

**TARTU ÜLIKOOL**

Majandusteaduskond

Jaan Oder, Madis Haug

**DIGITAALNE INFOJUHTIMINE TARNEAHELA  
PROTSESSIS TOOTMISETTEVÕTTE X NÄITEL**

Magistritöö

Juhendaja: professor Kulno Türk

Tartu 2019

Soovitan suunata kaitsmisele .....

professor Kulno Türk

Kaitsmisele lubatud “ “ ..... 2019. a

Oleme koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

Jaan Oder ja Madis Haug

## Sisukord

SISSEJUHATUS.....	4
1. ANDMETE DIGITALISEERIMINE TOOTMISETTEVÕTETE TARNEAHELA PROTSESSIS .....	7
1.1 Andmete digitaliseerimine tootmisettevõttes ja Tööstus 4.0 kontseptsioon .....	7
1.2 Info juhtimine tarneahela protsessis ja äriprotsesside innovatsioon .....	19
2. TARNEAHELA PROTSESSI DIGITALISEERIMINE TOOTMISETTEVÕTTES X .....	30
2.1 Ettevõtte, uurimismetoodika ja valimi kirjeldus .....	30
2.2 Intervjuude analüüs ja süntees tootmisettevõttes x ning netnograafiline uuring parandamiseks infojuhtimise digitaliseerimist tarneahelas.....	35
2.3 Olemasoleva tarneahela kaardistamine ja kitsaskohtade leidmine tootmisettevõttes x .....	44
2.4 Infojuhtimise digitaliseerimise arendamine tootmisettevõtte x tarneahela protsessis .....	48
KOKKUVÕTTE .....	53
VIIDATUD ALLIKAD .....	58
Lisa 1 .....	62
Lisa 2 .....	65
Lisa 3 .....	66
SUMMARY .....	67

## SISSEJUHATUS

Viimastel aastatel on toimunud tehnoloogias suured muutused, mis on oluliselt tootmisettevõtetes mõjutanud tehnoloogilist arengut. Kliendid ja turud on muutunud nõudlikumaks, millest tulenevalt on ka ettevõtetel vajadus reageerida nõudlusele paindlikumalt. Muutunud turuolukorras on võimalik efektiivsust saavutada, võttes kasutusele uued tehnoloogilised lahendused. Seega on ettevõtete digitaalseerimise vajadus tingitud soovist tõsta ärilist võimekust (Emily, Mondher & Imed 2015 :2).

Sarnaselt Emili *et al* (2015: 2) seisukohtadele, on ka Santos, Mehraisi, Barro, Araújo & Ares (2017: 972) välja toonud, et uued saavutused info- ja sidetehnoloogias on oluliselt mõjutamas tootmisettevõtteid. Uute tehnoloogiate tulekuga on avanenud uued võimalused tootmisettevõtete moderniseerimiseks, näiteks reaalsajas kättesaadavate andmete võimalus ja üksteisega üle võrgu reaalsajas andmeid vahetavad seadmed. Kiirelt arenev tehnoloogia tekitab ettevõtetes huvi, kuidas juhtida digitaalset ümberkujundamist ning kuidas ümberkujundamise käigus tekkivaid kulusid tuvastada ja hallata (Emily *et al* 2015: 9).

Tänapäeval on tarneahel enamasti eraldiseisvatest etappidest (nt tootearendus, transport) koosnev. Läbi tarneahela digitaliseerimise on võimalik tarneahela süsteem muuta erinevate osapoolte jaoks ühtseks ning läbipaistvaks, tõstes seeläbi ettevõtte tarneahela võimekust (Schrauf & Bertram, 2016: 4). Lisaks aitab digitaliseeritud tarneahel ettevõttes kaasa ebaefektiivsuse vähendamisele ja läbipaistvuse suurendamisele ning andmete vahetamine reaalsajas kiirendab omakorda protsesse tarneahelas (Barreto, Amaral & Pereira 2017: 1246). Maailmapanga 2018. aasta tarneahela võimekuse aruandes on Eesti ettevõtete tarneahela võimekust hinnatud 36. kohaga. Esimesel kohal on Saksamaa (World Bank 2018). Sellest tulenevalt analüüsivad magistritöö autorid oma töös Saksamaalt alguse saanud Tööstus 4.0 raamistikku, mida osades artiklites mainitakse ka kui neljandat tööstusrevolutsiooni, mis omakorda on seotud ka tarneahela digitaliseerimisega.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on tootmisettevõttele x välja töötada tarneahela tarkvara, aitamaks seeläbi digitaliseerida tarneahela infojuhtimist ning tõstmaks ettevõtte tarneahela toimimise efektiivsust. Vastava tarneahela tarkvara loomise abil soovivad töö autorid kiirendada infovahetust ettevõtteväliste teenuste pakkujatega, et oleks tagatud kõige kulu- ja ajaefektiivsem viis kõikide osapoolte jaoks.

Eesmärgi saavutamiseks on töö autorid püstitanud järgnevad uurimisülesanded:

1. Kirjeldada andmete digitaliseerimise protsessi ja selle rakendamise võimalusi tootmisettevõttes Tööstus 4.0 raamistiku alusel.
2. Analüüsida andmete digitaliseerimise võimalusi tarneahelas ja otsida arengukohti, lähtudes tootmisettevõtte vaatenurgast.
3. Valmistada ette ja läbi viia poolstruktureeritud intervjuud tootmisettevõtte x vastava valdkonna inimestega ning seostada saadud tulemused autorite poolt läbi viidud osaleva vaatluse tulemustega.
4. Viia läbi netnograafiline uuring sotsiaalmeedia kogukondades *Facebook* ja *Twitter* postitatud kõrgetasemeliste artiklite põhjal, keskendudes tarneahela tarkvara arenduse protsessile.
5. Intervjuude põhjal analüüsida tootmisettevõtte tarneahela protsessi, info vahendamist ning tarneahela süsteemi.
6. Töötada välja tootmisettevõttele x infojuhtimise tarneahela tarkvara, tagamaks andmete digitaliseerimise, andmevahetuse kiirendamise ning olemasolevate tarkvarade (nt ERP, TMS, WMS) parema ühilduvuse.

Magistritöö koosneb kahest peatükist. Esimene peatükk tugineb teoreetilistele allikatele. Esimeses peatükis käsitletakse digitaliseerimise põhimõtteid ning antakse ülevaade Tööstus 4.0 raamistikust, digitaliseerimisest tarneahelas ning agiilsest protsesside juhtimisest. Töö autorid kasutasid oma töös põhiliselt uuritava valdkonna teadusartikleid ja lisaks materjale, mis võeti organisatsioonide publitseeritud materjalide hulgast, mis koondavad enda ümber teadlasi ja oma eriala tippspetsialiste nagu BITKOM, CESMII, Alliance, ENISA, DIN, ISDP ja World Bank.

Magistritöö teise peatüki aluseks on kvalitatiivsed poolstruktureeritud intervjuud ja osalevad vaatlused tootmisettevõtte logistikavaldkonna erineva taseme töötajatega, selgitamaks välja olemasoleva tarneahela protsessi kitsakohti. Lisaks uuriti netnograafilise meetodiga *Facebook*'is ja *Twitter*'is postitatud kõrgetasemelisi artikleid ja teaduspublikatsioone, ettevõtete poolt koostatud ülevaateid ja ekspertide poolt publitseeritud artikleid. Netnograafilise uuringuga soovisid töö autorid testida intervjuudest välja tulnud märksõnu, saamaks teada, kui palju sarnaseid teemasid käsitletakse teistes Tööstus 4.0 publikatsioonides. Eelpool nimetatud materjalide põhjal uuriti, missugustele põhilistele aspektidele peab tänapäevane tarneahela tarkvara vastama. Intervjuude tulemuste ja osaleva vaatluste analüüsi ning netnograafilise uuringu põhjal töötasid töö autorid tootmisettevõttele x välja tänapäevase tarneahela tarkvara. Tulenevalt asjaolust, et tarkvara puhul on tegemist ärisaladusega, on antud töös välja töötatud tarkvaralahenduse kohta minimaalselt kirjutatud, kuid töö lõpptulemus on realiseeritud ja tootmisettevõttele x kasutamiseks üle antud.

Magistritöö piiranguks võib autorite arvates pidada asjaolu, et intervjuueeritavate hulgas oli vähem ettevõtteväliseid partnereid kui ettevõtte oma töötajaid. Välispartnerite kaasamisega jätkatakse tarkvara juurutamise protsessi käigus, et arvestada enam ka nende vajadusega, parandades seeläbi kogu tarneahela juhtimist.

Märksõnad: andmete digitaliseerimine; Tööstus 4.0; tarneahel; tootmisettevõtte; poolstruktureeritud intervjuu, netnograafiline uuring

# 1. ANDMETE DIGITALISEERIMINE TOOTMISETTEVÖTETE TARNEAHELA PROTSESSIS

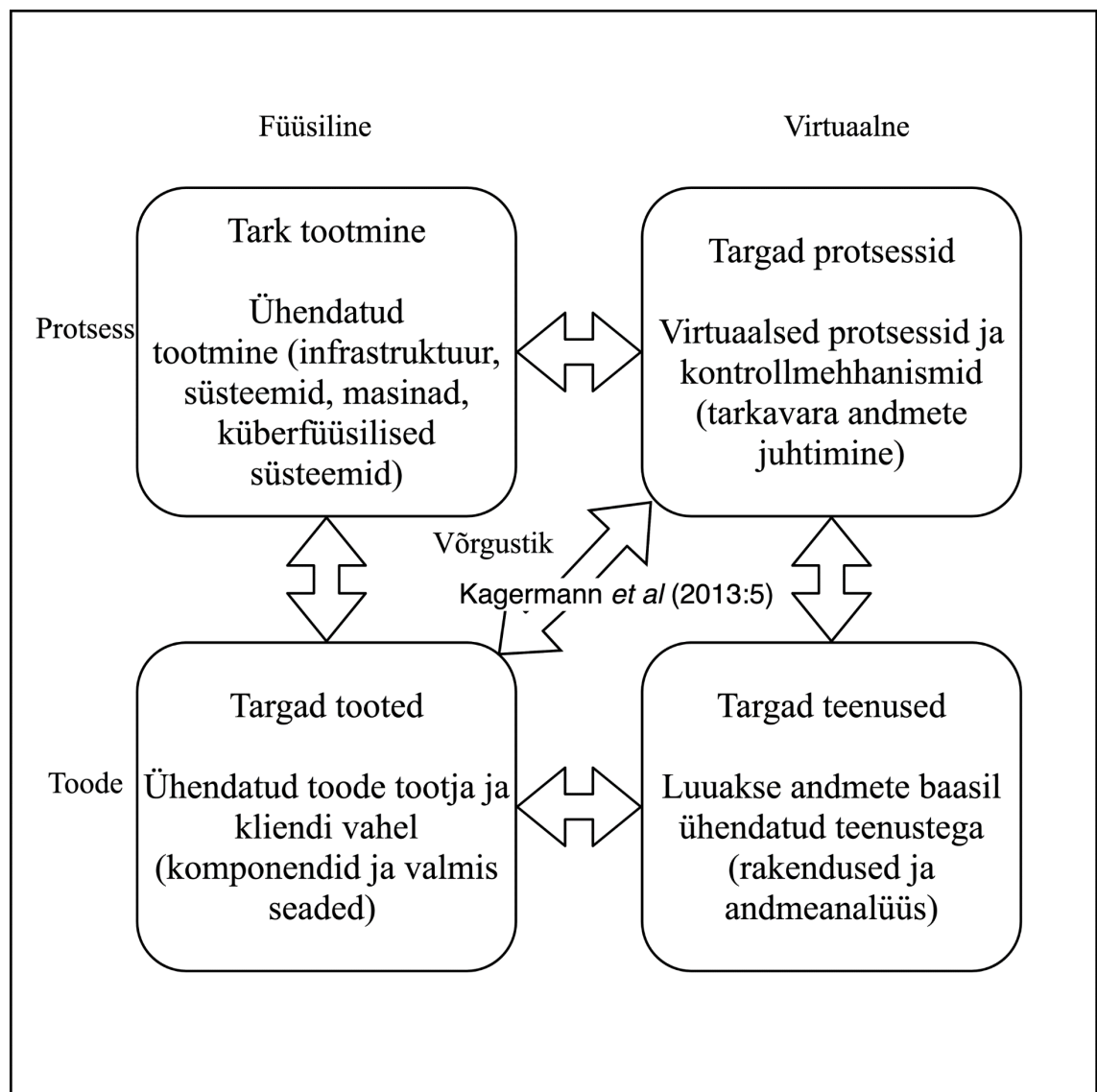
## 1.1 Andmete digitaliseerimine tootmisettevõttes ja Tööstus 4.0 kontseptsioon

Viimastel aastatel on nii ettevõtete äriprotsessid kui ka nende kiirus oluliselt muutunud, millest tulenevalt vajavad ettevõtted konkurentsivõime tagamiseks üha rohkem nii äriprotsesside kui IT-alaseid arendusi. Schmidt *et al* (2015: 11) on märkinud, et digitaliseerimine on targa ärimudeli ja väärtuste loomise protsess. Digitaliseerimiseks on vaja erinevaid info- ja kommunikatsioonitehnoloogiaid, nagu näiteks suurandmeid (*big-data*), pilv- ja mobiilseid arvuteid (*cloud and mobile computing*), asjade internetti (*Internet of things, IOT*) ja sotsiaalsed tarkvara.

Andmete digitaliseerimiseks nimetatakse protsessi, mille käigus muundatakse analoogandmed digitaalseteks, võimaldades neid kasutada automatiseeritud protsessides. Kuna analoogandmeid ei ole võimalik masinlikult töödelda ja automatiseeritult kontrollida, siis üheks eesmärgiks on kõrvaldada ka protsessid, milles kasutatakse näiteks paber kandjal informatsiooni edastamist. Clerck (2016: 1) Seega tähendab digitaliseerimine mitte ainult teabe, vaid ka väärtuse loomise protsessi esitamist elektroonilisel kujul (Schmidt *et al* 2015: 11). Tulenevalt digitaalsete tehnoloogiate mõjust äriprotsessile, on IT- ja äristrateegia üha rohkem omavahel põimunud, kuna “*äri infrastruktuur on muutunud digitaalseks, suurendades toodete, protsesside ja teenuste omavahelisi ühendusi*” (Bharadwaj *et al.* 2013: 472). Selgitamaks välja, kuidas on võimalik tänaste lahendustega protsesse muuta, on oluline suurendada äri ja IT vahelist koostööd. Esmalt peaksid ettevõtted ümber sõnastama IT-strateegia rolli, alustades äristrateegiale allutatud funktsionaalsest tasandist. IT-strateegia ja äristrateegia vahelist liitmist nimetatakse digitaalseks äristrateegiaks. (Bharadwaj *et al.* 2013: 472)

IT võimalused ja uued lahendused aitavad ettevõtetel digitaalse äristrateegia parimal võimalikul viisil ellu viia. Seda seetõttu, et digitaalsed ressursid on “*rohkem kui lihtsalt bitid ja baidid, digitaalne infrastruktuur koosneb ettevõtetest, tavadest ja protokollidest, mis üheskoos organiseerivad ja tagavad digitaalsete tehnoloogiate suureneva võimsuse*

ettevõtetele ja ühiskonnale”. (Deloitte 2011: 4) Hüther'i (2016: 5-6) arvates kirjeldab digitaliseerimine põhiliselt tehnilist protsessi. See mõjutab nii tootmisprotsesse ja kui ka tooteid endid. Tootmisprotsessid ja tooted on omakorda jagatud füüsilisteks ja virtuaalseteks protsessideks. Need erinevad protsessid on omavahel seotud võrgustikuga, mida saab liigitada füüsilisteks ja virtuaalseteks võrkudeks. Digitaliseerimise tehnilisest protsessist annab ülevaate joonis 1. Antud joonisel on näidatud, kuidas on omavahel võrgustikus seotud füüsilised ja virtuaalsed protsessid füüsiliste ja digitaalsete toodetega.



**Joonis 1** Digitaliseerimise tehniline protsess

Allikas: Hüther (2016: 5-6), Kagermann & Wahlster (2013: 5)

Nagu näha jooniselt 1, on digitaliseerimise tehnilise protsessi üheks komponendiks tark toomine, milleks Hüther (2016: 5-6) peab keskkonda, kus füüsilised masinad on digitaliseeritult ühendatud. Masinate digitaliseerimine võimaldab erinevatel tootmiseladmetel tagada andmevahetuse reaalsajas, pakkudes seeläbi uusi võimalusi, mida automatiseerimine ei ole seni võimaldanud. Douaioui, Fri, Mabrouk & Semma (2018: 130) toovad oma uuringus välja, et tark tootmine peaks olema lisaks veel tsentraliseeritud tootmine, kus töötajad, masinad ja tooted suhtlevad omavahel reaalsajas. Kagermann & Wahlster (2013: 6) on samas märkinud, et tark tootmine peab lähtuma ka ohutusest ja turvalisusest, et tootmine ei seaks ohtu nii töötajaid kui ka keskkonda. Turvalisusena käsitletakse ka küberturvalist, kuna masinad suhtlevad omavahel võrgus. Seetõttu on ka kriitilises tähtsusega, et võrkudele ei pääseks ligi sinna mitte lubatud inimesed ja seadmed.

Nagu jooniselt 1 on näha, siis targa tootmise rakendamisel on võimalik luua ka tarku tooteid, sest tooted ja tootmine on omavahel tihedalt seotud. Tarkade toodete all peetakse silmas füüsilisi tooteid, milles on kasutatud digitaalseid lahendusi. Targad tooted on näiteks tootmisliinide automaatika plokk, kus füüsiline väljanägemine on plokkidel sarnane, kuid tarkvara, mis juhib liine on tehtud vastavalt kliendi vajadusele. Seega saab tarkade toodete funktsionaalsust uuendada ilma neid füüsiliselt muutmata ja enamasti saab seda teha läbi kaughalduse üle andmeside võrkude (Ibarra *et al* 2017: 9). Lenkenhoff, Wilkens, Zheng, Süße, Kuhlentötter & Ming (2018: 167) arvates suurendab tarkvaraline kasutajaliides füüsilise toote juures võimalust tarbijal seda paremini kasutada. Kasutajaliides omakorda loob võimaluse tarkadele toodetele juurde pakkuda erinevad teenuseid, mis laiendavad toote ärivõimalusi.

Kui tarkade toodete osas kasutatakse erinevaid digitaalseid lahendusi ärivõimaluste suurendamiseks, siis digitaliseerimise protsessi järgnevas osas pannakse rõhk tarkadele protsessidele. Targad protsessid on tihedalt seotud targa tootmisega, sest targast tootmisest kogutavate andmete analüüsi pealt saab luua tarku protsesse. Targad protsessid hõlmavad endas virtuaalses keskkonnas digitaliseeritud tootmisprotsesse. Suurim kasutegur peitub asjaolus, et digitaalseid tootmisprotsesse on võimalik analüüsida reaalsajas ning koheselt ka saadavat infot reaalsajas kasutada. Näiteks, kui jälgitakse toote valmimist reaalsajas, siis on võimalik planeerida juba müügi- ja tarneahela protsessi.

(Hüther 2016: 5-6) Erinevalt Hüther'ist (2016: 5-6), kes rõhutab tarkade protsesside olulisust tootmisprotsessis, on Kayikci (2018: 783) välja toonud, et targad protsessid peavad olema läbi terve tarneahela, mitte piirduma ainult tootmisprotsessidega. Targad tarneahela protsessid on üks osa tarkadest protsessidest. Samas seostab Kagermann *et al* (2013: 5) juba targad tooted targa protsessiga, kus toode annab endast märku tootmisprotsessi ajal, on jälgitav kogu tarneahela protsessi jooksul ning võimeline kohanema protsessis toimuvate muutustega. Autorid on esitanud need seosed Tarkade toodete ja tarkade protsesside vahel joonisel 1.

Joonise 1 viimaseks komponendiks on targad teenused, mis on omakorda tihedalt seotud tarkade toodete ja tarkade protsessidega. Tarkadest toodetest ja tarkadest protsessidest kogutud andmed on enamasti eelduseks tarkadele teenustele. Targad teenused loovad võimaluse läbi digitaliseerimise luua uusi teenuseid. Targad teenused põhinevad andmetel, mille baasil saab luua uusi tooteid ja teenuseid. Hüther (2016: 5-6) ja Carstena, Monikaa, Jörga & Benedikta (2018: 193) toovad oma töödes välja, et targad teenused ei põhine ainult andmetel. Selleks, et saaks luua tarku teenuseid, on vaja kogutud andmeid analüüsida, analüüsitud andmete põhjal lisada kasutajale vajalikke andmeid ja läbi selle pakkuda klientidele vajalikke tarku teenuseid. Rennunga, Luminosua & Draghicia (2016: 377) arvates pakutakse kasutajatele üha rohkem tarku tooteid juba koos tarkade teenustega, mis läbi tarkade teenuste osakaal äris järjest suureneb. Targad tooted ja targad teenused ühilduvad järjest rohkem omavahel. Tarku teenuseid on võimalik klientidele üha rohkem pakkuda, kuna tarkade teenuste väljatöötamine vajab vähem investeeringud kui tooted ise. Uuteks tarkadeks teenusteks võivad olla näiteks mobiilirakendused, mis kasutavad erinevaid digitaalseid andmeid, e-poe süsteemis leitav sobiv toode või teenus kliendi poolt valitud kriteeriumite alusel. (Fleisch, Weinberger & Wortmann 2014: 9)

Alljärgnevalt esitatakse tootmisettevõtetele mõeldud raamistik, mis aitab ettevõtetel paremini digitaalset äristrateegiat rakendada. Euroopas on kasutusel raamistik Tööstus 4.0 (*Industrie 4.0*), mille alusel juhitakse tootmisettevõtetes digitaliseerimise protsessi. Esimest korda kasutati avalikult terminit Tööstus 4.0 Saksamaal, Hannoveris 2011. aastal peetud *Fair Trade* messil. Tööstus 4.0 on kogum uuenduslikest digitaliseerimise protsessidest ja lahendustest, mis ühendavad uued tehnoloogiad tootmisettevõtetes juba kasutatavate standarditega. Enne Tööstus 4.0 defineerimist olid erinevad organisatsioonid

ja ettevõtted loonud palju innovaatilisi protsesse ja arendusideid tootmisettevõtetele, tagamaks ettevõtete suutlikkuse paremini sammu pidada kiiresti muutuvate turgudega, kuid need ei olnud ühtselt koordineeritud. (Bartevyan 2015: 2)

Tööstus 4.0 arendamisel on Saksamaa võtnud Euroopas juhtiva rolli. Saksamaa keskvalitsus on haaranud strateegilise initsiatiivi, et koos organisatsioonidega *German Digital Association* (BITKOM), *The Association of German Engineers* (VDI) ja *German Mechanical Engineering Industry* (VDMA) välja töötada praktilisi soovitusi Tööstus 4.0 rakendamiseks (Bartevyan 2015: 7). Kagermann *et al* (2013: 5) arvates on Saksamaa Euroopas suurimad tööstusseadmete valmistajaid, mistõttu on neil olemas hea kogemus ja valikud teadmised, võtmaks endale juhtrolli Tööstus 4.0 raamistiku arendamisel. Kuna Euroopas hakati tootmisettevõtteid digitaliseerimisega aitama, et olla globaalses konkurentsist tugevamad, siis Tööstus 4.0 vastukaaluks on USA ettevõtted asutanud 2012. aastal organisatsiooni *Smart Manufacturing Leadership Coalition* (SMLC), millest kasvas 2016. aastal välja *Clean Energy Smart Manufacturing Innovation Institute* (CESMII 2019). Ka Hiina on vastukaaluks Euroopa ja USA tootmisettevõtete digitaliseerimise abistamisele algatanud omapoolse programmi aitamaks oma tootmisettevõtteid digitaliseerimisel. Programm nimega *Tehtud Hiinas 2025* (*Made in China 2025*) loodi 2015. aastal peale Tööstus 4.0 poolt tehtud edusammude uurimist (Kagermann *et al* 2013: 70). Bartevyan (2015: 6-7) ja Kagermann *et al* (2013: 5-6) toovad välja, et Tööstus 4.0 välja arendades ja kasutades peab kindlasti arvestama ka teiste sarnaste initsiatiividega, kui soovitakse ka tulevikus oma tehnoloogiaid ja lahendusi eksportida.

Tööstus 4.0 arendamisega on jõutud nii kaugele, et kaasatud on järjest rohkem organisatsioone ja huvigruppe ning on asunud antud raamistikku standardiseerima (DIN 2018: 9). Ibarra *et al* (2017: 6) toovad välja, et standardite loomine on ettevõtetele suureks abiks omavahel edukalt protsesside digitaliseerimiseks.

Saksamaa on koostanud standardiseerimiseks vastava tegevuskava, mida nimetatakse Tööstus 4.0 versioon 3. 2017. aastal liitus standardiseerimisega veel suurem hulk rahvusvahelisi organisatsioone ja peale seda loodi ISO/IEC-ga ühine töögrupp 21, mis hakkas juhtima ühtset standardiseerimise projekti Tööstus 4.0 versioon 3 (DIN 2018: 9).

Euroopa komisjon andis 2016. aasta aprillis välja Euroopa ettevõtete digitaliseerimise meetmete paketi Digitaliseerime Euroopa tööstuse (*Digitising European Industry*). Antud paketi abil toetatakse juba rahvuslikke algatusi, et rahvuslike algatuste poolt väljatöötatud standardid ühendada üle-euroopalisteks, näiteks Tööstus 4.0, Tark tööstus (*Smart Industry*) ja Tuleviku tööstus (*Industrie du future*). Läbi DEI paketi määratletakse ära, et Euroopa tööstuse digitaliseerimise lahutamatud osad on ühtsed standardid ja spetsifikatsioonid. Läbi DEI paketi on võimalik tõsta Euroopas konkurentsivõimet ja aidata kaasa regulatiivsete ja seadusandlike ülesannete täitmisele. (DIN 2018: 22) Samas, Hiina valitsus on võtnud kogu Tööstus 4.0 innovatsiooni enda kontrolli alla, tagades finantseerimise ning suunates ja kontrollides kindlates strateegilistes sektorites ettevõtete innovatsiooni. Hiina suureks eesmärgiks on toota kõik tooted Hiinas ja saavutada ülemvõim maailma majanduses. (ISDP 2018: 4) USA lähenemine on jälle teistmoodi, kuna sealne organisatsioon CESMII koondab enda ümber ülikoole ja ettevõtjaid, kellega koostöös arendatakse välja sarnane raamistik, mida nimetatakse Tark Tootmine (*Smart Manufacturing*) (CESMII 2019).

Ettevõtete jaoks tagab Tööstus 4.0 järgnevad võimalused (BITKOM 2019):

- konkurentsivõime
- paindliku tootmise
- individuaalselt kohandatud toote
- uuenduslikud ärimudelid
- uued töötamisviisid

Tööstus 4.0 kõige olulisemaid ideid on välja arendada integreeritud tooted ja protsessid. Suurema kasu saamiseks peavad need protsessid ja tooted olema omavahel hästi seotud (DIN 2018: 58). Spath, Ganschar, Gerlach, Hämmerle, Krause & Schlund (2013: 48) arvates ei suudeta uute tehnoloogiate ja tootmisvõimalustega siiski lähima viie aasta jooksul veel üle minna Tööstus 4.0, kuna see protsess on veel liiga uus ning ettevõtted võiksid olla selleks valmis umbes kahekümne aasta pärast. Geissbauer, Lübber, Schrauf & Pillsbury (2018: 6) on oma uurimuses välja toonud, et aastaks 2018 on umbes 10% tootmisettevõtetest Tööstus 4.0 kasutusele võtnud. Siiski ei ole Tööstus 4.0 kasutuselevõtt läinud nii kiiresti, kui varem on ennustatud. Kindel veendumus on ka selles, et Tööstus

4.0 rakendamise poole peavad ettevõtted hakkama liikuma nüüd ja kohe, mitte ootama kakskümmend aastat ja siis tegutsema hakkama (Spath *et al* 2013: 48).

Nii digitaliseerimiseks kui ka automatiseerimiseks on vaja inimesi. Töö tegemine on muutunud – mida annab digitaliseerida ja automatiseerida, seda ka tehakse. Seejuures on antud protsessi juures oluline meeles pidada, et töötajaid tuleb teavitada eesootavatest muudatustest ning tagada neile piisav väljaõpe enne muudatuste rakendumist. Inimesed liiguvad lihtsamate tööde pealt keerulisemate suunas ja peavad hakkama ka vastu võtma otsuseid. Samas aitavad tehnoloogilised võimalused, näiteks laiendatud reaalsuse prillid (*augmented reality glasses*) töötajatel iseseisvalt läbi viia keerukaid hooldusprotseduure, mida varasemalt olid võimelised tegema ainult väljaõpetatud tippspetsialistid. (Spath *et al* 2013: 52-55)

Tööstus 4.0 rakendamise tulemusena on võimalik teostada mitmeid tööjõuga seotud protsesse küber-füüsilises süsteemis (*Cyber-Physical System*) palju efektiivsemalt. Küber-füüsilised süsteemid saadakse uute IT-tehnoloogiate ja olemasolevate tootmisprotsesside kombineerimisel. (Hermann 2015: 5) Küber-füüsiliste süsteemide arendamine toob kaasa tarneahelas tootlikkuse tõusu ja suurendab paidlikkust ning agiilsust muutuste korral (Barreto *et al* 2017: 1248). Küber-füüsiliste süsteemide puhul on seadmed, andurid, inimesed ja tooted seotud ühtsesse võrku, kus kõik osapooled genereerivad andmeid ning kogu protsessi juhitakse arvutite poolt läbi andmete kogumise ja analüüsi (Spath *et al* 2013: 41). Antud süsteemid toovad kaasa suure põhimõttelise muudatuse, mis aitab tootmises protsesse reguleerida, parandada materjalide kasutust tarneahelas ja juhtida toote elutsüklit. Selline protsess loob palju uusi abistavaid süsteeme ja administratiivsed protsessid saavad olema palju rohkem automatiseeritud. (Hermann 2015: 5) Protsesside automatiseerimine tekitab uusi väljakutseid ka ettevõtjatele ja töötajatele, kuna teatud töökohad kaovad üleminekul Tööstus 4.0-le. Ettevõtte peab tagama töötajate ümberõppe või täiendõppe, et tagada omale muutunud turuolukorras piisav hulk kvaliteetseid töötajaid. Tulenevalt rakenduse Tööstus 4.0 spetsiifilisusest, on kindlasti vähem ressursimahukam tegevus olemasolevate töötajate väljaõpetamine kui vastava kvalifikatsiooniga töötajate leidmine tööturult. (Kotýnková 2017: 254)

Soovides reageerida kliendi poolt esitatud soovidele võimalikult kiirelt ja paindlikult, peab siiski ettevõttel olema omakorda valmidus tagada kogu tarneahela efektiivsus (Kagermann *et al* 2013: 5). Samas suureneb ka läbi küber-füüsiliste lahenduste töötajate produktiivsus ning saab tulevikus pakkuda paindlikumat tööaega ja asukohta (Kotýnková 2017: 254). Ettevõtte jaoks on oluline pidevalt omavahel ärimudeli ja tehnoloogia sidumine. Antud protsess peab olema järjepidev ja aja jooksul, tehnoloogiate muutudes, peab ettevõtte üle vaatama uued võimalused ja vajadused ärimudeli kohandamiseks. Uued tehnoloogiad toovad kaasa digitaliseerimise põhitõdede muutumise, nagu näiteks kontaktivaba eseme tuvastus, tehisintellekt (*Artificial Intelligence*) ja erinevate poolte reaalsajas toimiv võrgustik. (Hüther 2016: 26) Uued tehnoloogilised arengud ja erinevate mobiilsete andurite kasutamine annab juba tunda üha lühematest tootmistsüklitest, kliendi soovide rahuldamine toimub reaalsajas ja toodete väljastamine automaatselt õigel ajal (Barreto *et al* 2017: 1247).

Kokkuvõtteks võib öelda, et Tööstus 4.0 annab tootmisettevõtetele juhised ja suuna äriprotsesside digitaliseerimiseks. Samas, ei anna antud rakendus ettevõtetele kohe valmis tööriistu äriprotsesside digitaliseerimiseni jõudmiseks, kuid vastavate tööriistade ja standardite loomist juhitakse ISO/IEC rahvusvahelise töögrupi poolt, mida nimetatakse Töögrupp 21. Teatud aspektides on juba jõutud ka standardites kokkulepetele, mis tagavad ettevõtetele lahenduste ja protsesside toimimise tulevikus.

Agiilse tarkvaraarendamise põhialuseid on kiire, paindlik ja arusaadav arendustegevus kõikidele osapooltele. Seda arendustegevust toetab ka Tööstus 4.0, mis soovib sarnaselt muuta arenduse käigus protsesse ja sellega seonduvat kiirelt, täpselt ja võimalikult paindlikult. Tänapäevaks on agiilne tarkvaraarendus aktsepteeritud lähenemine tarkvaraarenduses. Interaktiivne lähenemine protsessile hoiab dünaamilise arendusmeeskonna aktiivsena. Antud lähenemine on kasutuses enamikus tarkvarasettevõtetes, kus luuakse tarkvara parimal tasemel, lühikese ajaga ja minimaalsete kuludega. Ettevõtete peamiseks motivaatoriks agiilse meetodika kasutuselevõtuks on vajadus vastata tarkvaraarenduse nõuetele. (Alliance 2001)

Rees (2002: 1) leiab, et agiilse tarkvara arendusega peaks alustama lihtsamatest ja üldisematest põhimõtetest lõppvajaduste kirjeldamisel ning pidevalt liikuma

arendusprotsessi käigus detailsemaks ja täpsemaks lõpptoote nüansside kirjeldamisel. Schuh, Döllea, Kantelberga & Mengesa (2018: 23) leiavad samuti, et esimesel koosolekul peaks meeskond kokku leppima ainult projekti põhilisemad ja tähtsamad fookused. Oluline on kohe alguses kokku leppida protseduurid fookuste jälgimiseks ning vajadusel neid täiendada ja muuta. Protsessi käigus tehtavad täpsustused puudutavad toote disaini, programmeerimist ja testimist (Rees 2002: 1). Edasised fookuste täiendused ja muutused integreeritakse nn *Walking skeleton* (Kõndiv luukere) keskkonda (Schuh *et al* 2018: 23). Sarnaselt Schuh *et al* (2018: 23) seisukohale, leiab ka Szalvay (2004: 7), et tulenevalt tellijate suutmatusest kohe projekti alguses detailselt oma soove kirjeldada, on töö käigus jooksvalt täienduste lisamine vajalik. Läbi pideva täiendamise ja täpsustamise on võimalik luua tellija jaoks kõige sobilikum tarkvara, läbi mille on võimalik kaasa aidata ettevõtte arengule (Rees 2002: 1). Eelpool kirjeldatud lähenemise suurimaks kasuteguriks on asjaolu, et arendusprotsessiga saab alustada juba siis, kui kõik detailid ei ole veel täielikult paigas (Szalvay 2004: 8).

Oluline on, et toote valmimisega ei viivitataks isegi siis, kui on muutunud toote vajalik eeldus. Selline lähenemine toob endaga kaasa hea suhtluse – kõik arendusmeeskonna liikmed peavad olema pidevalt kursis tellija poolsete muudatustega ning omama infot, millal ja kuidas vastavad muudatused tootesse lisada. (Rees 2002: 2) Schuh *et al* (2018: 23) pakuvad välja, et parim viis oleks pidevalt teha näost näkku koosolekuid, kus arutatakse kõik muutused läbi ja kõik meeskonna liikmed oleks kohe nendega kursis. Paranenud suhtlus ja koordineeritus meeskondade vahel kiirendab arendusprotsessi (Begel *et al* 2007: 7). Kumar *et al* (2012: 48-49) ja Begel *et al* (2007: 7) toovad välja ka asjaolu, et pidev suhtlus meeskonna vahel annab aimu teistele meeskonna liikmetele, millega teised tegelevad, mis läbi paraneb ka meeskonna liikmete endi arusaam, millega nad täpselt tegelema peavad. Kumar *et al* (2012: 48-49) arvates viib parem ja lihtsam suhtlus meeskonna moraali tõusuni ja usalduse kasvuni kõigi meeskonna liikmete vahel, mistõttu hakatakse vahetama paremini ka oma teadmisi ja mõtteid.

Kumar & Bhatia (2012: 48-49) ning Begel & Nagappan (2007: 7) on toonud välja agiilse arenduse põhilised eelised järgnevalt. Nõudmiste muutumine on agiilses protsessis paranenud, kuna tellijad osalevad ka ise aktiivselt paneerimis- ja arendamisprotsessides. Tellijad kontrollivad protsessi kohapeal ja saavad tänu sellele kiirelt edastada

lõppkasutaja nõudmised ja vajadused, mis võivad arendusprotsessi käigus muutuda. (Kumar *et al* 2012: 48-49) Kiirem testimine ja koodi kirjutamine toob ettevõtte juhtkonnale varem välja toote probleemset kohad ja ettevõtte juhtkonnal on võimalik arendusprotsessi käigus kiiremini tekkinud takistustele lahendus leida (Shankarmani, Pawar, Mantha & Babu 2012: 32). Begel *et al* (2007: 7) toovad oma uurimuses välja lisaks selle, et arendajatel kulub vähem aega dokumentatsiooni pidevale lugemisele, kuna protsessid toimuvad väiksemates etappides ning seetõttu tulevad ka muutused sisse väiksemal hulgal. Kokkuvõttes kulutab agiilne lähenemine protsessis vähem aega ja hoiab kokku kulusid.

Jooksvad täiendused ja osade kaupa toote juurutamine on agiilse arendusprotsessi järgnevad eelised. Tootearendus jagatakse väiksemateks osadeks, mis valmistatakse ette ka kasutajatele ligipääsetavateks mooduliteks (Kumar *et al* 2012: 48-49). Programmeerijad ja disainerid valmistavad ette demokõlbulikke programmi mooduleid testijatele ja kasutajatele mõne nädala tagant, mitte mõne kuu või aastat tagant (Begel *et al* 2007: 7). Sarnaselt Begel *et al* (2007: 7) seisukohtadele, leiavad ka Kumar *et al* (2012: 48-49), et väiksemad mooduleid antakse kasutamiseks kindla ajakava järgselt ja tavaliselt uuendatakse parandusi nädalase kuni neljanädalase tsükli järgi, olenevalt projektist. Algsed plaanid, disain, vajadused ja programmi kood uuendatakse osaliselt vastavalt vajadusele. Begel *et al* (2007: 7) arvates võimaldab taoline lähenemine tarkvara arenduse progressi paremini hinnata, saada tellijalt kiiremini tagasisidet ning seeläbi toodet paremaks teha. Shankarmani *et al* (2012: 32) arvates tõstab jooksvad täiendused ja osade kaupa toote juurutamine ka tellija teadlikkust ja annab tavapäraste tarkvara arendusmeetoditega võrreldes palju parema ülevaate arendusprotsessist. Ka Kumar *et al* (2012: 48-49) on välja toonud, et tarkvara funktsionaalsust ja valmimist saab järgida palju tihedamalt ning seeläbi ka reageerida kiiremini.

Paindlik toote disain on võimalik kui kombineerida lühikesed arendusetapid ja võtta arvesse kliendi tagasisidet ning kliendilt saadud täienduse vajadused realiseerida juba järgmises arendusetapis. Selline lähenemine toob kaasa parema agiilsuse ja võimekuse efektiivselt muuta disaini. Paindlikkus lahendatakse ära mitte tarkvara toote enda kontekstis vaid arendusprotsessi käigus. (Begel *et al* 2007: 7) Kuna agiilse lähenemise peamine põhijoon on võime muutuda, siis kui muutub nõudlus, peab olema ka tootedisain

selline, et on võimalik muutusi lihtsasti rakendada. Tagamaks arendusprotsesside paindlikkuse, peab ka kogu tootedisain olema paindlik. (Kumar *et al* 2012: 48-49)

Parema kvaliteedi ja vigade tuvastamiseks kasutatakse testipõhist arendamist ja automatiseeritud testimist. Vigu on selliseid meetodeid kasutades on palju vähem ning programmeerimis koodi kvaliteet parem (Begel *et al* 2007: 7). Kumar *et al* (2012: 48-49) lisavad, et kui kasutada tarkvara arenduses ka koodi refaktoriseerimist, parandab see tarkvara arenduse koodi korduvkasutamist ja kvaliteeti. Kõiki tarkvaraga seotud komponente parandatakse pidevalt iga arenduse vaheetapi jaoks. Hea kommunikatsioon osapoolte vahel aitab leida tarkvaras esinevaid probleeme ja need kiiremini parandada, mis omakorda tõstab tarkvara kvaliteeti. Begel *et al* (2007: 7) uurimusest tuleb välja, et kui toodet osade kaupa arendada, siis saavad testijad ja kasutajad seda juba algstaadiumis testida ning vead parandada varakult. Sarnaselt arvavad ka Kumar *et al* (2012: 48-49), märkides, et protsesside arendamise käigus tehakse pidevalt testimisi nii arendajate kui tellija poolt. Tänu sellele leitakse vead varem ja need saab suunata projekti käigus kiiremini ja lihtsamalt projekti tööplaani.

Agiilse tarkvara arenduse juures on ka probleeme ja ohtusid, mis võivad takistada edukalt tarkvara arendusprotsessi. Kumar *et al* (2012: 49), Shankarmani *et al* (2012: 32-33) ja Begel *et al* (2007: 8-9) on välja toonud põhilised probleemsed kohad, mis võivad ette tulla agiilses arenduses ja millest peaks kindlasti hoiduma. Näiteks olukord, kus põhiline rõhk asetatakse toote programmeerimisele, aga ei keskenduta toote disainile ja kasutajamugavusele ning vajadustele. Selline tegevus proovib arendada kiirelt ja efektiivselt toodet, mis ei pruugi lõppkokkuvõttes olla mugav ja ei sobi lõppkasutajale. (Kumar *et al* 2012: 49) Sarnaselt Kumar *et al* (2012: 49) seisukohale, on Begel *et al* (2007: 8-9) leidnud, et oluline on keskenduda toote disainile, kuna pidevalt programmeeritakse väksemaid toote osi ja disaini muudetakse vähe haaval, siis võib juhtuda, et kaotatakse lõpptoote suur pilt ära. Seega võib tekkida olukord, kus lõpptoode ei vasta ikkagi täielikult tellija soovidele. Shankarmani *et al* (2012: 32-33) arvates on põhiliseks probleemiks agiilsest arendusmeetodist valesti aru saamine. Sarnaselt arvavad ka Kumar *et al* (2012: 49), märkides, et ettevõtted, kes soovivad esmakordselt kasutada agiilset arendusprotsessi peavad olema väga ettevaatlikud antud meetodi kasutamisel. Kui meeskodadel puuduvad kogemused, siis võib juhtuda, et agiilset protsessi

mõistetakse valesti. Agiilsel meetodil puudub kindel raamistik, kuna algses manifestis on välja toodud, et inimesed on tähtsamad kui protsessid. Sellest tulenevalt peavad meeskonnad ise defineerima protsessid ja kokkulepitud protsesside järgi edasiselt arendustsüklis käituma. (Alliance 2001)

Nii Kumar *et al* (2012: 49) kui Begel *et al* (2007: 8-9) leiavad, et agiilne arendus ei sobi suurtele projektidele. Kumar *et al* (2012: 49) arvates ei sobi agiilne tarkvaraarendus suurtele projektidele, kuna vajab efektiivseks arenguks pidevat tagasisidet ja sekkumist, saavutamaks toote funktsionaalsus vastavalt tellija soovile. Agiilses arenduses kirjeldatakse toote täielik funktsionaalsus lõplikult arendusprotsessi käigus, mistõttu vajab see ka osapoolte pidevat sekkumist. Suurte projektide puhul on seda väga keeruline koordineerida ja ei pruugi alati eduka lõpplahenduseni viia. Samas näevad Begel *et al* (2007: 8-9) põhilise probleemina asjaolu, et suurte arenduste juures puututakse kokku ka paljude teiste meeskondadega, kes ei pruugi kasutada agiilset arendusemeetodit. Seetõttu ei ole võimalik koordineerida arendusprotsessi ja enamasti antud projektid ka ei õnnestu. Lisaks leiavad (Kumar *et al* 2012: 49), et suurte projektide juures muutub agiilsete meetodite kasutamine juhtimisele liiga koormavaks. Kuna eduka projekti üheks põhiliseks alustalaks on meeskonnatöö, siis peab projektijuht olema suuteline meeskondi haldama. Kui projektijuht ei ole seda võimeline tegema, siis ei saa see projekt ka hästi õnnestuda.

Begel *et al* (2007: 8-9) uurimusest tuleb välja, et agiilse meetodi üheks kitsaskohaks on ka liiga paljude koosolekute korraldamine. Kui arendusprotsessis on liiga palju erinevaid meeskondi, siis infovahetus ja koordineerimine võtab projektijuhil väga palju aega ja võib tekkida olukordi, kus info ja töö ei ole efektiivselt ning hästi koordineeritud (Kumar *et al* 2012: 49). Shankarmani *et al* (2012: 32-33) arvates võib tekkida arendajal tunne, et pidev koosolekute pidamine vähendab arendusprotsessi efektiivsust, kuid peetavatest koosolekutest saab väga suurt kasu tellija, kes saab jälgida kulgevat progressi. Lisaks toovad Kumar *et al* (2012: 49) välja, et kui projektis on liiga palju osapooli, kelle vahel pidevalt infot vahetada, võib tekkida olukord, kus osa infot läheb kaotsi ja see omakorda viib projekti takerdumiseni.

Kokkuvõtteks võib öelda, et agiilne arendusprotsess sobib hästi Tööstus 4.0 tarbeks tarkvara arendamiseks. Agiilse arendusprotsessi elemente kasutatakse ka Tööstus 4.0 raamistik. Kuna tihti muutuvad äriprotsessid vajavad paindlikku ja kiiret tarkvara arendust uute äriprotsesside juurutamiseks, siis agiilne arendus sobib selleks kõige paremini.

## **1.2 Info juhtimine tarneahela protsessis ja äriprotsesside innovatsioon**

Antud peatükis vaadeldakse lähemalt, kuidas aitab kaasa Tööstus 4.0 tarneahela info juhtimisele ja digitaliseerimisele ning milliseid lahendusi saab antud rakenduse kaudu kasutada äriprotsesside uuendamisel.

Tööstus 4.0 poolt väljapakutud raamistikud aitavad ettevõtetel oma äriprotsesse uuendada ja kaasajastada, muutes seeläbi ettevõtte konkurentsivõimelisemaks ja äriprotsessid efektiivsemaks. Läbi eelnevalt nimetatud tegevuse on võimalik püsida konkurents ja olla kasumlik ettevõtte ka tulevikus. Äriprotsesside muutmise võivad välja kasvada uued ärimudelid ja uued ettevõtted, mis on palju potentsiaalsemad kui tänane ettevõtte.

Olenevalt ettevõtete sektorist on enamikul vaja erinevate funktsioonide toimimiseks kasutada ka tarneahela protsessi. Olenevalt toodete ja teenuste iseloomust võivad tarneahela protsessid olla ettevõtetel erinevad. Pakkumise ja nõudluse rahuldamiseks peavad olema tarneahela protsessid hästi integreeritud, juhitud ja jälgitavad. (Tjahjono, Esplugues, Ares & Pelaez, 2017: 1181) Tarneahela põhiline eesmärk on tarnida õige toode, õigel ajal, õiges konditsioonis ja õigesse kohta. Kuna tarneahela protsess peab muutuma ka järjest dünaamilisemaks, siis muutub nende põhiliste eesmärkidega toimetulek üha keerulisemaks. (Jabeur, Al-Belushi, Mbarki & Gharrad 2017: 673)

Schraufi & Berttrami (2016: 6) arvates on tarneahela digitaliseerimise strateegias kriitilise tähtsusega tehnoloogiate ja rakenduste integreerimine organisatsioonis ja äriprotsessides. Enamik ettevõtteid kasutab tarneahelas juba palju tehnoloogilisi süsteeme nagu näiteks ettevõtte ressursside planeerimine (*Enterprise Resource Planning (ERP)*), laojuhtimissüsteem (*Warehouse Management Systems (WMS)*), transpordijuhtimissüsteem (*Transportation Management Systems (TMS)*) ja intelligentne

transpordisüsteem (*Intelligent Transport Systems (ITS)*) (Barreto, Amaral & Pereira 2017: 1246). Hasan, Siddique & Chakraborty (2013: 6) arvavad, et tulevikus hakkab tarneahelas mängima suurt rolli VANET süsteem (*VANET Systems*), mis kogub teavet reaajas erinevatelt transpordivahenditelt ja vastavalt saadud teabele juhib transpordivahendite marsruute. VANET ühendus saab olla otse kahe transpordivahendi vahel või siis edastatud üle interneti ning jagatud teiste sõidukitega (Hartenstein & Laberteaux 2010: 1-2). Erinevatest anduritest koosnevad võrgud ja äriteabe süsteemid (*Business Intelligence Systems (BI)*) muudavad tulevikus võimalikuks langetada otsuseid efektiivsemalt ning muutuda ettevõtetel paindlikumaks (Schraufi *et al* 2016: 6).

Uute tehnoloogiate tulekuga on võimalik lahendada uusi väljakutseid tarneahela protsessides. Näiteks tööstuse asjade interneti (*Industry Internet of Things (IIoT)*) abil on võimalik parandada tarneahela nähtavust ja terviklikkust, et oleks tagatud õige toode, õige kogus, õigel ajal ning õiges kohas. (Macaulay, Buckalew & Chung, 2015: 7) Eeltoodut aitavad saavutada uuenduslikud lahendused nagu dünaamiliselt ümberkorraldatavad tarnevõrgustikud, tarnevõrkude planeerimine, et saavutada *lean* juhtimine, agiilne, roheline ja tarnekindel tarneahel (Carvalho, Cruz-Machado 2011: 2). Schrauf *et al* (2016: 30) leiavad ka, et tehnoloogiad nagu mobiilsed lahendused, pilvetehnoloogiad, erinevad andurid, laiendatud reaalsus ja andmeanalüütika rakendamine tarneahelas suurendavad tarneahela nähtavust. Need digitaaltehnilised lahendused aitavad kaasa ka näiteks integreeritud planeerimisele, täiustatud analüüsi võimekusele, autonoomsele tarneahelale, arukale hankimisele ja ladustamisele (Carvalho *et al* 2011: 33-34). Eeltoodud lähenemised võtab kokku Tööstus 4.0 kontekstis tarneahela poolne osa Logistika 4.0 (*Logistics 4.0*). Barreto *et al* (2017: 1248) arvates peab Logistika 4.0 tarneahelas arvestama järgnevate tehnoloogiliste lahendustega:

- ressursside planeerimine
- laujuhtimissüsteem
- transpordijuhtimissüsteem
- intelligentne transpordisüsteem
- infoturve

Douaioui, Fri, Mabrouki & Semma (2017: 128) on märkinud, et „lahendused, mis muudavad logistilised protsessid paindlikumaks, skaleeritumaks ja intelligentsemaks

*nimetatakse Targaks Tarneahelaks (Smart Logistics)*“. Läbi Targa tarneahela lahenduste on võimalik suurendada logistika jälgitavust kogu tarneahelas. Barreto *et al* (2017: 1248) leiavad, et Tark tarneahel suudab reageerida paindlikult turu muutustele ja läbi selle reageerida paremini lõppkasutaja vajadustele. See parandab kasutajatele pakutavat teenust ja vähendab ka ettevõtte jaoks tootmis- ja ladustamiskulusid. Üheks põhiliseks kontseptsiooniks on teha tarneahelas paremini nähtavaks ja jälgitavaks kõik ressursid: tooted, inimressurss ja transpordivahendid. Intelligentne jälgimissüsteem, mida võimaldavad uued tehnoloogiad, sunnib alltöövõtjaid muutma oma tarneahela keskkonda targemaks. Alltöövõtjatelt oodatakse, et nende transpordisüsteemid saaksid ka kuluefektiivsemaks ja suudaksid pakkuda kliendile tooteid õigeaegselt ja ohutult. (Douaioui *et al* 2017: 128). Erinevate autorite poolt välja toodud Targa tarneahela kriteeriumitele vastavuse määrad on esitatud alljärgnevalt koondina (vt Tabel 1).

**Tabel 1** Targa tarneahela põhilised kriteeriumid

Autorid	Dünaamiline	Läbipaistev	Integreeritud	Automatiseeritud
Jabeur <i>et al</i> (2017)	xx	xx	x	x
Schraufi <i>et al</i> (2016)	xx	xx	xx	xx
Douaioui <i>et al</i> (2017)	x	x	x	
Carvalho <i>et al</i> (2011)	xx	x		

Allikas: autorite koostatud; tabelis esitatud teadlaste artiklite põhjal; xx – peab targa tarneahela põhiliseks kriteeriumiks, x – peab targa tarneahela arvestatavaks kriteeriumiks

Targas tarneahelas keskendutakse põhiliselt neljale põhivaldkonnale. Need on tõhus tarneahela ajastamine, info- ja kommunikatsioonitehnoloogia kasutamine, töötajate kaasamine ja koolitamine ning riigis kehtivad seadused. (Douaioui *et al* 2017: 131) Samad põhivaldkonnad, millele Douaioui *et al* (2017: 131) viitavad, toovad oma töös välja ka Jabeur *et al* (2017: 673). Samas Schrauf *et al* 2016: 30) leiavad, et Tark tarneahel keskendub kuuele põhilisele teemale. Nendeks on koostöö, ühenduvus, kohanemisvõime, integratsioon, autonoomne kontroll ja tunnetuslik täiustamine. Infotehnoloogia lahendused saavad aidata kaasa täpsele tarneahela ajastamisele, aidates kaasa tarneahelas olevate transpordivahendite aja ja asukoha raporteerimisele.

Carvalho *et al* (2011: 29-30) arvates tarnitakse agiilse tarneahela ideoloogia kohaselt õige toode, õigel ajal, õigesse kohta, õiges koguses, õigete kuludega ja õiges konditsioonis. Samas, kui kliendi soovid võivad pidevalt muutuda, siis peab ka tarneahel kohanduma pidevate muutustega, et olla vastavuses turu nõudmistega. Selline lähenemine on sarnane Targa tarneahela põhimõtetele ja saab väita, et need lähenemised on sarnased. Samas Tark tarneahel on lisanud veel juurde rohkem tehnoloogilistest võimalustest tulenevaid võimalusi ja lahendusi, olles edasiarenduseks Agiilse tarneahela ideoloogiale. Douaioui, Fri, Mabrouk & Semma (2018: 128-131) on toonud sisse mõtte, et Targas tarneahelas peavad suutma süsteemid koheselt teavitada osapooli muutustest, et suudetaks reageerida väga kiiresti. Siis on ka vaja analüüsida tekkivaid andmeid protsessides, et saaks teha paremaid järeldusi protsesside toimimiseks tarneahelas. Sellele saavad kaasa aidata äriteabe süsteemid ja tehisintellekt. Keerulistes olukordades planeerimisprotsessiga toimetulemiseks peavad töötajad olema hästi koolitatud ja kvalifitseeritud. Ka riiklikud seadused mõjutavad Tarka tarneahelat. Seadustest tulenevad erisused mõjutavad mitte ainult logistika hinda tarneahelas, aga võivad seada takistusi ja erisusi toodetele, millega peab pidevalt arvestama (näiteks aktsiisiga maksustatud kaubad ja nende transport).

Kasutajad aktsepteerivad ja võtavad hea meelega kasutusele uusi tehnoloogiad, kui nendest saadakse piisavalt kasu. Uute lahenduste kasutusele võtmisel peavad ettevõtted silmas pidama, et arvestada tuleb turvariskidega ja koolitada organisatsiooni neid nõrki kohti arvestama. Kõige nõrgemaks kohaks jääb alati inimene, mistõttu peab erilist tähelepanu pöörama töötajate teadlikkuse tõstmisele ja koolitamisele, et läbi selle vähendada turvalisuse riske. Uute lahenduste kasutuselevõtul ja ärimudelite muutmisel peavad ettevõtted alati arvestama turvalisuse tagamisega. (ENISA 2010) Barreto *et al* (2017: 1250) arvates otsivad ettevõtted pidevalt tehnoloogilisi lahendusi, mis aitaks neil areneda ja paremini konkurentsipüsida. Samas uute tehnoloogiate kasutusele võtuga suureneb ka risk turvalisuse osas, kuna alati ei suudeta koheselt tagada uute lahenduste turvalisust.

Schrauf *et al* (2016: 30) on välja pakkunud, et ettevõtete edukaks tarneahela digitaliseerimiseks peaks kasutusele võtma palju tehnoloogiaid ja integreerima need äriprotsessidesse. Selle saavutamiseks peavad ettevõtted järgima neljast komponendist koosnevat digitaalse tarneahela digitaliseerimise juhust:

1. Esmalt on vaja fikseerida lähtepositsioon ja analüüsida praegust valmisolekut digitaaliseerimiseks ning leida täiustamist vajavad protsessid. (Schrauf *et al* 2016: 30) Heistermann, Mallee & Hompel (2016: 8) rõhutavad ka seda, et antud protsessis käigus peaks leidma ka vastuse, mida soovitakse digitaliseerimise protsessiga saavutada.
2. Schrauf *et al* (2016: 30) järgi on järgnevalt vaja sõnastada strateegia ja leida valmisolek tarneahela muutusteks, mis toetab kõige paremini ärimudelit. Heistermann *et al* (2016: 8) märgivad, et kindlasti peab ära määratlema ja teavitama huvigruppe, kes sellega on seotud. Kui on tegu tarneahela digitaliseerimisega, siis tihti unustatakse ära ettevõtte välised huvigrupid ega kaasata neid piisavalt. Lisaks on vaja välja selgitada, kas kaasatud huvigruppide huvid on sarnased ja kas kõik saavad aru oma ülesannetest ja rollidest projektis.
3. Schrauf *et al* (2016: 30) soovitavad kolmanda etapina proovida alustada väikeste pilootprojektidega kogu ahelas, kuna enamik ajast, mil tarneahelat digitaliseeritakse, põhjustab see radikaalseid muudatusi ettevõtetes. Ettevõtted peaksid läbi viima väiksemad pilootprojektid terves tarneahelas, nägemaks ära võimalikud tekkivad kasud muutustes, paindlikult arendama välja protsessid ja tarkvara võttes arvesse tekkinud muutusi. Lisaks leiavad Heistermann *et al* (2016: 8), et kui on olemas selge lõppsoov, siis peaks ka digitaliseerimist viima läbi väiksemate projektide kaupa kogu tarneahelas. Kui proovida digitaliseerida kogu tarneahelat korraga, siis võib sattuda olukorda, kus seda projekti ei lõpetata mitte kunagi. Schrauf *et al* (2016: 30) arvates peaksid ka projektid keskenduma tervele ahelale, mitte ainult väikestele osadele. Ei ole mõistlik võtta kasutusele tehnoloogiaid, mis lahendavad väikse osa tarneahelast ja ei võimalda selle kasutust teistes tarneahela protsessides.
4. Schrauf *et al* (2016: 30) märgivad järgmise etapina osade kaupa lahenduste kasutuselevõtu ja uue võimekuse arendamist pärast pilootprojektide edukat käivitamist. Esmalt peaks keskenduma tarneahela nendele osadele, mis võiksid tuua eeldatavasti kõige suuremat kasu. Peale seda liikuda juba vähem oluliste protsesside täiendamise suunas. Oluline on meeles pidada, et erinevate osade arendamine või täiendamine tekitab olukorra, kus protsessid või lahendused peavad olema võimelised edasi arenema koos terve tarneahela muutumisega.

Heistermann *et al* (2016: 8) lisavad, et osade kaupa lahenduste kasutususelevõtt tagab ettevõttele ka pайдlikkuse järgmises arendusetapis. Kui eelmise arendusetapiga muudeti protsessi, siis on võimalik järgmises arendusetapis seda arvestada. Sellise lähenemisega vähendab ka ettevõtte arenduseprotsessis riske.

Digitaalsete protsesside arendamisel peab arvestama erinevate probleemidega. Din (2018: 48) on välja toodud, milliste väljakutsetega peab tegelema, et uus arendatav lahendus oleks kooskõlas Tööstus 4.0 ideoloogiaga. Tehnoloogia ja tarkvaralahenduste valdkonnas on välja töötatud standardeid ja spetsifikatsioone. Standardid tagavad seadmete ja tarkvara ühtse toimimise ja suhtlemise võrgustikes ning uute seadmete ja lahenduste arendamisel tuleb standarditega arvestada. Kuhlenkötter, Bender, Wilkens, Abramovici, Göbel, Herzog, Hypki & Lenkenhoff (2017: 346) on oma töös välja toonud, et tarkvara turvalisus on oluline ja juba varajases staadiumis peab proovima ennetada rünnaku võimalusi ning töötama välja vastumeetmed. Lisaks peab testima ja täiendama turvaprotokolle, et need võimaldaks usaldusväärse suhtlemise ebaturvalises keskkonnas. Lenkenhoff *et al* (2018: 170) lisavad veel võrkude turvalisuse vajadusel ka privaatsuse aspekti, millega peab kindlasti arvestama, kui on tegu küber-füüsilise süsteemiga.

Turvalisuse põhiülesanne on kaitsta süsteeme väliste mõjutajate eest, kellel puudub volitatud ligipääs. Üldjuhul on turvalisuse mõiste laialdane ja erinevate süsteemide puhul saab kasutada kindlaid lahendusi. (DIN 2018: 46) Douaioui *et al* (2018: 132) juhivad oma töös tähelepanu asjaolule, et tarneahela protsessi käigus vahetatakse väga palju andmeid erinevate osapoolte vahel, mistõttu on kriitilise tähtsusega, et turvalisusele pöörataks suurt tähelepanu. Põhiline kontseptsioon, millele tugineda on see, et turvalisus on üks oluline komponent, millega peab arvestama, kui luuakse erinevaid süsteeme ja lahendusi – turvalisus on lahutamatu osa süsteemide arendusest (*Security by Design*). (DIN 2018: 46) Barteveyan (2015: 7) toob sama moodi oma töös välja, et turvalisusele peab juba mõtlema arenduse algfaasis ja turvalisus on iga süsteemi lahutamatu osa. Turvalisuse tagamine ja sellega pidevalt tegelemine kasvatab usaldust omavahel koostööd tegevate partnerite vahel. (DIN 2018: 47) Turvalisuse puhul peab arvestama ka füüsilise turvalisusega, sest IT-süsteemid on omavahel ühendatud ning see võib anda juurdepääsu ka mittevõimatatud isikule, mis läbi omavahel ühendatud IT-süsteemide võib põhjustada

kahjusid kogu suures süsteemis. Turvalise süsteemi ülesehitusel peab kindlasti jälgima ka seda, et kõik seadmed, mis on ühendatud omavahel läbi distantsi, peaksid infot vahetama krüpteeritult. Heistermann *et al* (2016: 9) märgivad lisaks, et turvalisus on oluline, kuid turvalisuse rakendamise käigus ei tohi ettevõtte ka kõiki kommunikatsiooni kanaleid täielikult piirata. Ettevõtted peavad olema turvaliselt võimelised jagama oma andmeid näiteks tarneahela protsessis, olemaks Tööstus 4.0 väärilised.

Tööstus 4.0 kontekstis mängib suurt rolli infosüsteemide omavaheline laitmatu suhtlus. Kõik uued süsteemid peab läbi mõtlema ja teostama juba erinevate süsteemide koostalitlusvõimet silmas pidades. Koostalitlusvõime tähendab seda, et kõik protsessis osalevad seadmed ja komponendid on võimelised teostama sarnaseid ülesandeid ja suhtlema omavahel. (DIN 2018: 26) Chen, Vallespir & Daclin (2008: 2) lisavad, et tihti saab andmete vahetusel takistuseks erinevate ettevõtete andmete ja nende edastuse erinevus. Suureks probleemiks on tavaliselt ühilduvus juba olemasolevate süsteemidega. Vanemad tarkvarad ei ole disainitud vahetama infot tänapäevaste standardite järgi ja tihti on probleemiks ka ebaturvaline andmevahetus. (DIN 2018: 26) Chen *et al* (2008: 2) arvates on takistuseks ka erinevad tarkvaralised platvormid ja nende arhitektuurid, mida on väga keeruline omavahel ühendada.

Chen *et al* (2008: 2) toovad lisaks takistusena välja erinevate organisatsioonide poolt määratud inimeste pädevuse ja sõnaõiguse. Kui organisatsioonid arendavad omavahel toimivaid lahendusi ja neist ühes organisatsioonis ei ole vajaliku pädevuse ning volitustega inimesi, siis see projekt ei ole jätkusuutlik. Hoffmeisteri (2017: 22) arvates on suurimaks väljakutseks uute digitaalsete protsesside kirjeldamine viisil, et kõik vajalikud osapooled saaksid sarnaselt uuest mudelist aru. Selle jaoks peab paika panema kindlad eesmärgid, kuhu tahetakse jõuda ja peale ärimudeli kirjeldamist kontrollima, kas analüüsist välja kasvanud äriprotsess ka seda võimaldab ja kas kõik osapooled saavad sellest sarnaselt aru.

Uute lahenduste juurutamisel peab jälgima väga täpselt turvalisust ning standarditele vastavust. Lähimõeldud liidestused tagavad uute lahenduste pikaajalise kasutamise

võimaluse ja jätvad võimaluse neid pidevalt edasi arendada, käimaks kaasas uueneva äriprotsessiga.

Tööstus 4.0 aitab kaasa uute partnerlus- ja ärimudelite välja töötamistele, mis vastavad uutele nõudmistele, milleks on suurem individuaalne lähenemine ja kliendi soovide paindlik rakendamine. Uued ideoloogiad, mida Tööstus 4.0 endaga kaasa toob ning erinevate mudelite väljatöötamine ja kasutuselevõtmine avab ligipääsu ka väiksematele ettevõtetele. Kui näiteks teatud tarkvaraliste lahenduste kasutamine väikeettevõtetele ei ole seni olnud võimalik klassikalise litsentseerimise ja ärimudelite pärast, siis sama võimalust teenusena ostes, on väikeettevõtetele võimekus osta sarnaseid tehnoloogilisi lahendusi, mida varem ainult suureettevõtteid said endale lubada. Näiteks uued ärimudelid võtavad ka arvesse ettevõtete suuruse ja teenuse kriitilise kättesaadavuse vajaduse ning vastavalt sellele toimub hinnastamine. Uued lahendused annavad võimaluse erinevate suurustega ettevõtetele sarnases tarneahelas osalemiseks ja koostööks. (Kagermann 2013: 30)

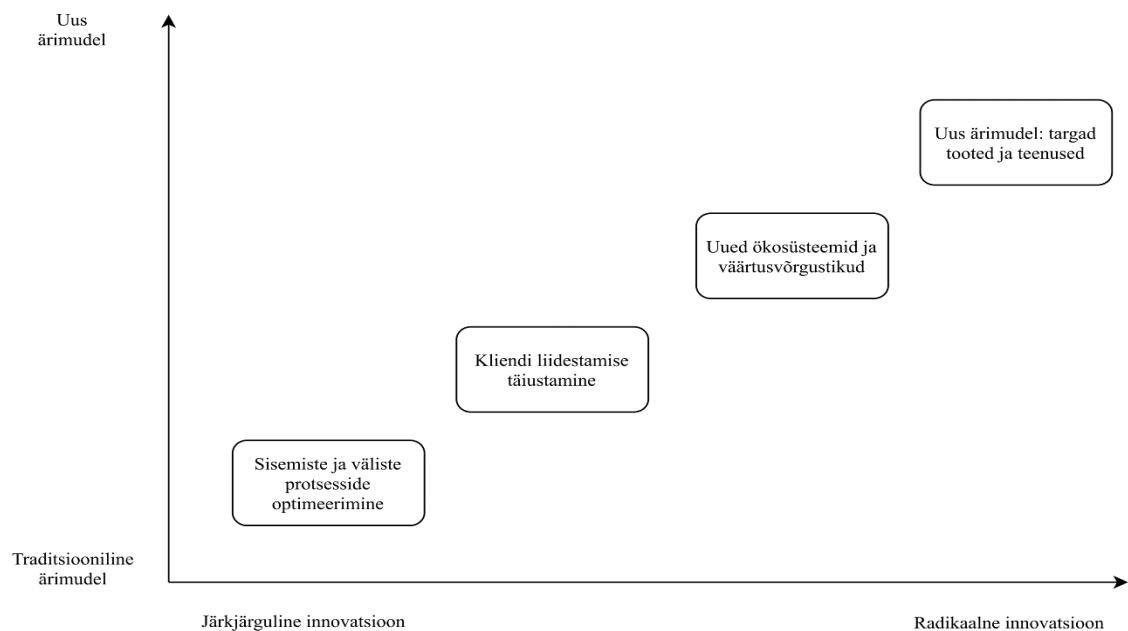
Tööstus 4.0 välja pakutud uuendused, näiteks võrgustikes tootmine või kohanduv tarneahela protsess seavad ette nõudmised ärimudeli muutmisele ja uued ärimudelid peavad vastama pigem võrgustike ideoloogiale, kui ühe ettevõttesisesele ärimudelile. Selline lähenemine toob kaasa ka keerulisi probleeme: kuidas rahastada, kuidas kaitsta intellektuaalomandit, kuidas hajutada riske ja kaitsta oskusteavet. Sellistes ärimudelites peab arvestama ja kokku leppima ettevõtete vahelised vastutusalad. Antud mudeli toimimiseks peab sõlmima ettevõtete vahelised juriidilised lepingud ja dokumendid, võttes arvesse ettevõtete vastutusalasid võrgustikus. (Kagermann 2013: 30)

Tööstus 4.0 poolt väljapakutud raamistikud aitavad ettevõtetel oma äriprotsesse uuendada ja kaasajastada, muutes seeläbi ettevõtte konkurentsivõimelisemaks ja äriprotsessid efektiivsemaks. Läbi eelnevalt nimetatud tegevuse on võimalik püsida konkurentsisis ja olla kasumlik ettevõtte ka tulevikus. Äriprotsesside muutmisest võivad välja kasvada uued ärimudelid ja uued ettevõtte, mis on palju potentsiaalsemad kui tänane ettevõtte.

Tööstus 4.0 loob uusi viise väärtuste ja uute ärimudelite loomiseks (Kagermann *et al* 2013: 5). Äride pidev suurenenud digitaliseerimine avab ettevõtetes uued võimalused. Järjest rohkem on vaja muuta ja uuesti läbi mõelda praegused äriprotsessid, mis võivad

olla muutunud ajas ja tehnoloogias (Gerlitz, 2015: 246). Põhilised koostöövormid, kus püütakse äriprotsesse ühendada ja uuendada, on ostja ja tarnija vahelised protsessid. Sellisel moel on võimalik mõlemal poolel ressursse paremini planeerida ja teatud ressursse koostöös üksteise vahel jagada. Kõiki ressursse ei ole mõistlik ettevõttel endal omada ja ka ei ole mõtet kõiki tegevusi ise teha. Selline optimeerimine ja koostöö toob tavaliselt kaasa kulude ja aja kokkuhoiu. Partnerluse käigus jagatakse sageli nii füüsilisi kui ka virtuaalseid ressursse. (Osterwalder & Pigneur 2010: 39) Tööstus 4.0 rakendamine mõjutab ärimudelite komponente kas läbi järk-järgulise uuendamise või siis juba radikaalse uuendamise käigus (Ibarra *et al* 2017: 7).

Osterwalder *et al* (2010: 138) toovad välja, et ideed äriprotsesside uuendamiseks ja innovatsiooniks võivad tulla ükskõik millisest äriprotsessist. Põhilised neli äriprotsessi muutmise ja innovatsiooni tagantsundijat on ressursside, pakkumiste, klientide ja finantsidega seotud tegurid. Kõik need neli põhilist aspekti saavad olla alguseks ärimudeli täielikuks muutmiseks. Ibarra *et al* (2017: 7) on välja toonud neli konkreetset võimalust tootmisettevõtetele äriprotsesside digitaalseks ümber kujundamiseks. Jooniselt 2 nähtub, et mida suurem on radikaalne innovatsioon, seda rohkem muutub ärimudel erinevaks ettevõtte algsest ärimudelist.



**Joonis 2** Digitaalse ümberkujundamise võimalused tootmisettevõtetes  
Allikas: Ibarra *et al* (2017 :8), autorite koostatud

**Sisemiste ja väliste protsesside optimeerimine** on järk-järguline innovatsioon, mis aitab parendada ja muuta protsesse ilma äriprotsessides suuri muudatusi tegemata. Selles protsessis keskendutakse põhiliselt suuremate väärtuste loomisele läbi efektiivsuse tõstmise ja tootlikkuse suurendamise. (Ibarra *et al* 2017: 8) Amit & Zott (2012: 41) leiavad, et ettevõtted enamasti uuendavad protsesse ja tooteid. Samas protsesside ja toodete pidev innovatsioon on ettevõtetele väga kulukas ja investeringute tasuvus ei ole fikseeritav. Protsside optimeerimisega on võimalik vähendada kulusid, aega ja probleeme. Siseste ja väliste protsside optimeerimine võiks tootmisettevõtetele olla esimesi samme soovides kasutusele võtta Tööstus 4.0 ilma suuremate riskideta. (Ibarra *et al* 2017: 8)

**Kliendi liidestamise täiustamine** on samuti järk-järguline innovatsioon, mis põhiliselt keskendub väärtuste suurendamisele läbi toodete, klientide suhete ja teenuste parandamise. Uued tehnoloogiad võimaldavad saada paremini kliendiga kontakti ja saada aru kliendi vajadustest, mis läbi on võimalik suunata tootearendust, luues kliendile sobivaid tooteid ning tõsta seeläbi kliendirahulolu. (Ibarra *et al* 2017: 8-9) Osterwalder *et al* (2010: 128) toovad välja, et kui ärimudelit vaadelda kliendi perspektiivist, siis selline lähenemine võib tuua täiesti uusi võimalusi. Soovides ärimudeli muutustes arvestada kliendi perspektiiviga, peab kindlasti oma klienti hästi tundma. Samas rõhutavad Osterwalder *et al* (2010: 128) ka seda, et ei tohiks keskenduda ainult olemasolevatele klientidele, vaid peaks proovima leida ka uusi kliente, kellele paremini läheneda. Läbi uute IT-lahenduste on võimalik kliendid üha enam väärtusahelasse integreerida. Sellise lähenemisega saab ettevõtte anda osad ülesanded otse kliendile. Näitena võib tuua e-poes ostlemise või internetipangad. (Fleisch, Weinberger & Wortmann 2014: 814-815) Kui sisesed ja välised protssid on ettevõttes optimeeritud, on järgmiseks sammuks klientide liidestamise täiendamine, et suurendada väärtust ettevõtte traditsioonilises ärimudelis. (Ibarra *et al* 2017: 8-9)

**Uued ökosüsteemid ja väärtusvõrgustikud** on juba radikaalne innovatsioon ärimudelile, mis keskendub ettevõtte põhiärile ja eristusvõimele. Selles mudelis on ettevõtete protsside väärtuse suurendamine seotud sidususrühmade protssidega. Paljud ärimudeli elemendid on vaja radikaalselt uuendada, näiteks põhitegevused, kanalid ja suhted nii klientide kui partneritega, et oleks võimalik liikuda väärtusahelalt

ökosüsteemi ja suurendada ka sidususrühmade teadlikkust. Uute ökosüsteemide ja väärtusvõrgustike rakendamise järel on oluline üles märkida väärtuste loomise muutuse protsess. (Ibarra *et al* 2017: 9) Lisaks eelnimetatule toovad Fleisch, Weinberger & Wortmann (2014: 815) oma töös välja, et põhimõtteliselt jääb äri samaks, aga muudetakse täielikult selle äri loogikat rahastuse poole pealt. Teenuse pakkumisel liigutakse pigem selles suunas, et kliendid maksavad seadmete kasutamise eest, mitte nende omamise eest. See võimaldab kasutada seadmeid ja teenused siis, kui kliendil neid on vaja, mitte soetada seade ja maksta seadme eest olukorras, kus seda ei kasutata pidevalt.

**Targad tooted ja teenused** on uus ärimudel, mis pakub uute tehnoloogiate kasutuselevõtmist, võimaldades pakkuda uut tüüpi tarku tooteid ja teenuseid. Targad tooted ja teenused sunnivad uuendama ka kogu ärimudeli elemente võrreldes eksisteerinud ettevõtte traditsioonilise ärimudeliga. Selline radikaalne muutus äriprotsessis võib ettevõtete jaoks avada uusi turge toodetele ja teenustele. Kui ettevõtte plaanib uue ärimudeli kasutusele võtta, siis soovitatakse katsetada seda uut ärimudelit paralleelselt eksisteeriva ärimudeliga. Seda aga ainult juhul, kui eksisteeriv ärimudel on veel kasumlik. (Ibarra *et al* 2017: 9) Hoffmeister (2017: 22) juhib tähelepanu asjaolule, et uute tehnoloogiate kasutuselevõtt aitab muuta ka ärimudelit, nii et sellest saavad välja kasvada uued digitaalsed ärimudelid. Ettevõttel peab enda jaoks olema paika pandud, kuhu tahetakse läbiviidavate muutustega jõuda. Ainult sel tingimusel on võimalik edukalt ärimudelit muuta.

Antud peatükis vaadeldi lähemalt, kuidas aitab kaasa Tööstus 4.0 äriprotsesside uuendamisele ja milliseid lahendusi antud rakendus võimaldab tarneahela info juhtimisele ja digitaliseerimisele.

## **2. TARNEAHELA PROTSESSI DIGITALISEERIMINE TOOTMISSETEVÖTTES X**

### **2.1 Ettevõtte, uurimismetoodika ja valimi kirjeldus**

Käesolevas magistritöö empiirilises osas analüüsivad töö autorid tootmisettevõtte x tarneahelat ja selle käigus selgitavad välja tarneahela digitaliseerimise arendamise võimalused ning töötavad välja sobiva tarkvara digitaalse infojuhtimise tarneahela arendusvõimaluste rakendamiseks. Empiiriline osa on jagatud neljaks peatükiks. Esimeses alapeatükis tutvustatakse ettevõtet ja uurimismeetodeid. Teises alapeatükis analüüsitakse netnograafilise uuringu käigus kogutud tulemusi ning tuuakse välja järeldused, mis on sisendiks tarneahela infojuhtimise parandamiseks läbi digitaliseerimise ja tulevase tarneahela tarkvara arendamisele. Kolmandas alapeatükis uuritakse ja analüüsitakse töö autorite poolt poolstruktureeritud intervjuude ja tööprotsessidest saadud info põhjal kogutud tootmisettevõtte tarneahela osa (valmistoote jõudmine kliendini). Neljandas alapeatükis esitatakse töö autorite poolt tootmisettevõttele x soovitusel tarneahela efektiivsemaks ja läbipaistvamaks muutmiseks.

Tootmisettevõtte x on toiduainetööstuses tegutsev ettevõtte, mis müüb oma tooteid nii Eesti turul kui ka ekspordib neid. Tarneahelas toodete ja materjalide transportimiseks puuduvad ettevõttel endal transpordivahendid ning valmistoote transportiks kasutatakse seitsme transpordi põhitegevusega tegeleva ettevõtte teenuseid. Tootmisettevõtte väljastab oma logistikakeskusest ühes kuus ~1000 koormat valmistooteid. Töö autorid analüüsivad oma töös tarneahela osa, mis hõlmas endast valmistoote transportimist tootmisettevõtte x klientideni. Enamik tarnitavastest toodetest transporditakse kliendile intervalliga 48h, kuid on ka kliente, kelleni transporditakse valmistoode tellimusest kuni kättesaamiseni 24h jooksul. Sellest tulenevalt on tootmisettevõttes vaja andmete vahetus viia digitaliseerimisega uuele tasemele, et parandada tarneahela läbipaistvust ja kiirust info liikumises erinevate osapoolte vahel.

Andmete kogumise instrumendiks valisid töö autorid poolstruktureeritud intervjuu, osaleva vaatluse ning netnograafilise uuringu. Esmalt viisid töö autorid uuritavas tootmisettevõttes logistika valdkonna inimestega läbi poolstruktureeritud intervjuud tarneahela protsesside kaardistamiseks. Saldana & Omasta (2018: 92) on poolstruktureeritud intervjuu välja toonud kui ühe kvalitatiivse uurimismeetodi, mille käigus koostatakse enne intervjuud küsimused, mida hakatakse küsima uurimistöös osalevate inimeste käest. Küsimused peaksid katma kogu uuritava teema ja olema loogilises järjestuses, et intervjuueeritaval inimesel oleks lihtsam intervjuu kulgu jälgida. Töö autorid kasutasid poolstruktureeritud intervjuud, et selgitada välja kasutajate enda nägemus tarkvara vajadusest ning tarkvara mõjust igapäevatoos. Intervjuude käigus kaardistati senine tarneahela protsess ning intervjuudest saadud vastuste analüüsi põhjal töötati välja ja esitati ettevõtte juhtkonnale uue tarneahela protsessi kavand.

Poolstruktureeritud intervjuud viidi läbi perioodil 05.03.2019-19.03.2019 ettevõtte ruumides ning osalusvaatlus viidi läbi perioodil 25.03.2019-29.03.2019.

Intervjuude kestvuseks planeeriti ühe intervjuu läbiviimiseks 60 minutit ning teise intervjuu jaoks samuti 60 minutit. Poolstruktureeritud intervjuudes intervjuueeriti logistikadirektorit, logistika laojuhatajat ja logistikut. Kõik intervjuueeritavad olid asutuses x töötanud üle viie aasta ja olid hästi kursis vastava valdkonna protsessidega. Nimetatud isikud on läbilõige erinevatest rollidest ettevõttes, kelle otseseks ülesandeks on ettevõtte protsesside arendamine ja toimivate lahenduste loomine ning nende täiendamine ning igapäevane kasutamine (vt Tabel 2). Osalusvaatlus viidi läbi samade osapooltega.

**Tabel 2** Ülevaade intervjuueeritavatest ja intervjuude protsessist ettevõttes x

Intervjuueeritava isiku ametikoht	Intervjuueeritava isiku tegevused tarneahelas	Töötatud aastad ametikohal	Kasutatud meetod	Toimumis kuupäev	Kestvus
Logistika direktor	Juhib ja arendab kogu tarneahelat	Üle viie aasta	Intervjuu I	05.03.19	54 minutit
			Intervjuu II	07.03.19	40 minutit
			Osalusvaatlus	25.03.19	6 tundi

Logistika laojuhataja	Juhib ja arendab valmistoodete transporti kliendile	Üle viie aasta	Intervjuu I	12.03.19	49 minutit
			Intervjuu II	14.03.19	53 minutit
			Osalusvaatlus	27.03.19	7 tundi
Logistik	Osaleb valimistoodete transportimisel kliendile	Üle viie aasta	intervjuu I	18.03.19	45 minutit
			Intervjuu II	19.03.19	70 minutit
			Osalusvaatlus	29.03.19	7 tundi

Allikas: autorite koostatud intervjuerimise käigus kogutud andmete põhjal

Intervjuu küsimustiku plokk sisaldas järgnevaid küsimusi:

1. Missugused tänased probleemid vajaksid lahendust digitaalses infojuhtimises ettevõtte tarneahela protsessis? (edasises tekstis märgitud kui intervjuu küsimus üks)
2. Kuidas toimub andmetöötlus ja andmete kasutamine täna ettevõtte tarneahela protsessis? (edasises tekstis märgitud kui intervjuu küsimus kaks)
3. Kuidas saab parandada olemasolevaid protsesse ettevõtte digitaalses infojuhtimises? (edasises tekstis märgitud kui intervjuu küsimus kolm)
4. Missuguseid muutusi on vaja teha, et digitaalne infojuhtimine ettevõtte tarneahela protsessis oleks paindlikum? (edasises tekstis märgitud kui intervjuu küsimus neli)
5. Kuidas saab muuta tarneahela protsesse ja tarkvara juurutamist sujuvamaks? (edasises tekstis märgitud kui intervjuu küsimus viis)

Teise uurimismeetodina kasutasid autorid osalusvaatlust, mille sisuline pool pandi kokku poolstruktureeritud intervjuudest saadud informatsiooni põhjal. Töö autorid viisid osalusvaatlused läbi kolmes osas, iga osalejaga eraldi. Osalusvaatluse ajal paluti osalejatel joonistada praegu kasutusel olev tarneahela äriprotsessi skeem. Pärast kõigi

osalusvaatluste toimumist vaatasid töö autorid üle osalejate poolt tehtud skeemid ning koostasid kolme osaleja poolt tehtud skeemi põhjal ühe ülevaatliku skeemi (Joonis 5 lk 45). Tulenevalt asjaolust, et kõik osalusvaatlusel osalejad töid välja erinevaid probleemkohti praeguses tarneahela protsessis, otsustasid töö autorid saadud info koondada. Ülevaade osalejate poolt esile toodud probleemidest on esitatud tabelina (vt Lisa 3 Tabel 7).

Kolmanda uurimismeetodina kasutasid töö autorid netnograafilist uuringut, mida teostati sotsiaalmeedia kanalite *Twitter* ja *Facebook* kogukondades ajavahemikul 15.07.2019.-21.07.2019. Kozinets (2010: 104) on väja toonud, et netnograafilise uuringu meetodeid on kolm: arhiveeritud andmete põhjal, täpsustatud andmete põhjal ja andmetest tehtud märkmete põhjal. Kozinets, Dolbec & Earley (2014: 266-267) märgivad, et arhiveeritud andmete põhjal tehtud analüüs on see, kui uurija hakkab analüüsima andmeid, mis on produtseeritud enne tema uuringu alustamist. Seejuures on oluline, et uurija ei ole uurimuse kohta enne uurimuse algust astunud antud teemal vestlustesse või esitanud küsimusi läbi elektrooniliste kanalite. Täpsustatud andmete põhjal läbi viidud analüüs on see, kui uurija sekkub huvigruppide vestlustesse, proovides läbi suunatud küsimuste leida uurimisküsimustele vastuseid. Andmetest tehtud märkmete põhjal teeb uurija ise märkmeid vaatluste kohta, ilma huvigruppide vestlustesse sekkumata. Antud töös kasutavad töö autorid kahte netnograafilist uurimismeetodit: arhiveeritud andmete põhjal ja andmetest tehtud märkmete põhjal tehtavat uurimismeetodit.

Nendes kanalites selgitatakse otsingu tulemusena välja „*Industry 4.0*“ teemal postitatud artiklid, millele on antud tagasisidet (meeldimine või jagamine). See annab teadmise, et seda artiklit on erialaspetsialistid lugenud ja pidanud vajalikuks. Kozinets *et al* (2014: 273-274) on välja toonud oma töös, et kui kasutada sotsiaalmeediat netnograafiliseks analüüsiks, siis on selge oht andmete ülekülluseks. Selleks soovitatakse kasutada suure andmehulgaga toime tulemiseks valimi piiritlemist. Töö autorid piiritlesid valimit ja otsingut *Facebook*'is ja *Twitter*'is erinevalt. Kozinets *et al* (2014: 274) juhib tähelepanu, et oluline on mõelda, kui palju andmeid on vaja analüüsida iga projekti jaoks. Töö autoritel oli võimalik valida, kas antud töö jaoks analüüsida kvantitatiivselt palju andmeid

või analüüsida kindla ajaperioodi jooksul kommentaare ja lingitud sisu. Autorid valisid variandi, kus analüüsitakse kogukondade jagatud sisu määratud ajavahemikes.

Kuna *Facebook*'i otsingule vastavaid artikleid ei olnud nii palju, siis valiti ajavahemikuks jaanuar 2017 kuni juuni 2019. Autorid ei tahtnud minna rohkem ajas tagasi, sest see võinuks mõjutada uurimise fookust, kuna aktuaalsed teemad muutuvad ajas. Antud ajavahemiku jooksul esines *Facebook*'i otsingu alusel 30 artiklit, mida töö autorid analüüsisid. *Twitter* on selliseks uuringuks sobivam, sest selles on rohkem erialspetsialistidest koosnevaid kogukondi, kes suhtlevad Tööstus 4.0 teemadel ja sellest tulenevalt on suurem hulk ka aktuaalseid publitseeritud materjale. Töö autorid valisid *Twitter*'i artiklite analüüsiks vahemiku jaanuar 2019 kuni juuni 2019. Vastava analüüsi käigus uuriti 103 artiklit.

Avatud kodeerimine (*Open Coding*) on kvalitatiivse analüüsi meetod, kus uurija kinnitab vaatlusandmetele või nähtustele koodid. Seejärel kategoriseerib koodid saadud vaatlusandmetest. Avatud kodeerimise eesmärk on saada aru uuritavatest teemadest ja jõuda teoreetilisele arusaamale andud valdkonnast. Kozinets *et al* (2014: 270) Töö autorid kasutasid artiklite analüüsis teoreetilisele analüüsile tuginevalt kokku kuut temaatilist sõna. Järgnevalt on tabelis 3 toodud välja need kuus märksõna, mida otsingutes kasutati. Lisaks sellele jagati artiklid tööstusharude kaupa laiali, et mõista aktuaalsemate sõnade kasutust tööstusharude kaupa.

**Tabel 3** Netnograafilises uuringus kasutatud märksõnad

Otsitud märksõna <i>Twitter</i> 'ist ja <i>Facebook</i> 'ist	Artiklitest märksõna alusel laiemalt otsitud teemad
<i>Digitalize</i> (Digitaliseerimine)	Digitaliseerimise tähtsust Tööstus 4.0 poole liikumisel
<i>Agile</i> (Agiilne)	Agiilsete meetodite kasutussagedus tootmisettevõtetes Tööstus 4.0 arendamisel.
<i>Supply change</i> (Tarneahel)	Tarneahela tähtsus ja selle moderniseerimine Tööstus 4.0 vaates.
<i>Security</i> (Turvalisus)	Turvalisuse olulisus kasutatavate ja väljatöötavate lahenduste juures ning turvalise ligipääsetavuse tagamine.

<i>Connected</i> (Ühendatud)	Inimeste ja masinate ning masinate vahelise suhtluse tagamise lahendused ja süsteemid. Koostoimiva võrgu (nii füüsilise kui ka virtuaalse) loomine.
<i>Software</i> (Tarkvara)	Digitaliseerimise parem rakendamine läbi tarkvaraarenduse ja kasutamise.

Allikas: autorite koostatud teorias märgitud märksõnade põhjal

## **2.2 Intervjuude analüüs ja süntees tootmisettevõttes x ning netnograafiline uuring parandamiseks infojuhtimise digitaliseerimist tarneahelas**

Antud alapeatükis analüüsitakse esmalt tootmisettevõttes x läbi viidud intervjuude põhjal võimalusi tarneahela digitaliseerimiseks. Töö autorid analüüsisid läbi viidud intervjuude esimese ploki põhjal äriprotsesside kitsakohti ja intervjuueeritavate poolt pakutud võimalusi antud kitsaskohtade kõrvaldamiseks, tuues paralleelse teoorias käsitletuga. Teises osas analüüsisid ja sünteesid töö autorid netnograafilise uuringu tulemusi ning selgitasid välja, kuidas antud tulemused mõjutavad infojuhtimise digitaliseerimist tarneahelas ja selle tarbeks loodava tarkvara arhitektuuri. Tulenevalt asjaolust, et tootmisettevõtte x on tegelenud *Lean* ideoloogia arendamisega protsessides ning jõudnud faasi, kus keskendumine üksnes protsesside parandamisele ei vii enam soovitud tulemuseni, on järgmise sammu astumiseks käivitatud projekt, mis parandab tarneahela protsesse digitaliseerimise abil.

Intervjuu küsimuse analüüsi põhjal selgitasid töö autorid välja, missugused tänased probleemid vajavad lahendust digitaalses infojuhtimises ettevõtte tarneahela protsessis (vt Tabel 4 ja Lisa 1 Tabel 5). Esiteks tõid intervjuueeritavad välja, et tarneahela protsessi teatud osades puuduvad digitaalsed andmed. Lisaks märkisid kõik intervjuueeritavad, et protsessis on liiga vähe automatsiseeritust. Logistika direktor, sarnaselt DIN (2018: 26) ja Chen *et al* (2008: 2) tõi välja, et sageli saab digitaalsete andmete vahetamisel (infosüsteemide vahel) takistuseks asjaolu, et andmed on erinevates formaatides ning erinevatel platvormidel. Täpsemalt märkis logistika direktor intervjuu käigus, et: „*Digitaalsete andmete puudulik formaat või digitaalse info täielik puudumine ei võimalda äriprotsesse tänapäevaselt arendada ja juhtida.*“ (Logistika direktor 2019 a).

Eeltoodu viitab selgelt asjaolule, et puudu ei ole ainult digitaalsetest andmetest, vaid kohati on andmed ka puudulikus või sobimatus formaadis. Lisaks tõi logistik (Logistik 2019 a) intervjuus välja, et digitaalsete andmete puudumine takistab tööde planeerimise ülevaatlikkust, märkides: „*Töödest puudub ülevaade, mis tähendab seda, et tööpäeva on võimatu planeerida.*“ Intervjuude vastuste analüüsi põhjal leidsid töö autorid, et oluline on üle vaadata andmetötluse põhimõtted. Terviklahenduse loomiseks, mis aitab saada parema ülevaate tööde igapäevasest planeerimisest, tuleks luua ka võimalused, kus töödele saab määrata staatuse.

Teise intervjuu küsimuse analüüsi põhjal selgitasid töö autorid välja, kuidas toimub andmetöötlus ja andmete kasutamine ettevõtte tarneahela protsessis (vt Tabel 4 ja Lisa 1 Tabel 5). Põhilise kitsakohana tõi intervjueritavad välja, et tarneahela protsessides on liiga palju analoogandmeid. Antud teemale juhtis tähelepanu ka logistika laojuhataja, märkides, et: „*Andmeid saab kokku koguda erinevatest programmidest, neid saab töödelda ja hallata näiteks Excelis ning need saab edasi saata meiliga või paber kandjal.*“ (Logistika laojuhataja 2019 a). Intervjueritavad rõhutasid ka seda, et analoogandmeid on keeruline hilisemalt töödelda ja ka kontrollida. Näiteks on eelnevalt mainitu välja toonud logistik järgnevalt: „*Tekib olukordi, kus paberlipikud on kaotsi läinud ja auto tuleb laadimisele, kuid koormad ei ole komplekteeritud.*“ (Logistik 2019 a). See näitab, et kui protsessis on tekkinud viga, siis ei ole hilisemalt võimalik vea tekkimise kohta tuvastada. Eeltoodud viib omakorda selleni, et edaspidiselt ei ole võimalik ka antud protsessi parendada ega edasi arendada. Logistika direktor on ka intervjuu küsimuse juures välja toonud esinevatest probleemidest olemasolevate tarkvarade ühilduvuse kohta, et „*Olemasolevad lahendused kahjuks ei suuda omavahel suhelda, seepärast on logistikas töötavatel inimestel täita suur roll*“ (Logistika direktor 2019 a). Antud tähelepanekust võib järeldada, et kuna tarkvarad ei ole omavahel korralikult liidestatud ja nendes ei saa vahetada digitaalselt andmeid sobivalt protsessile, viib see olukorrani, kus inimestel on vaja leida lahendused vajaliku info vahetamiseks. Antud juhul on protsessis osalevad töötajad valinud kõige lihtsama mooduse – analoogandmete vahetuse. Paraku on antud meetodi kasutamine viinud probleemideni, mida antud intervjuu punkti analüüsis ka välja toodi.

Kolmanda intervjuu küsimuse analüüsi põhjal selgitasid töö autorid välja, kuidas saab parandada olemasolevaid protsesse ettevõtte digitaalses infojuhtimises (vt Tabel 4 ja Lisa 1 Tabel 5). Põhiliseks parenduskohaks tõid kõik intervjueritavad välja vajaduse viia praegused analoogandmed tulevikus digitaalseks, parandades läbi digitaliseerimise andmevahetust inimeste ja süsteemide vahel. Digitaliseerimise vaatenurgast tõi logistika direktor välja mõtte, et on vaja mitte ainult parandada olemasolevaid tarkvara lahendusi, vaid luua uus tarkvara lahendus, mis suudaks siduda olemasolevaid tarkvarasid, märkides järgnevat: „*Peab arendama digitaalse lahenduse ehk infosüsteemi, milles on võimalik kogutud andmeid töödelda ja edastada*“ (Logistika direktor 2019 a). Schraufi & Bertrami (2016: 6) arvates on samuti tarneahela digitaliseerimisel vaja olemasolevad tarkvarad ja lahendused omavahel integreerida, muutmaks tarneahela efektiivsemaks ja läbipaistvamaks. Lisaks tõid intervjueritavad välja, et andmevahetus peaks loodavas lahenduses muutma andmed nähtavaks ja aitama ka kaasa nende automatiseeritud liigutamisele. Tarneahela läbipaistvamaks muutmise võtmes tõi logistika direktor välja mõtte, et „*Protsessi peab olema võimalik jälgida ja iga töö staatust peab saama kiirelt kontrollida ning vajadusel töö prioriteete muuta*“ (Logistika direktor 2019 a). Ka Douaioui, Fri, Mabroukki & Semma (2018: 128-131) on oma töös välja toonud, et tarneahelates peavad infosüsteemid omavahel hästi suhtlema ja suutma automatiseeritud muutustest teavitada. Logistika direktor toob intervjuus välja, et „*Automatiseerimine tähendab ajalist võitu, inimlike eksimuste vähenemist ja paremat tööde planeerimise võimalust*.“ (Logistika direktor 2019 a). Järgmiseks tõid intervjueritavad välja vajaduse paremini analüüsida ja jälgida andmeid. Antud mõtte sõnastas logistik järgnevalt: „*Tehtud töid peaks olema võimalik märkida tehtud töödeks infosüsteemis ja kogu infovahetus võiks toimuda digitaalseid kanaleid kasutades, sest siis on vajalik suhtlus digitaalses formaadis ja tööde teostamiseks kuluvat aega on võimalik hinnata täpsemini*.“ (Logistik 2019 a).

Neljanda intervjuu küsimuse põhjal analüüsisid töö autorid, missuguseid muutusi on vaja läbi viia, et digitaalne infojuhtimine ettevõtte tarneahela protsessis oleks paindlikum (vt Tabel 4 ja Lisa 1 Tabel 5). Intervjueritavad tõid välja, et paindliku süsteemi jaoks oleks vaja, et digitaliseeritud andmed aitaksid süsteemidel ja inimestel omavahel suhelda. Näiteks arvas logistik: „*Loodav süsteem peab võimaldama digitaalselt andmeid vahetada*

osapoolte vahel, et meil peaks jääma otse suhtlust vähemaks ja saaksime kontsentreeruda põhitööle“ (Logistik 2019 a). Järgnevalt toodi intervjueeritavate poolt välja vajadus paindlikult muuta protsesse ja arvestada kasutajate vajadusega nende muutmisel. Lisaks sooviti, et täienduste ja muudatuste sisseviimine oleks võimalikult kiire. Logistika laojuhataja nägemus paindlikkusest oli järgnev: „Kui teeme ettepaneku, et loome mingi andmevälja kusagile vaatesse juurde või vajame mõnda keerulisemat funktsionaalsust, sest see hõlbustab meie tööd, siis see tehakse kiirelt ära ja sama kiirelt saame arendaja tehtud muutused ka ära kinnitada ning võtta need majasiseselt kasutusele“ (Logistika laojuhataja 2019 a). Ka Kumar *et al* (2012: 48-49) on oma töös välja toonud, et pidev täiendamine ja kiire täienduste kasutuselevõtt viib kiiresti soovitud lõpptulemuseni. Läbi pideva täiendamise ja kiirelt täienduste kasutusele võttes jõutakse just sellele ettevõttele sobiliku tarkvara valmimise protsessiga kõige kiiremini soovitud eesmärgini. Intervjueeritavad tõid välja ka vajaduse turvalisusele, mille näiteks logistika direktor tõi oma intervjuus välja järgnevalt: „Olulisel kohal on ka turvalisus, mis tähendab seda, et tuleb ära defineerida erinevate rollide vajadused, seda nii infosüsteemide lõikes kui ka kasutajatele“ (Logistika direktor 2019 a). Douaioui *et al* (2018: 132) toovad ka oma töös välja, et tarneahela protsessides peab suurt rõhku pöörama turvalisusele. Oluline on, et turvalisusele hakatakse mõtlema juba uue lahenduse arendamise algfaasis.

Viiendas intervjuu küsimuses analüüsisid autorid, kuidas saab muuta tarneahela protsesse ja tarkvara juurutamist sujuvamaks (vt Tabel 4 ja Lisa 1 Tabel 5). Sarnaselt neljanda intervjuu küsimuse vastusele, tõid intervjueeritavad ka antud punktis välja paindlikku arendust ja muudatuste kiiret kasutusele võtmist. Näiteks märkis Logistika laojuhataja järgnevat: „Tarkvara peab olema võimalik täiendada, sest ei ole olemas lahendust, mis ongi täiesti valmis“ (Logistika laojuhataja 2019 a). Järgmiseks tõid kõik intervjueeritavad välja, et tarkvara arendusprotsessi peavad kindlasti olema kaasatud kõik osapooled. Begel *et al* (2007: 7) on ka enda töös välja toonud, et parem suhtlus kõikide osapoolte vahel kiirendab ja parandab tarkvara arendusprotsessi. Eeltoodu kohta arvas Logistik, et: „Arendusprotsessides jooksvalt osalemine aitab kindlasti kaasa tarkvara juurutamisele ja loodavate lahenduste võimalikult kiire kasutuselevõtu“ (Logistik 2019 a). Lisaks eelnevale tõi logistik veel välja, et: „Täiendustest peab saama ülevaate, näiteks korra nädalas või korra kuus, soovitavalt koos selgitustega“ (Logistik 2019 a). Järgnevalt juhtis

logistika direktor tähelepanu, milline peaks olema loodav tarkvara, märkides, et: „Loodav süsteem või selle täiendused peavad olema arendatud selliselt, et need oleksid intuiitiivsed ja loogilised“ (Logistika direktor 2019 a). Samas märgiti teiste intervjuueeritavate poolt juurde, et isegi kui süsteem luuakse väga hea, siis ei saa seda kasutusele võtta ilma koolituse tegemata. Logistik märkis, et: „Vajadusel võiks olla abileht ning jooksvad koolitused“ (Logistik 2019 a).

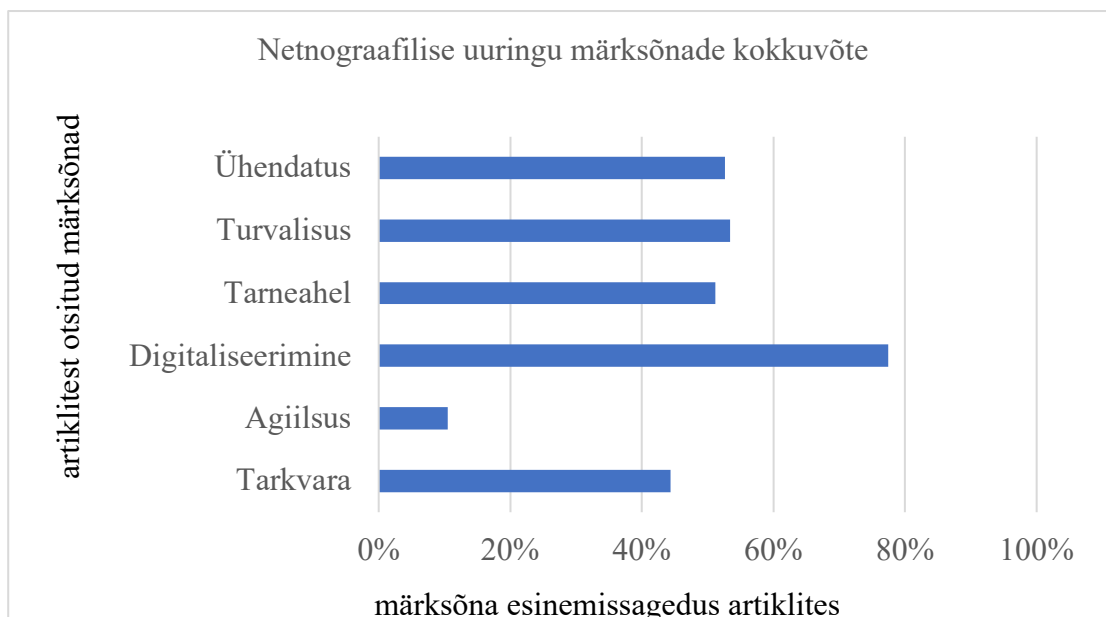
**Tabel 4** Struktureeritud intervjuudest saadud tulemused tootmisettevõttes x (märksõnade põhjal)

Küsimuse valdkonnad	Logistika direktor	Logistika laojuhataja	Logistik
Digitaalse infojuhtimise probleemid	Digitaalsete andmete puudulik formaat. Andmete digitaalne liikumine. Analoogandmed. Vähene automatiseerimine.	Digitaalsete andmete puudumine. Analoogandmed. Vähene automatiseerimine	Tööde planeerimine puudulik. Digitaalsete andmete puudumine. Vähene automatiseerimine.
Andmetöötlusprotsess tarneahelas	Inimeste suur roll andmetöötluse protsessis. Keeruline töödelda andmeid. Olemasolevatel programmidel kehv liidestus.	Infovahetus toimub manuaalselt. Andmete töötlus on protsessis keeruline. Analoog andmete liikumine digitaalsete asemel.	Infovahetus toimub manuaalselt. Analoogandmete liikumisel tekivad vead. Tagasisidet peab andma manuaalselt ja ei jää märki süsteemi maha.
Digitaalsete protsesside parandamine	Digitaalsete andmete parem vahetamine. Infosüsteem peab andma selge ülevaate. Andmed digitaliseeritud ja rohkem automatiseeritud. Digitaalne andmevahetus partneritega.	Digitaalsete andmete parem vahetamine. Digitaalne andmed protsessi lõikes ühes kohas. Info jagamine ühes süsteemis.	Digitaalsete andmete parem vahetamine. Digitaalsete andmete parem analüüsimise võimalus.

Digitaalne infojuhtimine paindlikumaks	Andmed digitaalseks ja suhtlema erinevate süsteemide vahel. Turvaline infosüsteem. Turvaline infovahetus teiste süsteemidega.	Infole ligipääsetavus peab olema selge ja kiire. Loodava süsteemi paindlik täiendamine.	Digitaalne suhtlemine osapoolte vahel. Loodava süsteemi paindlik täiendamine. Ettepanekutega arvestamine loodava lahenduse osas.
Arendusprotsessid ja juurutamine	Intuitiivne tarkvara. Kõik osapooled kaasatud arendustegevusse. Paindlik arendus ja osade kaupa kasutusele võtt. Kasutajate koolitus.	Kõik osapooled kaasatud arendustegevusse. Paindlik arendus ja osade kaupa kasutuselevõtt.	Kõik osapooled kaasatud arendustegevusse. Paindlik arendus ja osade kaupa kasutuselevõtt. Abi lehe kasutamine ja koolitused.

Allikas: autorite koostatud intervjuude põhjal

Eelneva uuringu edasi arendamise ja täpsustamise eesmärgil viisid töö autorid läbi netnograafilise uuringu. Töö autorid soovisid välja selgitada, millistele kriteeriumitele peab vastama tänapäevane ja Tööstus 4.0 raamistikku sobiv tarkvara. Uuringus vaadeldi artikleid, mida olid Tööstus 4.0 sotsiaalsetes gruppides jagatud. Kui artikkel oli märgitud meeldivaks või edasi jaganud, siis töö autorid kasutasid seda. Artiklitest vaadeldi eelnevat valitud märksõnu ja millises kontekstis need artiklites esinesid (vt Lisa 2 Tabel 6). Artiklites uurisid autorid, mis valdkonna kohta see artikkel on kirjutatud. Kui artiklist ei olnud võimalik välja lugeda, mis valdkonnaga on tegemist või artikkel oli valdkondade ülene, siis paigutati saadud tulemused Tootmise alla. Toomise alla paigutati vastavad artiklid seetõttu, et Tootmine 4.0 on mõeldud põhiliselt tootmisettevõtetele. Töö autorid ei analüüsinud erinevate sotsiaalmeedia kanalite *Twitter* ja *Facebook* saadud tulemusi eraldi, vaid vaatleid neid koos. Mõlemast sotsiaalmeedia kanalist saadi uuritav materjal kätte sarnases formaadis ja nende eraldi analüüs ei oleks andnud töö autoritele lisandväärtust.



**Joonis 3** Kokkuvõte netnograafilise uuringu artiklites esinenud märksõnade esinemissagedusest

Allikas: autorite koostatud netnograafilise uuringu põhjal (133 artikli põhjal)

Uuringust tuli välja, et kõige rohkem on Tööstus 4.0 gruppides kajastatud artiklites mainitud digitaliseerimist (77% artiklites) (vt Joonis 3). Saadud tulemust toetavad ka Schrauf & Bertram (2016: 4) ning Barreto, Amaral & Pereira (2017: 1246) uurimused, milles leiti, et tarneahela muutmisel mängib suurimat rolli digitaliseerimine. Seega on digitaliseerimine enamiku Tööstus 4.0 gruppides kajastatud artiklite fookuses. Eeltoodust tulenevalt keskendusid töö autorid tarneahela protsessis infojuhtimise analüüsimisel tootmisettevõttes x just tarneahela digitaliseerimisele kui kõige olulisemale aspektile tarneahela protsessi uuendamisel. Tarneahela digitaliseerimise võtsid töö autorid ette ainult nendes protsessi osades, kust hetkel on protsess üles ehitatud analoogandmetele.

Lisaks selgus uuringu analüüsist, et turvalisust ja selle olulisust kajatati üle poolte artiklites (vt Joonis 3). Antud asjaolu annab kinnitust turvalisuse olulisusest tarneahela protsessis ning kinnitab Kuhlenkötter *et al* (2017: 346), DIN (2018: 46) ja Douaioui *et al* (2018: 132) uurimustes välja toodut. Antud tulemuste põhjal järeldavad töö autorid, et protsesside arendamisel ja tarkvara planeerimise faasis peab kindlasti pöörama tähelepanu turvalisusele. Tulenevalt turvalisuse olulisusest tarneahela protsessis, leiavad töö autorid, et uute arendustega on oluline kasutusele võtta *Security by Design*

kontseptsioon, mille tõi välja oma töös DIN (2018: 46). Turvalisuse all vaadeldi artiklitest mitte ainult süteemide enda turvalisust vaid ka andmete turvalise vahetamise viise. Vajadus andmete turvalise vahetamise järele süsteemide ja inimeste vahel tuli välja ka netnograafilise uurimuse käigus ning sama on leidnud ka Heistermann *et al* (2016: 9) oma uurimuses.

Kolmas oluline aspekt, mis netnograafilises uuringus selgus, oli ühendatavus. Selle raames vaadeldi uurimistöodes inimeste ja masinate ning masinate omavahelise suhtluse tagamist. Lisaks vaatlesid töö autorid netnograafilise uuringu artikleid veel koostoimivate võrkude kontekstis, arvestades nii virtuaalseid võrke kui ka füüsilisi võrke. Üle poolte artiklites oli mainitud ühendatavust, mis toob selgelt välja ühendatavuse tähtsuse (vt Joonis 3). Ühendatavuse olulisuse on ka välja toonud oma töös DIN (2018: 26), näidates vajadust pöörata sellele tähelepanu. Ühendatavust on uuritud artiklites välja toodud ka kontekstis, et see võib saada takistuseks erinevate standartite ja platvormide pärast. Sama mõtte toovad oma töös välja ka Chen *et al* (2008: 2).

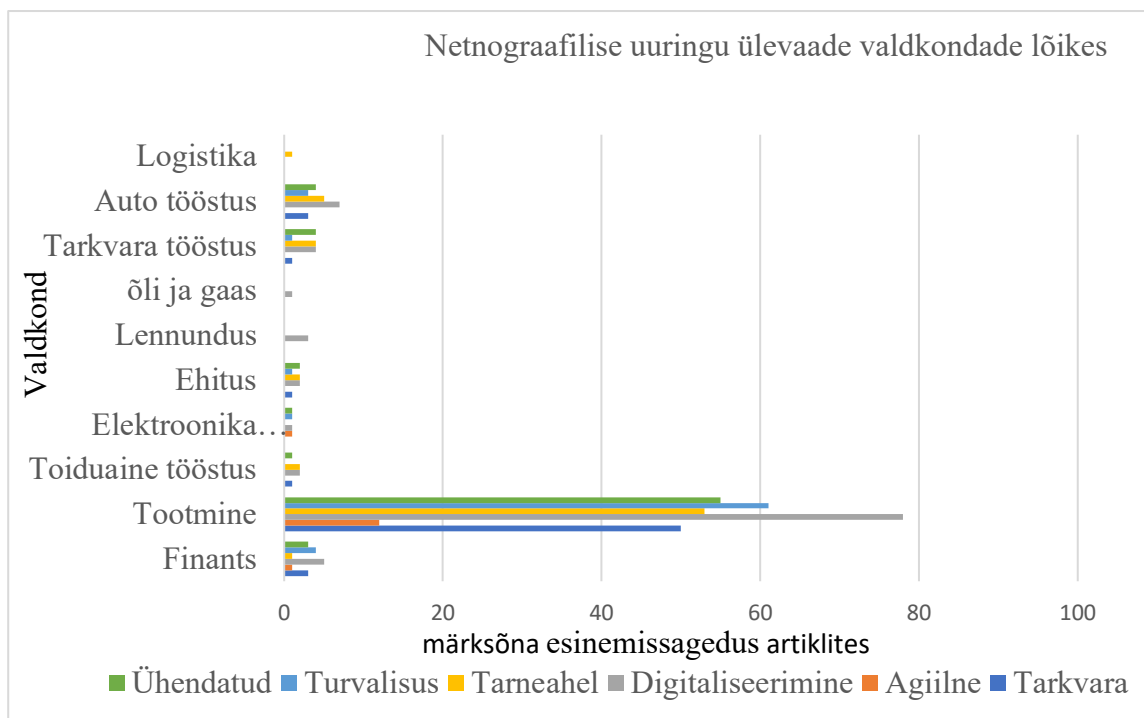
Neljas märksõna netnograafilises uuringus oli tarneahel. Selle olulisust vaadeldi Tööstus 4.0 kontekstis ning vaadeldi, kui palju pöörati artiklites tähelepanu tarneahela moderniseerimisele. Märksõna tarneahel oli kajastatud pooltes artiklites, mis näitab selgelt, et tarneahela protsess on ülimalt oluline komponent Tööstus 4.0 kontekstis ning sellest tulenevalt on oluline ka tarneahela protsessile tähelepanu pööramine ja arendamine (vt Joonis 3). Tarneahela olulisuse Tööstus 4.0 raamistikus toovad välja ka Douaioui, Fri, Mabrouki & Semma (2017: 128). Töö autorid said antud uurimusest kinnitust, et tootmisettevõtete digitaliseerimisel on oluline roll tarneahelal, millele tuleb senisest enam tähelepanu pöörata ka tootmisettevõttes x.

Viies märksõna, mida netnograafilise uuringu käigus vaadeldi, oli tarkvara. Antud märksõna osas otsiti, kui palju mainitaks tarkvara ja tarkvaraarendust uuritavates artiklites ning missugune mõju on tarkvaral digitaliseerimisele. Antud märksõnale pöörati eriti tähelepanu, kuna töö autorite üheks uurimisülesandeks oli pakkuda tootmisettevõttele x tarkvara lahendus, mis parandab tarneahela digitaliseerimist.

Tarkvara mainiti peaaegu pooltes artiklites, mis näitab tarkvara arendamise ja kasutusele võtmise olulisust digitaliseerimisel (vt Joonis 3).

Kuuendaks märksõnaks netnograafilises uurimuses oli agiilsus, mille osas uuriti, kui palju kasutatakse agiilset meetodit Tööstus 4.0 arendamisel. Kui seni on agiilne tarkvaraarendus olnud enamasti kajastatud IT-sektoris, siis uuritud artiklitest selgus, et agiilsust on kajastatud ka Tööstus 4.0 artiklites, seda igas kümnendas artiklis (vt Joonis 3). Saadud tulemus võib esmapilgu tunduda tagasihoidlik, kuid autorite arvates on see siiski oluline, sest see viitab asjaolule, et Tööstus 4.0 raamistikus otsitakse sobivaid tarkvaraarenduse protsesse, milleks üks on agiilne tarkvaraarendus. Seega on Tööstus 4.0 rakendamisel jõutud paljuski juba teoreetilistest aspektidest praktiliste juurde. Otsitakse paremaid mooduseid digitaliseerimise rakendamiseks tootmisettevõtetes ja seda üha kiiremate ning kvaliteetsemate võtete abil.

Lisaks märksõnade põhisele artiklite analüüsile, uuriti netnograafilise uuringu käigus kõigest 133 artiklist samu märksõnu ka valdkondade lõikes (vt Joonis 4) ning täpsemad tulemused on esitatud Lisa 2 ja Tabel 6. Uurimuse käigus selgus, et paljude artiklite puhul ei olnud võimalik teada saada, missugust valdkonda antud artiklis on kajastatud. Lisaks, olid paljud artiklid ka valdkondade ülesed. Antud asjaolust tulenevalt ei saanud töö autorid valdkondade põhise jaotuse alusel oma uuringus olulisi järeldusi teha. Kuna enamikes valdkondades on mainitud digitaliseerimist, turvalisust, ühendatavust, tarneahelat ja tarkvara, siis Tööstus 4.0 raamistikust leiab ka mitte ainult tootmisettevõtetele sobilikke lahendusi. Eeltoodust tulenevalt järeldavad töö autorid, et uurimistöös esitatud märksõnad on sageli valdkondade ülesed. Tööstus 4.0 raamistiku on võimalik rakendada ka teistes valdkondades, mitte ainult tootmisettevõtetes. Sellest järeldasid töö autorid, et Tööstus 4.0 raamistik võiks liikuda jõulisemalt ühel hetkel teatud kohandumistega teistesse valdkondadesse. Tulevikus võib võimalikuks saada, et Tööstus 4.0 raamistikus välja töötavad digitaliseerimise standardeid rakendatakse ka teistes valdkondades ning see hõlbustaks erinevate valdkodade ettevõtete digitaliseerimist ning andmevahetust omavahel tõhustada ja lihtsustada.



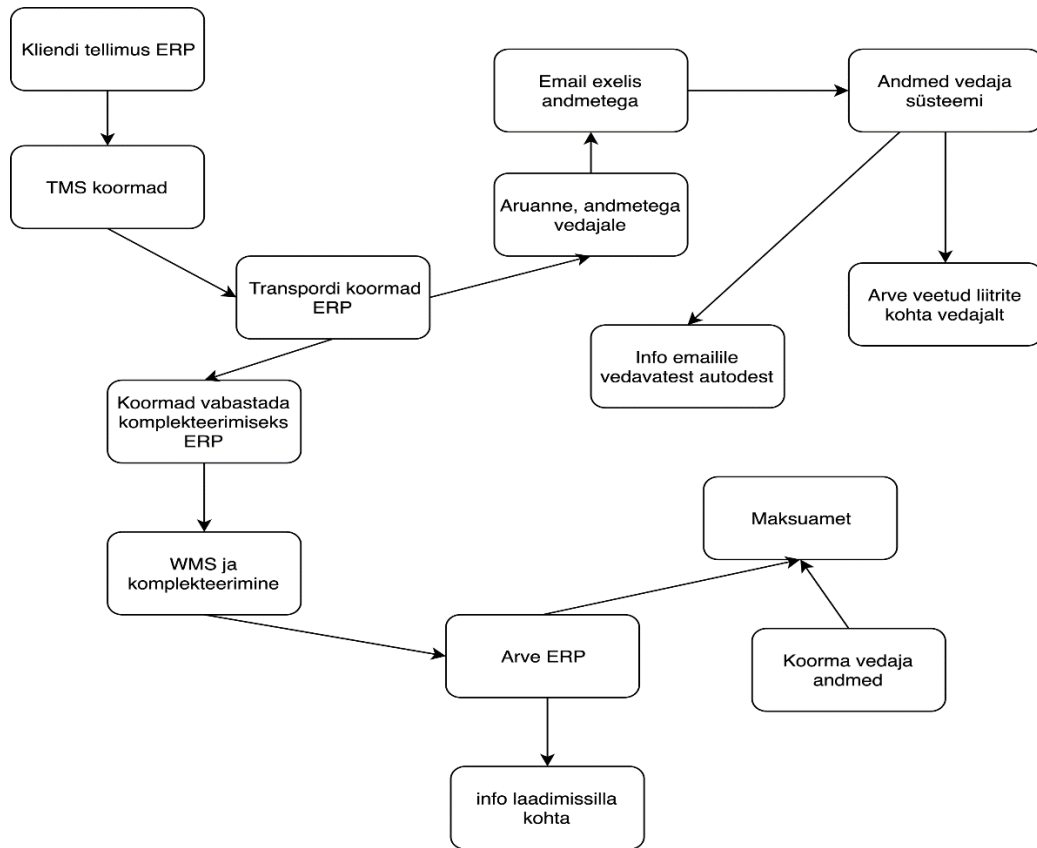
**Joonis 4** Netnograafilise uuringu ülevaade peamiste märksõnade ja valdkondade lõikes  
Allikas: autorite koostatud netnograafilise uuringu põhjal (133 artikli põhjal)

### 2.3 Olemasoleva tarneahela kaardistamine ja kitsaskohtade leidmine tootmisettevõttes x

Antud peatüki eesmärk on koostada intervjuude käigus analüüsitud ja kaardistatud tootmisettevõtte x tarneahela protsessi joonis intervjuueeritavatel ja autorite poolt osaleva vaatluse teel saadud info põhjal, leides üles antud tarneahela protsessi kitsakohad ning määratleda tarneahela protsessi muutmisevajadused.

Eeltoodu saavutamiseks kavandati ja disainiti (joonistati) intervjuude ja osaleva vaatluse käigus koos intervjuueeritavatega vastav tarneahela äriprotsess ja otsiti koos probleemseid kohti. Kolme esialgse joonise põhjal koostasid autorid olemasoleva tarneahela äriprotsessi koondjoonise, kus on märgitud teekond valmistoote transportimisest kliendini (vt Joonis 5). Antud tegevuse käigus selgus, et kõik intervjuueeritavad tundsid vastavat äriprotsessi hästi, kuid esines teatud nüansse, mida üks intervjuueeritavatest teadis, aga teine mitte. Selleks, et kaardistada kogu tarneahela lõigu valmistoote

toimetamine kliendile, piisas kolme intervjueritava ja autorite osaleva vaatluse raames läbi viidud protsessi kirjeldustest.



### Joonis 5 Äriprotsessi tarneahela senini toimiv skeem tootmisettevõttes x

Allikas: autorite koostatud kolme intervjuu ja osaleva vaatluse põhjal

Järgnevalt toovad töö autorid välja protsessi analüüsi käigus tootmisettevõttes x leitud kitsaskohad ja viisid ning esitavad skemaatiliselt olemasoleva äriprotsessi (vt Joonis 5). Esimene probleemne koht tuli välja siis, kui logistik tegi valmis jaotusveo koormad protsessis „TMS koormad“ ja liigutas andmed „Transpordi koormad ERP“ protsessi (vt Joonis 5). Antud protsessi juures oli probleemiks asjaolu, et andmed kahe süsteemi vahel vahetati digitaalselt, kuid sellest ei teavitatud protsessis osalevat järgmist töötajat (Logistika direktor 2019 b). Selleks oli välja töötatud paberist sedelite süsteem, kus logistik kirjutas paberile üles valmis tehtud koormate numbrid ja viis selle paberi paar kabinetti edasi järgmisele protsessis osalevale inimesele ja sellise tegevuse kaudu sai info liikuda ning tööprotsess „koormad vabastada komplekteerimiseks ERP“ (vt Joonis 5)

jätkuda (vt Lisa 3 Tabel 7) (Logistik 2019 b). Antud tegevus kordus tööpäeva jooksul ca 50 korda, kuna keskmiselt väljastatakse ~50 koormat päevas.

Järgmine probleemne koht leiti protsessis, kus peale „Transpordi koormad ERP süsteemi“ (vt Joonis 5) käivitati aruanne ning saadud andmed aruandest laeti alla *Excel*'i faili (Logistik 2019 b). Seejärel saadeti antud fail e-maili teel veofirma logistikule (Logistika direktor 2019 b). Peale seda sisestasid veofirma logistikud andmed *Excel*'i tabelist enda süsteemi ning kinnitasid vastavate koormate auto numbrid ja vedajate nimed. „*Andmete vahetamine vedajatega toimub suures osas mitu korda päevas aruannete välja võtmisega Excelisse ja andmete edastamine on samuti manuaalne tegevus üle emaili*“ (Logistik 2019 a). Eelpool kirjeldatud protsessi tegi keeruliseks asjaolu, et see oli aeganõudev ning enamikel juhtudel jõudis vajalik info tagasi tootmisettevõttele x hilinemisega veofirma logistiku käest (Logistika laojuhataja 2019 b). Kõik muudatused ja viivitused saadeti veofirma logistikule e-mailiga ja kui tegemist oli kiire teemaga, siis helistati. Hooajalisusest tekitatud kiirematel perioodidel helistasid logistikud pidevalt veofirma logistikutele, et neid muudatustest teavitada.

Kuna info veofirma logistikult vedavatest autodest jõudis hilinemisega tootmisettevõttesse x kohale, ei olnud võimalik tulevastele veokoormatele anda õigeaegselt kohustuslikke auto numbreid. See omakorda tekitas vajaduse alamprotsessiks, milles koorma vedaja andmed sisestati käsitsi maksuameti süsteemi parandusena (Logistika laojuhataja 2019 b). Arved millele peab minema kaasa õige veofirma auto number on vale ning selle korrigeerimine toimub käsitsi maksuameti infosüsteemis.

Info veofirma logistikult vedavatest autodest jõudis hilinemisega tootmisettevõttesse x, puudus ka info territooriumile saabuvatest autodest tootmisettevõtte x logistikakeskuse väravas olnud töötajale. Eeltoodu tekitas omakorda olukorra, kus logistikakeskuse väravas töötav töötaja küsis logistikakeskuse lao vahetuse juhilt telefoni teel üle, kas vastava veofirma autot on oodata ettevõtte territooriumile või mitte (Logistika direktor 2019 b).

Järgmiseks probleemseks kohaks leidsid autorid, et kui protsessis „koormad vabastada komplekteerimiseks ERP“ vahetati infot „WMS ja komplekteerimine“ (Joonis 5) protsessi, siis andmed kahe süsteemi vahel vahetati digitaalselt, aga nende komplekteerimise aeg oli kõigil üks (Logistika direktor 2019 b). Probleemi komplekteerimisse minevate koormate ajaga lahendati, kui logistikul oli rohkem aega. Logistik koostas koormatest pingerea *Excel*'i tabelis, märkides, mis kell koormad peaks valmis saama ning printis selle välja ja andis vahetuse juhile (Logistik 2019 b). Samas, kui oli kiirem periood, siis prooviti lahendada antud probleemi samade paberist sedelitega, mida kasutati protsessis „TMS koormad“ liikumisega protsessi „Transpordi koormad ERP“ (vt Joonis 5) juures (Logistika laojuhataja 2019 b). Antud sedeleid prooviti hoida samas järjestuses, kuidas logistik need töid ning anda need järgmises etapis olevale töötajale edasi samuti samas järjekorras. „*Paljud andmed edastatakse maja sees paberlipikute kujul ja see tekitab pidevalt vigu*“ (Logistika laojuhataja 2019 a).

Viimaseks kitsaskohaks leidsid töö autorid protsessis „Arve ERP“ liikumisel protsessi „Info laadimis silla kohta“ (vt Joonis 5). Antud juhul seisneb probleem selles, et ainult vahetuse juht omab infot, missuguse veofirma auto millise laadimissilla juurde peab sõitma. Samas, vastavat infot vajab ka väravas töötav inimene, kes lasi autod territooriumile ja juhendas neid vastava laadimissilla juurde (Logistika direktor 2019 b). „*Olemaolevad lahendused kahjuks ei suuda omavahel suhelda, seepärast on logistikas töötavatel inimestel täita suur roll*“ (Logistika direktor 2019 a). Antud info saamiseks helistas väravas olnud töötaja iga kord oma vahetuse juhile või tema abile, et saada vajalik info teada.

Analüüsid tootmisettevõtte x tarneahela protsessi valmistoote liikumisest kliendini jõudsid töö autorid järeldusele, et üldiselt liikusid antud tarneahela protsessis andmed erinevate tarkvarade vahel digitaalselt. Kõige suurema probleemina toovad töö autorid välja asjaolu, et töötajad ei saa kuskilt teada, millal vastavad andmed erinevate süsteemide vahel liiguvad. Info liikumine on lahendatud analoogandmeid liigutades nii pabersedelitega kui ka telefoni vestluste teel, kui töötajate vahel olevad vahemaad on liiga kauged. Vedajatega info vahetus ei ole alati ajakohane ja sellest tulenevalt on ka häiritud erinevad tarneahela protsessid. Kokkuvõttes leiavad töö autorid, et viies info liikumise

digitaalseks, on võimalik kõrvaldada erinevaid takistusi tootmisettevõtte x tarneahela protsessi töös.

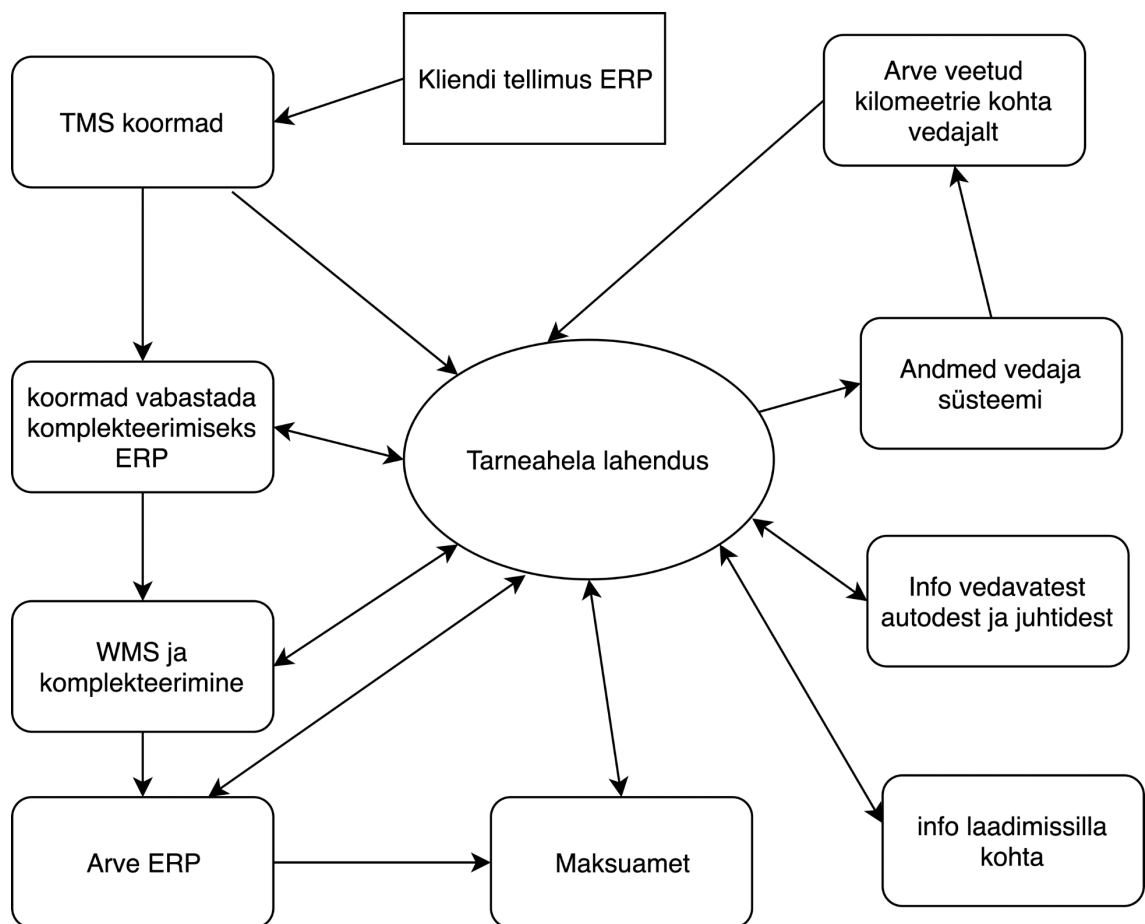
## **2.4 Infojuhtimise digitaliseerimise arendamine tootmisettevõtte x tarneahela protsessis**

Antud peatüki eesmärk on välja pakkuda tootmisettevõttele x uus tarneahela protsess valmistoost kuni valmistoote kliendini jõudmiseni. Töö autorid arendasid koos äriprotsessi muutmisega välja tarkvara, lahendamaks analüüsis leitud probleeme ja lihtsustades ning muutes läbipaistvamaks tarneahela protsessi. Uue tarkvara arendusel kasutasid töö autorid agiilset arendusmetoodikat, kuna selle põhimõtted ühildusid kõige paremini Tööstus 4.0 põhimõtetega. Antud meetodi valikut toetasid ka intervjuudest välja tulnud vajadus tarkvaraarendamise osas. Kuigi netnograafilises uuringus selgus, et vaid igas kümnendas artiklis kajastati antud meetodit, on see teaduskirjandusest lähtuvalt uus ja perspektiivne suund.

Äriprotsessi muutmisel arvestasid töö autorid Tööstus 4.0 põhimõtteid. Sellest tulenevalt koostasid töö autorid tänapäevastele standarditele kohanduvate IT-lahendustega äriprotsessi. Enim keskenduti andmete digitaliseerimisele, kuna teooriast ja intervjuudest tuli välja, et just digitaliseerimine on kõige olulisem tarneahela protsessi parendamisel. Andmete digitaliseerimine annab võimaluse vähendada erinevate töötajate poolt tehtavat andmete sisestust ning tagab õigeaegset vajalike andmete jõudmise vastavate töötajateni.

Äriprotsessi muutmise ja seda toetava tarkvara loomisel arvestasid töö autorid, et tarneahela protsessi kaasatud osapooled vajavad erineva informatsiooni nägemist erinevatel kuval ja neil on lubatud muuta ainult seda informatsiooni, mis on neile tööprotsessi teostamiseks vajalik. Tarkvara loomisel arvestasid töö autorid ka asjaoluga, et kõigil tarneahelas osalejatel (nii ettevõtte sisestel töötajatel kui ettevõtte välistel partneritel) peab olema ligipääs loodavale tarkvarale. Lisaks jälgisid töö autorid, et loodav tarkvara lahendaks puuduvad digitaalsed ühendused olemasolevate tarkvarade vahel ning võimaldaks tagada tarneahela protsessis reaajas andmevahetuse osapoolte vahel.

Töö autorite poolt loodud tarneahela lahenduses on võimalik jälgida kõikide protsesside hetkeolukorda reaajas. Antud lahendus sai loodud, kuna vastavale asjaolule juhtis tähelepanu ka logistika direktor, märkides oma intervjuus, et „*Protsessi peab olema võimalik jälgida ja iga töö staatust peab saama kiirelt kontrollida ning vajadusel töö prioriteete muuta*“ (Logistika direktor 2019 a). Tarneahela protsessis „TMS koormad“ (vt Joonis 6) tulevate koorma infole, löid töö autorid võimaluse logistikul määrata koormale kellaeg. Vastavalt loodud lahendusele, on logistikul võimalik süsteemis määrata kellaeg, millal peab koorem logistikakeskusest kliendile välja saadetama.



**Joonis 6** Äriprotsessi tarneahela skeem peale tarkvara juurutamist tootmisettevõttes x  
Allikas: autorite koostatud

Tulenevalt asjaolust, et oluline on info liikumine ka välistele osapooltele, löid töö autorid süsteemis lahenduse, kus peale kellaaja määramist logistiku poolt ilmub vastav koorem vastavat teenust pakkuva vedaja arvutiekraanile, kes teenindab kindlat veokoorma

piirkonda. Eeltoodud lahenduse vajadusele juhtis oma intervjuus tähelepanu ka tootmisettevõtte x logistika direktor, sõnades: „*Võimalusel peaks arendatav süsteem oskama andmeid edastada ka ettevõttest väljapoole*“ (Logistika direktor 2019 a). Lisaks loodi süsteemi lahendus, kus veofirma logistikul on võimalik sisestada protsessi osasse „Info vedavatest autodest ja juhtidest“ andmeid (vt Joonis 6).

Järgnevas protsessi osas „Koormad vabastada komplekteerimiseks ERP“ (vt Joonis 6) ilmuvad vastamist vajavad koormad logistikaüksuse töötajate kuvadele vastava visuaalse tähistusega. Järgnevalt on töötajatel võimalik süsteemis anda komplekteerimiskäsk protsessis „Koormad vabastada komplekteerimiseks ERP“ ja liikuda edasi protsessi „WMS ja komplekteerimine“ (vt Joonis 6). Töö autorite poolt loodud tarneahela lahendus võimaldab logistikutel salvestada logistikakeskusest väljuva koorma kellaaja. Antud lahendus kõrvaldas probleemi tarneahela protsessis „WMS ja komplekteerimine“ (vt Joonis 6), kus komplekteerimiseks tekkis koormatest nimekiri õiges kronoloogilises järjestuses. Peale vastava lahenduse loomist, ei olnud töötajal enam vaja sekkuda järjestusprotsessi ning kadus ka vajadus vahetada infot koormate komplekteerimise järjestuse osas.

Töö autorite poolt loodud lahenduses edastatakse tarneahela protsessis „Arve ERP“ andmed automaatselt ilma inimese sekkumata protsessi „Maksuamet“ (vt Joonis 6). Eelnevatest protsessidest sisestatud andmed, mida on vaja protsessis „Maksuamet“ on juba õiged, mistõttu puudub vajadus neid töötaja poolt käsitsi korrigeerida. „Arve ERP“ protsessist tulevad ka andmed, mida on vaja protsessis „Info laadimissilla kohta“. (vt Joonis 6). Peale töö autorite poolt loodud lahenduse kasutuselevõttu jõuavad andmed nüüd õigeaegselt ning logistika väravas töötav inimene saab edastada logistikakeskusesse saabuvale veofirma autole õige laadimissilla numbri Transpordi lahenduse süsteemist.

Antud süsteemi arendades, liidestati tarneahela lahendus ka veofirmade infosüsteemidega. Protsessis „Andmed vedaja süsteemi“ edastatakse kõik vajalik info veofirmale ning saabunud info alusel saavad nad koostada arve. Arenduse käigus jõudsid Logistika direktor ja veofirmade omanikud arusaamale, et vahetades uue süsteemi käigus tihedalt andmeid ettevõtete vahel, tuleks muuta ka hinnastamise süsteemi. Seni koormate

transportimisel kasutatud hinnastamise süsteem oli keeruline ja ka mitte alati kõige läbipaistvam. Töö autorite poolt loodud Tarneahela lahendus suudab edastada iga veetava koorma kohta ka täpselt kaardi andmete pealt arvutatud kuluvad kilomeetrid koorma transpordiks. Arenduse kõigus sisse viidud uus kilomeetrite põhine hinnastamine muutis tarneahelas kasutatud äriprotsessi. Äriprotsessi muudatus, kuidas vedajatega hakkas toimuma koormate eest tasustamine, muutus kogu tarneahela palju läbipaistvamaks ja täpsemaks kõikidele osapooltele. Antud protsessi muutmise käigus vaadati üle ka transpordi hinnad ning lepidi kokku kilomeetri põhised tariifid.

Enne tarkvaraarenduse protsessiga alustamist, tutvustasid töö autorid protsessis osalevatele osapooltele agiilse tarkvaraarenduse põhimetoodika aluseid. Rees (2002:2) ja Schuh *et al* (2018: 23) poolt toodud kiire, paindliku ja kaasatud lähenemise tarkvaraarendusele töid oma soovides välja ka intervjueritavad. Lisaks märkisid Rees (2002: 2) ja Schuh *et al* (2018: 23), et kõik tarkvaraarenduse protsessis olevad meeskonnaliikmed peavad alati toimuvaga kursis olema. Koosolekute korraldamine ja kiire infovahetus oli töö autorite arvates üks edu aluseid, kuidas suudeti suhteliselt lühikese ajaga tootmisettevõttele x digitaalne infojuhtimise tarneahela lahendus välja töötada. Töö autorid võtsid ka arvesse uuringust tulnud logistika direktori arvamuse, mille kohaselt: „*Kui loodud arendus mingil põhjusel siiski ei aita tööd paremini planeerida, siis saaks loodava funktsionaalsuse kiirelt üle vaadata ning viia sisse muutused, mis aitavad lähemale paremale lahendusele*“ (Logistika direktor 2019 a). Sarnaselt Begel *et al* (2007: 7), kes pakkus välja, et kiired ja paidlikud muutused aitavad kaasa kliendile sobiva tarkvara arendamisel, kasutasid ka töö autorid seda meetodikat. Koosolekutelt saadud tagasiside põhjal muudeti tarkvara funktsionaalsust ja välimust, et lõppkasutaja jaoks oleks mugav loodud lahendust kasutada.

Uue loodud tarneahela protsessi muutmisel kasutasid töö autorid sisemiste ja välimiste protsesside innovatsiooni (Ibarra *et al* 2017: 8). Loodud tarneahela protsess valmistoote transportimisest kliendile vastab Tööstuses 4.0 ja Targa tarneahela väljatoodud aspektidele. Tarneahela lahenduse loomise kõigus muudeti eelnevalt liikunud analoogandmed digitaalseks ja automatiseeriti protsesse, kus ei olnud vaja inimeste sekkumist. Nagu varasemalt märgitud, oli eelnevalt vaja töötajate sekkumist, kuna andmeid või infot oli vaja liigutada süsteemide ja erinevate osapoolte vahel. Loodud uues

tarneahela protsessis liiguvad tänu digitaliseerimisel andmed kiiremini ja ligipääs andmetele on turvatud erinevate tehnoloogiate ja kasutajaõiguste kaudu. Erinevate osapoolte infovahetuse ja olemasolevate tarkvarade integreerimisega saavutati tarneahela suurem läbipaistvus ja parem võimalus tööde planeerimiseks. Enam ei pea protsessis osalejad otsima andmeid erinevatest süsteemidest, vaid andmed on kergesti kättesaadavad digitaalse infojuhtimise tarneahela tarkvaralahenduse kaudu.

## KOKKUVÖTTE

Viimastel aastatel on toimunud tehnoloogias suur areng, mis on endaga kaasa toonud vajaduse võtta kasutusele tootmisettevõtete erinevaid uuendusi, et vastata klientide üha muutuvatele soovidele ja nõudmistele. Et ettevõtted saaksid muutuda efektiivsemaks, paindlikumaks ja äriprotsesse uuendada, peab üha rohkem infojuhtimise protsesse ja tegevusi digitaliseerima. Ettevõtted peavad ka muutuma äriprotsesside suhtes paindlikumaks ja olema võimelised äriprotsesse vajadusel muutma läbi uute tehnoloogiate ja digitaliseerimise suurendamise.

Antud magistritööl oli kuus uurimisülesannet. Esimeses uurimisülesandes analüüsisid töö autorid infojuhtimise digitaliseerimise võimalusi ja selle rakendamise võimalikkust tootmisettevõtetes. Digitaliseerimine aitab ettevõttel muuta protsesse jälgitavateks ning luua andmeid, mida ettevõttel varasemalt ei olnud võimalik kasutada. Digitaalseid andmeid saab töödelda ja neid andmeid saab paremini kontrollida, mis omakorda annab võimaluse tarneahela protsesside optimeerimiseks. Analoogetel seisukohtadel on ka paljud selle valdkonna teadlased, sh eelkõige Schmidt *et al* (2015), Deloitte (2011) ja Hüther'i (2016). Magistritöö analüüsi osas tõid autorid välja, et digitaliseerimise tehnilises protsessis on füüsilised Targad tooted ka otseselt seotud virtuaalsete protsessidega ehk nn Tarkade protsessidega.

Tööstus 4.0 raamistik aitab tootmisettevõtetel infojuhtimise digitaliseerimist paremini rakendada. Tööstus 4.0 arendusprotsessi käigus luuakse standardeid ja valmislahendusi, mis hõlbustavad tootmisettevõtetel omavahel lihtsamalt ja odavamalt integreerida erinevate ettevõtete protsesse üheks terviklikuks võrgustikuks. Standardsed ja digitaliseeritud võrgustikud võimaldavad kiiresti kohaneda kliendi ja turu vajadustega, muutes seeläbi tootmisettevõtted efektiivsemaks, konkurentsivõimelisemaks ja paindlikumaks. Uudsed digitaalsed lahendused ja töötajate kohanemine uue küberfüüsilise keskkonnaga muudab tootmisettevõtteid tulevikus olulisel määral. Töö autorid leidsid, et infojuhtimise tarkvara arendamisel on sobilikum kasutada agiilset tarkvaraarenduse meetodi, kuna see kattub Tööstus 4.0 raamistikus välja toodud põhimõtetega. Antud meetodikaga on võimalik kõige kiiremini ja paindlikumalt arendada uuenduslikke tarkvara lahendusi, kuhu on kaasatud kõik erinevad osapooled. Erinevate

osapoolte kaasamine on oluline, kuna aitab optimeerida tarkvara juurutamisele kuluvat aega.

Teises uurimisülesandes analüüsisid töö autorid infojuhtimise digitaliseerimise võimalust tarneahelas ja selle rakendamise võimalusi tootmisettevõttes x. Tööstus 4.0 raamistiku osana tuuakse välja tarneahela digitaliseerimiseks mõeldud raamistik Tark tarneahel. Tark tarneahel peab olema dünaamiline ja läbipaistev kõikide osapoolte jaoks. Analoogsetel seisukohtadel on ka Barreto *et al* (2017) ja Schrauf *et al* (2016). Tarka tarneahelat toetavad mobiilsed lahendused, kättesaadavad pilvtehnoloogiad, uued andurid ja suurte võimekustega andmeanalüüsi vahendid. Targa tarneahela arendamisel peab silmas pidama, et väga tähtis on määratleda lähtepositsioon ja sobitada see olemasolevate infojuhtimise protsessidega. Strateegia koostamisel peab vaatama kogu tarneahelat tervikuna, kuid samas peab arendusprotsess olema paindlik, sest muutused võivad toimuda mõnes väiksemas tarneahela protsessis. Töö autorid on veendunud, et infojuhtimise tarneahela digitaliseerimist on kõige optimaalsem teha osade kaupa, mis annab võimaluse reageerida arendusprotsessi erinevatele muutustele. Uurimisülesande lahendamisel selgus, et andmete digitaliseerimine tähendab uute andmete tekitamist ning loodud tarkvara peab talletama andmeid turvaliselt, samuti peab loodav tarkvara sobituma olemasolevate lahendustega.

Tööstus 4.0 rakendamine ja digitaliseerimise pidev suurenemine tekitab tootmisettevõtetes vajaduse muuta ja efektiivistada ärimudeleid. Uued tehnoloogiad pakuvad võimalusi teha ettevõtetel oma äri teistmoodi või siseneda täiesti uutele turgudele, kus varem ei olnud ettevõtetel võimalik äri teha. Töö autorid on veendunud, et sisemiste ja väliste protsesside uuendamine on elementaarne osa ettevõtte arengus ning see ei ole radikaalne innovatsioon äriprotsessis, see on pigem hea algus ja vastavast positsioonist saab edasi liikuda.

Kolmandas uurimisülesandes keskendusid töö autorid poolstruktureeritud intervjuudele, et välja selgitada valdkonna inimeste nägemus ja mõista uue lahenduse vajadust. Intervjuude analüüsist selgus, et uus infojuhtimise tarkvara peaks suutma andmeid hoida ja liigutada digitaalselt. See tähendab, et kui korra on andmed sisestatud, siis rohkem seda

enam ei tehta. Loodav tarkvara peaks andmeid edastama, ilma töötaja sekkumiseta, tarneahela protsessis olevate tarkvarade vahel. Kui töötajad ei sisesta iga kord käsitsi andmeid tarneahela protsessides kasutatavate tarkvarade vahel, vaid need andmed liigutatakse tarkvarade vahel, väheneb vigade arv, mida võivad põhjustada inimlikud eksimused. Intervjuudest tuli välja ka see, et uus infojuhtimise tarkvara peab abistama suhtlust inimeste vahel. Kui andmed on reaalselt olemas, siis on inimeste suhtlus muudetud efektiivsemaks, sest omavaheline suhtlus liigub uuele tasemele – puudub vajadus omavahel kontrollida andmete klappimist, kuna seda saab vajadustel kontrollida uuest süsteemist. Vastav muudatus peaks hoidma kokku tarneahelas töötavate inimeste aega ja andma neile võimaluse saada alati uuendatud ja korrektsed andmed. Intervjuude käigus saadud tulemused on seotud autorite poolt läbi viidud osalevate vaatluste tulemustega.

Neljandaks uurimisülesandeks oli läbi viia netnograafiline uuring sotsiaalmeedia kanalites, saamaks kinnitust loodava tarkvara sobivusest Tööstus 4.0 põhimõtetega. Netnograafilise uuringu läbiviimine enne tarkvara arendamist oli oluline, kuna uute tarkvarade loomine ning selle käigus protsesside muutmine on tootmisettevõtetele kulukas. Eeltoodust lähtuvalt soovisid töö autorid saada kinnitust, millistele kriteeriumitele peab loodav tarkvara vastama ja kui olulised need kriteeriumid on. Selleks valisid autorid välja märksõnad teoreetilises osas toodud olulisematest teguritest. Osad uuringu tulemused olid ootuspärased. Näiteks asjaolu, et kõige rohkem kajastati digitaliseerimist. Samas see, et nii paljudes artiklites keskenduti ka turvalisusele ja ühenduvusele, oli autorite jaoks üllatav. Netnograafiline uurimismeetod sai töö autorite poolt valitud seetõttu, et antud meetod on väga võimekas, leidmaks kõige uuemaid trende ja teemasid, mis on aktuaalsed just praegusel hetkel. Suur info hulk, mida hõlmab endast sotsiaalmeedia, on võimalik uute ja täpsete otsingu süsteemidega fookuseerida uurimuse autoreid huvitava teema juurde. Uuringu käigus jõuti ka järeldusele, et *Twitter*'is on rohkem materjali teostamiseks netnograafilist uuringut tehnoloogia teemadel, kuna antud sotsiaalmeedia kanalites on rohkem professionaalseid huvigruppe kui *Facebook*'is, kus jagatakse ja suheldakse erialaste teemade lõikes. Töö autorid leidsid netnograafilisest uurimisest, et Tööstus 4.0 sobib mitte ainult tootmisettevõtetele, aga ka teatud osades teistesse valdkondadesse.

Viiendas uurimisülesandes keskenduti infojuhtimise tarneahela protsesside kaardistamisele ja analüüsile, soovides välja selgitada, kuidas on võimalik tootmisettevõtte x tarneahelas uue tarkvara lahendusega paranda infovahetust valmistoodete toimetamiseks kliendini. Intervjuude käigus saadud äriprotsesside jooniste põhjal koostasid töö autorid esialgse äriprotsessi skeemi ja kaardistasid kohad, kus töötajad liigutasid analoogandmeid süsteemide või inimeste vahel. Analüüsiti andmeid, mida on erinevatel osapooltel protsessi etappides vaja. Kui andmed olid puudulikud, siis analüüsi käigus selgitati välja, millisest olemasolevast tarkvaralahendustest need oleks võimalik kätte saada. Analüüsiti, millistes protsessi osades on vajalik inimese sekkumine ja millistes protsessi osades võiks otsuse või andmete edasi liigutamise teha ära uus välja töötatav tarkvara.

Töö autorite poolt välja töötatud uues äriprotsessis arvestati analüüsi käigus leitud infojuhtimise digitaliseerimise võimalusi. Uue protsessi analüüsi käigus jõuti ühiselt koos logistika valdkonna töötajatega järeldusele, et ettevõtte x uue digitaalse protsessi käigus on võimalik ja mõistlik muuta transpordi ettevõtetega tasustamise ärimudelit. Reaalajas andmete kättesaadavus kõikidele osapooltele võimaldas liikuda kilomeetripõhisele tasustussüsteemile. See on läbipaistvam, efektiivsem ja õiglasem olemasolevast lahendusest. Samuti selgitati välja, kui palju osapooli on vaja kaasata uue tarkvaralahenduse loomisel ning juurutamisel, et uus äriprotsess hakkaks toimima.

Töö autorid töötasid välja tarkvara tootmisettevõttele x koostöös tarkvara arenduse ettevõttega x. Kuna üks töö autoritest töötab tootmisettevõttes x ja teine tarkvara ettevõttes x, siis oli võimalik kasutada töö uuringus kajastatud ja agiilse tarkvaraarenduse meetodit kasutades töötada välja vajalik tarkvara tootmisettevõttele x. Loodud tarkvara parandas tootmisettevõtte tarneahela infojuhtimist, muutes selle läbipaistvamaks, kiiremaks ja analüüsitavamaks. Kõik eelnevalt kasutusel olnud infojuhtimise tarkvarad jäeti alles, aga need ühendati uue lahendusega, et kõikide süsteemide vahel toimuks andmevahetus ja teavitamine digitaalselt.

Magistritöö autorid esitavad tootmisettevõttele x ettepaneku liikuda edasi järgmistesse tarneahela protsessidesse ja jätkata alustatud tarneahela digitaliseerimise protsessiga. Järgmistes tarneahela digitaliseerimise etappides peaks ettevõtte juhtkond arvestama juba antud uurimuse tulemustega ja tarneahela digitaliseerimise analüüsi põhjal tehtud järeldustega. Lisaks soovitavad töö autorid tootmisettevõttele x kaasata edaspidi tarneahela protsessi suuremal määral ettevõttevälised tarnijad, kuna väliste tarnijate soovidega arvestamine võimaldab välja arendada efektiivsema tarneahela ettevõtte x hankijatest ja klientidest lähtuvalt.

Magistritöö raames läbiviidud netnograafilise uuringu kitsaskohtadena toovad töö autorid välja, et antud töö raames viidi netnograafiline uuring läbi ühel kindlal ajaperioodil, mistõttu võivad jääda ka uuringu tulemused ja järeldused seotuks antud perioodiga. Täpsemate tulemuste saamiseks peaks netnograafilist uuringut teostama sarnaselt uuesti teatud perioodi möödumisel, et oleks võimalik täpsemalt tuua välja uuringu tulemusi ja nendest tehtavaid järeldusi. Lisaks toovad töö autorid piiranguna välja ka üha suureneva visuaalse materjali osakaalu sotsiaalmeedia kanalites. Antud asjaolu teeb uurimuse läbiviimise keeruliseks, kuna piisava suurusega valimi tagamiseks läbi visuaalsete materjalide (nt konverentsidest salvestatud videoülekanded, teadusartiklid, teadusfoorumid) on uuringut koostada väga ajamahuks ja keeruline. Intervjuude osas oli uuringu läbiviimise kitsaskohaks töö autorite otsus mitte kaasata väliseid veofirmasid. Sellest tulenevat oli intervjuudest saadud info eelkõige ettevõtte x põhine. Antud asjaolu selgus protsessi käigus, kus viidi sisse hulk veofirma jaoks olulisi muudatusi. Kui veofirmade vajadused oleks tulnud välja varajasemas staadiumis, oleks töö autorid saanud ka sellega õigeaegselt arvestada. Antud juhul jääb see töö ettevõtte x digitaalse infojuhtimise tarneahela protsessi arendamise järgmise etappi.

## VIIDATUD ALLIKAD

- Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.
- Alliance, (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. Kasutamise kuupäev: Märts 2019. a., allikas Manifesto for Agile Software Development: <http://www.agilemanifesto.org>
- Begel, A., Nachiappan Nagappan, N. (2007). Usage and Perceptions of Agile Software Development in an Industrial Context: An Exploratory Study. (lk 1-10). Redmond: DOI: 10.1109/ESEM.2007.12 · Source: IEEE Xplore.
- The World Bank. (2018). *The World Bank*. Allikas: INTERNATIONAL LPI: <https://lpi.worldbank.org/international/global/2018>
- Barreto, L., Amaral, A. & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Manufacturing Engineering Society International Conference*. Vigo.
- Bartevyan, L. (2015). *Industry 4.0 – Summary report*. DLG-Expert report. DLG-Expert report.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A. & Venkatraman, N. (2013). Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471-482.
- BITKOM. (2019). *Plattform Industrie 4.0*. Allikas: Chancen und Herausforderungen: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/ChancenIndustrie40/chancen-durch-industrie-40.html>
- Bloomberg, J. (April 2018. a.). *Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril*. <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/#51d8ab502f2c>.
- Santos, C., Mehra, A., Barros, C., Araújo, M., Ares, E. (2017). Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017*. Vigo, Spain: MESIC 2017.
- Carvalho, H. & Cruz-Machado, V. (2011). *Integrating Lean, Agile, Resilience and Green Paradigms in Supply Chain Management (LARG\_SCM)*. Portugal: InTech.
- CESMII. (2019). *The Smart Manufacturing Institute*. Kasutamise kuupäev: Aprill 2019. a., allikas The Smart Manufacturing Institute: <https://www.cesmii.org>
- Clerck, J.-P. D. (2016). *i-SCOOP*. Allikas: i-SCOOP: <https://www.i-scoop.eu/digitization-digitalization-digital-transformation-disruption/>
- Chen, D., Vallespir, B., Daclin, N. . (2008). An Approach for Enterprise Interoperability Measurement. *DBLP*, (lk 1-12). Bordeaux.
- Deloitte. (2011). Kasutamise kuupäev: April 2019. a., allikas Measuring the Forces of Long Term Change: the 2011 Shift Index: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/center-for-the-edge/deloitte-nl-center-for-the-edge-shift-index.pdf>
- DIN. (03 2018. a.). *DIN/DKE – ROADMAP*. Allikas: GERMAN STANDARDIZATION ROADMAP Industrie 4.0 Version 3: <https://www.din.de/blob/65354/57218767bd6da1927b181b9f2a0d5b39/roadmap-i4-0-e-data.pdf>

- Douaioui, K., Fri, M., Mabroukki, C. & Semma, E.A. (2017). Toward Leveraging Smart Logistics Collaboration with a Multi-Agent System Based Solution. *Procedia Computer Science*, 109, lk 672–679.
- Douaioui, K., Fri, M., Mabroukki, C., Semma, E.A. (April 2018. a.). The interaction between industry 4.0 and smart logistics: concepts and perspectives. DOI: 10.1109/LOGISTIQUA.2018.8428300, lk 128-131.
- Fleisch, E., Weinberger, M., Wortmann, F. (2014). *Geschäftsmodelle im Internet der Dinge*. A Cooperation of HSG and Bosch, Bosch IoT Lab. Zurich: Springer Fachmedien Wiesbaden 2014.
- ENISA. (2010). *The new users' guide: How to raise information security awareness*.
- Rennunga, F., Luminosua, C.T., Draghicia, A. (2016). Service Provision in the Framework of Industry 4.0. *SIM 2015 / 13th International Symposium in Management* (lk 372 – 377). Timisoara: Procedia - Social and Behavioral Sciences 221.
- Heistermann, F.. (2016). *Digitisation in Logistics*. Bremen: BVL International.
- Schuha, G. Döllea, C. Kantelberga, J. Mengesa, A. (2018). Identification of Agile Mechanism of Action As Basis for Agile Product Development. *28th CIRP Design Conference* (lk 19–24). Nantes: Procedia CIRP 70 (2018).
- Kumar, G. Pradeep Kumar Bhatia, P. (August 2012. a.). Impact of Agile Methodology on Software Development Process. *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE)*, 2(4), 46-50.
- Gerlitz, L. (2015). Design Management as a Domain of Smart and Sustainable Enterprise: Business Modelling for Innovation and Smart Growth in Industry 4.0. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 3(3), 244-268.
- Hüther, P. D. (2016). Digitalisation: An engine for structural change – A challenge for economic policy. *IW policy paper*. (15, Toim.) Köln.
- Hartenstein, H. & Laberteaux, K.P. (2010). *VANET: Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies*. A John Wiley and Sons, Ltd, Publication.
- Hasan, S.F., Siddique, N. & Chakraborty, S. (2013). *Intelligent Transport Systems. 802.11-based Roadside-to-Vehicle Communications*. New York: Springer Publication.
- Henriette, E., Feki, M., and Boughzala, I. (2015). *The Shape of Digital Transformation: A Systematic Literature Review*. MCIS 2015 Proceedings.
- Hermann, M. P. (01 2015. a.). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Allikas: [https://www.thiagobranquinho.com/wp-content/uploads/2016/11/Design-Principles-for-Industrie-4\\_0-Scenarios.pdf](https://www.thiagobranquinho.com/wp-content/uploads/2016/11/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf)
- Hoffmeister, C. (2017). *Digital Business Modelling - Digitale Geschäftsmodelle entwickeln und strategisch verankern* (Kd. Zweite überarbeitete Auflage). München: Hanser.
- Ibarra, D., Ganzarain, J. & Igartua, J.I. (2017). Business model innovation through Industry 4.0: A review Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30. *11th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2017, 5-6 October 2017*, (lk 8). Tirgu-Mures, Romania.
- ISDP. (Juuni 2018. a.). *Made in China 2025*. Allikas: Institute for security & Develoepment Policy: <http://isdpeu/content/uploads/2018/06/Made-in-China-Backgrounder.pdf>

- Saldana, J. Omasta, M. (2018). *Qualitative research Analyzing Life*. Los Angeles: Sage Publication.
- Kagermann, H & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Frankfurt: Acatech-National Academy of Science and Engineering.
- Lenkenhoff, K., Wilkens, U., Zheng, M., Süße, T., Kuhlenkötter, B., Ming, X., (2018). Key challenges of digital business ecosystem development and how to cope A new methodology to analyze the functional and physical architecture of with them. (lk 167-172). Linköping: 10th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems.
- Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *15th Global Conference on Sustainable Manufacturing* (lk 782–789). Procedia Manufacturing 21.
- Kotýnková, M. (04 2017. a.). Industry 4.0: Europe's (re)industrialization needs a Global Level. *European Scientific Journal*, 254.
- Kozinets, R. V. (2010). *NETNOGRAPHY: REDEFINED*. Los Angeles: SAGE Publications Ltd.
- Kuhlenkötter, B., Bender, B., Wilkens, U., Abramovici, M., Göbel, J. C., Herzog, M., Hypki, A., Lenkenhoff, K. (2017). COPING WITH THE CHALLENGES OF ENGINEERING SMART PRODUCT SERVICE SYSTEMS - DEMANDS FOR RESEARCH INFRASTRUCTURE. *21ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, ICED17* (lk 341-350). VANCOUVER: Ruhr University Bochum, Germany.
- Lagistika direktor. (2019) a. Intervjuu, läbi viidud 05.03.2019 ja 07.03.2019.
- Lagistika direktor. (2019) b. Osalusvaatlus, läbi viidud 25.03.2019.
- Logistika laojuhataja. (2019) a. Intervjuu, läbi viidud 12.03.2019 ja 14.03.2019.
- Logistika laojuhataja (2019) b. Osalusvaatlus, läbi viidud 27.03.2019.
- Logistik. (2019) a. Intervjuu, läbi viidud 18.03.2019 ja 19.03.2019.
- Logistik. (2019) b. Osalusvaatlus, läbi viidud 29.03.2019.
- Macaulay, J., Buckalew, L. & Chung, G. (2015). *Internet of Things In Logistics. DHL Customer Solutions & Innovation*. DHL Customer Solutions & Innovation.
- Jabeur, N., Al-Belushi, T., Mbarki, M., Gharrad, H. (2017). Toward Leveraging Smart Logistics Collaboration with a Multi-Agent System Based Solution. *The 8th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT 2017)* (lk 672-679). Oman: Procedia Computer Science 109C (2017).
- Shankarmani, R., Pawar, R., Mantha, S.S., Babu, V. (November 2012. a.). Agile Methodology Adoption: Benefits and Constraints. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), 58(15), 31-37.
- Amit, R., Zott, C. (2012). Creating Value Through Business Model Innovation. *MIT Sloan Management Review SPRING 2012 VOL.53 NO.3*, 40-50.
- Rees, M. J. (2002). A Feasible User Story Tool for Agile Software Development? *Proceedings of the Ninth Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC'02)* (lk 1-9). Computer Society.
- Geissbauer, R., Lübben, E., Schrauf, S., Pillsbury, S. (2018). *How industry leaders build integrated operations ecosystems to deliver end-to-end customer solutions*. Strategy&.

- Kozinets, R. V., Dolbec, P., Earley, A. (2014). Netnographic Analysis: Understanding Culture through Social Media Data. *Sage Handbook of Qualitative Data Analysis*, 262-275.
- Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R. C., Reichstein, C., Neumaier, P. & Jozinovic, P. (2015). Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results. *International Conference on Business Information System*, 16-27.
- Schrauf, S. & Bertram, P. (2016). *Industry 4.0 How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused*. Allikas: Strategy &: [www.strategyand.pwc.com](http://www.strategyand.pwc.com)
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. & Schlund, S. (2013). *Fraunhofer-institut für arbeitswirtschaft und Organisation iao*. Kasutamise kuupäev: 04 2019. a., allikas Produktionsarbeit der Zukunft – industrie 4.0: <https://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/produktionsarbeit-der-zukunft.pdf>
- Stöhr, C., Janssen, M., Niemann, J., Reich, B. (2018). Smart Services. *SIM 2017 / 14th International Symposium in Management* (lk 192 – 198). Düsseldorf: Procedia - Social and Behavioral Sciences 238.
- Szalvay, V. (2004). *An Introduction to Agile Software Development*. Bellevue: Danube Technologies, Inc.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., Pelaez, G. (2017). What does Industry 4.0 mean to Supply Chain? (lk 1175-1182). Vigo, Spain: Manufacturing Engineering Society International Conference 2017.

# Lisa 1

**Tabel 5** Poolstruktureeritud intervjuude tulemused tootmisettevõttes x

Küsimus	Logistika direktor	Logistika laojuhataja	Logistik
Digitaalse infojuhtimise probleemid	<p>Digitaalsete andmete puudulik formaat või digitaalse info täielik puudumine ei võimalda äriprotsesse tänapäevaselt arendada ja juhtida. Olulisel kohal on ka digitaalsete andmete jagamine ettevõtte teiste infosüsteemidega, ühendused juba loodud infosüsteemidega või loodavate infosüsteemidega. Täna tuleb neid probleeme lahendada manuaalselt ja inimesed võivad teha andmete sisestamisel vigu.</p>	<p>Erinevate andmete saamiseks tuleb andmeid hankida üle mitme süsteemi ja neid töödelda käsitsi, mis tähendab, et tuleb tegeleda manuaalse andmetöötlusega. Suureks probleemiks on ka osaliselt digitaalsete andmete täielik puudumine.</p>	<p>Töödest puudub ülevaade, mis tähendab seda, et tööpäeva on võimatu planeerida. Andmete vahetamine vedajatega toimub suures osas mitu korda päevas aruannete välja võtmisega Excelisse ja andmete edastamine on samuti manuaalne tegevus üle emaili. Väga palju suhtlust vedajatega toimub ka telefoni teel ja sellest ei jää märki maha kuhugile süsteemi, et seda saaks hiljem kasutada. Elementaarsete andmete saamine ei ole automatiseeritud.</p>
Andmetöötlus protsess tarneahela	<p>Andmetöötlus on paika pandud logistika protsesside loogilises järjekorras, mis tähendab seda, et protsessidega seotud inimesed töötlevad andmeid ja edastavad info järgmistele inimestele, kes on protsessi nn. üks osa. Andmete hoidmiseks ja töötlemiseks kasutatakse näiteks Microsoft Excelit või juba olemasolevaid programme, selliselt saab info kätte. Olemasolevad lahendused kahjuks ei suuda omavahel suhelda, seepärast on logistikas töötavatel inimestel täita suur roll.</p>	<p>Andmetöötlus ja info edastamine toimub manuaalselt. Andmeid saab kokku koguda erinevatest programmidest, neid saab töödelda ja hallata näiteks Excelis ning need saab edasi saata meiliga või paberikandjal. Sarnaseid andmete kogumist ja saatmist tuleb teha igapäevaselt mitmeid kordi. Paljud andmed edastatakse maja sees paberlipikute kujul ja see tekitab pidevalt vigu.</p>	<p>Laojuhataja koostab inventari veo töödest nimekirja meilile või annab paberikandjal ning need tööd tuleb ära teha. Keeruline on anda tagasisidet tehtud töödest. Valminud transpordi koormad saadetakse komplekteerimisse paberlipikute peal vastavas järjekorras. Tekib olukordi, kus paberlipikud on kaotsi läinud ja auto tuleb laadimisele, kuid koormaid ei ole komplekteeritud.</p>

<p>Digitaalsete protsesside parandamine</p>	<p>Peab arendama digitaalse lahenduse ehk infosüsteemi, milles on võimalik kogutud andmeid töödelda ja edastada. Infosüsteemi peab olema võimalik koguda andmeid teistest infosüsteemidest ja infosüsteem peab andma selge ülevaate toimuvast. Kolmandatest süsteemidest andmete kogumine peab toimuma automatiseeritult. Automatiseerimine tähendab ajalist võitu, inimlike eksimuste vähenemist ja paremat tööde planeerimise võimalust. Võimalusel peaks arendatav süsteem oskama andmeid edastada ka ettevõttest väljapoole. Protsessi peab olema võimalik jälgida ja iga töö staatust peab saama kiirelt kontrollida ning vajadusel töö prioriteete muuta. Tehtud töödest ja tulevikus tehtavatest töödest peab saama selge ülevaade</p>	<p>Peab looma lahenduse, mis vähendaks manuaalset andmete kogumist või siis vahetust (nt. E-post või andmete hankimine kolmandatest süsteemidest käsitsi). Võiks luua infosüsteemi, mis suudab koguda vajalikud andmed kokku üle ettevõtte andmebaaside ning infosüsteemis oleks võimalus nende andmetega edasi toimetada. Andmete kogumine võiks olla automaatne. Tulevasest infosüsteemist peab olema võimalik jagada tööülesandeid erinevatele inimestele.</p>	<p>Tehtud töid peaks olema võimalik märkida tehtud töödeks infosüsteemis ja kogu infovahetus võiks toimuda digitaalseid kanaleid kasutades, sest siis on vajalik suhtlus digitaalses formaadis ja tööde teostamiseks kuluvat aega on võimalik hinnata täpsemini. Kui küsitakse, et kaua kulub mingi töö tegemiseks, siis saab seda hinnata juba tehtud tööde põhjal.</p>
<p>Digitaalne infojuhtimine paindlikum</p>	<p>Selleks, et info nn. juhtimine oleks paindlikum, selleks on tarvis saada kõik andmed digitaalseks ja erinevad infosüsteemid omavahel suhtlema. See eeldab ka olemasolevate infosüsteemide täiendamist ehk arendust. Vajadusel ka esialgsete plaanide kiiret täiendust, sest kõike ei ole võimalik lõpuni planeerida. Olulisel kohal on ka turvalisus, mis tähendab seda, et tuleb ära defineerida erinevate rollide vajadused, seda nii infosüsteemide lõikes kui ka kasutajatele. Rolle võiks saada muuta vastavalt vajadusele. Andmete edastamine koostööpartneritele ja erinevate infosüsteemide omavaheline peab olema turvaliselt kaitstud.</p>	<p>Tööks vajalikule infole peab saama ligi kiirelt ja info peab olema selgelt mõistetav. Paindlik oleks see, kui juba loodud lahendust saab jooksvalt arendada ja juba loodud lahendusi saaks ka kiirelt täiendada. Kui pakume välja mingi lahenduse ja see tundub raskesti kasutatav, siis me saame seda täiendada või täielikult vajadusel ka muuta, seda kõike koostöös erinevate osapooltega, kes osalevad erinevatel aegadel logistilises protsessis.</p>	<p>Loodav süsteem peab võimaldama digitaalselt andmeid vahetada osapoolte vahel, et meil peaks jääma otse suhtlust vähemaks ja saaksime kontsentreeruda põhitööle. Kui toimub muutus, siis peaks seda saama edastada läbi süsteemi ja järgnevatele osapooltele peab tulema selle kohta teade. Kui me teeme omapoolseid ettepanekuid juba loodud lahenduse parandamiseks, siis nende ettepanekute arendamine peaks olema kiire ja osapooltega kooskõlastatud. Võimalus osaleda protsesside planeerimisel ning infosüsteemide arendamisel. Andmed peavad olema turvaliselt kaitstud.</p>

<p>Arendus protsess sujumaks</p>	<p>Loodav süsteem või selle täiendused peavad olema arendatud selliselt, et need oleksid intuiitiivsed ja loogilised. Kasutajad ja erinevad osapooled peavad mõistma muudatuste sisu ja uute arenduste teke ei tuleks neile üllatusena, sest nad on ise need täiendused tellinud ning neil on lisandunud funktsionaalsust tarvis oma igapäevases töös. Kui kusagile tekib vajalik funktsionaalsus või andmeväli juurde, siis see ei tekita olemasolevas tööd seisakuid või segadust. Kui loodud arendus mingil põhjusel siiski ei aita tööd paremini planeerida, siis saaks loodava funktsionaalsuse kiirelt üle vaadata ning viia sisse muutused, mis aitavad lähemale paremale lahendusele. Täienduste ja arenduse juurutamine läheb sujuvamalt siis, kui olulised inimesed on infosüsteemi arenduse protsessidesse kaasatud. Selline töö aitab kaasa sellele, et osapooled on muutuste ja täiendustega kursis. Arendus ja lahenduste täiendamine võiks muutuda üheks osaks tööst. Vajadusel tuleb inimesi ka koolitada.</p>	<p>Tarkvara peab olema võimalik täiendada, sest ei ole olemas lahendust, mis ongi täiesti valmis. Sama on ka protsessidega, need vajavad pidevat täiendamist. Oluline on vajalike inimeste kaasamine ning ettepanekutele kiire tagasiside ning kinnitus. Kui teeme ettepaneku, et loome mingi andmevälja kusagile vaatesse juurde või vajame mõnda keerulisemat funktsionaalsust, sest see hõlbustab meie tööd, siis see tehakse kiirelt ära ja sama kiirelt saame arendaja tehtud muutused ka ära kinnitada ning võtta need majasiseselt kasutusele.</p>	<p>Protsesside täiendamine ja uute lahenduste loomine, kui selleks peaks vajadus olema. Oluline on osaleda tarkvaraarenduse protsessis, sest siis saame anda tagasiside võimalikult kiirelt. Arendusprotsessides jooksvalt osalemine aitab kindlasti kaasa tarkvara juurutamisele ja loodavate lahenduste võimalikult kiire kasutuselevõtu. Täiendustest peab saama ülevaate, näiteks korra nädalas või korra kuus, soovitatavalt koos selgitustega. Vajadusel võiks olla abi leht ning jooksivad koolitused.</p>
----------------------------------	--	---	---

Allikas: autorite koostatud intervjuude põhjal

## Lisa 2

**Tabel 6** Netnograafiline märksõnade uuring valdkondade lõikes

Valdkond\ Märksõna	<i>Software</i> (Tarkvara)	<i>Agile</i> (Agiilne)	<i>Digitalize</i> (Digitaliseerimine)	<i>Supply change</i> (Tarneahel)	<i>Security</i> (Turvalisus)	<i>Connected</i> (Ühendatud)
Finants	3	1	5	1	4	3
Tootmine	50	12	78	53	61	55
Toiduaine tööstus	1		2	2		1
Elektroonika tööstus		1	1		1	1
Ehitus	1		2	2	1	2
Lennundus			3			
Õli ja gaas			1			
Tarkvara tööstus	1		4	4	1	4
Auto tööstus	3		7	5	3	4
Logistika				1		
Kokku:	59	14	103	68	71	70

Artiklid <i>Twitter</i> 'ist	103
Artiklid <i>Facebook</i> 'ist	30

Allikas: autorite koostatud netnograafilise uuringu tulemuste põhjal

## Lisa 3

**Tabel 7** Osalusvaatlusel selgunud protsesside probleemkohad märksõnade alusel

Tarneahela protsessi osa	Logistika direktor, töö autorid	Logistika laojuhataja, töö autorid	Logistik, töö autorid
Kliendi tellimus ERP	-	-	-
TMS Koormad	Info liikumine süsteemi väliselt	Paberil koorma info	Paberil koorma info
Transpordi koormad ERP	-	-	-
Aruanne, andmetega vedajale	Info saatmine e-mailiga	Info ei jõua õigeaegselt	Aruandest <i>Excel</i> 'i tabel vedajale
E-mail <i>Excel</i> 'ist andmetega	-	-	-
Andmed vedaja süsteemi	-	-	-
Info e-mailile vedavatest koormatest	-	-	-
Arve veetud liitrite kohta vedajalt	-	-	-
Koormad vabastada komplekteerimiseks ERP	Vahetus juht peab süsteemis käsitsi järjestama koormad	Info paber lipikutel	<i>Excel</i> 'is koormate järjekord
WMS ja komplekteerimine	-	-	-
Arve ERP	-	-	-
Info laadimissilla kohta	-	Andmed saadakse telefoni teel iga koorma kohta	-
Maksuamet	-	vedaja info käsitsi peale arveks tegemist maksuametisse	-
Koorma vedaja andmed	Andmed telefoni teel vahetusjuhilt, territooriumile saabujate kohta	-	-

- Osalusvaatlusel osalejad antud protsessi kitsaskohti ei kirjeldanud

# SUMMARY

## DIGITAL INFORMATION MANAGEMENT IN THE SUPPLY CHAIN PROCESS IN THE EXAMPLE OF THE PRODUCTION COMPANY X

Jaan Oder & Madis Haug

In recent years technological advancements have necessitated a number of innovations by production companies to meet the ever-changing demands and demands of the customers. More and more digital information management processes and activities are needed to enable companies to become more flexible and modernize their business processes. Businesses also need to become more flexible with their business processes and be able to adapt their business processes as needed through increased technologies and digitalisation.

This Master's thesis had six research assignments. In the first research task the authors analyzed the possibilities of digital information management and its feasibility in industrial enterprises. Digitization helps a company make processes traceable and create data that the company could not use before. As digital data can be processed and better controlled, it provides an opportunity to optimize the processes of supply chain. A similar view is also taken by Schmidt *et al* (2015), Deloitte (2011) and Hütther'i (2016). With regard to the analysis of the Master's thesis, the authors pointed out that in the technical process of digitalization, physical Smart Products are also directly related to virtual processes or so-called Smart Processes.

The Industry 4.0 framework will help production companies to better implement digital information management. Industry 4.0 development process creates standards and readymade solutions that make it easier for production companies to integrate different enterprise processes into one comprehensive network. Standardized and digitalized networks allow rapid adaptation to customer and market needs. This will make industrial companies more competitive and flexible. Innovative digital solutions and the adaptability of workers to the new cyber-physical environment will significantly change production companies in the future. The authors of the paper found that the agile software

development method is the most appropriate for developing information management software and making it more effectiveness, as this method overlaps with the principles outlined in the Industry 4.0 framework. The methodology used, enables the fastest and most flexible development of innovative software solutions involving all different parties. Involvement of the parties will help to optimize the time needed to implement the software.

In the second research task, the authors analyzed the possibility of digitalizing information management in the supply chain and its implementation in the production process. As part of the Industry 4.0 framework, the Smart Supply Chain framework for supply chain digitalization is being introduced. The Smart Supply Chain must be dynamic and transparent for all parties involved. Similar views are held by Barreto et al (2017) and Schrauf *et al* (2016). The Smart Supply Chain is supported by mobile solutions, available cloud technologies, sensors and powerful data analysis tools. When developing the Smart Supply Chain, it is important to keep in mind to define a starting point and to match it with the existing information management processes.

When designing a strategy, it is necessary to look at the whole supply chain, but at the same time, the development process needs to be flexible as the changes can occur in some smaller supply chain processes. The authors of the thesis are convinced that the digitalization of the information management supply chain is best done in parts as it enables to react to different changes during the development process. When solving the research task, it became clear that digitalization of data means the creation of new data and that the software created must store the data securely and must fit into existing solutions.

The implementation of Industry 4.0 and the ever-increasing digitalization of industrial enterprises makes it necessary to change business models. New technologies offer opportunities for companies to do their business differently or to enter completely new markets where the company was previously unable to do the business. The authors of the thesis are convinced that the renewal of internal and external processes is an essential part

of the development of the company and it is not a radical innovation in the business process, it is rather a good start and it is possible to move on from that position.

In the third research assignment, the authors focused on semi-structured interviews to find out the vision of people in the field and to understand the need for a new solution. The analysis of the interviews revealed that the new information management software should be able to store and move data digitally. It means that once the data has been entered, it is not necessary to enter the data again. For raising the effectiveness, the created software should transfer the data between the systems in the supply chain process without the intervention of the employees. It means that the employees do not manually enter the data between software applications in supply chain processes each time, but instead of that move the data between the software. As a result, the number of errors that can be caused by human error will be reduced. It also emerged from the interviews that new information management software should help people to communicate. When the data is available in real time, the employees' communication is made more efficient as communication between them moves to a new level - there is no need to control data overlap as it can be controlled from a new system. This change should save the time of all the people working in the supply chain for delivering finished products to the customer and give them the opportunity to always have updated and accurate data. The results of the interviews are related to the results of the participating surveys conducted by the authors.

The fourth research task was to conduct a netnographic survey on social media channels to confirm the suitability of the software being created according to Industry 4.0 principles. It was important to perform a netnographic survey before developing the software as it is costly for production companies to create new software and modify processes. Based on the above, the authors of the thesis wanted to confirm what criteria the software should meet and how important these criteria are. For this purpose, the authors selected keywords from the most important factors presented in the theoretical section. Some of the study results were expected, for example, the fact that digitization was the most reflected keyword. However, the fact that so many articles focused on security and connectivity was surprising to the authors. Netnographic research method is

very capable of finding the latest trends and topics that are current at the moment. With new and accurate search systems the vast amount of information covered by social media can focus the research authors on the topic they are interested in. The survey also concluded that Twitter has more material to conduct netnographic research on technology topics, as this social media channel has more professional stakeholders than Facebook which shares and communicates across professional topics. From the netnographic study the authors of the thesis found that Industry 4.0 is suitable not only for industrial companies but also for other companies in certain fields.

The fifth research assignment focused on mapping the supply chain of information management processes and analyzing how a new software solution could be improved in the supply chain of the production company x with the delivery of finished products to the customer. Based on the business process drawings obtained during the interviews, the authors of the thesis prepared a preliminary business process diagram and mapped the locations where employees moved analog data between systems or people. The data needed by the different parties at the different stages of the process were analyzed. If the data was incomplete, the analysis identified which of the existing software solutions could be retrieved. It analyzed which parts of the process required human intervention and which parts of the process could make a decision or move data to the new software being developed.

A new business process was proposed by the authors. It took into account the opportunities for information management digitalization found during the analysis. From the analysis of the new process, together with the logistics staff, it can be concluded that it is possible and sensible to change the business-to-business payment model in the production company x to new digital process. The availability of the real-time data to all parties allowed to move to a kilometer-based charging system. It is more effective, transparent and fairer than the existing solution. It also identified how many stakeholders need to be involved in creating and deploying a new software solution to make the new business process work.

The authors of the work developed the software for production company x in collaboration with software development company x. Since one of the authors of the thesis is working in the production company x and the other author is working in the software company x, it was possible to use the software described in the thesis and develop agile software development for the production company x. The software developed by the authors, improved the information management of the production company's supply chain, making it more effective, transparent, faster and more analytical. All previously used information management software was retained, but it was combined with a new solution for digital data exchange and communication between all systems.

The authors of the Master's thesis propose to the industrial company x to move on to the next supply chain processes and to continue the process of digitization of the supply chain. In the next steps of supply chain digitization, the company management should take into account the results of the study and the conclusions drawn from the analysis of the supply chain digitization. In addition, the authors suggest that the production company x should be more involved in the supply chain process in the future, as taking into account the wishes of external suppliers enables the development of a more efficient supply chain based on the company's x suppliers and customers.

The authors of the thesis point out that the restriction of the Master's thesis lies in the netnographic research as it was carried out within a specific period of time and therefore the results and conclusions of the research may remain related to the given period. To obtain more accurate results, a netnographic survey should be repeated in a similar fashion after a period of time, so that the results of the study and the conclusions drawn from them can be more accurately reflected. In addition, as a limitation of the work, the authors point out the increasing share of visual materials in social media channels. It makes the study difficult because it is very time consuming and difficult to conduct a study to ensure a sufficient sample size through visual materials (eg video broadcasts from conferences, scientific articles, scientific forums). The problem with the interviews was the decision of the authors not to involve external transport companies. The resulting information from the interviews was primarily based on the company x. This was revealed during a process where a number of significant changes were made to the transport

company. If transport companies' needs had come out at an earlier stage, the authors of the work could have taken this into account in due time. In this case, this work will be the next step in the development of the company's x digital information supply chain process.

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Jaan Oder ja Madis Haug

1. anname Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose DIGITAALNE INFOJUHTIMINE TARNEAHELA PROTSESSIS TOOTMISSETEVÖTTE X NÄITEL,

mille juhendaja on professor Kulno Türk,

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autoritele.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Jaan Oder ja Madis Haug

21.08.2019