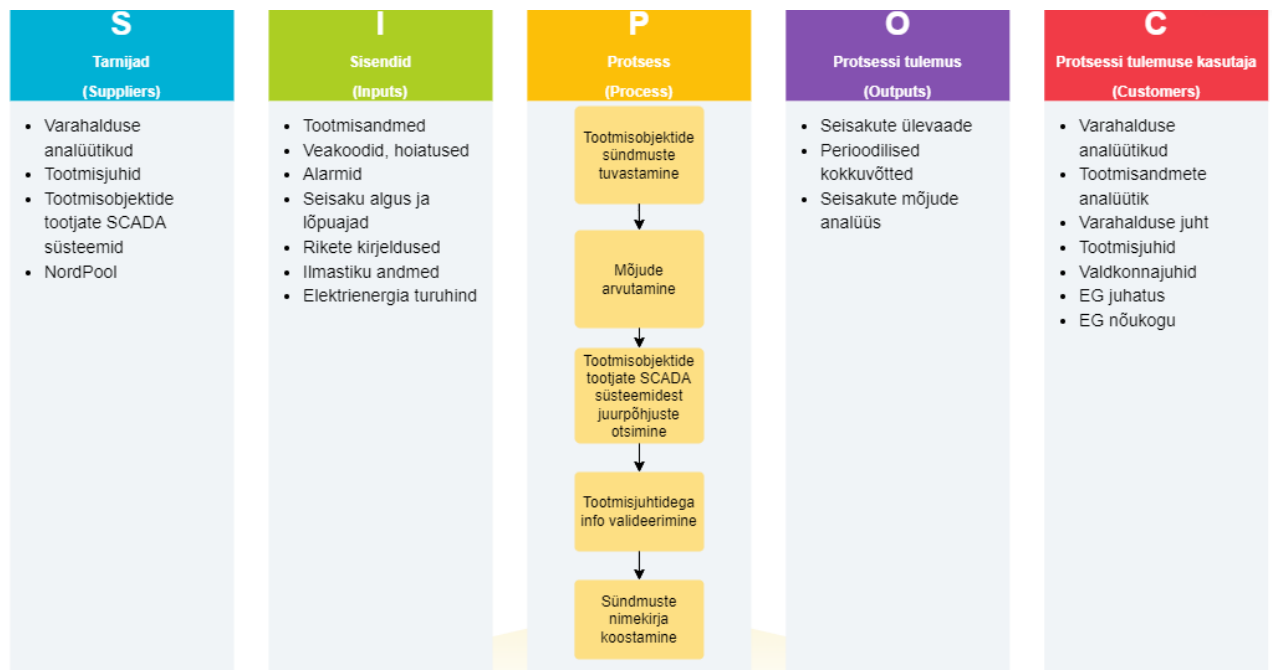
Antud peatükis annab autor ülevaate olemasolevatest protsessidest, mis on seotud tootmisobjektidega seotud sündmuste info kogumise ja koondamisega.

Tootmisobjektidega seotud sündmuste ülevaate omamine on oluline varahalduse üksuse funktsioon. Tehakse perioodilisi kokkuvõtteid tootmisobjektide tööst ning esinenud probleemidest. Hetkel toimub sündmuste ülesmärkimine enamjaolt käsitööna ning, kuid varahalduse ja ka tuule- ja päikseenergia üksuse jaoks on väga oluline, et see protsess toimuks automaatselt.

Selleks, et paremini aru saada hetkel toimuvatest protsessidest, koostab autor SIPOC analüüsi ning praegu olemasoleva protsessi voodiagrammi BPMN keeles. Samuti toob autor välja kuidas hetkel ettevõttes sees andmed liiguvad.

5.1 SIPOC analüüs

Joonisel 3 on analüüsitud tootmisobjektidega seotud sündmuste info kogumise protsessi SIPOC meetodil. SIPOC analüüs on väärtuslik vahend protsessist ülevaate saamiseks ning arusaama tekitamiseks sellest, kuidas protsess toimib ja millised on selle protsessi tarnijad, sisendid, protsessi sammud, väljundid ja kliendid.

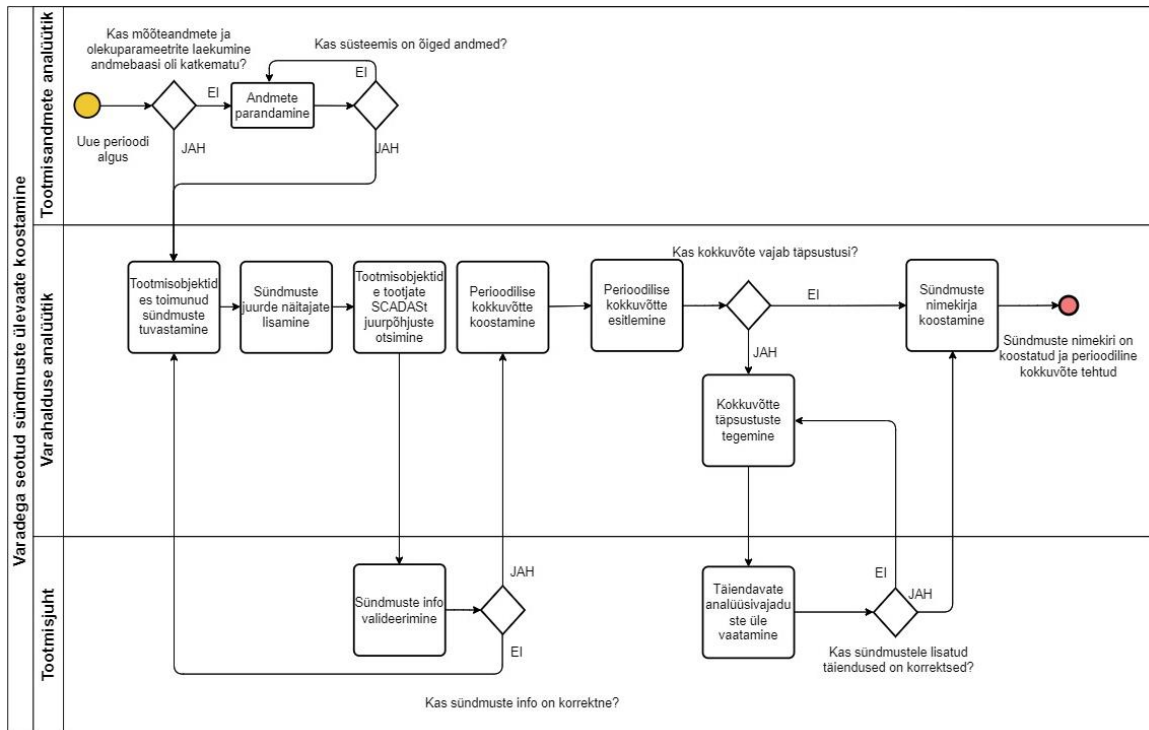


Joonis 3 SIPOC analüüs tootmisobjektidega seotud sündmuste info kogumiseks.

Joonisel 4 on kujutatud tootmisobjektidega seotud sündmuste ülevaate koostamise AS-IS voodiagramm. Protsesside esitamise keelena kasutab autor BPMN-i. Jooniselt on näha, et esmalt veendub tootmisandmete analüütik andmete korrektsuses, kasutades selleks loodud Tableau aruannet ning vajadusel parandab andmeid. Seejärel tuvastab varahalduse analüütik toimunud suuremad sündmused, otsides infot tootja SCADA süsteemidest ning lisab nendega seotud näitajad ja otsib neile põhjused. Seejärel valideeritakse tehtud töö koos tootmisjuhtidega. Kui kõik on korrektne, siis koostatakse perioodiline kokkuvõte. Kui mitte, siis vaadatakse kõik sündmustega seonduv uuesti üle.

Peale perioodilise kokkuvõtte koostamist esitleb varahalduse analüütik seda ning koos tootmis- ja valdkonnajuhtidega otsustatakse, kas on vaja midagi täiendavalt uurida. Kui mitte, siis koostatakse sündmuste nimekiri. Kui on vaja sündmuste andmeid täiendada, siis teeb varahalduse analüütik täpsustused ning koos tootmisjuhiga vaadatakse üle, kas

see vajab veel täiendavat analüüsi. Kui kõik on korras, siis koostatakse sündmuste nimekiri.



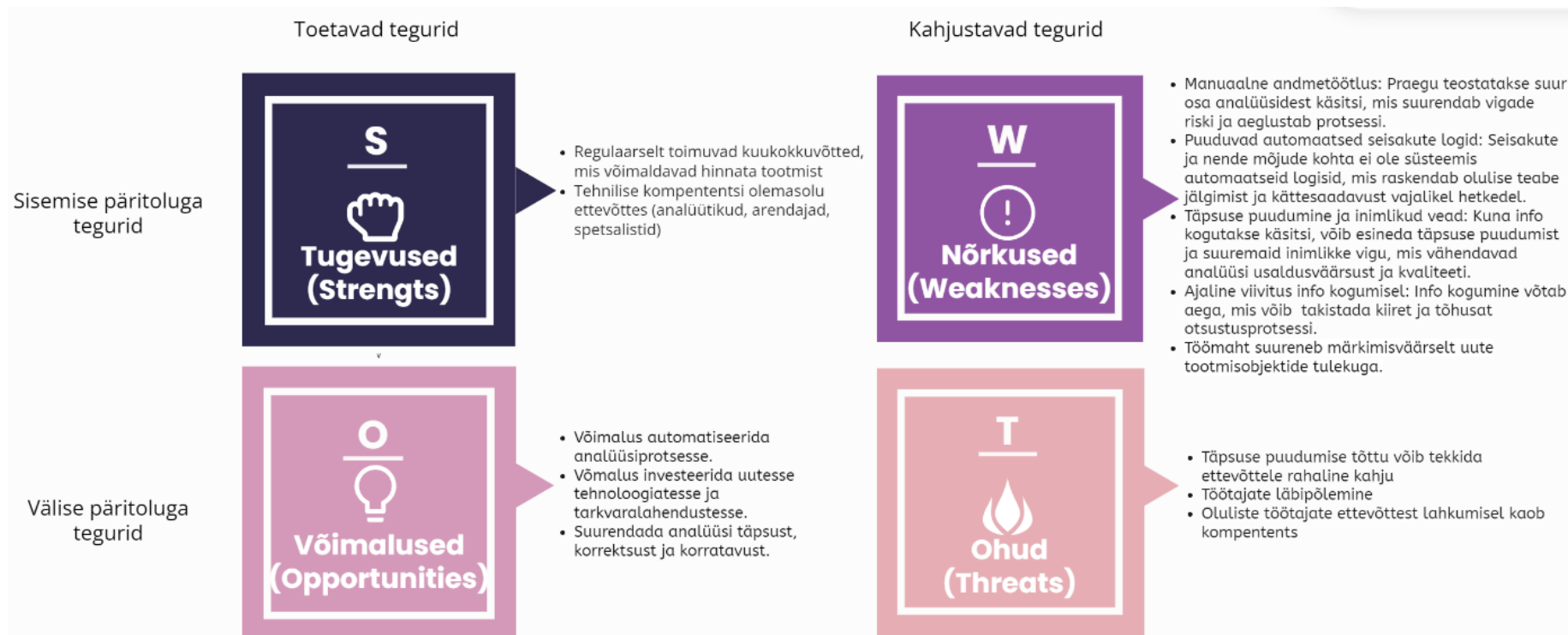
Joonis 4 Tootmisobjektidega seotud sündmuste ülevaate koostamise AS-IS voodiagramm.

5.2 Hetkeseisu kitsaskohad

Ettevõtte hetkeseisu kohta teostatud SWOT-analüüs on esitatud joonisel 5. SWOT-analüüsi tulemusel selgub, et ettevõtte tugevusteks on regulaarsete kuukokkuvõtete koostamise võimekus ning mitmekülgsete oskustega töötajate olemasolu. Arengu võimalustena näeb autor analüüsiprotsesside automatiseerimist, täpsuse- ja tõhususe suurenemist ning investeerimisvõimalust. Suurimateks ohtudeks praeguse süsteemi juures on täpsuse puudumine, mis võib tekitada rahalist kahju, töötajate läbipõlemine suure töökoormuse tõttu ning kompetentsi kadumine, kui olulised töötajad ettevõttest lahkuvad. Hetkel olemasolev lahendus pärsib täpsust, kuna sündmuste logisid koostatakse käsitsi ning seetõttu kirjeldatakse ära vaid suurimad toimunud sündmused, mistõttu tehtav logi ei ole kunagi täielik ja täpne.

SWOT analüüs toob hästi välja ka praeguse töökorralduse nõrgad küljed. Hetkel on ettevõttes väga palju käsitsi andmetöötlust seoses perioodiliste kokkuvõtete tegemisega.

See suurendab tehtavate vigade hulka, aeglustab protsessi ning vähendab analüüsi usaldusväärsust. Info kogumine võtab aega, mis võib takistada kiiret ja tõhusat otsustusprotsessi. Seisakute ja nende mõjude kohta ei ole süsteemis automaatseid logisid, mis raskendab olulise teabe jälgimist ja vajalikel hetkedel kättesaadavust. Suureks probleemiks on ka märkimisväärne töömahu suurenemine uute tootmisobjektide tulekuga. SWOT-analüüsi tulemuste arvesse võtmine aitab kavandada uue süsteemi tõhusat ja riskivaba rakendamist, suurendades tugevusi ja võimalusi ning leevendades ohtusid ja nõrkusi.



Joonis 5 Ettevõtte hetkeseisu SWOT analüüs.

6 Ärianalüüs

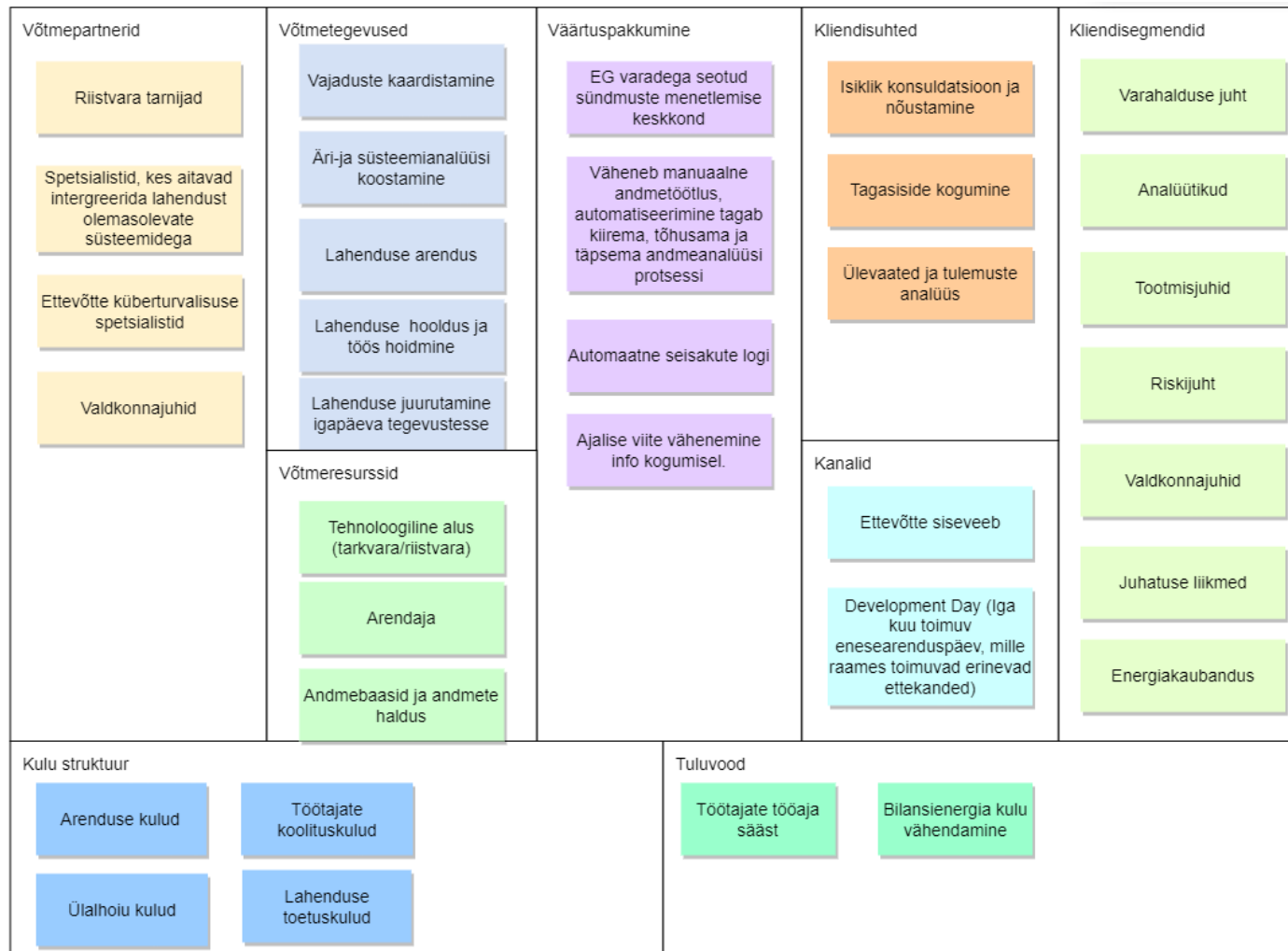
Autori lähenemine ärianalüüsile on põhjalik ja struktureeritud, keskendudes mitmetele olulistele meetoditele ja mudelitele, mis aitavad mõista ettevõtte sündmuste logimisega seotud äriprotsesse ja tuvastada võimalikke mõjutajaid ning riske ja võimalusi. Soov süsteemi loomiseks on varahalduse üksuse poolt tugev, kuid juhatuse tasemel ei ole otsust uue süsteemi loomiseks tehtud. Ärianalüüs aitab esiteks tutvustada süsteemi vajalikkust juhatusele ning hinnata süsteemi otstarbekust. Teiseks annab see väärtusliku sisendi süsteemianalüüsi koostamisele, sest aitab leida huvitatud osapooli ning mõista nende eesmärgid ja ootused seoses selle süsteemiga.

Autor alustab ärianalüüsi ärimudeli lõuendi koostamisega. Seejärel kasutatakse Mendelow maatriksit, et selgitada välja süsteemist huvitatud osapooled ning nende võim ja huvi ettevõtte suhtes, mis aitab mõista nende võimalikku mõju uuele süsteemile. SWOT analüüsi kasutamine võimaldab autoril tuvastada uue süsteemi tugevusi, nõrkusi, võimalusi ja ohte, mis aitab kriitiliselt hinnata süsteemi elluviimise potentsiaali ning enneta võimalikke riske. Seejärel koostatakse motivatsioonimudel, et selgitada välja, tegurid, mis motiveerivad plaanide koostamist, tuvastada ja määratleda plaanide elemendid ning näidata, kuidas on need omavahel seotud. Seejärel koostatakse väärtusvoo mudel ning viimaks luuakse uue süsteemi äriprotsessi voodiagramm.

6.1 Ärimudeli lõuend

Ärimudeli lõuendil (Joonis 6) esitletakse äriprobleemi kompaktselt ja struktureeritult, hõlmates olulisi aspekte nagu võtmepartnerid, -tegevused ja -ressursid. Samuti on esile toodud väärtuspakkumised, mis on suunatud erinevatele kliendisegmentidele, ning planeeritud suhtlusviisid ja -kanalid klientidega suhtlemiseks. Lisaks on ärimudeli lõuendil välja toodud võimalikud kulustruktuurid ja tuluvood, mis aitavad paremini mõista ärimudeli finantsilist külge ning kavandada strateegiaid selle jätkusuutlikkuse tagamiseks. Ärimudeli lõuendi täitmise tulemuseks on kokkuvõtlik ülevaade sellest,

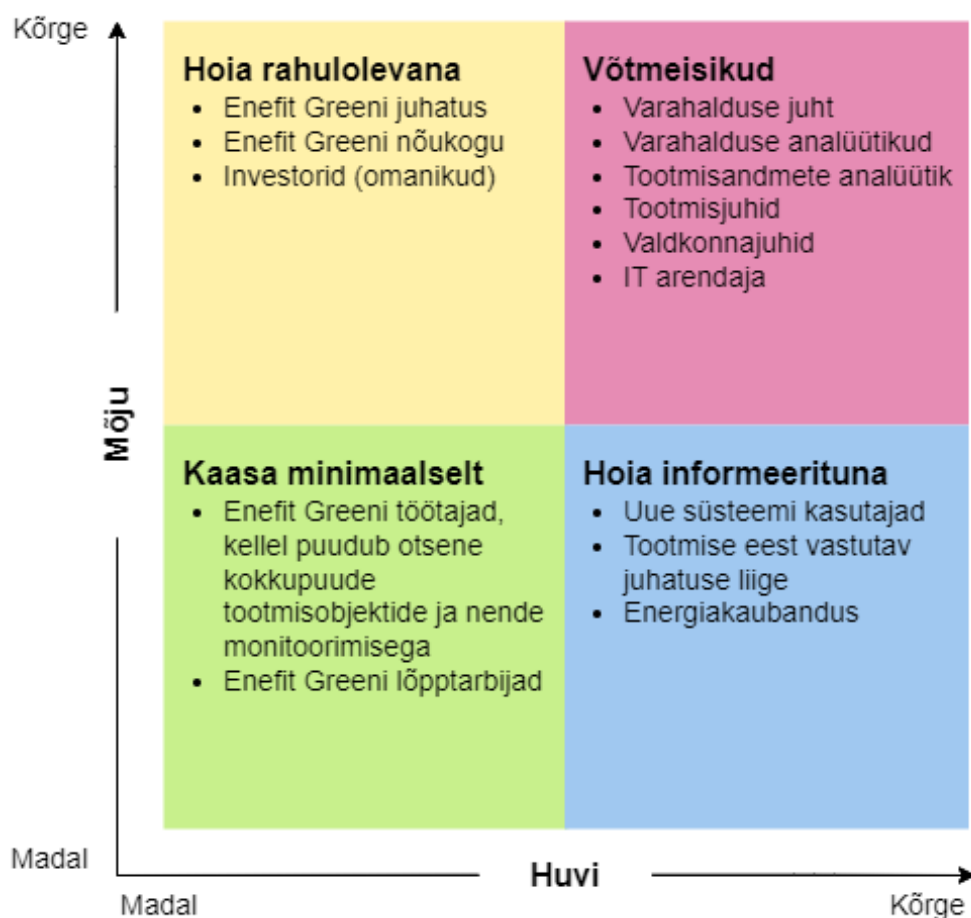
kuidas uus süsteem teenib tulu ja loob väärtust klientidele. See aitab võtmepartneritel mõista süsteemi võtmetegevusi ja seda, kuidas toimub suhtlus.



Joonis 6 Probleemi ärimudeli lõuend.

6.2 Mendelow maatriks

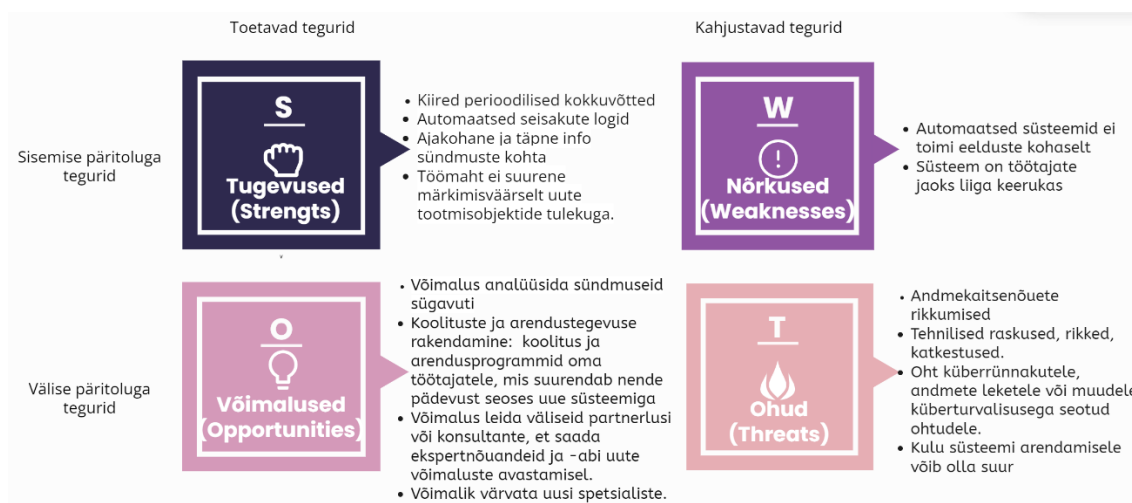
Autor kasutab Mendelow maatriksit, et selgitada välja uuest süsteemist potentsiaalselt huvitatud osapooli (rolle). Huvitatud osapooled on jagatud nelja gruppi arvestades nende mõju ulatust ja huvi projekti vastu. Jooniselt 7 on näha, et kõige suuremat mõju ja ärihuvi omavad varahalduse juht, varahalduse analüütikud, tootmisandmete analüütik, tootmisjuhid, valdkonnajuhid ning IT arendaja. Seega tuleks süsteemi loomisel lähtuma kõige rohkem nende vajadustest ning soovidest. See lähenemine tagab, et uus süsteem vastab kõige olulisemate osapoolte ootustele ja aitab kaasa ettevõtte edule ning jätkusuutlikkusele. Mendelow maatriksi tegemise tulemusena saadakse oluline sisend süsteemianalüüsiks, sest selle tulemusel on leitud kõige olulisemad võtmeisikud süsteemi jaoks. Käesoleva töö autor ning tema töökoha poolne juhendaja, kes ühtlasi valideerib loodud tulemeid, kuuluvad mõlemad võtmeisikute klassi. Mõlemad on varahalduse analüütikud.



Joonis 7 Mendelow maatriks uue süsteemi kohta.

6.3 SWOT- analüüs

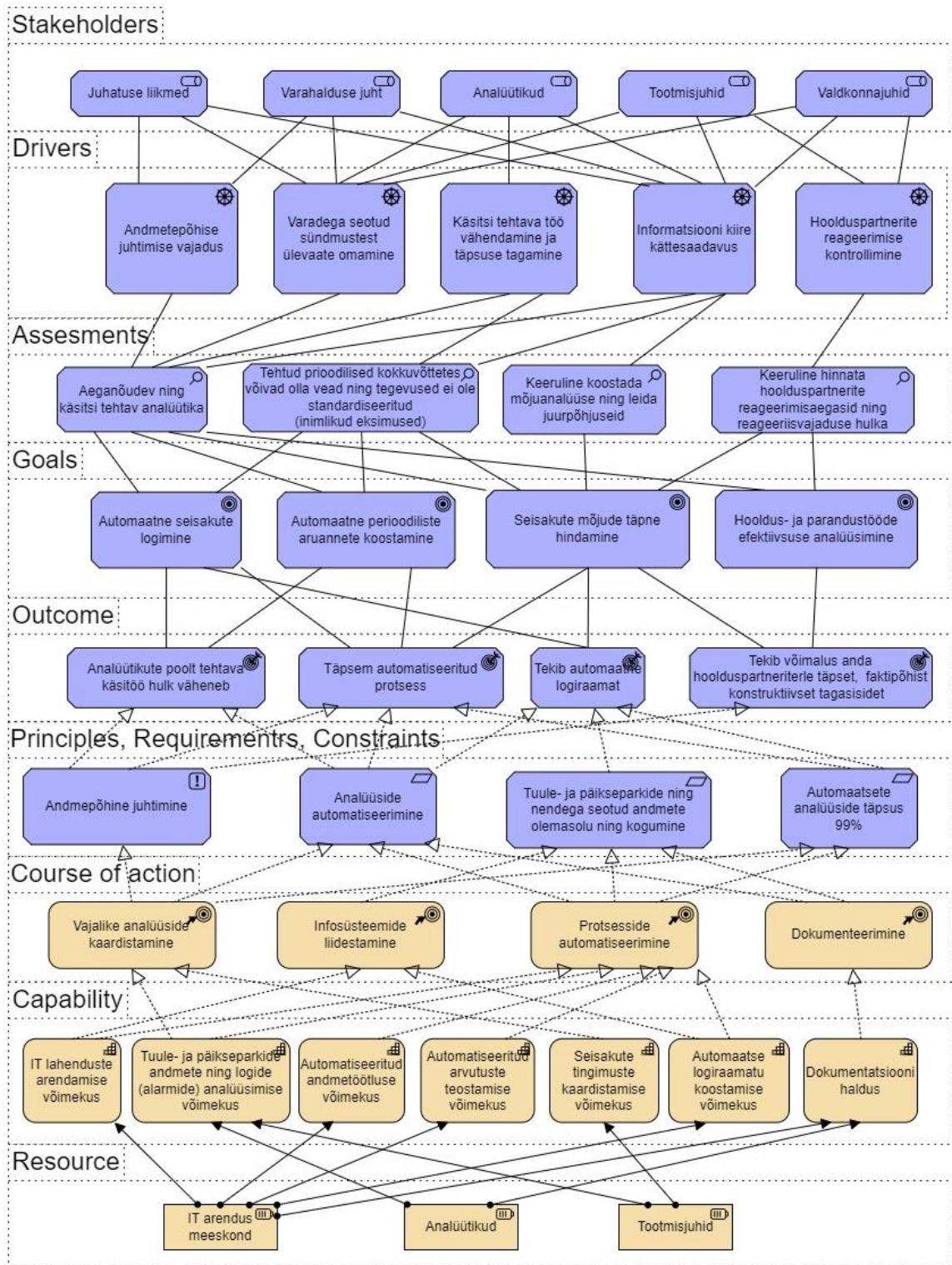
Planeeritava süsteemi kohta on tehtud ka SWOT-analüüs, mis on esitatud joonisel 8. Analüüsi tulemusel selgub, et uue süsteemi kasutuselevõtu tugevusteks oleks kiirete perioodiliste kokkuvõtete tegemine, ajakohase, täpse ja automaatse sündmuste info olemasolu ning töömaht ei suurene uute tootmisobjektide tulekuga märkimisväärselt. Uue süsteemi nõrkusteks võivad osutuda selle keerukus ja eelduste kohaselt mitte toimimine. Süsteemi tulekuga tekib palju uusi arenguvõimalusi. Näiteks on võimalik teha keerukamaid analüüse, võimalik on värvata nii uusi spetsialiste kui ka koolitada olemasolevaid töötajaid, suurendades nende pädevust. Ohtudena süsteemi rakendamisel nähakse andmekaitseõuete rikkumisi, tehnilisi raskuseid, küberturbe ohte ning liigset kulu süsteemi arenduse tõttu.



Joonis 8 Loodava süsteemi SWOT analüüs.

6.4 Motivatsioonimudel

Joonisel 9 on kujutatud ettevõtte motivatsioonimudel tootmisobjektide sündmuste menetlemise keskkonna seisukohast. See mudel on oluline strateegilises planeerimises, kuna võimaldab edukalt arendada, kommunikeerida ja hallata äriplaane. Ärianalüütikud ja arhitektid kasutavad seda mudelit organisatsiooni motivatsiooni analüüsimiseks ning tagamaks, et kõik võtmeisikud mõistavad üldist visiooni, strateegiat ja kasutatavat lähenemist.

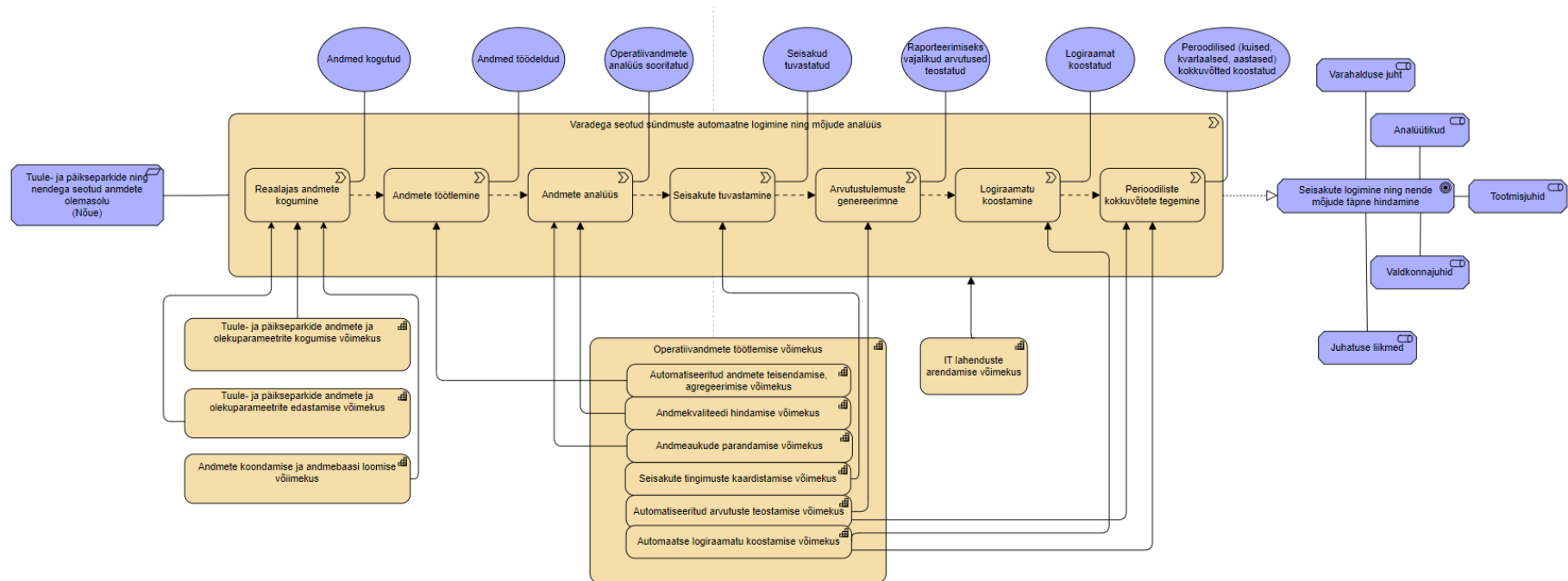


Joonis 9 Motivatsioonimudel.

6.5 Väärtusvoo kaardistus

Joonisel 10 on esitatud loodava äriprotsessi väärtusvoog, mille tulemusena on võimalik seisakute logimine ning nende mõjude täpne hindamine. Tootmisobjektidega seotud sündmuste automaatse logimise ning mõjude analüüsi protsess jaguneb seitsmeks alamprotsessiks.

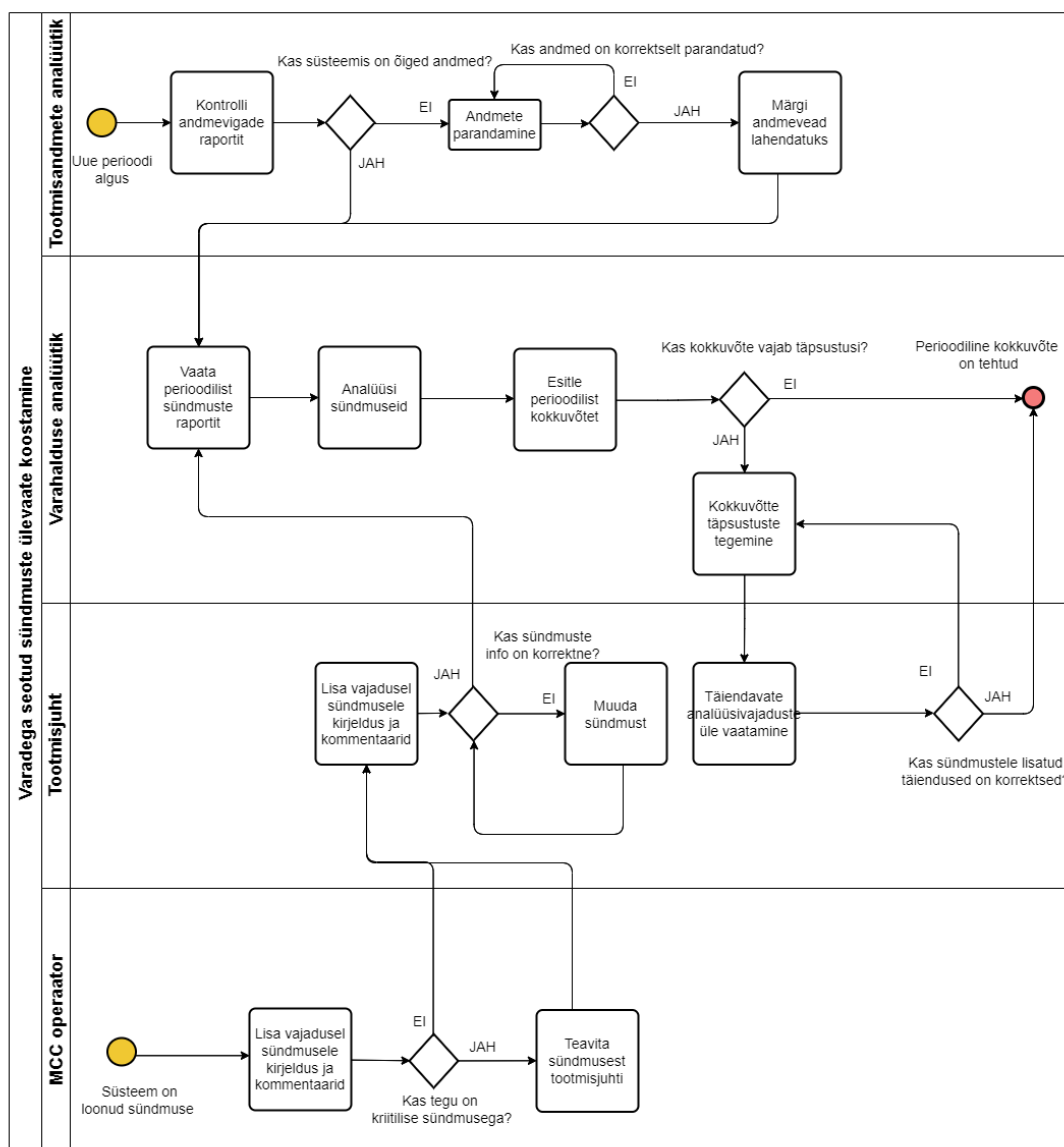
1. Reaalajas andmete kogumine, mis eeldab tuule- ja päikseparkide andmete ja logide jälgimise võimekust.
2. Andmete töötlemine, mille jaoks on vajalik automatiseeritud andmetöötamise võimekus.
3. Andmete analüüs, mis nõuab tuule- ja päikseparkide andmete ja logide analüüsimise võimekust.
4. Seisakute tuvastamine, mille jaoks on vaja seisakute tingimuste leidmise võimekust.
5. Arvutustulemuste genereerimine, mille jaoks on vaja automatiseeritud arvutuste teostamise võimekust.
6. Logiraamatu koostamine, mis eeldab automaatse logiraamatu koostamise võimekust.
7. Perioodiliste kokkuvõtete tegemine, mis vajab automatiseeritud arvutuste teostamise võimekust ja logiraamatu koostamise võimekust.



Joonis 10 Loodava äriprotsessi väärtusvoog.

6.6 Uue protsessi voodiagramm

Joonisel 11 on kujutatud tootmisobjektidega seotud sündmuste ülevaate koostamise TO-BE voodiagramm. Protsessi esitamiseks kasutab autor BPMN keelt. Jooniselt on näha, et kui tegu on kriitilise sündmusega, teavitab MCC operaator sündmusest ka tootmisjuhti. Nii MCC operaator kui tootmisjuht saavad lisada sündmusele kirjeldust ja kommentaare. Periooditi teostab tootmisandmete analüütik andmevigade kontrolli, kus vaatab üle kas esineb andmelünkasid või andmete hangumist. Kui andmed on parandatud ja sündmuse info on korrektne, saab varahalduse analüütik vaadata sündmuse raportit ja teostada vajalike analüüse sündmuse kohta kogutud andmete põhjal. Viimaks esitletakse perioodilist kokkuvõtet ning vajadusel tehakse täpsustusi.



Joonis 11 Tootmisobjektidega seotud sündmuste ülevaate koostamise TO-BE voodiagramm.

6.7 Kogutavate andmete kasutus

Uues süsteemis kogutavad andmed leiaks palju kasutust. Need võimaldaks näiteks analüüsida, kas *Operation & Maintenance* lepingutele oleks vaja 24/7 reageerimist partnerite poolt. *Operation & Maintenance* lepingute puhul haldab kõiki igapäevase opereerimisega seotud teemasid, rikkeid ja plaanilisi hooldusi lepingupartner. Samuti aitaks detailsem rikete ülevaade uute parkide arendusotsuste tegemisel tehnoloogia tootjat paremini valida ning samuti luua ka hoolduskavasid.

Tehtav süsteem oleks uueks töövahendiks ka MCC operaatoritele. Seega aitaks see paremaks muuta tootmisobjektide töö pidevat jälgimist ning võimaldaks läbi kiirema ja detailsema ülevaate omamise tõsta tootmisobjektide töökindlust ning vähendada rikete eskaleerumise võimalust.

Samuti oleks loodav süsteem abiks energiaturul kauplemisel, erinevate ettevõtte jaoks vajalike aruannete koostamisel.

6.8 Äriline kasu loodavast süsteemist

Antud magistritöö raames ei tehtud tasuvusanalüüsi, kuid teada on, et uus süsteem looks ettevõttele ärilist kasu, kuna see võimaldab teha täpsemaid andmepõhiseid otsuseid ning aitab MCC töövahendina tõsta töökindlust ja seeläbi ka toodangut, mis omakorda toob ettevõttele tulu juurde. Uus süsteem võimaldaks tõenäoliselt tulevikus mõningate edasiarenduste korral müüa teistele ettevõtetele nende tootmisobjektide jälgimisteenust, kui lisada need tootmisobjektid süsteemi ja täpsustada süsteemis, millise ettevõttega need seotud on. Samuti loob rahalist kasu ka see, et hoitakse kokku töötajate tööaega. Seega ei pea uute suurte tootmisparkide lisandumisel hakkama palkama uusi töötajaid ning olemasolevad töötajad saaksid keskenduda ettevõtte tootmisobjektide töökindluse tõstmisele.

7 Süsteemianalüüs

Süsteemianalüüsi alustab autor MoSCoW meetodil funktsionaalsete nõuete kaardistamisest. Seejärel esitatakse süsteemi mittefunktsionaalsed nõuded. Funktsionaalsed nõuded pandi esmalt kirja tabeli kujul, mitte kasutusmalli skeeme kasutades, sest see viis on ettevõtte töötajatele, kes neid nõudeid esitavad ja valideerivad paremini arusaadav. Järgmiseks tuuakse välja süsteemi jaotus alamosadeks ehk allsüsteemideks. Iga funktsionaalse allsüsteemi kohta koostatakse kasutusmallide skeem, mis kirjeldab funktsionaalsuse jaotust erinevate süsteemi alamosade vahel ning lisab funktsionaalsetele nõuetele detaile. Töö mahtu silmas pidades esitatakse töös ainult kasutusmallide skeemid, mitte kasutusmallide tekstilised kirjeldused. Iga registri kohta esitatakse olemi-suhte skeem koos olemitüüpide ja atribuutide definitsioonidega.

7.1 Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna funktsionaalsed nõuded

Tabelis 1 on esitatud süsteemi funktsionaalsed nõuded vastavalt MoSCoW meetodi esimesele kolmele tähele (inglise k. *Must, Should, Could*).

Tabel 1 Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna funktsionaalsed nõuded.

Nr	Moodul	Sisu	Prioriteet
1	Andmetöötlus	Tootmisandmete viimine ettemääratud ühikutele.	MUST
2	Andmetöötlus	Tootmisandmete agregeerimine.	MUST
3	Andmete analüüs	Tootmisandmete kontrollimine, andmelünkade ja hangumise tuvastamine.	MUST
4	Andmete analüüs	Tootmisandmete automaatne uuesti pärimine peale andmelünkade või hangumiste tuvastamist.	MUST

Nr	Moodul	Sisu	Prioriteet
5	Andmete analüüs	Tootmisandmete asendamine kasutaja poolt üles laetud failist, kui süsteemi andmed ei ole korrektsed.	MUST
6	Andmete analüüs	Andmekvaliteedi raporti genereerimine.	SHOULD
7	Sündmused	Sündmuste tuvastamine SCADA olekuparameetrite põhjal.	MUST
8	Sündmused	Sündmuse ajal või sellele eelnenud alarmide/hoiatuste sidumine sündmusega.	MUST
9	Sündmused	Mitut tootmisobjekti samaaegselt hõlmanud sündmuse korral kõikide mõjutatud tuulikute või tuule- või päikseparkide sidumine vajadusel sündmusega.	SHOULD
10	Aruandlus	Ilmastikuparameetrite (tuule kiirus, tuule suund, suhteline õhuniiskus, temperatuur, sademed, pilvisus) kuvamine.	COULD
11	Arvutused	Sündmuse kohta olemasolevate andmete põhjal järgneva arvutamine: <ul style="list-style-type: none"> • sündmuse kestvus; • sündmuse ajal olnud keskmine tuul; • kaotatud potentsiaalne toodang; • sündmuse mõju tuuliku töökindlusele; • sündmuse mõju tuulepargi töökindlusele; 	MUST

Nr	Moodul	Sisu	Prioriteet
		<ul style="list-style-type: none"> • sündmuse mõju kõrgema taseme töökindlusele; • kaotatud toodangu rahaline väärtus. 	
12	Arvutused	Perioodiliste aruannete jaoks toodangu osakaalu, kasuteguri (Toodang / pargi võimsus*perioodi tundide arv) ja töökindluse arvutamine.	SHOULD
13	Arvutused	Seisaku mõju arvutuste pidev uuendamine.	MUST
14	Logiraamatu vaade	<p>Sündmuste andmete pärimine järgnevate filtreerimisvõimalustega:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toimumise kuupäeva järgi • Toimumise kuu järgi • Riigi ehk asukoha järgi • Tuuliku tootmistehnoloogia järgi • Tuuliku tüübi järgi • Tuulepargi järgi • Tuuliku järgi • Sündmuse tüübi järgi • Alarmide järgi • Alarmi koodide järgi • Sündmuse kommentaaride järgi • Sündmuse esinemise sageduse järgi 	MUST

Nr	Moodul	Sisu	Prioriteet
		<ul style="list-style-type: none"> • Tootmisjuhtide järgi • Kestvuse järgi • Mõju järgi • Sündmuse oleku järgi (avatud/suletud/planeeritud) 	
15	Logiraamatu vaade	Valitud sündmuste andmete põhjal graafikute kuvamise võimalus.	SHOULD
16	Logiraamatu vaade	Otsinguvälja kasutamise võimalus, selleks et otsida huvipakkuvat sündmust, tuuleparki, tuulikut, alarmi, alarmi koodi.	SHOULD
17	Logiraamatu vaade	Sündmus andmete kuvamine kasutajale sobival viisil: <ul style="list-style-type: none"> • joograafikuna; • sektordiagrammina; • tabelina; • tulpgraafikuna. 	MUST
18	Logiraamatu vaade	Tootmisseedmetele seatud piirangute kuvamine.	COULD
19	Logiraamatu vaade	Sündmuste kohta on võimalik lisada kommentaare.	MUST
20	Logiraamatu vaade	Sündmuste edastamine vajalikele osapooltele.	SHOULD

Nr	Moodul	Sisu	Prioriteet
21	Aruandlus	Kasutaja poolt valitud perioodi (kuu, kvartal, aasta) ja parameetrite alusel aruande genereerimine.	MUST
22	Kaardivaade	Tootmisobjektide, tuulekiiruse, suhtelise õhuniiskuse, temperatuuri, sademete, pilvisuse ja hetketoodangu kuvamine geograafiliselt.	SHOULD
23	Kaardivaade	Võimalik välja filtreerida nii, et kaardil kuvatakse hetkel sündmustega seotud tootmisobjekte.	COULD
24	Kaardivaade	Tootmisjuhil on võimalik välja filtreerida ainult temaga seotud tootmispargid.	COULD
25	Tingimused	Süsteem võimaldab lisada uusi tootmisobjekte.	MUST
26	Tingimused	Süsteem võimaldab lisada ning hallata tingimusi mille põhjal tekib sündmus ning tingimusi peab olema võimalik omavahel siduda.	MUST
27	Tingimused	Tingimuste koostamine ja haldamine toimub läbi graafilise kasutajaliidese.	SHOULD
28	Liidestatus	Süsteem on võimeline andmeid pärima ning andmeid edastama teistele ettevõtte sisestele ja kolmandate osapoolte infosüsteemidele.	MUST

7.2 Nõuete klassifitseerimine FURPS meetodi järgi

Tabelis 2 on välja toodud tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna nõuded lähtuvalt FURPS nõuete klassifitseerimise meetodist.

Tabel 2 Klassifitseeritud nõuded FURPS meetodil.

FURPS	Nõuded
Funktsionaalsus	Funktsionaalsed nõuded on toodud jaotises 8.1 tabelis 1.
Kasutatavus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Süsteemi kasutamine on lihtsasti arusaadav ning intuiitiivne. 2. Süsteemi kasutamist on lihtne meelde jätta. 3. Süsteemi vaated on kohandatavad vastavalt kasutajale st kasutaja saab valida, millist infot ta soovib kuvada. 4. Süsteemis on alati nähtaval „Help“ nupp, kust on võimalik lugeda nii eesti- kui ingliskeelset kasutusjuhendit. 5. Süsteemile on koostatud põhjalik ja ajakohane dokumentatsioon. 6. Süsteemi vaated kohanevad kasutaja ekraanisuurusest lähtuvalt. 7. Kasutusajaliides on inglise keeles.
Töökindlus	<ol style="list-style-type: none"> 8. Süsteemi töökindlus peab olema vähemalt 99,9%. 9. Infosüsteem vastab Eesti Energia poolt kehtestatud IT-riskide maandamise reeglitele. 10. Andmekvaliteet süsteemis ja raportites peab olema vähemalt 99% kõikide andmete kohta. 11. Süsteem teavitab automaatselt tootmisandmete analüütikut andmelünkadest ning rikke korral süsteemi administraatorit.

FURPS	Nõuded
	<p>12. Süsteemist peab olema võimalik vaadata andmeid ning alla laadida aruandeid igal ajahetkel.</p> <p>13. Andmeparanduste tõttu ümberarvutuste tegemisel peavad olema ümberarvutused välja toodud.</p>
Jõudlus	<p>14. Süsteemi peab saama kasutada samaaegselt vähemalt 50 inimest nii, et see ei mõjutaks süsteemi tööd.</p> <p>15. Süsteemi andmete päringud peavad olema reaalajas.</p> <p>16. Süsteem peab olema võimeline koostama kõiki arvutusi ning analüüse nii, et see ei mõjuta süsteemi üldist jõudlust.</p> <p>17. Süsteemi kõik vaated avanevad maksimaalselt viie sekundiga.</p> <p>18. Sündmustega seotud muudatused ja kommentaarid peavad olema süsteemis nähtaval kõigile kohe peale salvestamist.</p>
Toetatavus	<p>19. Süsteemi peab olema võimalik liidestada uusi tootmisobjekte ja andmepunkte e uusi mõõdetavaid väärtuseid.</p> <p>20. Süsteem peab olema toetama liidestust teiste infosüsteemidega.</p> <p>21. Süsteem on ingliskeelne.</p> <p>22. Süsteemil on automaatne testimine, et avastada vigu.</p>

7.3 Süsteemi jaotus allsüsteemideks

Järgnevalt esitatakse infosüsteemi jaotus kolme erinevat liiki allsüsteemideks (pädevusalad, funktsionaalsed allsüsteemid ja registrid).

Pädevusalad:

- IT arendaja
- MCC operaator
- Tootmisandmete analüütik
- Tootmisjuht
- Vaatleja
- Valdkonnajuht
- Varahalduse analüütik
- Varahalduse juht

Lisaks sellele on kasutusmalli skeemides kasutatud tegutsejat Aeg, viitamaks sellele, et vastav funktsionaalsus tuleb tarkvara poolt teatud intervalli tagant käivitada.

Süsteemi keerukuse paremaks haldamiseks jagati loodav infosüsteem funktsionaalseteks allsüsteemideks (edaspidi FAS) ja neid teenindavateks andmekeskseteks allsüsteemideks e registriteks. FAS ja registreid leidmiseks kasutatakse meetodit, kus igale süsteemi põhiobjektile vastab eraldi FAS ja register. Põhiobjekt on selline, millele vastavaid andmeid peab süsteemis haldama ning millel on süsteemi jaoks huvipakkuv elutsükkel. Iga FAS on seotud mõne infosüsteemi põhiobjektiga, võimaldades sellele vastavate andmete haldamist läbi kogu põhiobjekti elutsükli ning iga sellise allsüsteemi juurde kuulub vastav register. Funktsionaalsete allsüsteemide funktsionaalsete nõuete esitamiseks kasutatakse töös kasutusmallimudelit.

Funktsionaalsed allsüsteemid:

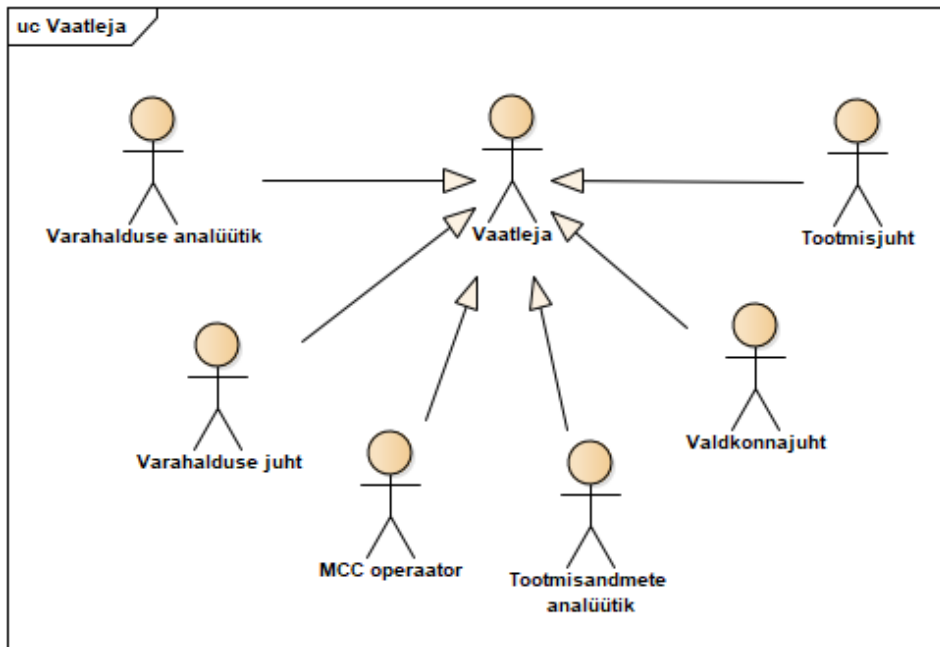
- Klassifikaatorite FAS, mis hõlmab endas klassifikaatoreid.

- Alarmide FAS, mis hõlmab endas alarmide laadimist ning vaatamist.
- Andmevigade FAS, mis hõlmab endas andmevigade tuvastamist, kontrollimist ning raportite genereerimist.
- Ilmavaatluste FAS, mis hõlmab endas ilmastiku andmete laadimist.
- Tingimuste FAS, mis hõlmab endas sündmuste tuvastamiseks vajalike tingimuste lisamist ja muutmist.
- Piirangute FAS, mis hõlmab endas tootmisobjektidega seotud piirangute lisamist, muutmist ja vaatamist.
- Raportite FAS, mis hõlmab endas süsteemi ning kasutajate poolt genereeritud raportite vaatamist ja allalaadimist.
- Sündmuste FAS, mis hõlmab endas sündmuse koostamist, näitajate arvutamist, raportite genereerimist, sündmustest teavitamist, sündmuse muutmist, kommenteerimist, vaatamist ning analüüsi.
- Tootmise FAS, mis hõlmab endas tootmisandmete laadimist, muutmist, töötlemist ja vaatamist.
- Varade FAS, mis hõlmab endas süsteemi jaoks oluliste varade andmete laadimist teisest süsteemist. Käesolev süsteem ei dubleeri varade andmeid, mis on varade haldussüsteemis. Siia süsteemi laaditakse varade identifikaatorid ning täiendavaid andmeid küsitakse vajadusel varade haldussüsteemist.
- Töötajate FAS, mis hõlmab endas töötajate andmete laadimist teisest süsteemist ning õiguste muutmist. Käesolev süsteem ei dubleeri töötajate andmeid, mis on personalisüsteemis. Siia süsteemi laaditakse töötajate identifikaatorid ning täiendavaid andmeid küsitakse vajadusel personalisüsteemist.

7.4 Kasutusmallide skeemid

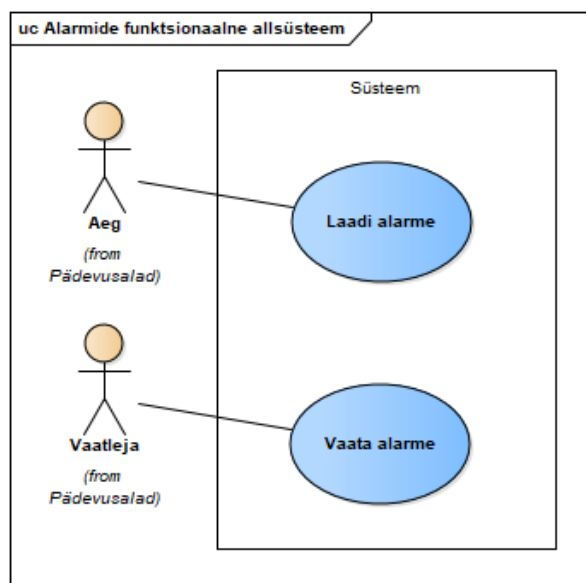
Kasutusmalli skeemide selgemaks esitamiseks defineeris töö autor pädevusala Vaatleja (kujutatud joonisel 12), kuhu alla kuuluvad varahalduse analüütik, varahalduse juht,

MCC operaator, tootmisandmete analüütik, valdkonnajuht ja tootmisjuht. Pädevusala on rolli vastutuspiirkond ning vaateleja rolli kandja ülesandeks on vaadata erinevaid süsteemis talletatavaid andmeid.



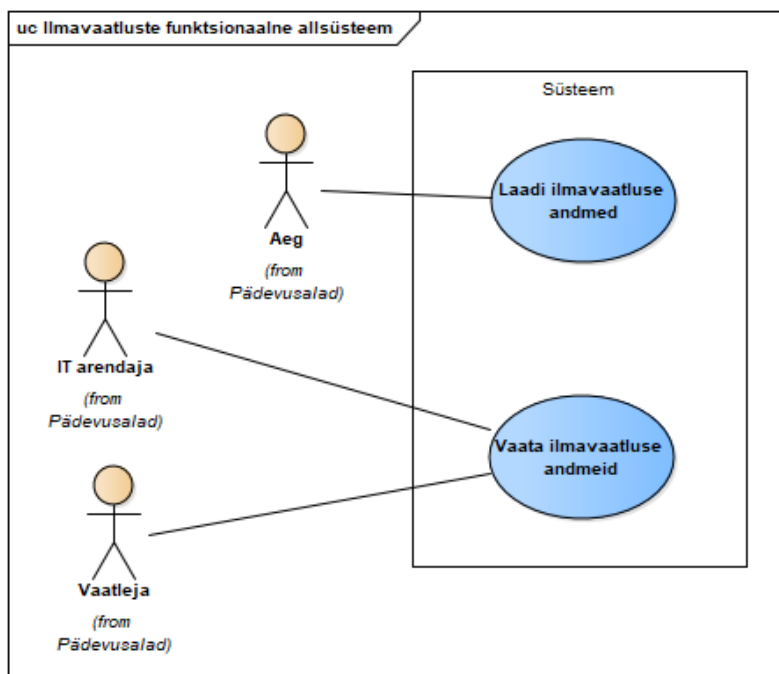
Joonis 12 Vaateleja pädevusala.

Joonistel 13 on kujutatud alarmide funktsionaalset allsüsteemi, kus tegutsejateks on aeg ja vaateleja. Alarmide FAS eesmärk on, et toimuks pidev alarmide laadimine, et kasutajad saaksid vajadusel vaadata alarme.



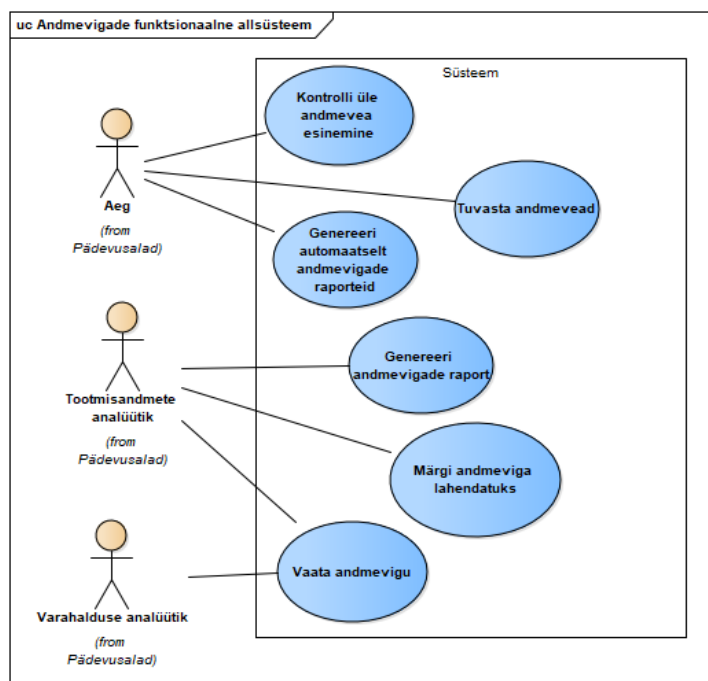
Joonis 13 Alarmide funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 14 on kujutatud ilmavaatluste funktsionaalset allsüsteemi, kus on tegutsejateks aeg, IT arendaja ja vaatleja. Ilmavaatluste FAS eesmärgiks on ilmavaatluse andmete laadimine ning on võimalik vaadata ilmavaatluse andmeid.



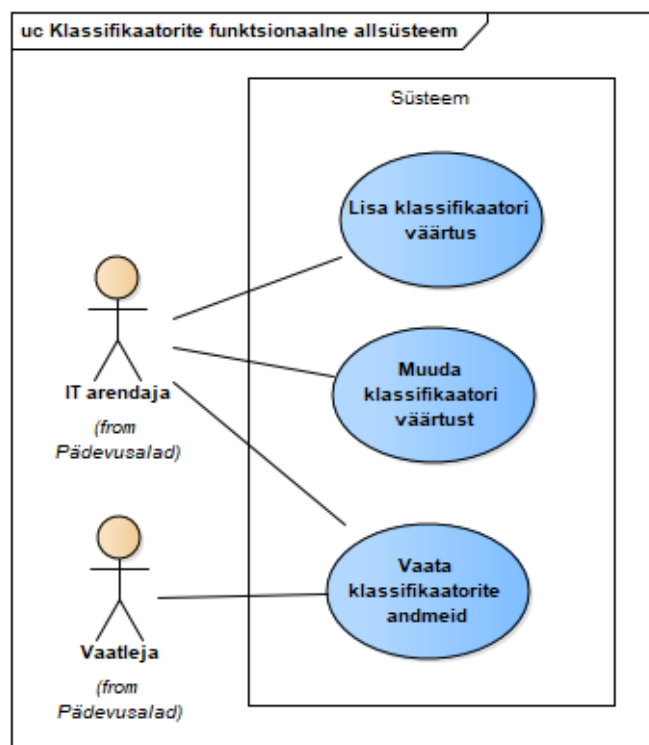
Joonis 14 Ilmavaatluste funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 15 on toodud andmevigade funktsionaalne allsüsteem, kus tegutsejateks on aeg, tootmisandmete analüütik ja varahalduse analüütik. Andmevead on süsteemis tekkinud andmelüngad ja andmete hangumised. Andmelüngad on kohad süsteemi andmebaasis, kus vajalikud andmed puuduvad. Kui mingil põhjusel on süsteemis ajas mitte muutuv väärtus, mis peaks olema ajas muutuv (näiteks tootmisandmed), siis tähistab selline olukord andmete hangumist.



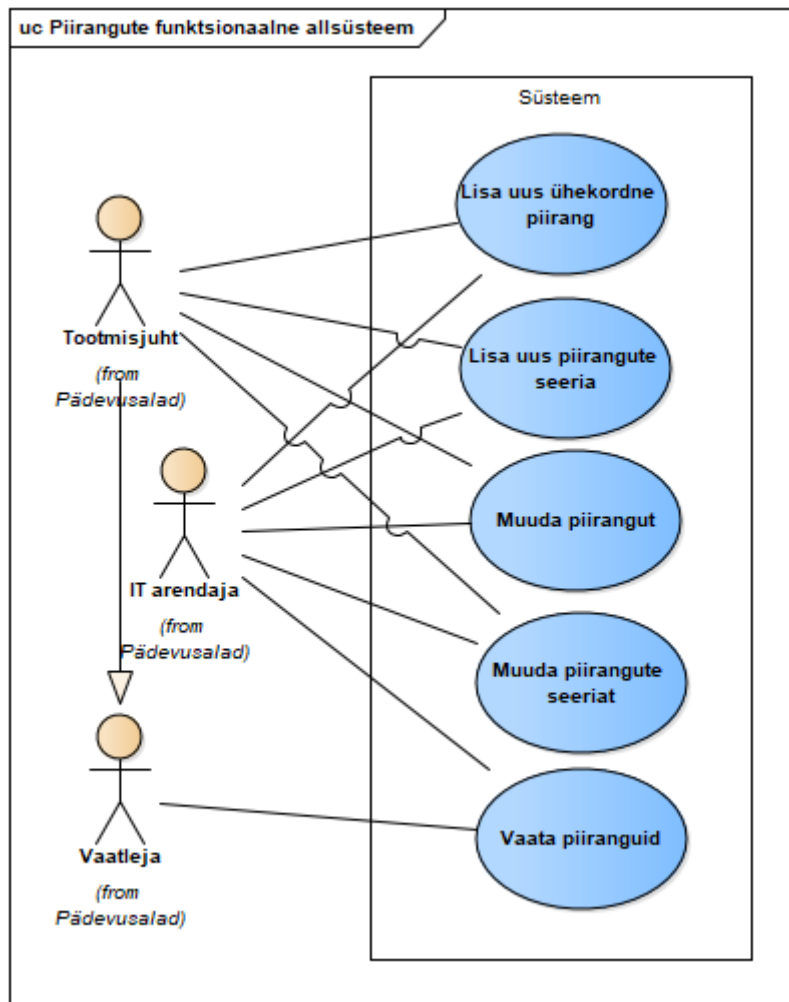
Joonis 15 Andmevigade funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 16 on toodud klassifikaatorite funktsionaalne allsüsteem, kus tegutsejateks on IT arendaja ja vaatleja. Kasutusmallideks on klassifikaatori väärtuse lisamine, muutmine ja vaatamine.



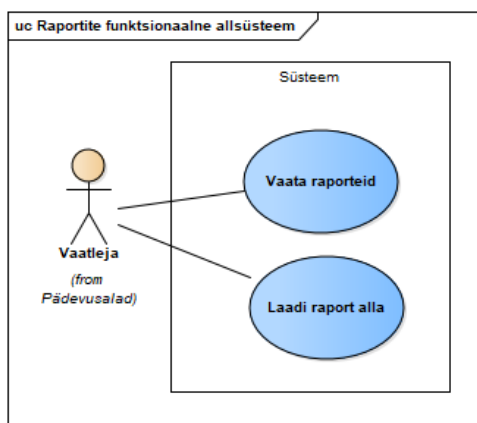
Joonis 16 Klassifikaatorite funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 17 on kirjeldatud piirangute funktsionaalne allsüsteemi. Kasutusmallideks on piirangute ja nende seeriade lisamine, muutmise ning vaatamine. Tegutsejateks on IT arendaja, tootmisjuht ning vaateleja. Piirang on tootmisobjektile seatud tootmise limiit, mis ei võimalda toota maksimaalset elektrienergia kogust, mis teoorias oleks konkreetsel tootmisobjektil konkreetsete oludega võimalik toota.



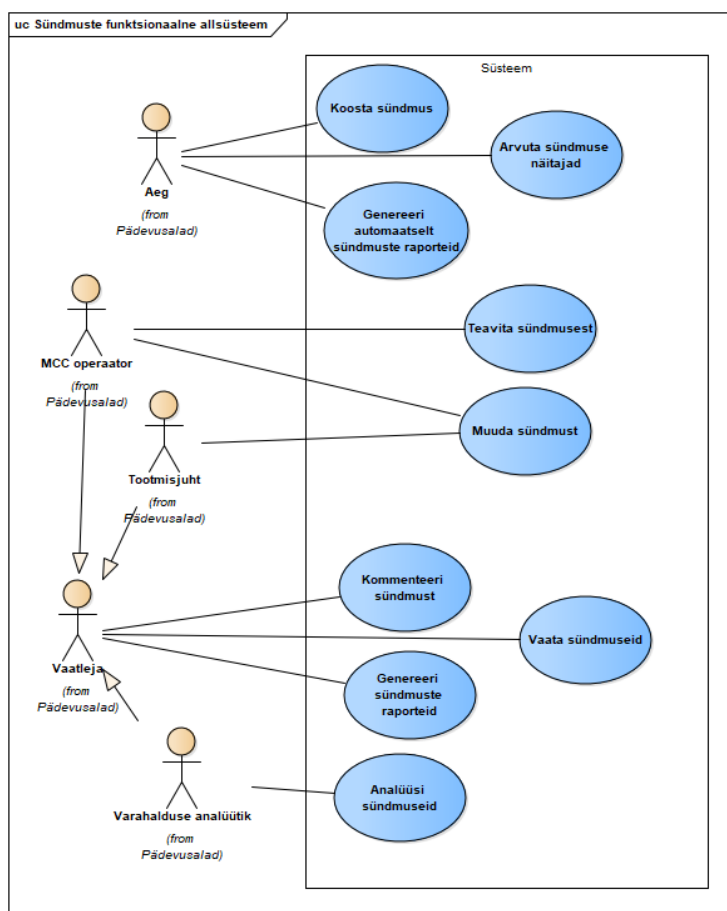
Joonis 17 Piirangute funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 18 on kujutatud raportite funktsionaalne allsüsteemi, milles on kasutusmallid genereeritud raportite vaatamiseks ja alla laadimiseks. Süsteemis on oluline, et saaks mistahes ajahetkel vaadata kõiki süsteemi ja kasutajate poolt genereeritud raporteid ning neid ka alla laadida.



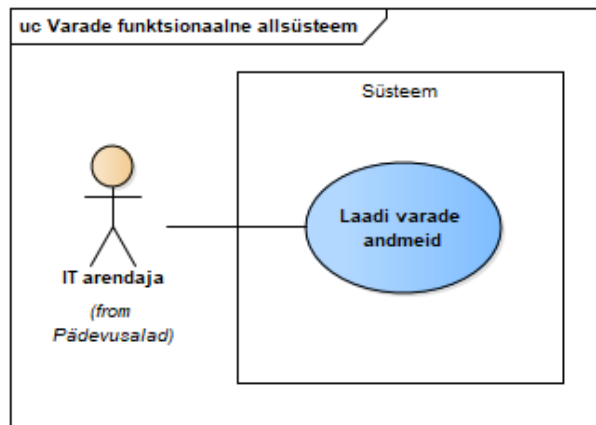
Joonis 18 Raportite funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 19 on toodud sündmuste funktsionaalse allsüsteemi kasutusmallide skeem, kus tegutsejateks on aeg, MCC operaator, tootmisjuht, vaateja ning varahalduse analüütik. Andmed sündmuste kohta moodustavad sündmuste logiraamatu ja sündmuste vaatamine tähendab logiraamatu vaatamist. Sündmuseks loetakse tootmisobjektiga toimuvaid juhtumeid. Sündmus on näiteks generaatori rike või on tuuliku jaoks liiga suur tuul.



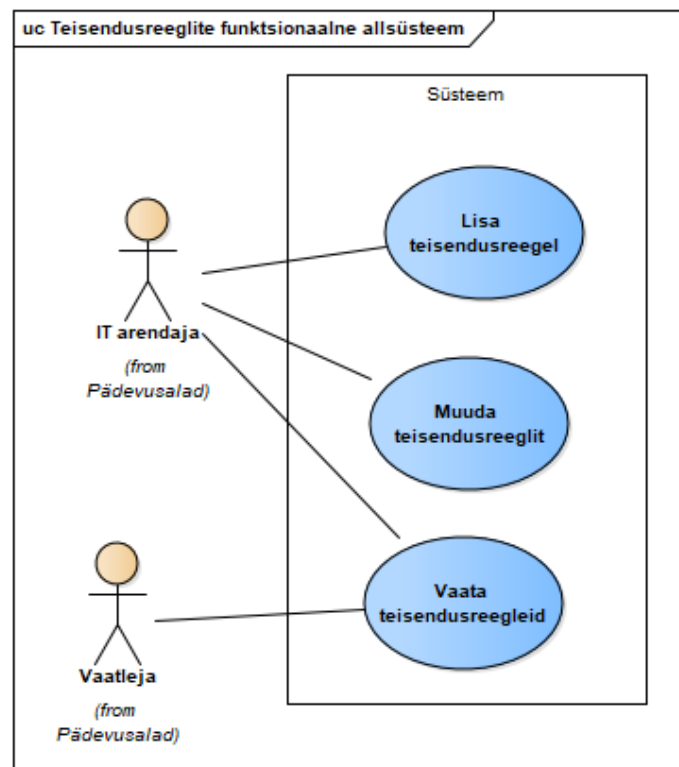
Joonis 19 Sündmuste funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 20 on kujutatud varade funktsionaalset allsüsteemi, kus tegutsejaks on IT arendaja, kes saab laadida varade andmeid. Varad on süsteemi mõistes tootmispargid, alajaamad, ning tootmisobjektid. Nende andmed laaditakse ettevõtte ühest olemasolevast süsteemist.



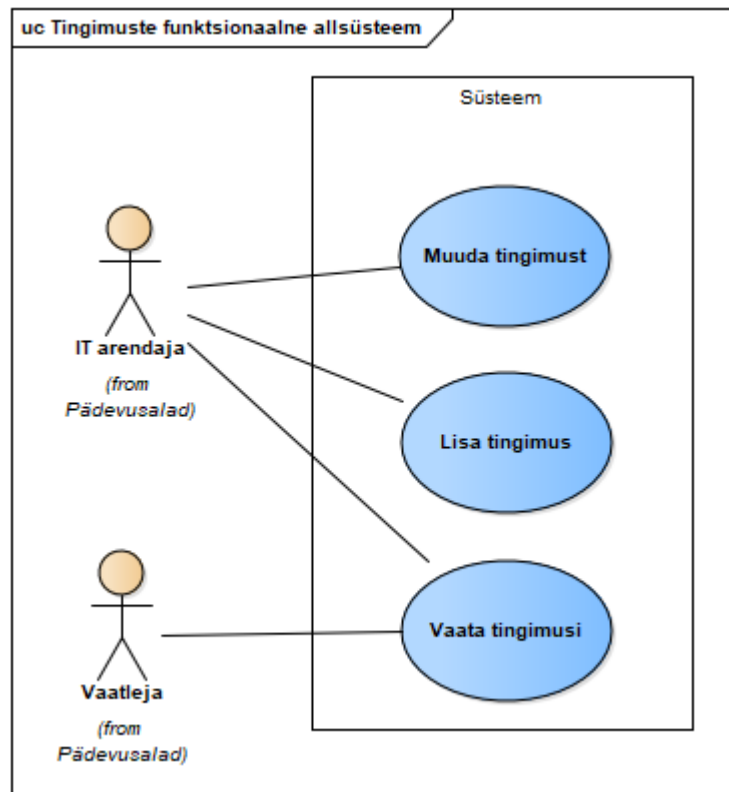
Joonis 20 Varade funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 21 on toodud teisendusreeglite funktsionaalse allsüsteemi kasutusmallide skeem, kus tegutsejateks on IT arendaja, kes saab lisada, muuta ja vaadata teisendusreegleid ning vaatleja, kes saab vaadata teisendusreegleid.



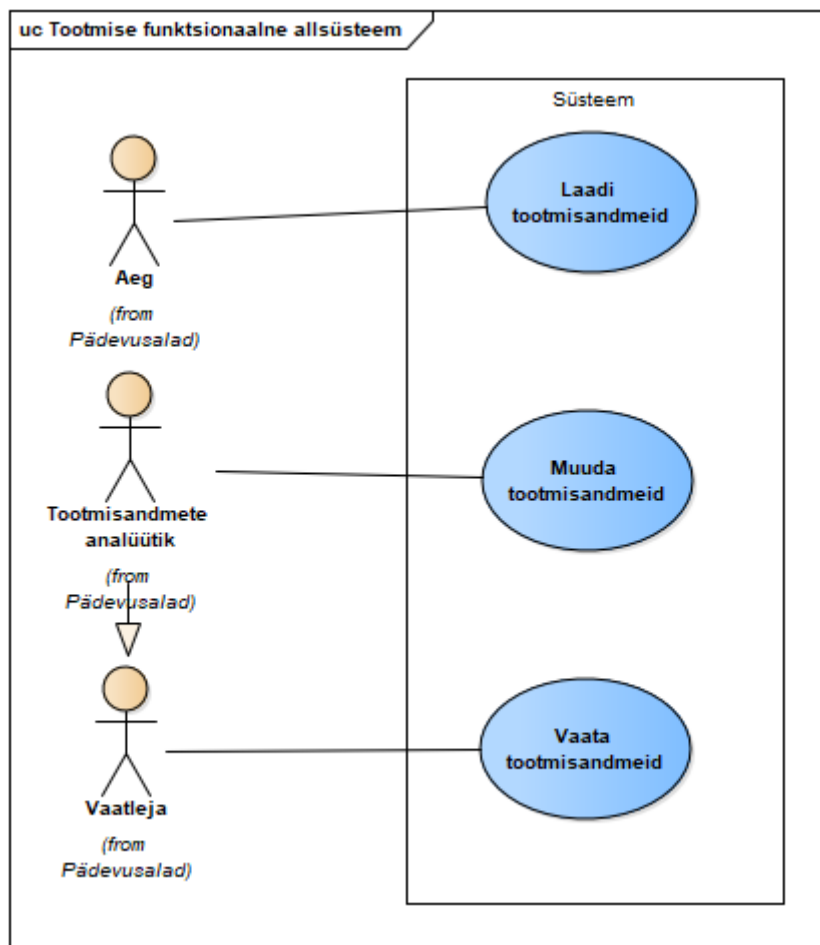
Joonis 21 Teisendusreeglite funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 22 on toodud tingimuste funktsionaalne allsüsteem, kus tegutsejateks on IT arendaja, kes saab muuta lisada ning vaadata tingimusi ja vaatleja, kes saab vaadata tingimusi. Tingimused süsteemi mõistes on asjaolud või asjaolude kogumid, mille korral tekitatakse sündmus.



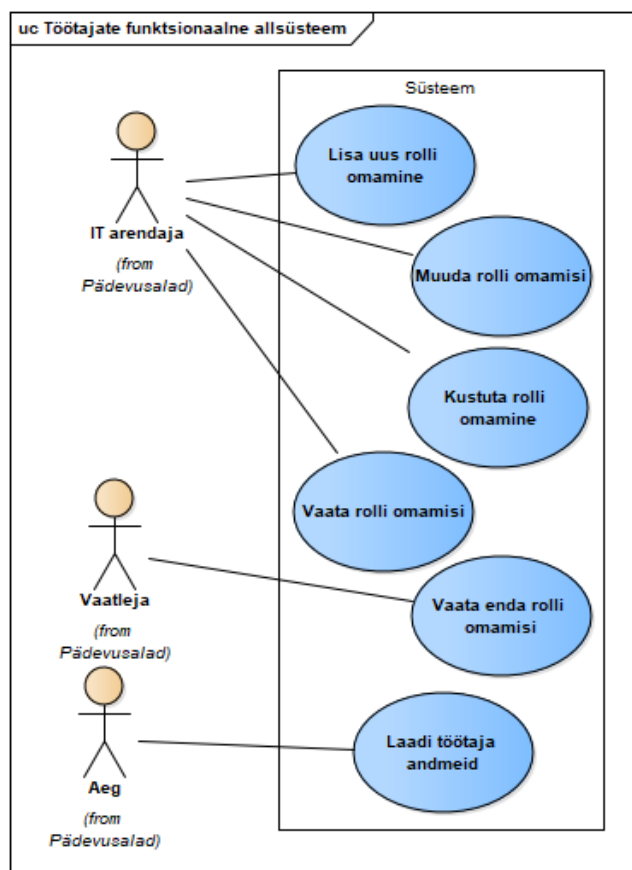
Joonis 22 Tingimuste funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 23 on kujutatud tootmise funktsionaalset allsüsteemi, kus kasutusmallideks on laadi, muuda ja vaata tootmisandmeid ning tegutsejateks on aeg, tootmisandmete analüütik ning vaatleja.



Joonis 23 Tootmise funktsionaalne allsüsteem.

Joonisel 24 on toodud töötajate funktsionaalse allsüsteemi kasutusmallide skeem, kus tegutsejateks on IT arendaja vaateja ning aeg. Töötajate andmeid laetakse ettevõtte personalisüsteemist



Joonis 24 Töötajate funktsionaalne allsüsteem.

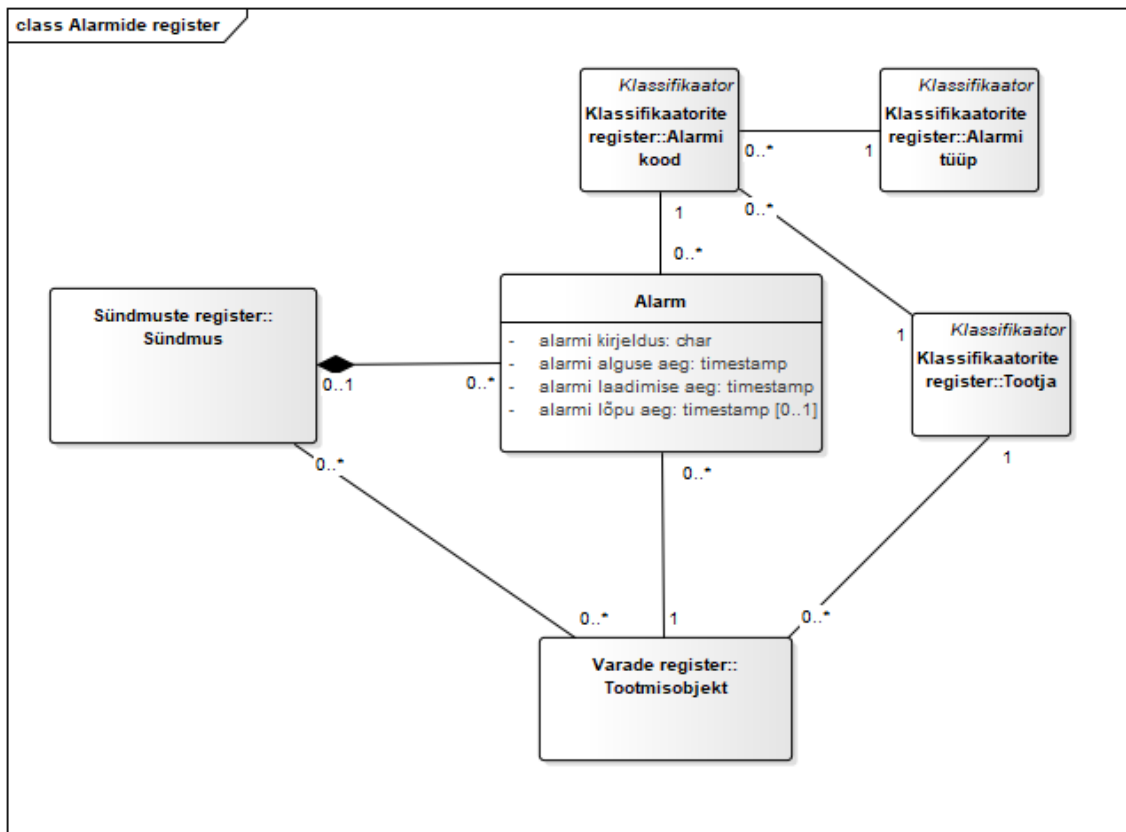
Kasutusmallide ja funktsionaalsete nõuete nimekirja elementide vastavus on toodud tabelis 37, mis asub lisa 5.

7.5 Kontseptuaalne andmemudel

Järgnevates peatükkides on esitatud registrite olemi-suhte skeemid ning olemitüüpide ja atribuutide sõnalised kirjeldused.

7.5.1 Alarmide register

Joonisel 25 on esitatud alarmide registri olemi-suhte skeem.



Joonis 25 Alarmide registri olemitüübi skeem.

Tabelis 3 on esitatud alarmide registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 3 Alarmide registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Alarm	Alarm on süsteemi poolt loodud vea või hoiatusteade tootmisobjekti kohta.

Tabel 4 esitab alarmide registri atribuutide kirjeldused.

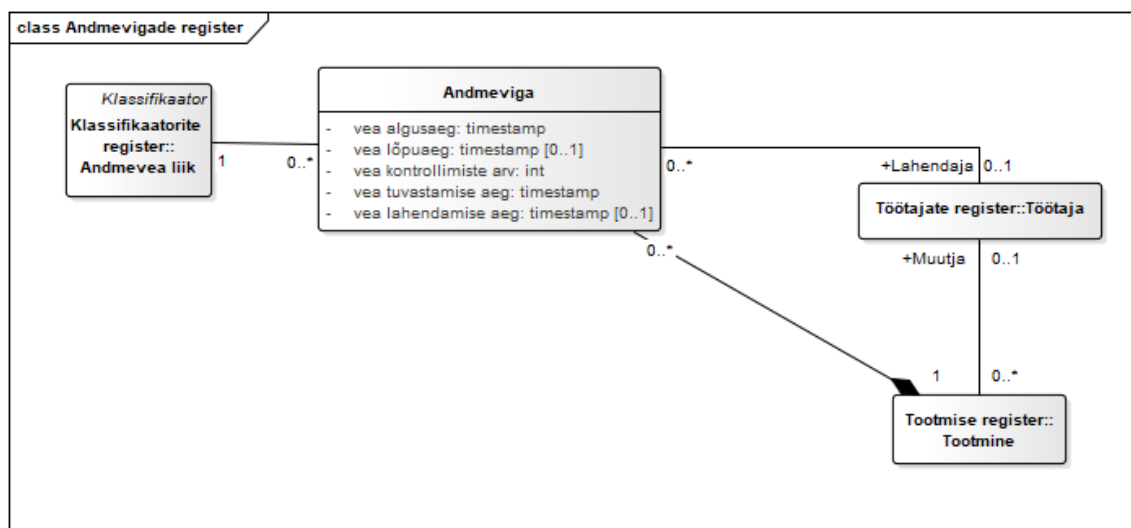
Tabel 4 Alarmide registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Alarm	alarmi kirjeldus	Alarmi ametlik nimetus.	a_bHydrPressureHi

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Alarm	alarmi alguse aeg	Tootmisobjektis alarmi tekkimise aeg (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Alarm	alarmi lõpu aeg	Tootmisobjektis alarmi lahenemise aeg (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Alarm	alarmi laadimise aeg	Aeg, millal on alarm laetud süsteemi (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

7.5.2 Andmevigade register

Joonisel 26 on esitatud andmevigade registri olemitüübi skeem.



Joonis 26 Andmevigade registri olemitüübi skeem.

Tabelis 5 on esitatud andmevigade registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 5 Andmevigade registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Andmeviga	Süsteemis tekkinud andmelüngad ja andmete hangumised Andmelüngad on kohad süsteemi andmebaasis, kus vajalikud andmed puuduvad. Kui mingil põhjusel on süsteemis ajas mitte muutuv väärtus, mis peaks olema ajas muutuv (näiteks tootmisandmed), siis tähistab selline olukord andmete hangumist.

Tabel 6 esitab atribuutide kirjeldused.

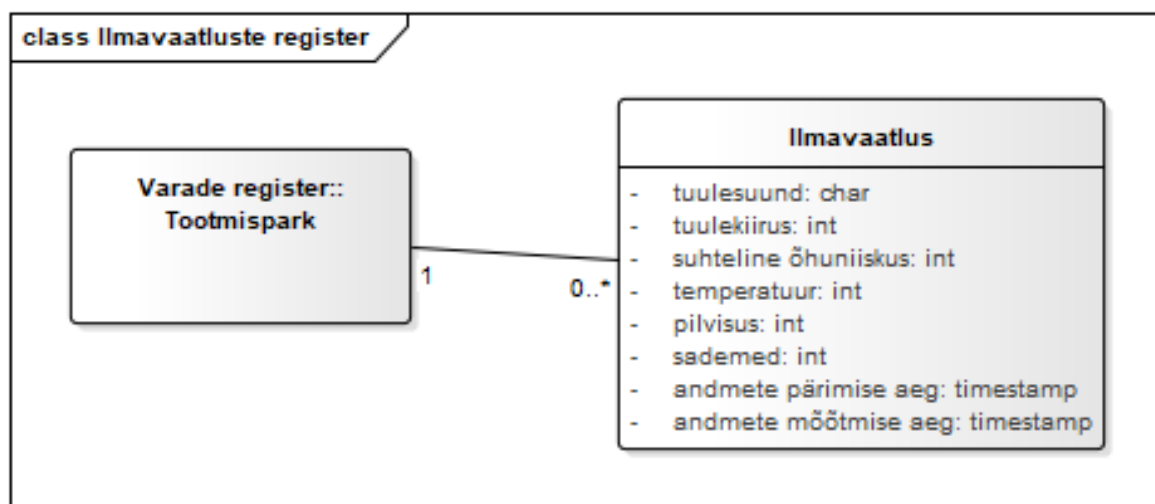
Tabel 6 Andmevigade registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Andmeviga	vea algusaeg	Aeg, millest alates on andmetes lüngad või andmed on hangunud (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Andmeviga	vea lõpuaeg	Aeg, milleni on andmetes lüngad või andmed on hangunud (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Andmeviga	vea kontrollimiste arv	Arv, mitu korda on süsteem üritanud andmevigade parandamiseks andmeid allikast uuesti pärida.	1

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Andmeviga	vea tuvastamise aeg	Aeg, millal andmeviga tuvastati (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Andmeviga	vea lahendamise aeg	Aeg, millal on andmeviga märgitud lahendatuks (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

7.5.3 Ilmavaatluste register

Joonisel 27 on esitatud ilmavaatluste registri olemitüübi skeem.



Joonis 27 Ilmavaatluste registri olemitüübi skeem.

Tabelis 7 on esitatud ilmavaatluste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 7 Ilmavaatluste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Ilmavaatlus	Sisaldab teavet ilmaseisundi kohta tootmispargis teatud ajahetkel.

Tabel 8 esitab atribuutide kirjeldused.

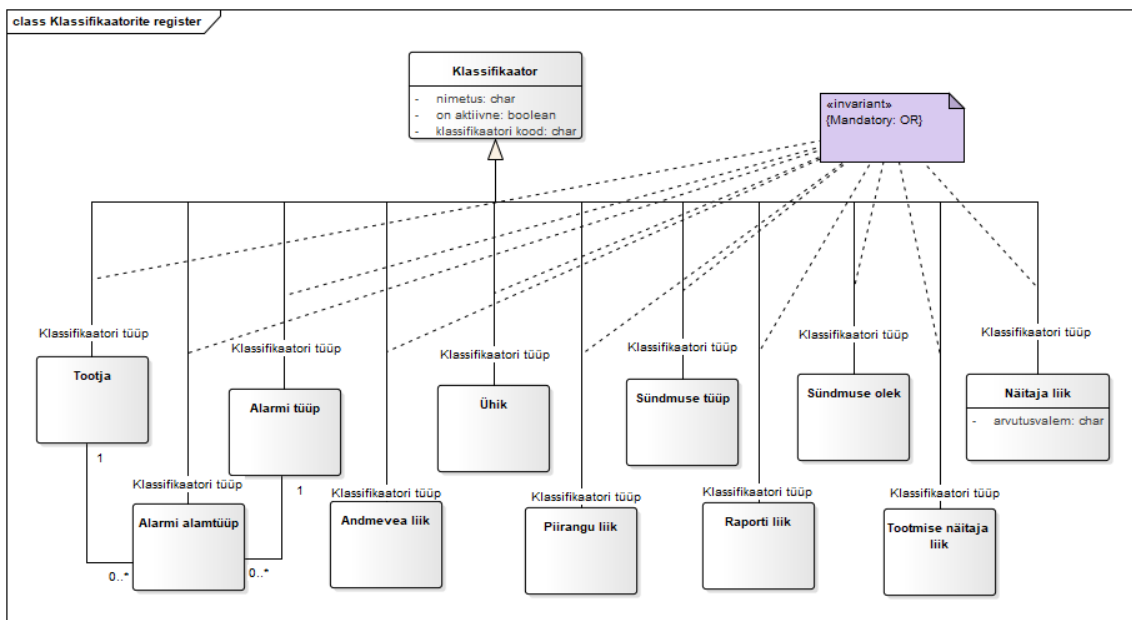
Tabel 8 Ilmavaatluste registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Ilmavaatlus	tuulesuund	Vaatluspunktis olev tuulesuund ilmakaarest. „Ilmakaar on suund vaatelejast tõelise horisondi teatavasse punkti.“ [53]	N
Ilmavaatlus	tuulekiirus	Vaatluspunktis olev tuulekiirus, m/s.	4,2
Ilmavaatlus	suhteline õhuniiskus	Vaatluspunktis olev suhteline õhuniiskus.	58
Ilmavaatlus	temperatuur	Vaatluspunktis olev temperatuur, °C.	10,0
Ilmavaatlus	pilvisus	Vaatluspunktis esinev pilvede hulk, %.	1,0
Ilmavaatlus	sademed	Vaatluspunktis olev sademete hulk, mm.	0,0
Ilmavaatlus	andmete pärimise aeg	Aeg, millal on andmed süsteemi küsitud (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Ilmavaatlus	andmete mõõtmise aeg	Aeg, millal on tehtud ilmastikuandmete mõõtmised (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

7.5.4 Klassifikaatorite register

Joonisel 28 on esitatud klassifikaatorite registri olemitüüpide skeem.



Joonis 28 Klassifikaatorite registri olemitüüpide skeem.

Tabelis 9 on esitatud klassifikaatorite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 9 Klassifikaatorite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Alarmi alamtüüp	Alarmide klassifikaator, mis võimaldab fikseerida unikaalse koodi, mis on määratud igale alarmile. Võimalikud väärtused on näiteks T65, T60.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Alarmi tüüp	Alarmide klassifikaator, mis võimaldab kirjeldada üldiselt süsteemis kasutatavat alarmi. Võimalikud väärtused on näiteks <i>pitch, gearbox</i> .
Andmevea liik	Andmevigade klassifikaator, mis võimaldab fikseerida, mis tüüpi andmeveaga oli tegemist. Väärtused on <i>datafreez, missing, incorrect</i> .
Klassifikaator	„Klassifikaator on infosüsteemi kuuluvas andmekogus kasutatav täpselt kirjeldatud, üksteist välistavate ning number- või tähtkoodiga tähistatud kategooriate põhjalik ja korrastatud süsteem.“ [54]
Näitaja liik	Sündmuse klassifikaator, mis võimaldab fikseerida mis liiki näitajaid sündmustele arvutatakse.
Piirangu liik	Piirangu klassifikaator, mis võimaldab fikseerida, mis liiki piiranguga oli tegemist. Võimalikud väärtused on näiteks <i>wind, grid</i> .
Raporti liik	Raporti klassifikaator, mis võimaldab fikseerida, mis tüüpi raportiga on tegu. Võimalikud väärtused on näiteks <i>event raport, data error raoprt</i> .
Sündmuse olek	Sündmuse klassifikaator, mis võimaldab fikseerida, mis olekus on sündmus. Võimalikud väärtused on <i>open, closed, planned</i> .
Sündmuse tüüp	Sündmuse klassifikaator, mis võimaldab fikseerida, mis tüüpi sündmusega on tegu. Võimalikud väärtused on näiteks <i>maintenance, failure</i> .
Tootja	Varade klassifikaator, mis võimaldab fikseerida ettevõtte, mis on tootnud tootmisobjektid. Väärtused on näiteks <i>Enercon, Siemens</i> .

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Tootmise näitaja liik	Tootmise klassifikaator, mis võimaldab fikseerida, mis liiki tootmise näitajatega on tegu. Võimalikud väärtused on näiteks <i>wind electricity, solar electricity</i> .
Ühik	„Suurus, millega mõõdetakse teisi sama liiki suurusi.“ [47]

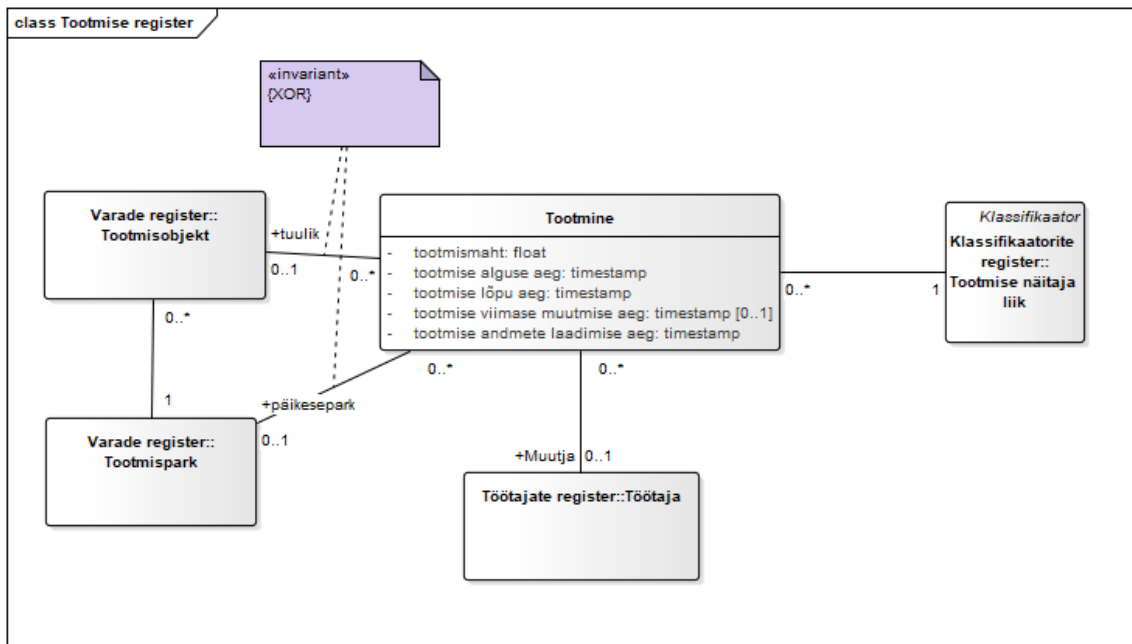
Tabel 10 esitab atribuutide kirjeldused.

Tabel 10 Klassifikaatorite registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Klassifikaator	nimetus	Klassifikaatori väärtuse nimetus.	Siemens
Klassifikaator	on aktiivne	Määrab, kas klassifikaator on kasutusel uute andmete registreerimiseks või mitte.	TRUE
Klassifikaator	klassifikaatori kood	Klassifikaatori unikaalne kood, väärtuse lühidaks esitamiseks.	011, WWD
Näitaja liik	arvutusvalem	Süsteemis kasutusel olevad arvutusvalemid.	Toodang / pargi võimsus*perioodi kestvus

7.5.5 Tootmise register

Joonisel 29 on esitatud tootmise registri olemi-suhte skeem.



Joonis 29 Tootmise registri olemitüüpide suhte skeem.

Tabelis 11 on esitatud tootmise registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 11 Tootmise registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Tootmine	Tootmisobjektide töös hoidmisel saadav elektrienergia. Sisaldab teavet tootmisobjekti tootmise kohta.

Tabel 12 esitab atribuutide kirjeldused.

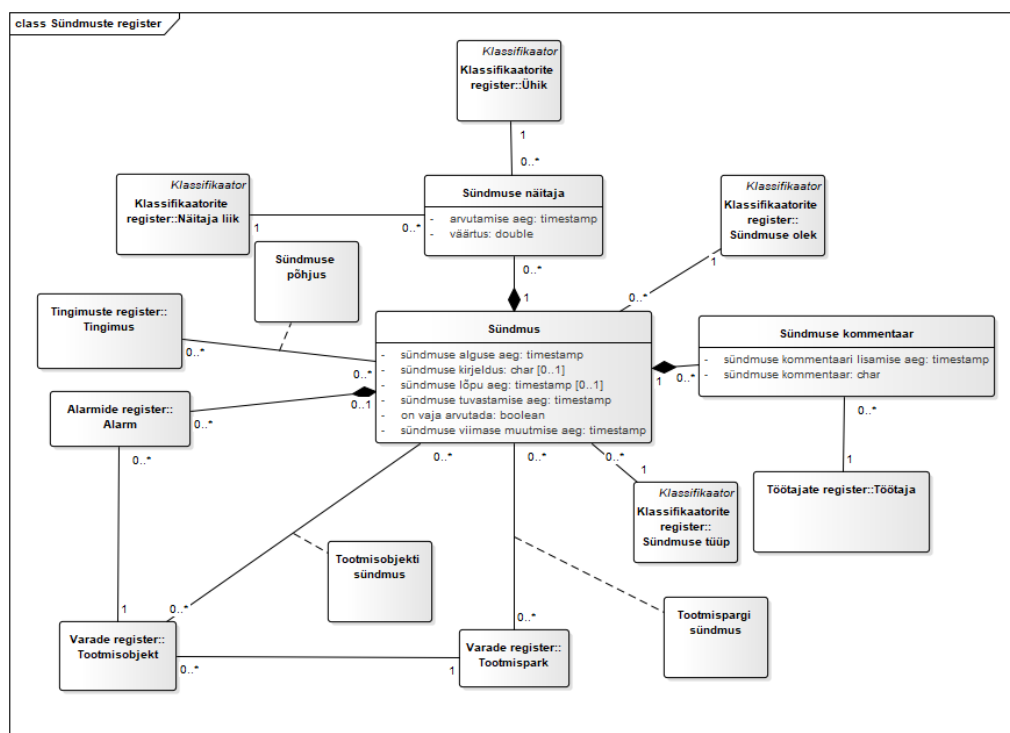
Tabel 12 Tootmise registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Tootmine	tootmismahut	Teatud ajahetkel tootmisobjektis toodetud toodang, kW.	0,8
Tootmine	tootmise alguse aeg	Ajahetk, mil alustati tootmisobjekti toodangu mõõtmist (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Tootmine	tootmise lõpu aeg	Ajahetk, mil lõpetati tootmisobjekti toodangu mõõtmine (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Tootmine	tootmise viimase muutmise aeg	Tootmise andmete viimase muutmise aeg (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Tootmine	tootmise andmete laadimise aeg	Tootmisandmete süsteemi laadimise aeg (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

7.5.6 Sündmuste register

Joonisel 30 on esitatud sündmuste registri olemi-suhte skeem.



Joonis 30 Sündmuste registri olemi-suhte skeem.

Tabelis 13 on esitatud sündmuste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 13 Sündmuste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Sündmus	Tootmisobjektiga toimuv juhtum nagu näiteks generaatori rike.
Sündmuse kommentaar	Sündmuse kohta kasutaja poolt lisatav vabatekstiline kommentaar.
Sündmuse näitaja	Sündmuse näitaja sisaldab arvutatud näitaja väärtust ning ajahetke, millal väärtus arvutati. Sündmuse näitajaks on näiteks mõju töökindlusele

Tabel 14 esitab atribuutide kirjeldused.

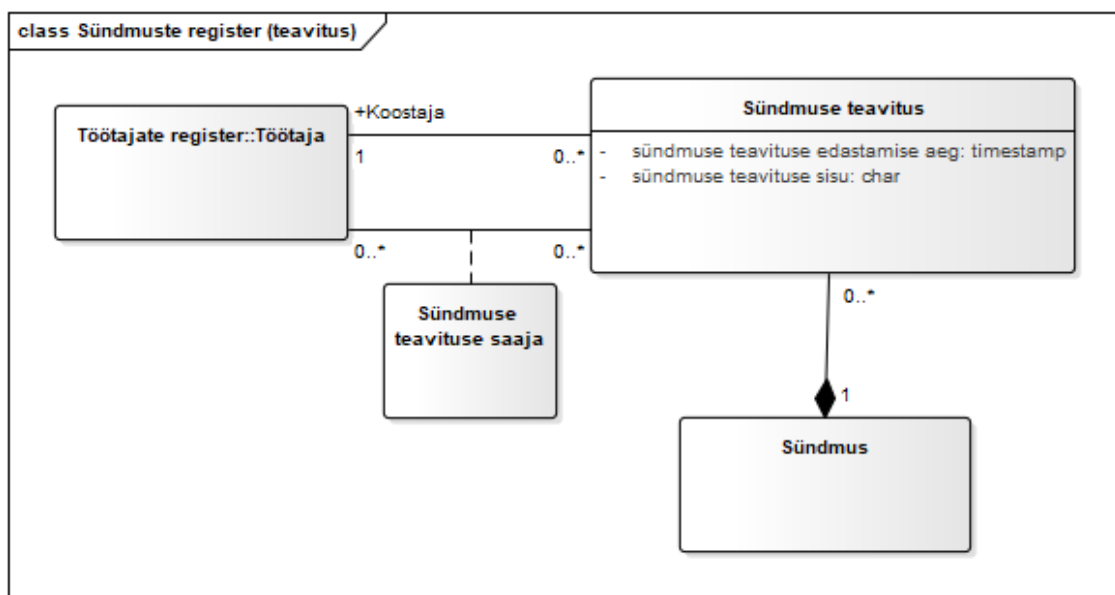
Tabel 14 Sündmuste registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Sündmus	sündmuse alguse aeg	Ajahetk, millal sündmus algas (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Sündmus	sündmuse kirjeldus	Sündmusele lisatav vabatekstiline kirjeldus .	Gearbox power limitation, gearbox exchange needed.
Sündmus	sündmuse lõpu aeg	Ajahetk, millal sündmus lõppes ning tootmisobjekt toodab eelduspäraselt (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Sündmus	sündmuse tuvastamise aeg	Ajahetk, millal süsteem tuvastas sündmuse (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Sündmus	on vaja arvutada	Määrab, kas sündmusele on vaja arvutada näitajaid. Väärtus muutub hetkel, mil sündmuse kohta on näitajate väärtused arvutatud.	TRUE
Sündmus	sündmuse viimase muutmise aeg	Ajahetk, millal viimati sündmust muudeti (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Sündmuse näitaja	arvutamise aeg	Ajahetk, millal arvutati sündmuse näitajad (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Sündmuse näitaja	väärtus	Arvutatud sündmuse näitaja väärtus. Erinevat liiki näitajatel on erinevad ühikud.	1,0
Sündmuse kommentaar	sündmuse kommentaari lisamise aeg	Ajahetk, millal lisati sündmusele kommentaar (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Sündmuse kommentaar	sündmuse kommentaar	Sündmusele lisatud vabatekstiline seletav kommentaar.	Suure tuule tõttu ei olnud võimalik tuulikusse minna.

Joonisel 31 on esitatud sündmuste registri teavituste osa olemi-suhte skeem.



Joonis 31 Sündmuste registri teavituse osa olemi-suhte skeem.

Tabelis 15 on esitatud sündmuste registri teavituste osa olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 15 Sündmuste registri teavituse osa olemitüübid ja nende kirjeldused.

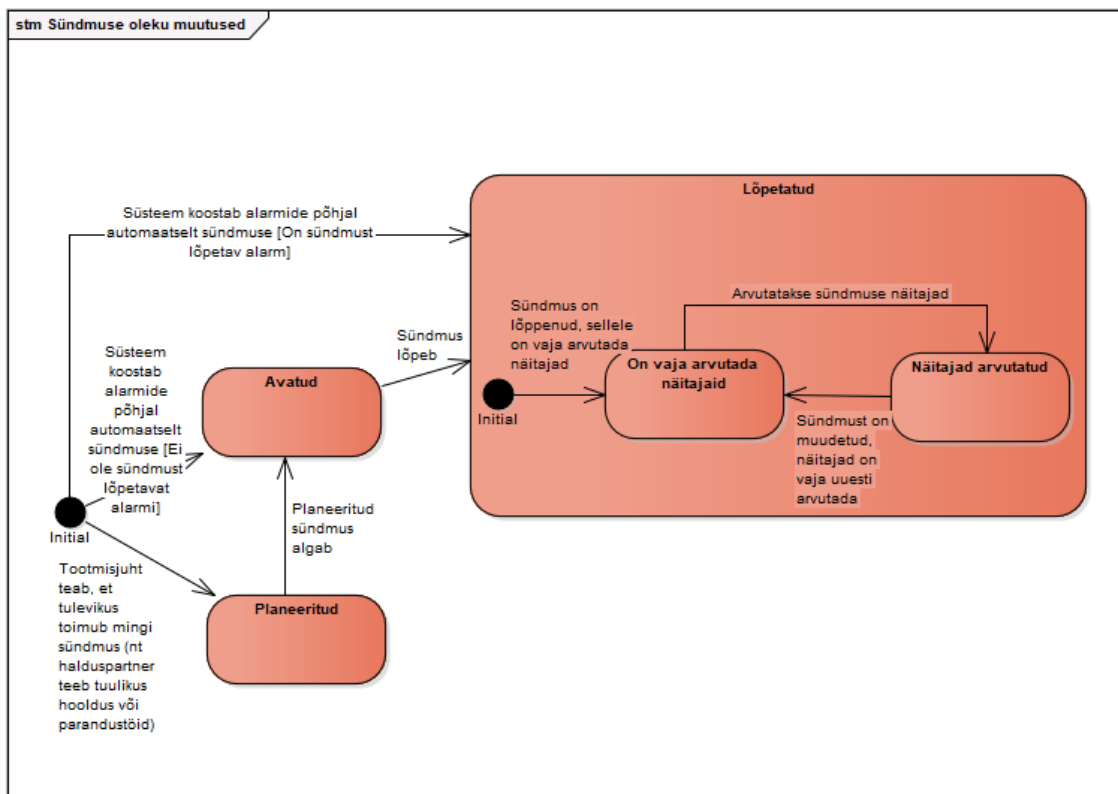
Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Sündmuse teavitus	Sündmuse kohta MCC operaatori poolt saadetav teade. Sisaldab teavet sündmuse kohta saadetavate teavituste kohta.

Tabel 16 esitab atribuutide kirjeldused.

Tabel 16 Sündmuste registri teavituste osa atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Sündmuste teavitus	sündmuse teavituse edastamise aeg	Ajahetk, millal edastati teavitus kasutajale (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Sündmuste teavitus	sündmuse teavituse sisu	Teavituse tekstiline sisu.	Tootmisobjektis x on tulekahju alarm.

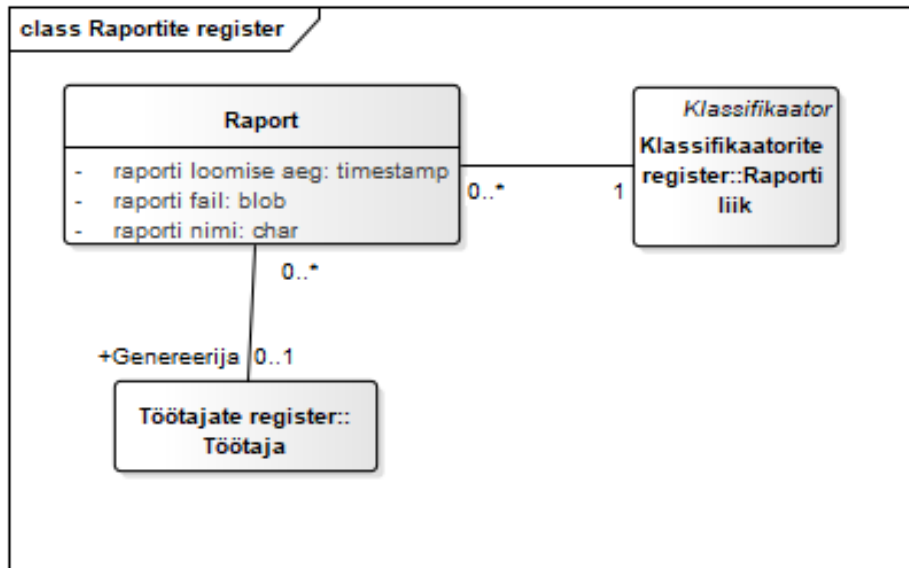
Joonisel 32 on kujutatud sündmuste olekumuutuste skeem e olekuskeem e olekumasinaskeem.



Joonis 32 Sündmuse olekumuutuste skeem.

7.5.7 Raportite register

Joonisel 33 on esitatud raportite registri olemi-suhte skeem.



Joonis 33 Raportite registri olemitüüpide skeem.

Tabelis 17 on esitatud raportite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 17 Raportite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Raport	Sündmuste, tootmise, andmevigade kohta koostatav fail.

Tabel 18 esitab atribuutide kirjeldused.

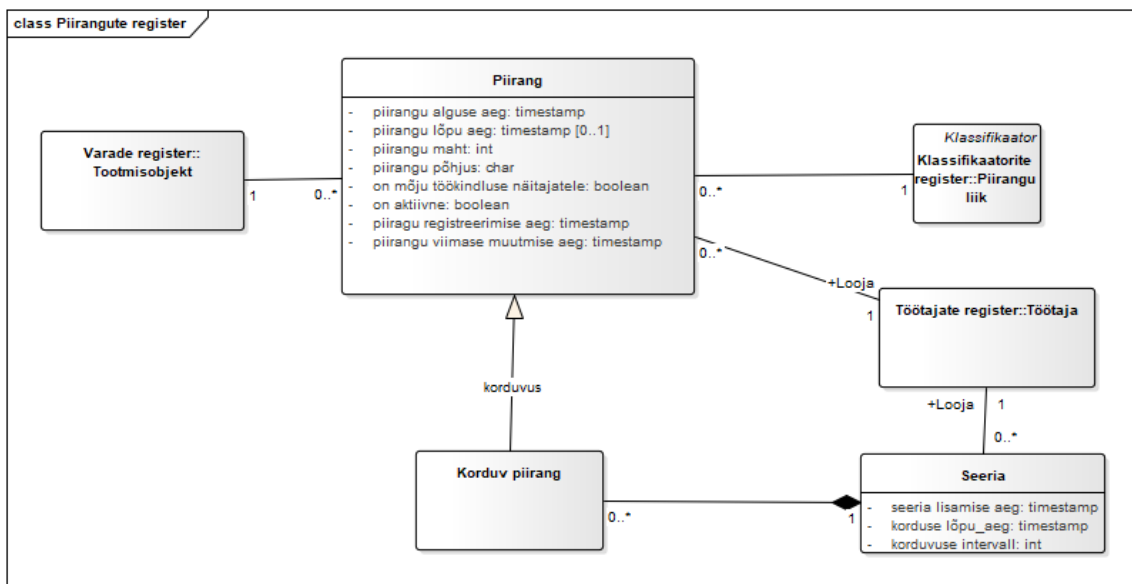
Tabel 18 Raportite registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Raport	raporti loomise aeg	Ajahtek, millal loodi raport (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Raport	raporti fail	Süsteemi või kasutaja poolt loodud raporti fail. Faili sisu on kujutatud heksadetsimaalse stringina, mis vastab tekstifailile.	\x5468697320697 32061207465737 42066696C65

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Raport	raporti nimi	Raportile süsteemi poolt antud automaatne nimi.	march_events_04_04_24

7.5.8 Piirangute register

Joonisel 34 on esitatud piirangute registri olemi-suhte skeem.



Joonis 34 Piirangute registri olemi-suhte skeem.

Tabelis 19 on esitatud piirangute registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 19 Piirangute registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Piirang	Tootmisobjektile seatud tootmise limiit, mis ei võimalda toota maksimaalset elektrienergia kogust, mis teoorias oleks konkreetsel tootmisobjektil konkreetsete oludega võimalik toota. Kirjeldab tootmisobjektile määratud piirangu omadusi ja toimimist.

Korduv piirang	Näitab, et tegemist on ajas korduva piiranguga, mis on osa piirangute seeriast.
Seeria	Piirangute rühm, millel on määratud piirangu korduvuse intervall, korduvuse lõpu aeg ning piirangu seeria lisamise aeg.

Tabel 20 esitab atribuutide kirjeldused.

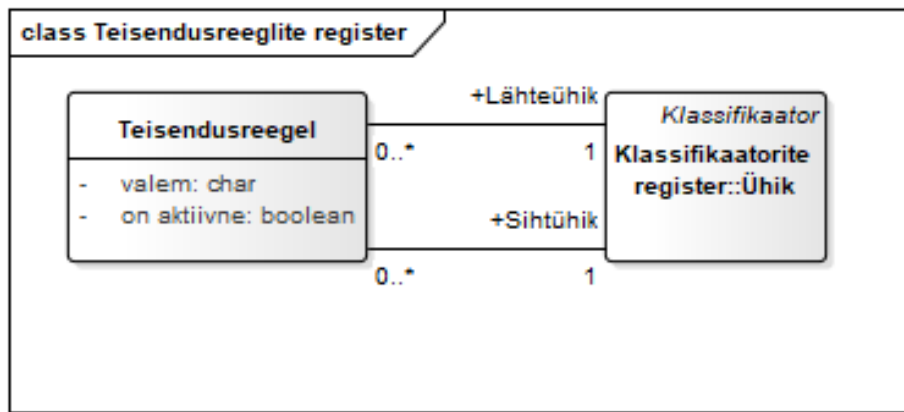
Tabel 20 Piirangute registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Piirang	piirangu alguse aeg	Ajahetk, millal hakatakse tootmist piirama (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Piirang	piirangu lõpu aeg	Ajahetk, millal lõpetatakse tootmise piiramine (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Piirang	piirangu maht	Maht, milles piiratakse tootmist, MW.	3,0
Piirang	piirangu põhjus	Tekstiline seletus piirangu vajaduse kohta.	Nahkhiire piirang
Piirang	on mõju töökindluse näitajatele	Kas piirang avaldab mõju pargi töökindluse arvutustele?	FALSE
Piirang	on aktiivne	Määrab, kas piirang on kasutusel või mitte.	TRUE

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Piirang	piirangu registreerimise aeg	Ajahetk, millal piirang süsteemis registreeriti (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Piirang	piirangu viimase muutmise aeg	Ajahetk, millal viimati muudeti piirangut (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Seeria	seeria lisamise aeg	Ajahetk, millal lisati piirangu seeria(sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Seeria	korduse lõpu aeg	Ajahetk, millal lõppeb seerias oleva piirangu kordamine(sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Seeria	korduvuse intervall	Piirangu ajas kordumise intervall, tundides. Iga järgmine piirang algab korduvuse intervall tundi peale eelmise piirangu lõppu.	8

7.5.9 Teisendusreeglite register

Joonisel 35 on esitatud teisendusreeglite registri olemi-suhte skeem.



Joonis 35 Teisendusreeglite registri olemitüübi diagramm.

Tabelis 21 on esitatud teisendusreeglite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 21 Teisendusreeglite registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Teisendusreegel	Reegel, mille alusel tehakse süsteemis teisendusi lähte ning sihtühikute vahel.

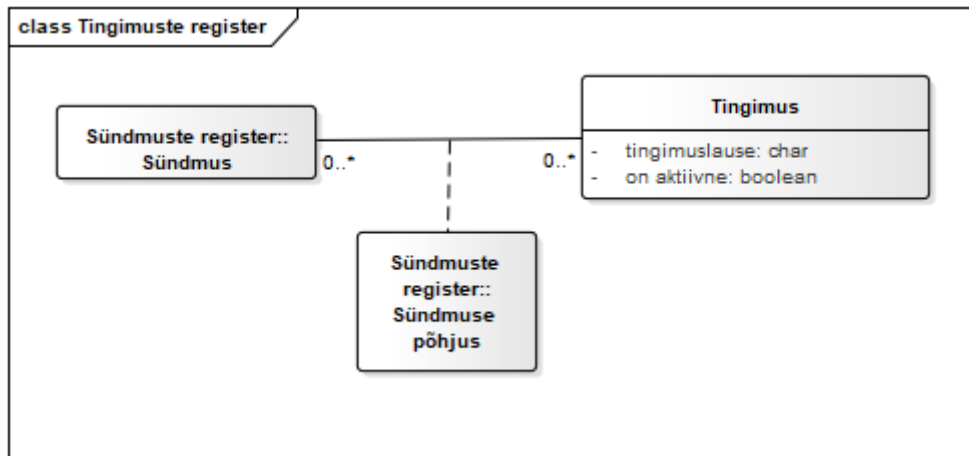
Tabel 22 esitab atribuutide kirjeldused.

Tabel 22 Teisendusreeglite registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Teisendusreegel	valem	Kehtestab valemi, mille alusel toimub süsteemis teisendus. Plaanis esitada SQL SELECT lausena.	SELECT (kWh / 1000) AS MWh
Teisendusreegel	on aktiivne	Määrab, kas teisendusreegel on kasutusel või mitte.	TRUE

7.5.10 Tingimuste register

Joonisel 36 on esitatud tingimuste registri olemi-suhte skeem.



Joonis 36 Tingimuste registri olemi-suhte skeem.

Tabelis 23 on esitatud tingimuste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 23 Tingimuste registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Tingimus	Asjaolu või asjaolude kogum, mille korral tekitatakse sündmus. Näiteks kui keskmine tuulekiirus on üle 13 m/s, siis tekitatakse sündmus <i>storm mode</i> .

Tabel 24 esitab atribuutide kirjeldused.

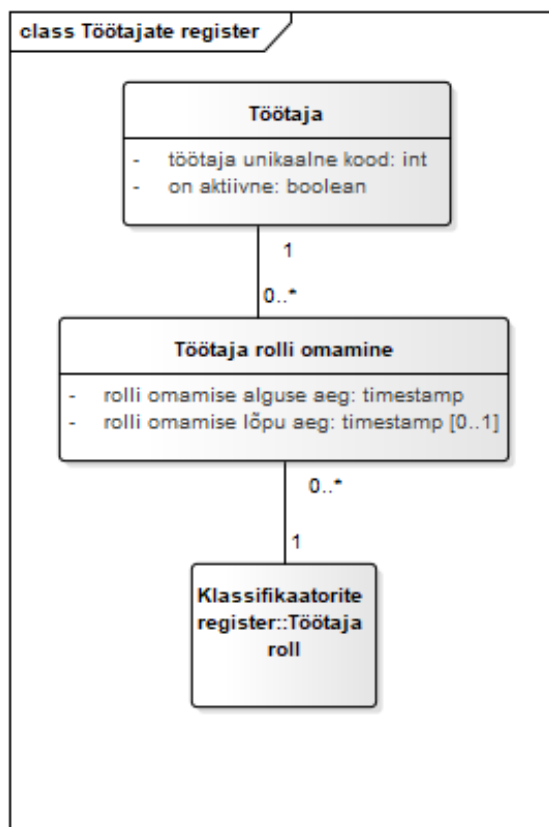
Tabel 24 Tingimuste registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Tingimus	tingimuslause	Avaldis, millega esitatakse tingimuslikke valemeid sündmuste tuvastamiseks.	(Sõltub tehnilisest realisatsioonist)

Tingimus	on aktiivne	Määrab, kas tingimus on kasutusel või mitte.	TRUE
----------	-------------	--	------

7.5.11 Töötajate register

Joonisel 37 on esitatud töötajate registri olemi-suhte skeem.



Joonis 37 Töötajate registri olemi-suhte diagramm.

Tabelis 25 on esitatud töötajate registri olemistüübid ja nende kirjeldused.

Tabel 25 Töötajate registri olemistüübid ja nende kirjeldused.

Olemistüübi nimi	Kirjeldus
Töötaja	Töölepingu alusel ettevõttes tööd tegev füüsiline isik [55]. Andmed laetakse ettevõtte personalisüsteemist.
Töötaja rolli omamine	Töötajale süsteemis määratud õiguste ja kohustuste kogum.

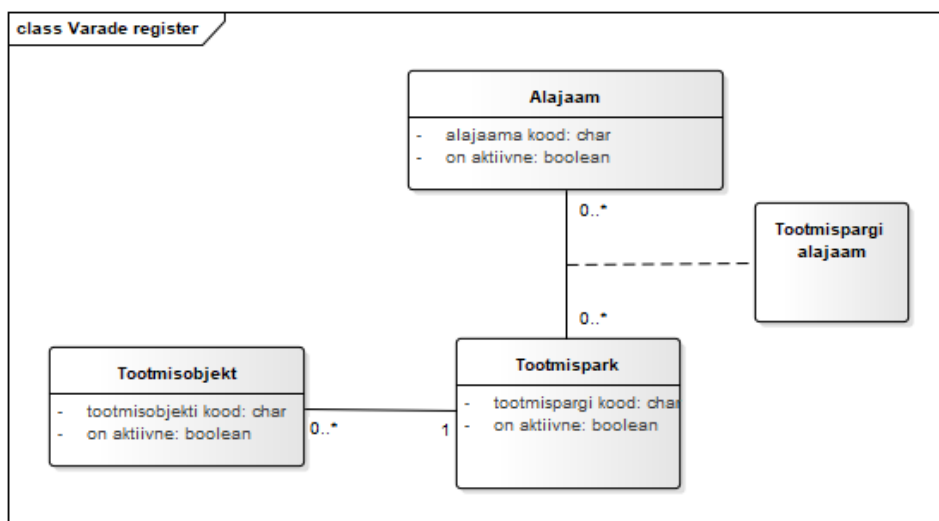
Tabel 26 esitab atribuutide kirjeldused.

Tabel 26 Töötajate registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Töötaja	töötaja unikaalne kood	Töötajale personalisüsteemi poolt määratud unikaalne numrbikombinatsioon.	33782
Töötaja	on aktiivne	Määrab, kas töötaja saab käesolevat süsteemi kasutada või mitte.	TRUE
Töötaja rolli omamine	rolli omamise alguse aeg	Ajahetk, millal kasutaja saab rolliga määratud õigused (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2
Töötaja rolli omamine	rolli omamise lõpu aeg	Ajahetk, millal lõppes kasutajale rolliga antud õiguste omamine (sh ajavöönd).	2024/01/01 12:00:00+2

7.5.12 Varade register

Joonisel 38 on esitatud varade registri olemi-suhte skeem.



Joonis 38 Varade registri olemitüüpide skeem.

Tabelis 27 on esitatud varade registri olemitüübid ja nende kirjeldused. Tootmisparkide, alajaamade ning tootmisobjektide andmed laaditakse ettevõtte ühest olemasolevast süsteemist, et vältida andmete liigset dubleerimist.

Tabel 27 Varade registri olemitüübid ja nende kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Kirjeldus
Alajaam	„Seade või ehitis, mis on mõeldud pinge, voolu, sageduse või voolu liigi muundamiseks ja elektrienergia jaotamiseks.“ [56]
Tootmispark	Mitme tootmisüksusest koosnev taristu, mille eesmärk on toota elektrienergiat.
Tootmisobjekt	Enefit Green AS-i objekt, mille eesmärgiks on toota elektrienergiat.

Tabel 28 esitab atribuutide kirjeldused.

Tabel 28 Varade registri atribuutide kirjeldused.

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Alajaam	alajaama kood	Alajaamale määratud unikaalne kood.	A01

Olemitüübi nimi	Atribuudi nimi	Atribuudi definitsioon	Näiteväärtus
Alajaam	on aktiivne	Määrab, kas alajaam on kasutusel või mitte.	TRUE
Tootmispark	tootmispargi kood	Tootmispargile määratud unikaalne kood.	08
Tootmispark	on aktiivne	Määrab, kas tootmispark on kasutusel või mitte.	TRUE
Tootmisobjekt	tootmisobjekt kood	Tootmisobjektile määratud unikaalne kood.	08WT03
Tootmisobjekt	on aktiivne	Määrab, kas tootmisobjekt on kasutusel või mitte.	TRUE

8 Mudelite säilitamise kavandamine

Mudelite säilitamisel lähtutakse põhimõttest säilitada kõik mudelid, mis hiljem hakkaksid toetama süsteemi arendust ning kasutust. Kõiki mudeleid säilitatakse digitaalselt ning hoitakse ettevõtte SharePointi keskkonnas, et tagada nende kättesaadavus ja turvalisus. Mudelite säilitamise eesmärgiks on tagada nende igakülgne kättesaadavus ja võimalus vaadata ning vajadusel muuta neid igal ajal.

Mudelid ja käesolev töö jaotatakse kaustadesse (lisa 7 joonis 41) ning varustatakse korrektsete ja ühtselt arusaadavate pealkirjadega, võimaldades nende hõlpsat leidmist. Visual Paradigm Online'is koostatud mudelid salvestatakse .vpd failidena ning Enterprise Architect'is koostatud mudelid .eap failidena. Samuti salvestatakse kõikidest visuaalsetest mudelitest ka .png failid. Failid salvestatakse just .png failina, kuna see on laialt levinud pildiformaat ning võrreldes .jpg failidega on neil parem kvaliteet e loetavus on parem [57]. Muutmise korral peab säilima alati mudelite esialgne versioon ja muutjad peavad lisama SharePointi uue kausta muudetud failidega ning tekstifaili kommentaariga mida muudeti.

Kui mudelite koostamiseks kasutatud tarkvarasid ei ole enam võimalik mingil põhjusel kasutada või kasutamine on muutunud otstarbetult kalliks, siis on võimalik vaadata kõiki mudeleid käesolevast tööst või siis otsida SharePointist üles visuaalsete mudelite .png failid.

9 Lahenduse elluviimise kavandamine

Käesolevas magistritöö peatükis esitab autor kavandatud infosüsteemile ülemineku ajaplaani, millele järgneb süsteemi kohta läbi viidud riskianalüüs.

9.1 Ajaplaan

Tabelis 29 on esitatud projekti elluviimise ajakava. Lisaks projekti elluviimise ajakavale tabeli kujul on esitatud ka graafiline Gantt diagramm joonistel 39 ja 40 lisas 6, mis illustreerib projekti tegevuste ajalist järjestust ning kestvust. Projekti elluviimise ajakavas on ette nähtud puhveraega 20 tööpäeva ulatuses, mis võimaldab arvestada ootamatute olukordadega, mida pole võimalik täpselt prognoosida. Kestvus on toodud tööpäevades.

Tabel 29 Lahenduse elluviimise ajaplaan.

Nr	Ülesande nimi	Vastutaja	Algus	Lõpp	Kestvus
1	Projekti eelanalüüs, planeerimine ja esialgne ajakava.	Projektijuht	29.05.2024	04.06.2024	5
2	Projekti skoobi ja vajaduse tutvustamine Enefit Green'i juhatuses ning arendusvajaduse kinnitamine.	Projektijuht	05.06.2024	05.06.2024	1
3	Projekti täiendamine vastavalt juhatuse soovidele.	Projektijuht	06.06.2024	12.06.2024	5
4	Projekti eelarvestamine.	Projektijuht	13.06.2024	17.06.2024	3
5	Projektijuhtimise plaani paika panemine koos vajalike tähtaegade ja väljunditega.	Projektijuht	13.06.2024	17.06.2024	3
6	Piirangute, arvutusvalemite, tingimuste kaardistamine.	Projektijuht	18.06.2024	21.06.2024	4
7	Projekti tutvustus IT osakonnale.	Projektijuht	25.06.2024	25.06.2024	1
8	IT-ressurssi planeerimine projekti realiseerimiseks.	IT-juht	26.06.2024	09.07.2024	10

Nr	Ülesande nimi	Vastutaja	Algus	Lõpp	Kestvus
9	IT-arendusprojekti koostamine.	IT-juht	02.07.2024	15.07.2024	10
10	Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna arendamine.	IT-arendaja	16.07.2024	02.12.2024	100
11	Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna liidestamine olemasolevate süsteemidega.	IT-arendaja	18.11.2024	02.12.2024	11
12	Testimismeetodite ettevalmistamine.	IT-arendaja	03.12.2024	09.12.2024	5
13	Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna testimine.	IT-arendaja	10.12.2024	20.12.2024	9
14	Testimistulemuste hindamine ning täienduste/paranduste elluviimine.	IT-arendaja	15.12.2024	20.12.2024	5
15	Puhver.	Projektijuht	21.12.2024	08.01.2025	13
16	Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna testimine ning tagasiside koostamine.	Varahalduse analüütikud	09.01.2025	14.02.2025	27
17	Testimise tagasiside põhjal süsteemi täiendamine ning parendamine.	IT-arendaja	15.01.2025	20.02.2025	27
18	Kasutajate koolitamine süsteemi kasutamiseks.	Projektijuht	21.02.2025	28.02.2025	5
19	Uue lahenduse kasutuselevõtmine.	Projektijuht	28.02.2025	28.02.2025	1
20	Kasutajate informeerimine uuest tööprotsessist.	Projektijuht	28.02.2025	28.02.2025	1
21	Projekti puhver.	Projektijuht	03.03.2025	14.03.2025	10

9.2 Riskianalüüs

Tabel 30 esitab autori poolt koostatud riskianalüüsi seoses kavandatud infosüsteemi realiseerimisega. Riskianalüüs on oluline osa projekti planeerimisest ja elluviimisest, kuna selle käigus tuuakse välja võimalikud ohud ja ebasoodsad stsenaariumid. Autor on analüüsinud erinevaid riske, mis võivad tekkida kavandatava infosüsteemi elluviimise käigus. Riskide hindamisel on arvesse võetud nende tõenäosust ja mõju projekti kulgemisele ning on välja toodud meetmed riskide maandamiseks või leevendamiseks. Tabelis 31 on toodud riskid, mis võivad esineda süsteemi igapäevase kasutusega seoses. Riskid on sorteeritud mõju järgi kahanevalt (suurema mõjuga riskid eespool) ja selle sees tõenäosuse järgi kahanevalt (suurema tõenäosusega riskid eespool).

Tabel 30 Riskianalüüs kavandatavale tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonnale.

Nr	Risk ning selle kirjeldus	Tõenäosus (väga suur, suur, keskmine, väike, väga väike)	Mõju süsteemile (madal, keskmine, oluline, kõrge, väga kõrge)	Ennetamise/leevendamise meetmed
1	IT arendus- ja testimisressursi puudus	Suur	Väga kõrge	Kaaluda väliste ressursside kasutamist, kui sisemised ressurssid on piiratud. Projektipõhise arendaja palkamine. Olemasolevate töötajate koolitamine
2	Ebaefektiivne süsteemi ühildamine teiste ettevõtte süsteemidega	Suur	Väga kõrge	Rakendada laialdaselt kasutatavaid andmevahetusstandardeid. Planeerida süsteemide ühildamine põhjalikult. Jälgida ja testida süsteemide omavahelist ühilduvust.

Nr	Risk ning selle kirjeldus	Tõenäosus (väga suur, suur, keskmine, väike, väga väike)	Mõju süsteemile (madal, keskmine, oluline, kõrge, väga kõrge)	Ennetamise/leevendamise meetmed
3	Süsteemianalüüs oli ebapiisav	Suur	Väga kõrge	Valideerida tehtud analüüsi enne projektiga alustamist kõigi tellijate ning arendajatega ning vajadusel täiendada seda.
4	Ootamatud rikked või tehnilised piirangud riistvaras või tarkvaras	Keskmine	Kõrge	Ootamatute rikete vältimiseks teha põhjalikke automaatseid tehnilisi kontrole. Luua varusüsteemid.
5	Loodud tarkvara ei vasta kasutaja ootustele	Väike	Kõrge	Valideerida veelkord kõiki nõudeid süsteemile koos kasutajatega ning vajadusel täiendada neid.
6	Projekti lõpptähtaja edasilükkumine	Suur	Keskmine	Kokkuleppeliselt töötajatega ületundide tegemine ja puhkuste edasilükkamine. Rohkemate inimeste projekti kaasamine
7	Süsteemi keerukus (koolitamine võtab rohkem aega kui planeeritud, ebapiisav koolitus takistab kasutajatel uue süsteemi tõhusat kasutamist ja vastuvõtmist)	Keskmine	Keskmine	Luua selged ja kasutajasõbralikud kasutusjuhendid. Korraldada regulaarseid tagasisidevoorusid, et tuvastada probleeme ja parandada kasutajakogemust. Tehnilise dokumentatsiooni koostamine.

Nr	Risk ning selle kirjeldus	Tõenäosus (väga suur, suur, keskmine, väike, väga väike)	Mõju süsteemile (madal, keskmine, oluline, kõrge, väga kõrge)	Ennetamise/leevendamise meetmed
8	Ületati kokkulepitud eelarve, ilma, et selle kompenseerimiseks oleks loodud lisandväärtust	Keskmine	Keskmine	Põhjalikult planeerida ning kontrollida kogu projekti eelarve. Koostada hinnanguline eelarve, mis arvestaks võimalike lisanduvate kuludega. Lisakulud tuleks ära põhjendada ning neile peaks saama eelnevalt heakskiidu.
9	Projektis osalejad on selle kulgemisega rahulolematud	Keskmine	Keskmine	Enne projekti algust kommunikeerida selged eesmärgid ja eelarve ning näidata osalejatele põhjalikku kulude plaani.
10	Lahenduse tellijad soovivad lisafunktsionaalsusi, mida ei olnud eelnevalt planeeritud.	Väike	Keskmine	Pidev kommunikatsioon ja koostöö lahenduse tellijatega, et mõista nende vajadusi ja ootusi, võimalike uute soovide leidmine enne arendusetappi. Paindmetoodika kasutamine arendamiseks, et tulla toime muutuvate nõuetega.
11	Arendusprojekti meeskonna muudatused, liikmete pikaajalised eemalviibimised	Väike	Keskmine	Kokkulepped meeskonnaliikmete asendajatega. Pidev suhtlus ja avatud kommunikatsioon meeskonnaliikmete vahel.

Nr	Risk ning selle kirjeldus	Tõenäosus (väga suur, suur, keskmine, väike, väga väike)	Mõju süsteemile (madal, keskmine, oluline, kõrge, väga kõrge)	Ennetamise/leevendamise meetmed
				Tagada, et dokumentatsioon ja teadmiste jagamine oleksid korraldatud ja kättesaadavad kõigile meeskonnaliikmetele.
12	Mudelite pilves säilitamine. Pilves olevatele mudelitele võib saada juurdepääsu keegi pahatahtlike kavatsustega või mudelid hävivad	Väike	Keskmine	Kasutada turvalisi pilvelahendusi.

Tabel 31 Riskianalüüs süsteemi igapäevasele käitamisele.

Nr	Risk ning selle kirjeldus	Tõenäosus (väga suur, suur, keskmine, väike, väga väike)	Mõju (madal, keskmine, oluline, kõrge, väga kõrge)	Ennetamise/leevendamise meetmed
1	Süsteemi küberturvalisuse riskid (Andmete volitamata juurdepääs või häkkimine võib põhjustada tundliku teabe lekkimist või kuritarvitamist)	Keskmine	Väga kõrge	Rakendada tugevaid autentimis- ja autoriseerimismeetmeid süsteemi ligipääsu kontrollimiseks. Kasutada krüptimist andmete kaitseks ja volitamata juurdepääsu takistamiseks. Regulaarsed turvatestid ja auditid süsteemi

Nr	Risk ning selle kirjeldus	Tõenäosus (väga suur, suur, keskmine, väike, väga väike)	Mõju (madal, keskmine, oluline, kõrge, väga kõrge)	Ennetamise/leevendamise meetmed
				haavatavuste tuvastamiseks ja parandamiseks.
2	Andmete kaotamine või kahjustumine kui süsteem ei ole olnud korralikult varundatud	Väike	Väga kõrge	Korrapäraselt ja turvaliselt andmeid varundada.
3	Inimlikud vead andmevigade parandamisel/sündmuste muutmisel/kommenteerimisel jne	Suur	Oluline	Töötajate koolitamine ning selgete juhiste andmine. Tagasiulatuvate kontrollide rakendamine tehtud muudatustele.
4	Süsteem ei suuda toimeta samaaegse suure päringute hulgaga või mahukate päringutega	Väike	Keskmine	Süsteemi arendusfaasis tuleks läbi viia põhjalikud jõudluse testimised. Süsteemi tuleks optimeerida, et tagada parim võimalik jõudlus.
5	Süsteemi kohta tehtud mudelitele saavad muutmiseks juurdepääsu soovimatud isikud	Väike	Keskmine	Rakendada kindlad juurdepääsureeglid. Tutvustada töötajatele failide muutmise ning turvalise jagamise tavasid. Regulaarselt jälgida, kellel on juurdepääs failidele. [58]

10 Analüüs ja järelused

Antud peatükis analüüsitakse tehtud tööd ning tuakse välja kohad millest õppida.

10.1 Koskstiilis arenduse kasutamine

Ettevõtte otsustas kasutada koskstiilis arendust, mis eeldab põhjalikku ettevalmistust enne tegeliku arenduse alustamist. Selle valiku taga oli soov tagada selgus kõikide nõuete ja süsteemi eesmärkide osas enne arendustegevuse algust. Kuigi koskstiilis arendusel on mitmeid riske, nagu probleemide teke arenduse käigus, tellijate motivatsiooni langus ning projektide venimine ja nõuete muutumine, on töö autor neist teadlik ning on välja mõelnud lahendused nende ennetamiseks. Antud töö hõlmab ainult süsteemi äri- ja süsteemianalüüsi ning koskstiili kasutus tähendab antud töö kontekstis, et analüüsitakse korraga tervet süsteemi ja luuakse detailsed mudelid terve süsteemi (mitte selle mõne üksiku osa) kohta. Need mudelid oleksid sisendiks edasisele tehnilise kavandi loomisele ja realiseerimisele.

Töö käigus jaotatakse kogu süsteem allsüsteemideks. Selle üks eesmärke on võimaldada süsteemi osade kaupa ja järk-järgulist arendamist. Hetkel ei ole ettevõttes veel otsustatud, kas lahendust hakatakse arendama ja disainima koskstiilis või iteratiivselt, kuid kui otsustatakse iteratiivse stiili kasuks, siis on võimalik panna allsüsteemid prioriteetsuse järjekorda ning arendada vastavalt sellele.

Selleks, et koskstiilis arenduse puuduseid vähendada kasutatakse veidi teisendatud koskstiilis arendust, mis on W. Royce artikli joonistel 3 ja 4 [59]. Järgmise etapi alustamist lubatakse enne eelmise etapi lõppu ning juhuks, kui selle käigus ilmnevad probleemid, on võimalik neid lahendada tegevustega, mis kuuluvad eelmiste etappide alla. Kuna arendajad on ettevõtte töötajad, siis on neil võimalik probleemide ilmnemisel võtta ühendust antud töö autoriga või siis spetsiifiliste küsimuste korral võtmeisikute gruppi kuuluvate inimestega. Lisaks on projekti ajakavas ette nähtud puhvriperioodid ning võimalus töötajatel ületundide tegemiseks ning vajadusel saab kaasata ka rohkem arendajaid, et vältida projekti venimist. Ajakavas on määratud ka aeg varahaldusanalüütikule süsteemi testimiseks ja tagasiside andmiseks, mis peaks hoidma tellijaid motiveerituna ning nõuete muutumisel saab selle tagasiside perioodi ajal ka uusi nõudeid teada anda.

Kuigi koskstiilis arendusel on mitmeid riske, loob projekti põhjalik ettevalmistus eelduse probleemivaba projekti realiseerimiseks ning võimaldab paremini ennustada kuluvat aega. 17th State of Agile (2023) küsitluse koheselt kasutatakse 28% vastanute organisatsioonides vähemalt mõne projekti puhul koskstiilis arendust ning 42% vastanute organisatsioonides vähemalt mõne projekti puhul hübriidset metoodikat. Vastajad võisid küsimusele vastamiseks valida kõik sobivad metoodikad, mistõttu on koos teiste metoodikatega protsendid kokku rohkem kui 100. Küsitlusele vastasid 788 inimest üle maailma erinevatest ettevõtetest. [60]

10.2 Töö tulemuste valideerimine

Töö tulemuste valideerimiseks kasutati ekspertidele töö tulemuste tutvustamist. Valideerimisprotsessi eesmärgiks oli tagada tulemuste usaldusväärsus ja rakendatavus.

Üks oluline valideerija oli lõputöö ettevõttepoolne juhendaja, kes omab parimaid teadmiseid vajatavast süsteemist ja ulatuslikke teadmisi ning kogemusi tööga seotud valdkonnas. Ettevõtte poolne juhendaja on liigitatud ka tehtud Mendelow maatriksis (Joonis 7) võtmeisikute gruppi. Tema panus oli oluline nii töö läbiviimisel kui ka tulemuste hindamisel. Ta andis tehtud mudelitele pidevat tagasisidet ning tegi parendusettepanekuid, mistõttu võib hinnata tehtud mudeleid usaldusväärseteks. Lisaks aitas ettevõtte poolne juhendaja anda sügavamalt arusaama probleemidest ning pakkus lahendusettepanekuid. Ettevõtte poolse juhendaja arvates olid väga olulised tehtud ärianalüüsi mudelid, kuna need võimaldavad põhjalikult ning lihtsasti arusaadavalt selgitada projekti skoopi ja vajadusi Enefit Greeni juhatuses.

Teine oluline valideerija oli IT-arendaja, kes samuti kuulub võtmeisikute gruppi ning omab sügavat arusaamist süsteemi arendamisest ja rakendamisest. Tema osalus tagas tulemuste praktilise rakendatavuse hindamise. IT-arendaja märkis, et süsteemi funktsionaalsete nõuete esitamine MoSCoW meetodil oli tema jaoks lihtsamini jälgitav, kuid ta tunnustas samas, et tehtud kasutusmallide ja olemi-suhte mudelid on täpsemad ning neil on oluline rolli süsteemi väljatöötamisel. Lisaks tõi ta esile, et selline lähenemine võimaldas täpsemaid ja detailsed arusaamu süsteemi vajadustest ning vähendab vajadust täiendavate täpsustuste küsimise järgi tellijalt

Valideerimisprotsess oli süstemaatiline ning hõlmas nii jooksvalt toimuvat tagasisidet ettevõttepoolset juhendajalt kui ka lõppfaasis kogutud arvamust IT-arendajalt. Valideerimine toimus virtuaalsetel kohtumistel Teamsi platvormil, kus tutvustati tehtud mudeleid ja valideerijatel oli võimalus anda oma tagasisidet ning esitada küsimusi. Mõlemad valideerijad väljendasid rahulolu tulemustega ning tõid esile, et antud töö on oluliseks sisendiks uue süsteemi arendusel.

10.3 Töö tulemuste põhjendus

Selles jaotises selgitatakse töö tulemuste saavutamiseks tehtud valikuid.

10.3.1 Tööprotsess

Projekti alguses läbi viidi AS-IS olukorra kaardistamine, mis hõlmas vestlusi ettevõtte poolse juhendajaga, kes on varahalduse analüütik, IT-arendajaga, tootmisandmete analüütikuga ning IT arhitektiga. Kõik osapooled jagasid oma vaatenurki ning vastasid autori esitatud küsimustele praeguse olukorra kohta. Autor, kes samuti tegutseb ettevõtte varahaldusanalüütikuna, tugines ka oma teadmistele hetkeprotsessidest. Lisaks vaadeldi ettevõttes juba koostatud protsessikaarte, mis aga selgusid olevat aegunud ning vajasisid uuendamist. Seetõttu hakati ettevõttes uuendama ka protsessikaarte.

Hetkeolukorraga tutvumise järel tutvus autor kirjandusega. Kirjanduse ülevaate osas otsustas anda autor ülevaate SCADA süsteemidest, kuna need on aluseks lõputöö süsteemile ja oluline osa Enefit Greeni töövahenditest. Samuti anti ülevaade koskstiilis arendusest ning selle positiivsetest ning negatiivsetest külgedest. Kuna ettevõtte poolt ei olnud ette määratud milliseid äri- ja süsteemianalüüsi mudeleid peaks töös tegema, siis otsustas autor kirjandusega tutvumisel leida tema arvates sobivaimad mudelid toomaks välja süsteemi vajadust, kasutajaid, väljundeid jne. Algselt oli lõputöö autoril plaanis teha veelgi rohkem erinevat tüüpi mudeleid nagu näiteks kavandatava süsteemi kihiline mudel ja komponentide mudel, kuid võttes arvesse saadud tagasisidet juhendajatelt ja lõputöö oodatavat mahtu otsustas autor tehtavate mudelite hulka vähendada, et loodud mudelid oleksid kvaliteetsed ning kasulikud ettevõttele.

AS-IS protsessi kaardistamist alustas autor SIPOC mudeli koostamisest (Joonis 3), eesmärgiga aru saada, kes on hetkel info andjad, milliseid sisendeid nad annavad, mis on kogu protsessi väljund, kellele seda vaja on ning kuidas käib kogu protsess. Pärast SIPOC

analüüsi läbiviimist märkas autor, et joonisel toodud protsess on üldistatud ega anna selgelt edasi kõiki tegevusi. Seetõttu otsustati lisaks koostada ka protsessi voodiagramm (Joonis 4), mis annab täpsema ülevaate protsessi toimimisest.

Hetkeseisu kitsaskohtade leidmiseks otsustas töö autor kasutada SWOT analüüsi (Joonis 5), kuna see võimaldab tuua esile mitte ainult nõrkused, vaid ka tugevused, võimalused ning ohud. Seega aitab see hinnata, kas ohud ning nõrkused ületavad tugevusi või mitte. SWOT analüüsi tulemusel ilmnes, et praegusel protsessil on mitmeid puudusi ja ohukohti, mis kaaluvad üles tugevused. Samuti tuvastati mitmeid arenguvõimalusi protsessi parendamiseks.

Autor jätkas planeeritava süsteemi ärianalüüsi mudelite loomisega, eesmärgiga põhjendada süsteemi arendamise vajadust ning mõista ettevõtte sündmuste logimisega seotud äriprotsesse. Kuigi varahalduse üksus on süsteemi loomise suhtes entusiastlik, pole juhatuse tasandil otsuseid veel tehtud. Seega on ärianalüüsi osa oluline struktureeritud ja põhjaliku lähenemise kaudu süsteemi vajalikkuse selgitamiseks ning selle otstarbekuse hindamiseks. Lisaks pakkus ärianalüüsi koostamine väärtuslikku sisendit süsteemianalüüsi protsessi jaoks.

Ärianalüüsi osa alustati ärimudeli lõuendi koostamisest (Joonis 6), see aitas mõista, kes oleksid lahenduse kliendid. Samuti pani see autorit mõtlema, millistel viisidel peaks klientidega suhtlema ning millised on kanalid, mille kaudu tulevikus valmis süsteemist inimesi informeerida. Samuti aitas see määratleda uue süsteemi loodava väärtuse ning mis ettevõtte jaoks kõige olulisem, milliseid kulutusi ja tuluvooge see endaga kaasa toob. Selgus et uue süsteemi algne investering on märkimisväärne.

Mendelow maatriksi (Joonis 7) koostamisel püüdis autor süveneda ärimudeli lõuendil esile toodud kliendisegmentide osasse. Maatriks aitas klassifitseerida erinevaid sidusrühmi nelja gruppi, võttes arvesse nende võimu ja huvi uue süsteemi vastu. Tulemusena selgusidki süsteemi arenduse ning hilisema kasutuselevõtul olulised võtmeisikud.

Seejärel koostati motivatsioonimudel (Joonis 9). Motivatsioonimudelilt saab selgelt näha, millised on kindlate võtmeisikute motivaatorid, mis on nende jaoks täpsed eesmärgid ning oodatav tulemus. Teisalt määrab tehtud motivatsioonimudel ära, mis ressursse, võimekusi ja tegevusi on vaja, et soovitu saavutada.

Väärtusvoo kaardistus (Joonis 10) on autori arvates oluline süsteemi arenduse kontekstis, kuna see võimaldab mõista ärimudeli lõuendiga võrreldes täpsemalt, kuidas planeeritav süsteem loob ettevõttele ja seda kasutavatele töötajatele väärtust. See aitab tagada, et süsteemi arendus lähtub klientide tegelikest vajadustest ja ootustest ning hoiab fookust väärtuslikel süsteemi osadel. Nii väärtusvoo kaardistus kui ka motivatsioonimudel olid olulisteks sisendiks hilisemale funktsionaalsete nõuete koostamisele.

Uue süsteemi äriprotsessi voodiagrammi (Joonis 11) koostamise tulemusel saab seda võrrelda ettevõtte tootmisobjektide sündmuste halduse hetkeseisu protsessi kirjeldava voodiagrammiga (Joonis 4). Neid kahte võrreldes näeme, et uue süsteemi korral ei pea varahalduse analüütik enam tegelema käsitsi info otsimisega, vaid saab tegeleda sündmuste sügavama analüüsiga ning sündmuste info muutub täpsemaks, kuna lisatakse kommentaare ning kõik sündmustega seotud info tuleb juba automaatselt.

Töö oluliseks osaks oli ka riskianalüüsi koostamine (Tabel 30). Eelnevalt võimalike riskide kaalumise ja meetmete väljatöötamine nende ennetamiseks või leevendamiseks võimaldab projekti käigus esile kerkivatele probleemidele kiiremini reageerida ning tõenäoliselt vähendada tekkivate ajaliste viivituste mõju. Lisaks toetab see paremat projekti juhtimist, kuna meeskond on teadlikum võimalikest väljakutsetest ja suudab nendega tõhusamalt toime tulla.

Süsteemi funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete kaardistamiseks koostati MoSCoW (Tabel 1) ja FURPS (Tabel 2) analüüsid. Nõuete kaardistamisel suheldi aktiivselt lõputöö ettevõttepoolse juhendajaga ning lähtuti eelnevalt hetkeolukorraga tutvumisel saadud teabest. Tulemused näitasid selgelt, millised funktsioonid ja omadused on kriitilised, olulised või soovituslikud ning millised jäävad hetkel väljapoole projekti ulatust või ei ole praegu prioriteetsed. Lisaks määratleti, millised on kasutatavuse, töökindluse, jõudluse ja toetatavuse olulised aspektid, mida süsteemi arendamisel arvesse võtta.

Viimaks jaotati süsteem allsüsteemideks ning koostati kasutusmallide ning olemi-suhte skeemid. Kasutusmallide skeemid otsustati teha lisaks funktsionaalsete nõuete nimekirjale, kuna need võimaldavad süsteemi vaadelda kasutaja vaatenurgast, aidates mõista, kuidas erinevad kasutajad süsteemi kasutavad ja milliseid toiminguid nad teevad. Samuti toovad need skeemid esile rohkem detaile süsteemilt oodatavate funktsionaalsuste

kohta. Loodud graafilised süsteemianalüüsi mudelid pakuvad süsteemi elementide ja nende seoste visuaalse esituse. Need täiendavad nõuete nimekirja, tagades sügavama arusaama süsteemi kasutajatest, kontekstist ja vajatavatest andmetest, aidates kaasa paremale süsteemi kavandamisele ja arendamisele. Kuna olemi-suhte skeemid loodi EA modelleerimisvahendit kasutades siis loodava süsteemi disaini käigus saaks lasta sellel vahendil nendest mudelitest genereerida esialgse andmebaasi tabelite kirjelduse, millest omakorda saaks täienduste järel genereerida SQL koodi tabelite loomiseks.

10.3.2 Mudelite säilitamine

Kõik lõputöös koostatud mudelid on salvestatud ettevõtte SharePoint keskkonnas, kaustas, kus on kõikidel võtmeisikutel nende juurdepääs. SharePoint valiti seetõttu, et see on ettevõttes põhiline kasutusel olev turvaline sisu jagamise ning koostöö tegemise teenus. See võimaldab üles laadida erinevaid failiformaate ning jälgida, kes on faile üles laadinud või muutnud. Tehtud mudeleid ei salvestata ärisõnastikku, kuna süsteem ei ole veel kasutusele võetud. Kui süsteem arendatakse valmis ning võetakse kasutusele, siis on need vajaduse korral võimalik lisada ka ärisõnastikku.

Visual Paradigm Online'is koostatud mudelid salvestatakse .vpd laiendiga failidena, võimaldades neid hiljem Visual Paradigm Online'is avada ja muuta. Samamoodi salvestatakse Enterprise Architect'is loodud mudelid .eap laiendiga failidena, võimaldades neid hiljem avada ja muuta Enterprise Architect'is. Samuti salvestatakse kõikidest visuaalsetes mudelitest ka .png failid, selleks et mudelites olev info ei läheks kaduma kui nende loomiseks kasutatud tarkvarasid ei ole võimalik enam kasutada.

Versioneerimisega seotud probleemide vältimiseks saab SharePointis faile lukustada. See tähendab, et kui üks kasutaja lukustab faili, siis teine ei saa seda faili muuta enne kui lukustamine on tühistatud. Samuti on võimaluseks see, et uuendatud versioon laetakse üles uue failina, mitte ei kirjutata vana faili üle. Seega ei kirjutata üle kellegi tehtud muudatusi, kuid kõik tehtud muudatused tuleb üle vaadata ning lisada uus fail, kuhu on kombineeritud mõlema kasutaja muudatused.

10.3.3 Kavandatava süsteemi sisu

Kavandatava süsteemi eesmärgiks on ettevõtte tootmisobjektidega seotud sündmuste info koondamine. Süsteemis luuakse sündmuseid ning arvutatakse sündmuste kohta erinevaid näitajaid. Kõigist loodud sündmustest tekib kokku automaatne logiraamat. Lisaks koostab

süsteem perioodilisi kokkuvõtteid tootmisarkide kohta. Süsteemis saavad teatud kasutajad muuta ning kommenteerida sündmuseid. Samuti saab saata ka sündmuste kohta teateid. Lisaks automaatsetele aruannete koostamistele on võimalik ka kasutajatel koostada aruandeid tootmise, sündmuste või andmevigade kohta.

Süsteemi peamiseks kasutajateks on varahalduse analüütikud, IT arendaja, tootmisjuhid, valdkonnajuhid, varahalduse juht, MCC operaatorid ja tootmisandmete analüütik. Kuna enamikus teistes Enefit Geeni süsteemides kasutatakse MySQL andmebaasisüsteemi, siis tõenäoliselt kasutatakse seda ka selle süsteemi puhul.

Süsteem peab võimaldama samaaegset kasutamist vähemalt 50 inimesel, mõjutamata süsteemi toimimist, ning andma reaalajas päringutele vastuseid. Lisaks peab süsteem suutma teostada kõiki arvutusi ja analüüse, mõjutamata üldist jõudlust. Samuti peab see olema võimeline pärima andmeid ja edastama neid teistesse ettevõtte sisemistesse ja kolmandate osapoolte infosüsteemidesse.

10.4 Olemasolev valmistarkvara ja sarnased uuringud

Kuna tegemist on ettevõtte spetsiifilise tarkvaraga, leidis autor, et valmislahendust, mis vastaks vajadustele, ei ole olemas. Tehtud uuringuid erinevate SCADA süsteemide ning nende realiseerimise kohta on mitmeid, kuid kliendi soovidele vastavat karbitoodet töö autor leida ei suutnud otsides seda kasutades Google ja Google Scholar otsingumootoreid ning kasutades märksõnu nt „*combined SCADA systems*“, „*SCADA systems*“, „*automated logbook*“ jne.

Näiteks artiklis „*Improving Security for SCADA Control Systems*“ käsitleti SCADA juhtimissüsteemidega seotud peamisi arenguid, arhitektuuri võimalikke haavatavusi ja turvaprobleeme ning anti soovitusi nende parandamiseks [61]. A. Daneelsi ja W Salteri 1999. aastal kirjutatud artikkel tutvustas SCADA süsteeme, nende arhitektuuri, funktsionaalsusi, arengut, kasutegureid ning rakenduste arendamist [62]. Artiklid tutvustavad autorile küll valdkonda, kuid ei paku vajalikku valmislahendust. Artiklis „*Towards Automated and Integrated O&M Data Collection-Standardising Workflow Processes for the Offshore Wind Industry*“ näidatakse igapäevaste hooldusprotsesside andmevoogude ümberstruktureerimise ja automatiseerimise tulemusi tõhusama andmeanalüüsi saavutamiseks [63]. Artikkel pakub väärtuslikku mõtteainet lõputöö

koostamiseks, kuid iga ettevõtte süsteemid ja vajadused on erinevad ning antud lahendus ei sobi arvestades Enefit Greeni nõudeid süsteemile.

Lisaks autori otsingutele on varasemalt lahendust otsinud ka lõputöö ettevõtte poolne juhendaja, kes pole samuti leidnud vajadustele sobivat lahendust.

Igal tuulepargil on oma SCADA süsteem. Need süsteemid on sarnased, kuid põhinevad ainult ühe tootja tehnoloogial. Erinevad tootjad kasutavad erinevaid arvutusmeetodeid näitajate arvutamiseks ning teevad välistusi erinevate tegurite alusel. Seetõttu ei ole võimalik parkide omavahelist võrdlust teha, kuna arvutused on erinevad. Päikseparkide kohta tulevad brutoandmed lokaalsetest kontrolleritest Enefit Greeni kesksesse SCADAse. Päikseparkidel oma SCADA süsteemi ei ole. Brutoandmed on tootmisandmed, kust ei ole maha võetud tootmispargis tekkivaid kadusid ja omatarvet.

Sellest tulenevalt langetati otsus, et olemasolevad tarkvaralahendused ei sobi ning vajatakse uut süsteemi, mis põhineks ühtsetele alustele ja oleks kohandatud ettevõtte konkreetsetele vajadustele.

10.5 Nõrkused

Töö ei anna vastust sellele, kuidas formaliseerida tingimuste registris registreeritavad tingimuslaused. Kasutatav formaat sõltub tehnilisest realisatsioonist.

Antud magistritööl on mitmeid võimalikke täienduskohti. Näiteks ei loodud töö tulemusena kasutusmallide tekstipõhiseid kirjeldusi, mis täiendaksid süsteemi funktsionaalsuste detailsemat dokumentatsiooni. Töös ei tehtud tasuvusanalüüsi, et hinnata süsteemi arendamise ja rakendamise majanduslikku mõju ettevõttele. Kasutajaliidese ja prototüübi koostamine oluks samuti kasulik, kuna see andnuks parema ülevaate süsteemi funktsionaalsustest ning võimaldanuks visualiseerida ja kaardistada uusi funktsionaalsusi, mis võivad olla seni mainimata jäänud. Samuti oleks hetkeseisu kaardistamise osas võinud analüüsida ka hetkel kasutusel olevate äriprotsesside parendusvõimalusi, selle asemel, et kohe asuda olemasoleva protsessi parema automatiseerimisega tegelema. Töös otsustati piirduda mittefunktsionaalsete nõuete leidmisel FURPS meetodi kasutamise. Samas tuleb tõdeda, et lisaks UPS nõuete jaotusele on veel palju mittefunktsionaalsete nõuete kategooriaid [64]. Enne süsteemi arendust võiks kaaluda rohkemate mittefunktsionaalsete nõuete leidmist.

10.6 Asjad, mida tehtud tööst õppida

Kuna ettevõtte poolt ei olnud ette määratud konkreetseid äri- ja süsteemianalüüsi mudeleid, tekkis töö autoril väljakutse sobivate mudelite valimisel. Kui uuriti varasemalt ettevõttes tehtud sarnaste analüüside kohta, siis tuli välja, et varasemas magistritöös ettevõttele tehtud süsteemi kavandiga [65] ollakse küll rahul, kuid otsustati siiski mitte jätkata selle süsteemi arendamist. Sarnaselt nimetatud magistritööle uuriti käesolevas töös ettevõtte hetkeolukorda ning koostati SWOT analüüs, voodiargammid, ärimudeli lõuend, Mendelow maatriks, väärtusvoodiagramm, nõuete kaardistus. Erinevalt eelnevast tööst, kus loodi üks kasutusmallide skeem, otsustati antud töös jaotada süsteem allsüsteemideks ning teha iga funktsionaalse allsüsteemi kohta eraldi kasutusmallide skeem ning iga registri kohta eraldi olemi-suhte skeem. Erinevalt eelmisest tööst ei loodud kasutusmallide tekstilisi kirjeldusi. Eelnimetatud magistritöös tegeleti ka süsteemi tehnilise kavandamisega, luues kavandatava süsteemi kihilise mudeli, komponentmudeli, evitusskeemi ja loogilise disaini täpsusega andmemudelid. Tehtud mudeleid selgitati vähe ning puudus tööle tagasi vaatav analüüs, mis on käesolevas töös olemas. Sellest tuleks õppida seda, et isegi kui ettevõttes ei ole määratud kindlaid nõudeid tehtavatele analüüsidele, siis tuleks neid nõuda või juba projekti algfaasis hakata suhtlema arendajatega, juhatusega ning teiste võtmeisikutega, et määratleda millised mudelid oleksid olulised süsteemi arendamisel ning arendusotsuse vastu võtmisel. Teiseks õppekohaks on ettevõttele see, et ettevõtte arendusosakond peaks kehtestama soovitud või reeglid loodavate süsteemide dokumentatsioonile. Eelneva magistritöö mudelid ei olnud kättesaadavad ja seega oleks juba selle töö puhul olnud abi käesoleva töö pakutud mudelite säilitamise lahendusest.

Teine oluline õppetund oli vajadus suurendada suhtlust ettevõtte töötajatega. Näiteks oleks IT-arendaja kaasamine töö iganädalasse valideerimisse koos lõputöö ettevõtte poolse juhendajaga võimaldanud saada rohkem tagasisidet ka arenduse seisukohast. Samuti tulnuks kaaluda projekti tutvustamist juhatusele ärianalüüsi valmimisel, et saada väärtuslikke kommentaare ja infot süsteemi arendusplaanide kohta. Tagasiside saamiseks ning paremaks soovide kaardistamiseks oleks võinud tutvustada mudeleid ka teistele süsteemiga seotud kolleegidele.

Mudelite loomisel valiti algselt Visual Paradigm Online, kuna see oli autorile tuttav ning sellel on lihtne kasutajaliides. Probleem tekkis mudelite säilitamisel, kuna Visual

Paradigm Online lubab salvestada mudeleid ainult kindlas failiformaadis, mis muudab haldamise keerukamaks ja nõuab Visual Paradigm keskkonna kasutamist mudelite muutmiseks. Sellest võib järeldada, et töö tegemisel oleks võinud kasutada ainult ühte tarkvara, Enterprise Architect, mis võimaldab luua kõiki tehtud mudeleid, et vältida hilisemaid haldusprobleeme ja muutmisraskusi. Ka EA kasutab oma failiformaati, kuid seal on võimalik eksportida pakette XMI formaadis, mida omakorda saaks mõne teise modelleerimisvahendi poolt sisse lugeda ja nii mudeleid ühest vahendist teise üle kanda. Visual Paradigm korral on see võimalik ainult allalaetavas tarkvaras, kuid mitte veebiversioonis. Käesoleva töö mudelite koostamisel kasutati ainult veebiversiooni.

Lisaks tekitavad kõik Visual Paradigm Online'is tehtud mudelid küberturberiski, kuna need on pilvelahenduses, samas kui Enterprise Architecti failid oleksid ainult kasutaja arvutis ja ettevõtte turvalises SharePointis. Seega oleks parem valik olnud kasutada ainult Enterprise Architecti, et vähendada küberturberiski.

11 Kokkuvõte

Magistritöö eesmärgiks oli läbi viia Enefit Green AS'ile loodava tootmisobjektidega toimuvate sündmuste menetlemise süsteemi äri- ja süsteemianalüüs. Läbi viidud äri- ja süsteemianalüüs loob aluse uue süsteemi arendamiseks ning võimaldab sujuvat üleminekut uuele sündmuste menetlemise protsessile. Analüüsi tulemused annavad selge ülevaate ettevõtte vajadustest, kasutajate nõudmistest ning süsteemi oodatavatest funktsionaalsustest ja omadustest. Lisaks aitavad ärianalüüsi tulemused määratleda selged eesmärgid ja nõuded uuele süsteemile.

Töö eesmärgi saavutamiseks:

- esitleti hetkel toimuvat protsessi ning analüüsiti selle puuduseid;
- anti erinevate ärianalüüsi mudelite abil ülevaade süsteemi vajalikkusest ning sündmuste logimisega seotud äriprotsesside loogikast;
- leiti süsteemi peamised funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded ja prioritseeriti funktsionaalsed nõuded;
- pakuti välja uus sündmuste logimise ning perioodiliste kokkuvõtete tegemise protsess;
- jaotati süsteem allsüsteemideks ning koostati iga funktsionaalse allsüsteemi kohta kasutusmallide skeem, esitamaks funktsionaalseid nõudeid ning iga registri kohta olemi-suhte skeem, esitamaks nõudeid andmetele.
- esitati lahendusele ülemineku plaan.

Tehtud töö tulemusena on Enefit Green AS-il võimalik:

- muuta käsitsi andmete kogumine analüüsideks automaatseks;
- kaotada käsitsi andmekogumisega tehtavad vead;
- logida automaatselt kõiki tootmisobjektidega seotud sündmuseid kõikides Enefit Greeni tootmisüksustes;

- teha automaatseid perioodilisi kokkuvõtteid;
- analüüsida sündmuseid põhjalikult ning koostada statistikat;
- tagada analüüsivõime ka tootmisobjektide lisandumisel.

Autori hinnangul on püstitatud magistritöö eesmärk täidetud.

Kasutatud kirjandus

- [1] „Wikipedia,“ 17 12 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://et.wikipedia.org/wiki/BPMN>. [Kasutatud 20 04 2024].
- [2] SCADA international, „SCADA international,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://scada-international.com/what-is-scada/#:~:text=What%20does%20SCADA%20stand%20for,data%20from%20the%20industrial%20equipment..> [Kasutatud 24 03 2024].
- [3] „TOGAF,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.tlu.ee/opmat/in/Arhitektuur/42_togaf.html. [Kasutatud 03 04 2024].
- [4] Sparks Systems, „Sparks Systems,“ 2012. [Võrgumaterjal]. Available: https://community.sparxsystems.com/white-papers/download/119_c5df2046f5302bed07445d2495d6bb3b. [Kasutatud 05 04 2024].
- [5] „Wikipedia,“ 09 09 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/XML_Metadata_Interchange. [Kasutatud 07 05 2024].
- [6] B. K. B. Ahmed. F. Zobaa, „Renewable Energy, Global Warming Problem and Impact of Power Electronics,“ %1 *International Conference on Renewable Energies and Power Quality*, Las Palmas de Gran Canaria (Spain), 2011.
- [7] A. Pau, *Ahju ei mahu ja maas ei kõdune. Eestis on tekkimas hiiglaslike mõõtmetega saast, millega keegi esialgu midagi peale ei oska hakata – elektrituulikute tiivad*, 2024.
- [8] T. R.-W. Network, „Re-Wind Design Catalog 2nd Edition Fall/Autumn 2022,“ 2022.
- [9] „European Environment Agency,“ 27 03 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8>. [Kasutatud 04 04 2024].
- [10] Enefit Green, „Enefit Green koduleht,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://enefitgreen.ee/avaleht>. [Kasutatud 08 12 2023].
- [11] Enefit Green, „Enefit Green strateegia,“ 26 05 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://view.news.eu.nasdaq.com/view?id=ba09fd6bfdeb911b0927432448ff61b88&lang=et>. [Kasutatud 06 02 2024].
- [12] H. G. K. Sayed, „SCADA and smart energy grid control automation,“ *Smart Energy Grid Engineering*, pp. pp 481-514, 2017, doi: 10.1016/B978-0-12-805343-0.00018-8, 14 10 2016.
- [13] C. G. P. O. D. T. J. O. K. Leahy, „Issues with Data Quality for Wind Turbine Condition Monitoring and Reliability Analyses,“ *Energies*, 09 01 2019.
- [14] A. H. J. Schmidt, „Towards a cooperative life cycle documentation for distributed renewable energy power plants,“ *7th International Conference on System of Systems Engineering*, 07 2012.

- [15] M. Mäeots, *Äriprotsesside dokumenteerimise metoodika ja seda toetav infosüsteem*, Tallinn, 2020.
- [16] *Ettevõtte sisedokumendid*, Tallinn, 2024.
- [17] „Enefit Greeni Prospekt,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://enefitgreen.ee/.resources/green/webresources/assets/pdf/Prospekt_EST.pdf. [Kasutatud 06 02 2024].
- [18] S. T. M. J. P. S. R. Alan R. Hevner, „Design Science in Information Systems Research,“ *MIS Quarterly*, pp. 75-105, 03 2004.
- [19] „ChatGPT,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://chatgpt.com/>. [Kasutatud 2024].
- [20] „Visual Paradigm,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.visual-paradigm.com/support/documents/vpuserguide/12/13/5963_visualparadi.html. [Kasutatud 02 04 2024].
- [21] D. S. E. Darryl Carr, „State of Enterprise Architecture Survey: Results and Findings,“ *Enterprise Architecture Professional Journal*, 13 05 2018.
- [22] Sparx Systems, „Sparx Systems,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://sparxsystems.com/>. [Kasutatud 02 04 2024].
- [23] Adobe Communications Team, „Adobe Experience Cloud Blog,“ 18 03 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://business.adobe.com/blog/basics/waterfall#:~:text=The%20Waterfall%20methodology%20%E2%80%94%20also%20known,before%20the%20next%20phase%20begins..> [Kasutatud 24 03 2024].
- [24] Y. P. Alexander Osterwalder, *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, 2010.
- [25] J. E. W. R. M. B. Greg Fisher, *Strategy in 3D*, 2020.
- [26] R. L. P. Alexandre Joyce, „The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models,“ *Journal of Cleaner Production*, kd. Volume 135, pp. 1474-1486, 2015.
- [27] „Lean Enterprise Institute,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.lean.org/lexicon-terms/value-stream-mapping/>. [Kasutatud 25 03 2024].
- [28] ASQ, „Excellence Through Quality,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://asq.org/quality-resources/lean>. [Kasutatud 06 05 2024].
- [29] J. MUKHERJEE, „Atlassian,“ [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/value-stream-mapping#:~:text=Value%20stream%20mapping%20\(sometimes%20called,a%20product%20to%20a%20customer..](https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/value-stream-mapping#:~:text=Value%20stream%20mapping%20(sometimes%20called,a%20product%20to%20a%20customer..) [Kasutatud 25 03 2024].
- [30] Object Management Group, „Business Motivation Model,“ 2010.
- [31] „Sparx Systems,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://sparxsystems.com/enterprise_architect_user_guide/16.1/modeling_languages/motivation_elements.html. [Kasutatud 25 03 2024].
- [32] Enefit Green AS, *Ettevõtte sisedokument*, Tallinn, 2021.
- [33] F. B. L. C. P. W. Richard W. Puyt, „The origins of SWOT analysis,“ *Long Range Planning*, kd. 56, nr 3, 2023.
- [34] E. Gürel, „SWOT ANALYSIS: A THEORETICAL REVIEW,“ *Journal of International Social Research* 10, pp. 994-1006, 2017.

- [35] E. K. Aleksey Mints, „METHODS OF STAKEHOLDER PRIORITISATION IN THE CONTEXT,“ %1 *CONTEMPORARY ISSUES IN BUSINESS, MANAGEMENT AND ECONOMICS ENGINEERING* 2019, 2019.
- [36] „Oxford College of Marketing,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://blog.oxfordcollegeofmarketing.com/2018/04/23/what-is-mendelows-matrix-and-how-is-it-useful/>. [Kasutatud 23 03 2024].
- [37] A. Mendelow, „Stakeholder mapping. Proceedings of the 2nd International Conference on Information Systems,“ 1991.
- [38] A. Coskun, *Six Sigma Projects and Personal Experiences*, 2011.
- [39] „Six Sigma dsi,“ Six Sigma Development Solutions, [Võrgumaterjal]. Available: [https://sixsigmadsi.com/sipoc/#:~:text=SIPOC%20\(or%20COPIS\)%20was%20developed,phase%20of%20a%20DMAIC%20exercise..](https://sixsigmadsi.com/sipoc/#:~:text=SIPOC%20(or%20COPIS)%20was%20developed,phase%20of%20a%20DMAIC%20exercise..) [Kasutatud 23 03 2024].
- [40] J. D. Martin Brenig-Jones, *Learn Six Sigma For Dummies*, 4th Edition, For Dummies, 2021.
- [41] „Object Management Group Business Process Model and Notation,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.bpmn.org/>. [Kasutatud 24 03 2024].
- [42] *Business Process Modeling Notation*, 2006.
- [43] „BINUS University School of Information Systems,“ 12 02 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://sis.binus.ac.id/2018/02/12/what-do-requirements-stand-for/#:~:text=FURPS%20is%20an%20acronym%20that,letters%20describe%20the%20nonfunctional%20requirements..> [Kasutatud 07 04 2024].
- [44] „Visual Paradigm,“ 28 03 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://guides.visual-paradigm.com/prioritizing-requirements-with-moscow-method-a-guide-for-agile-projects/>. [Kasutatud 07 04 2024].
- [45] Mind Tools Content Team, „Mind Tools,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mindtools.com/a4xmovt/the-moscow-method>. [Kasutatud 07 04 2024].
- [46] E. Eessaar, „On Applying Normalized Systems Theory to the,“ *Baltic J. Modern Computing*, pp. 132-149, 2014.
- [47] G. Cuofano, „FourWeekMBA,“ 22 01 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://fourweekmba.com/use-case-modeling/>. [Kasutatud 07 04 2024].
- [48] Sparx Systems, „Sparx Systems,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://sparxsystems.com/resources/tutorials/uml/use-case-model.html>. [Kasutatud 07 04 2024].
- [49] M. El-Attar, „Evaluating and empirically improving the visual syntax of use,“ *Journal of Systems and Software*, kd. 156, pp. 136-163, 2019.
- [50] R. Sherman, *Business Intelligence Guidebook*, 2015.
- [51] K. M. Iris Xie, *Discover Digital Libraries*, Elsevier, 2016.
- [52] *ENEFIT GREENI KONTSERNI ANDMEHALDUSE PÕHIMÕTTED*, 2023.
- [53] T. B. M. E. E. H. E. H. M. K. K. K. R. K. A. L. M. P. L. P. A. S. S. S. T. T. I. V. A. V. E. V. M. P. A. R. Olev Luhaveer, *Mereleksikon*, Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, 1996.
- [54] „Riigiteataja,“ 25 01 2008. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12910889>. [Kasutatud 09 05 2024].
- [55] *Töölepinguseadus*, Riigikogu, 2008.
- [56] *Väike entsüklopeedia*, Eesti Entsüklopeediakirjastus, 2006.

- [57] A. BOATMAN, „TechSmith,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.techsmith.com/blog/jpg-vs-png/>. [Kasutatud 04 05 2024].
- [58] S. Christopher McNaughton, „Linkedin,“ 10 07 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/microsoft-sharepoint-risks-uncontrolled-data-storage-secmon1/>. [Kasutatud 08 05 2024].
- [59] W. Royce, „Managing the development of large software systems: concepts and techniques,“ %1 *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering*, 1987.
- [60] S. o. Agile, „17th Annual State of Agile Report,“ 2023.
- [61] M. Hentea, „Improving Security for SCADA Control Systems,“ *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, kd. 3, 2008.
- [62] W. S. A. Daneels, „What is SCADA?,“ *International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems*, 1999.
- [63] T. D. P. R. T. Alexios Koltsidopoulos Papatzimos, „Towards Automated and Integrated O&M Data Collection- Standardising Workflow Processes for the Offshore Wind Industry,“ *Offshore Wind Energy 2017*, 2017.
- [64] „Wikipedia,“ 07 02 2024. [Võrgumaterjal]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_system_quality_attributes. [Kasutatud 07 05 2024].
- [65] K. Jefimov, *magistritöö, Tuulikulabade inspeksiooniandmete infosüsteemi äri – ja süsteemianalüüs tuulikulabade vigastuste ennetavaks tuvastamiseks Wnwfit Green AS-i näitel*, Tallinn, 2023.
- [66] Enefit Green AS, „Aastaruanne 2022,“ 2022.
- [67] „ArchiMate Concepts & FAQ,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://warrenlynch.gitbooks.io/archimate-concepts-faq/content/what-is-archimate-layers.html>. [Kasutatud 08 04 2024].
- [68] Eesti Keele Instituut, *Eesti keele seletav sõnaraamat*, 2009.

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Helen Ennok

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Enefit Green AS-i tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonna äri- ja süsteemianalüüs“, mille juhendajad on Erki Eessaar ja Kaspar Hordo.
 - 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.

08.05.2024

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

Lisa 2 – Enefit Green ASi tuulepargid

Tabel 32 Enefit Green ASi tuulepargid (Allika [66] põhjal).

Tuulepark	Riik	Vara vanus aastates	Võimsus, MW	Tuulikute arv
Virtsu WT1	EST	21	0,6	1
Virtsu WT2	EST	16	0,8	1
Virtsu I	EST	22	1,2	2
Virtsu II	EST	16	6,9	3
Virtsu III	EST	14	6,9	3
Esivere	EST	18	8	4
Tooma I	EST	14	16	8
Tooma II	EST	8	7,05	3
Ojaküla	EST	11	6,9	3
Narva	EST	11	39,1	17
Aulepa I	EST	15	39	13
Aulepa II	EST	13	9	3
Vanaküla	EST	14	9	3
Aseriaru	EST	11	24	8
Viru-Nigula	EST	17	21	7
Paldiski I	EST	11	22,5	9
Paldiski II	EST	11	22,5	9
Pakri	EST	20	18,4	8
Purtse	EST	1	21	5
Šudenai	LIT	15	14	7
Mockiai	LIT	13	12	6
Ciuteliai	LIT	11	39,1	17
Šilute	LIT	8	60	24
Šilale	LIT	12	13,8	6
	Kokku: 22	Keskmine: 13,47	Kokku: 418,75	Kokku: 170

Lisa 3 – Enefit Green ASi päikesepargid

Tabel 33 Enefit Green ASi päikesepargid (Allika [66] põhjal).

Päikesepark	Riik	Vara vanus	Võimsus, MW
Balteco	EST	5	0,24
Bed Factory Sweden	EST	5	0,09
BM Trade	EST	5	0,23
Dava Foods	EST	5	0,25
Greif	EST	5	0,22
Iru PV (1+2)	EST	5	0,78
Klibuloo solar parks	EST	3	5,62
Krootuse Agro	EST	5	0,12
Laaskõrve	EST	5	0,63
Paide	EST	5	0,14
Paldiski	EST	5	0,99
Puidukoda I	EST	5	0,24
Puidukoda II	EST	5	0,24
Purtse	EST	1	31,99
Temper	EST	5	0,18
Valge VN	EST	5	0,24
Valmeco I	EST	5	0,24
Valmeco II	EST	5	0,24
Vana-Piibu	EST	6	0,17
Vana-Piibu II	EST	1	0,17
Wellspa	EST	5	0,79
Vettel	EST	5	0,22
Ösel Harvest	EST	5	0,24
Biała Piska I	POL	5	1
Biała Piska II	POL	5	1
Biała Piska III	POL	5	0,9
Borki Cirrus	POL	5	1
Borki Velum	POL	5	1

Budziszewice	POL	5	0,9
Dobrcz IV	POL	5	1
Dobrcz V	POL	5	1
Kętrzyn I	POL	5	1
Łaszczyn	POL	5	0,99
Niemgłowy	POL	5	0,99
Oblewo Humilis	POL	5	1
Oblewo Incus	POL	5	1
Parolice	POL	5	0,8
Pisz I	POL	5	1
Pisz II	POL	5	1
Sielec	POL	5	0,6
Susz I	POL	5	1
Ujazd	POL	5	1
Żambrow	POL	1	9
	43 plants	Keskmine: 5	Kokku: 62,45

Lisa 4 - Enefit Green ASi koostootmisjaamad, hüdroelektrijaam ja taastuenergialahendus

Tabel 34 Enefit Green ASi koostootmisjaamad (Allika [66] põhjal).

CHP	Riik	Vara vanus	Elektriline võimsus, MW	Soojusvõimsus, MW
Iru WtE	EST	10	19,3	50
Paide	EST	8	2	8
Valka	LV	11	2,4	8
		Keskmine: 10	Kokku: 23,7	Kokku: 66

Tabel 35 Enefit Green ASi hüdroelektrijaam (Allika [66] põhjal).

Hüdroelektrijaam	Riik	Vara vanus	Võimsus, MW
Keila-Joa HPP	EST	19	0,05

Tabel 36 Enefit Green ASi taastuenergialahendus (Allika [66] põhjal).

Taastuenergia lahendus	Riik	Vara vanus	Võimsus, MW
Tuulik	EST	5	0,05
Päikesepargid 1 and 2	EST	5	0,23
Akupank	EST	5	0,18
Diiseli generaator	EST	5	0,32
		Keskmine: 5	Kokku: 0,78

Lisa 5 - Kasutusmallide vastavus nimekirjana esitatud nõuetele

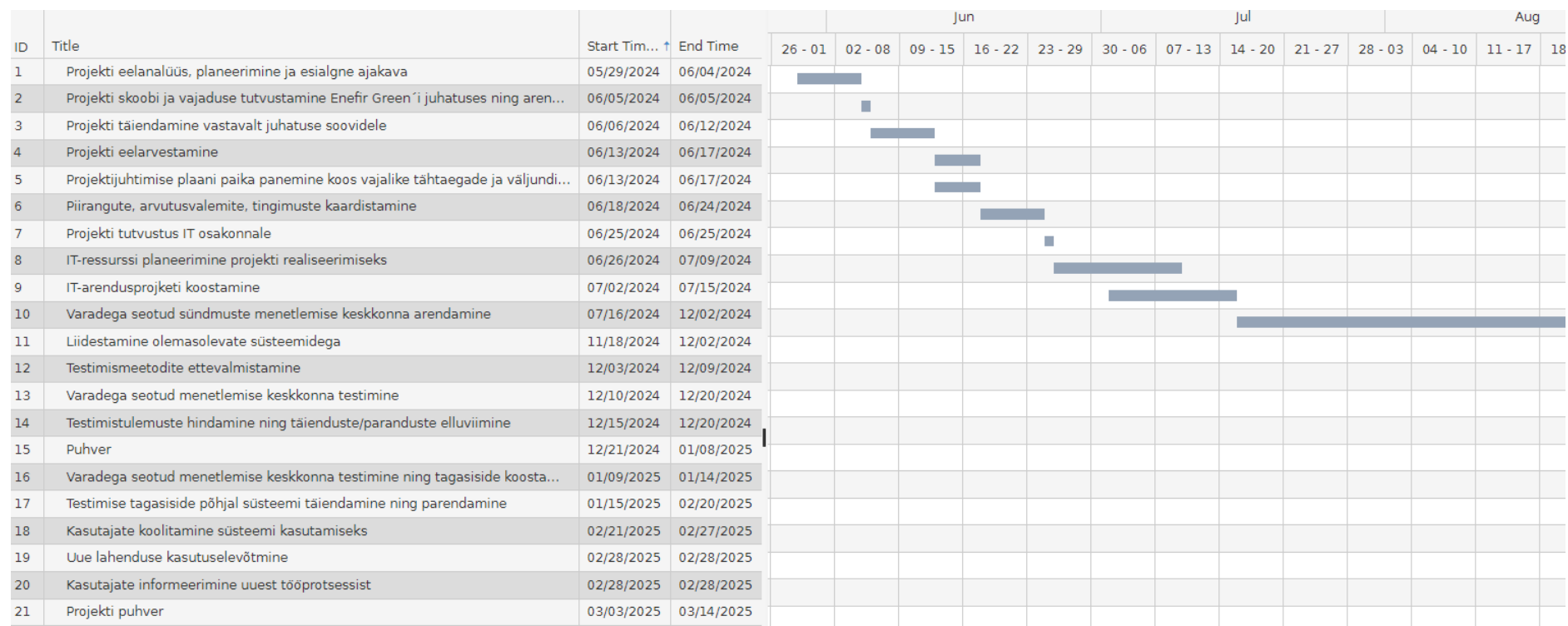
Tabel 37 Kasutusmallide ja funktsionaalsete nõuete nimekirja elementide vastavus.

Nõude nr	Nõude sisu	Funktsionaalne allsüsteem	Kasutusmalli nimi
1	Tootmisandmete viimine ettemääratud ühikutele.	Tootmise funktsionaalne allsüsteem	Töötle tootmisandmeid
2	Tootmisandmete agregeerimine.	Tootmise funktsionaalne allsüsteem	Töötle tootmisandmeid
3	Tootmisandmete kontrollimine, andmelünkade ja hangumise tuvastamine.	Andmevigade funktsionaalne allsüsteem	Tuvasta andmevead
4	Tootmisandmete kontrollimine, andmelünkade ja hangumise tuvastamine.	Andmevigade funktsionaalne allsüsteem	Kontrolli üle andmevea esinemine
5	Tootmisandmete asendamine kasutaja poolt üles laetud failist, kui süsteemi andmed ei ole korrektsed.	Tootmise funktsionaalne allsüsteem	Muuda tootmisandmeid
6	Andmekvaliteedi raporti genereerimine.	Andmevigade funktsionaalne allsüsteem	Genereeri automaatselt andmevigade raporteid, Genereeri andmevigade raport
7	Sündmuste (ehk seisakute) tuvastamine SCADA olekuparameetrite põhjal.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Koosta sündmus
8	Sündmuse ajal või sellele eelnenud alarmide/ hoiatuste sidumine sündmusega.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Koosta sündmus
9	Mitut tootmisobjekti samaaegselt hõlmanud sündmuse korral kõikide mõjutatud tuulikute või tuule- või päikseparkide sidumine vajadusel sündmusega.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Koosta sündmus
10	Ilmastikuparameetrite (tuule kiirus, tuule suund, suhteline õhuniiskus, temperatuur, sademed, pilvisus) kuvamine.	Ilmavaatluste funktsionaalne allsüsteem	Laadi ilmavaatluse andmed
11	Sündmuse kohta olemasolevate andmete põhjal arvutuste tegemine	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Arvuta sündmuse näitajad
12	Perioodiliste aruannete jaoks toodangu osakaalu, kasuteguri (Toodang / pargi võimsus*perioodi tundide arv) ja töökindluse arvutamine.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Arvuta sündmuse näitajad

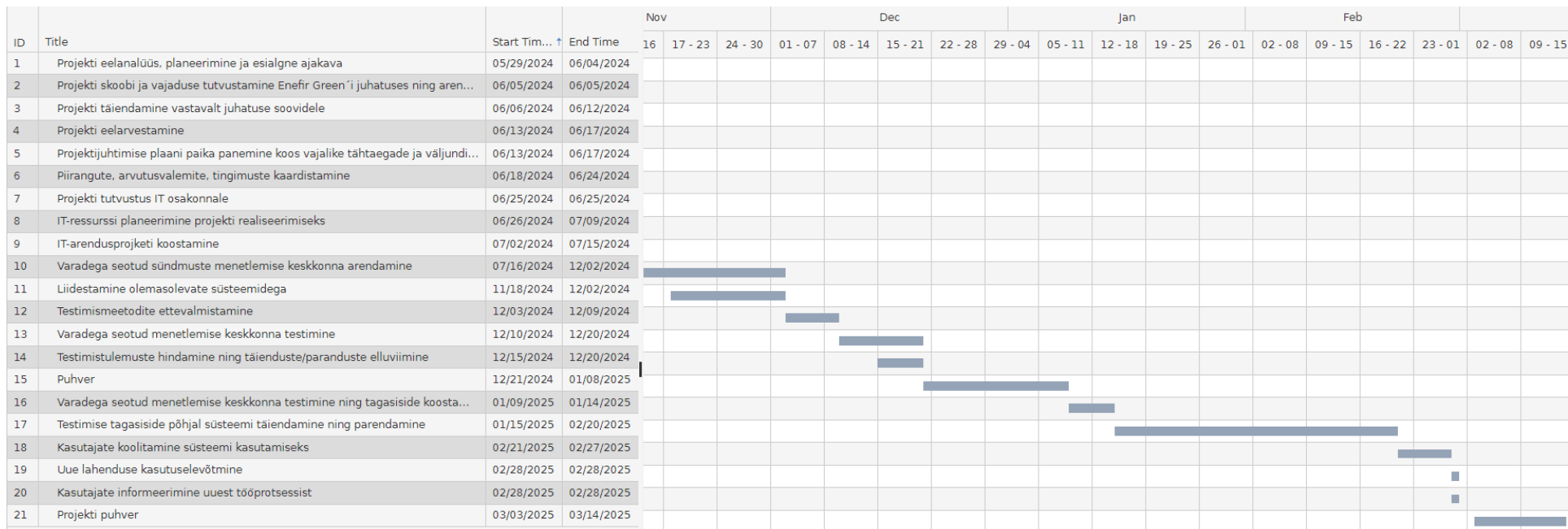
13	Seisaku mõju arvutuste pidev uuendamine.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Arvuta sündmuse näitajad
14	Sündmuste andmete pärimine	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Vaata sündmuseid
15	Valitud sündmuste andmete põhjal graafikute kuvamise võimalus.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Vaata sündmuseid
16	Otsinguvälja kasutamise võimalus, selleks et otsida huvipakkuvat sündmust, tuuleparki, tuulikut, alarmi, alarmi koodi.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Vaata sündmuseid
17	Sündmus andmete kuvamine vastavalt kasutaja valikule.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Vaata sündmuseid
18	Tootmisseedmetele seatud piirangute kuvamine.	Piirangute funktsionaalne allsüsteem	Vaata piiranguid
19	Sündmuste kohta on võimalik lisada kommentaare.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Kommenteedi sündmust
20	Sündmuste edastamine vajalikele osapooltele.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Teavita sündmusest
21	Kasutaja poolt valitud perioodi (kuu, kvartal, aasta) ja parameetrite alusel aruande genereerimine.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Genereeri sündmuste raporteid, Genereeri andmevigade raport
22	Tootmisobjektide, tuulekiiruse, suhtelise õhuniiskuse, temperatuuri, sademete, pilvisuse ja hetketoodangu kuvamine geograafilisel.	Ilmavaatluste funktsionaalne allsüsteem	Laadi ilmavaatluse andmed
23	Võimalik välja filtreerida nii, et kaardil kuvatakse hetkel sündmustega seotud tootmisobjekte.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Vaata sündmuseid
24	Tootmisjuhil on võimalik välja filtreerida ainult temaga seotud tootmispargid.	Sündmuste funktsionaalne allsüsteem	Vaata sündmuseid
25	Süsteem võimaldab lisada uusi tootmisobjekte.	Varade funktsionaalne allsüsteem	Laadi varade andmeid
26	Süsteem võimaldab lisada ning hallata tingimusi mille põhjal tekib sündmus ning tingimusi peab olema võimalik omavahel siduda.	Tingimuste funktsionaalne allsüsteem	Lisa tingimus, Muuda tingimust, Vaata tingimusi

27	Tingimuste koostamine ja haldamine toimub läbi graafilise kasutajaliidese.	Tingimuste funktsionaalne allsüsteem	Lisa tingimus, Muuda tingimust, Vaata tingimusi
28	Süsteem on võimeline andmeid pärima ning andmeid edastama teistele ettevõtte sisestele ja kolmandate osapoolte infosüsteemidele.	Alarmide funktsionaalne allsüsteem, Andmevigade funktsionaalne allsüsteem, Ilmavaatluste funktsionaalne allsüsteem, Tootmise funktsionaalne allsüsteem, Varade funktsionaalne allsüsteem, Töötajate funktsionaalne allsüsteem	Laadi alarme, Kontrolli üle andmevea esinemine, Laadi ilmavaatluse andmeid, Laadi tootmisandmeid, Laadi varade andmeid, Laadi töötaja andmeid

Lisa 6 Projekti elluviimise ajakava Gantt diagramm



Joonis 39 Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonnale ülemineku Gantti graafik (1).



Joonis 40 Tootmisobjektidega seotud sündmuste menetlemise keskkonnale ülemineku Ganti graafik (2).

Lisa 7 - Materjalide jaotus SharePointi kaustadesse

The screenshot shows a SharePoint document library interface. At the top, the group name 'EnefitGreen' is displayed, along with 'Private group', 'Not following', and '58 members'. Below this is a navigation bar with options like '+ New', 'Upload', 'Share', 'Copy link', 'Sync', 'Add shortcut to OneDrive', 'Download', 'Export to Excel', 'Automate', and 'Integrate'. The main content area shows a folder named 'Sündmuste menetlemise keskkonna äri- ja süsteemianalüüs'. Below this folder, a table lists the contents:

Name	Modified	Modified By	Kulukohakood
.png failid	About a minute ago	Helen Ennok	
Ärianalüüs	A few seconds ago	Helen Ennok	
Lõputöö	A few seconds ago	Helen Ennok	
Süsteemianalüüs	A few seconds ago	Helen Ennok	

Joonis 41 Lõputööga seotud materjalide SharePointi kaustad.