

KOKKUVÕTE

Lääne Virumaa tööstusettevõtete digitaliseerimise analüüsi

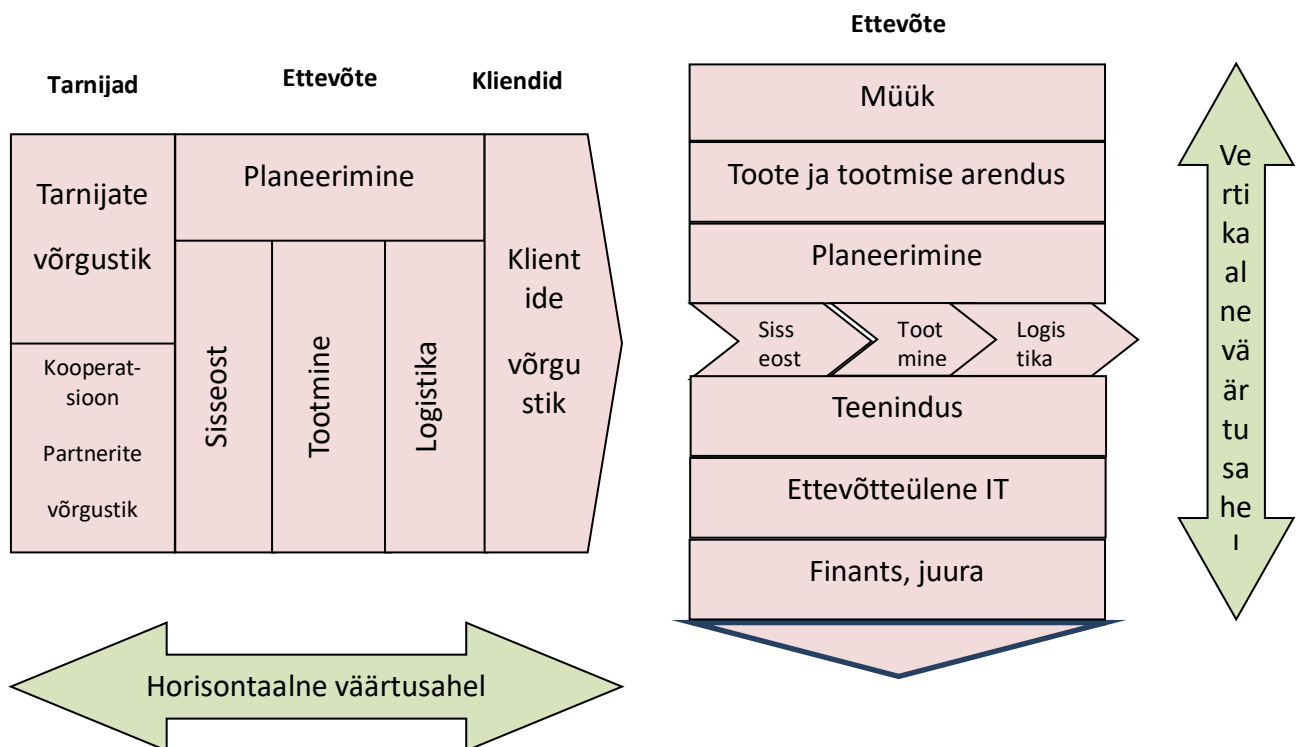
kokkuvõte 2019.a.

Ajavahemikus september-november 2019 toimus Lääne Virumaa Arenduskeskuse ja Tehnoloogia Arenduskeskuse IMECC ühisprojekt digiauditite läbiviimiseks regiooni ettevõtetes. Eesmärgiks oli hinnata ettevõtte protsesside digitaliseerimise taset, st erinevate infotehnoloogiliste süsteemide ja protsesside automatiseerimise vahendite kasutamise ulatust ja vajadust ning seeläbi määrata vastavus Tööstus 4.0 rakendatavuse ulatusele ettevõttes.

1. Üldpõhimõtted

Käesolevaid arenguid majanduses iseloomustab neljas tööstusrevolutsioon (Industry 4.0). See on uus väljakutse ja eesmärgiks on riigi ja ettevõtluse konkurentsivõime tugevdamine. Mitmed riigid on välja töötanud oma arenguprogrammid (lisaks Saksamaa Industrie 4.0 veel näiteks Rootsi – Sweden 2030 või Inglismaal Catapult programme). Tänapäevaks on suuremas osas Euroopa riikidest taolised programmid olemas ning nende põhiolemus on ettevõtluse arendamine läbi digitaliseerimise.

Tootmise digitaliseerimise eesmärgiks on integreeritud tootmine, mis võimaldab erinevate allüksuste eesmärgipärast ja ladusat koostööd, mille eesmärgiks on tootmistsükli (tellimuse teostuse tsükli) kestvuse lühendamine ja tootmise automatiseerimine ning seeläbi ettevõtte konkurentsivõime tõstmine. Tootmise digitaliseerimise tasemeks on erinevate digitaaltehnikate (kliendisuhete halduses – CRM, tootmise ettevalmistamisel -CAD/CAM, ERP, PLM, tootmiseseadmete halduses - CMMS, lao- ja logistika- süsteemides, jms) kasutamise ulatus vertikaalse (tellimuse täitmine) ja horisontaalse (tootmine) väärtusahela ulatuses (vt Joon.1 ja Tabel 1.).



Joonis 1. Ettevõtte vertikaalne ja horisontaalne väärtusahel

Digitaliseerimise peamine vajadus on ettevõtte tulemuslikkuse näitajaid (toote omahind, toote kvaliteet, toote turule toomise aeg, tellimuse täitmise täpsus) parandada ja suuta kaasas käia turu situatsioonide muutustega. Turu peamiseks mõjuteguriteks on paindlikkus (kliendi soov saada samaaegselterinevaid tooteid), toodete lühike eluiga (vajadus valmistada ka partii suurusega 1), olla valmis pakkuma erinevaid tooteid (toodete nomenklatuursus) ja muutma pidevalt toote funktsionaalsust (tuua turule just see toode, millest turg unistab).

Kui *Tööstus 4.0* on kompleksprogramm, oma paljude koostisosadega, siis *selle üheks keskseks koostisosaks on tootmise digitaliseerimine*. Tootmise digitaliseerimine tähendab arvutustehniliste meetodite ja automatiseerimise vahendite kasutamist tootmises. Tööstus 4.0 ja digitaliseerimisega seotud peamised digilahendused on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Tööstuse digitaliseerimist toetavad digilahendused

Jrk.nr	Digilahendus	Olemus
1.	CRM	<i>Customer Relationship Management</i> – <u>Internetipõhine kliendisuhete haldus</u> on vastavate meetodite ja tarkvaralahenduste kogum, mida ettevõtted kasutavad suhtluses klientidega, et hallata tellimuse käsitluse protsesse. Digitaalsed töökohad on ettevõtte lokaalvõrgus ühendatud üle Interneti globaalvõrkudega, et tagada interaktiivne suhtlusrežiim kliendi info- ja kommunikatsioonisüsteemidega.
2.	PLM/ERP	<i>Product Lifecycle management /Enterprise Resource Planning</i> Toote andmete haldus ja Tootmisressursside planeerimine on tootmise ettevalmistamise automatiseerimist abistavad süsteemid. Toote andmete haldus on lahendus, mida kasutatakse toote projekteerimisel, digitaalsel testimisel ja tootmisprotsesside ettevalmistamisel, et anda vajalikke juhiseid tootmiseks aga ka toote ajaloo hoidmiseks ning kvaliteediprobleemide lahendamiseks. Ettevõtte ressursside planeerimine on süsteem organisatsiooni ressursside ratsionaalseks kasutamiseks ja tootmisprotsesside planeerimiseks eesmärgiga lühendada tootmistsükli kestvust ja vähendada omahinda.
3.	IoT	<i>Internet of Things</i> Asjade Internet on füüsiliste seadmete suhtluskeskkond Interneti võrgustikus, kasutades täiendavalt erinevaid andureid, tarkvaralahendusi, liideseid, täiturmehhanisme, jms, et võimaldada vahetada informatsiooni, koguda andmeid, teha vajalikke otsuseid, aktiveerida seadmeid, jms ning muuta erinevad masin-masin või inimene-masin süsteemid efektiivsemaks, lihtsamini toimivaks ning tõhusamaks.
4.	CAQ	<i>Computer Aided Quality Control</i> Automatiseeritud kvaliteedikontroll on insenerilahendus, milles vastavate digitaalsete mõõteriistadega ning tarkvarasüsteemide abil toimub mõõtmine, mõõtetulemuste analüüs ja otsuste langetamine toote kvaliteetsuse osas. Sageli kasutatakse täiendavalt 6 Sigma ja SPC (<i>Statistical Process Control</i>) meetodeid.
5	MES	<i>Manufacturing Execution System</i> Tootmise jälgimise süsteem on infotehnoloogiline süsteem, mis haldab tootmiskeskset informatsiooni ettevõttes. Saadud andmete võrdluse, analüüsi ja prognoosi alusel on

		võimalik anda hinnanguid tulemustele (ka visualiseerides neid) ning teostada pideva parendamise protsessi ettevõttes.
6	IVC	Vertikaalne ja horisontaalne väärtusahel on integreeritud tegevuste kogum tootele väärtuse lisamise protsessis läbi tellimuse käsitlemise toimingute ning järjestikuste etappide realiseerimise kaudu tootmises. Väärtusahelate digitaliseerimine võimaldab liidestada erinevaid ettevõtte süsteeme ja efektiivsemalt teostada toiminguid andmetega: ülekandmine, sorteerimine, analüüs, jms ning seeläbi võtta vastu otstarbekaid otsuseid või prognoosida tulemusi.
7	CPS	<i>Cyber Physical System</i> Küber-füüsikaline süsteem on termin, mis kirjeldab laia valdkonda erineva funktsionaalsusega keerulisi süsteeme, mis kasutavad mitmesuguseid digitaaltehnoogiaid (sh monitooring, andmeanalüüs, simulatsioon, modelleerimine, otsustusteooriad, virtuaalreaalsus, jms) füüsilistes tehnoloogilistes süsteemides (robotiseeritud tehnoloogilised kompleksid, paindautomatiseeritud tootmissüsteemid, automatiseeritud transpordi-laosüsteemid, energiamonitooringu ja -tõhususe süsteemid, jms).
8	WMS	<i>Warehouse Management System</i> Ladude haldamise automatiseeritud süsteem on tarkvaralahendus, mis on väljatöötatud laoressursside planeerimiseks, arveldamiseks ja kontrolliks, samuti laologistiliste tegevuste teostuseks: kaupade sisestamine, väljastamine, kaubakoodide andmine, arvelduste haldamine ja korraldamine, statistiliste aruannete genereerimine ning integreeritud sidepidamise korraldamiseks võrgustikus olevate ladude vahel, jms.
9.	CMMS	<i>Computer Aided Maintenance Management System</i> Seadmete hoolduse automatiseeritud süsteem on tööstusseadmete kasutamise, korrasoleku eest vastutamise ja ennetavate ning korraliste remontide planeerimise, teostust korraldava ja vastava informatsiooni kogumise, säilitamise ja töötlemise vahend. Tänapäeva süsteemide juures on ennetavate ja prognoosivate funktsioonide kasutamine väga oluline.
10	LIMS	<i>Laboratory Information Management System</i> Kvaliteedikindlustamise süsteem on tarkvaralahenduste kogum alates kvaliteedi kontrollist ja lõpetades kvaliteedi tagamise erinevate lahenduste integreeritud kasutamisega ettevõttes. Siia juurde kuuluvad mitmed tegevused nagu: töövoogude automatiseeritud jälgimine (<i>workflows</i>), toodete monitooring (<i>traceability</i>), ajajälgimine (<i>time tracking</i>), tööriistade kalibreerimise ja haldamise süsteemid, tööriistade püsivusaegade jälgimise süsteemid, töötulemuste automatiseeritud monitooring, jms

2. Digiauditite teostus ja hindamisskaala

Digiauditi eesmärgiks oli saada ülevaade millisel määral ja mis eesmärkidel rakendavad ettevõtted erinevaid digitaaltehnilisi vahendeid (vt Tabel 1) oma väärtusahela kesksete toimingute teostamisel (vt Joonis 1). Analüüsi aluseks on võetud vahetult Tööstus 4.0-ga seonduvad teemagrupid koos vastavate tehnoloogiate kasutamisega. Auditi küsimustik oli koostatud sügava tehnoloogilise sisuga, mille

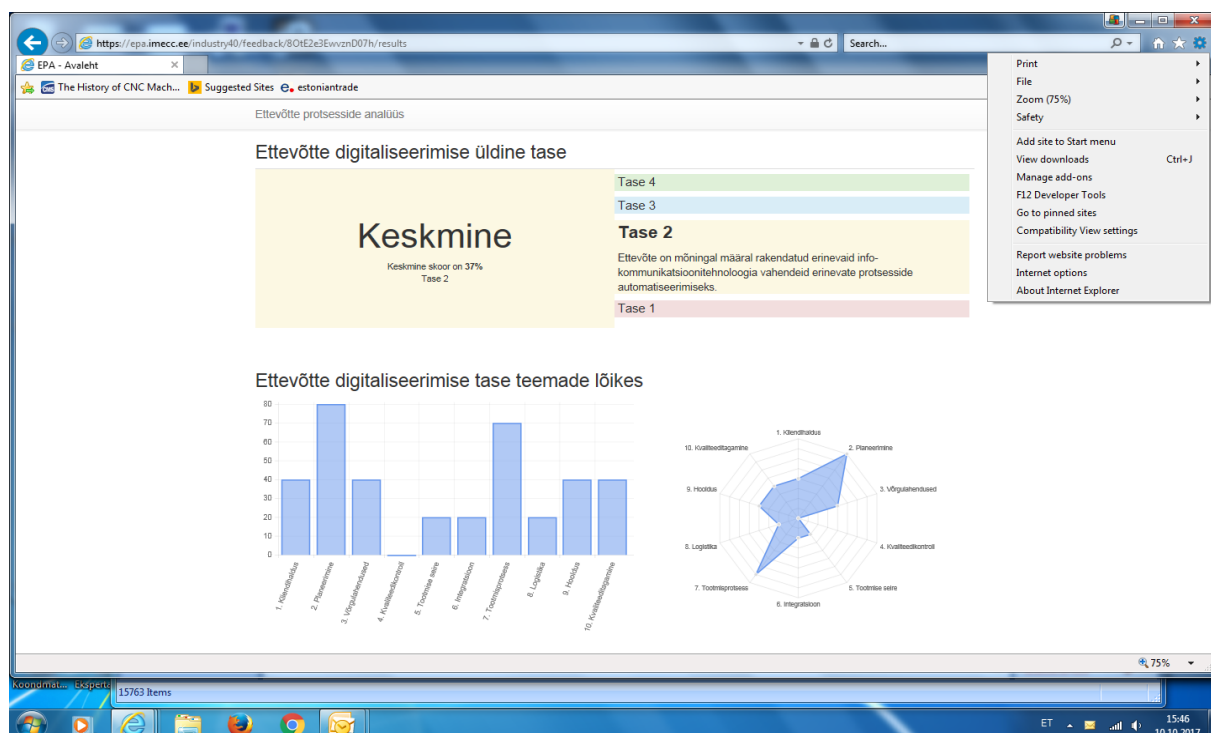
avamine ettevõtte keskselt mitte ainult ei näita kas mõne tegevuse osas (kliientidega suhtlemine, tootmise planeerimine, vms) rakendatakse suuremas või väiksemas osas infotehnoloogilisi vahendeid. Küsimustiku koostamisel on lähtunud standardi ANSI ISA 95.00-xx põhimõtetest. Vaid koostatud küsimustike põhjal on võimalik hinnata ka sisulist taset erinevate digitaaltehnikate kasutamise osas. Näiteks kuidas toimub töö tulemuste kogumine, süstematiseerimine, analüüs, hindamine, järelduste tegemine, visualiseerimine. Niiviisi on võimalik sügavuti minna kõigi Tabelis 1 toodud temagruppide osas.

Koostatud algoritm võimaldas hindamistulemusi grupeerida neljale tasandile.

1. Tase nõrk – ettevõtte pole rakendanud digitaaltehnoogiaid või puudub vajadus nende rakendamise järele;
2. Tase keskmine – ettevõtte on mõningal määral rakendanud erinevaid infokommunikatsioonitehnoloogia vahendeid erinevate protsesside automatiseerimiseks;
3. Tase hea – ettevõtte kasutab erinevate protsesside digitaliseerimist ja liigub Tööstus 4.0 arenduste suunas;
4. Tase tugev – ettevõtte liigub jõuliselt Tööstus 4.0 tehnoloogiate suunas ning mitmed horisontaalse ja vertikaalse väärtusahela protsessid on digitaliseeritud erinevate IKT lahenduste kaudu (nii tarkvaraliselt kui riistvaraliselt).

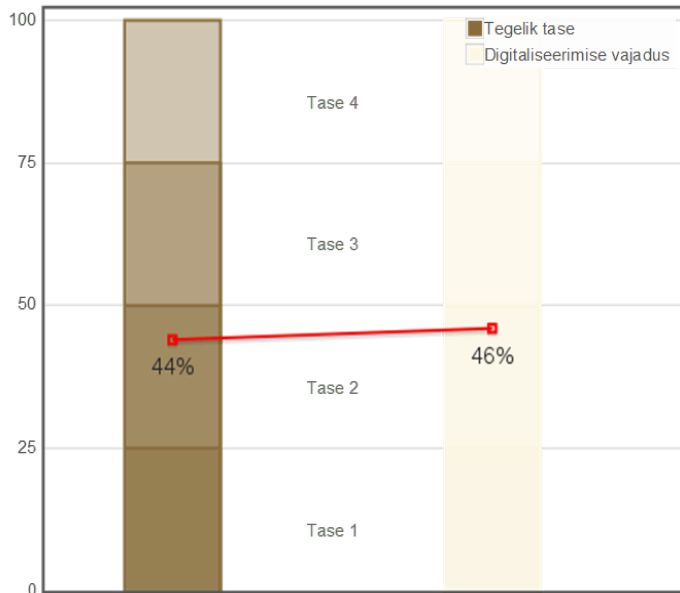
Tasemete määramisel hinnaalandust tehtud ei ole ja vastavale tasemele kvalifitseerumine tähendab võrdväärset olukorda Euroopa arenenud tööstusriikide ettevõtetega.

Digiauditeid on võimalik läbi viia üle Interneti, kusjuures ettevõtted soovi korral võivad säilitada oma anonüümsuse. Sel juhul auditi tulemused on nähtavad ainult isikupäraselt sellel konkreetsel ettevõttel. Vajaduse puhul ettevõtte võib paluda selgitusi andma konsultante Arenduskeskusest IMECC. Tulemuste ekraanipildi näidis on toodud Joon.2.



Joonis 2. Digiauditite koondtulemused ettevõtete lõikes.

Digianalüüs võimaldab hinnata nii olemasolevat taset ettevõttes kui ka vajalikku taset. Rahuloluks on põhjust, kui need kaks taset langevad ligilähedaselt kokku, nagu näiteks joonisel 3.



Joonis 3. Olemasolev ja vajalik digitaliseerituse tase

3. Auditi tulemused ja nende interpretatsioon

Digiauditi põhitulemuseks on ettevõtte võime ja võimalus saada ülevaade digitaliseerimise tasemest erinevate teemagruppide (vt Tabel 1) lõikes. Nähes tulemust, saab ettevõtte langetada mõned olulised otsused.

1. Rahulolu või rahulolematuse koondtulemusega.
2. Tegevusplaani vajalikkus koos peamiste probleemsete teemade esiletoomisega.
3. Investeeringute ja investeeringute plaani koostamise vajalikkus.
4. Täiendavate uuringute ja täiendavate koolituste vajalikkus

Lääne Virumaa ettevõtete keskmine koondtase oli **1 (digitaseme hinnang 18,9%)** ning **vajalik tase 3 (digitaseme hinnang 52%)** Tulemus näitas, et ettevõtete ootused on märksa kõrgemad. Keskmine tase 1 näitas, et maakonna ettevõtted on vähesel määral rakendanud erinevaid info-kommunikatsioonitehnoloogia vahendeid ja tehnoloogilisi süsteeme erinevate protsesside digitaliseerimiseks ja automatiseerimiseks. Olemasolevate vajaduste puhul tuleb väga selgelt ilmsiks korrelatsioon toote lisandväärtuse ja digitaliseerimise ning automatiseerimise vajaduse vahel. See tähendab, et kui ettevõtte toodab lihtsaid tooteid, madala lisandväärtusega, siis reeglina kulutused tootmise oluliseks digitaliseerimiseks ja automatiseerimiseks ennast ei õigusta. Kuna ettevõtete vajalik

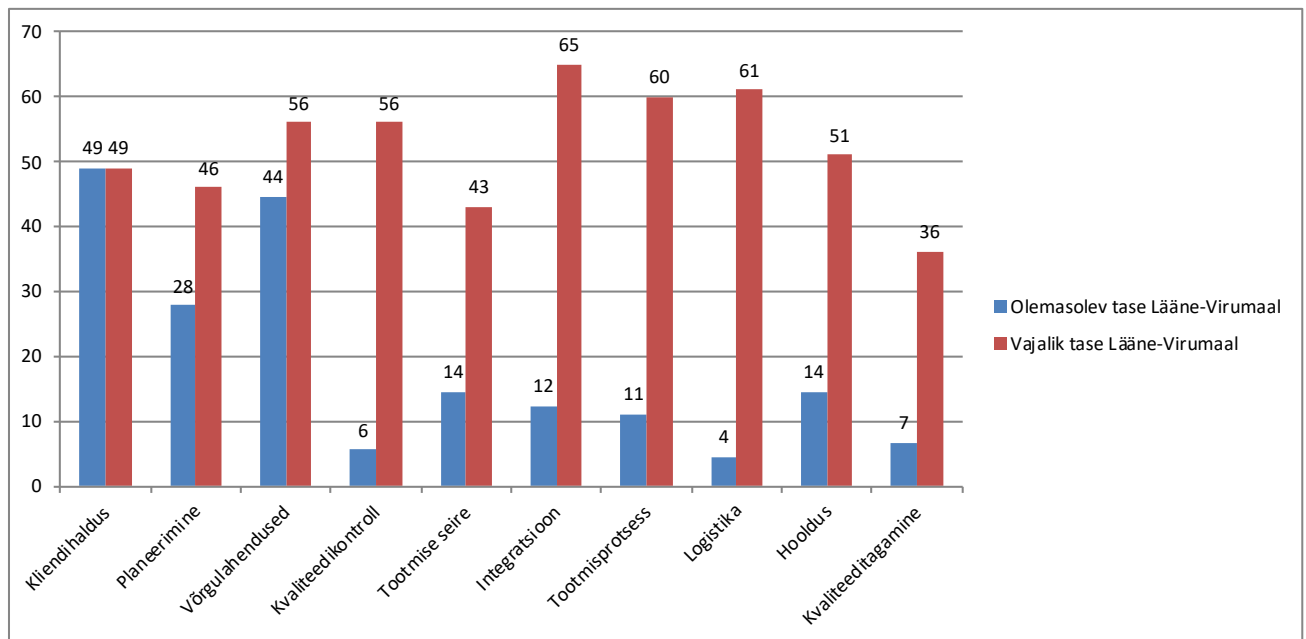
koondtase (ca 30%) ületas tunduvalt senist olemasolevat taset, siis näitab see selgelt, et mõeldakse suurema lisandväärtusega tootmise suunas ning planeeritakse oma konkurentsivõimet suurendada eeskätt automatiseerimise ja digitaliseerimise lahenduste kasutamisega. Digitaliseerimine ja automatiseerimine aitavad tõsta tootlikkust ja vähendada oluliselt ressursikulude mõju, kuid seda vaid siis kui investeeringute mahud on kaetud toodete lisandväärtusest tekkiva vaba finantseerimisvõimalusega.

Väljatöötatud infotehnoloogiline süsteem võimaldab leida ja analüüsida mitmeid seoseid ja sõltuvusi, näiteks:

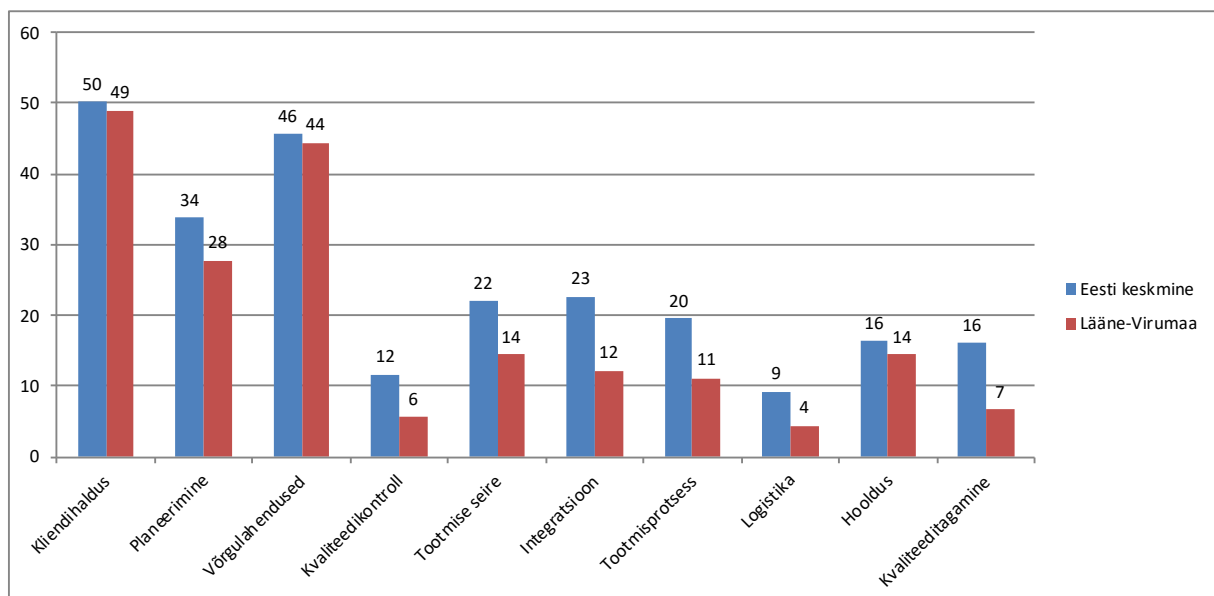
1. Vaadelda olukorda erinevate maakondade lõikes.
2. Analüüsida ettevõtete digivõimekust erinevate tööstusharude lõikes (masinatööstus/ puidutööstus/ toiduainete tööstus/ elektroonikatööstus/ tekstiili-ja rõivatööstus, jms).
3. Käsitleda töötajate arvu osatähtsuse mõju (suurettevõtted, keskmised ettevõtted, väikeettevõtted, mikroettevõtted) digitaliseerimise ulatusele.
4. Analüüsida ekspordi suuruse mõju digitaliseerimise vajadusele.

Kuna lahenduse tarkvara arendusel lähtuti paindlikkuse printsiibist, siis põhimõtteliselt on väljatöötatud lahendusele võimalik liidestada ka teatavaid lisafunktsioone.

Alljärgnevalt on toodud mõned iseloomulikumat tulemused Lääne Virumaa ettevõtete digitaliseerimise auditist. Esmalt saab öelda, et olenemata analüüsi aluseks võetud kriteeriumist, on üldpilt erinevate digitaliseerimise näitajate lõikes suhteliselt analoogiline nii Eestis kui ka teistes maakondades



Joonis 4. Olemasoleva taseme võrdlus vajaliku tasemega teemagruppide lõikes



Joonis 5. Digitaliseerimise tase Lääne Virumaal võrrelduna Eesti ettevõtete keskmise tasemega

Mõningad täiendavad tähelepanekud.

1. Oodatult paremal tasemel oli ettevõtetel digitaaltehniliste vahendite kasutamine kliendisuhete korraldamisel ja arvutivõrkude kasutamisel. Ettevõtted kasutavad erinevaid kommunikatsioonitehnikaid edukalt ning Internet ja ettevõttesisesed lokaalvõrgud on ka piisavalt tavapärased.
2. Negatiivse üllatuse tekitas kvaliteedikontrolli ja kvaliteedi tagamise digitaliseerimise temaatika, samuti ka laomajanduse juhtimise temaatika väga madal tase. Teataval määral annab see tõendi, et vastavates ettevõtetes ollakase toodete väärtusahelas üsna madalal tasemel, kuna usutavasti need valdkonnad pole ettevõttele väga olulised.
3. Kaasaegsete tootmissüsteemide arenduse tulemused (integratsioon, tootmisprotsess) annavad eeldada, et tootmises mõningal määral kasutatakse CNC seadmeid, kuid tootmisprotsesside integreeritusest ja terviklikust automatiseeritusest ollakse veel üsna kaugel.
4. Ka seadmete hoolduse temaatika kompleksne lahendamine ei ole väga päevakorras. Tulemused näitavad, et üldisi hooldusgraafikuid peetakse, kuid hoolduse digitaliseerimise terviklahenduste peale ei ole väga mõeldud.
5. Saadud tulemuste põhjal võis täheldada, et tootmise planeerimise süsteeme ERP teataval määral kasutatakse. Samas ilmeslt aga suhteliselt vähesel määral ettevõtted kasutavad raalprojekteerimise tarkvara (CAD) lahendusi ning ka tootmisprogrammide automatiseeritud ettevalmistamist (CAD/CAM).
6. Mitte just kiita olukord on tootmisandmete kogumise-, süstematiseerimise- ja analüüsi-tegevuste digitaliseerimisega (tootmise seire). Need on aluseks aga võtmetulemusnäitajate (KPI) väljatöötamisel ja viimased omakorda aitavad parandada tootlikkust ning kogu ettevõtte tulemuslikkust.

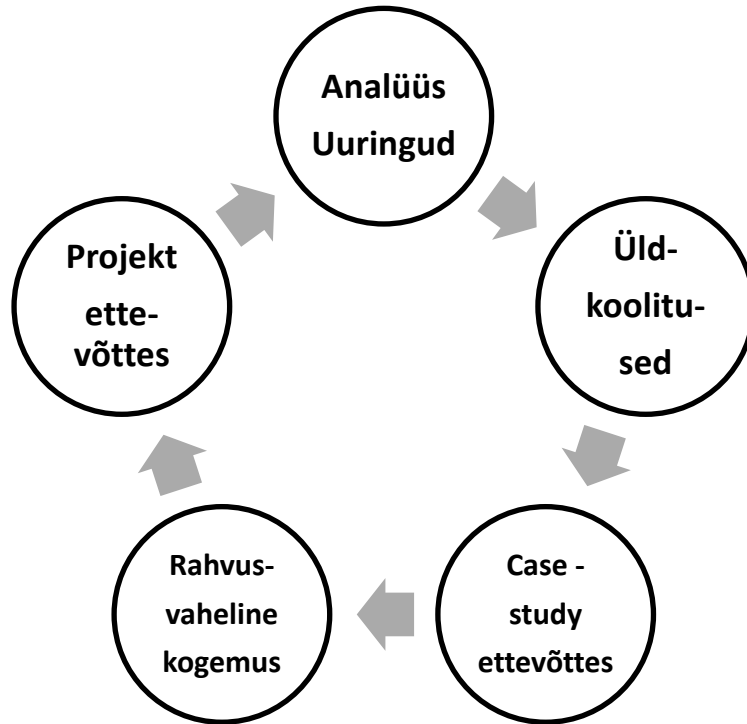
5. Üldised järeldused ja edasised tegevused

Projektis osales mitte väga suur kogum ettevõtteid erinevatest tööstusharudest. See tekitab ka raskusi lõppjärelduste koostamisel. Ettevõtted olid erineva suurusega, käibega, sisemise töökorraldusega, ekspordi osatähtsusega. Tulemuste poolest olid ettevõtted üsnagi erinevad. Esines ettevõtteid, kelle digitaliseerimise taseme hinnang oli hea ja nad olid selgelt orienteeritud kaasaegsete tehnoloogiate kasutamisele ning protsesside automatiseerimisele. Samas esines ettevõtteid kes vähemalt digitaliseerimise valdkonnas olid vägagi kasinad. Siit tekibki küsimus, kas puudub vajadus või probleemiks on teadmatus. Sellele saab esmase vastuse planeeritud ca 1 tunnise tasuta konsultatsiooni abil ettevõttes, mida mõned ettevõtted ka kasutasid..

Edasiselt võiks plaanida mõne koolituspäeva korraldamist, näiteks teemadel:

1. Digiagnostika ja digitaliseerimise teekaarti koostamine (ettevõtte automatiseerimise ja digitaliseerimise vajadused ja võimalused)
2. Ettevõtte tootmissüsteemi olemus ja otstarbekas kasutamine
3. Tootmise seire ja kulusäästliku tootmise (Lean) rakendamise põhimõtted ettevõttes

Otstarbekas oleks vastava digiaudit läbi viia ka edaspidi ettevõtetes, vähemal regulaarsusega 1 kord aastas ja analüüsida kuidas on kulgenud arendusprogress. Sellest johtuvalt rakendada vajalikke arendusringi elemente.



Joonis 6. Ettevõtte arendusring