

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Infotehnoloogia teaduskond

Tarvo Erimäe 155513IABB

**KAASAEGSE TARNIJA JUHITUD
KAUBAVARUDE SÜSTEEMI
RAKENDAMINE JA ARHITEKTUURI
DISAIN**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Enn Õunapuu

PhD

Dotsent

Tallinn 2018

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: Tarvo Erimäe

21.05.2018

Annotatsioon

Töö peamiseks eesmärgiks on koostada tarnija juhitud kaubavarude (*Vendor Managed Inventory* ehk VMI) funktsionaalsust täita suutva infosüsteemi arhitektuur ja analüüs. Kuna VMI teenuse kasutusele võtt on hetkel ettevõtetele üsna kulukas ja nõuab mahukaid arendusi, siis on tekkinud vajadus kaasaegsema ja kergema lahenduse jaoks. Lisaks on uuringud tõestanud, et VMI rakendamine on kasulik nii tarnijale kui kliendile, muutes tarneahela läbinähtavust ja tõhusust ning sellest tulenevalt tuli töö teema otse ühe ettevõtte poolt.

Lisaks arhitektuuri koostamisele on üheks eesmärgiks uurida sellise süsteemi nõudeid ja kitsaskohti, mis selle arendamisel tuleb läbi mõelda.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 37 leheküljel, 5 peatükki, 7 joonist, 1 tabelit.

Abstract

Implementation and architectural design of a modern vendor managed inventory system

Supply chain optimization is one of the key questions in the world of supply chain management. Companies are trying to find better ways of goods transportation to improve the efficiency and effectiveness of their supply chains. For the vendors, the goal is to better estimate the needs of their customers and for the customers it is a question of not over or under delivering. Vendor managed inventory (VMI) is one method of doing exactly this and the goal of this thesis is to analyze what functionality is needed when developing a VMI system.

VMI is not a new concept but the way it is implemented is old fashioned. The problem is that most of the times implementing VMI is a very risky step both for the vendor and the client because of large investments, system migrations, most likely an ERP system change and change of communication channels between the vendor and customer. But with the advance of technology it is possible to design a light weight VMI system that does not need massive migrations of systems and large investments in infrastructure but can be run on a simple micro PC with a barcode scanner. Taking this into account a company named Hammerjack raised this problem and thus the thesis subject is based on it.

This thesis will give an overview of what is VMI and what functionality is needed when designing a system for VMI. Also, it will make a high-level analysis of a VMI system.

The thesis is in Estonian and contains 37 pages of text, 5 chapters, 7 figures, 1 table.

Lühendite ja mõistete sõnastik

VMI	Vendor Managed Inventory, Tarnija juhitud kaubavarud
SCM	Supply chain management, Tarneahela juhtimine ja haldamine
Consignment stock	Konsignatsiooniladu. Kontseptsioon, kus ettevõtte laos olevad varud kuuluvad tarnijale niikaua kuni ettevõtte seda reaalselt ei kasuta.
EDI	Elektrooniline dokumentide vahetus (electronic data interchange) on erinevate infosüsteemide vahel andmete vahetamise meetod.
ERP	Enterprise Resource Planning, Ettevõtte ärijuhtimistarkvara
UI	User Interface, kasutajaliides
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	The International Organization for Standardization

Sisukord

Sisukord.....	6
1 Sissejuhatus	10
1.1 Taust	10
1.2 Probleem.....	10
1.3 Eesmärk	11
1.4 Ülevaade tööst	12
2 Metoodika.....	13
2.1 Ülevaade objektist	13
2.2 Ülevaade tööriistadest.....	13
2.3 Ülevaade protsessist	14
3 Ülevaade tarneahelatest	15
3.1 Tarneahelate haldamine ja juhtimine (Supply chain management).....	15
3.1.1 Tarneahelate tõhusus (efficiency).....	16
3.1.2 Tarneahelate mõjususe (effectiveness).....	16
3.2 Traditsiooniline kaubavarude juhtimine	16
3.3 Tarnija juhitud kaubavarud.....	18
3.3.1 VMI konsignatsiooni ladustamisega	19
4 Süsteemi nõuete paika panemine.....	20
4.1 Toote nõuded	20
4.2 Süsteemi eesmärgid	20
4.3 Teenusepakkuja eesmärgid.....	21
4.4 Funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded	21
4.4.1 Funktsionaalsed nõuded	21
4.4.2 Mittefunktsionaalsed nõuded.....	22
4.5 Kasutatav riistvara	22
5 Lahenduse arhitektuur	23
5.1 Põhiobjektid.....	23
5.2 Üldine süsteemi mudel	23
5.3 Põhiprotsessid.....	25

5.4 Tegutsejad ja rollid	26
5.5 Asukohad	27
5.6 Kasutusjuhud	27
5.7 Ärikiht.....	29
5.8 Rakenduste kiht	31
5.9 Tehniline kiht.....	32
Kokkuvõte	34
Kasutatud kirjandus	36

Jooniste loetelu

Joonis 1. Tarneahela vool (autori koostatud)	15
Joonis 2. Bullwhip effect illustreerib kuidas ülesvoolu tarneahelas liikudes tellimuste numbrid suurenevad märgatavalt ning ei peegelda enam reaalselt kliendi vajadust [13]	18
Joonis 3. Laohaldussüsteemi üldine mudel	24
Joonis 4. Üldine kommunikatsiooni mudel	25
Joonis 5. Kasutusjuhtude diagramm	29
Joonis 6. Ärikihi diagramm	30
Joonis 7. Rakenduste kihi diagramm	32
Joonis 8. Tehniline kihi diagramm	33

Tabelite loetelu

Tabel 1. Eelised osapooltele VMI partnerluses (Autori tõlgitud, allikas [18])	19
--	----

1 Sissejuhatus

Töö probleemi püstitas algselt ettevõtte Hammerjack, kes soovis hakata VMI funktsionaalsust pakkuma. Koostöös õppejõu Enn Õunapuuga, kes on selle probleemiga juba eelnevalt tegelenud, pani autor paika lõputöö skoobi, milleks oli arhitektuuri, disaini ja analüüsi koostamine. Kuna tänapäeval on enamus töösektoreid liikumas automatiseerituse suunas, siis leiab autor, et laohaldussüsteemide automatiseerimise analüüs on väga aktuaalne teema.

1.1 Taust

Paljud ettevõtted, kes tarnivad mitmetele klientidele perioodiliselt kaupu soovivad enda tarnimisprotsessi võimalikult efektiivseks ja tõhusaks teha. Aastakümneid tagasi oli selleks ainuke viis käsitsi tellimusi ja kokkuleppeid kliendi ja tarnija vahel teha. Kuid koos infotehnoloogia võimekuse arenguga on arenenud ka tarnimisprotsessid, ning üks levinumaid kontsepte on tarnija juhitud kaubavarud ehk *Vendor Managed Inventory* (VMI).

TTÜ poole pöördus ettevõtte Hammerjack, kes tegeleb ehitustarvikute müügiga ning nende soov oli oma tarneahelatesse sellise protsessi juurutamine. Olgugi, et sellist teenust pakuvad suured ERP (*Enterprise Resource Planning*) süsteemid, nõuavad need siiski liiga suuri kulutusi, integratsioone ja sageli ka ERP teenusepakkuja enda riistvara. Sellest tulenevalt tekkis soov leida kaasaegsem lahendus, mis pakuks VMI-le omaseid funktsioone kuid ei nõuaks suuremahulisi investeeringuid. Lahendus mida oleks lihtne paigaldada, mis oleks kergesti liigutatav ja väikese kuluga, kuid ometi mis suudaks soovitud funktsionaalsust pakkuda.

1.2 Probleem

Peamine kitsaskoht praegu seisneb selles, et kuigi VMI pole uus asi ja seda teenust on võimalik osta, pole see piisavalt lihtsasti rakendatav ning nõuab mahukaid integratsioone ja spetsiaalset laotaristut. Kuigi ERP teenuste pakkujad nagu SAP ja ODOO pakuvad

VMI võimekust, eeldavad need, et mõlemal osapoolel (kliendil ja teenusepakkujal) on üles seatud ERP süsteem ja et need süsteemid oleksid omavahel seotud. Lisaks pole need süsteemid ka kaasaskantavad ja lihtsasti liigutatavad, sest nõuavad suurt riistvaralist võimekust ning seetõttu pole võimalik neid väikestele seadetele paigaldada. Hammerjacki näitel pakuti neile küll potentsiaalset lahendust, kuid sellise lahenduse murekohad olid kõrge maksumus ja liiga suur riistvaraline investeering, sest realiseerimiseks oleks vaja olnud installeerida spetsiaalsed konteinerid, riulid ja kapid mis VMI funktsionaalsust oleks võimaldanud. Selline lahendus oleks eeldanud, et iga toode seisab laos kindlas kohas ning kauba üle peavad arvestust sensorid ja spetsiaalsed riulid.

Hammerjack aga ei soovinud sellist lahendust, kus iga uus kliendi võtmine oleks nõudnud ka erilise lao välja arendamist, sest see pole finantsiliselt praktiline. Soovitakse laohaldussüsteemi, mida on võimalik paigaldada kliendi lattu nii, et laos olevate toodete info on sinna salvestatud ning mis on lõppkokkuvõttes suuteline infot teenusepakkuja ERP süsteemi edastama. Selline süsteem ei eeldaks, et klient peab ka enda ettevõttes ERP süsteemi juurutama. Lahendusena taheti kokkuvõttes süsteemi, mida on kerge paigaldada, ei nõua erilise taristu installatsiooni, oleks kaasaskantav ning oleks võimeline teostama järgnevaid toiminguid.

1. Hoidma ülevaadet müügikoha laos olevatest toodetest
2. Võimaldama müügikoha laost toote eemaldamist ja lisamist
3. Võimaldama müügikoha laos inventuuri koostada
4. Võimaldama müügikoha laost müüki teostada
5. Hoiustama andmeid nii, et neid oleks võimalik vajadusel Hammerjacki ERP süsteemi saata.

1.3 Eesmärk

Bakalaureusetöö eesmärgiks on autoril koostada kõrgetasemeline süsteemianalüüs VMI rakendavale laohaldussüsteemile, ettevõttele Hammerjack. Töö tulemusena valmib kolme kihiline süsteemiarhitektuur ja süsteemianalüüs, mis võttes arvesse Hammerjacki nõudmisi, annab võimaluse VMI laohaldussüsteemi pakkumiseks. Valmivat süsteemi on

võimalik kasutada kui vahekihina, mida on kliendi juurde lihtne paigaldada ja ei nõua kulukat riistvara.

Sellest tulenevalt on püstitatud eesmärgid:

- Analüüsida tarneahelate toimimist ning panna kirjeldada ära VMI olemus, et selle põhjal laohaldussüsteemi analüüs teha.
- Välja töötada nõuded: laohaldussüsteemi funktsionaalsed- ja mittefunktsionaalsed nõuded, toote nõuded.
- Välja töötada ja analüüsida ettevõtte eesmärgid ja laohaldussüsteemi eesmärgid.
- Analüüsida ja välja töötada laohaldussüsteemi funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded.
- Analüüsida kasutajad, rolle ja kasutusjuhte.
- Välja töötada lahenduse arhitektuur: äri-, rakenduste- ja tehniline kiht.

1.4 Ülevaade tööst

Töö jaguneb kolmeks osaks. Esiteks uuritakse tarneahelate juhtimise strateegiat ja VMI funktsionaalsust, andes tausta kavandatavale laohaldussüsteemile. Selleks analüüsitakse asjakohast kirjandust, et viia ennast kurssi tarneahelate maailmaga ja kitsaskohtadega mida VMI lahendab.

Pärast seda paneb töö koostaja paika laohaldussüsteemi nõuded, eesmärgid ja teenusepakkuja eesmärgid.

Viimasena koostab kirjutaja tervikliku süsteemi arhitektuuri ja disaini. Analüüsib põhiobjekte ja põhiprotsesse ning nende omavahelisi seoseid. Koostab üldise süsteemi mudeli ning paneb paika süsteemi tegutsejad ja rollid. Sellest tulenevalt paneb autor kirja ka süsteemi ja kasutajate kasutusjuhud ning koostab ka vastava diagrammi. Viimasena koostab autor kõrgetasemelise arhitektuuri diagrammi mis kirjeldab süsteemi äri-, rakenduse- ja tehnilisest vaatest.

2 Metoodika

Kogu töö metoodika tugineb Design Science põhipunktidele ning uurimisel on kaks olulist aspekti. Esiteks on tähtis laohaldussüsteemi analüüs, mis kirjeldab ära kõrgel tasemel tervikliku süsteemi. Teine oluline punkt on aga töö käigus saadud teadmised ja probleemid, mis võivad sellise süsteemi rakendamisel ette tulla. Kokkuvõttes peab välja saama tuua tervikliku süsteemi ülevaate ning probleemid mida tulevikus vältida.

2.1 Ülevaade objektist

Uuritavaks objektiks on kaasaegne VMI laohaldussüsteem, mille abil on võimalik pakkuda tarnijal oma kliendile automaatset laohaldust. Süsteemi on sisuliselt võimalik paigaldada mikroarvutile, mis käitub kui andmebaas ja laohaldussüsteem ja see asub kliendi juures asuvas laos. Kaasaegseks teeb süsteemi see, et teda on võimalik kaasas kanda (see on väike) ja ei ole sõltuv laotariistust. Ta on ühendatud triipkoodilugeriga mis võimaldab tooteid kiiresti lugeda. Selle kaudu on võimalik saata teenusepakkuja ERP süsteemi infot kliendi lao kohta, kuid mis ei nõua kliendi poolset ERP süsteemi olemasolu.

Uurimise käigus paneb autor paika, millist funktsionaalsust on vaja, et VMI-d pakkuda vältides liiga palju lisafunktsionaalsuse lisamist. Peale objekti enda tuleb vaadelda ka objekti kasutajaid ja kasutusjuhte reaalses elus. Objektil on funktsionaalsed- ja mittefunktsionaalsed nõuded mille töö koostaja paneb paika neljandas peatükis, tuginedes rahvusvahelisele standardile (SWEBOK). Töö käigus antakse ka erinevaid näiteid riistvarast, mis sellist süsteemi oleksid võimelised jooksutama kuid need näited ei ole kindlasti lõplikud ja ainuõiged vaid pigem aitavad luua lugejal tervikliku pildi.

2.2 Ülevaade tööriistadest

Süsteemi mudelite joonistamiseks ja kavandamiseks kasutatakse vabavaralist modelleerimistarkvara Archi, mis toetab ArchiMate 3.0 modelleerimiskeelt. Sellel tööriistal on kaks põhimõttelist eelist miks seda kasutada. Esiteks ta on vabavaraline ning

teiseks, see võimaldab lihtsasti koostada mitmekihilisi süsteemide kirjeldusi, mis on otseselt selle töö eesmärk. Lisaks kasutan erinevate diagrammide ja jooniste tegemiseks MS Visio tarkvara.

2.3 Ülevaade protsessist

Töö eesmärkide saavutamiseks lähenetakse probleemile järgnevalt.

Esiteks uuritakse kaubavarude juhtimise strateegia tausta ning tehakse selgeks VMI põhitõed. Seda tehes loob autor ülevaate milline peab kavandatav lahendus olema ärivaldkonna suhtes, ning mis on olulisimad punktid millele tuleb tähelepanu pöörata. Lisaks saab selle abil paika panna täpsed nõuded laohaldussüsteemile ning vastata küsimusele „Mida süsteem tegema peab?“ Selle saavutamiseks uurib autor teadusartikleid ja väljaandeid tarneahelate juhtimise, kaubavarude juhtimise ja VMI rakendamise kohta.

Selgitatakse välja ettevõtte Hammerjack'i nõuded kavandatavale laohaldussüsteemile. Pannakse paika kõik rollid ja kasutajad süsteemis, funktsionaalsed- ja mittefunktsionaalsed nõuded ja kasutusjuhud.

Olles analüüsinud süsteemi terviklikuna koostab töö koostaja mudeldiagrammid äri-, rakendus- ja tehnilise arhitektuuri kohta kasutades Archimate standardeid. Kogu töö toimub iteratiivsel arendusmeetodil, mis tähendab, et süsteemi vaadatakse terviklikult mitu korda töö käigus üle ning tehakse vajalikke korrekture, et parim lõpptulemus saavutada.

3 Ülevaade tarneahelatest

See peatükk jaguneb kolmeks osaks. Peatüki eesmärk on analüüsida traditsioonilist tarneahela mudelit ning kuidas käib kaubavarude juhtimine. Teisalt on eesmärgiks näidata VMI mudeli eeliseid traditsioonilise mudeli ees ning anda taust arendatavale süsteemile ja teha selgeks millist funktsionaalsust on laohaldussüsteemil vaja.

3.1 Tarneahelate haldamine ja juhtimine (*Supply chain management*)

Tarneahelaks (*supply chain*) nimetatakse organisatsioonide ja tegevuste kogumit, mille toode peab läbima selleks, et jõuda algtootja juurest lõpptarbijani. Erinevatel toodetel või materjalidel võib olla erineva keerukuse ja pikkusega tarneahel. Tarneahelas on organisatsiooni vaatenurgast kliendid ja tarnijad. Tarnijad asuvad organisatsioonist ülesvoolu ja kliendid allavoolu (Joonis 1) [1].



Joonis 1. Tarneahela vool (autori koostatud)

Tarneahel (*supply chain*) koosneb tarnijatest, tootmiskeskustest, ladudest, jaotuspunktidest ja lõppmüüjatest ning lisaks toorainetest, tootmisjärgus toodetest ja valmistoodetest mis on parasjagu liigutamisel ühest punktist teise [2].

Tarneahela juhtimise (*SCM*) eesmärk on tagada õigete toodete kohaletoimetamine õigetes kohtadesse õiges hinnas ja koguses [3]. Lisaks on tarneahela juhtimise eesmärk

töötada välja ja rakendada võimalikult tõhusad ja ökonoomsed tarneahelad et saavutada konkurentsieelis turul [4].

Tarneahela juhtimise juures on suur roll varude juhtimisel (*inventory management*). Varud on füüsiliste objektide kogum, mida ettevõtte tegevuse tarbeks transporditakse, hoiustatakse, tarbitakse, pakitakse, teisaldatakse või müüakse. Tarneahela efektiivse juhtimise vaatenurgast on tähtis hoida nii vähe varusid kui võimalik ja niipalju kui vajalik [5].

Efektiivsusest rääkides peame esmalt seletama lahti ka kaks mõistet – mõjususe ja tõhususe, kuna see on üks koht, kus ettevõtted sattuvad raskustesse, sest ei suuda kahel vahet teha.

3.1.1 Tarneahelate tõhusus (*efficiency*)

Tarneahela tõhususe all peame silmas ettevõtte siseseid protsesse. Tõhusus tuleneb sellest, kas ettevõtte ressursse kasutatakse kõige optimaalsemal ja mõistlikumal viisil. Tõhusus ei keskendu kliendi rahulolule vaid ettevõtte enda tööprotsessidele [6]. Teiste sõnadega tõhusus vaatab kas asju tehakse ettevõttes õigesti.

Peab meeles pidama, et tarneahela tõhusus ei garanteeri mõjusust. Tarneahel võib olla väga tõhus ja madalate kuludega, kuid mõjususe saavutamiseks on vaja tagada ka kliendi rahulolu [7].

3.1.2 Tarneahelate mõjususe (*effectiveness*)

Tarneahela mõjususe tuleneb otseselt sellest, kuidas see mõjutab ettevõtte väliseid tegutsejaid. See tähendab, kui hästi suudab ettevõtte täita kliendi vajadusi ja tagada kliendi sujuv töö [6]. Teiste sõnadega kas ettevõtte teeb õigeid asju, neid mis on olulised tema partneritele.

3.2 Traditsiooniline kaubavarude juhtimine

Traditsioonilise tarneahela struktuur on välja kujunenud kahel põhjusel. Esiteks kuna iga ettevõtte tahab omada kontrolli enda varade üle. Teisalt aga selle tõttu, et veel mõnda aega tagasi ei olnud majanduslikult soodsat võimalust korraga ja kiiresti palju informatsiooni ettevõtete vahel jagada. Seega traditsioonilises tarneahelas on tavapärane, et iga tegutseja tarneahela ketis, tellib endale vajalike varusid puhtalt enda müügitulemuste või

laoseisude põhjal [8]. Ainus informatsioon mida üks ettevõtte teise kohta teab, on tellimuspaber [9].

Traditsioonilises tarneahelas vastutab iga ettevõtte oma varude tellimise, tootmise ja haldamise eest ise. Iga ettevõtte tarneahelas peab leidma vastuse küsimusele: „Kui palju varusid tellida, et tagada pidev müük/tootmine (müüja vaatenurgast) või tarnimisvõimekus (tarnija vaatenurgast)“ [8]. Sellele vastatakse enamasti müügitulemuse põhjal (tootja, müüja) või tellimuspaberi põhjal (tarnija).

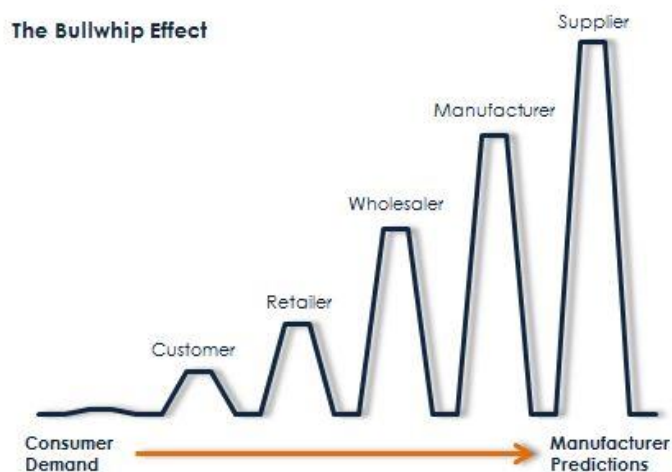
Traditsioonilised varude haldussüsteemid üritavad varusid juhtida parandades müügiprognooside täpsust või puhvervarude suurust. Samas on aga näha, et suur osa varude haldamisprobleemidest tuleneb vähesest või ebatõhusast infovahetusest partnerite vahel [10].

Iga lüli tarneahela ketis omab informatsiooni vaid enda otsese kliendi soovide kohta, kuid ei oma mingit informatsiooni lõppkliendi soovide kohta. Selline informatsiooni puudulikkus tekitab traditsioonilises tarneahelas palju probleeme [8].

Üks suurim probleem sellise tarneahela lahenduse puhul on *Bullwhip effect* – idee mis pärineb 1961. aastal avaldatud Jay Forresteri raamatus „Industrial Dynamics“, seetõttu on seda nimetatud ka Forresteri efektiks.

Bullwhip effect näitab kuidas tellimused, mis on müüjalt tarnijale saadetud, ei peegelda korrektselt lõppmüüki vaid tekitavad väga suuri kõikumisi varude suurustes võrreldes reaalse müügiga (Joonis 2). Kusjuures mida kaugemale ülesvoolu tellimus liigub seda suuremaks muutuvad kõikumised varude suurustest [11].

Kui me vaatleme tarneahelat, siis traditsioonilises tarneahelas liigub informatsioon ülesvoolu tellimuste näol. See aga tekitab moonutusi tellimuste suurustes ülesvoolu liikudes ning tellimuste hulk ei vasta enam tegelikkusele [12].



Joonis 2. Bullwhip effect illustreerib kuidas ülesvoolu tarneahelas liikudes tellimuste numbrid suurenevad märgatavalt ning ei peegelda enam reaalset kliendi vajadust [13]

3.3 Tarnija juhitud kaubavarud

Tarnija juhitud kaubavarud ehk VMI (*Vendor managed inventory*) on üks enimlevinumaid partnerlussuhte vorme, parandamaks tarneahela tõhusust ettevõtete vahel. See leidis laialdast tunnustust 1980-ndatel kui kontseptsiooni juurutasid edukalt oma protsessidesse Walmart ja Procter & Gamble [14].

VMI on tarneahela juhtimise strateegia, kus kohustus hallata kliendi ladu on antud tarnijale [8]. Kliendi laovarude täiendamise vastutus on täielikult tarnija või tootja õlgadel. Tarnija jälgib pidevalt kliendi laovaruseid ning vastavalt sellele teeb otsuseid millal, kuidas ja kui palju kaupa juurde tellida arvestades kliendi laoseisu, tellimusi, transpordiaega ja ajastust [14].

Tarnija teeb tellimisotsuseid info põhjal, mida enne VMI rakendamist kasutas klient, et teha tellimisotsuseid. Seega VMI puhul on tarnijal koheselt parem ülevaade kliendi reaalsest vajadusest, mis omakorda tagab parema varude juhtimise terves tarneahelas. Selle tulemusena suudab tarnija siluda varude juhtimisel tekkivat *Bullwhip*'i efekti ning seda just tänu reaalse vajaduse ja kliendi varude nähtavusele [15]. VMI eduka rakendamise eelduseks on pidev, kiire ja tõhus infovahetus tarnija ja kliendi vahel [5]. Klient peab andma tarnijale ligipääsu laoseisule ja kauba vajaduse andmetele ning lisaks peavad osapooled kokku leppima ka kindlas kauba koguses, mis peab kliendile koguaeg kättesaadav olema [16].

VMI rakendamisel nähakse tihti eeliseid kõikidele seotud osapooltele (Tabel 1) kuigi see võib tarnija jaoks olla pikem protsess, sest tarnija peab kohanema uue süsteemiga ja võtma senisest rohkem vastutust.[17].

Tabel 1. Eelised osapooltele VMI partnerluses (Autori tõlgitud, allikas [18])

Klient	Tarnija	Mõlemad
Vähendatud laovarud	Kliendi müügitulemuste nähtavus muudab tellimuste ennustamise lihtsamaks	Vähem vigu info edastamisel ja kiirem info liikumine
Harvemad laopuudujäägid	Vähem vigaseid tellimusi	Tugevam partnerlussuhe ettevõtete vahel
Õigeaegsed tarned	Laoseisu nägemise tulemusena on võimalik välja selgitada prioriteetsed tooted	Tellimuste ajaline etteaimatavus ja stabiilsus
Tarnimisega seotud töö vähenemine ja sellest tulenevalt vähenenud kulud		

VMI rakendamiseks on vaja vahetada suurt hulka informatsiooni ja sagedasti. Selle saavutamiseks kasutavad ettevõtete infosüsteemid EDI süsteeme [5]. Eesti üks suurimaid EDI teenuse pakkujaid on Telema AS, kes ühendavad 1000 tarnijat ja 3000 klienti [19].

3.3.1 VMI konsignatsiooni ladustamisega

Konsignatsiooniladu (*consignment stock*) tähendab, et isegi kui tarnija on kliendile lattu saadetise toonud, on selle konkreetse saadetise omanik endiselt tarnija nii kaua, kuni klient reaalselt kauba laost kasutusse võtab. Konsignatsiooniladu iseenesest aga ei ole VMI süsteem, sest kauba tellimisprotsesse see ei muuda [20].

VMI saab siduda konsignatsiooniga. Sellises süsteemis tegeleb varude tellimisega tarnija ja kõik tarnija poolt saadetud varud kliendi laos endiselt tarnija omad, niikaua kuni klient neid reaalselt kasutab – sellest hetkest muutub kaup kliendi omaks ning vastavalt tehakse ka arve [5]. See on ka üks selle töö eesmärke.

4 Süsteemi nõuete ja eesmärkide paika panemine

Selles peatükis pannakse kirja süsteemi funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded tuginedes IEEE ja ISO standardile ISO/IEC TR 19759:2015 (SWEBOK) mis käsitleb tarkvara arendust ja tarkvara arenduse nõudeid. Tarkvara nõue on konkreetne süsteemi omadus, mis peab aitama lahendada elulist probleemi. [21]

4.1 Toote nõuded

Eelnevast peatükist lähtuvalt saab paika panna, milline peab soovitud laohaldussüsteem olema. Laohaldussüsteem peab teostama VMI funktsionaalsust, ehk hoidma ülevaadet kliendi laost ning võimaldama automaatset laoülevaadet teenusepakkujale. Lisaks sellele peab laohaldussüsteem võimaldama teostada müüki, sest tegu on mitte lihtsalt VMI-ga vaid VMI koos konsignatsioonilaoga. Seega, peab laohaldussüsteem võimaldama näha ülevaadet teostatud müükidest – ehk teisisõnu hoidma ülevaadet sellest, mida klient realselt laost võtnud on. Võib öelda, et laohaldussüsteem käitub olemuslikult ka kui müügipunktina .

Kavandatav laohaldussüsteem peab võimaldama hoida ülevaadet Kliendi laoseisust hoides ülevaadet erinevatest kaupadest, võimaldades tooteid lisada ja eemaldada.

Süsteem peab olema suuteline infot salvestama struktuursel moel nii, et seda oleks võimalik süsteemist välja eksportida.

4.2 Süsteemi eesmärgid

- Saada ülevaade kliendi laoseisust.
- Saada ülevaade müüdud kaupadest.
- Võimaldada süsteemi kaupu juurde lisada.
- Teostada müüki

- Võimaldada koostada müügiraporteid ja ülevaadet müügiraportitest.
- Võimaldada edastada teavet teenusepakkuja ERP süsteemi.
- Teostada inventuuri
- Eristada kasutajaid

4.3 Teenusepakkuja eesmärgid

- Hallata kliendi ladu
- Omada ülevaadet kliendi laost
- Arveldada automaatselt kliendiga
- Müüa läbi süsteemi kliendile tooteid
- Teenida kasumit

4.4 Funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded

4.4.1 Funktsionaalsed nõuded

- Süsteem peab andma ülevaate kliendi laoseisust kuvades ja salvestades laohetkeseisu.
- Süsteem peab salvestama kliendi ostutehinguid.
- Süsteem peab võimaldama lattu õigeaegselt kaupa juurde lisada.
- Süsteem peab eristama kasutajaid.
- Süsteem võimaldab sisse logida.
- Süsteem peab võimaldama kasutajaid juurde lisada, eemaldada ja õigusi muuta.
- Süsteem peab näitama lattu toodud kaupade ajalugu
- Süsteem peab võimaldama konkreetse kauba kohta infot lugeda ja saada.

- Süsteem peab võimaldama laost kaupa eemaldada.
- Süsteem peab võimaldama koostada eraldi tabeli, mille abil on võimalik inventuuri teha.
- Süsteem peab võimaldama saata infot regulaarselt välisesse komponenti või andmeid struktuursel kujul eksportima.

4.4.2 Mittefunktsionaalsed nõuded

- Süsteem peab registreerima skaneeritud toote ühe sekundi jooksul.
- Süsteem peab infot talletama organiseeritud kujul.
- Süsteem peab olema võimeline suhtlema väliste komponentidega.
- Süsteem peab olema lihtsasti ligipääsetav.
- Süsteemil peab olema UI.
- Süsteem peab olema turvaline.
- Süsteemi peab olema võimalik installeerida ühe päevaga.

4.5 Kasutatav riistvara

Funktsionaalsetest nõuetest selgub, et terviksüsteem peab suutma: salvestada ja hoiustada andmeid, võimaldada infot sisestada, kustutada ja muuta, tekitada vajadusel vaateid juurde, toetada graafilist kasutajaliidest, lugeda triipkoode kasutades selleks ühendusega triipkoodilugerit ja ennast võrguga ühendada.

Olgugi et prototüübi valmistamine pole selle töö eesmärk tasub ära mainida, et sellise funktsionaalsuse saab kasutades tavalist triipkoodilugerit mis on võimeline arvutiga ühenduma. Näiteks on töö autor ja juhendaja mõelnud hetkel Raspberry Pi 3 peale, mis võimaldab endaga triipkoodilugerit ühendada. Andmete hoiustamine ja vaadete loomine võiks toimuda MS Exceli põhjal. Sellest tulenevalt on näha, et riistvaraliselt pole vaja teha lisainvesteeringuid laotaristusse.

5 Lahenduse arhitektuur

Selles peatükis paneb autor kirja põhiobjektid ja -protsessid, koostab kontseptuaalse mudeli ning äri-, rakenduste- ja tehnilise kihi arhitektuurid. Lisaks paneb kirja kasutusjuhud ning koostab kasutusjuhtude diagrammi. Peale selle paneb autor paika ka süsteemi kasutajad ja rollid.

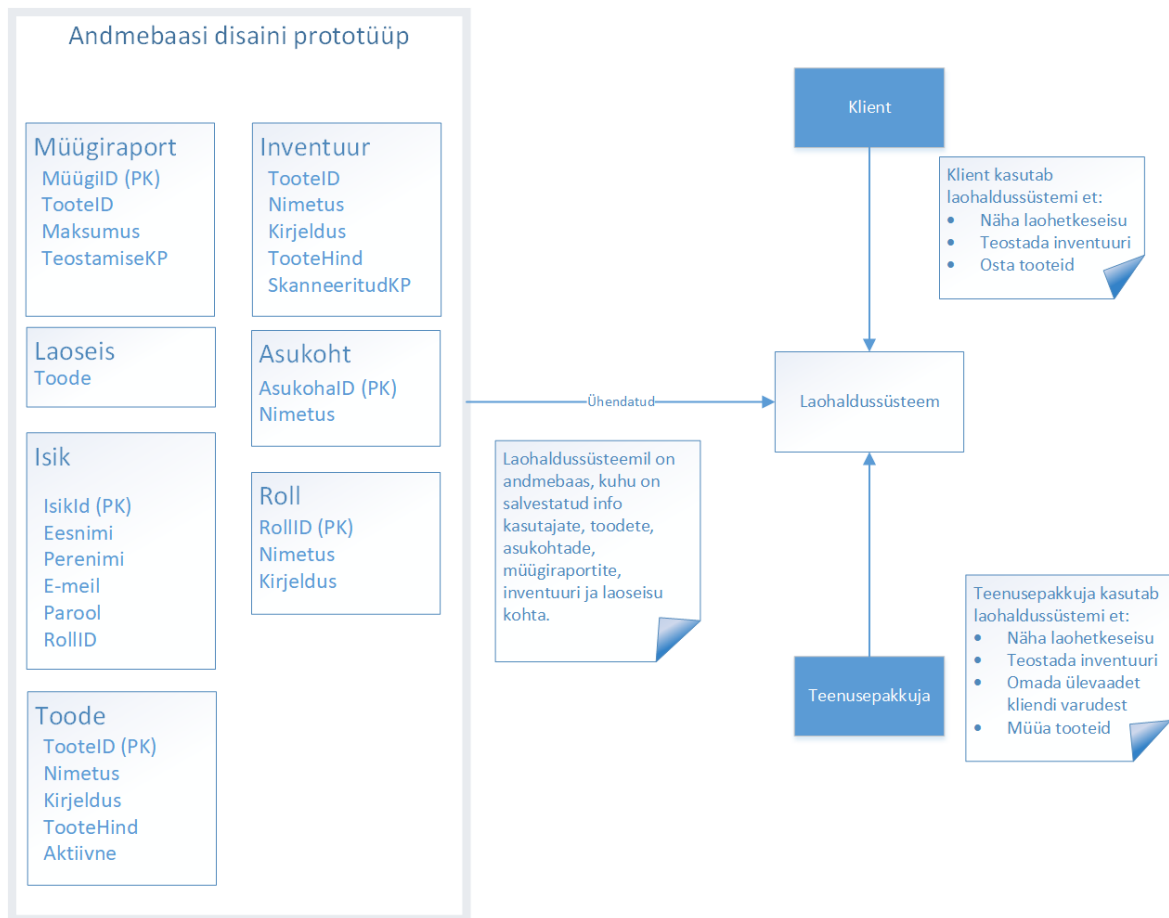
5.1 Põhiobjektid

- Toode
- Lao asukoht
- Isik
- Roll
- Müügiraport
- Inventuur
- Ladu

5.2 Üldine süsteemi mudel

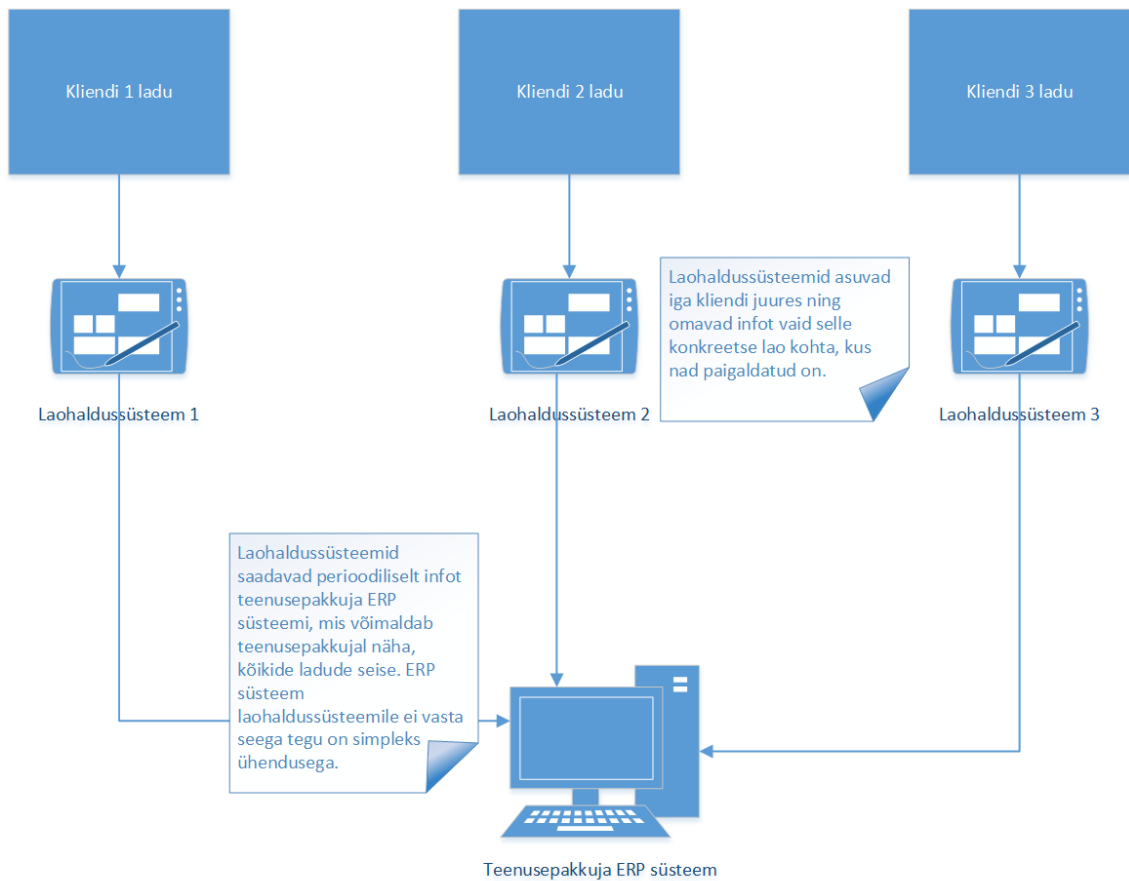
Üldise süsteemi toimimise paneb paika järgnev joonis (Joonis 3.). Süsteemis on kaks tegutsejat Klient ja Teenusepakkuja. Mõlemad tegutsejad kasutavad ühte ja sama füüsilist süsteemi mis paigutatakse Kliendi lao asukohta ning määratakse ka vastavalt ära. Klient kasutab süsteemi põhiliselt ühel eesmärgil, et osta tooteid, kuid saab kasutada süsteemi ka lao ülevaate saamiseks ja inventuuri teostamiseks. Teenusepakkuja kasutab süsteemi peamiselt selleks, et näha kliendi lao hetkeseisu ning vajadusel tooteid juurde tuua. Peale selle kasutab teenusepakkuja süsteemi veel selleks, et teostada toodete müüki ja inventuuri. Kogu süsteem ise on seotud andmebaasiga, mis jookseb samal seadmel kuhu ta on paigaldatud. Iga konkreetne toode (laohaldussüsteem) on eraldiseisev, see tähendab

et erinevates asukohtades olevad süsteemid omavahel ei suhtle küll aga on võimalik erinevates ladudes olevaid süsteeme siduda teenusepakkuja ERP süsteemiga.



Joonis 3 Laohaldussüsteemi üldine mudel

Joonis 4 annab ülevaate kuidas eluliselt süsteemid jaotunud on ja omavahel suhtlevad. On näha, et teenusepakkujal on oma ERP süsteem, mille abil nad oma tooteid haldavad. Kliendi juurde on aga paigaldatud toode (laohaldussüsteem) mis ei sunni klienti tööpõhiprotsesse ERP-iga siduma. Iga kliendi juures asuv toode teab infot vaid enda laos olevatest toodetest ja enda kliendi ostudest. Perioodiliselt aga saadavad nad infot teenusepakkuja ERP süsteemi. NB! See kuidas toimub infovahetus ERP süsteemi ja laohaldussüsteemi vahel pole selle töö eesmärk ja selle eest vastutab Hammerjack, kes loob vastavad kanalid ise.



Joonis 4 Üldine kommunikatsiooni mudel

5.3 Põhiprotsessid

- Töötaja registreerimine
- Sisse logimine
- Kauba lisamine
- Kauba eemaldamine
- Müügi registreerimine
- Müügi tühistamine
- Inventuuri koostamine
- Müügiraporti koostamine

- Müügiraporti uuendamine
- Laoseisu saatmine
- Laoseisu uuendamine

5.4 Tegutsejad ja rollid

Süsteemis on kaks tegutsejat kes täidavad nelja rolli.

Tegutsejad

Tegutseja 1 : Klient – Ettevõtte töötaja kes teenust sisse ostab.

Klient täidab kolme rolli: Ostja, Laohaldur ja Inventuuri tegija. Klient ei saa lattu tooteid juurde lisada.

Tegutseja 2: Teenusepakkuja (Ettevõtte kes teenust pakub) töötaja.

Teenusepakkuja täidab kahte rolli: Laohaldur, Inventuuri tegija ja Lao täitja. Teenusepakkuja ei saa laost tooteid osta.

Rollid

Roll 1 : Ostja – Inimene kes kasutab süsteemi selleks, et kaupa osta. Kauba ostmiseks kasutab ta graafilist kasutajaliidest ja skannerit mille abil õige toode ostuks registreerida.

Roll 2 : Laohaldur - Inimene kellel on ligipääs laoseisu andmetele ning saab seda läbi graafilise kasutajaliidese vaadata.

Roll 3 : Lao täitja – Inimene kes saab süsteemi kaudu lattu kaupa juurde lisada.

Roll 4: Inventuuri koostaja - Inimene kes saab süsteemi kaudu, kasutades skannerit lugeda laos olevaid tooteid inventuuri tabelisse, et võrrelda lao tegelikku seisuga süsteemis olevaga.

5.5 Asukohad

- Ladu asub Kliendi poolt hallatavates ruumides, kuhu paigaldatakse laohaldussüsteem.
- Teenusepakkuja külastab vastavalt vajadusele Kliendi ladu, et sinna kaupa juurde viia või süsteemi parandusi teostada.

5.6 Kasutusjuhud

Järgnevalt on paika pandud kõik kasutusjuhud. Kasutusjuhtude kohta on ka selgitav joonis (Joonis 5).

Kasutusjuht: Osta toode

Tegutsejad: Klient

Kirjeldus Klient skaneerib laost toote, kasutades triipkoodilugerit mis on teenusepakkuja poolt sinna paigaldatud ja süsteemiga ühendatud, ning seejärel lisatakse toote andmed jooksvasse müügiraportisse. Reaalne arve saadetakse teenusepakkujale perioodiliselt ning selles lepivad teenusepakkuja ja klient omavahel lepingus kokku.

Kasutusjuht: Logi sisse

Tegutsejad: Klient või Teenusepakkuja (edaspidi subjekt)

Kirjeldus Subjekt identifitseerib ennast. Selleks sisestab ta kasutajanime ja parooli. Süsteem autendib subjekti, st. kontrollib subjekti väidetavat identiteeti. Kui subjekt on autenditud (isik on tuvastatud ja identiteet kontrollitud), siis lubatakse subjekt süsteemi siseneda, vastasel juhul mitte. Vastavalt subjekti rollile süsteemis, mis on eelnevalt määratud teenusepakkuja poolt, saab subjekt laohaldussüsteemis toiminguid teostada.

Kasutusjuht: Registreeri kasutaja

Tegutsejad: Teenusepakkuja

Kirjeldus Süsteemi lisatakse uus inimene, kes saab ligipääsu ja õiguse kasutada süsteemi. Teenusepakkuja lisab süsteemi juurde kasutajaid, kellel on õigus toiminguid süsteemis teostada. Teenusepakkuja määrab ka uue kasutaja rolli süsteemis.

Kasutusjuht: Lisa toode lattu

Tegutsejad: Teenusepakkuja

Kirjeldus Teenusepakkuja skaneerib toote kasutades triipkoodilugurit ning seejärel lisatakse toote andmed laoseisu tabelisse. Selle toimingu eesmärgiks on tooteid lattu juurde tuua, mis on äriiselt teenusepakkuja vastutus, seega klient seda toimingut teostada ei saa.

Kasutusjuht: Loe toode inventuuri

Tegutsejad: Teenusepakkuja või Klient (edaspidi subjekt)

Kirjeldus Subjekt loeb skaneerib toote kasutades triipkoodilugurit ning toode lisatakse inventuuri tabelisse. Inventuuri saavad teostada nii Teenusepakkuja, kelle huvi on vältida vargust Kliendi poolt ja Klient kelle huvi samuti vältida vargust kuid oma ettevõtte siseselt. Inventuuri loetud tooted lisatakse andmebaasis inventuuri tabelisse ning seda on võimalik pärast lao hetkeseisuga võrrelda.

Kasutusjuht: Loe toote info

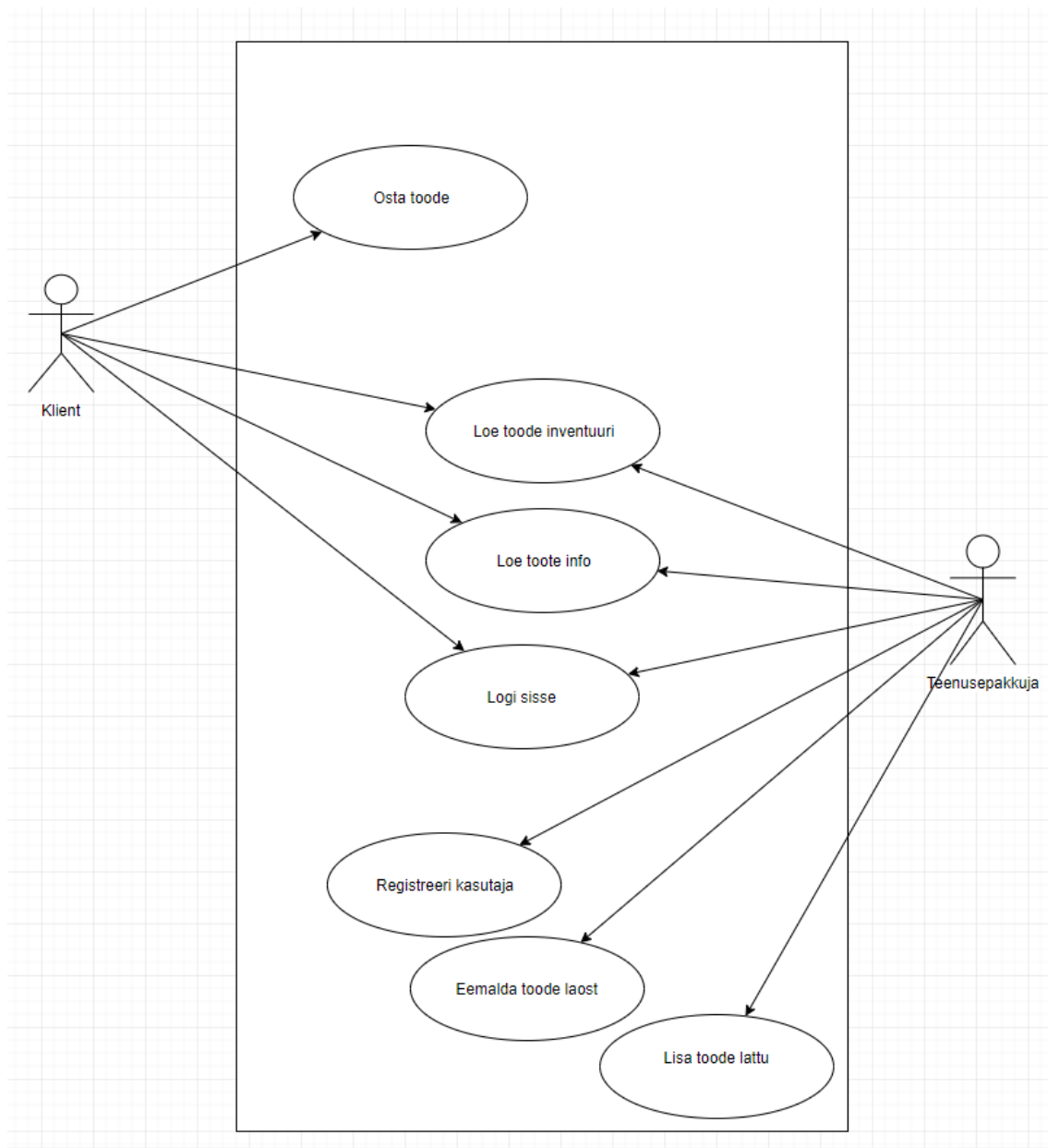
Tegutsejad: Teenusepakkuja või Klient (edaspidi subjekt)

Kirjeldus Subjekt loeb skaneerib toote kasutades triipkoodilugurit ning talle kuvatakse kasutajaliideses toote andmed. Eesmärgiks on kindlaks teha toote omadused.

Kasutusjuht: Eemalda toode laost

Tegutsejad: Teenusepakkuja

Kirjeldus Teenusepakkuja skaneerib toote ning toode eemaldatakse laost ilma müügitehingut teostamata. Teenusepakkujal on õigus tooteid laost eemaldada ja neid mujale viia. Klient seda toimingut teostada ei saa.



Joonis 5. Kasutusjuhtude diagramm

5.7 Ärikiht

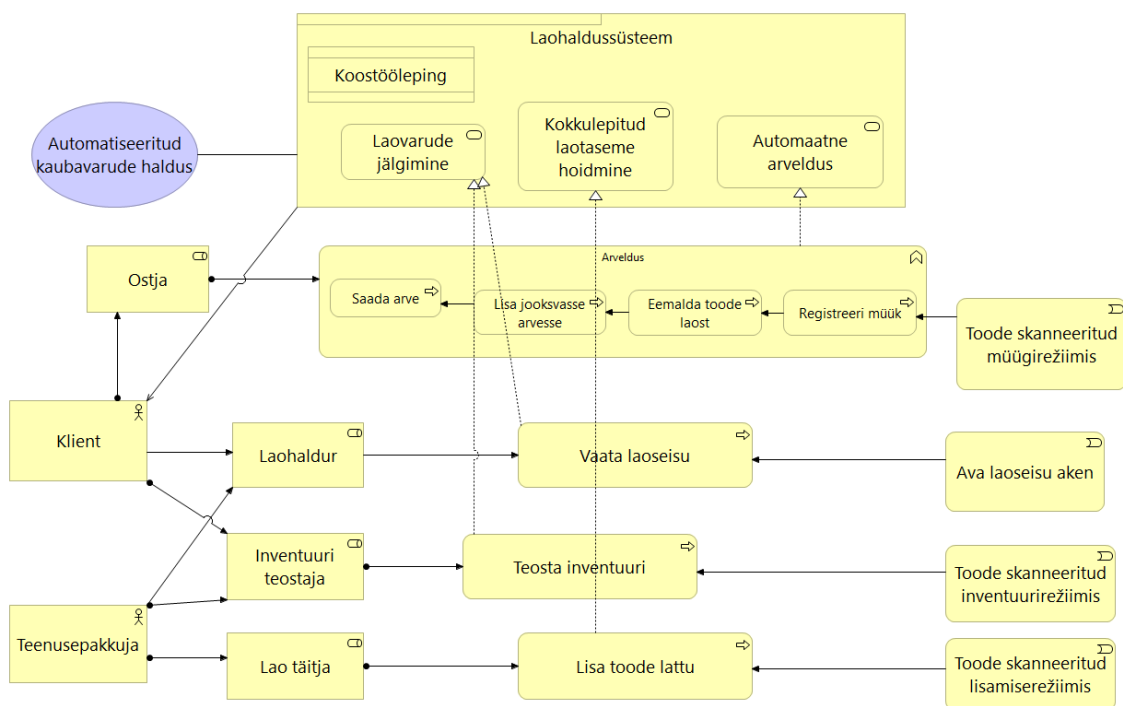
Ärikihis saame vaadata lao jälgimissüsteemi kui üht terviklikku toodet, mis pakub kliendile nelja teenust: laovarude jälgimist, kokkulepitud laotaseme hoidmist, automaatset kaubavarude täiendamist ja automaatset arveldamist. Toote kasutamiseks sõlmivad teenusepakkuja (Hammerjack) ja klient omavahel koostöölepingu.

Ärikihis on kaks tegutsejat, klient ja teenusepakkuja, ja kolm rolli kes teostavad kolme protsessi milleks on müügi registreerimine, inventuuri teostamine ja toote lattu lisamine. Kõigi protsesside teostamiseks kasutatakse skannerit mis on kirjeldatud tehnilises kihis.

Klient saab teostada müügitehingu skaneerides laost toote skanneriga müügirežiimis. Süsteem toimib selliselt, sest oma olemuselt on tegu konsignatsioonilaoga – ehk tooted laos kuuluvad teenusepakkujale niikaua, kuni klient neid realselt kasutab.

Klient ja teenusepakkuja saavad teostada inventuuri skaneerides laos oleva toote skanneriga inventuurirežiimis. See võimaldab laoseisu ülevaadet koostada nii teenusepakkujal kui kliendil endal.

Teenusepakkuja saab lattu tooteid juurde lisada skaneerides toote skanneriga lisamisrežiimis. Ärikihi mudel on kirjeldatud diagrammina (Joonis 6)



Joonis 6. Ärikihi diagramm

5.8 Rakenduste kiht

Rakenduste kihis toimub kommunikatsioon laohaldussüsteemi ja teenusepakkuja ERP süsteemi vahel. Laohaldussüsteem on kliendi laos asuva riistvara peal asuv tarkvara, millel on olemas graafiline kasutajaliides. (Joonis 7)

Tarkvara realiseerib nelja protsessi mis tulenevad ärikihi nõuetest.

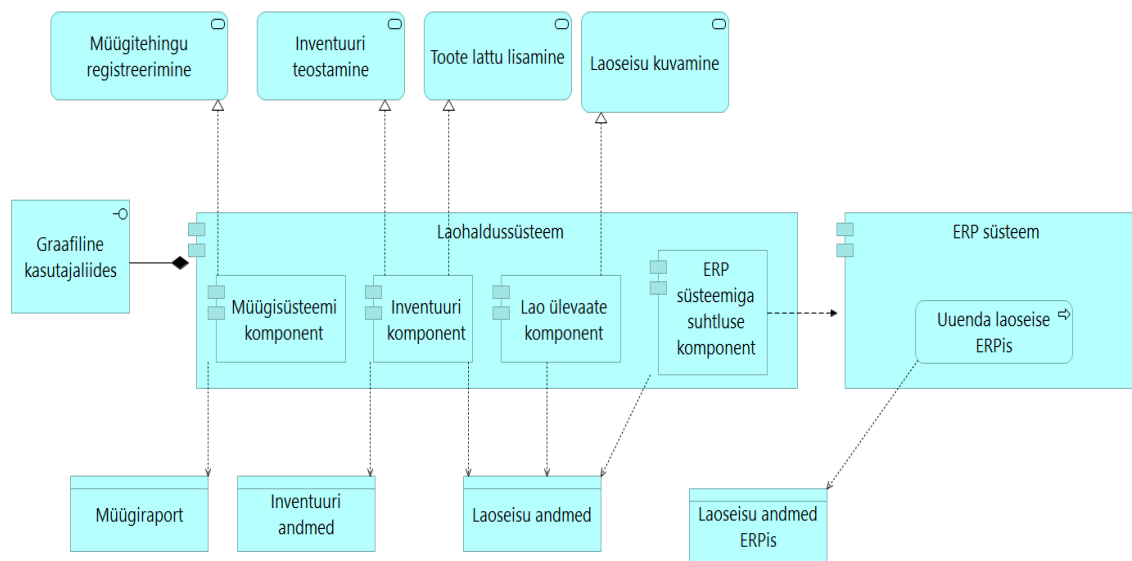
1. Tarkvara oskab registreerida müügitehingu
2. Tarkvara oskab lugeda toote inventuuri tegemiseks
3. Tarkvara suudab toote lattu lisada
4. Tarkvara hoiustab ja kuvab kogu laoseisu

Kogu laohaldussüsteem koosneb neljast komponendist.

1. Müügisüsteemi komponent: Vastutab arvetega seotud toimingute eest. Koostab, saadab ja uuendab müügiraporteid. Võimaldab vaadata jooksvaid ja eelnevaid müügiraporteid.
2. Inventuuri komponent: Vastutab inventuuri teostamise eest. Võimaldab koostada ajutist tabelit, kuhu triipkoodiluger saadab infot loetud toodetest. Võimaldab pärast inventuuri loenduse lõpetamist võrrelda laohetkeseisu tabeliga, et avastada puudu- või ülejääke. Lisaks saab läbi selle komponendi tooteid lattu juurde lisada.
3. Lao ülevaate komponent: Vastutab laohetkeseisu talletamise ja kuvamise eest.
4. ERP süsteemiga suhtluse komponent (valikuline): Välja arendatult, võimaldab see komponent siduda teenusepakkuja ERP süsteemi laohaldus süsteemiga ja saata laoinfot edasi. NB! Selles töös eeldame, et seda komponenti pole vaja, küll aga on see tuleviku mõttes kasulik välja arendada.

Arvuti peal olev programm saadab perioodiliselt, kuid mitte reaajas raporteid teenusepakkuja ERP süsteemi, et anda ülevaade laoseisust teenusepakkujale. See tagab selle, et süsteem ei pea olema pidevas ühenduses, säästes arendusaega ja ressursi kasutust.

Vastavalt ettevõtte Hammerjack nõudmisele ei ole selle töö eesmärgiks kirjeldada, kuidas kaks süsteemi omavahel suhtlevad – selle integratsiooni eest vastutab ettevõtte ise.



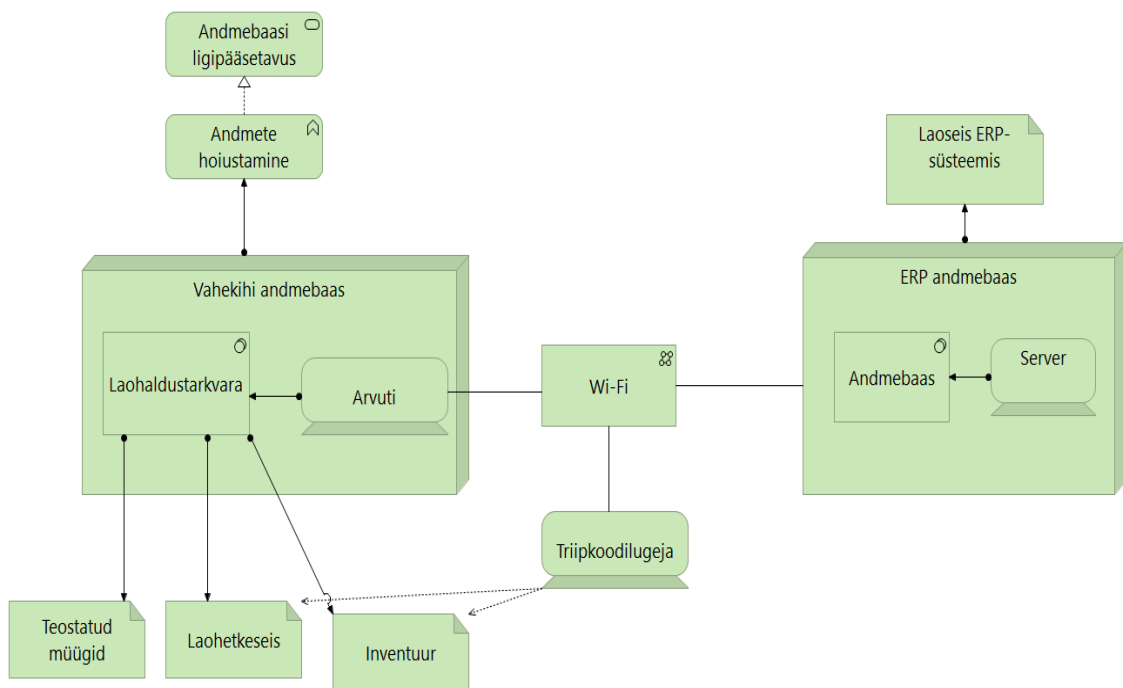
Joonis 7 Rakenduste kihi diagramm

5.9 Tehniline kiht

Lahenduse realiseerimiseks on tehnilises kihis vaja kahte sõlmpunkti. Esiteks on vaja kliendi laos olevat vahekihti ja teiselt poolt teenusepakkuja enda ERP süsteemi andmebaasi. Teenusepakkuja poolse ERP süsteemi ja vahekihi suhtlust ei ole vaja selles töös kirjeldada, kuna sellega tegeleb ettevõtte Hammerjack ise.

Kliendi laos asuv sõlmpunkt käitub kui andmebaasina, mis võiks olla kahekihiline näiteks MSSQL ja Redis tarkvara kasutatav – need tagavad suure kiiruse. Küll aga pole sisulist vahet mis süsteemi kasutada andmete hoiustamiseks, Hammerjackile on aga tähtis, et info salvestamine ja lugemine toimuks väga kiiresti.

Süsteem koosneb kahest komponendist. Esiteks arvuti mis on võimeline graafilist liidest näitama, on kerge ja lihtsasti paigaldatav ning programmeeritav. (näiteks sobib selleks ka Raspberry Pi) Teiseks on aga tarvis triipkoodilugerit (eelistatavalt juhtmevaba) mis on ühendatud arvutiga läbi Wi-Fi. Skanneriga loetakse konkreetseid tooteid, ning info salvestub automaatselt arvutisse mille peale on installeeritud rakenduste kihis kirjeldatud laohaldus tarkvara. Sealt salvestatakse info edasi andmebaasi, kust seda on võimalik hiljem kätte saada ja kuvada. Tehniline kiht on kirjeldatud ka diagrammil (Joonis 8)



Joonis 8 Tehniline kihi diagramm

Kokkuvõte

Hetkel on VMI teenusepakkumine väga mahukas, pikaajaline, kulukas ja riskantne ettevõtmine, sest nõuab mahukaid integratsioone, erilist riistvara ja ettevõtete vahelise kommunikatsiooni paika panemist. Seepärast ei ole sageli väikestel ettevõtetel võimalust teenust kas pakkuda või teenuse klient olla. Samas on üheselt selge, et VMI rakendamine suurendab oluliselt tarneahelate tõhusust ja mõjusust, mida nii tarnijad kui tellijad soovivad. Lisaks on probleem, et praegused VMI süsteemid ei ole kaasaskantavad ja kompaktsed. Lahendusena saab töös välja toodud arhitektuuri põhjal arendada laohaldussüsteemi, mille saab paigaldada erinevatesse ladudesse ning mis saadaksid tsentraalsesse süsteemi perioodiliselt infot. Selle asemel, et iga teenusepakkuja uus klient peaks oma ettevõttes juurutama ERP süsteemi, et teenusepakkuja ERP süsteemiga andmeid vahetada, piisab vaid väikesest riistvaralisest komponendist, mis on võimeline ERP süsteemiga suhtlema. See tähendab, et klient ei pea oma tööprotsessides suuresti midagi muutma – asi mida ERP süsteem tihti nõuab.

Töö eesmärgiks oli koostada kaasaegsema VMI süsteemi arhitektuur ja analüüs ning see sai ka teostatud. Uurides probleemi tausta lähemalt selgus, et VMI peab täitma vaid nelja kindlat funktsiooni ning selle rakendamiseks sobib põhimõtteliselt ka miniarvuti nagu Raspberry Pi mis on ühendatud triipkoodilugeriga. Sellest tulenevalt saab järeldada, et VMI funktsionaalsust pakkuva süsteemi realiseerimiseks pole tarvis eraldi laotaristut, vaid piisab läbimõeldud süsteemist, mis kasutab ära kaasaegset riistvara nagu mikroarvutid ja juhtmevabu skannereid.

Töö käigus tuli pidevalt läbi mõelda terviklik lahendus. Näiteks tuli välja, et süsteemi puhul tuleb korralikult läbi mõelda kasutajate õigused, autentimine ja lisamine – millele algselt ei mõeldud. Teisalt tuleb panna rõhku toodete identifitseerimise meetodile ja mõelda hinna ja efektiivsuse tasakaalule. Näiteks soovis esmalt Hammerjack, et kõik tooted võiksid olla seotud RFID tehnoloogiaga kuid lõpuks jõuti järeldusele, et odavam ja efektiivsem on kasutada tavalist triipkoodilugejat ja triipkoode. Lisaks tuleb korralikult

läbi mõelda millist funktsionaalsust vajab klient ja millist teenusepakkuja kuid see peaks paika pandama teenusepakkuja ja kliendi lepingus, sest klientide huvid on erinevad.

Edasiseks analüüsiks võiks tehnilisest vaatest paika panna, millised peavad olema kasutajaliidese vaated teenusepakkujale ja kliendile, kuidas teha liidestus ERP süsteemiga ning kindlasti millise riistvara kasutamine oleks sellise süsteemi jaoks kõige optimaalsem. Majanduslikust vaatest aga tasuks uurida kui paljud ettevõtted sooviksid reaalselt sellist süsteemi kasutada, mis oleks sellise süsteemi tasuvusaeg ning kui suurt investeeringut nõuaks see teenusepakkujalt välja arendamiseks ning potentsiaalselt kliendilt, et teenust osta.

Kasutatud kirjandus

- [1] D. Waters, *Supply Chain Management An Introduction To Logistics* Second Editon, 2009.
- [2] Supply Produce Distribute Sell, „Introduction to supply chain management,“ 1999.
- [3] A. J. V. Gerad J. Burke, *Supply Chain Management*, 2004.
- [4] Investopedia, „Investopedia,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/s/scm.asp>. [Kasutatud 15 5 2018].
- [5] M. Lepasalu, *Tarnija juhitud kaubavru kontseptsiooni rakendamise Eesti elektroonika- ja elektriseadmete tootmisettevõtete näitel*, Tartu, 2013.
- [6] D. Shtemberg, „Handshake,“ 12 4 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.handshake.com/blog/supply-chain-efficiency-vs-effectiveness/>. [Kasutatud 15 5 2018].
- [7] PLS Logistics, „PLS logistics,“ 15 11 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://info.plslogistics.com/blog/supply-chain-management-best-practices-efficiency-effectiveness>. [Kasutatud 15 5 2018].
- [8] D. S.M.Disney, „The effect of vendor managed inventory (VMI) dynamics on the Bullwhip Effect in supply chains,“ *International Journal of Production Economics*, kd. 85, nr 2, pp. 199-215, 2003.
- [9] M. F. Gérard P. Cachon, „Supply Chain Inventory Management and the Value of Shared Information,“ *Management Science*, kd. 46, nr 8, pp. 1032-1048, 2000.
- [10] Orchestro, „SupplyChain247,“ 23 2 2015. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.supplychain247.com/article/the_problem_with_traditional_inventory_management . [Kasutatud 15 5 2018].
- [11] AdaptALift Group, „Aalhysterforklifts,“ 2 4 2012. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/what_is_the_bullwhip_effect_understanding_the_concept_definition. [Kasutatud 15 5 2018].
- [12] H. L. Lee, V. Padmanabhan ja S. Whang, „Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect,“ *Management Science*, kd. 43, nr 4, p. 546, 1997.
- [13] G. O’Callaghan, „Coriolis Consulting,“ Coriolis Ltd, 14 8 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://coriolis.co.uk/the-implication-of-the-bullwhip-effect/>. [Kasutatud 15 5 2018].
- [14] M. Waller, M. E. Johnson ja T. Davis, „Vendor-managed inventory in the retail supply chain,“ *Journal of Business Logistics*, kd. 20, nr 1, pp. 183-203, 1999.
- [15] C. T. ., J. L. & D. G. Guillaume Marquès, „A review of Vendor Managed Inventory (VMI): from,“ *Production Planning & Control*, kd. 21, nr 6, pp. 547-561, 2010.
- [16] J. H. & K. T. Riikka Kaipia, „VMI: What are you losing if you let your customer,“ *Production Planning & Control*, kd. 13, nr 1, pp. 17-25, 2002.

- [17] Y. D. Kefeng Xu, „A supply chain model of vendor managed inventory,“ *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, kd. 38, nr 2, pp. 75-95, 2002.
- [18] Vendor Managed Inventory, „Vendor Managed Inventory,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.vendormanagedinventory.com/benefits.php>. [Kasutatud 15 5 2018].
- [19] T. Veersoo, „Telema,“ Telema, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.sensei.ee/images/OST12/4.%20toomas%20veersoo%20ostujuhtimise_konv_2012_uus.pdf. [Kasutatud 15 5 2018].
- [20] S. D. J. H. J. S. Matthias Holweg, „Supply Chain Collaboration:: Making Sense of the Strategy Continuum,“ *European Management Journal*, kd. 23, nr 2, pp. 170-181, 2005.
- [21] SWEBOK, „SWEBOK,“ [Võrgumaterjal]. Available: http://swebokwiki.org/Chapter_1:_Software_Requirements. [Kasutatud 5 15 2018].
- [22] L. S. Sterling, *The Art of Agent-Oriented Modeling*, London: The MIT Press, 2009.