

TARTU ÜLIKOOL
Majandusteaduskond

Hannes Päll

**EESTI TÖÖSTUSE DIGITALISEERIMIST TOETAVATE
MEETMETE ARENDAMINE**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Ele Reiljan, PhD

Kaasjuhendaja: vanemteadur Priit Vahter

Tartu 2018

Soovitan suunata kaitsmisele
E. Reiljan

Kaitsmisele lubatud “ “ 2018. a

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

.....
H. Päll

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. TÖÖSTUSE DIGITALISEERIMISE TEOREETLINE KÄSITLUS.....	7
1.1. Tööstuse areng ja tööstuse digitaliseerimise tehnilised lahendused	7
1.2. Tööstuse digitaliseerimise kasu ettevõttele.....	12
2. RIIGI SEKKUMISE PÕHJENDUSED JA TÖÖSTUSE DIGITALISEERIMISE INITSIAATIIVID EUROOPAS	19
2.1. Ettevõtete võimekuste arendamine ja süsteemitõrked kui riigi sekkumise põhjendus	19
2.2. Euroopa riikide väljavaated ja initsiatiivid tööstuse digitaliseerimiseks	24
3. TÖÖSTUSE DIGITALISEERIMIST TOETAVATE MEETMETE ARENDAMINE JA VALIDEERIMINE.....	31
3.1. Eesti tööstussektori digitaliseerimist toetavate meetmete arendamine	31
3.2. Arendatud tööstuse digitaliseerimise toetamise meetmete sobivuse uuring ja järelused	39
KOKKUVÕTE.....	49
VIIDATUD ALLIKAD	52
LISAD	60
Lisa 1. Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi majandusarengu osakonna peaspetsialistiga tehtud intervjuu transkriptsioon.....	60
Lisa 2. Tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustava seminari sobivuse küsitluse ankeet	70
SUMMARY	78

SISSEJUHATUS

Tehnoloogia areng mõjutab ettevõtteid nende igapäevastes tegevustes. Uued lahendused aitavad ettevõtetel pakkuda uut väärtust ja tõsta efektiivsust. Tehnoloogia areng ei jäta puudutamata ka riikide majandustes olulisel kohal olevat tööstussektorit – nii on tööstussektoris läbi aegade kasutusele võetud erinevaid tehnoloogiaid, mis antud ajahetkel on olnud kättesaadavad.

Dosi (1982) nimetab tehnoloogilisteks paradigmadeks suuri tehnoloogilisi muutusi, mis mõjutavad ka teisi sektoreid. Viimase kümne aasta jooksul on nendeks muutusteks olnud digitaalsed lahendused. Digitaalsete lahenduste tööstussektoris rakendamist on hakatud nimetama tööstuse digitaliseerimiseks. Laiemalt on tööstuse digitaliseerimine osa neljandast tööstusrevolutsioonist.

Neljas tööstusrevolutsioon (või ka tööstus 4.0) on 2011. aastal Saksamaalt alguse saanud mõiste (*Industrie 4.0*), mis käsitleb digitaalset tööstusettevõtet, digitaliseerimisest tulenevat efektiivsuse tõusu, tarku tooteid, kliendile lisandväärtuse pakkumist, uusi ärimudeleid ja muud (Kagermann *et al.* 2013: 5). Neljanda tööstusrevolutsiooni temaatika on aktuaalne, kuna riigid üle maailma loodavad eduka neljanda tööstusrevolutsiooni tulemusena peatada deindustrialiseerimise trendi. Revolutsioonilise arengu paremaks juhtimiseks on riikides loodud initsiatiivgrupe. Neljas tööstusrevolutsioon on aktuaalne ka Eestis, kuid mitte deindustrialiseerimise peatamise eesmärgiga. Eesti loodab eduka neljanda tööstusrevolutsiooniga tõsta tööstussektori lisandväärtust (MKM TP RR 2017: 40). Lisandväärtuse tõusuks peavad Eesti tööstusettevõtted muutma oma tootmist efektiivsemaks. Selleks on hea kasutada ära veel rakendamata potentsiaali, milleks on muuhulgas tööstuse digitaliseerimine. Tööstuse digitaliseerimise all käsitletaksegi ettevõtte protsesside efektiivistamist läbi digitaalsete lahenduste (Mertens, Barbian 2016: 303).

Tööstuse digitaliseerimiseks on levinud mitmed tehnoloogilised lahendused. Antud lahendused kasutavad põhiliselt ära eelmise tööstusrevolutsiooni, automatiseerimise potentsiaali. Tööstuse digitaliseerimise lahendused koguvad tootmiseadmetelt andmeid ja informatsiooni, mille kaasabil on võimalik tõsta efektiivsust. Samuti on tööstuse digitaliseerimise lahendustena kasutusel viimased trendid infotehnoloogia valdkonnast, näiteks liit- või virtuaalreaalsuse kasutamine. Ka tarbijate huvide muutused ei jäta tööstuse digitaliseerimist puudutamata. Tööstus peab olema valmis kohanduma aina väiksematele kliendisegmentidele toodete tootmiseks.

Paljudel tööstuse digitaliseerimise lahendustel on selge ja mõõdetav kasu ettevõtte toimimisele. Kasu võib seisneda suuremate tootmismahude võimaldamises, kulude vähendamises, tööjõu ümberkujundamises või muudes tegurites. (Mankyla *et al.* 2011: 82) Samas on veel lahendusi, mille areng ei ole jõudnud nii kaugele, et ettevõtetel oleks tarvilik antud lahendused kohe kasutusele võtta. Peale selle peavad lahendused sobima iga konkreetse tööstusettevõtte spetsiifikaga. Nende lahenduste vahel orienteerumine võib olla tööstusettevõttele keeruline.

Arvestades seda, kui võrd olulisel kohal Eesti majanduses on tööstussektor, on väga oluline sektori efektiivsust tõsta ja alustada tööstuse digitaliseerimisega. Sellega on arvestatud ka riiklikes poliitikates – tööstuspoliitika roheline raamat näeb ette tööstussektori digitaliseerimist (MKM TP RR 2017: 17).

Käesolev töö on praktilise fookusega, mille käigus arendatakse meetmed, mida on võimalik realselt ellu viia. Ehkki neljanda tööstusrevolutsiooni lahenduste ettevõtetesse viimise teematikat võib käsitleda ka innovatsioonipoliitikanäena, on käesoleva töö keskseks osaks kitsamalt tööstuse digitaliseerimise tehnoloogiad ja nende kasutamine. Küll aga toob autor töös Klein Woolthuis *et al.* (2005), Carlsson ja Jacobsson (1997), Smith (1997), Johnson ja Gregersen (1994) ning Edquist *et al.* (1998) põhjal välja, miks riik peaks sekkuma ehk milliseid süsteemitõrkeid meetmetega leevendatakse. Samuti puudutakse Kim (1980), Fagerberg *et al.* (2009), Abramovitz (1986), Cohen ja Levinthal (1990) põhjal ettevõtte võimekuste teooriat. Lisaks ka Penrose (1959) põhjal ettevõtte kui ressursside kogumi teematikat.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on Eesti tööstusettevõtete jaoks digitaliseerimist toetavate meetmete arendamiseks soovitude andmine. Bakalaureusetöös on autor seadnud järgmised uurimisülesanded:

- anda ülevaade tööstusrevolutsioonidest, sh neljandast tööstusrevolutsioonist;
- tuua välja põhilised tööstuse digitaliseerimise lahendused ja nende mõju;
- kirjeldada teiste riikide tööstussektoreid ning nende digitaliseerimiseks loodud initsiatiive ja meetmeid;
- viia läbi intervjuu poliitikakujundajaga ning uuring ettevõtete ja erialaliitude seas tööstuse digitaliseerimise meetmete arendamise osas;
- pakkuda välja tööstuse digitaliseerimise meetmete sisu.

Lähtudes uurimisülesannetest on töö jagatud teoreetiliseks ja empiiriliseks osaks. Kahes esimeses teoreetilises alapeatükis tutvustatakse tööstusrevolutsioone, sh neljandat tööstusrevolutsiooni ja tööstuse digitaliseerimise lahendusi ning nende kasu. Järgnevas teoreetilises alapeatükis selgitatakse teooriale tuginedes riigi sekkumise vajadust ja järgmises empiirilises alapeatükis antakse ülevaade teiste riikide tööstuse digitaliseerimise initsiatiividest.

Kolmandas, empiirilises peatükis pakutakse välja tööstuse digitaliseerimise meetmed. Selleks lähtutakse teoriast, uuritakse riiklike poliitikaid, ettevõtlustoetuste meetmete praktikaid ning viiakse läbi intervjuu eksperdiga. Lisaks viiakse läbi uuring, millega valideeritakse ja analüüsitakse arendatud meetmete sobivust, et kujundatud meetmed oleksid vastavad tegelikele vajadustele. Selleks viiakse läbi küsitlused ettevõtete ning erialaliitude seas, et teada saada nende arvamus välja pakutud meetmete sobivuse kohta. Autorile teadaolevalt ei ole Eestis varem tööstuse digitaliseerimise riiklike toetusmeetmete sisu uurimisega sarnaseid uurimistöid tehtud. Antud bakalaureusetöö tulemused on sisendiks tööstuse digitaliseerimise meetmete kujundamisele ja elluviimisele ning teiste ettevõtlust toetavate meetmete arendamiseks.

Märksõnad: tööstussektor, neljas tööstusrevolutsioon, tööstuse digitaliseerimine, meede, toetamine

1. TÖÖSTUSE DIGITALISEERIMISE TEOREETLINE KÄSITLUS

1.1. Tööstuse areng ja tööstuse digitaliseerimise tehnilised lahendused

Tööstusettevõtete edukus on läbi aegade olnud sõltuv tehnoloogia arengust ja uute tehnoloogiate kasutuselevõtust. Esimeseks läbimurdeks tehnoloogia kasutamisel ja ühtlasi esimeseks tööstusrevolutsiooniks peetakse 18. sajandi lõppu, kui tootmises võeti kasutusele auru ja vee jõul põhinev tehnoloogia – leiutati arumasin ja alustati raudteede ehitusega. (Schwab 2016: 6) Esimese tööstusrevolutsiooni algust märkivaks läbimurdeks peetakse muu hulgas näiteks Herny Colti poolt 1784. aastal Inglismaal kasutusele võetud raua pudeldamisprotsessi mehhaanilist lahendust (Park 2017: 1). Colti protsess neljakordistas inglise rauatootmise mahtu ning kaotas ameti, kus tervist kahjustavate tingimuste tõttu jõudis tööliste vanus keskmiselt vaid 30 eluaastani (Encyclopedia Brittanica 2018).

19. sajandi lõpus algas teine tööstusrevolutsioon ning vedavaks jõuks said vastleiutatud elekter ja konveierliin, mis muutis võimalikuks masstootmise (Schwab 2016: 7). Konveierliini lahenduse võttis 1870. aastatel kasutusele Ameerika Ühendriikides asuv Cincinnati tapamaja (Kagermann *et al* 2013: 13). 1913. aastal võttis konveierliinimeetodi kasutusele ka Ameerika Ühendriikide autotootja Ford ning teist tööstusrevolutsiooni markeerivaks tsitaadiks on saanud Henry Fordi ütlus: „Iga klient võib lasta oma auto värvida mistahes värvi, eeldusel, et see on must.“ Must seetõttu, et konveierliini kasutusele võtmise tulemusena vähenes automudeli Model T tootmisaeg 93 minutini ning nii kiiresti jõudis kuivada vaid ühte tüüpi lakkvärv, mis juhtus olema must. Küll aga on käesoleva töö mõttes oluline märkida, et Ford ütles enda sõnul antud tsitaadi 1909. aastal, kuid ellu jõudis selle tsitaadi põhimõte – võimalikult standardiseeritud tootmine – neli

aastat hiljem. (Kurylko 2003) Sellest järeldub, et ka teise tööstusrevolutsiooni ajal oli suur viiteaeg visiooni ja tehnoloogia võimaluste või kättesaadavuse vahel.

Kolmas tööstusrevolutsioon sai alguse 1960. aastatel pooljuhtide, arvutite ja interneti levikuga. Elektroonika ja infotehnoloogilised lahendused automatiseerisid palju manuaalselt tööd. (Schwab 2016: 7) 1969.a tehti läbimurre, kui Ameerika Ühendriikide korporatsiooni General Motorsi tütarettevõtte esitas tellimuse füüsilisi juhtmeid sisaldava releesüsteemi asendamiseks ning tellimuse põhjal arendati teise Ühendriikide ettevõtte poolt esimene programmeeritav loogikakontroller PLC084 (Schneider 2018).

Dosi (1982) on loonud selliste tehnoloogiliste muutuste ühes sektoris koondumise, nagu on olnud tööstusrevolutsioonid, kirjeldamiseks mõiste „tehnoloogiline paradigma“. Nende innovatsioonide käigus kogunevad ühes sektoris murrangulised muutused, mis levivad ka teistesse sektoritesse ja nii on tehnoloogilistel muutustel ühes sektoris mõju kogu majandusele.

Üks selline tehnoloogiline paradigma, millel on tulevikus mõju kogu majandusele, on neljas tööstusrevolutsioon. Neljanda tööstusrevolutsiooni algust markeeriti 2011. aastal Saksamaal, Hannoveri messil, kui teadlased Henning Kagermann, Wolfgang Wahlster ja Wolf-Dieter Lukas avalikustasid „*Industrie 4.0*“ („Tööstus 4.0“) initsiatiivi. Tegemist on strateegilise plaaniga, mille sisuks on Saksamaa tööstuse konkurentsivõime parendamine, põhjalik digitaliseerimine ja paradigmade muutmine. (Ingenieur.de 2011)

Autori arvates oli tegemist loogilise jätkuga senistele arendustele ja arengutele asjade interneti valdkonnas. Saksamaa poolt juhtrolli võtmine oli aga tugevaks tõukeks teistele riikidele strateegiliselt oma tööstuse arendamisega tegelemiseks. Samuti andis uue ajastu kuulutamise signaali kogu globaalsele tööstussektorile, kes oli tundmas muutusi, kuid nüüd said sellele kinnituse.

Neljanda tööstusrevolutsiooni nimetustena on laiemalt levinud ka Tööstus 4.0 (saksa k *Industrie 4.0* või inglise k *Industry 4.0*). Neljanda tööstusrevolutsiooni olemuse kirjeldusena on kasutatud järgnevat definitsiooni: “Tehnilisest vaatenurgast saab Tööstus 4.0 sisu kirjeldada, kui tööstuskeskkonna järjest suurenevat digitaliseerimist ja automatiseerimist ning ka digitaalse väärtusahela loomist, mis võimaldab

kommunikatsiooni toodete ja nende keskkonna ning äripoolte vahel.“ (Oesterreich *et al.* 2016) Käesoleva bakalaureusetöö autor uurib töö raames tööstuse digitaliseerimist toetavate meetmete arendamist Eesti tööstusettevõtete jaoks. Tööstuse digitaliseerimise all mõistetakse käesolevas töös neljanda tööstusrevolutsiooni tehnoloogiate kasutuselevõttu tööstusettevõtetes. Tööstuse digitaliseerimine on oluline osa neljandast tööstusrevolutsioonist, kuid selle all ei mõelda kõiki neljanda tööstusrevolutsioonist tulenevaid muutusi, näiteks tööstusettevõtte muutumist teenusepakkujaks, ehk organisatsioonilisi muutusi. (Mertens, Barbian 2016: 303) Innovatsioonikäsitluse mõistes on tööstuse digitaliseerimise puhul tegemist protsessiinnovatsiooniga, kuna tööstuse digitaliseerimisega võetakse ettevõttes kasutusele uued meetodid, seadmed (või tarkvara) ja oskused, millega vähendatakse ühikukulu, parandatakse kvaliteeti või võimaldatakse toota uusi tooteid (OECD/Eurostat 2005: 49).

Tööstuse digitaliseerimine on katuseks mitmetele kontseptsioonidele: nt. küber-füüsilised süsteemid (*Cyber-Physical Systems*), asjade internet (*Internet of Things*) ja tark tehas (*Smart Factory*) ning paljudele tehnoloogiatele. Tööstuse digitaliseerimisega seotud tehnoloogiaid saab jaotada funktsiooni järgi järgmistesse gruppidesse: andmed ja ühendused; analüütika ja tehisintellekt; inimeste ja seadmete koostöö; automatiseeritud masinapark (Szozda 2017: 403). Järgnevalt tutvustatakse mõningate nende tehnoloogiliste lahenduste sisu, mida käsitletakse bakalaureusetöö teoreetilises ja empiirilises osas.

Tootmiseseadmeid monitoorivad ja hooldust prognoosivad lahendused, mille läbi vähendada tööseisakuid (*predictive maintenance*). Praegu kasutatav seadmete hooldusplaan põhineb perioodilisel preventatiivsel hooldusel ega võta arvesse seadmete tegelikku seisukorda, mis on dünaamilise iseloomuga. Preventatiivne hooldus võib kaasa tuua seadmete üle- või alahooldamise. (Doostparast *et al.* 2014: 98) Prognoositav (ka seisukorral põhinev – *condition based*) hooldus põhineb süsteemi kuuluvate seadmete pideval ja nende tegeliku seisukorra monitoorimisel (He *et al.* 2018: 2).

Suurandmete (*big data*) kasutamise lahendused tootmise planeerimisel. Kogutud suurandmed võimaldavad koondada teadmuse ning moodustada reeglid ja mudelid otsustusprotsesside jaoks. Andmetel põhinev otsustamine aitab tootmisprotsesse optimeerida (Gözler *et al.* 2017: 1337).

Robotid, mis töötavad koos inimesega või iseseisvalt. Robotid, mis töötavad koos inimestega (*collaborative robot, cobot*) ühendavad tööstusroboti ja töötaja eelised. Tootmises, kus toodetakse erineva mahuga erinevalt kohandatud tooteid, suudab robot kergesti muuta vastavalt vajadusele lihtsaid „tõsta-ja-asetä“ operatsioone, samal ajal kui töötaja saab keskenduda inimkogemust vajavatele töödele (nt toote montaažile), mida on keeruline robotile selgeks õpetada. Efektiivust lisab ka asjaolu, et robot on parem vahend ülesannete jaoks, mis vajavad kiirust, raskete esemete tõstmist või on inimesele ohtlikud. (Sadik *et al.* 2017: 1) Robotid, mis töötavad iseseisvalt (*autonomous robots*) suudavad lihtsa struktuuriga töövoogudest koosnevaid tootmisprotsesse iseseisvalt läbi viia ilma inimese sekkumiseta. Need robotid suhtlevad sageli omavahel ja õpivad tööprotsessist. (Bahrin *et al.* 2016: 137)

Virtuaal- või liitreaalsuslahendused, mida kasutatakse tootmises või koolitusel. Peamiselt läbi spetsiaalsete prillide rakendatavaid lahendusi saab kasutada tootmises juhendades töötajat tootmisprotsessis sammhaaval. Sama põhimõte on kasutatav ka kvaliteedikontrollis, kuvades toote vastavustingimusi, aga ka töötajate koolitusel. (Pierdicca *et al.* 2017: 390)

Andmete kogumiseks mõeldud sensorid tootmisliinil. Tootmisliini automatiseerimine koosneb kolmest oluliselt komponendist: sensoritest, täituritest ja programmeeritavatest loogikakontrolleritest. Sensorid on seadmed, mis muudavad füüsilise seisundi või tegevuse elektrisignaali ja on nii ühtlasi kõige suuremahulisemad andmetekitajad tootmisliinil. Tekitavad andmed on osa tootmises tekkivatest suurandmetest ja aluseks tootmist puudutavate otsuste, seadmete hoolduse vms tegemiseks. (Khan *et al.* 2017: 2)

Tootmise IT-lahenduste turvalisuse tagamise lahendused. IT- ja küberturvalisus on olulised elemendid moodsates ühendatud ja võrgustatud keskkondades, kus andmed ja info saab levida. Küberturvalisus on oluline, et tõkestada tööstusspionaaži, olla valmis rünneteks ja tagada turvalisus tootmise ja hoolduse ajal. (Wippl, Kieseberg 2017: 1)

Automatiseeritud kvaliteedikontroll. Automatiseeritud kvaliteedikontrolli süsteem suudab kuni eseme-tasandini automaatselt valideerida toote vastavuse nõutud kvaliteedile, mille parameetrid on varasemalt süsteemis määratud. Kvaliteedikontrollis tekkivate andmete põhjal on võimalik teha järeldusi tootmise kvaliteedi kohta tootmisliini

teiste osade seisukorra kontekstis kogutud suurandmete alusel. (Zhou, Piramuthu 2011: 3)

Toodete masskohandamine (*mass customization*) klientide vajaduste järgi. Tööstus 4.0 infrastruktuuri võimalused, nagu paindlikkus, modulariseeritus ja ühendatavus, võimaldavad toodete masskohandamist. Masskohandatud tootmiseks on kolm meetodit (Karaköse, Yetis 2017: 2):

1. lattu tootmise (*make-to-stock*) meetodi järgi toodetakse lattu ühelaadseid tooteid, mida klient saab ise vastavalt oma vajadustele kohandada;
2. monteeeri tellimuse järgi (*assemble-to-order*) meetodi kohaselt toodetakse toote erinevalt kohandatud mooduleid, mis monteeritakse kombineeritult kliendi tellimuse järgi kokku;
3. tellimuse järgi tootmise (*make-to-order*) meetodi järgi alustatakse kliendi tellimuse järgi tootmist tellimuse esitamise hetkest.

Toodete kiire prototüüpimine (nt 3D printimise teel). Toote kiireks prototüüpimiseks luuakse sellest virtuaalne mudel (nt CAD-CAM programmides), mida testitakse virtuaalselt programmisel. Seejärel 3D-prinditakse antud mudel sobivaid materjale kasutades ning testitakse mudelit füüsiliselt. (Chua 2010: 11)

Tootmisprotsesside simuleerimine. Tootmisprotsesside simuleerimise käigus imiteeritakse loodavat või käigus olevat süsteemi arvutiprogrammis, et hinnata ja täiustada selle jõudlust (Harell *et al.* 2000). Tegemata suuri kulutusi või panemata seadmeid füüsilise riski alla, tuuakse reaalsed seadmed virtuaalsel kujul kontrollitud keskkonda (Montevecchi *et al.* 2007: 1).

Integreeritud ühine platvorm ettevõttesiseste osakondade ja väliste partnerite ühendamiseks. Platvormil integreeritakse tarneahela osapooled, sisemised protsessid ning ka kliendid. Osapooled edastavad ühtsel platvormil struktureeritult infot oma vastutuses olevate tegevuste täitmise staatuse kohta ning see info on kõigile ühisel platvormil pidevalt kättesaadav. (Mussomeli *et al.* 2016: 6)

Omavahel suhtlevad tootmiseseadmed ja (valmimisjärgus) tooted. Küber-füüsilised süsteemid võimaldavad toodetud objekte identifitseerida, lokaliseerida ja nende poole

pöörduda. Nii saavad toodetud objektidest andmekandjad ja osa võrku ühendatud seadmetest (asjade internetist). (Anderl 2014)

Kokkuvõttena saab öelda, et neljanda tööstusrevolutsiooni seadmete innovatsioon ja põhiväärtus on võrgustatud seadmetel ning seadmetelt tekkivate andmete võimalikult laiaulatuslik ekspuaterimine. Lisaks ristkasutatakse mitmeid tehnoloogiad ja kombineeritakse seadmete ning töötajate tugevusi. Saadaval olevaid lahendusi on palju ning need arenevad kiiresti, mistõttu võib ettevõtetel olla keeruline uute lahendustega kursis olla ja kohaneda.

1.2. Tööstuse digitaliseerimise kasu ettevõttele

Iga tööstusrevolutsioon on põhjalikult muutnud ettevõtete protsesside toimimist, mis on kaasa toonud sektori tootlikkuse kasvu. Pikas vaates on neljanda tööstusrevolutsiooni eesmärkideks lisandväärtuse tõstmine ja teadmuse juhtimine. Lühemas ja kitsamas vaates on tööstuse digitaliseerimise eesmärkideks tõsta tegevusefektiivsust ja automatiseeritust. (Lu 2017: 1)

Eelnevas alapeatükis nimetatud lahendustel on ettevõttele otsene mõju. Vastavalt sellele, kui arenenud ja kättesaadavad on tehnoloogilised lahendused maailmas, võib mõnes tehnoloogisvaldkonnas näha kiireid arenguid ja muutusi ning mõni tehnoloogia võib areneda aeglasemalt või nende lahenduste kasutuselevõtmine ei ole ettevõtte jaoks esmatähtis. Ka Dosi (1982: 152) toob „tehnoloogilise paradigma“ mõiste selgitamisel välja, et tehnoloogilise innovatsiooni käigus tuleb hinnata, milliseid tehnoloogiliste muutuste suundi järgida ja milliseid eirata. Winterhoff ja Keese (2016: 17) on koostanud maatriksi, mis annab ettevõtetele soovitusi, milliste tööstuse digitaliseerimise tehnoloogiate juurutamisega tegeleda ja millised panna ootele.

Lisandväärtus	Suur	<p style="text-align: center;">Automatiseeritud tellimuste töösse andmine</p> <p style="text-align: center;">Andmetel põhinev kvaliteedikontroll</p> <p style="text-align: center;">Toodete masskohandamine <i>lot-size-one</i> põhimõttel</p> <p style="text-align: center;">Iseõppivad robotid</p> <p style="text-align: center;">Pikaajaline plaan</p>	<p style="text-align: center;">Nõudlusel põhinev materjalide hankimine</p> <p style="text-align: center;">Kiire prototüüpimine</p> <p style="text-align: center;">Iseoptimeeruvad süsteemid</p> <p style="text-align: center;">RFID-l põhinev osade jälgimine</p> <p style="text-align: center;">Tark juhend- ja protsessidokumentatsioon</p> <p style="text-align: center;">Tark ladu</p> <p style="text-align: center;">Prognoositav hooldus</p> <p style="text-align: center;"><i>Cobotics</i></p> <p style="text-align: center;">Tuleks seada prioriteediks</p>	
	Väike	<p style="text-align: center;">Virtuaalne töö ettevalmistamine</p> <p style="text-align: center;">Virtuaalne protsesside optimeerimine</p> <p style="text-align: center;">Oportunistlik kasutamine</p>	<p style="text-align: center;">Liitreaalsus</p> <p style="text-align: center;">Ise-diagnoosivad seadmed</p> <p style="text-align: center;">Digitaalne prototüüpimine</p> <p style="text-align: center;">Logistika automatiseerimine</p> <p style="text-align: center;">Omavahel suhtlevad robotid</p> <p style="text-align: center;">Targad tooted</p> <p style="text-align: center;">Modulariseeritud tootmine</p> <p style="text-align: center;">Iseseadistuvad seadmed</p> <p style="text-align: center;">Isesõitvad sõidukid</p> <p style="text-align: center;">Sobivusel võtta kasutusele</p>	
		Pikk 10–15+ aastat	Juurutamishorisont	Lühike Juba laialdaselt kasutusel

Joonis 1. Tehnoloogiate juurutamise prioriteedid
Allikas: (Winterhoff *et al.* 2016: 17).

Üks kiiremini arenev valdkond on (suur)andmed ja analüütika. Andmepõhise toimimise juurutanud ettevõtted on saanud sellest suurt kasu, mis motiveerib ka teisi ettevõtteid uuendustega kaasas käima. Tabelis 1 on Mankyika *et al* (2011: 82) käsitluse põhjal välja toodud suurandmete kasutamise mõju tööstussektoris. Autorid kasutasid andmete kogumiseks intervjuusid ning kirjanduse analüüsi.

Tabel 1. Suurandmete kasutamise mõju tööstussektoris

Valdkond	Näited	Mõju		
		kuludele	tulude	käibekapitalile
T&A ning disain	Kestev arendamine/ toote elutsükli juhtimine	+20–50% tootearenduskulud	-20–50% turule toomise aeg	
	Väärtuspõhine disain	+30% brutomarginaal		
	Rahvahange (<i>crowd-sourcing</i>)	-25% tooterenduskulud		
Tarnehela juhtimine	Nõudluse prognoosimine/ kujundamine ja tarne planeerimine	+2–3% kasumimarginaal		-3–7% (ühekordne)
Tootmine	Sensoritelt pärinevatel andmetel põhinev analüüs planeerimiseks	-10–25% tegevuskulud	Kuni +7% müügitulu	
Müügijärgne teenindus	Tootel olevate sensoritelt pärinevate andmete analüüs	-10–40% hoolduskulud	+10% aastane tootmine	

Allikas: (Mankyila *et al* 2011: 82).

Tabelist on näha, et suurandmete põhjal toote arendamine võib tõsta tootearenduskulusid, kuid vähendab oluliselt toote turule toomise aega. Andmete kasutamine disainis aitab toodet paremini müüa ja vähendada kulusid toote arendamiseks, seega tõstes brutomarginaali. Üha populaarsemaks muutuva nn rahvahanke (*crowd sourcing*) kasutamine, mille käigus kasutatakse tasuliselt või tasuta töötavate inimeste teenuseid uute toodete arendamisel, võimaldab vähendada tootearenduskulusid kuni 25%. Andmete kasutamine nõudluse ja tarne/tellimuste prognoosimiseks võimaldab vähendada kulusid nii, et kasumimarginaal tõuseb 2–3% ja käibekapitali saab ühekordselt vähendada kuni 7%. Tootmises kasutatavate seadmete sensoritelt edastatavate andmete analüüsimine võimaldab vähendada tegevuskulusid kuni veerandi võrra ning lisada müügitulu kuni 7%. Müüdnud toodetel sensoritelt saadavate andmete ärakasutamine võimaldab vähendada müügijärgse teeninduse kulusid kuni 40% ja suurendada aastast tootmist kuni 10%.

McAfee ja Brynjolfsson (2012: 64) toovad välja, et suurandmete kasutamine on ka revolutsioon juhtimises. Läbiviidud uuringus leidsid nad, et erinevates sektorites töötavad

ettevõtted, kes kasutasid juhtimises suurandmeid, olid edukamad kui need, kes seda ei teinud. Esikolmandikus olevad suurandmeid kasutavad ettevõtted olid keskmiselt 5% tootlikumad ja 6% kasumlikumad.

Andmete ja analüüsiga on tihedalt seotud ka seadmete prognoositav hooldus ja selle kaudu tööseisakute vähendamine ning tootlikkuse tõstmine. Kolmas tööstusrevolutsioon lõi lahendused, et jälgida seadmete seisundit. Tänu sellele on võimalik monitoorida kindlate parameetrite diskreetseid tunnuseid (nt seadmes ringleva vee või õli temperatuuri). Thomson *et al* (2014: 1) toovad välja, et süsteemid, mis vaid jälgivad seisundit (*condition monitoring systems*) ei suuda probleeme identifitseerida ega pakkuda lahendusi, vaid piirduvad märguandega, et teatud tunnuste lugemid on väljaspool tavapärast. Neljanda tööstusrevolutsiooniga kasutusse tulevad prognoositava hoolduse (*predictive maintenance*) lahendused koguvad kokku kõikide võrgustatud sensorite andmed ning suudavad etteantud mudelite järgi teha järeldusi selle kohta, kus, miks ja millal võib seadmega probleem tekkida ning pakkuda välja lahendusi. Ameerika Ühendriikide energiaministeeriumi tellitud uuringust selgus, et prognoositava hoolduse lahendustel on suured kasutegurid: hoolduskulude vähenemine 25–30%, rikete vähenemine 70–75%, tööseisakute vähenemine 35–45%, tootmise suurenemine 20–25% ja sealjuures lahenduste ROI (*Return on investment*) on 10 (Sullivan *et al* 2010: 52).

Väga nähtav mõju on neljandal tööstusrevolutsioonil tööjõule. Automatiseerimise ja digitaliseerimisega on traditsiooniliselt käinud kaasas töötajate hirm, et nad jäävad töötuks, kuna robotid võtavad nende töö üle. Osaliselt on see tõesti nii, kuna eelmises peatüki mainitud robotid, kas iseseisvad või koos inimesega töötavad, tõstavad oluliselt efektiivsust ning ettevõtte ei vaja enam nii palju töötajaid. Sellele aitavad kaasa paljud muud eelnimetatud lahendused. Lorenz *et al* (2015: 5) toovad uuringus välja mitmeid näited neljanda tööstusrevolutsiooni mõjust tööjõule:

- Käsitsi tehtav töö asendub seadmete ja robotite poolt tehtava tööga nendes tööloikudes, kus teostatakse rutiinseid ülesandeid, nt. montaažis või pakkimisel. Küll aga loob robotite toomine argiellu uue ameti – robotite käitaja.
- Kvaliteedikontrolli teostavate töötajate järele väheneb nõudlus, kuna kvaliteedikontroll tehakse statistilistel ja andmetel põhinevate või

automatiseeritud meetodite alusel. Et neid meetodeid igapäevatoos kasutada, tekib nõudlus tööstusandmeteandlaste järele.

- Isesõitvad sõidukid vähendavad nõudlust laotöötajate järele.
- Tootmisliini simulatsioonilahendused suurendavad efektiivsust optimeerides tootmisliini enne selle installeerimist, kuid see tekitab nõudluse tööstusinseneride ja simulatsiooniekspertide järele.
- Tehnoloogia, mis võimaldab jälgida kogu tarnevõrku, võimaldab teha nii paremaid tarneotsuseid kui ka vähendada koormust tootmise planeerimisel, kuid tekitab juurde tarneahela koordinaatorite ametikohti.
- Kui seadmetootja muudab oma ärimudelit nii, et ta ei müü oma seadmeid, vaid müüb oma seadmeid kui teenust (kaasaarvatud nende hooldus), nõuab see ettevõttelt enamate hooldusspetsialistide, aga ka müügiinimeste palkamist.
- Tootmisliini automaatne optimeerimine vähendab nõudlust tootmise planeerijate järele, kuid tõstab nõudlust andmemodelleerijate järele.
- 3D printimine loob uusi töökohti 3D disainerite ja modelleerijate jaoks, kuid vähendab montaažitöötajate arvu.
- Liitreaalsuse lahendused, näiteks liitreaalsuse kasutamine hoolduses, tõstab hoolduse tegija efektiivsust, kuna ta saab juhised kätte paremini ja teeb tööd kiiremini, kuid loob vajaduse IT-arendajate järele.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et neljas tööstusrevolutsioon muudab põhjalikult nõudlust töökohtade järele ning loob uusi ameteid. Töö hõlmab rohkem teadmispõhiseid tööülesandeid ning need on ühtlasi ka vähem ettearvatavamad ning -planeeritavad (Spath *et al* 2013). Töötajad peavad üha enam jälgima automatiseeritud seadmeid, nad on kaasatud detsentraliseeritud otsustusprotsessidesse ja osalevad inseneeriaarendustes (Stock, Selinger 2016: 539). Winterhoff *et al* (2016: 14) on koostanud võrdluse tänaste tehaste töötajate ja tuleviku, neljanda tööstusrevolutsiooni digitaalsete tehaste töötajate tööülesannete ja oskuste võrdlemiseks (vt tabel 2).

Tabel 2. Täna tehaste ja digitaalsete tehaste töötajate võrdlus

	Täna tehaste töötajad	Digitaalsete tehaste töötajad
Igapäevased tööülesanded	<ul style="list-style-type: none"> • Otsene lisandväärtuse loomine • Töötab koos masinatega/kasutab tööks masinaid 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaudne lisandväärtuse loomine • Jälgib roboteid ja protsesse

	<ul style="list-style-type: none"> • Töötab ühe protsessiga korraga 	<ul style="list-style-type: none"> • Töötab mitme protsessiga korraga
Vajalikud oskused	<ul style="list-style-type: none"> • Mehaanilised oskused • Kindla tööloigu spetsiifilised teadmised (nt keevitamine, jootmine) 	<ul style="list-style-type: none"> • IT-lahenduste käitlemine • Seadmete hooldus • Statistiline/protsessi analüüs

Allikas: (Winterhoff *et al* 2016: 14).

Sellest nähtub, et tänaste tehaste töötajate ja digitaalse tehase töötajate oskused on erinevad. Acemoglu ja Restrepo (2018) toovad välja, et nii suur erinevus aeglustab tööjõuvajaduse korrigeerimist, suurendab ebavõrdsust ühiskonnas ja vähendab tootlikkust, kuna töö vajab komplementaarsete oskustega töötajaid, mida napib.

Lisaks operatiivse efektiivsuse ja tootlikkuse mõjudele kätkeb neljas tööstusrevolutsioon ka võimalikke ärimudelite muutuseid. McKinsey & Company 2015 toob välja neli järgmist võimalikku ärimudeli muutust, mis võivad pakkuda ettevõttele tulevikus kokku kuni 25% lisakäivet toodete müügi kõrval (McKinsey & Company 2015: 35):

- Platvormide ärakasutamine – erinevate ettevõtete tootmisseadmed on saadaval „turuplatsil“ ning kliendi tellimus täidetakse kasutades optimaalselt vaba ressursi;
- Seadmete pakkumine teenusena – sarnaselt tarkvaratööstusele, kus paljusid tarkvarasid pakutakse tellimispõhise (*subscription-based*) teenusena, pakutaks tööstussektoris ühe tootja olemasolevat jõudeseisvat või renditavat tootmisressursi tellimuspõhiselt teisele tootjale;
- Intellektuaalomandi õiguste müügist saadav tulu – väljatöötatud standardite, lahenduste, kogemuste vms tootestamine ja müümine;
- Andmetel põhinevad ärimudelid – müüdnud (tarkadelt) toodetelt kogutavate andmete ärakasutamine kliendi vajadustele vastavate uute toodete väljatöötamiseks.

Nende tegurite – erinevate tehnoloogiliste lahenduste, suurandmete, prognoositava hoolduse kasutamise, töö ja ärimudelite muutuse – komplementaarsus on see, mis annab ettevõttele tegeliku kasu tööstuse digitaliseerimisest. Brynjolfsson ja Milgrom (2013) defineerivad komplementaarsust kui sünergiat, mis tekib kui eraldiseisvad tegurid avaldavad üksteise tulemustele positiivset mõju. See tähendab eeltoodud tegurite näitel, et üksikute tegurite kasutamine võib küll ettevõttele kasulik olla, kuid kõikide osade

kasutamine annab oluliselt parema tulemuse ehkki selleni jõudmine võib olla keeruline. Ballot *et al.* (2014: 229) toovad välja, et strateegiad komplementaarsuse tekitamiseks sõltuvad ettevõtte spetsiifikast. Oma uuringus tõid nad välja, et enamik ettevõtteid proovivad kasu maksimeerimiseks arendada korraga ettevõtte tooteid, protsesse ja organisatsiooni. Brynjolfsson ja Milgrom (2013) näitavad, et tervikliku süsteemist tekkiva komplementaarsuse tõttu on nii ka mõistlik organisatsiooni muuta, kuid muuta kõike korraga võib tuua koordineerimisprobleemid, „kirjutamata reeglitest“ lähtuvad probleemid, mida on raske teadmatusest muuta või raskendab kõige korraga muutmist ajastamise probleemid.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et digitaliseerimise lahendused pakuvad tööstusettevõtetele suuri kasusid, kuid toovad kaasa ka ettevõtte muutumise. Erinevate lahenduste terviklik rakendamine ettevõttes annab suurima efekti, aga tekitab ka mitmeid probleeme, milleks ettevõtted peavad olema teadlikult valmistunud.

2. RIIGI SEKKUMISE PÕHJENDUSED JA TÖÖSTUSE DIGITALISEERIMISE INITSIAATIIVID EUROOPAS

2.1. Ettevõtete võimekuste arendamine ja süsteemitõrked kui riigi sekkumise põhjendus

Majandusajaloolased on välja toonud, et riikide tehnoloogiline järele jõudmine teistele edukamatele (tootlikumatele) riikidele ei ole automaatne. Tehnoloogilist järele jõudmist kirjeldatakse läbi ettevõtete, tööstusharude või riikide võimekuste (*capabilities*) arendamise. (Fagerberg *et al.* 2009: 2) Ühe sellise võimekusena on välja toodud tehnoloogiline võimekus. Tehnoloogilise võimekusega kasutatakse ära tehnoloogilist teadmist, kuidas kasutusele võtta, kasutada ja arendada olemasolevaid tehnoloogiaid. Lisaks annab tehnoloogiline võimekus võimaluse luua uusi tooteid ja protsesse. (Kim 1980) Nagu näha eespool toodud neljanda tööstusrevolutsiooni ja tööstuse digitaliseerimise definitsioonidest ning lahendustest, on tehnoloogiline võimekus tööstuse digitaliseerimise levikuga ja juurutamisega otseselt seotud.

Teine, millest sõltub riigi järele jõudmine edasijõudnumatele riikidele, on sotsiaalne võimekus. Tegemist on võimekusega, mis hõlmab endas tehnilise kompetentsuse taset, suurettevõtete organisatoorset ja juhtimise taset, rahandusinstituutsioone ning kapitali kaasamist turult jm. (Abramovitz 1986) Nagu käesolevas töös varem välja toodud, on ka tööstuse digitaliseerimise juures olulised töötajate tehnilised oskused ja nende arendamine. Seega on oluline arvestada ettevõtete sotsiaalse võimekusega ja seda arendada.

Ettevõtete arendamisel ja järele jõudmisel on oluline ka ettevõtte teadmiste omandamise võime (*absorptive capacity*). See võime tähendab väliste teadmiste, näiteks spetsiifiliste tehnoloogiliste teadmiste, ära kasutamist. Uute teadmiste omandamine on sõltuv eelnevalt teada olevatest teadmistest, mille järgi on ettevõttel võimalik ära tunda väärtustlikku infot, sellega suhestuda ja ära kasutada. Kokku on teadmiste omandamise

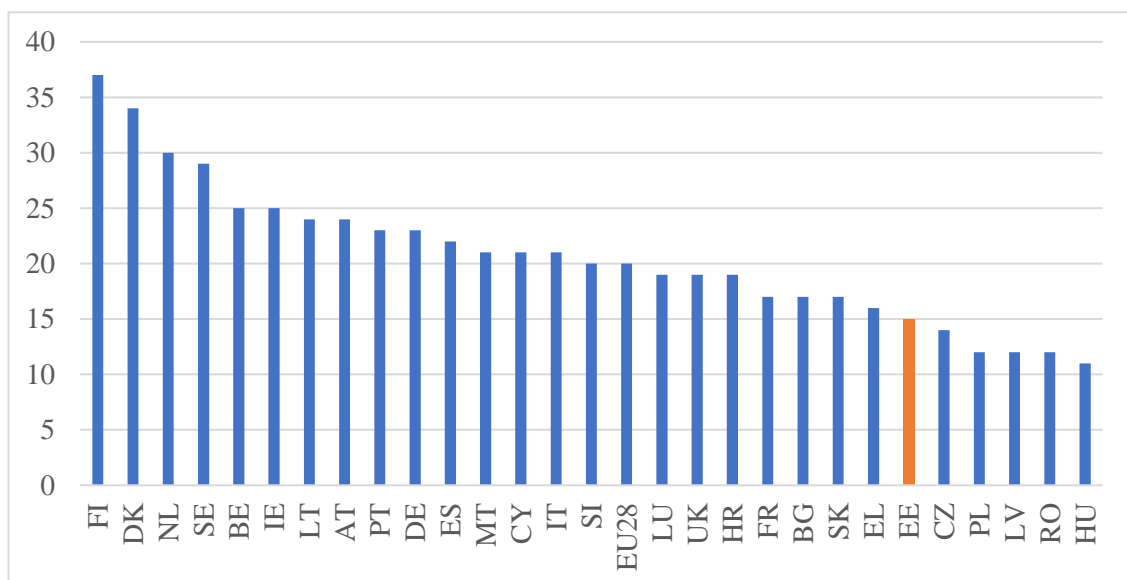
võimel oluline roll ettevõtte arengul. (Cohen, Levinthal 1990: 128) Seega peaks ettevõtete tehnoloogiliselt järele jõudmiseks ja digitaliseerimiseks toetama ka selle võime arendamist.

Uue tehnoloogia jõudmisel ettevõtetesse võib olla mitmeid takistusi, mida riigid oma strateegiliste plaanide juurutamisel ehk innovatsioonipoliitikas peavad arvestama. Nendeks on süsteemitõrked ja turutõrked. Turutõrge võib takistada innovatsiooni (nt tehnoloogia) laiemat levikut ja selle tõttu moonutada konkurentsi (Edquist, Chaminade 2006: 115). Süsteemitõrked on sobilikud põhjendused riigi sekkumiseks turul, kui turul on tekkinud süstemaatiline mahajäämus teatud valdkonnas (Smith 2000: 94). Süsteemitõrgete vähendamiseks osaleb riik innovatsioonisüsteemis. Innovatsioonisüsteem on Freemani (1987, viidatud OECD 1997: 10 vahendusel) kirjelduse järgi: „võrgustik institutsioonidest avalikus ja erasektoris, mille tegevused ja koostoimed käivitavad, impordivad, muudavad või levitavad uusi tehnoloogiaid“. Klein Woolthuis *et al.* (2005: 610) toovad autorite Carlsson ja Jacobsson (1997), Smith (1997), Johnson ja Gregersen (1994) ning Edquist *et al.* (1998) põhjal süsteemitõrgetena, mis põhjendavad innovatsioonipoliitika rakendamist, välja järgmised:

1. Infrastruktuuritõrge – füüsilise, teadus- ja tehnoloogiainfrastruktuuri puudulikkus, mida ettevõtetel läheb toimimiseks või arenemiseks vaja;
2. Üleminekutõrge – ettevõtetes kasutusel olevate tehnoloogiate võimekus on piiratud ning nad ei ole võimelised uusi tehnoloogiaid kasutusele võtma;
3. Sõltuvustõrge – ühiskonna või muude süsteemide võimetus kohaneda uutest tehnoloogiatest tulenevate muutustega;
4. Kõva institutsionaalne tõrge – regulatsioonides ja seadusandluses olev tõrge;
5. Pehme institutsionaalne tõrge – ühiskonna väärtustes ja poliitilises kultuuris peituv tõrge;
6. Tugev võrgustikutõrge – ettevõtete tiheda koostöö ja seotuse tulemusena tekkiv „pimedus“ väliste arengute suhtes;
7. Nõrk võrgustikutõrge – ettevõtete vähene seotus, mis jätab kasutamata komplementaarsuse ja üksteiselt õppimise võimalused ning takistab uute ideede tekkimist;

8. Võimekuse tõrge – ettevõtete võimetus õppida ning seetõttu kinnijäämine olemasolevatesse tehnoloogiatesse ja uute tehnoloogiate kasutuselevõtmise jätmine.

Antud süsteemitõrgetest lähtub autor ka käesoleva töö empiirilises osas ja uurimisülesannete täitmisel tööstuse digitaliseerimise toetamise kontekstis. Põhjendusi, miks peaks tööstuse digitaliseerimist Eestis toetama, leiab näiteks Euroopa digitaalse majanduse ja ühiskonna indeksist. Indeksist viitab ettevõtete digitaliseerituse madal tase ka madalale tööstussektori digitaliseeritusele võrreldes teiste Euroopa Liidu riikidega, mis on näha jooniselt 2. Joonis näitab, et Eesti ettevõtted kasutavad suhteliselt vähe digitaalseid lahendusi, kuid tulenevalt esimeses peatükis toodust, annaks digitaliseerimine ettevõttele suurt kasu.



Joonis 2. DESI indeksi ettevõtete digitaliseerituse osakaal (kaalutud väärtuspunktid)
Allikas: (Euroopa Komisjon, 2018); autori koostatud.

Samuti on tööstuse digitaliseerimise kontekstis oluline vaadata tööstussektori investeeringute mahtu põhivarasse. Tabelis 3 on esitatud mäetööstuse, töötleva tööstuse ja elektrienergia, gaasi, auru ja konditsioneeritud õhuga varustamise sektori (EMTAK B, C, D) ehk tööstussektori investeeringud põhivarasse ja tööstuse digitaliseerimisega enim seotud põhivaraliikidesse (tuh €) ja antud investeeringute suhe ühe hõivatu kohta. Tabelis on värvitud lahter helehalliks kui võrreldes eelmise aastaga on investeeringud tõusnud ning tumehalliks kui investeeringud on langenud.

Tabel 3. Tööstussektori investeeringud põhivarasse summaarselt aastas (tuhat eurot) ja töötaja kohta (tuhat eurot)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ettevõtete arv	5 905	6 286	6 745	6 979	7 426	7 640
Töötajate aastakeskmine arv	109 568	112 649	113 674	116 531	117 941	116 221
Investeeringud põhivaradesse (k.a kapitalirent) kokku, tuhat eurot	1 093 158	1 347 366	1 250 496	1 160 048	1 110 360	950 747
Investeeringud põhivaradesse (k.a kapitalirent) töötaja kohta, tuhat eurot	9,977	11,961	11,001	9,955	9,415	8,181
....arvutid ja arvutisüsteemid, tuhat eurot	3 572	4 964	6 075	6 321	5 313	6 733
....arvutid ja arvutisüsteemid töötaja kohta, tuhat eurot	0,033	0,044	0,053	0,054	0,045	0,058
....muud seadmed, masinad, inventar, tuhat eurot	748 302	820 097	731 808	687 791	612 762	487 077
....muud seadmed, masinad, inventar töötaja kohta, tuhat eurot	6,830	7,280	6,438	5,902	5,195	4,191
....arvutitarkvara, tuhat eurot	18 559	12 090	9 828	5 278	6 223	8 162
....arvutitarkvara töötaja kohta, tuhat eurot	0,169	0,107	0,086	0,045	0,053	0,070
....arenguväljaminekud, tuhat eurot	858	1 336	1 952	1 927	2 982	2 166
....arenguväljaminekud töötaja kohta, tuhat eurot	0,008	0,012	0,017	0,017	0,025	0,019

Allikas: (Statistikaamet 2018b), autori arvutused, autori koostatud.

Tabelist on näha, et tööstussektori investeeringud on alates aastast 2013 vähenenud. Seda on põhjustanud palgasurve, mis on vähendanud ettevõtete võimekust investeerida. Ettevõtete üldist madalat investeerimistaset on välja toonud ka Eesti Pank (2018): „ettevõtted on endiselt eelistanud investeeringute asemel suurendada pigem töötajate hulka“. Ehkki mõnevõrra on 2016. aastal tõusnud investeeringud arvutitesse ja arvutitarkvarasse, on seadmetesse ja masinatesse investeerimine langenud neli aastat

järjest. Need andmed viitavad, et tööstussektori ettevõtted ei ole investeerinud digitaliseeritud tootmisesse, mis vähendaks vajadust tööjõu järele.

Samas on töötlev tööstus Eesti jaoks väga oluline sektor. Tööstusettevõtted kokku on suurimad tööandjad Eestis, andes 2017. aastal tööd 119,2 tuhandele inimesele. Võrreldes 2016. aastaga on see 1,4 tuhande töötaja võrra rohkem. (Statistikaamet 2018c) Viimaste aastate tööstuses hõivatute arvu suuremine on muutnud konkurentsi töötajate leidmisel tööstusettevõtete vahel tihedamaks. Tööstussektori toodang moodustab Eesti majandusest olulise osa, andes viimastel aastatel üle 11,7 miljardi euro väärtuses toodangut. (Statistikaamet 2018a)

Samas ei ole ettevõtte kui ressursside kogumi (*resourced-based theory of the firm*) mõistes oluline ainult põhivarasse investeerimine. Penrose (1959: 24–25) toob välja, et ettevõtte koosneb materiaaletest asjadest (ressurssidest), mis on tootmiseks vajalikud või tootmise tulemused. Samuti on ettevõttes ka mittemateriaalsed ressursid, näiteks inimressurs. Töötajad on osa ettevõtte toimimisest, kellesse võidakse investeerida ja kes võivad panustada ettevõtte toimimisse pikalt. Selliste oskuslike töötajate kaotamine oleks ettevõttele kulu (või saamatajäänud tulu), kuna nad tuleb asendada. Penrose (1959: 25) toob välja, et „ressursid ise ei ole kunagi tootmisprotsessi sisendiks, vaid ainult teenused, mida need ressursid suudavad pakkuda“. Nende teenuste arendamiseks ongi oluline tõsta käesoleva peatüki alguses toodud ettevõtte võimekusi, mis moodustavad samuti osa ettevõtte ressurssidest. Seetõttu tuleks lisaks materiaalsete ressursside arendamisele, arendada ka töötajate teadmisi.

Käesolevas alapeatükis anti ülevaade ettevõtte võimekuste mõistetest ja süsteemitõrgetest. Ettevõtete võimekuste arendamine on oluline riigi konkurentsivõime suurendamiseks ja uute tehnoloogiate kasutuselevõtuks. Konkurentsi tagamiseks ja ettevõtete arendamiseks on läbi innovatsioonipoliitika oluline leevendada ka süsteemitõrkeid. Eesti tööstusettevõtete kontekstis tuleb välja tuua, et ettevõtete digitaliseeritus on madal ning investeringud tehnoloogiasse on vähenenud. Antud järelduste põhjal pakub autor järgmises peatükis välja meetmed, millega riik ettevõtte võimekusi arendab ja leevendab võimalikke süsteemitõrkeid.

2.2. Euroopa riikide väljavaated ja initsiatiivid tööstuse digitaliseerimiseks

Tööstussektor on Euroopa kõige traditsioonilisem majandusharu ning on Euroopa majanduse mootoriks. Tööstussektor veab Euroopa Liidu teadus- ja arendustegevusi, innovatsiooni (80% Euroopa innovatsioonidest), tootlikkust, töökohtade loomist ja eksporti (75% Euroopa ekspordist) (Siepen *et al.* 2015: 3). Samas on Euroopa fookus tööstussektorile ja selle arendamisele vähenenud. Autori arvates annab selleks põhjust tööstuse kuvand, mis on jäänud kinni teise või kolmanda töösturevolutsiooni aegadesse. Töötajad ei näe tööstuses tulevikku, kuid näevad seda internetipõhistes ärides.

Sellest tulenevalt on tööstuse vähene tähtsustamine jõudnud valitsuste poliitikatessegi. Sellele on viimastel kümnenditel andnud hoogu juurde odavate kuludega tootmine Aasias, mis ei ole ergutanud Euroopa tööstusettevõtteid investeerima oma konkurentsivõime parandamisse, vaid viima kogu tootmist Aiasse. Eriti on see praktika levinud Lääne-Euroopa puhul ning vähem Ida-Euroopa puhul, kuna Ida-Euroopas on tootmiskulud madalamad. Siepen *et al.* (2015) toovad oma uuringus välja, et 1990ndatel aastatel oli kogu maailma tööstussektori lisandväärtus 3,451 miljardit eurot, millest üle 60% andsid USA, Jaapan, Saksamaa, Itaalia, Suurbritannia ja Prantsusmaa. Tärkavate majanduste osa oli 21%. Nüüdseks on maailma tööstussektori lisandväärtus tõusnud 6,577 miljardi euroni. Samal ajal on Saksamaal vähenenud tööstussektori töökohtade arv 8%, Prantsusmaal 20% ja Suurbritannias 29%. Traditsioonilistes tööstusriikides oli lisandväärtuse keskmine kasv 17%, samal ajal kui tärkavate tööstuste lisandväärtus kasvas 179%. Tärkavate majanduste osakaal maailma tööstussektori lisandväärtuses on 20 aastaga kahekordistunud ja jõudnud 40%-ni. Euroopas on tööstussektori osakaal vähenenud näiteks Prantsusmaal, Suurbritannias, Hispaanias. Tööstussektor on olnud suur osa majandusest ja on seda jätkuvalt Saksamaal, Rootsis, Austrias, Poolas, Rumeenias, Tšehhis, aga ka Eestis.

Tööstussektori kahanemise fenomeni, mis on viimastel kümnenditel lääneriikides levinud, on nimetatud deindustrialiseerumiseks. Deindustrialiseerimise levinuma käsitluse autorite Caincross (1982) ja Lever (1991) järgi toob deindustrialiseerumine kaasa (Kandižija *et al.* 2017: 401):

1. tootmise või töötajate vähenemise tööstussektoris;

2. majandusstruktuuri liikumise tööstussektorilt teenindussektorile;
3. tööstustoodangu vähenemise rahvusvahelises kaubanduses, mis omakorda vähendab progresseeruvalt kaubandusbilansi tasakaalu;
4. kaubandusbilansi defitsiit kasvab selliselt, et riik ei suuda „maksta“ importkaupade eest, mida on vaja allesoleva tootmise jätkamiseks.

Eeltoodud loogika viib riigi majanduskasvu pidurdumiseni või vähendab otseselt riigi sisemajanduse koguprodukti. Autori arvates on Euroopa riigid lootnud liigselt teenindussektori kasvule ning teenuste ekspordile. Eesti puhul on selleks näiteks Eestis väljatöötatud IT-lahenduste müümine teistesse riikidesse. Teenindussektori kasv vajab aega ning paratamatult tekib majanduskasvu seisak perioodil, mil tööstussektor järkjärgult väheneb, kuid teenindussektor ei ole veel jõudnud kasvada.

Näiteks Suurbritannial on lisaks tööstussektori vähenemisele probleemiks ka tootlikkuse mahajäämus teistest juhtivatest majandustest – Suurbritannias oli 2016. aastal tootlikkus 18% G7 riikide keskmisest madalam. Cordes ja Stacey (2017: 6) uurimuse põhjal on Suurbritannia tööstussektoris tootlikkust võimalik tõsta 5–8%, kui kasutusele võetakse tööstuse digitaliseerimise lahendused, millega vähendada kulusid tööjõule, tootmisele ja logistikale. Lorenz *et al* (2016: 9) on välja toonud, et investering nendesse lahendustesse läheks ettevõttele maksma 7–9% tema müügituludest. Suurbritannia tööstusettevõtete uuringus (Cordes, Stacey 2017: 11) on välja toodud, et üle 60% Suurbritannia tööstusettevõtetest ei suudaks rohkem kui 40% investeringute mahust ise tasuda. Üks kolmandik vastanutest märkis, et investeringu katmine oleks suur või väga suur väljakutse. Samas peaksid ettevõtted arvestama, et investeringud tootmise digitaliseerimisse on kiire tasuvusega, sest tõstavad tootlikkust 5–8% (Lorenz *et al* 2016: 9).

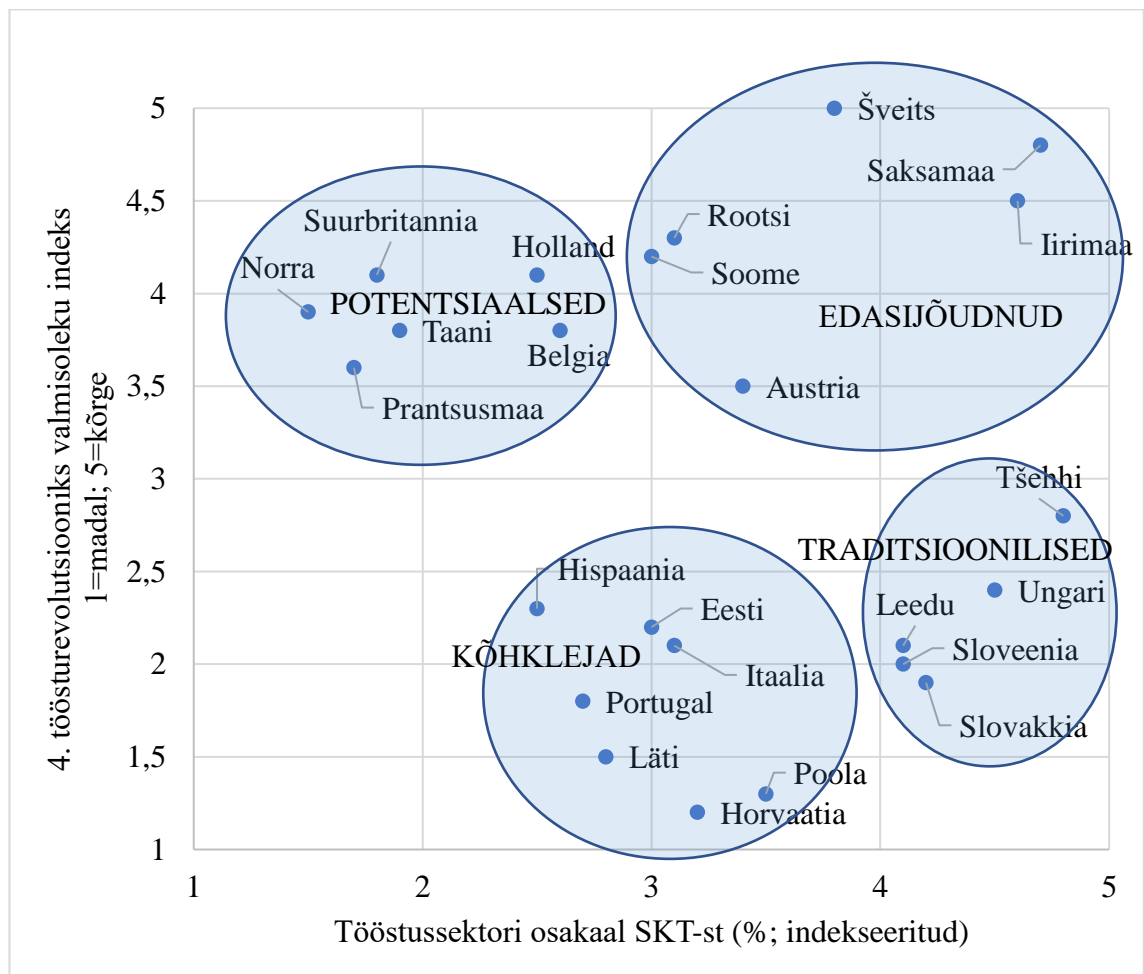
Saksamaal on perioodil 2000–2014 vähenenud töökohtade arv tööstussektoris 9%. Samal ajal on Saksamaa tööstus suutnud oma lisandväärtust tõsta 80%. (Eurostat 2018) Saksamaa ettevõtted on neljandaks tööstusrevolutsiooniks hästi valmistunud ja olnud selle veduriks ning ettevõtted arvavad ka ise, et see on põhjuseks, miks tootlikkus ja efektiivsus on tõusnud, aga ka tulud kasvanud. Lorenz *et al.* uuringust selgub, et 47% uuringus osalenud Saksa tööstusettevõtetest on arendanud esimesed tootmise digitaliseerimise ettevõttepõhised kontseptsioonid (näiteks tark tehas) (referentsnäitaja

Ühendriikidest osalenud ettevõtete puhul 29%), 16% ettevõtetest on arendanud tööstuse digitaliseerimisele vastava ärimudeli (USA 15%), 15% ettevõtetest on alustanud kontseptsiooni juurutamisega (nt autonoomsed robotid) (USA 13%) ning 4% ettevõtetest on kogu kontseptsiooni juurutanud (USA 3%). Neljanda tööstusrevolutsiooniga ei ole tegelenud 18% Saksa ettevõtetest ning 41% Ühendriikide ettevõtetest. (Lorenz *et al.* 2016: 4)

Lähtuvalt tööstussektori osakaalust riigi majanduses ja valmidusest neljandaks tööstusrevolutsiooniks on Siepen *et al* (2015: 16) koostanud Euroopa riikide kohta neljanda tööstusrevolutsiooni valmisoleku indeksi ning võrrelnud seda riigiti sektori osakaaluga SKT-st. Indeksi koostamisel võeti arvesse kahte kategooriat: „tööstuslik meisterlikkus (*excellence*)“ ja „väärtusvõrgustik“. Tööstusliku meisterlikkuse kategoorias võeti arvesse tootmisprotsesside keerukust, automatiseerituse taset, töötajate oskusi ja innovatsiooni. Väärtusvõrgustiku kategoorias arvestati kõrget loodud lisandväärtust („*high value added*“), tööstuse avatust, innovatsioonivõrgustikku ja interneti kasutamist. Kumbagi kategooriat hinnati 5-palli skaalas, kus 5 tähendas kõrget riigi valmisolekut neljandaks tööstusrevolutsiooniks. Kategooriate tulemused liideti ja jagati kahega ning saadi riigi neljanda tööstusrevolutsiooni valmisoleku indeks. Joonisel 3 on näha indeks võrrelduna riigi tööstussektori osakaaluga SKT-st.

Autorid jagasid riigid nelja gruppi: edasijõudnud, potentsiaalsed, kõhklejad ja traditsioonilised. Edasijõudnud riike (Šveits, Saksamaa, Rootsi, Soome, Austria) iseloomustab suur tööstussektori osakaal SKT-st ja kaasaegsed tehnoloogiad. Iirimaa on sealjuures erijuhtum, kuna Iirimaa suhteliselt väiksesse SKT-sse panustavad mitmed suured farmaatsiaettevõtted ning suur IT-teenuste sektor avaldab mõju valmisoleku indeksile. Traditsiooniliste riikide gruppi kuuluvad peamiselt Ida-Euroopa riigid, kelle majandusest moodustab olulise osa tööstus, kuid kes on tööstuse arendamisel maha jäänud. Kõhklejate grupis on Lõuna- ja Ida-Euroopa riigid, sh. Eesti. Neid riike iseloomustab väiksem tööstuse osakaal ja tööstuse arendamise puudumine. Mõnel nendest riikidest on fiskaalprobleemid, mis takistavad majanduse arengut. Potentsiaalsete riikide grupi moodustavad riigid, kelle tööstuse osakaal on viimastel aastatel vähenenud, kuid mille ettevõtted on valmis investeerima ja innovaatilisi lahendusi kasutama. Need riigid peavad leidma õige viisi, kuidas oma potentsiaal ära kasutada. Kõhklejatel on

võimalus kasutada tööstuse digitaliseerimise võimalusi oma tööstussektori efektiivsuse tõusuks ja nii tõsta tööstussektori panust majandusse.



Joonis 3. Euroopa riikide valmisolek neljandaks tööstusrevolutsiooniks
Allikas: (Siepen *et al* 2016:16).

Saksamaa, kes, nagu eelnevalt öeldud, on suutnud oma tööstussektori tootlikkust tõsta 80%, käivitas aastal 2010 *Industrie 4.0* platvormi ja strateegilise plaani oma tööstussekotri arendamiseks. Platvormi eesmärkideks on muu hulgas riigi tööstussektori (Kagermann *et al* 2013: 20):

- säilitamine;
- arendamine, tuues selleks vajalike innovatsioonid mikrotasandile;
- paindlikumaks muutmine, ühendades seda võrgustunud maailmaga;
- nõudlusele vastava tööjõu tekitamine.

Blanchet ja Rinn (2016: 11) on välja toonud, et olemuselt on tegemist „kaitsva/ründava strateegiaga“. Kaitsev osa on Saksamaa suure tööstussektori säilitamine ja selle maailmaturu nõudlusega vastavaks kohandamine; ründav osa on nõudluse vastava tööjõu tekitamine ning riigis oleva teadmuse hoidmine ja ekspordi toetamine.

Saksamaa eeskujul on paljud riigid loonud platvormid oma tööstuse arendamiseks. Allolevas tabelis 4 on esitatud nende kokkuvõte.

Tabel 4. Riikide neljanda tööstusrevolutsiooni initsiatiivid

Aasta	Riik	Nimi ja sisu
2010	Saksamaa	Industrie 4.0 Täpsem info: https://www.plattform-i40.de
2011	Ameerika Ühendriigid	Advanced Manufacturing Partnership 2.0 Ühendriikide globaalse konkurentsivõime suurendamine ja uute töökohtade loomine Täpsem info: https://www.manufacturing.gov/
2011	Suurbritannia	High Value Manufacturing Catapult Centres Täpsem info: https://hvm.catapult.org.uk/
2012	Itaalia	Tarkade tehaste klastrid 4 projekti, mis hõlmasid Itaalia tööstuskogukonna kaasamist arendusprojektidesse
2014	Belgia	Tarkade tehaste klastrid Tulevikutehaste arendamise toetamine, teadlikkuse tõstmine Täpsem info: http://www.madedifferent.be/
2014	Hiina	Made in China 2025 10 eelistööstussektori moderniseerimine ja digitaliseerimine Täpsem info: http://english.gov.cn/2016special/madeinchina2025/
2014	Austria	Industrie 4.0 Österreich Teadlikkuse tõstmine, teadmuse ja teenuste pakkumine, strateegiline juhtimine http://plattformindustrie40.at/
2014	Taani	MADE Ettevõtete ja ülikoolide katusorganisatsioon, mis juhib arendustegvust 9 valdkonnas ja teema teadlikkuse tõstmist Täpsem info: http://www.made.dk/
2014	Hispaania	Ühendatud tööstus 4.0 (Industria Conectada 4.0) Kompetentsikeskuste loomine, teadlikkuse tõstmine Täpsem info: http://www.industriaconectada40.gob.es
2014	Holland	Smart Industry Teadmuse koondamine, demokeskuste loomine Täpsem info: https://www.smartindustry.nl/
2015	Jaapan	Robotite strateegia Teenindussektori robotiseerimine 2020. aastaks Täpsem info: http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf
2015	Lõuna-Korea	Manufacturing Innovation 3.0

		Targa tootmise ökosüsteemi loomine
2015	Prantsusmaa	Tulevikutööstus Konkreetsete toodete arendamine (efektiivne auto, elektrilennuk jms) Täpsem info: https://www.economie.gouv.fr/nouvelle-france-industrielle/industrie-du-futur
20.-23.01.2016 Maailma majandusfoorum: „ <i>Mastering the Fourth Industrial Revolution</i> “		
2016	Tšehhi	Tööstus 4.0 Täpsem info: https://www.mpo.cz/dokument169083.html
2016	Ungari	IPAR 4.0 Koostöökoogu, strateegiline planeerimine 7 teemal Täpsem info: https://www.ipar4.hu/
2016	Rootsi	Produktion 2030 Täpsem info: http://produktion2030.se

Allikad: (Blanchet, Rinn 2016: 10); autori enda uuringud.

Antud tabelist järeldub, et riigid üle maailma on pööranud tähelepanu tööstuse digitaliseerimise toetamisele ja suunanud selleks ressursse. Autori arvates on poliitikaid mõjutanud deindustrialiseerimise süvenemisest saamata jäänud kasu ning neljanda tööstusrevolutsiooni kui digitaalse ja targa tootmise atraktiivne kuvand.

Nagu eespool välja toodud, tegelevad mitmed Euroopa riigid läbi initsiatiivide süsteemselt tööstuse digitaliseerimise toetamisega. Saksamaa tööstusstrateegia *Industrie 4.0* ehk Tööstus 4.0 tegeleb kahe suure tegevussuunaga, milleks on strateegia ja informeerimine ning teadus- ja arendustegevused. Praktilised informeerimismeetmed on näiteks kaardirakendus, mis näitab kus Saksamaal on missugune tööstuse digitaliseerimise lahendus reaalses tööstusettevõttes kasutusele võetud. Lisaks on loodud liidumaade kaubandus-tööstuskodade juures teemakohased nõuandekeskused ja loodud enesehindamisküsimustik. (Plattform Industrie 4.0 2018) Need meetmed on ette võetud võimekuse tõrke vähendamiseks ja teema populariseerimiseks.

Suurbritannia on loonud väikese ja keskmise suurusega ettevõtetele suunatud teadmuse jagamise keskused (*Knowledge Transfer Network*). Keskuste tööstuse digitaliseerimise tegevused sisaldavad erinevate teenusepakkujate kontaktide vahendamist ja ettevõttele innovatsiooniplaanide loomist. (Knowledge Transfer Network 2018) Lisaks sellele on Suurbritannia loonud 7 tööstusinnovatsiooni keskust (*High Value Manufacturing Catapult Centres*), mis tegelevad teadus- ja arendustegevustega fookusseerides erinevatele tehnoloogiatele. Antud keskustes on ettevõtetele võimalik testida ja saada abi oma

innovaatilise tehnoloogia või uue toote skaleerimisel tootmiskõlblikuks. (HVM Catapult 2018)

Taanis on loodud ettevõtete, ülikoolide ja riiklike ettevõtlust toetavate fondide poolt Manufacturing Academy of Denmark organisatsioon. Organisatsioon tegeleb tööstuse digitaliseerimise teadlikkuse tõstmise ja arendustöödega. Teadlikkuse tõstmiseks ja info jagamiseks korraldab organisatsioon palju erinevaid üritusi, külastusi ja konverentse, mis tutvustavad erinevate digitaliseerimise tehnoloogiate kasutamist. (MADE 2018)

Belgias loodud Made Different programm tegeleb tööstuse digitaliseerimise teadlikkuse tõstmisega ja praeguste tehaste tulevikutööstuseks muutmiseks läbi protsessiinnovatsiooni. Programmi käigus korraldatakse tehnoloogiate tutvustusüritusi, teostatakse enesehindamine ja eksperdipoolne diagnostika. Selle järel koostatakse tegevusplaan, kuidas ettevõtte tootmist digitaliseerida. Programm kestab kuni kaks aastat. (Made Different 2018)

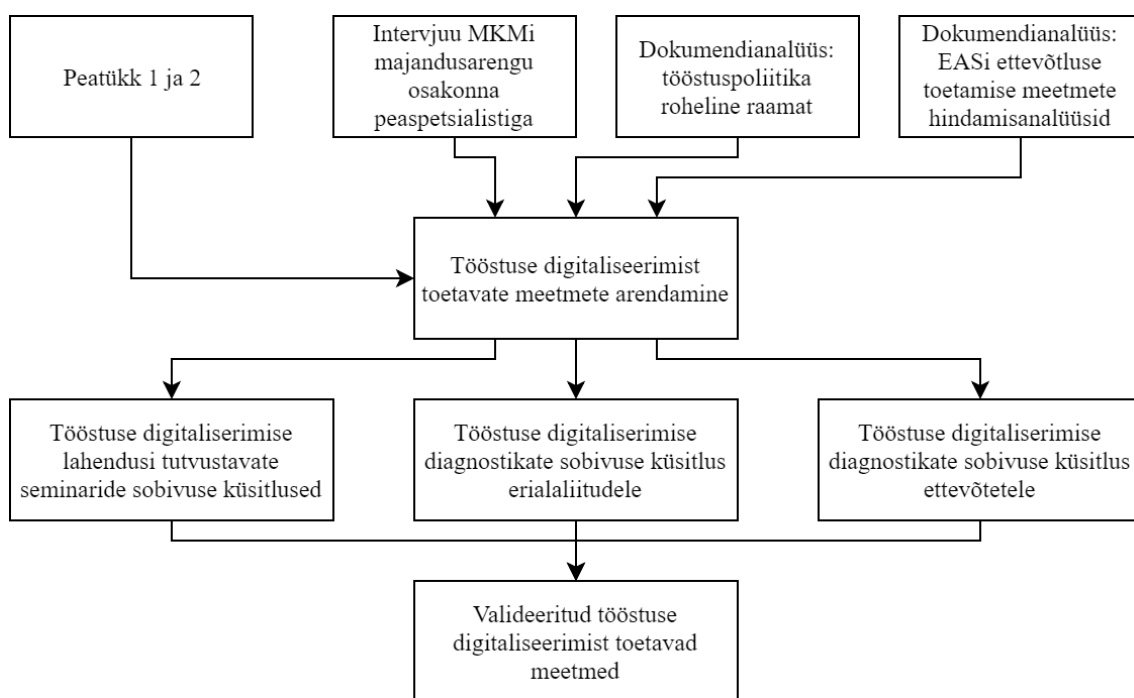
Hollandis on loodud Smart Industry platvorm, mis tegeleb teadlikkuse tõstmise, innovatsioonikeskuste loomisega ning oskuste arendamisega. Teadlikkuse tõstmise tegevusteks on tehnoloogiliste teadmiste ja parimate praktikate jagamine läbi presentatsioonide, *online*-koolituste ja ettevõtetes läbiviidavate koolituste. (Smart Industry 2008)

Autor tõi käesolevas peatüki välja, et riigid üle maailma on teinud strateegilisi plaane oma riigi deindustrialiseerimise vähendamiseks läbi tööstuse digitaliseerimise. Samuti ka konkreetseid meetmeid, mida plaanide elluviimiseks on loodud. Olles tutvunud maailma erinevate riikide praktikaga tööstuse digitaliseerimist toetavate meetmete kujundamisel, saab neid lähenemisi kasutada lähtekohana Eesti tööstusettevõtete jaoks digitaliseerimist toetavate meetmete väljatöötamisel.

3. TÖÖSTUSE DIGITALISEERIMIST TOETAVATE MEETMETE ARENDAMINE JA VALIDEERIMINE

3.1. Eesti tööstussektori digitaliseerimist toetavate meetmete arendamine

Tööstuse digitaliseerituse tõstmiseks ja süsteemitõrgete leevendamiseks on otstarbekas luua riiklike tööstuse digitaliseerimise toetamise meetmeid, mida autor antud peatükis kirjeldab. Joonisel 7 on antud ülevaade käesoleva töö empiirilise osa uurimismetoodikast ja seostest.



Joonis 4. Bakalaureusetöö empiirilise osa uurimismetoodika ja seosed
Allikas: autori koostatud.

Empiirilises osas kirjeldab autor käesoleva töö, tehtud uuringute (intervjuu ja dokumendianalüüsid) põhjal, millised peaksid olema Eesti tööstusettevõtetele sobivad

tööstuse digitaliseerimist toetavad meetmed. Arendatud meetmete sobivust valideerib autor ettevõtete ja erialaliitudega viies läbi küsitlused.

Tööstuse digitaliseerimise on oma tööstuse arendamise strateegilistesse plaanidesse seadnud ka Eesti. Eesti tööstuspoliitika välja töötamise ja arendamisega tegeleb majandus- ja kommunikatsiooniministeerium (MKM). MKM-i koostatud tööstuspoliitika roheline raamat on esimene Eesti tööstuspoliitika alusdokument, valitsus kiitis selle heaks detsembris 2017 (Tööstusuudised 2017).

MKM-i tööstuse digitaliseerimise toetamise plaanide selgitamiseks analüüsis autor tööstuspoliitika rohelist raamatut ja viis läbi intervjuu MKM-i majandusarengu osakonna peaspetsialistiga.

Rohelises raamatus on nimetatud peamised arendusvaldkonnad, mille hulgas on tööstuse suurem digitaliseeritus ja selle elluviimise väljakutsed (MKM TP RR 2017). Järgevalt on esitatud autori arvates tööstuse digitaliseerimise toetamise meetmete suhtes relevantset väljakutsed.

„Ettevõtetal puudub teadmine ja kogemus, kuidas täpselt digitaliseerimine tootmisprotsesse ja positsiooni väärtusahelas mõjutab. Teisisõnu puudub piisav teadmine digitaalsete tehnoloogiate kasutuselevõtmise efektidest. Samuti võivad seadmed olla erinevatest põlvkondadest ning erinevate tootjate poolt valmistatud, mistõttu nende liidestamine on keeruline. Seetõttu on keeruline muutusi juhtida, kuna digitaliseerimine on seotud kõrgete riskidega, mille maandamiseks puuduvad sobivad mehhanismid. Puuduseks on ka asjaolu, et riigi pakutavad tootearendusele suunatud meetmed ei arvesta piisavalt digitaliseerimise väljakutsetega.“ (MKM TP RR 2017: 19)

Sellest väljakutsest järeldub, et digitaliseerimise toetamise meetmetes peaks tutvustama ja kajastama erinevaid saadaval olevaid tööstuse digitaliseerimise tehnoloogiaid ja lahendusi. See tähendab, et vajalik on lahendada võimekuse tõrge. Autori arvates on antud tõrge kahetasandiline: ettevõtted ei ole teadlikud millised lahendused on turul saadaval ja nad ei ole teadlikud, kuidas neid efektiivsust tõstvaid lahendusi oma tootmisprotsessidesse integreerida. Viimase jaoks oleks vaja kirjeldada tootmisprotsesse *as-is* ja *to-be* mudelina. *As-is* mudelina kirjeldatakse ettevõtte praegused tootmisprotsessid ning *to-be* mudelis digitaliseeritud tootmisprotsess. Sealt saab ettevõtte

teadmise, kuidas digitaliseerimine ettevõtte tootmisprotsesse mõjutab ning millised on erinevate tehnoloogiate mõjud ettevõtte tootmise kontekstis.

„Eesti tööstusettevõtete spetsialiseerumine väärtusahelas madala lisandväärtusega tegevustele. Seni on paljudele tööstusharudele valdavalt omane teise ja kolmanda tasandi allhanketeenuse pakkuja roll, seetõttu puudub ettevõtetel enamasti väärtusahelate rahvusvahelise juhtimise kogemus ning ka lõppkliendi vajadusi sageli ei tunta. Seetõttu jääb kasutamata ka ekspordipotentsiaal ning Eesti teenuste ja toodete rahvusvaheline tuntus ei parane. Samas aastate eest laialt levinud lihtne koostetöö on saamaks pigem erandiks ja üha rohkem luuakse ka lisandväärtust projekteerimis- ja muude teenuste pakkumise kaudu. Digitaliseerimise tulemusel peaks tekkima suutlikkus pakkuda (täiendavat) väärtust lõppkliendile, mh järelteeninduse ja paranenud tarnekindluse näol.“ (MKM TP RR 2017: 19) Antud väljakutset saab digitaliseerimise meetmetes lahendada, kui tutvustada ettevõtetele teiste ettevõtete kogemust või kaardistada võimalused ettevõttepõhiselt. Antud tegevused aitavad ettevõtetel kaardistada ise või välise abiga ettevõtte tugiprotsessid, sh klienditeenindus ja järelteenindus ning pakkuda tegevusi, kuidas digitaalsete lahendustega leida nendes valdkondades efektiivsust ja pakkuda kliendile uut väärtust. Nende tegevuste elluviimine võimaldab ettevõttel alustada tarkade, digitaliseeritud toodete arendamist ja pakkumist kliendile. Targad tooted ja digitaliseeritud tootmine võimaldavad muuta ettevõtte ärimudelit ja saada suuremat kasu, nagu kirjeldatud McKinsey & Company 2015 põhjal käesoleva töö esimeses peatükis lk 18.

„Riigil puudub ülevaade tööstusettevõtete võimekusest ja oskustest uusi tehnoloogiaid tootmise ja toodetega integreerida. Kui üldoskustest on ülevaade olemas, siis seni pole piisavalt uuritud tööstussektori põhiselt digitaalsete tehnoloogiate kasutuselevõttu, sh võimekust panustada tööstustarkvara arendusse ja kasutuselevõttu.“ (MKM TP RR 2017: 20) Ülevaate saamiseks on võimalik erinevate meetmete kasutamisest ja tulemustest üldistatud kokkuvõtete tegemine. Antud kokkuvõtteid saavad kasutada poliitikakujundajad, digitaliseerimislahenduste pakkujad, ettevõtluse tugiorganisatsioonid, erialaiidud ja muud organisatsioonid oma tegevuste planeerimisel digitaliseerimise toetamiseks. Näiteks väljatöötamisel olevad digitaliseerimise diagnostikad annavad hea võimaluse kompleksse ülevaate saamiseks.

Autor viis riigi tööstuspoliitika prioriteetide, tööstusettevõtete digitaliseerimise valmisoleku ja väljakutsete selgitamiseks läbi intervjuu MKM-i majandusarengu osakonna peaspetsialisti Rami Moreliga. Autor valis intervjuueeritavaks ministeeriumi peaspetsialisti Rami Moreli, kuna tema on ministeeriumis olnud üheks tööstuspoliitika roheline raamatu väljatöötamise eest vastutajaks ning tal on hea arusaam Eesti tööstussektori olukorrast. Intervjuu viidi läbi poolstruktureeritult 22. märtsil 2018 majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumis Tallinnas. Intervjuu sõna-sõnaline transkriptsioon on esitatud lisas 1. Autor kasutas transkribeerimiseks veebipõhise kõnetuvastuse rakendust (Alumäe 2014) ja toimetas antud transkriptsiooni helisalvestise põhjal. Tabelis 5 on antud ülevaade intervjuus esitatud põhiküsimustest. Autor esitas antud küsimused intervjuus, et saada teada poliitikakujundaja seisukohta nendes küsimustes.

Tabel 5. Autori poolt läbiviidud poolstruktureeritud intervjuu plaan

Küsimus	Eesmärk
Milline on Eesti tööstusettevõtete digitaliseerituse hetkeseis?	Saada ministeeriumipoolne vaade sektori olukorrale.
Millised on Eesti tööstussektori suurimad konkurendid?	Selgitada, milliste tegurite arendamisele peavad Eesti tööstusettevõtted keskenduma, et arendada konkurentsivõimet.
Kui suutelised on Eesti tööstusettevõtted investeerima uutesse tehnoloogiatesse või muutma ärimudeleid?	Selgitada, kas ettevõtted on digitaliseerimiseks valmis tegema investeeringuid.
Millised on riigi peamised prioriteetid tööstuspoliitikas?	Selgitada, millised prioriteetseid arendusvajadusi lisaks digitaliseerimisele ministeerium näeb.

Allikas: autori koostatud.

Intervjuust (Morel 2018) selgus, et intervjuueeritava arvates on Eesti tööstusettevõtted väga huvitatud oma tootmisprotsesse digitaliseerima. Peamiselt ongi ettevõtted huvitatud investeerima tehnoloogilistesse lahendustesse, mis tõstavad efektiivsust ja vähem ollakse huvitatud investeerima tootearendusse. Morel tõi välja, et see on loogiline eelistus, kuna investeerimine tehnoloogiasse ehk kapitaliinvesteeringud on väiksema riskiga kui uutesse toodetesse investeerimine. Samuti on kapitaliinvesteeringud vajalikud, et tõsta tootmise efektiivsust. Tema hinnangul investeerivad ettevõtted nii tarkvaralistesse kui ka automatiseerimislahendustesse. Samas selgus intervjuust, et hetkel investeerivad Eesti ettevõtted pigem eelmise töösturevolutsiooni lahendustesse, mis tähendab, et tööstuse

digitaliseerimise juurutamisel võib olla infrastruktuuritõrge, mis takistab tööstuse digitaliseerimise lahenduste kasutuselevõttu.

Efektiivsuse tõstmine on oluline, kuna Eesti tööstusettevõtete konkurentsieelis on olnud madalad tööjõukulud, mis on viimasel ajal hakanud kasvama. Moreli sõnul on Eesti sellega kaotamas ühte oma konkurentsieelist. Selle asendamiseks peaksid tööstusettevõtted suurendama kapitalimahukat tootmist, et toota väärtusahelas kõrgemal olevaid ja suurema lisandväärtusega tooteid, kuid eelnevalt teevad Moreli sõnul ettevõtted kapitaliinvesteeringud, et tõsta efektiivsust. Selle motiveerimiseks on tema sõnul vaja tööstusettevõtetel näha sellele ettevõttele võimalikult sarnase ettevõtte edulugu, kuidas nemad on digitaalseid lahendusi kasutusele võtnud ja muutusi teinud. Moreli sõnul on näha olnud, et kui investeeringud tehnoloogiasse on end õigustanud, on ettevõtted altimad järgmise sammuna panustama tootearendusse. See viitab, et Eesti ettevõtetel on nõrga iseloomuga võrgustikutõrge, kuna ettevõtted ei suhtle omavahel ja ei õpi üksteiselt.

Morel toob intervjuus välja, et paljud Euroopa riigid on teinud tööstuspoliitika strateegiaid, mis näitavad, et tööstust peetakse oluliseks. Strateegiatega püütakse tööstussektorit juhtida kõrge lisandväärtusega sektoriks. Eesti tööstuspoliitika peamised prioriteedid tulenevad sellest, mis on ettevõtetel kõige kriitilisemad probleemid. Morel toob nendena välja:

- kvalifitseeritud tööjõu puuduse;
- tuleviku tehnoloogiad – digitaliseerimine, robotiseerimine, automatiseerimine;
- teadus-arendustegevuse;
- finantsinstrumentide saadavuse;
- taristu arendamise.

Teadlikkus digitaliseerimise kohta on Eesti tööstusettevõtete seas veel madal. Moreli sõnul jääb ettevõtetel puudu digitaliseerimise lõpuni viimisest. Ettevõtted arvavad, et nad on digitaliseeritud, kui nad on paberivabad ehk näiteks nende laohalduses ei hoita infot paber kandjal ja see on digiteeritud. Tegelikult on digitaliseerimine jäetud veel tegemata, kuna nende andemetega ei tehta midagi automaatselt. Siit selgub autori arvates Eesti ettevõtete võimekuse tõrge õppida ja areneda, mis on eriti iseloomulik väikeettevõtetele,

keda on Eestis rohkelt. Samas on Moreli sõnul kiirelt kasvama hakanud seadmetelt andmete kogumine, tööstus- ja laorobotite soetamine.

Tööstuspoliitika rohelise raamatu, läbiviidud intervjuu ja teiste riikide kogemuse uuringu alusel peaks tööstuse digitaliseerimise toetamise meetmed kokkuvõtvalt sisaldama järgmisi eesmärke:

- ettevõtete teadlikkuse tõstmine saadavalolevatest tööstuse digitaliseerimise lahendustest, et lahendada nõrgast võrgustikutõrkest ja võimekuse tõrkest tulenevaid probleeme;
- saadaval olevate lahenduste põhjal ettevõtete tootmisprotsesside *as-is* ja digitaliseeritud tootmisprotsesside *to-be* kirjelduse väljatöötamine, et lahendada ülemineku ja võimekuse tõrke probleeme;
- teadlikkuse tõstmine kliendile lisandväärtust pakkuvate digitaliseeritud teenuste (nt järelteeninduse) pakkumisest ja sellest tulenevatest ärimudeli muutusest koos saadava kasuga, et lahendada nõrgast võrgustikutõrkest tulenevaid probleeme.

Nende eesmärkide täitmiseks on autori arves sobilik välja töötada järgmised meetmed:

- tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavad seminarid,
- tööstuse digitaliseerimise diagnostikad.

Tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavad seminarid peaksid keskenduma erinevatele tootmis- või tugiprotsesside jaoks sobilike digitaliseeritud lahenduste tutvustamisele. Seminari käigus annavad mitmed antud teema lahenduste pakkujad ülevaate enda ettevõtte poolt pakutava lahenduse kasudest ja potentsiaalsest efektiivsuse tõustust ning praktilistest näidetest. Seminaril osalevad erinevad tööstusettevõtted. Seminariga vähendatakse:

- nõrka võrgustikutõrget, kuna seminaridel esitletakse ettevõtetes realselt ellu viidud näited ja saadud kasu ning seminaridel saavad kokku erinevad ettevõtted, mis soodustab uute sidemete teket;
- võimekuse tõrget, sest seminaridel tutvustavatelt lahendustelt on ettevõtetel võimalik õppida tööstuse digitaliseerimise põhitõdesid ja saada teada erinevate tööstuse digitaliseerimise lahenduste sisust ning sobivusest enda ettevõttesse;
- arendatakse ettevõtte tehnoloogilist ja omandatud teadmuse võimekust.

Teisena on autori arvates sobilik välja töötada tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meede. Eesti keele seletav sõnaraamat annab sõna „diagnostika“ sisuks järgmised definitsioonid (Eesti keele seletav sõnaraamat 2018):

1. *med vet* õpetus haiguse tunnuste ning olemuse ja haige seisundi kindlaksmääramise meetoditest;
2. *tehn* masinate, seadmete tehnilise seisukorra uurimine võimalike rikete ennustamiseks ja ennetamiseks.

Autori arvates näitavad need definitsioonid hästi diagnostika kontseptuaalset olemust, kuna ettevõtetes tehtavate diagnostikate käigus viiakse läbi uuring mingil spetsiifilisel teemal (nt müük, tootmiskorraldus, strateegia või digitaliseerimine), millega tuvastatakse ettevõtte hetkeseis antud teemal. Diagnostika läbiviimise eesmärgiks on likvideerida digitaliseerimisega seoses ettevõttes olevaid vajakajäämisi, et toetada ettevõtte arengut ja anda selleks soovitusi. Antud diagnostikate läbiviimist on ette näinud ka IKT valdkonna arenguprogrammi kontseptsioon 2018–2020 (MKM IKT AP 2017: 3).

Diagnostika läbiviimise käigus vähendatakse üleminekutõrget, kuna kaardistatakse, milliseid tehnoloogiaid on ettevõttel oma arenguks ja digitaliseerimiseks vaja kasutusele võtta. Lisaks leevendatakse diagnostika läbiviimise protsessi käigus võimekuse tõrget, kuna ettevõtted saavad õppida tööstuse digitaliseerimise lahenduste ja põhimõtete kohta. Veel leevendatakse nõrgast võrgustikutõrkest tulenevat probleemi ja tutvustatakse erinevaid võimalusi, kuidas pakkuda kliendile lisandväärtust erinevate digitaliseerimise võimaluste kaudu. Peale selle arendatakse ettevõtte sotsiaalset, tehnoloogilist ja teadmuse omandamise võimekust.

Digitaliseerimise diagnostika meetmete sisu arendamiseks tegi autor dokumendianalüüsi Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse (EAS) ettevõtlus- ja innovatsioonipoliitika meetmete vahehindamise (Civitta 2017) ja EASi omategevuste vahehindamise (EAS, Ernst & Young 2015) raportite põhjal. Raportites on välja toodud erinevate ettevõtluse toetamise meetmete sisu ja meetmete kasusaajate tagasiside meetmes parandamist vajava suhtes. Erinevate meetme hindamise kokkuvõttena peaks tööstuse digitaliseerimise diagnostika kokkuvõtvalt sisaldama järgmisi teemasid:

- diagnostika käigus seatakse digitaliseerimisega seotud eesmärgid, mille poole ettevõtte saab ise areneda ja jälgida nende täitmist;

- diagnostika meetme kontseptsioon peab ettevõttel võimaldama valida diagnostika läbiviija, kellega on võimalik tekitada hea koostöö, et diagnostika tulemus oleks parem;
- diagnostika võiks käsitleda ettevõtte toodete digitaliseerimise võimalusi või tuua mõningaid näiteid, kuidas ettevõtte saaks digitaalsetest, tarkadest toodetest uut väärtust;
- digitaliseerimise diagnostika meede peab sobima erinevate äri- ja tootmismudelitega ettevõtetele;
- tööstuse digitaliseerimise diagnostika meede peab käsitlema ettevõtte pikaajalist digitaliseerimise strateegiat, et suurendada diagnostika mõju;
- diagnostika läbiviimisel peab olema kaasatud ettevõtte juhtkond;
- diagnostika käigus peaks puudutama teemat, kuidas viia digitaliseerimisest tulenevaid muutusi töötajateni, et neid paremini protsessidesse kaasata.

Nende tähelepanekute, tööstuspoliitika rohelise raamatu ning käesolevas töös toodu alusel arendas autor tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetme sisu. Autori arvates on otstarbekas jagada meede kaheks erineva sisulise tasemega diagnostikaks. Selle põhjuseks on ka asjaolu, et Eestis on palju väikese- ja keskmise suurusega ettevõtted, kelle praegune tase ei võimalda läbi viia detailset digitaliseerimise analüüsi ja sellest ei ole nende praeguses arenguetapis neile kasu. Tabelis 6 on kirjeldatud erineva tasemega diagnostikate sisu.

Tabel 6. Erinevate tasemetega digitaliseerimise diagnostika meetme sisu dokumentide analüüsi, küsitluste ja töö esimese peatüki põhjal

Diagnostika tase	Diagnostikaga läbiviidavad tegevused	Tööstus 4.0 lahendused, mille sobivust peab diagnostika käigus hindama
1. tase	<ul style="list-style-type: none"> • Tootmisprotsesside <i>as-is</i> ja digitaliseeritud tootmisprotsesside <i>to-be</i> kirjeldus • Konkreetsete turul pakutavate lahenduste pakkumine • Lahenduste kasutamise mõju näidete toomine • Juhtkonna kaasamine • Peab sobima erinevate äri- ja tootmismudelitega ettevõtetele 	<ul style="list-style-type: none"> • Prognoositava hoolduse lahendused • Sensorid tootmisliinil • Toodete kiire prototüüpimine • Robotid • Integreeritud platvorm ettevõttesiseste osakondade ja väliste partnerite ühendamiseks

	<ul style="list-style-type: none"> • Ettevõtte peab saama valida omale sobivaima diagnostika läbiviija 	
2. tase	<ul style="list-style-type: none"> • Tootmisprotsesside <i>as-is</i> ja digitaliseeritud tootmisprotsesside <i>to-be</i> kirjeldus • Konkreetsete turul pakutavate lahenduste pakkumine • Lahenduste kasutamise mõju näidete toomine • Töötajate digioskuste välishindamine • Võimalike kliendile lisandväärtust pakkuvate digiteenuste kaardistamine • Digitaliseerimise strateegia loomine • Digitaliseerimise eesmärkide seadmine • Töötajate kaasamise tegevussuunised • Juhtkonna kaasamine • Peab sobima erinevate äri- ja tootmismudelitega ettevõtetele • Ettevõtte peab saama valida omale sobivaima diagnostika läbiviija 	<ul style="list-style-type: none"> • Prognoositava hoolduse lahendused • Sensorid tootmisliinil • Suurandmete kasutamine • Toodete kiire prototüüpimine • Robotid • Virtuaal- või liitreaalsuslahendused • IT-turvalisuse lahendused • Automatiseeritud kvaliteedikontroll • Toodete masskohandamine • Tootmisprotsesside simuleerimine • Omavahel suhtlevad tootmiseseadmed ja tooted • Integreeritud platvorm ettevõttesiseste osakondade ja väliste partnerite ühendamiseks

Allikas: autori koostatud.

Eesti tööstusettevõtete hetkeseisu ja riigi tööstuse arendamise plaanide uurimiseks viis autor käesolevas peatükis läbi intervjuu. Saadud sisendist ja turul olevatest süsteemitõrgetest lähtuvalt on ettepanek arendada välja kaks Eesti tööstussektorile sobivat tööstuse digitaliseerimise toetamise meetet. Järgmises alapeatükis valideerib autor nende meetmete sobivust viies läbi küsitlused ja nende analüüsi.

3.2. Arendatud tööstuse digitaliseerimise toetamise meetmete sobivuse uuring ja järeldused

Selles alapeatükis esitab autor ettevõtete ja erialaliitude seas läbiviidud küsitluste tulemused ja analüüsi eelmises peatükis välja toodud meetmete sobivuse valideerimiseks ja kohandamiseks. Igat väljapakutud meetet valideeritakse eraldi, viies selleks läbi küsitlused. Meetmete valideerimine on oluline, et teooria ja (teiste riikide) praktikate põhjal kujundatud meetmed oleksid sobivad ka Eesti tööstusettevõtetele.

Tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavate seminaride meetme sobivuse hindamiseks viis autor läbi veebiküsitlused, millele vastas kokku 57 ettevõtet. Autor viis küsitlused läbi pärast seminaride toimumist kolmel korral. Seminarid toimusid 29.09.2017, 12.01.2018 ja 13.04.2018 eesmärgiga vähendada eelmises alapeatükis

toodud süsteemitõrkeid ning arendada ettevõtte võimekusi. Seminaride läbiviimine oli autori tööülesanne EAS-is. Meetme sobivuse uuringu küsitluse vorm on ära toodud käesoleva töö lisas 2. Tabelis 7 on antud ülevaade küsitlustele vastajatest.

Tabel 7. Tööstuse digitaliseerimise lahenduse tutvustavate seminaride sobivuse küsitluse vastanute arvud

Seminari jrk nr	Seminari fookus	Osalejate arv	Vastanute arv	Vastanute osakaal
1	E-arveldus ja laohaldus	79	30	38%
2	Tootmisjuhtimise tarkvara	60	20	33%
3	Sensorid tootmises	34	7	21%
Kokku		173	57	33%

Allikas: autori koostatud.

Küsitlusega uuriti, kas osalenud ettevõtted soovitsid seminaril osalemist teistele ettevõtetele ning kas seminar oli nende jaoks kasulik. Tabelis 8 on välja toodud seminaridel osalemise soovitus hinne (NPS¹ meetodil), skaalal: 0 = ei soovita osalemist ja 10 = soovitan osalemist väga ning hinnete jaotustabel.

Tabel 8. Seminaridel osalemise soovitusindeksi keskmine ja vastuste jaotustabel

Seminari jrk nr	NPS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+37	0	0	1	0	3	2	2	9	6	2	5
2	+45	0	0	0	0	0	0	1	1	4	5	9
3	+71	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	2
Kokku	+30	0	0	1	0	3	2	3	12	10	10	16

Allikas: autori koostatud.

Hinnangute põhjendustena toodi korduvalt välja, et seminar on hea võimalus end turul saadaval olevate lahendustega kurssi viia. Samuti said osalejad mõtlemisainet, mida saaks oma ettevõttes lisaks veel digitaliseerida või kuidas efektiivsust parandada. Lisaks toodi välja, et seminarid, kus tuuakse kokku IT-ettevõtted ja tööstusettevõtted on olulised, kuna nende kahe valdkonna vahel on koostöö tagasihoidlik. Antud vastused näitavad, et meede leevendab turul olevat nõrka võrgustikutõrget ja võimekuse tõrget.

¹ NPS – Net Promoter Score ehk soovitusindeks. Soovitusindeksiga mõõdetakse kasutajakogemust ja tõenäosust, et kasutaja soovib kasutada teenust teistele (Satmetrix 2018). NPS arvutusmeetodika kohta saab lugeda siit: <https://www.netpromoter.com/know/>

Uuringus küsiti veel iga seminari kohta, kas seminari fookus oli piisavalt täpne. Küsimuse eesmärgiks on teada saada, kas seminaril osalejate jaoks oli antud teema oluline ja kas selles valdkonnas vajavad ettevõtted tuge. Tabelis 9 on toodud seminaride lõikes ülevaade uuringu tulemustest erinevate seminaride teema fookuse täpsuse kohta, skaalal: 1 = ürituse fookus ei olnud üldse täpne ... 4 = ürituse fookus oli väga täpne.

Tabel 9. Toimunud seminaride teemafookuse täpsus

Seminari jrk nr	Seminari fookus	Teemafookuse täpsus
1	E-arveldus ja laohaldus	3,37
2	Tootmisjuhtimise tarkvara	3,65
3	Sensorid tootmises	3,17

Allikas: autori koostatud.

Tulemusest, et tootmises kasutatavaid sensoreid käsitleva seminari teemafookus sai madalaima täpsuse hinde ning ankeedis esitatud avatud küsimuste vastustest võib järeldada seda, et tegemist on ettevõtetele veel liiga kauge teemaga. See tähendab, et ettevõtted ei ole oma arengus veel jõudnud tasemele, kus nad peaksid tootmises rakendama neljanda tööstusrevolutsiooni üht lahendust. Sellele viitab ka madal osalejate arv.

Autor uuris veel, kas seminaridel esitletud lahendused olid ettevõtte jaoks asjakohased ja kas ettevõtted leidsid omale sobiva lahenduse. Tabelis 10 on esitatud tutvustatud lahenduste asjakohasuse hinnangud (skaala: 1 = esitatud lahendused ei olnud üldse asjakohased ... 4 = esitatud lahendused olid väga asjakohased) ning endale sobiva lahenduse leidnud ja mitteleidnud osalejate arv.

Tabel 10. Seminaril esitletud lahenduste asjakohasus ja omale sobiva lahenduse leidnud ning mitteleidnud ettevõtete arv

Seminari jrk nr	Seminari fookus	Lahenduste asjakohasus	Ettevõtete arv, kes leidsid omale sobiva lahenduse (% kõigist vastanutest)	Ettevõtete arv, kes ei leidnud omale sobivat lahendust (% kõigist vastanutest)
1	E-arveldus ja laohaldus	3,63	2 (7%)	28 (93%)
2	Tootmisjuhtimise tarkvara	3,60	7 (35%)	13 (65%)
3	Sensorid tootmises	3,28	0 (0%)	7 (100%)
Kokku			9 (16%)	48 (84%)

Allikas: autori koostatud.

Omale sobivaima lahenduse leidnud ettevõtete arv oli üldiselt madal. Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et osalejad kuulsid antud lahendustest esimest korda ning vajavad erinevate lahenduste kaalumiseks järelemõtlemisaega. Samas tootmisjuhtimise tarkvarale keskendunud seminarilt leidsid mitmed ettevõtted endale lahenduse. Nende lahenduste sobivuse põhjenduseks võib olla nende paindlikkus erinevate ettevõtete vajadustele.

Kokkuvõtvalt selgub autori läbiviidud tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavatel üritustel osalenute uuringust, et sellise sisuga seminarid on vajalikud, et tõsta tööstusettevõtete teadlikkust turul saadaval olevatest lahendustest ja viia neid kokku potentsiaalsete partneritega või kolleegidega.

Autor soovis uurida detailsemalt, millised tööstuse digitaliseerimise lahendused on Eesti tööstusettevõtetes hetkel kasutusel, millised on täiendavate lahenduste kasutusele võtmise plaanid ja mis on peamised takistused tööstuse digitaliseerimise lahenduste kasutusele võtmiseks. Selleks koostas autor veebiküsimustiku ning jagas seda ettevõtetele läbi erialaliitude, kuna sel viisil ettevõtete kaasamine toimib erialaliitude toetava rolli tõttu üldjuhul hästi. Küsitlus saadeti laiali 05.03.2018. Uuringule vastas ainult kaks ettevõtet, mistõttu ei ole võimalik uuringu põhjal järeldusi teha ja eeltoodud küsimustele vastata. Antud uuringule vähene vastamine näitab autori arvates, et Eesti tööstusettevõtete teadlikkus või huvi tööstuse digitaliseerimise vastu on madal ning ettevõtted ei ole valmis oma ettevõtte põhjal sellel teemal detailselt vastama.

Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetme sobivuse kohta viis autor läbi veebiküsitluse ettevõtete ja erialaliitude seas. Küsitlus keskendus digitaliseerimise diagnostikate vajalikkusele ja diagnostika erinevate sisude valideerimisele, mis on toodud käesolevas töös tabelis 5. Küsimuste koostamisel lähtus autor käesoleva bakalaureusetöö teoreetilisest osast, tööstuspoliitika rohelise raamatu eesmärkidest ja ettevõtluse toetamise meetmete hindamise tähelepanekutest. Küsimustikuga uuriti digitaliseerimise diagnostikate vajadust erinevate tasemetega diagnostikate sisukirjelduste järgi. Selleks paluti erialaliitudelt ja ettevõtetelt hinnangut kahe erineva detailsusega diagnostika teenuse sisule ja sobivusele. Küsimustikud koosnesid sissejuhatusest, kus selgitati küsimustiku eesmärki ja sellele järgnesid sisuküsimused ettevõtte seniste tegevuste kohta ning diagnostikate vajaduse hindamine.

Veebiküsitlus viidi läbi detsembris 2017 tööstuse erialaliitude ja ettevõtete seas, uurimaks nõudlust tööstuse digitaliseerimise diagnostikate ja selle sisu järele. Autor edastas küsitluse ainult erialaliitudele ning palus erialaliitudel eraldi küsimustiku edastada ettevõtetele, kes kuuluvad nende arvates meetme sihtgruppi ning kes oskasid anda väärtuslikku sisendit meetme arendamiseks. Seega oli küsitlusele vastanud ettevõtete arv ja tehtavad järeldused piiratud. Autor kogus arvamust tööstuse erialaliitudelt, kuna nendel on liitu kuuluvate ettevõtete esindamiseks teadmised ja kogemused. Erialaliitude küsitlusele vastas 8 erialaliitu. Lisaks vastas küsitlusele 20 ettevõtet. Küsimustik oli vastamiseks avatud perioodil 08.12.2017–13.12.2017.

Autor kasutas uuringutulemuste analüüsimiseks kvalitatiivset uurimisviisi, kuna poolstruktureeritud küsitlus sisaldas palju avatud vastuseid. Kvalitatiivse uurimisviisi kasutamist on „Business Research Methods“ peetud sobivaks uurimisviisiks, kui uuringu läbiviijal on huvi vastaja enda arvamuse kohta ja uurija soovib detailseid vastuseid (Bryman, Bell 2007: 474). Läbiviidud küsitlus sisaldas ka mõningaid kvantitatiivse iseloomuga küsimusi, mille uurimiseks kasutas autor kirjeldavat statistikat. Küsitluse sisu on ära toodud käesoleva töö lisa 3.

Küsitlusele vastasid 8 erialaliitu:

- Mööblitootjate Liit,
- Innovation Network for Smart Manufacturing in Estonia,
- Info- ja Telekommunikatsiooni Liit,
- Eesti Puitmajaliit,
- Eesti Toiduainetööstuse Liit,
- Eesti Puitmajaklaster,
- Eesti Rõiva- ja Tekstiililiit,
- Eesti Masinatööstuseliit.

Küsitluse ankeet on esitatud lisa 3. Ankeet erines ettevõtetele saadetud ankeedist ettevõttespetsiifiliste küsimuste poolest (nt. puudusid küsimused töötajate arvu ja diagnostikate varasema läbiviimise kohta). Vastanud ettevõtete peamiseks iseloomustajaks valis autor töötajate arvu. Tabelis 11 on välja toodud vastanud ettevõtete arv töötajate arvu lõikes.

Tabel 11. Küsitlusele vastanud ettevõtete jaotus töötajate arvu lõikes

Töötajate arv ettevõttes	Küsitlusele vastanud ettevõtete arv
1–25	6
26–100	7
101–600+	7

Allikas: autori koostatud.

Autor jagas esitatud küsimused kolme osasse üldiste taustküsimuste ja erinevate tasemetega diagnostikate lõikes. Tabelis 12 on välja toodud uuringus esitatud küsimused. Autor esitas ankeedis antud küsimused, et saada aru üldisest vajadusest diagnostikate järele ning saada teada diagnostikate sihtgrupi arvamust diagnostika sisu osas. Ankeedi küsimused koos kaastekstiga (nt. diagnostikate põhimõtted) on toodud lisas 3.

Tabel 12. Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate sobivuse hindamiseks läbiviidud uuringuküsimustiku struktuur

Üldised küsimused	Ettevõtte töötajate arv
	Kas ettevõttes on varem läbiviidud digitaliseerimise analüüs, audit või diagnostika?
	Kas näete vajadust digitaliseerimise diagnostikate järele oma ettevõttes?
Küsimused 1. taseme diagnostika kohta	Kas selline diagnostika on Teie arvates vajalik? Palun põhjendage oma arvamust
	Mis on diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel üleliigne?
	Mis on diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel puudu?
Küsimused 2. taseme diagnostika kohta	Kas selline diagnostika on Teie arvates vajalik? Palun põhjendage oma arvamust
	Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel üleliigne?
	Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel puudu?
	Millist varianti eelistate riigi toel tööstusettevõtetes detailse digitaliseerimise diagnostika läbi viimiseks?

Allikas: autori koostatud.

Autor uuris teise taseme diagnostika juures, kas ettevõtted vajavad diagnostika läbiviimise jaoks Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse (EAS) poolt pakutavat teenust (EAS pakub ettevõttele erinevaid teenusepakkujaid ja juhib diagnostika läbiviimise protsessi) või toetust (ettevõtte leiab turult diagnostika teostaja ning EAS toetab rahaliselt diagnostika eest tasumist).

Uuringust selgus, et digitaliseerimise diagnostika oli varasemalt läbi viinud 25% vastanud ettevõtetest. 65% vastanud ettevõtetest ja 88% erialaliitudest nägi vajadust digitaliseerimise diagnostika järele üldiselt. Tabelis 13 antakse ülevaade diagnostikate erinevate tasemete vajaduse kohta vastanud erialaliitude ja ettevõtete lõikes.

Tabel 13. Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate vajadus

Diagnostika tase	Vastaja	Nägi vajadust		Ei näinud vajadust	
		Vastanute arv	Vastanute määr	Vastanute arv	Vastanute määr
Tase 1	Erialaliidud	7	88%	1	22%
	Ettevõtted	15	75%	5	25%
Tase 2	Erialaliidud	7	88%	1	22%
	Ettevõtted	17	85%	3	15%

Allikas: autori koostatud.

Esimese taseme diagnostika järele nägi vajadust 15 vastanud ettevõtet ja 7 erialaliitu. Esimese taseme diagnostika järele ei näinud vajadust pigem suuremad ettevõtted, kes otseselt ei ole ka selle diagnostika sihtgrupp. Vajaduse põhjendamise juures toodi korduvalt välja, et ettevõtte on antud hetkel sellises arenguetapis, kus digitaliseerimisega tegelemine on päevakorda tulnud ning oleks vaja välist hindamist ja soovitusi. Samuti toodi välja, et ettevõtetel ei ole ülevaadet turul olevatest lahendustest. See tähendab, et diagnostikaga oleks võimalik leevendada üleminekutõrget ja võimekuse tõrget. Vastanud, kes ei näinud esimese taseme diagnostika järele vajadust, arvasid, et see on liiga pealiskaudne või sellisel tasemel peab ettevõttel endal olema arusaam ja nägemus digitaliseerimisest oma ettevõttes.

Esimese astme diagnostikat vajalikuks pidanud ettevõtted ei näinud diagnostika kirjelduse ja käsitletavate teemade juures midagi, mis oleks üleliigne. Samas tõid diagnostika vajalikkuse osas samal arvamusel olnud erialaliitudest vastanud kahel korral välja, et turul saadavalolevate konkreetsete lahenduste pakkumine on üleliigne, kuna see ei ole võimalik tulenevalt ettevõtete eripärast. Antud väidete puhul ei nõustu autor, et konkreetsete lahenduste pakkumine tuleks diagnostikast välja jätta, kuid selle nõude täitmine tuleks jätta paindlikuks, sest tõesti võib esineda ettevõtteid, kelle spetsiifikast lähtuvalt ei ole võimalik olemasolevaid lahendusi pakkuda.

Esimese astme diagnostikat vajalikuks pidanud ettevõtetest üks leidis, et diagnostika peaks hõlmama ka edasiste plaanide (strateegia) loomist. Seda tõid välja ka erialaliidud. Autori arvates oleks see ettevõttele, kes on digitaliseerimisega alustamas, liiga koormav. Samas võiksid autori arvates esimese astme diagnostika läbiteinud ettevõtted hiljem kasutada teise astme diagnostikat. Erialaliidud tõid veel välja, et ettevõttel oleks vaja informatsiooni investeerimisotsuste tegemiseks. Antud ettepanekuga autor nõustub ja see tegevus tuleks lisada diagnostika tegevuste hulka.

Teise astme diagnostika järele nägi vajadust 17 vastanud ettevõtet ja 7 erialaliitu. Vajalikkuse põhjendamise juures toodi välja, et ettevõtted vajavad sügavuti minevat analüüsi, mis kaasab ka äriprotsesse. Üldiselt tõid vastanud ettevõtted ja erialaliidud välja samad argumendid, mis esimese astme diagnostika vajalikkuse põhjendamise juures.

Teise astme diagnostika üleliigsete osade hindamisel tõi üks ettevõtte välja, et diagnostika võiks sisaldada mõlemat astet ühekorraga. Teised ettevõtted ja erialaliidud ei toonud antud küsimuse juures välja, et midagi oleks üleliigne.

Küsimusele, mis on antud diagnostika juures puudu, tõi üks ettevõtte välja, et diagnostika käigus peaks aitama ettevõttel välja valida ka partneri, kes aitab diagnostika tulemused juurutada. Autor nõustub selle kommentaariga ja see tuleks lisada diagnostika tegevuste hulka.

Küsimusele, kas teise taseme tööstuse digitaliseerimise diagnostika meede võiks olla EAS-i poolt pakutav teenus või toetus, vastas 70% ettevõtetest, et tegemist võiks olla teenusega. 75% liitudest arvas, et tegemist võiks olla toetusega. Antud tulemused on kahe küsitluse võrdluses teineteisele täiesti vastukäivad, kuid autor leiab, et ettevõtete, kes on ise meetmest kasusaajad, arvamus on antud juhul olulisem ning teeb ettepaneku arendada teise astme digitaliseerimise diagnostikast EAS-i teenus.

Vastuseid üldistades, ehkki vastajate arv oli piiratud ja väike, saab öelda, et eelmises alapeatükis välja pakutud digitaliseerimise diagnostikate sisu oli vastav tööstusettevõtete vajadustele. Antud kirjeldusega diagnostikaid tuleks ettevõtlus- või innovatsioonipoliitika kaudu rakendada. Autorile teadaolevalt ongi antud töös kirjeldatud 2. taseme tööstuse digitaliseerimise diagnostikale sarnase diagnostika toetusmeede hetkel

ettevalmistamisel MKM-is, millega toetatakse rahaliselt diagnostika läbiviimist ettevõtetes.

Kokkuvõtvalt soovib autor tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavate seminaride meetme käigus tutvustada ettevõtetele tööstuse digitaliseerimisega alustamise taseme lahendusi, mida on võimalik kasutusele võtta nendel ettevõtetel, kes ei ole digitaliseeritud lahendus varem kasutusele võtnud. Osalejate tagasiside põhjal peaks seminar olema fokusseeritud ühele teemale ning antud teemal peaks tutvustatama mitmeid erinevaid lahendusi. Samuti tuleks antud meetme käigus lähendada IT-ettevõtteid kui lahenduste pakkujaid ning tööstusettevõtteid kui lahenduste vajajaid, kuna nimetatud sektorid ei ole harjunud omavahel koostööd tegema. Kontaktide loomise käigus on IT- ja tööstussektori esindajatel võimalik saada paremini aru teineteise vajadustest ja võimalustest.

Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetmete puhul soovib autor kaheastmelist lähenemist, et pakkuda digitaliseerimise diagnostika meetmeid erinevate protsessi- või tootmiskeerukustega või digitaliseerituse tasemega ettevõtetele. Seejuures on esimene aste mõeldud digitaliseerimisega alustavale ettevõttele ning teine aste suurematele või digitaliseerimisega kaugemale jõudnud ettevõttele. Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetme pakkumisega on hetkel õige aeg, kuna teadlikkus ja vajadus ettevõtte efektiivsuse tõstmiseks on hetkel ettevõtetes aktuaalne. Digitaliseerimise meetmete tulemusena peaks ettevõtte saama võimalikult palju antud ettevõttele sobivaid praktilisi soovitusi.

Lähtudes saadud tagasisidest ja tehtud kokkuvõttest, soovib autor tööstuse digitaliseerimise diagnostika meedet pakkuda kahe eraldi teenusena – vastavalt esimese ja teise astme diagnostika. Autor soovib, et diagnostika läbiviimiseks saaks ettevõtte valida omale sobivaima eelnevalt kvalifitseeritud diagnostika läbiviija, kellel näiteks on varasem kogemus digitaliseerimise diagnostika läbiviimisel antud ettevõtte tegevusalas. Diagnostika läbiviija käsitleks käesoleva töö alapeatükis 3.1 kirjeldatud teemasid vastavalt diagnostika astmele. Diagnostika tulemusena valmiks raport.

Autori poolt kirjeldatud ja soovitatud meetmed on kaks esimest tööstuse digitaliseerimise toetamise meedet, millele tuleks arendada lisaks täiendavaid meetmeid. Autori poolt kirjeldatud meetmete läbiviimise ja saadud tulemuste üldistamise kaudu on võimalik

koguda infot, milliseid süsteemitõrkeid esineb, milliseid võimekusi oleks vaja arendada või millised on muud probleemid tööstusettevõtete arengus efektiivsema tootmise poole liikumisel ning seda infot saab vajadusel kasutada uute meetmete arendamiseks. Näiteks võivad need olla käesolevas töös eelnevalt kirjeldatud teadmuskeskuste loomine, millega riigis koondatakse ja jagatakse teadmisi tööstuse digitaliseerimise kohta. Samuti võib abi olla demokeskuste loomisest, millega näidatakse praktilisi näiteid tööstuse digitaliseerimise lahenduste rakendamisest, arvestades, et tööstussektor on suhteliselt konservatiivne ning vajab reaalseid toimivaid näiteid.

Käesolevas peatükis autor analüüsis ja andis kokkuvõtte eelmises alapeatükis välja pakutud meetmete valideerimise uuringu tulemustest. Kokkuvõtlikult saab öelda, et eelmises alapeatükis autori poolt välja pakutud tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavate seminaride ja tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetmed on sobivad ettevõtetele ja turutõrgete leevendamiseks ning ettevõtetal on nende vastu huvi olemas. Nende meetmete rakendamine võiks olla esimesed sammud Eesti tööstusettevõtete digitaliseerimise toetamisel ja saadud tulemuste põhjal on võimalik otsustada, millised on järgmised kõige sobilikumad meetmed.

KOKKUVÕTE

Tehnoloogia areng on mõjutanud tööstusettevõtete toimimist läbi ajaloo. Esimene tööstusrevolutsioon 18. sajandi lõpus tõi tööstusesse auru ja vee jõul põhineva tehnoloogia. Teine tööstusrevolutsioon 19. sajandi lõpus standardiseeris tootmise ja kasutusele võeti konveierliin. Kolmanda tööstusrevolutsiooniga 20. sajandi lõpus võeti kasutusele pooljuhtidel, arvutitel ja internetil põhinevad tehnoloogiad. Neljanda, alles alanud tööstusrevolutsiooniga digitaliseeritakse põhjalikult tööstusettevõtte tootmine ja tooted, muutuvad seniseid ärimudelid ja töökohad.

Neljanda tööstusrevolutsiooni keskseks osaks on digitaalsete tehnoloogiate kasutamine tööstusettevõttes. Antud lahendused tõstavad tööstusettevõtte efektiivsust ja automatiseeritust. Olulisel kohal tööstuse digitaliseerimise lahenduste toimimises ja kasu saamises on andmete kogumine ja nende kasutamine. Digitaliseerimine muudab põhjalikult ka töötajate tööülesandeid ja vajaminevaid oskusi. Uued lahendused ja üha suurenev võrgustumine loovad uued võimalused ettevõtetele täiendava kasu saamiseks ja kliendile väärtuse pakkumiseks.

Neljanda tööstusrevolutsiooni mõtestamise ja selle ettevõtetele viimise strateegiaga alustas Saksamaa 2011. aastal. Pärast seda on paljud Euroopa riigid näinud tööstussektori kasvatamises võimalust oma majanduste ergutamiseks. Nii on Saksamaa eeskujul loodud mitmeid riiklikke initsiatiive, millega juurutada neljandat tööstusrevolutsiooni oma riigis.

Seda on motiveerinud lääneriikides levinud deindustrialiseerimine ehk riigi tööstussektori kahanemine ja tootmise kolimine odavama tööjõuga riikidesse. Deindustrialiseerimine võib viia riigi sisemajanduse koguprodukti vähenemiseni. Lisaks on riikides tekkinud tootlikkuse kasvu pidurdamine. Nendele probleemidele võib lahenduseks olla neljas tööstusrevolutsioon ja sealhulgas tööstuse digitaliseerimine, mis tõstab ettevõtete efektiivsust ja lubab konkureerida odavama tööjõuga riikidega ning tõsta

tootlikkust. Samas võib tööstuse digitaliseerimise juurutamisel esineda mitmeid süsteemitõrkeid, millega riigid ja ettevõtted peaksid oma tegevustes arvestama.

Tööstussektor on väga olulisel kohal ka Eesti majanduses. Samas iseloomustab Eesti tööstussektorit investeeringute suhteline vähesus, mida on viimastel aastatel piiranud töötajate palgasurve. Kuna tööstusettevõtted leiavad vahendeid palgasurvele vastamiseks ja töötajate palga tõstmiseks, siis jäävad tegemata investeeringud, mis vähendaksid ettevõtte nõudlust töötajate järele. Nendeks on näiteks investeeringud digitaliseerimise ja automatiseerimise tehnoloogiatesse. Seetõttu on Eesti ettevõtete digitaliseerituse tase maha jäänud ka Euroopa keskmisest.

Eesti tööstussektori efektiivsust saab tõsta digitaliseerimise lahendustega. Samas võivad Eesti turul tööstuse digitaliseerimise tehnoloogiatele üleminekul ilmned a mõningad süsteemitõrked, näiteks infrastruktuuri-, ülemineku-, nõrk võrgustiku- või võimekuse tõrge. Selleks uuris autor käesolevas bakalaureusetöös, millised võiksid olla Eesti tööstussektorile sobivad tööstuse digitaliseerimise toetamise meetmed ja nende sisu.

Meetmete arendamiseks analüüsis autor riigi tööstuspoliitika rohelist raamatut ja EAS-i ettevõtluse toetamise meetmete hindamisdokumente ning viis läbi intervjuu poliitikakujundajaga. Nende kogutud andmete ja käesoleva töö teoreetilise osa põhjal arendas autor kaks tööstuse digitaliseerimist toetavat meetet, mis peaksid leevendama tööstusettevõtete ülemineku-, nõrka võrgustiku- või võimekuse tõrget tööstuse digitaliseerimise tehnoloogia kasutusele võtmisel.

Nendeks meetmeteks on tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvutavad seminarid, kus tuuakse kokku digitaliseerimise lahendusi tutvustavad lahenduste pakkujad ning tööstusettevõtted, kes saaksid antud lahendusi oma ettevõttes efektiivsuse tõstmiseks ära kasutada. Teise meetmena kirjeldas autor tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetet, mis peaks kaardistama tööstusettevõtete praeguse ja digitaliseeritud tootmisprotsessid ning tooma välja tegevusplaani.

Tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavate seminaride ja tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetmete sobivuseks viis autor läbi kokku viis küsitlust. Tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustavad seminarid osutusid autori poolt läbiviidud

küsitluste tulemusi analüüsidest vajalikeks, et tõsta tööstusettevõtete teadlikkust turul saadaval olevatest lahendustest ja suurendada ettevõtete võrgustamist. See tähendab, et seminarid aitaksid leevendada võimekuse ja nõrka võrgustumise tõrget.

Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetme idee valideerimisest selgus, et üldiselt nähakse vajadust digitaliseerimise diagnostikate läbiviimise järele. Samas ei ole ettevõtted ise diagnostikaid ettevõttes varem läbi viinud. Vastanud leidsid, et tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meede on vajalik ja sisu sobilik, kuna ettevõtted on hetkel selles arenguetapis, kus nad otsivad võimalusi digitaalsete lahenduste juurutada, kuid vajavad selleks teadmisi ja abi. Samuti ei ole neil sisemisi teadmisi, et leida turult nendele sobivaid olemasolevaid lahendusi. Kokkuvõtlikult aitaks tööstuse digitaliseerimise diagnostika leevendada ülemineku- ja võimekuse tõrget.

Autor soovib tööstuse digitaliseerimise lahenduste tutvustavatel seminaridel läbiviimisel arvestada sellega, et tööstusettevõtted ei ole digitaliseerimisega alustanud ning tutvustatavad lahendused peaksid olema alustaja tasemel. Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate puhul soovib autor kasutada kaheastmelist süsteemi, et pakkuda sobivat diagnostikat digitaliseerimisega alustavale ja edasijõudnud ettevõttele. Antud meetmed on esimesed kaks tööstuse digitaliseerimist toetavat meetet ning nende tulemuste järgi on võimalik vajadusel kujundada järgmisi meetmeid.

Käesolev töö oli praktilise suunitlusega ning töö käigus soovitud meetmed on reaalset väljatöötatavad ja rakendatavad ning nendest tõuseks kasu Eesti tööstusettevõtete digitaliseerimiseks. Töö on sisendiks poliitikakujundajatele ja ettevõtluse toetamise meetmete arendajatele.

Edaspidi tasuks uurida Eesti tööstusettevõtete digitaliseerimise kasu mikro- või makrotasandil. Lisaks võiks uurida erinevate tehnoloogiate kasutamist Eesti tööstusettevõtetes, et saada ülevaadet Eesti tööstussektori hetkeseisust ning kujundada selle alusel konkreetsetele ettevõtetele gruppidele veelgi sobivamaid digitaliseerimise taset parandavaid toetusmeetmeid.

VIIDATUD ALLIKAD

- Abramovitz, M. (1986). Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind. (46), 386-406.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial Intelligence, Automation and Work. *NBER Working Papers*.
- Anderl, R. (2014). Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. Piracicaba.
- Bahrin, M. A., Othman, F., Azli, N. H., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 6(13), lk 137-143. doi:10.11113/jt.v78.9285
- Ballot, G., Fakhfakh, F., Galia, F., & Slater, A. (2015). The fateful triangle: Complementarities in performance between product, process and organizational innovation in France and the UK. *Research Policy*, 44(1).
- Blanchet, M., & Rinn, T. (2016). *The Industrie 4.0: transition quantified*. Roland Berger.
- Bryman, A., & Bell, E. (2017). *Business Research Methods*. New York: Oxford University Press.
- Brynjolfsson, E., & Milgrom, P. (2013). Complementarity of Organizations. rmt: J. Roberts, & R. Gibbons, *Handbook of Organizational Economics*. Princeton University Press.
- Carlsson, B., & Jacobsson, S. (1997). In search of useful public policies: key lessons and issues for policy makers. rmt: B. Carlsson, *Technological Systems and Industrial Dynamics*. Dordrech: Kluwer Academic Publishers.
- Chua, K. C., Leong, K. F., & Lim, C. S. (2010). *Rapid Prototyping: Principles and Applications*. World Scientific Publishing.

- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), lk 128-152.
- Cordes, F., & Stacey, N. (2017). *Is UK industry ready for the fourth industrial revolution?* The Boston Consulting Group.
- Doostparast, M., Kolahan, F., & Doostparast, M. (2014). A reliability-based approach to optimize preventive maintenance scheduling for coherent systems. *Reliability Engineering and System Safety*, 98(106), lk 98-106. Allikas: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2014.01.010>
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *11*(3), 147-162. doi:[https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Edquist, C. C. (2006). Industrial policy form a systems-of-innovation perspective. (5), 108-132.
- Edquist, C., Hommen, L., Johnson, B., Lemola, T., Malerba, F., Reiss, T., & Smith, K. (1998). *The ISE Policy Statement—the Innovation Policy Implications of the 'Innovations Systems and European Integration'*. Linköping: Linköping University.
- Eesti keele seletav sõnaraamat . (kuupäev puudub). *Eesti keele seletav sõnaraamat*. Kasutamise kuupäev: 16. 04 2018. a., allikas <http://www.eki.ee/dict/ekss>
- Encyclopedia Britannica. (6. 2 2018. a.). *Henry Cort*. Kasutamise kuupäev: 18. 2 2018. a., allikas <https://www.britannica.com/biography/Henry-Cort>
- Eurostat. (kuupäev puudub). *Eurostat* . Kasutamise kuupäev: 19. 03 2018. a., allikas http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lfst_r_lfe2en2&lang=en
- Fagerberg, J., Srholec, M., & Verspagen, B. (2009). Innovation and Economic Development. rmt: B. Hall, & N. Rosenberg, *Handbook of the Economics of Innovation*. North Holland.

- Freeman, C. (1987). *Technology, policy, and economic performance: lessons from Japan*. London: Printer.
- Gözler, P., & Fritzsche, A. (2017). Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice. *Production Planning & Control*, 28(16), lk 1332-1343. doi:10.1080/09537287.2017.1375148
- Harrell, C. R. (2000). *Simulation Using ProModel*. McGraw-Hill Education.
- He, Y., Han, X., Gu, C., & Chen, Z. (2018). Cost-oriented predictive maintenance based on mission reliability state for cyber manufacturing systems. *Advances in Mechanical Engineering*, 1(10), lk 1-15. doi:10.1177/1687814017751467
- HVM Catapult. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 26. 04 2018. a., allikas <https://hvm.catapult.org.uk/>
- Industrial Efficiency Policy Database. (kuupäev puudub). *Industrial Efficiency Policy Database*. Kasutamise kuupäev: 19. 03 2018. a., allikas Advanced Manufacturing Partnership: <http://iepd.iipnetwork.org/policy/advanced-manufacturing-partnership>
- Ingenieur.de. (01. 04 2011. a.). Kasutamise kuupäev: 22. 02 2018. a., allikas <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/produktion/industrie-40-mit-internet-dinge-weg-4-industriellen-revolution/>
- Johnson, B. G. (1994). System of innovation and economic integration. 1-18.
- Kagermann, H. W. (04 2013. a.). *Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Kasutamise kuupäev: 22. 02 2018. a., allikas http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf

- Kandžija, V., Tomljanovic, M., & Hudek, I. (2017). Deindustrialization as a process in the EU. *Ekonomski Vjesnik*, 30(2). doi:330.341.426:061.1EU
- Karaköse, M., & Yetiş, H. (2017). A Cyberphysical System Based Mass-Customization Approach with Integration of Industry 4.0 and Smart City. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2017. doi:10.1155/2017/1058081
- Khan, M., Wu, X., Xu, X., & Dou, W. (2017). Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0. Pariis: IEEE. doi:10.1109/ICC.2017.7996801
- Kim, L. (1980). Stages of development of industrial technology in a developing country: a model. *Research Policy*(9), lk 254-277.
- Knowledge Transfer Network. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 26. 04 2018. a., allikas <https://ktn-uk.co.uk/>
- Kurylko, D. T. (16. 06 2003. a.). *Automotive News*. Kasutamise kuupäev: 22. 02 2018. a., allikas <http://www.autonews.com/article/20030616/SUB/306160713/model-t-had-many-shades;-black-dried-fastest>
- Liu, Y., & Huang, H.-Z. (2010). Optimal Selective Maintenance Strategy for Multi-State Systems Under Imperfect Maintenance. *IEEE Transactions on Reliability*, 59(2), lk 356-367. doi:10.1109/TR.2010.2046798
- Lorenz, M., Küpper, D., Rüssmann, M., Heidemann, A., & Bause, A. (2016). *Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0*. The Boston Consulting Group.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6. Allikas: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- MADE. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 26. 04 2018. a., allikas <http://www.made.dk>
- Made Different. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 26. 04 2018. a., allikas <http://www.madedifferent.be>

- Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium. (2017). IKT valdkonna arenguprogrammi kontseptsioon. Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium. Allikas: https://www.mkm.ee/sites/default/files/ikt_arenguprogramm_14.112017.pdf
- Manufacturing USA. (kuupäev puudub). *Institutes*. Kasutamise kuupäev: 19. 03 2018. a., allikas <https://www.manufacturingusa.com/institutes>
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Hung Byres, A. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Insitute.
- McAfee, A. (2002). The Impact of Enterprise Information Technology Adoption on Operational Performance: An Empirical Investigation. *Production & Operations Management, 11*(1).
- McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2012). Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review, 90*(10), lk 60-68.
- McKinsey & Company. (2015). *Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector*.
- Mertens, P., & Barbian, D. (2018). Digitalisierung und Industrie 4.0 – Trend mit modischer Überhöhung? *Informatik-Spektrum, 39*(4), 301-309.
- MKM. (2017). *Tööstuspoliitika roheline raamat*. Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium.
- Montevecchi, J. A., de Pinho, A. F., Leal, F., & Marins, F. A. (2007). Application of design of experiments on the simulation of a process in automotive industry. Washington, DC: IEEE. doi:10.1109/WSC.2007.4419779
- Morel, R. (22. 03 2018. a.). Autori intervjuu. (H. Päll, Intervjueerija) Tallinn.
- Mussomeli, A., Gish, D., & Laaper, S. (2016). *The rise of the digital supply network*. Deloitte University Press.
- OECD. (1997). *National Innovation Systems*. Paris: OECD Publications.

- OECD/Eurostat. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*. Paris: OECD Publishing. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264013100-en>
- Oesterreich, T., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. (83), lk 121-139. Allikas: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- Park, S.-C. (2017). The Fourth Industrial Revolution and implications for innovative cluster policies. *AI And Society*, 13(1). doi:10.1007/s00146-017-0777-5
- Penrose, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford: Oxford University Press.
- Pierdicca, R., Emanuele, F., Pollini, R., & Trani, M. (2017). *The Use of Augmented Reality Glasses for the Application in Industry 4.0*. Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-60922-5
- Plattform Industrie 4.0. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 26. 04 2018. a., allikas <https://www.plattform-i40.de>
- Puusild, H., & Andersoo, U. (23. 11 2017. a.). Tööstusjuhid digitoetustest: parem varblane peos. *Äripäev*. Kasutamise kuupäev: 11. 04 2018. a., allikas <https://www.aripaev.ee/uudised/2017/11/23/toostusjuhid-digitaliseerimistoetustest-parem-varblane-peos>
- Sadik, R. A., & Urban, B. (2017). Flow Shop Scheduling Problem and Solution in Cooperative Robotics—Case-Study: One Cobot in Cooperation with One Worker. *Future Internet*, 9(3). doi:10.3390/fi9030048
- Satmetrix. (18. 05 2018. a.). *What Is Net Promoter?* Allikas: <https://www.netpromoter.com/know/>

- Schneider. (2018). *Schneider Electric*. Kasutamise kuupäev: 22. 2 2018. a., allikas <https://www.schneider-electric.com/en/product-range-presentation/534-modicon-micro/>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Davos: World Economic Forum.
- Smart Industry. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 26. 04 2018. a., allikas <https://www.smartindustry.nl/>
- Smith, K. (1999). Innovation as a systemic phenomenon: rethinking the role of policy. rmt: K. W. Bryant, *A New Economic Paradigm? Innovation-Based Evolutionary Systems*. Canberra: Department of Industry, Science and Resources, Science and Technology Policy Branch.
- Smith, K. (2000). Innovation as a Systemic Phenomenon: Rethinking the Role of Policy. *Enterprise & Innovation Management Studies*, 1(1).
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., & Krause, T. (kuupäev puudub). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer*. Fraunhofer Verlag.
- Szozda, N. (2017). INDUSTRY 4.0 AND ITS IMPACT ON THE FUNCTIONING OF SUPPLY CHAINS. *LogForum*, 13(4). Allikas: <http://dx.doi.org/10.17270/J.LOG.2017.4.2>
- Statistikaamet. (2018a). *Ettevõtete investeeringud põhivarasse tegevusala ja tööga hõivatud isikute arvu järgi jooksevhindades*. Kasutamise kuupäev: 16. 04 2018a. a., allikas Statistikaandmebaas: <http://andmebaas.stat.ee>
- Statistikaamet. (2018b). *Tööstus*. Kasutamise kuupäev: 10. 04 2018. a., allikas <https://www.stat.ee/63044>
- Statistikaamet. (2018c). *TO001*. Kasutamise kuupäev: 10. 04 2018c. a., allikas Statistikaandmebaas: <http://andmebaas.stat.ee>
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. Elsevier. doi:doi: 10.1016/j.procir.2016.01.129

- Sullivan, G., Pugh, R., Melendez, A., & Hunt, W. D. (2010). *Operations & Maintenance Best Practices A Guide to Achieving Operational Efficiency*. U.S. Department of Energy.
- Zhou, W., & Piramuthu, S. (2012). Manufacturing with item-level RFID information: From macro to micro quality control. *International Journal of Production Economics*, 135(2). Allikas: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.11.008>
- Tamm, A. (2017). Soovitusliku tööstus 4.0 teekaardi loomine Eesti mehhatroonika- ja masinatööstuse ettevõtetele.
- Tanel, A. (2014). Recent improvements in Estonian LVCSR. 118-123.
- Tööstusuudised. (kuupäev puudub). *Valitsus kiitis tööstuspoliitika rohelise raamatu heaks*. Kasutamise kuupäev: 16. 04 2018. a., allikas <http://www.toostusuudised.ee/uudised/2017/12/22/valitsus-kiitis-toostuspoliitika-rohelise-raamatu-heaks>
- Weippl, E., & Kieseberg, P. (2017). Security in cyber-physical production systems: A roadmap to improving IT-security in the production system lifecycle. Cagliari: IEEE. doi:10.23919/AEIT.2017.8240552
- Winterhoff, M., Keese, S., Boehler, C., & Hoyes, C. (2016). *Digital factories: the renaissance of the U.S. automotive industry*. Roland Berger.

LISAD

Lisa 1. Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi majandusarengu osakonna peaspetsialistiga tehtud intervjuu transkriptsioon.

Hannes Päll: Aga ma küsin sult, et milline sinu meelest praeguse hetkeseis on Eesti tööstusettevõtetele?

Rami Morel: Kui sa pead silmas edukus, siis tootlikkuse kriteeriumidele tuginevalt oleme ju Euroopa Liidu keskmisest seal kuskil poole peal. Tootlikkusest koha kohta, et see on nagu päris hea kriteerium iseenesest hindamiseks. Kui nüüd vaadata nagu, nagu tulevikku siis täna, eks ole, konkurentsivõime on väga tugev, seda enam on ta tugev, et tööjõuhinnad kasvavad siin kuus kuni kaheksa protsenti aastas. Et see tähendab, et täna selline madala lisandväärtusega tegevus pikemas perspektiivis ilmselt väga hästi välja ei vea. Et kui vaadata seda Smile kõverat, kus siis on võimalus nagu nagu konkurentsivõime tõsta siis kas sa lähed kapitalimahukamaks siis sul see smile curve'i keskmine osa lihtsalt tõuseb üles, eks ole. Lisandväärtus, töötaja kohta suureneb see tähendab automatiseerimise mis on nagu hästi suur osa tegelikult sellest tööstus 4.0ist, eks ole. Ja, ja täna tegelikult, kui ettevõtjatega rääkida, siis ikkagi valdav võib öelda, et on see, et nähakse tehnoloogiasse investeerimist ja vähem siis seda müügiotsa või arendusotsa arendamist. Või edasi nagu pushimist ja sinna investeerimise tegemist. Noh, mõnes mõttes on see loogiline. Sellepärast, et kapitaliinvesteeringud on üsna väikese riskiga on nende integreerumine omab teatavat arendusosa ettevõttes üsnagi, ent kindlalt, nagu võimalikult palju sinna raha sisse paned ja kui palju näiteks ka tootlikkuse poole pealt vastu saad. Sealhulgas ka siis mitte ainult materiaalne põhivara vaid ka immateriaalne põhivara, mis on siis tarkvara ja kommunikatsioonitehnoloogiat. Ja täna ettevõtte pigem siis panustavad sellesse nimetame tööstus 4.0 aga, aga võiks vabalt öelda ka tööstus kolm nulli peale. Et tööstus 4.0 rohkem vaadataksegi neid digitehnoloogiate poolt tööstus 3.0 poole pealt alles paneme paljudes kohtades robotid üles, et ma pole veel sinna jõudnud. Ja, ja ega, ega automatiseerimise ka põhivara poolest oleme veel ju nii-öelda kõiki leani-võimalusi ära

kasutanud sisuliselt, et seal on ju tohutult veel tegelikult arenguruumi. Aga valmisolekut suur, kui vaadata nüüd EAS-i poolt korraldatavaid üritusi, seminare, erialaliitude poolt tehtavaid üritusi, seminare, konsultatsioonifirmade poolt ja samuti siis kui näiteks tehnoloogiaarenduskeskuste poolt korraldatavaid seminare-koolitusi, siis on ju kõik sisuliselt rahvast pungil ja, ja näha on, et huvi on suur.

HP: Millised on Eesti tööstussektori kõige suuremad konkurendid, millised riigid, kas on lähiriigid, kes suudavad pakkuda madala tööjõukulu või, või on see teiselt poolt lahte?

RM: Hästi-hästi lihtsalt, väike oht nagu hetkel selles, et me oleme seal kuskil keskmise sissetulekute lõksus. Me ei konkureeri väga hästi nagu nende odavate riikidega ei konkureeri väga hästi ja ka hinna osas Läti ja Leeduga. Suuremate koguste osas me kindlasti ei konkureeri Poolaga ja samal ajal me ei konkureeri nii maine kui ka siis võib-olla suhete ja, ja sellise innovatiivse toodangu osas Skandinaavia riikidega on seal kuskil vahel raskelt positsioonis. On sektoreid näiteks puidutööstus, räägime siis näiteks puidutöötlemine lauaks või, või või millekski selliseks või natuke sealt veel edasi väärtusahelas kõrgemale, siis see sektor on ju tohutult automatiseeritud. Palju räägitakse sellest, kas seal on tegelikult see tehnoloogiline tase võrreldes Skandinaaviamaadega ja see on ka valdkond, mis areneb ja mis jätkuvalt ka ekspordib, eks ole. Tõsi hinnabaas on tänu tööjõukulud on madalamale tasemele siiski soodsam kui, kui näiteks Skandinaaviamaad. Aga, aga ikkagi see tulenes sellest, et investeringuid tehtud. Kus, kus veel hästi-hästi läheb, on tootearenduse pool laevaehitus. Jällegi sihtturud on Skandinaavia, me oleme väikeseeriaid projekti töid mahud kasvavad jällegi konkureerime tegelikult skandinaavia tootjatega, Poolaga. Ja seal kindlasti on kindlasti ka veel on oluline see kulubaas, mis on madalam kui Skandinaavia maadel. Aga samas ta konkureerib konkurentsis, ta sellele tehnoloogilisele või siis teadmiste mahukuse, nagu näiteks siin lähiriikidest eriti väikese seeriade puhul. Et ikkagi võtmesõna on see väärtusahelas ülespoole liikumine kapitalimahukuse suurendamine. Ja, ja siis arenduste osakaalu kasvatamine kindlasti, aga ka uute turgude otsimisega

HP: Kas väärtusahelas edasiliikumise osas on head väljavaated või tundub selline paigalseis?

RM: Jah, ettevõtte kõigepealt teeb ära endal need kapitaliinvesteeringud, eks ole. Seejärel ta võtab need suurema riskiga tegevus. Noh, nii palju kui, nagu siin ettevõtetega. Suhted või näed, või ega mingitest uuringutes kuuled ja loed siis nagu näed kohe ära, et tegelikult kasvab huvi ka selle tootearenduse poole vaatab kindlasti head. riik üritab siin oma meetmetega nagu kaasa aidata ja vaadata, kuidas see turg liigub ja siis neid turutõrkeid vastavalt likvideerida. Kui nüüd rohkem nagu võib-olla detaili veel minna, siis kui me räägime lisandväärtuses või tootearendusest või, või digitaliseerimine üldse sellest, et siis mille eest nagu varem nagu ettevõtet nagu nagu, nagu liigutama, et on on paljuski see, et sul on kas head elulood kuskil ette näidata. Eriti kui see ettevõtte edulugu on sinu ettevõttele võimalikult sarnane sarnasest suurus ettevõttega oleks tegemist võib olla samas regioonis ettevõttega ja samas valdkonnas kindlasti, et siis ettevõtte suudab nagu sama vastasega näha, et on võimalik nagu kuidagi muutusi ellu viia. Teine point on siis see, et kui, kui näiteks mingi sisendi hind on tootjad hakanud kasvama, siis tegelikult palju variante, kas elab, elab, elab või sureb arendama ei sure või või investeerimise või sure. Ja, ja sellepärast on, tuleb vaadata teatud mõõndusega igasuguseid välistõjõu kaasamise soove, programm, et ühelt poolt loomulikult on ettevõttel puudus tööjõust, seal tuleb aru saada sellest, et millisest tööjõust on puudus. Kas seda teevad, oleks võimalik kuidagi näiteks automatiseerimisega asendada. See tähendab siis seda, et kui automatiseerunud võimalik seda tööd asendada, siis tuleb aidata ettevõtteid suudaksid automatiseerimise investeeringud ära teha. Võib-olla asendada kolm töötajat, viis töötajat tööstusrobotiga näiteks. Ja selle tulemusena kasvab siis see, et see inimene, kes tööstusrobotiga töötab, et tema kvalifikatsioon kindlasti tuleb tõsta, eks ole, ja lõpuks ka palka umbes poolteist korda kaks või kolm korda rohkem. Ja, ja tootlikkus töötaja kohta kasvab, sest enam pole viite töötajat on üks, viis robotit ja siis needsamad vabanev töökohad siis sageli mitte ei liigu sealt sektorist välja. Vaid, tegelikult siis muudetakse omaette ettevõtte konkurentsivõimeliseks ja siis hakkab oluliselt rohkem mahtu tegema siis on selline mahu kasvatamise võimalus ka. Nii, aga mis on selle välistõjõu negatiivsed pooled on see, et seda agooniat pikendatakse. Eeldusel, et tegelikult on automatiseerimine nagu võimalik või digitaliseerimise võimalik olulise turumaht nagu teenindada. Ehk siis alternatiiv on see, et võetakse odav tööjõud, aga hoitakse kunstlikult sisuliselt riigis palgataset allpool. Kapitalimahukuse pool ei suunduta. Samas need töötajad, kes täna tööstus on nendega palku ja väga palju tõsta, sest et see ärimudel on ikkagi selline asi, kapitali intensiivsusega

ja seega siis sa pead justkui hoidma ka temal palka all, mis muidugi muudab, muudab tööstussektor vähem atraktiivsemaks tulevale tulevasele töö mida me siin Eestis näiteks Eestis tegelikult siis peale kasvatame ja loomulikult ka teatud sotsiaalsed probleemid, eks ole. Et võib ühe hea näite tuua, et kui ma tahan välistööjõudu Eestisse, mis tõenäoliselt avaldab teatud survet ka korterite turul elamuturule mis siis läheb elamu, elamu ja, ja elueluasemehinnad tegelikult üles samal ajal ja peale selle töötaja palga ka all siis see motiveerib hoopis seda, et, et seda tänast Eesti töötajad hoopis Eestist lahkuma. Et selline huvitav paradoks. Et kindlasti välistööjõule mõelda, aga see on ka nagu näiteks selline targad, targad tuleks läheneda.

HP: Aga kui vaadata makropilte, siis kui suutelised Eesti tööstusettevõtted on investeerima uutesse tehnoloogiatesse või muutma enda ärimudelite vastavaks sellele olukorrale?

RM: Ma tahaksin siin nagu võib-olla rõhutada seda Urmas Varblase öeldut, et kes siis ütleme, et Eesti ettevõtted on siis generatsioonide vahetumisel seisundis. Paljud hetkel tööstusettevõtete juhid on oma kätega selle ettevõtte üles ehitanud üheksakümnendate alguses. Nad on teatud varuga kapitali akumulunud. Ja nad on siis hetkel seal kuuekümnend aastased viiekümnesed. See on see hetk elus, kus sa riske enam väga palju ei julge võtta. Sinu pensionisammas on see ettevõtte. Ja, ja seega nagu pigem väiksema riskiga projekte. Ja samas pole ka sellist mehhanismi, mis tegelikult aitaks seda uut põlvkonda peale kasvatada. Ja pole ka sellist pikaajalist siis pereäride või, või või muud sellist põlvkondade vahetuse kogemustest, et kõik need ettevõttedon siiski kakskümmend kolmkümmend aastat vanad. Ja see on kindlasti üks nüanss, miks võib-olla me ei ole väga alid tegema neid investeringuid või, või, või uuenduste innovatsiooniga kaasa minema. Aga kindlasti kui, kui nagu mingi investeerimine ennast õigustavad, kas või tehnoloogilised investeringud siis sealt on näha, et järgmise sammuna on nendel ettevõtetel oluliselt suurem valmisolek tegema ka näiteks tootearendusinvesteringud. Mitte jätta seda automatiseerimise etappe vahele ja kohe tootearendusega tegelema vaid see käib ikkagi loogilist rada pidi. Et aga see on kasvutrendis kindlasti ja jällegi, et arendada või sure, võib täitsa vabalt öelda.

HP: Sa korra mainisid, et tööjõud hakkab vähenema ja võib-olla pole ka uut tööjõudu peale kasvamas. Läänemaailmas on viimastel aastakümnetel toimunud väga oluline

tööstussektori vähenemine ehk deindustrialiseerimine. Kas see võib olla midagi, mis on puudutanud Eestit ka?

RM: Tegelikult, ega deindustrialiseerimine on vaikselt ka Eestis toimunud. Et osakaal SKP-st siis see on, ma arvan, et osakaal SKPst tulevikus enam väga ei lange. Küll aga see tööjõu intensiivsus väheneb. Tööstuses hõivatud töötajate arv langeb. Ja kust see tuleb. Sama kapitalimahukuse kasvu. Kui hetkel on viisteist protsenti SKP-st jämedalt töötlev tööstus ja samas hõive on kaheksateist protsenti kogu tööealisest elanikkonnast, tööjõust. Siis see tähendab seda, et järelkult kapitaliintensiivsus selle ühe protsendi SKP mahu kohta on üsna suur, eks ole, võrreldes näiteks mõne teise sektoriga ehk siis oluliselt väiksema töötajate arvuga on võimalik genereerida suuremat majanduskasvu mõnes muus sektoris. Ja tulevikus kindlasti tulevad sellised trendid ütleme, servitizing tööstuse teenustumine, hägune piir on üldse, võib olla kas ta on tööstussektori töökoht või ta on teenindussektoris. Lisaks sellele loomulikult tegeletakse tööstus täna aktiivselt sellega, kõik kõrvaltegevused viiakse välja, enam ei ole sul transporti, koristust sageli ei ole IT-d ja muid seotud teenuseid. Seega ta ei lähe ka arvestusse ka tööstussektori töökohana. Loomulikult tegelikult tööstus ju pikka aega Lääne-Euroopas näiteks teadlik valik, et las see tootmine läheb välja, see on tööjõumahukas, las ta läheb Aiasse ja meie ei tahagi seda tootmist, meie, et tööstusest jääks alles see arendus. Loomulikult hästi kõrge lisandväärtusega töökohad, paraku juhtus see, et kõigepealt läks tootmine, siis läks see arendus kaasa, Aasia suunal eelkõige. Et nüüd on nagu sellest aru saanud, mis seda kaasa endaga toonud ja nüüd tuuakse ta seda tööstust või tootmist ka tagasi. Et siis arendus ja tootmine oleks tegelikult koos noh, jällegi mis seda võimaldab, on tööstus neli kontseptsioon, väikesed seeriad, paindlikud mudel, , tooted kiiresti ümber seadistav tootmiskeskus. Just-in-time logistika, kõik, kõik see võimaldab sul tegelikult hoida seda tootmist selle arendusega koos ja, ja turule lähemale Euroopas ei pea seda toodet enam Aasiast tagasi tooma, vaid Saksamaale toota Saksamaal või, või Rootsi toota Eestis või Saksamaal, Eestis, mis on siiski oluliselt vähem.

HP: Jah, sest liidu eesmärk on ka 2020. aastaks Liidu SKP-st moodustaks kakskümmend protsenti tööstus.

RM: Jah, see pole küll üheski ametlikus dokumendis, see on kommunikatsioonidokumendis olemas ja tööstuse eelkõige Saksamaa vedamise ja

Prantsusmaa on ääretult oluline Euroopa majanduse jaoks tervikuna. Ja noh, hea märk on sellest ka see, et erinevad riigid olgu ta siis Euroopa Liidust välja astuv Suurbritannia, Ühendkuningriik või siis või siis Saksamaa, Prantsusmaa või Rootsi või Taani, kõik need on Holland - kõik nad on teinud endale tööstuspoliitika strateegia algatuse. Tööstus 4.0 on kõige kuulsam, aga samas Rootsis näiteks on Produktion 2030, High Level Manufacturing Catapult UK-s, Industrie du Futur Prantsusmaal, Smart Factory Hollandis, et see näitab jällegi, et kõik peavad tööstust oluliseks. Aga seal on ka siis oluline keskenduda sellele kõrge lisandväärtusega tööstussaamisele või siis, kuidas siis tööstust, muuta kõrgema lisandväärtusega haruks. Et võib-olla sageli nagu räägitakse, et näiteks tekstiilitootmine on miski Euroopas tulevikku ei ole. Enda kogemus on ju ka, et Kreenholm läks kunagi ju tegelikult kinni, eks ole. Töö kaotasid tuhanded inimesed, et sellisel sektoril Euroopas pole nagu tulevikku. Samas, mida me tegelikult näeme, et tegemist on ühe enim on automatiseeritud sektoriga ja, ja hetkel on ka Eestis sellise suure ekspordi ja kasvavate investeeringutega haruga. Tõsi küll, hetkel veel üsnagi töömahukad. Aga et näiteks tekstiilitööstus, nagu palju võita tööstuse digitaliseerimisest.

HP: Kas Eestil on ka plaan panustada Euroopa Liidu 2020. aasta eesmärki?

RM: Me jälgime Euroopa algatusi ja me võitleme kindlasti Eesti huvides. Need algatused, mis Euroopas on, nt ühishuvi projektid, olgu nad mingi koostööprojektid. Et need oleksid sellised, kus on ka Eesti ettevõtetel võimalik panustada või osaleda. Et kui ka mingit investeeringute eelarved on, et siis meie ettevõtted ei jääks nendest kõrvale. Et see on kindlasti üks meie huviseid võidelda oma oma ettevõtete eest, et need tegevused, mis seal on ühtviisi siis oleks kuidagi seotud ka sinu majandusstruktuuriga.

HP: Millised on MKMi tööstuspoliitika või riigi peamised prioriteedid näiteks tööstuspoliitika rohelises raamatus?

RM: Alustame sellest, mis on ettevõtetel kõige kriitilisem, milleks nad ütlevad, et on tööjõud, kvalifitseeritud tööjõu pakkumine, mis osalt välistööjõud, teiselt poolt on siis kohaliku tööjõu koolitamine, teatud valdkondadele populariseerimine, ümber- ja täiendõppe. Siis räägime tuleviku tehnoloogiast – digitaliseerimine, robotiseerimine, automatiseerimine. Siis räägime teadusarendusest. Seal on võib-olla kõige suurem ja ka võib-olla arutelu ja diskussiooni tekitava teema on siis teaduse teemastumine, mida selle

all mõeldakse seda, et Eesti teadus oleks veidi enam rakenduslikum ja rohkem siis Eesti majandusstruktuuri arvestav. Näiteks kui meil on arenenud puidutööstus või, või, või see moodustab SKP-st suure osa, siis me peaksime rohkem rakendusteadust tegema. Jällegi tooks ühe näite: puidukeemia - üsna suure lisandväärtusega valdkond. Hetkel puidukeemia, kui sellist õppekavades kuskil ei kajastu. Jällegi teine näide. Eesti on maailmas number üks põlevkivitöötleva-, ümbertöötleva, põlevkivitehnoloogiatega omanik, arendaja - siis põlevkivikeemia, peaks olema kindlasti üks prioriteet. Kindlasti kohaliku ressursi väärtustamine on selle teadusarenduse võib olla üks väljakutse. Siis vastavate sobilikke finantsinstrumentide pakkumine seal, kus on vaja investeringuid teha on ka raha vaja. Seal siis räägime investeringud põhivarasse ja materiaalsesse või uutele turgudele sisenemine, tagatisinstrumentid, ekspordikindlustus ja siin on veel selline teema nagu seda on maavarade või loodusvarade kõrge väärimine. Mis on teadusarendustegevustega hästi lähedalt seotud. Varandust meil on, nendest tuleks võimalikult palju ka teadmuse ja lõpuks ka siis kõrge lisandväärtusega toodete eksporti, et väärtusahelas ei viiks mitte tooret välja, vaid järgmise taseme väärimise teeksime ka siin kohapeal lõpptooteni välja. Ja taristu ka loomulikult, et taristu, mis meil on. Tööstus on taristu üks peamisi tarbijaid. Et siis nüüd meetmete läbi oleks kättesaadav kiire internetiühendus, mis on jällegi tööstus 4.0 vältimatu osa. Tulevikus 5G internet. Siis autoteed, sadamad, raudtee ja ka lennuluuühendused kõik see on vältimatu osa, et see oleks selline multimodaalne ehk siis ühelt transpordiliigid teisele, kas siis kauba või reisijate ümberpaigutamine oleks võimalikult lihtne ja kiire. Et tööstus 4.0 vältimatu osa on see, et see kiirelt toimub. Muidu ei ole võimalik neid kiireid tarneid ja väikeseriaate tootmist tegelikult tagada.

HP: Kas rohelises raamatus või mujal on ettenähtud ka finantsinstrumente, mis ettevõtte taristusse näiteks seadmetesse, investeerimist toetavad?

RM: Nojah, ütleme riigi sekkumine on nüüd kolmetine. On pehmed tegevused - teatud valdkonnas teadlikkuse tõstmine, koolitused, mentorlus. Siis on toetused - sõna otseses mõttes ettevõtte omafinantseeringule siis riik annab siis vastavalt ettevõtte suurusele riigi abireeglitest lähtuvalt enda osa juurde. Ja siis näiteks läbi EASi võimalik soetada põhivara. Ja siis on finantsinstrumendid, mis on kolmas lahendus. Kolmas lahendus on finantsinstrumendid ehk siis mingitel tingimustel annabm kas siis riik otse laenuna või

siis läbi pankade raha või siis garanteerib mingi raha nii-öelda tagasimaksmise pangale. Et sageli ettevõtted töötavad intressid on soodsad. Praegu on väga-väga soodne aeg investeringute tegemiseks. Samas kui ma nüüd hakkam investeerima, siis öeldakse mulle, pane oma maja, suvila, mis iganes panti sisuliselt. Hüpoteegiga koormatakse ära. Ja aga kui mul see investering ei õnnestunud, see tähendab seda, et ma jään ilma oma majast, korterist, mis iganes, suvilast ja motivatsioon tegelikult natuke riskantsemaid investeringuid teha, kahaneb. Nüüd, kui garantii antakse sellele pangalaenule Kredexi poolt, siis ettevõtte on olulised suurem motivatsioon, kuna ta pääseb sellest lisatagatisest, see laen võtta ja investering ära teostada. Veel on eksporditehingute kindlustamine. Tihtipeale on eksporditehingud riskantsed. Sa ei tea kas raha kätte saad. Kas partner on usaldusväärne. Siin samamoodi kindlustatakse tehing ära ja ettevõtte võib kindel olla, et tema jätkusuutlikkus on tagatud. Ja mis me oleme nagu ka muutunud, et kui varasemalt oli võimalik tegelikult põhivara või pangast laenu saada, sisuliselt ainult materiaalse põhivara soetamiseks siis nüüd me garanteerime ka pangalaenu, siis immateriaalse põhivara soetamiseks, mis on siis ka näiteks tarkvara. Näha on, et see on kasvutrend, kuna ilma immateriaalse põhivarata ei ole võimalik soetada materiaalse põhivara, kuna tarkvara komponent on sellega kaasas.

HP: Kui kui teadlikud muidu on tööstusettevõtted tööstuse digitaliseerimise või tööstus 4.0 olemusest või selle vajalikkusest?

RM: Võiks öelda, et siin on suur segadus, mis definitsioone. Sageli ei saada aru, mis asi digiteerimine, mis on digitaliseerimine, mis on tööstus 4.0, mis on digitaalne üleminek, mis on tööstus 3.0. Et kasutatakse täiesti läbisegi meelevaldselt ja siis tänu sellele on hakanud liikuma ka mingid valed müüdid. Nüüd kõige lihtsam näide. Kui, kui ma paberid saatelehest lähen üle digitaalsele saatelehele või Excelile sisuliselt siis me räägime ju digiteerimisest, sest siis enam ei ole paberi peal, vaid nüüd on arvutis. Nüüd kui me selle saatelehe andmeid kuidagi töötlema. Sellest mingit lisandväärtust looma, siis juba räägime digitaliseerimist. Andmetega midagi tehakse andmetöötlus on sealjuures. Mitte lihtsalt ei saada meili, mis on sisuliselt paberkirja digiteerimine. Nüüd ka selle seal sees oleva informatsiooniga midagi tehakse arvuti poolt. Digitaalsed tehnoloogiad samamoodi on hoopis eraldi mõiste. Additive manufacturing, 3D printimine on ju üks digitaalne tehnoloogia näiteks. Et sageli pannakse samasse patta digiteerimisega ja siis ja siis lihtne

inimene mõtleb, et ohoh või, või, või tööstusettevõtte ettevõtte täna veel mõtleb, et mis paberkandjal mul ei ole ammu midagi paberkandjal. Mul on kõik juba digitaalne, et ma olen küll digitaliseeritud, aga sageli ei saada aru, et mis see digitaliseerimine tegelikult on. Digiteerimine on küll tehtud, digitaliseerimine tegelikult ei ole, ehk siis seadmetelt ei koguta andmeid, nendega ei teha midagi, ei monitoorita oma protsesse automaatselt: rahade laekumist, arvete väljastamist, sisseostu, laoseisu, seadmete koormatust. Aga tuleb tõdeda muidugi, et see on kasvutrendis, et ettevõtted saavad aru, et see on nagu igati kasuks.

HP: Aga see on suhteliselt madal veel?

RM: Jah, see varieerub kindlasti. Ja on võib-olla lisada veel seda ka, et puudu on kindlasti edulugudest endiselt, et saaksin end samastada kellegagi - millised on võimalused. Aga millised on ka need sammud, mida ma pean tegema, et tööstus 4.0 kuidagi edasi liikuda, milliste etappidega ma alustama peaksin. Kuidas nad oma tööjõuga edasi liiguksime, kuidas oma töötajaid edasi arendada, milliseid töötajaid juurde on vaja. Millised on ka need läbikukkumised, mis teisel on, millest tulenevad seda selliseid ebaõnnestumisi, neid millegipärast ei tooda üldse pilti.

HP: Ma võtan selle jutu kokku: me peame investeerima tööstus 3.0 asjade, teadlikkust peab suurendama ja definitsioonid paika panema ja tööjõu kohta on ettevõtetel vaja plaani. Kokkuvõttes võiks öelda, et praegu Eesti tööstusettevõtete valmisolek neljandaks tööstusele on suhteliselt madal?

RM: Ma päris nii ei ütleks, et eks seal ju on valdkondi, millega tegelikult selles tööstus 4.0 aktiivselt tegeletakse ja see on nüüd see andmete kogumise pool seadmetelt ja see on täiesti nagu päris kiirelt kasvama läinud. Tööstusrobotite soetamine väga kiirelt kasvanud. Et neid lõikusid vaadates võib vabalt öelda, et valmisolek on üsna suur. Võib-olla alguses testitakse näiteks kasutatud tööstusrobotiga kui see, õigustab ennast, minnakse päris uute peale. Kui me räägime sellistest tehnoloogiatest nagu 3D-printimine - jällegi pigem ei kasutata prototüüpimisel. Simulatsioonitehnoloogia kasutamine varieerub. Laorobotid näiteks jällegi päris-päris kiiresti kasvav trend. Osaliselt sõltub ka sellest, et mis on tehnoloogia hind. Kui tehnoloogia hind kukub ja kõrval tööjõuhind kasvab siis ollakse

rohkem motiveeritud edasi liikuma investeeringutega. Et ütleme, et ei ole seis halb. Aga, aga võiks olla parem.

Lisa 2. Tööstuse digitaliseerimise lahendusi tutvustava seminari sobivuse küsitluse ankeet

1. Palun andke seminaril „Digilahendused tööstusele: andmed ja tarkvara tootmises“ osalemise alusel hinnang, kas soovitaksite EASi teenuste kasutamist teistele ettevõtetele?

0 = ei soovita, 10 = soovitan

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. Palun põhjendage oma hinnangut.

Vastus:

3. Ürituse fookus oli piisavalt täpne.

1 = üldse mitte, 4 = jah, väga

1	2	3	4
---	---	---	---

4. Üritusel esinejad ja esitletud lahendused olid asjakohased.

1 = üldse mitte, 4 = jah, väga

1	2	3	4
---	---	---	---

5. Leidsin meie ettevõttele sobiliku lahenduse.

1 = jah, 2 = ei

1	2
---	---

6. Soovin osaleda ka järgmistel digitaliseerimise lahendusi tutvustavatel üritustel.

1 = jah, 2 = ise mitte, kuid meie ettevõttest võiks keegi teine osaleda, 3 = ei

1	2	3
---	---	---

7. Millised on Teie ettepanekud järgmiste ürituste osas?

Vastus:

Lisa 3. Tööstuse digitaliseerimise diagnostikate meetme sobivuse küsitluse ankeet erialaliidule ja ettevõttele.

Erialaliitudele suunatud küsimustik

Hea vastaja!

EAS koostöös Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumiga on IKT arenguprogrammi raames välja töötamas meetet Eesti tööstusettevõtetele digitaliseerimise diagnostikate läbiviimiseks.

Digitaliseerimise diagnostika käigus antakse ülevaade ettevõtte sisestest kitsaskohtadest ja tuuakse välja lahendusettepanekud efektiivsuste tõstmiseks läbi ettevõtte protsesside digitaliseerimise.

Selle küsitlusega kogume infot vajaduste kohta ja tagasisidet meie ideedele. Sellele ankeedile on vastama oodatud kõigi erialaliitude esindajad, keda teema puudutab.

Vastaja nimi:

Vastaja e-post:

Erialaliidu nimi:

Kas näete vajadust digitaliseerimise diagnostikate järele?

- Jah
- Ei

Järgnevalt palume tagasisidet meie ideedele.

Idee 1

Ülevaatlik digitaliseerimise diagnostika, mille käigus tuuakse välja:

- hetkel kasutatavad viisid andmete, info, töökäskude edastamise kohta ja kasutuses olevad IT-lahendused (programmid).
- üldised suuremad töökorralduslikud probleemid, mis on seotud IT-lahendustega.
- võimalikud turul pakutavad lahendused probleemidele koos maksumusega.
- edasised sammud sobilike lahenduste leidmiseks ja probleemide lahendamiseks.

Ülevaatliku digitaliseerimise diagnostika tulemuseks on:

- Ettepanekud olemasolevate infosüsteemide paremaks ärakasutamiseks.

- Ettepanekud lihtsate ja kiirete muudatuste osas, mis aitavad digitaliseerimisele kaasa.
- Analüüsi põhjal koostab diagnostik raporti hetkeolukorra kirjeldusega ning konkreetsete soovitusetega. Koostatud raport ja peamised tulemused arutatakse ettevõttega eraldi kohtumisel läbi.

Kas selline diagnostika on Teie arvates vajalik?

- Jah
- Ei

Palun põhjendage oma arvamust

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel üleliigne?

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel puudu?

Vastus:

Idee 2

Detailne digitaliseerimise diagnostika:

- Esmalt vaadatakse koos ettevõttega üle ettevõtte eesmärgid, visioon, strateegia, ärimudel, tööjõu kompetentside üldine tase jms
- Kaardistatakse tarneahel ja tuuakse välja äriprotsesside hetkeseis iga väärtusahela osa kaupa.
- Ettevõtte poolt seatud digitaliseerimise, LEAN-tootmise, andmete kogumise ja ärakasutamise jms eesmärkide põhjal analüüsitakse väärtusahela osade kaupa protsesside parendamise võimalusi.

Detailse digitaliseerimise diagnostika tulemuseks on:

- Tuuakse välja tootmise kitsaskohad ja võimalused nende parandamiseks väärtusahela osade kaupa. Eraldi näidatakse erinevate lahenduste maksumus ja tasuvusarvutused.
- Koostatakse tegevusplaan, mida järgides ettevõtte saab oma protsesside digitaliseerimisega edasi minna.

Kas selline diagnostika on Teie arvates vajalik?

- Jah
- Ei

Palun põhjendage oma arvamust

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel üleliigne?

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel puudu?

Vastus:

Millist varianti allolevatest eelistate riigi toel tööstusettevõtetes detailse digitaliseerimise diagnostika (idee 2) läbi viimiseks?

- Teenus EASi kaudu. EAS pakub välja 2–3 kompetentset ekspertide meeskonda, kelle hulgast ettevõtte saab valida sobivaima. EAS tagab kvaliteetse analüüsi.
- Rahaline toetus EASilt analüüsi tellimiseks. Ettevõtte leiab EASi poolt kvalifitseeritud ekspertide meeskondade hulgast endale sobivaima. Ettevõtte seisab ise hea analüüsi kvaliteedi eest.

Ettevõtetele suunatud küsimustik

Hea vastaja!

EAS koostöös Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumiga on IKT arenguprogrammi raames välja töötamas meetet Eesti tööstusettevõtetele digitaliseerimise diagnostikate läbiviimiseks.

Digitaliseerimise diganostika käigus antakse ülevaade ettevõtte sisestest kitsaskohtadest ja tuuakse välja lahendusettepanekud efektiivsuste tõstmiseks läbi ettevõtte protsesside digitaliseerimise.

Selle küsitlusega kogume infot vajaduste kohta ja tagasisidet meie ideedele. Sellele ankeedile on vastama oodatud kõigi ettevõtete esindajad, keda teema puudutab.

Vastaja nimi:

Vastaja e-post:

Ettevõtte nimi:

Ettevõtte töötajate arv

- 1-10
- 11-25
- 26-50
- 51-100
- 101-200
- 201-400
- 401-600
- 601+

Kas ettevõttes on varem läbiviidud digitaliseerimise analüüs, audit või diagnostika?

- Jah
- Ei
- Ei tea

Kas näete vajadust digitaliseerimise diagnostikate järele oma ettevõttes?

- Jah
- Ei

Järgnevalt palume tagasisidet meie ideedele.

Idee 1

Ülevaatlik digitaliseerimise diagnostika, mille käigus tuuakse välja:

- hetkel kasutatavad viisid andmete, info, töökäskude edastamise kohta ja kasutuses olevad IT-lahendused (programmid).
- üldised suuremad töökorralduslikud probleemid, mis on seotud IT-lahendustega.
- võimalikud turul pakutavad lahendused probleemidele koos maksumusega.
- edasised sammud sobilike lahenduste leidmiseks ja probleemide lahendamiseks.

Ülevaatliku digitaliseerimise diagnostika tulemuseks on:

- Ettepanekud olemasolevate infosüsteemide paremaks ärakasutamiseks.
- Ettepanekud lihtsate ja kiirete muudatuste osas, mis aitavad digitaliseerimisele kaasa.
- Analüüsi põhjal koostab diagnostik raporti hetkeolukorra kirjeldusega ning konkreetsete soovitusetega. Koostatud raport ja peamised tulemused arutatakse ettevõttega eraldi kohtumisel läbi.

Kas selline diagnostika on Teie arvates vajalik?

- Jah
- Ei

Palun põhjendage oma arvamust

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel üleliigne?

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel puudu?

Vastus:

Idee 2

Detailne digitaliseerimise diagnostika:

- Esmalt vaadatakse koos ettevõttega üle ettevõtte eesmärgid, visioon, strateegia, ärimudel, tööjõu kompetentside üldine tase jms
- Kaardistatakse tarneahel ja tuuakse välja äriprotsesside hetkeseis iga väärtusahela osa kaupa.
- Ettevõtte poolt seatud digitaliseerimise, LEAN-tootmise, andmete kogumise ja ärakasutamise jms eesmärkide põhjal analüüsitakse väärtusahela osade kaupa protsesside parendamise võimalusi.

Detailse digitaliseerimise diagnostika tulemuseks on:

- Tuuakse välja tootmise kitsaskohad ja võimalused nende parandamiseks väärtusahela osade kaupa. Eraldi näidatakse erinevate lahenduste maksumus ja tasuvusarvutused.
- Koostatakse tegevusplaan, mida järgides ettevõtte saab oma protsesside digitaliseerimisega edasi minna.

Kas selline diagnostika on Teie arvates vajalik?

- Jah
- Ei

Palun põhjendage oma arvamust

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel üleliigne?

Vastus:

Mis on kirjeldatud diagnostika lahenduse põhimõtete juures Teie hinnangul hetkel puudu?

Vastus:

Millist varianti allolevatest eelistate riigi toel tööstusettevõtetes detailse digitaliseerimise diagnostika (idee 2) läbi viimiseks?

- Soovin teenust EASi kaudu. EAS pakub välja 2–3 kompetentset ekspertide meeskonda, kelle hulgast saab valida ettevõttele sobivaima. EAS tagab kvaliteetse analüüsi.
- Soovin EASilt rahalist toetust analüüsi tellimiseks. Leian EASi poolt kvalifitseeritud ekspertide meeskondade hulgast endale sobivaima. Seisan ise hea analüüsi kvaliteedi eest.

SUMMARY

DEVELOPING MEASURES TO SUPPORT ESTONIAN INDUSTRY DIGITALIZATION

Hannes Päll

Industrial companies are always been dependent on technological developments. New technologies allow companies to operate more effectively and offer new value to customers. Technological changes, which have cross-sectoral influence, have been defined as technological paradigms by Dosi (1982). The new technological paradigm for the last decade has been digital solutions. Implementation of digital solutions and making processes more efficient in industrial firms has been called industry digitalization (Mertens, Barbian 2016: 303). From innovation perspective industry digitalization is a process innovation (OECD/Eurostat 2005: 49).

Industry digitalization is part of the industry 4.0 concept. Industry 4.0 (or *Industrie 4.0*) covers changes in industrial firms which are driven by digitalization. This means digital factory, efficiency rise, smart products, added value for customers, new business models and more (Kagermann *et al.* 2013: 5). *Industrie 4.0* is a German government strategic plan and initiative from 2011. Goal of this initiative is to develop German industrial sector.

Other countries have followed German example and developed their own strategic plans to change industrial sector and make it more digitalized and efficient. The goal of those plans is more or less to stop deindustrialization and take advantage of the growth hidden in the industry. Industry digitalization is a relevant topic also in Estonia. Estonian Ministry of Economic Affairs and Communication has seen industry digitalisation as an opportunity to rise Estonian industrial sector's added value (MKM TP RR 2017: 40). Industry digitalization solutions allow firms to produce more, produce more efficiently,

save on production costs, reshape use of workforce and much more (Mankyila *et al.* 2011: 82). However, keeping up with solutions and latest developments may be difficult for firms.

In this thesis the author offers measures to help digitalize Estonian industrial sector. In this thesis author gives overview of industry digitalization solutions and industrial initiatives of European governments. Author also covers why state should intervene, giving overview of system failures based on authors Klein Woolthuis *et al.* (2005), Carlsson and Jacobsson (1997), Smith (1997), Johnson and Gregersen (1994) and Edquist *et al.* (1998). Also firm capabilities theory based on Kim (1980), Fagerberg *et al.* (2009), Abramovitz (1986), Cohen and Levinthal (1990) is introduced. Additionally author covers resource based theory of the firm by Penrose (1959).

The purpose of this thesis is to offer recommendations for measures to help digitize Estonian industrial sector. To achieve this purpose, the author has set the following research tasks:

- to give overview of industrial revolutions, including fourth industrial revolution;
- to introduce main industrial digitalization solutions and their impact;
- to describe other countries industrial sectors and initiatives and measures to digitalize them;
- to carry out interview with policy maker and surveys with industrial firms and associations;
- to offer recommendations for shaping measures to support the digitalization of Estonian industrial sector.

Based on the purpose of this bachelor thesis and research tasks, this thesis is divided into theoretical and empirical parts. In the first two paragraphs author gives overview of industrial revolutions and industry digitalization solutions. The following theoretical paragraph argues about state intervention necessity and the next empirical paragraph gives overview of industry digitalization initiatives shaped by European governments.

Industrial sector is very important part of Estonian economy. However industrial firms investments are on relatively low level what is caused by pressure on salaries. Postponing investments on new technologies has caused low level digitalization of Estonian

companies compared to the European average. Still, rising efficiency of Estonian industrial sector is important and this can be done by digitalization.

Some system failures may exist which are preventing implementation of digital solutions in industrial firms. In the Estonian case they may be infrastructure, transition, soft institutional or capabilities' failures. Keeping in mind those system failures, author researches what Estonian industrial sector digitalization support measures should consist.

Author analysed the green paper of Estonian industrial policy and the assessment documents of entrepreneurship supporting measures implemented by Enterprise Estonia. Author also conducted interview with policy maker. Based on that research and theoretical part of this thesis, author developed recommendations for two measures which should relieve system failures brought out before and help to digitalize industrial sector.

The first measure that author recommends is a seminar introducing industry digitalization solutions where are brought together industry digitalization solution providers and industrial companies who need those solutions. Second measure that author recommends is digitalization diagnostics. The diagnostics are used to map industrial firm's manufacturing processes as they are and offer digitalized processes as they should be.

Author conducted surveys with industrial associations and firms to validate those recommendations. For validating industry digitalization solutions introducing seminars and industry digitalization diagnostic measures, author carried out five surveys.

Based on results of the surveys, industry digitalization solutions introducing seminars turned out to be necessary for rising awareness of solutions available on the market and to encourage networking of firms, especially IT and industrial firms. This means that industry digitalization solutions introducing seminars help to relieve the capabilities and soft network failures.

From the validation of the industry digitalization diagnostics it emerged that there is need for the industry digitalization diagnostics. However firms haven't carried out diagnostics in their firms by themselves before. Based on the results of the surveys it emerged that the industry digitalization diagnostics measure is relevant, because firms are in the stage of development where they need external help to implement digital solutions.

Additionally they don't have knowledge where to find suitable solutions for their firm. Industry digitalization diagnostics measure helps to relieve transition and capabilities failure.

For conducting the industry digitalization solutions introducing seminars, author recommends to take into account that Estonian industrial companies haven't started with digitalization and the topic of the seminars should be at the beginner's level. For the digitalization diagnostics measure, author recommends two-stepped diagnostics for offering suitable diagnostics for the firms which are starting with digitalization and for firms who are more advanced at digitalization but need external expertise. Those separate diagnostics should be different from the aspect of the scope they are mapping and solutions they are recommending at the firms.

Those two recommended measures are the first measures for supporting digitalization of Estonian industrial sector. From the results of the measures additional measures can be shaped if needed.

This thesis was practical-focused and the measures recommended as a result of the research are practically applicable. Application of the measures should bring benefits for supporting the digitalization of Estonian industrial companies. This thesis and research is suitable input for policy makers and entrepreneurship support measure developers.

In the future, additional research both micro and macro level about the benefits of Estonian industrial firms digitalization should be conducted. Additionally research about technologies used in Estonian industrial firms should be done. This research can be used to get overview of current state of the industrial sector and to shape more suitable measures to support digitalization of specific segments of firms.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Hannes Päll,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Eesti tööstuse digitaliseerimist toetavate meetmete arendamine“, mille juhendaja on Ele Reiljan ja kaasjuhendaja Priit Vahter,
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 21.05.2018