

TOOTMISE KORRALDAMINE

ÕPPEMATERJAL KUTSEKOOULIDELE
JÜRI RIIVES, JAAK LAVIN



TOOTMISE KORRALDAMINE

Õppematerjal kutsekoolidele

Jüri Riives
Jaak Lavin

Tallinn 2014

Käesolev õppematerjal on valminud „Riikliku struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007-2013” ja sellest tuleneva rakenduskava „Inimressursi arendamine” alusel prioriteetse suuna „Elukestev õpe” meetme „Kutseõppe sisuline kaasajastamine ning kvaliteedi kindlustamine” programmi „Kutsehariduse sisuline arendamine 2008-2013” raames.

Õppematerjalide koostamisel on lähtutud valdkonna kutsestandardite nõuetest ja tööstuse vajadustest. Õppematerjalid on vastavuses riiklike õppekavadega ja abisatavad kutseõppeasutuste õppureid edasiseks tööks vajalike teadmiste omandamisel. Kompetentne töötaja omab eeldusi tööturul tugevama positsiooni saavutamiseks. Väga vajalik on, et iga töötaja töökohal oskaks parimal võimalikul viisil kasutada vastavaid seadmeid ja tehnoloogiaid ning tunneks kulusäästliku ja tulemusliku töö põhimõtteid.

Mehaanika ja metallitöödega seotud sari sisaldab alljärgnevaid õppematerjale kutsekoolidele:

1. Tootmise korraldamine;
2. Mehaanilise töötlemise tehnoloogiad ja kasutatavad seadmed;
3. Metalltoodete valmistamine, koostamine ja viimistlemine;
4. Keevitustööd;
5. Lehtmetalli töötlemistehnoloogiad;
6. Mehhatroonika komponendid;
7. Robotitehnika kutsekoolidele.

Kogu sarja ettevalmistuse ja eestvedamise juures on olnud: Jüri Riives, Tõnu Lelumees, Jaak Lavin, Triin Ploompuu, Lii Topaasia, Helina Seljamäe, Leelo Kingisepp ja Piret Kärtner.

Toimetaja: Sirli Tarve

Kujundaja: Ingela Viks

Trükieelne korrektuur: Nele Otto

Trükk: AS Atlex

ISBN 978-9949-547-88-3 (trükis)

ISBN 978-9949-547-80-7 (pdf)

Autoritest



Jüri Riives on Tallinna Tehnikaülikooli tootmissüsteemide professor, Innovatiivsete Masinaehituslike Tootmissüsteemide Tehnoloogiaarenduskeskuse IMECC OÜ juhataja.

Peamised tegevusvaldkonnad:

- ~~AAA~~ aasaegsed ärimudelid ja tootmisvõrgustikud
- ~~AAA~~ tootmissüsteemid ja –süsteemide arendus
- ~~AAA~~ protsessijuhtimine
- ~~AAA~~ klastrid ja klasterarendus
- ~~AAA~~ kvaliteedijuhtimine

Jüri Riives on töötanud pikaajaliselt Eesti Masinatööstuse Liidu juhatuse esimehena ning on masina-, metalli- ja aparaaditööstuse kutsenõukogu esimees ja Eesti Kvaliteediühingu liige.

Jüri Riives on tegev olnud paljudes rahvusvahelistes projektides, mis on suunatud klasterite ja koostöövõrgustike arendusele, töötajate kompetentside arendusele ning teadmispõhiste regioonide ja tootmissüsteemide arendusele.



Jaak Lavin on sündinud 1954. aastal. Ta on lõpetanud Dresdeni Tehnikaülikooli masinaehituse inseneri erialal ja Tartu Ülikooli ärijuhtimise magistriõppe.

Alates 2003. aastast on ta aktiivselt tegelema koolitamisega tootmise juhtimise ja planeerimise erinevates valdkondades ning olnud kaasautoriks tootmisjuhtimise alase raamatu „Uuenduslik tootmine“ väljaandmisel.

Sisukord

Eessõna	7
Sissejuhatus	8
1. Tootmine masinaehitusettevõttes	10
1.1. Tootmistüübid	10
1.2. Ettevõtte ja tema koostisosad	13
1.30 Tootmissüsteemid	19
1.3.10 Tootmissüsteemide koostisosad	23
1.3.2. Automatiseeritud tootmissüsteemid	28
Mklcpf wu.....	57
Gpgugnqpvtkmũko wugf (.....	59
2. Tootmistegevuse korraldamine	39
2.1. Tootmistellimuse käsitlemine	39
2.2. Tootmise planeerimise olemus ja tulemid	43
2.3. Tootmistegevuse korraldamine ja tootmise juhtimine	45
2.4. Otsustusprotsessi olemus	51
2.5. Toote hind ja lisandväärtus	54
2.5.1. Püsikulud ja muutuvad kulud	54
2.5.2. Hinnakalkulatsioon ja tootmiskulud	56
2.5.3. Hinnapakkumine	57
2.5.4. Tootmiskulud	58
2.5.5. Kasumiläve analüüs	60
Mklcpf wu.....	84
Gpgugnqpvtkmũko wugf (.....	85
3. Töökoha roll ja koht organisatsioonis	65
3.1. Töökoha mõiste ja töökohtade näited	65
3.2. Töökoht kui osa organisatsioonist ja tehnoloogiast	68
3.2.1. Töökoht kui osa organisatsioonist	68
3.3. Töökoht tootmisprotsessi osana	74
3.4. Töökoha kohustused ja vastutus	77
3.4.1. Töökohakesksed sisendid ja nende eesmärgid	77

3.4.2. Töökoha vastutus ja selle tagamine	81
3.5. Töökoha tulemuslikkus	85
Mt1cpf wu.....	2
GpgugnqptqnrkñÅuko wugf '.....	3
4. Kvaliteet ja kvaliteedijuhtimine	93
4.1. "Kvaliteedi mõiste ja olemus	93
4.2. "Kvaliteedijuhtimine ja kvaliteedijuhtimissüsteemid.....	96
4.3. "Kvaliteedi tagamine ja kvaliteedi kindlustamine.....	102
4.3.1. "Kvaliteedikontroll.....	104
4.3.2. "Mittevastava toote ohje.....	12;
4.3.3. "Statistiline protsessiohje	113
4.4. "Pidev parendamine.....	118
Mt1cpf wu.....	45
GpgugnqptqnrkñÅuko wugf '.....	46
5. Projekt ja projektijuhtimine ettevõttes	128
5.1. "Projekt ja projekti olemus ettevõttes.....	128
5.1.1. "Projekti eesmärgid	12:
5.1.2. "Projekti tellija (ülesande püstitaja)	14;
5.1.3. "Konflikti allikad ja võimalikud lahendused projektis.....	14;
5.2. "Projekti juhtimine ja projektijuht.....	132
5.3. "Projekti planeerimine	134
5.3.1. "Projektiplaani põhimõtted	134
5.3.2. "Projektiülesannete planeerimine.....	135
5.3.3. "Töömahtude planeerimine	136
5.3.4. "Tähtaegade planeerimine	137
5.3.5. "Ressursside planeerimine	138
5.3.6. "Projekti kulude planeerimine.....	139
5.3.7. "Riskid projektijuhtimises.....	139
5.4. "Projekti teostus ja seire	15;
Mt1cpf wu.....	67
GpgugnqptqnrkñÅuko wugf '.....	68
6. Ülesanded	149

Eessõna

Käesolev käsiraamat on valminud „Riikliku struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007–2013” ja sellest tuleneva rakenduskava „Inimressursi arendamine” alusel prioriteetse suuna „Elukestev õpe” meetme „Kutseõppe sisuline kaasajastamine ning kvaliteedi kindlustamine” programmi „Kutsehariduse sisuline arendamine 2008–2013” raames.

Mehaanika ja metallitöödega seotud sari sisaldab alljärgnevat õppematerjali kutsekoolidele:

1. Tootmise korraldamine.
2. Mehaanilise töötlemise tehnoloogiad ja kasutatavad seadmed.
3. Metalltoodete valmistamine, koostamine ja viimistlemine.
4. Keevitustööd.
5. Lehtmetalli töötlemistehnoloogiad.
6. Mehhatroonika komponendid.
7. Robotitehnika kutsekoolidele.

Kogu sarja ettevalmistuse ja eestvedamise juures on olnud: Jüri Riives, Tõnu Lelumees, Jaak Lavin, Triin Ploompuu, Lii Topaasia, Helina Seljamäe, Leelo Kingisepp ja Piret Kärtner.

Sissejuhatus

Tootmine on olnud üks inimühiskonna olulisi tegevusi juba iidsetest aegadest alates. Tootmine kui süstemaatiline, selgelt väärtuse loomisele orienteeritud tegevus sai alguse koos esimese tööstusrevolutsiooniga ehk aurumasina leiutamisega J. Watti poolt.

Aegade jooksul on tootmissüsteemid, -seadmed ja -tehnoloogiad muutunud järjest keerulisemateks ja nende abil on ikka enam ja paremini võimalik rahuldada tarbijaskonna vajadusi. Need vajadused paraku järjest kasvavad, toodete nomenklatuursus suureneb ja funktsionaalsus ületab sageli juba igasugused tavamõistuse piirid.

Võtame näitena mobiiltelefoni. Veel 20 aastat tagasi olid turul vaid mõned tootjad ja mõningad lihtsad mudelid, mis valitsesid turgu pikka aega. Tänapäeval on mobiiltelefone tohutult paljudes variantides, nende funktsionaalsus on väga lai ning tavatarbija kasutab neist vaid tühist osa. Samas on nende eluiga ehk tarbijapoolne kasutamine suhteliselt lühike. Lühike on eluiga eelkõige seetõttu, et tiheda konkurentsi tingimustes tulevad tootjad ikka ja jälle uute „imevahenditega“ turule, mis paraku ka tarbijatele meeldivad.

Et tarbijaskonnale meeldida ning olla konkurentsivõimeline, on tootmine muutunud järjest keerulisemaks. Seal kasutatakse väga erinevaid tehnoloogiaid, suurel määral automatiseerimist, valmistatavad tooted peavad olema kõrge kvaliteediga, disainilt edumeelsed ning lihtsad kasutada. See ülesanne ei ole kergete killast. Ülesande reaalseteks teostajateks on aga ikka inimesed. Ettevõtete töötajad peavad olema targad, teotahtelised, laia silmaringiga, kohusetundlikud, ambitsioonikad. Tõsi mis tõsi, tänapäeva tööstus vajab väga heade oskuste ja teadmistega töötajaid.

Masinatööstus on Eestis üks juhtivaid töötleva tööstuse sektoreid. Ettevõtteid on palju ja nende töötajaskond suhteliselt arvukas. Eesti masinatööstusettevõtetes on valitsevateks tehnoloogiateks keevitamine, konstruktsioonide koostamine, mehaaniline töötlemine, lehtmaterjalist toodete valmistamine, aparaatide ja mehhanismide koostamine, arv- ja programmjuhtimisseadmetel töötlemine, mehhatroonika ja robotitehnika. Automatiseerimise ja infotehnoloogiliste süsteemide kasutamise osatähtsus ettevõtetes järjest suureneb. Robotiseerimisele pööratakse kogu maailmas, sh ka Euroopa Liidus, väga suurt tähelepanu. 2013. aastal välja kuulutatud neljas tööstusrevolutsioon (*Industry 4.0*) seab esikohale just kübertehnilised süsteemid ja asjade interneti (*Internet of Things*), milles on suur roll mehhatroonikal ja tootmise robotiseerimisel.

Tööstusele vastavaid nõudeid erinevates valdkondades on kirjeldatud kutsestandardites. Kutsestandardid omakorda on aluseks õppekavade koostamisel, et õppurid omandaksid need teadmised ja oskused, mida edukalt ettevõtluses rakendada saab. Käesolev kutseõppes kasutatav õpikute sari (kokku 7 õpikut) katab eeltoodud enamkasutatavamad tehnoloogiad. Igas õpikus on käsitletud põhitõdesid, kuid ühtlasi võetud arvesse ka tööstuse arengutrende. Iga õpik on keskendunud küll konkreetsele ainevaldkonnale, kuid nagu tegelik elu on täis paljusid seoseid,

nii ka mitmetel juhtudel on kasulik tugineda erinevates õpikutes esitatule. Seda soovitus peaksid arvesse võtma nii koolitajad kui ka õppurid.

Kutseõpe keskendub väga suures osas tööstusele vajalike spetsialistide ettevalmistamisele, kelle pärusmaaks saavad erinevad töökohad tootmisettevõtetes. Töökoht ongi kaasaegse tootmise elementaariusus, mis on tihedalt integreeritud ettevõtte teiste süsteemide ja protsessidega. Töökoha tegevust iseloomustab tulemuslikkus, mis on aluseks organisatsiooni tootlikkusele ja konkurentsivõimele.

Igal töökohal töötades on vaja keskenduda viiele väga olulisele valdkonnale, mis on omavahel tihedalt seotud:

- Tootmiskorraldus: kuidas tulemuslikult toota?
- Tootmiseseadmed: mida, milleks ja kuidas kasutada?
- Tootmistehnoloogia: kuidas toodet valmistada?
- Kvaliteet: mis on kvaliteedinäitajad ja kuidas kindlustada kvaliteet?
- Efektiivsus: mis on kulud ja kuidas vältida võimalikku raiskamist?

Nendest seisukohtadest lähtuvana ongi kogu õpikute sari üles ehitatud. Loodetavasti aitab käesolev õpikusari tõsta nii õpetamise kvaliteeti kui ka sisu, pakkudes uut tehnoloogilist ja organisatsioonilist teavet.

1. Tootmine masinaehitusettevõttes

1.1. Tootmistüübid

Tootmine on tootele väärtust andev tegevus. Tootmistegevust püütakse korraldada võimalikult ratsionaalselt. Sõltuvalt toote olemusest, keerukusest, toodetavast kogusest ja nomenklatuurist, on tootmine ka erinevalt korraldatud.

Tootmismahdade ja nomenklatuuri põhjal (eri liiki toodete arv), nende tootmise regulaarsuse (kui tihti sama liiki toode uuesti tootmisse tuleb) ja stabiilsuse (kui pikka aega on samaliigiline toode tootmises) põhjal eristatakse masinaehituses kolme tüüpi tootmist: üksik-, seeria- ja masstootmine [1, 2, 3].

Üksiktootmises valmistatakse laia nomenklatuuriga tooteid suhteliselt väikestes kogustes ja tihti üksikult. Toodete valmistamine kas üldse ei kordu või kordub mitteperioodiliselt. Üksiktootmist iseloomustab erineva sisuga operatsioonide teostamine erinevatel töökohtadel. Seetõttu peavad töökohad olema universaalsed. Üksiktootmises valmistatakse tavaliselt tooteid üksiktellimuste alusel, kus nõutakse eritingimuste täitmist.

Ettevõttelt võidakse küsida üksiktellimuse hinda, näiteks hoone metallkonstruktsiooni valmistamiseks, aparelli tootmiseks autode sadamakaitl laeva peale laadimiseks või mitmesuguste eriliigiliste seadmete, mehhanismide, anumate jms tootmiseks ettevõtetele, elektrijaamadele, kaevandustele jne.

Seeriatootmises valmistatakse tooteid partiidena, seeriatena, mille valmistamine harilikult kordub kindla ajavahemiku järel. Seeriatootmine on laia nomenklatuuriga tootmine, kus üksikudel töökohtadel tehtavad erinevad operatsioonid korduvad perioodiliselt. Toodanguks on tavaliselt kindlaksmääratud tüüpi masinad, mida toodetakse kas suuremas või väiksemas koguses.

Masstootmises valmistatakse samanimelisi tooteid reeglina suurtes kogustes pidevalt pikema aja kestel. Masstootmist ei iseloomusta mitte niivõrd väljalastavate toodete arv, kuivõrd enamikule töökohtadele kinnistatud ainult ühe, alaliselt korduva operatsiooni täitmine. Tootmisprogramm masstootmises tingib töökohtade võimalikult kitsa spetsialiseerimise, kusjuures igal töökohal tehakse ainult ühte operatsiooni ning töökohad paiknevad vooluliinil tehnoloogilise protsessi kulgemise järjekorras.

Tootmisprotsessi iseloomu järgi klassifitseeritakse tootmine: pidevtootmiseks ja tükitootmiseks.

Pidevtootmine toimub katkematu tehnoloogilise protsessina. Pidevprotsessi ehk pidevtootmise eripära seisneb võimaluses saada pidevalt lõpptoodangut. Pidevtootmise protsesse kasutatakse näiteks metallurgiatööstuses (nt raudteeliiprite kuumvaltsimine vahetult sulametallist), keemiatööstuses (nt bensiini tootmine) või toiduainetetööstuses (nt õllepruulimine).

Tükitootmise puhul toimub tootmisprotsess üksikute järjestikuste etappidena tavaliselt erinevatel töökohtadel. Tükitootmine ehk toodete diskreetne valmistamine toimub kas

individuaalse tootmisena (üksik kordumatu toode), seeriaviisilise tootmisena (määratud suurusega partiid) või projektiviisilise tootmisena (organisatsiooniline vorm tellimuste täitmiseks ettevõttes).

Projektipõhise tootmissüsteemi (*project shop*) loomise põhjuseks on tavaliselt valmistatava toote keerukus, originaalne komplitseeritud lahendus vms.

Tükitootmise tootlikkuse tõstmiseks kasutatakse võimaluse korral **vooltootmise** põhimõtteid [3,4]. Kui kõigil töökohtadel on operatsiooni kestus võrdne või kordne ja vastab etteantud tootlikkusele, siis tehakse tööd liinil pideva vooluna ja ettemääratud taktiga (rütmiga). Vooltootmisel mõjutab takt (rütm) oluliselt tehnoloogilise protsessi koostist, kuna iga operatsiooni tükiaeg peab olema võrdne või kordne väljalasketaktiga, et kindlustada kõikide töökohtade ühtlane koormamine. Sellisel viisil on võimalik oluliselt lühendada tootmistsükli kestust, st suurendada tootlikkust. Eeltoodust nähtub, et masstootmine on oma olemuselt pidev vooltootmine. Masstootmine on majanduslikult otstarbekas piisavalt suure tootmisprogrammi puhul.

Kui tootmisprogramm ei kindlusta töökohtade koormamist sama operatsiooniga pikema aja vältel, siis organiseeritakse **seeriatootmine**. Et seeriatootmises valmistatakse tooteid korduvate partiidena, siis rakendatakse seeriatootmises sisuliselt **vahelduv-vooltootmist**. Sellisel juhul kinnistatakse igale tööpingile tehnoloogiliselt ühetüübiliste, vahelduvalt töötlemisele lastavate detailide mitu operatsiooni ja teatud ajavahemiku järel seadistatakse liin ümber teisele detailile.

Tootmispartii suurus, milleks on üheaegselt tootmisse antud toorikute arv, määratakse seeriatootmisel kindlaks, lähtudes tervest reast teguritest: aastane väljalase (aastaprogramm), väljalaske kalendriline tähtajad, tööpinkide seadistamise töömahukus, töökohtade vaheladude optimaalne suurus jms. Igal juhul peab olema täidetud tingimus, et partii suurus oleks kordne vahetuse programmiga, vastasel juhul tuleb tööpinki seadistada rohkem kui üks kord vahetuse jooksul.

Tootmise tüüp määratakse operatsiooni kinnistusteguri K_s järgi:

$$K_s = \frac{\tau}{\bar{t}_{tk}},$$

kus $\bar{t}_{tk} = \frac{t_{tk}}{n}$

\bar{t}_{tk} – operatsioonide keskmine tükiaeg

t_{tk} – i-nda operatsiooni tükiaeg

n – operatsioonide arv

Kui: $K_s \leq 1$ – masstootmine,
 $K_s = 2 \dots 10$ – suurseeriatootmine,
 $K_s = 10 \dots 20$ – keskseeriatootmine,
 $K_s > 20$ – väikeseeriatootmine.

Tootmise arengutes on läbitud tee, mis on kujutatud tabelis 1.1.

Seeriatootmises kasutatav vooltootmine tagab:

- 1) tootmistsükli tunduva lühendamise,
- 2) operatsioonidevahelise varu ja lõpetamata toodangu vähendamise,
- 3) detailide liikumise planeerimise ja tootmise juhtimise lihtsustamise,
- 4) tootmisprotsessi kompleksse automatiseerimise võimaluse.

Tabel 1.1. Arengud tootmises

Tootmise paradigma	Masstootmine	Paindlik tootmine	Kliendile orienteeritud tootmine	Säästlik tootmine
Paradigma muutus	1913	1980	2000	2010
Ühiskonna vajadus	Madala hinnaga Tooted	Toodete lai nomenklatuur	Kliendi soovide kiire ja maksimaalne arvestamine	Keskkonnasõbralikud tooted
Turg	Nõudlus ületab pakkumist	Kvaliteet ja lai nomenklatuur	Globaliseerumine ja kiirelt muutuv nõudlus	Keskkonnanouetest lähtuv tootmine

Paindlik tootmine (*flexible manufacturing*) kasutab numbriliselt juhitavaid seadmeid (**CNC-tööpingid**), mis on sageli lokaalvõrgustike abil ühendatud ühtsesse arvutisüsteemi. Kui lisaks tootmiseseadmetele on ühtsesse võrgustikku ühendatud ka projekteerimise töökohad, mõõte- ja kontrollioperatsioonid sooritavad töökohad, siis taolist tootmist nimetatakse **raalintegreeritud tootmiseks** (*CIM – Computer Integrated Manufacturing*) [5, 6]. Paindlik automatiseeritud tootmine võimaldab süsteemi kiiresti ümber häälestada ning valmistada tooteid laias nomenklatuuris, väikeste partiidena ja suure tootlikkusega.

Kliendile orienteeritud tootmine (*mass customisation*) on paind(automatiseeritud)tootmise abil kliendi soovidele vastavate toodete valmistamine [6]. Kliendile orienteeritud tootmine lähtub masstootmisele omasest tootmise madalast maksumusest, kombineerides selle paindliku ja kliendikeskse tootmiskorraldusega. Selline kombinatsioon osutub võimalikuks vaid ettevõtte ressursside ja äriprotsesside väga ratsionaalse planeerimise ja kasutuse puhul.

Säästlik tootmine (*sustainable manufacturing*) eeldab uudsete tehnoloogiate ja materjalide väljatöötamist, mis võimaldab toota ilma ohtlike jäätmete tekketa ning kahjulike emissioonideta õhku, maapinda ja vette. Säästlik tootmine eeldab valmistatud toodete jääkide töötlemist ja taastootmisse suunamist pärast toote eluea lõppu [6].

1.2. Ettevõtte ja tema koostisosad

Masinaehitusettevõtte on keskkond, kus valmistatakse mitmesuguseid masinaehituslikke tooteid. Töötajate arvu järgi võivad ettevõtted olla suuremad või väiksemad; nad võivad valmistada lõpptooteid (autod, traktorid, triikraud, mobiiltelefonid, konveierid, laagrid jms), valmistada või teha allhanketöid (metallkonstruktsioon, reduktor, eri liiki pöördkehad, sumbuti). Tihti nn allhange (nt käigukast) on ühele ettevõttele lõpptooteks, samas teisele ettevõttele aga vajalik osa lõpptootes (auto) valmistamiseks. Allhange võib samuti olla tehtud väga kõrgel tasemel. Enamik tegutsevaid ettevõtteid ongi teataval määral allhankele orienteeritud.

Ettevõtluskeskkonnas erinevad ettevõtted nii oma suuruse, tooteportfelli, missiooni, tehnoloogilise arengu kui ka lõppkokkuvõttes tuntuse ja edukuse poolest. Rahvusvaheliselt üldtuntud on ettevõtete klassifitseerimine nende suuruse järgi. Töötajate arvu järgi jagunevad ettevõtted alljärgnevalt:

- väikeettevõtted (alla 50 töötaja),
- keskmise suurusega ettevõtted (51-250 töötajat),
- suureettevõtted (üle 250 töötaja).

Ettevõtte füüsilise keskkonna moodustavad hoonestus, tööpingipark, tehnoloogiad ja töötajaskond. See füüsiline keha asub konkreetses kultuurilises, õiguslikus, finantsilises, majanduslikus ja poliitilises keskkonnas. Ettevõtte omab erinevaid allüksusi, millel on konkreetne otstarve, tulenevalt valmistatavatest toodetest. Ettevõtte üldvaade on toodud joonisel 1.1.



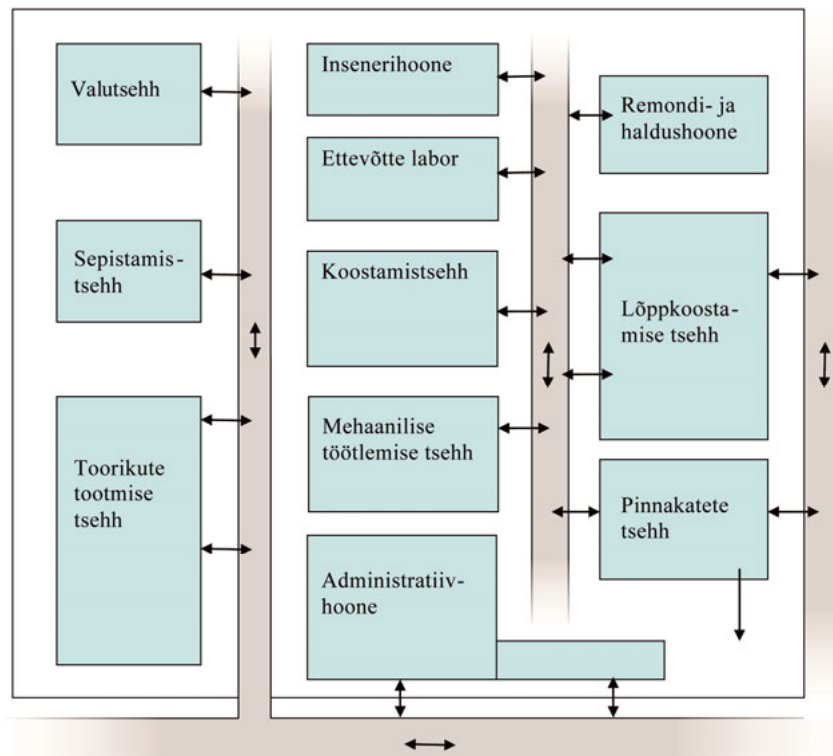
Joonis 1.1. Tööstusettevõtte üldvaade

Ettevõtte põhiplaan püütakse välja töötada võimalikult ratsionaalsena. Sõltuvalt toodangu iseloomust ning tootmiskogustest on ettevõtte arenduses võimalik allüksusi väga erinevalt paigutada. Üks põhimõtteline lahendus on toodud joonisel 1.2.

Ettevõtte koos oma töötajatega ning nende suhtlus väliskeskkonnaga moodustab ettevõtluskeskkonna. Ettevõtluskeskkond (töötajate kompetentsid ning organiseeritus, ettevõtte osalemine koostöövõrgustikes, maksupoliitika, tarnestruktuurid, hariduspoliitika jms) võib soodustada või pidurdada ettevõtluse arengut.

Ettevõtte põhikoostisosadeks ja võtmeteguriteks on:

- **Inimesed**, kes kujundavad ettevõttesise sotsiaalse süsteemi. Inimeste isikuomadused mõjutavad seda, kuidas jõutakse püstitatud eesmärkideni. Inimeste teadmised, oskused ja vilumus (ehk kompetents) annab eelduse efektiivseks ja tulemuslikuks tööks ning tootlikkuse arenduseks.
- **Struktuur** kajastab töötajate grupeeritust organisatsioonis ja nendevahelisi seoseid ning kommunikatsioonikanaleid. Struktuur kirjeldab organisatsiooni üksikute osade vahelisi suhteliselt püsivaid seoseid. Inimestevaheline ülesannete jaotus aitab ettevõttel saavutada oma eesmärged. Ettevõtte kui terviku seisukohalt läheb tarvis väga erinevate ülesannete täitjaid. Töötajate rollid ettevõttes on kirjas ametijuhendites. Struktuuris määratletakse rollid ja rollisuhted vastavalt ettevõtte eesmärkidele.
- **Tehnoloogia** on tootmiseks vajalike masinate, seadmete ja oskuste kogum. Tehnoloogia loob füüsilised ja majanduslikud eeldused ettevõtte ees seisvate ülesannete täitmiseks. Töövõime ja tootlikkus, aga ka teostuste kvaliteet ehk ettevõtte konkurentsivõime sõltuvad otseselt kasutatava tehnoloogia tasemest. Eduka ettevõtte tunnusjooneks on kõrge automatiseerituse astmega, keskkonnasäästlike ja ohutute tehnoloogiate kasutamine.
- **Strateegia** on pikaajaliste eesmärkide ja nende saavutamise põhiteede omavahel seostatud ja üheks tervikuks sulatatud kogum. Strateegia juurde kuulub kindlasti ettevõtte visioon ja missioon. Strateegia realiseerub mõõdetavate eesmärkide püstitamise ja nende täitmise kontrolli kaudu. Strateegia on pideva parendamisprotsessi eestvedajaks.

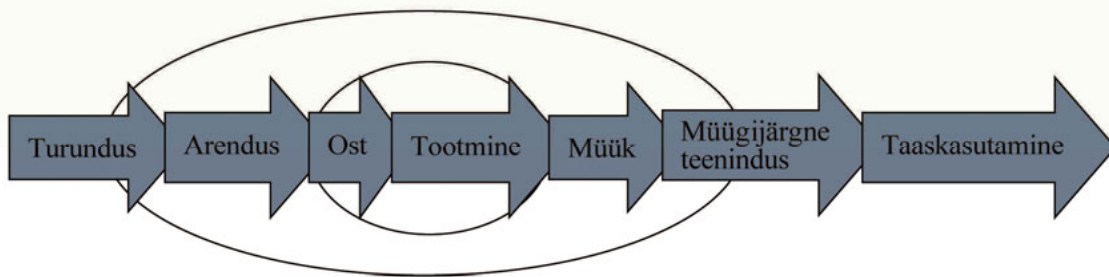


Joonis 1.2. Ettevõtte allüksuste asetusplaan

Ettevõtte loob väärtust tootele, mida ta valmistab. Mida enam eriliigilisi töid teostatakse, seda enam väärtust sellele tootele tekib. Niiviisi räägitakse pikema või lühema väärtusahelaga ettevõtetest. Kui me ise toodet ei arenda, on ettevõttes tüüpiliselt realiseeritud kaks väärtusahela lüli: materjalide sisseost ja tootmine. Samas võivad valmistatavad tooted olla lihtsamad või keerukamad. Keerukamate toodete valmistamine nõuab ka suuremaid kompetentse ja komplitseeritumat tehnoloogiat. Sellise toote väärtus turul on kõrgem, võrreldes lihtsate toodetega.

Kui ettevõtte ise mõtleb välja toote või olemaolevat pidevalt täiendab, tegeleb valmistatud toodete turustamisega ja organiseerib ka toodete müügi järgset teenindamist, on tema väärtusahel märksa pikem (vt joonis 1.3).

Edukas tegutsemine eeldab, et iga ettevõtte pöörab tähelepanu kolmele olulisele aspektile: unifitseerimine, standardimine, koostööarendus.



Joonis 1.3. Väärtusahela olemus

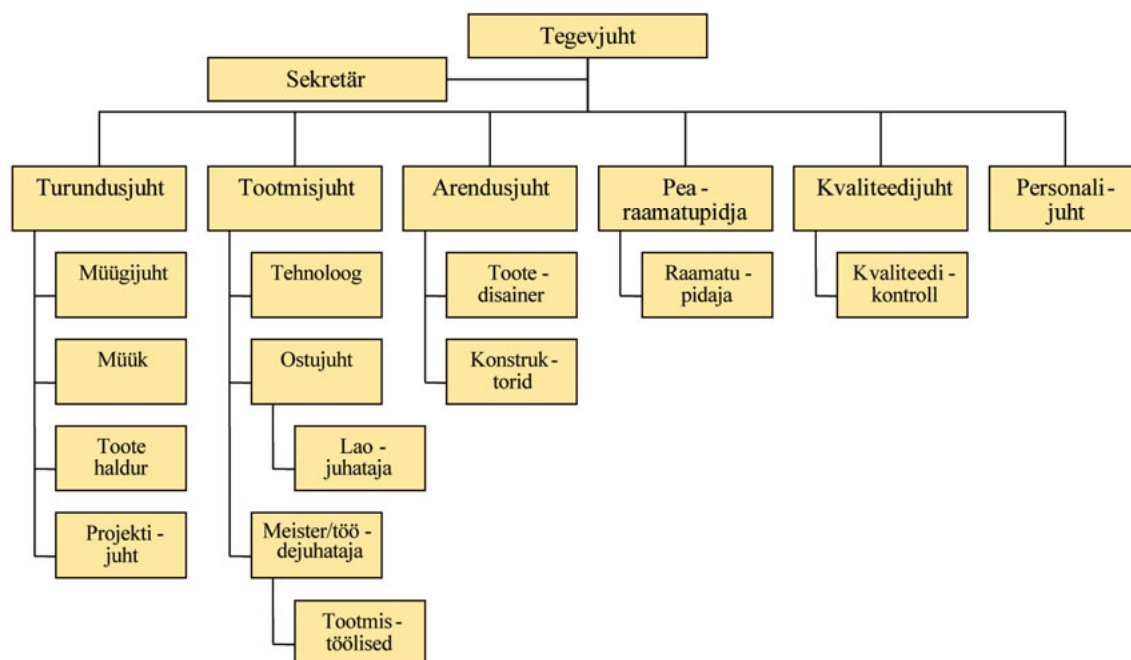
Väärtusahela kujundamine on väga oluliselt seotud ettevõtte äristrateegiaga, mida kujundavad omanikud ja ettevõtte juhtkond. Äristrateegia peab olema tulemuslik ja kasumit andev. Väärtusahela alusel töötatakse välja ettevõtte struktuur. Struktuur on ettevõtte protsesside teostuseks väga oluline. Masinaehitusettevõtte nn tüüpstruktuur on kujutatud joonisel 1.4.

Eduka ettevõtte aluseks on kompetentsed töötajad, kes on pühendunud ettevõtte edukusele. Seetõttu pööratakse tänapäeval suurt rõhku ettevõttesisesele kommunikatsioonile, pidevale infovahetusele ja eestvedamisele.

Selleks, et paremini, kiiremini, ja sisukamalt korraldada kommunikatsiooni ning infovahetust, kasutavad tänapäeva ettevõtted väga palju info- ja kommunikatsioonitehnika võimalusi: digitaalne töökoht, sisemised arvutivõrgud, andme- ja dokumendihalduse süsteemid jms ning arendavad meeskonnatöid, et paremini kasutada võimaldavaid paindlikke struktuure (maatriksstruktuurid).

Ettevõtte olulisemad koostisosad realiseeruvad tema 4-tasemelise teostusvormi baasil (vt joonis 1.5).

Ärijuhtimise tasandi (4. tasand) üldeesmärk on äripartnerlussidemete ja ettevõttele otstarbekate tarneahelate arendus, kommunikatsioonidemete korraldamine ning andmehalduse kindlustamine ettevõtte äripartnerite (tellijad, tarnijad) vahel. Neljanda tasandi eesmärgiks on jõuda äriliste kokkulepeteni.

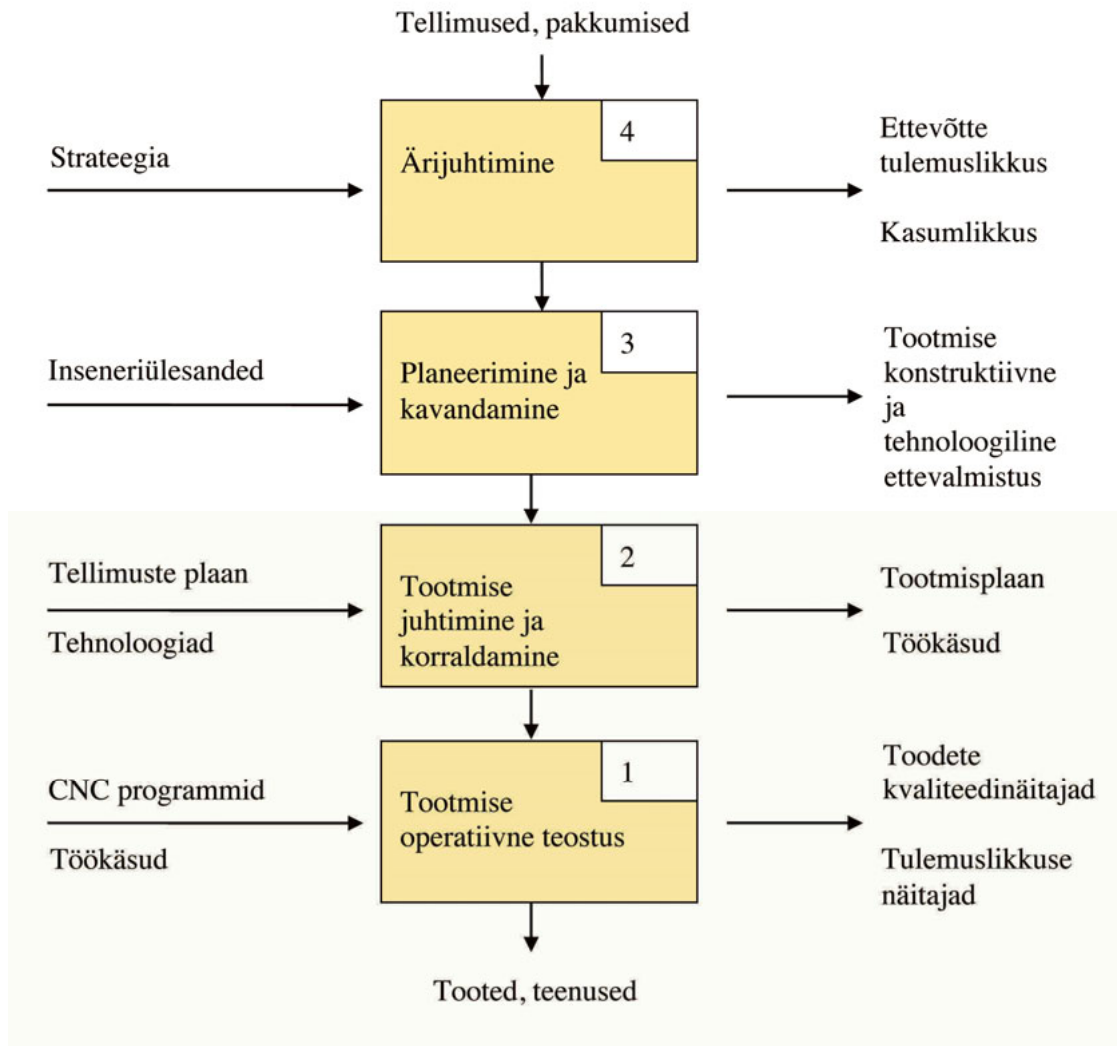


Joonis 1.4. Masinaehitusettevõtte tüüpstruktuur

Planeerimise ja kavandamise tasandi (3. tasand) keskseks objektiks on **toode**. Masinaehituses nimetatakse tooteks masinaehitustööstuse lõpliku staadiumi produkti. Tooteks võib olla koostatud masin, sõlm või detail olenevalt sellest, mis on antud tööstusettevõtte eesmärgiks. Igal tootel on oma teenistuslik otstarve, mis määrab nii selle toote individuaalsed omadused kui ka mõjud ja vastumõjud teiste toodetega ühtses süsteemis koos eksisteerides. Toode on konstruktiivselt esitatud toote mudeliga (2D, 3D) ja/või tootejoonistega. Toote konstruktiivne esitus fikseerib toote geomeetrilise ja funktsionaalse olemuse. Allhankele orienteeritud tootmise puhul on toote konstruktsioon tellija poolt ette antud. Oma toodet omavatel ettevõtetel on üheks oluliseks struktuuriosaks tootearendusosakond.

Toote valmistamiseks on tootest lähtuvalt vaja välja töötada toote valmistustehnoloogia ja planeerida ressursid. Tänapäeva tootmise juures, mida iseloomustab tellimuste täitmise tähtaegade pidev lühenemine ning toodetele esitatavate nõudmiste suurenemine, kasutatakse antud tasandil palju automatiseeritud projekteerimise ja planeerimise süsteeme (CAD/CAM, PLM, ERP).

Tootmise juhtimine ja korraldamine (2. tase) on iga tootmisettevõtte tegevuse sõlmpunkt. Teise taseme keskseks süsteemiks on **tootmissüsteem**. Sellel tasandil planeeritakse ja otsustatakse, mida, millal ja kus on kõige otstarbekam toota. Vastavalt koostatud tootmisplaanile jagatakse välja töökäsud jm tootmiseks vajalik dokumentatsioon (tööjoonised, kontrollikaardid, häälestusskeemid jms). Tootmise juhtimise tasandil planeeritakse ka konkreetsete tööülesannete täitjad vastavalt inimeste kompetentsusele ning koormatusele. Tootmise tulemuslikkuse hindamiseks on oluline tagasiside ehk plaani ja teostuse jälgimine.



Joonis 1.5. Ettevõtte teostuskeem

Tootmise operatiivse teostuse tasandi (1. taseme) ülesandeks on kindlustada sujuv ja tõrgeteta tootmine. Tootmise operatiivse teostuse [7] tasandi ülesehitus sõltub oluliselt kahest asjast:

- 1) tootmise automatiseerituse tase:
 - a) konventsionaalsed (käsitsi juhitud) seadmed,
 - b) digitaalselt juhitud seadmed.
- 2) valmistusprotsessi pidevus:
 - a) pidevtoimelised valmistusprotsessid (valmistusprotsess on pikka aega katkematu),
 - b) poolpidevad ehk partiide (*batch*) keskne tootmine,
 - c) individuaaltoomise protsessid (eriliigiliste toodete terviklik valmistamine).

Sellel tasemel on keskseks figuuriks konkreetseid tööoperatsioone teostav töötaja. Kuna töövahendid ja tootmistehnoloogiad muutuvad järjest keerukamateks, siis ka töötajatele esitatavad nõuded järjest suurenevad. Toote kvaliteedi ja lõplike omaduste vastavuste eest tööjoonisel toodule vastutab seda konkreetset tööoperatsiooni sooritav töötaja.

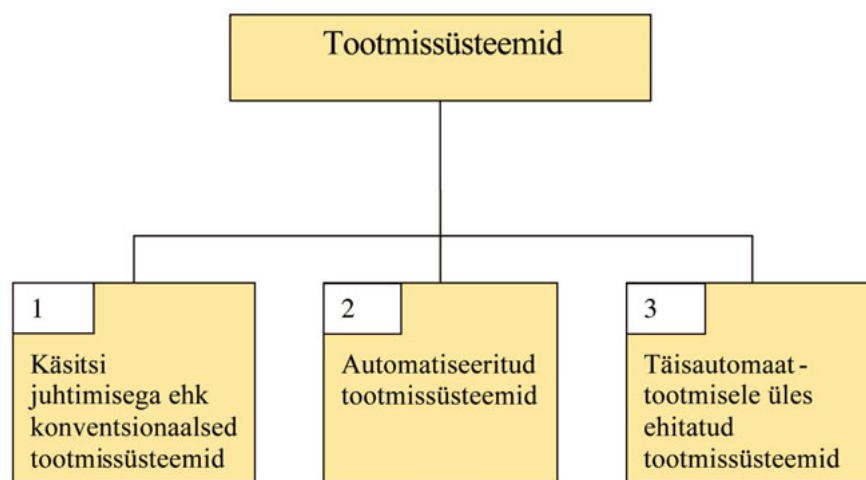
1.3. Tootmissüsteemid

Süsteemiks nimetatakse elementide hulka, mis omab kindlaksmääratud seoseid ja suhteid, moodustab ühtse terviku ja allub teatud kindlatele seaduspärasustele ning juhtimis põhimõtetele [27].

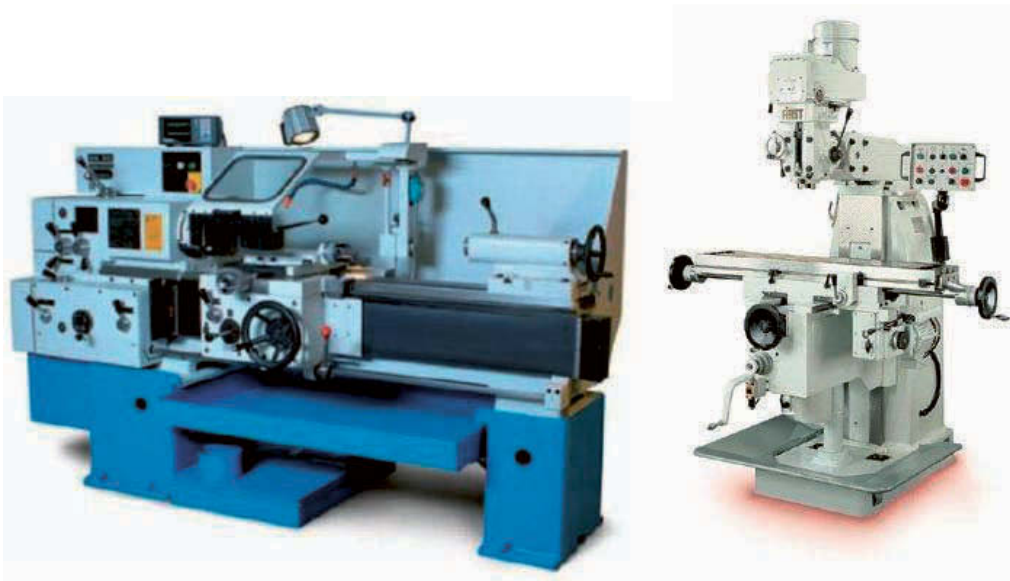
Tootmissüsteem on keeruline kompleksisüsteem, kus ühel pool on füüsiline keskkond, mida iseloomustavad seadmed ja nende juurde kuuluvad töötlemismeetodid, ning teisel pool on intellektuaalne keskkond, mida iseloomustavad protsessid ja neid suuremal või väiksemal määral (sõltuvalt automatiseerituse tasemest) teostavad inimesed [7, 8, 9].

Tootmissüsteemide olemusvariandid on kujutatud joonisel 1.6. Esimesel juhul domineerivad käsitsijuhtimisega tööpingid (vt joonis 1.7). Tänapäeval kasutatakse konventsionaalsetes tootmis-süsteemides täiendavalt mitmesuguseid mehhaniseerimisvahendeid (tõstukid, etteandemehhanismid, elektritalid, manipulaatorid jms) abioperatsioonidele kuluva aja lühendamiseks ja tööprotsessi kergendamiseks.

Automatiseeritud tootmissüsteemide areng sai alguse numbriliselt juhitavate (APJ) tööpinkide kasutamisest tööstuses. Esimene APJ-tööpink loodi 1952. aastal. Esimene töötlemiskeskus koos tööriistamagasini ja tööriistade automatiseeritud vahetusseadmega võeti kasutusele USA-s 1958. aastal. Tänapäeval kasutatakse automatiseeritud tootmissüsteemides väga eriliigilisi paindootmisseadmeid ja tööstusroboteid. Üha rohkem funktsioone antakse inimestelt üle masinatele. Seda võimaldab nn adaptiivseadmete ja -juhtimise kasutuselevõtt. Sel puhul hindab masin ise tehnoloogilise protsessi teostust ja korrigeerib seda. Edasi liigutakse juba iseõppivate süsteemide arenduse suunas. Sellised iseõppivad süsteemid omavad tavaliselt väga võimsaid arvuteid ja ekspertsüsteeme [7].



Joonis 1.6. Tootmissüsteemide põhivariandid



Joonis 1.7. Konventsionaalsed tööpingid

Vahel on otstarbekas kasutada ka suhteliselt jäika automatiseerimist ehk automaattoomisseadmeid või automaatliine, mis üldjuhul on paindliku automatiseerimisega võrreldes odavamad ja võimaldavad protsessi veelgi kiirendada ning seega tõsta tootlikkust. Automaattoomine on sageli omane pidevprotsesside automatiseerimisele. Tükitootmise puhul on plasti survevaluautomaadid suhteliselt jäiga automatiseerimise heaks näiteks.

Tootmissüsteemi füüsilise tasandi keskmes on põhitootmisvahendid, mis lähtuvalt tehnoloogilisest ülesandest võivad olla paigutatud erinevate skeemide kohaselt (vt joonis 1.8).

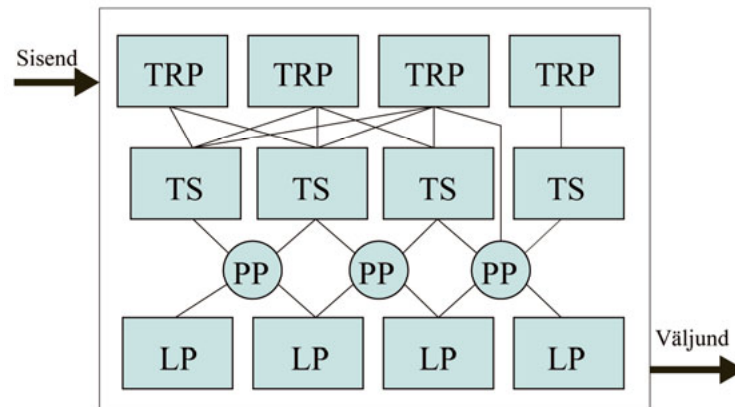
Seadmete **funktsionaalne** asetusskeem loob töötlemismeetodikesksed kooslused, millel võivad olla omavahel tihedad organisatsioonilised sidemed. Juhtimine toimub tootmisallüksustele seatud tootmisplaanide alusel ja võimaldab teatavat detsentraliseeritust. Skeem sobib eelkõige allhankele orienteeritud toomise puhul. Funktsionaalne paigutus võimaldab ka paremini sobitada töödeldavaid detaile tööpinkidega, et nende tehnoloogilisi võimalusi otstarbekamalt kasutada. Arenduse aluseks võiks olla detailide klassifitseerimine ja vastavate koodide alusel otstarbekaimate töötlemisvõimaluste määramine konkreetsetele toodetele.

Seadmete **grupiviisilist** asetust kutsutakse ka “tootmissaarekesteks” (*cell production*) (vt joonis 1.6). Need tootmissaared või modulariseeritud tootmisüksused võivad olla suurema või väiksema integreeritusega. Suure integreerituse korral on kogu toode võimalik algusest lõpuni valmistada ühes modulariseeritud kompleksis, sooritades näiteks täisautomatiseeritud režiimis: plastivalu, komponentide montaaži valatud korpusesse, toote testimise ja pakkimise. Selline tootmiskompleks on äärmiselt suure tootlikkusega ja seda on lihtne ühendada ettevõtte teiste tootmise allüksustega.

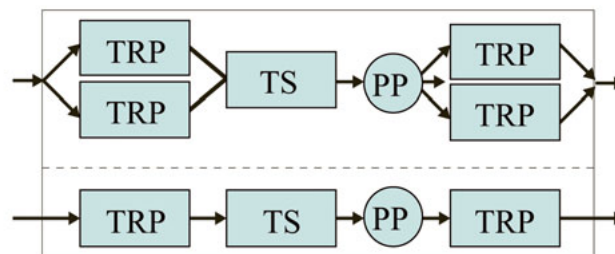
Lisaks seadmetele on tootmissüsteemi iseloomustamisel oluline ka tema organisatsiooniline esitus. Tootmissüsteemi struktuuri kujundamist kajastab joonis 1.9. Tootmissüsteemide

olulisemateks funktsionaalseteks koostisosadeks on tootmistsehh, tootmisjaoskond ja töökoht, millel on erinevad üldeesmärgid toodete valmistusprotsessis:

- **Tsehh** kui tootmissüsteemi osa, kus oluline on ettevõttesisene logistika ja tootmise juhtimine.
- **Jaoskond** kui tootmissüsteemi osa, kus oluline on seadmete paigutus ja nende osa tootmisprotsessides ning materjalide liikumise voogude korraldamisel.
- **Töökoht** kui tootmissüsteemi osa, kus oluline on selle töökoha tehnoloogiline suutlikkus ning tulemuslikkus.



A: Seadmete funktsionaalne asetusskeem
 TRP – treipingid, TS – töötlemiskeskused
 PP – puurpingid, LP – lihvpingid



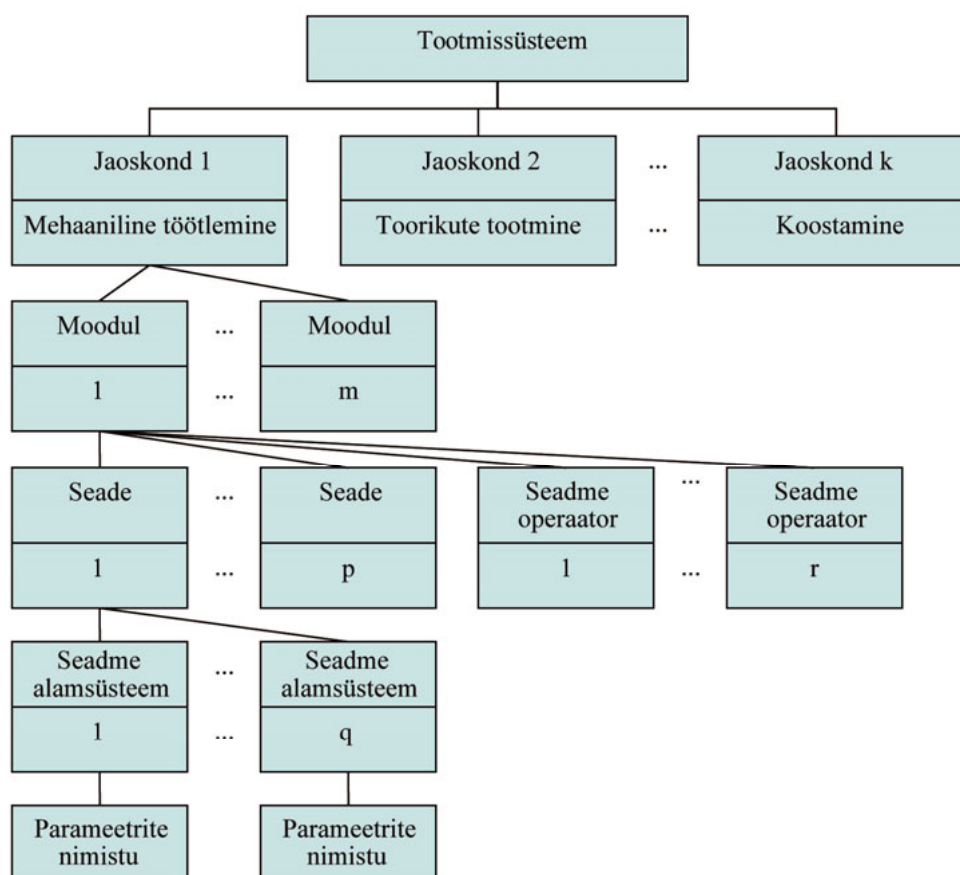
B: Seadmete grupiviisiline asetusskeem

Joonis 1.8. Seadmete organiseeritud asetusskeemid tootmissüsteemis

Tootmissüsteem on tootmisallüksuste (tsehhid, jaoskonnad, osakonnad, töökohad jms) kooslused (vt joonis 1.2), millel on ette nähtud täita tehnoloogilisi ülesandeid (korduvad, ühekordsed) tellimuste täitmisel. Tootmisallüksused on sageli moodustatud põhiliste tehnoloogiliste ülesannete alusel. Kui ettevõtte strateegia näeb ette komplekssete masinate või seadmete valmistamist (lumesahad või- puhurid, väiketraktorid, autode järelhaagised, väikelaevad jms), on tüüpilised tootmise allüksused:

- ettevalmistusjaoskond (toorikute toomine),
- mehhaanikajaoskond (mehaanilise töötlemise teel detailide ja vajadusel ka alamkoostude valmistamine),
- koostamisjaoskond,
- värvimisjaoskond (pinnakatted),
- lõppkoostamise (ja pakkimise) jaoskond.

Tootmissüsteem on tootmis-, põhi- ja abiseadmete struktuuriline sihtotstarbeline kogum, mille osadel on vastastikused informatiivsed ja logistilisi seosed nii süsteemisiseselt kui ka väliskeskkonnas. Tootmissüsteemi kirjelduse (formeerimise) hierarhiline skeem on toodud joonisel 1.9.



Joonis 1.9. Tootmissüsteemi struktuur

Kõik tootmissüsteemi juurde kuuluvad allüksused omavad teatavat liiki seadmeid, millele on omane vastav tehnoloogiline võimekus (valmistada teatavat liiki, kindlaks määratud mõõtude vahemikus, kindla täpsuse ja tootlikkusega tooteid). Seadmete ja töötajate alusel kujuneb välja tootmissüsteemi (või tema alamsüsteemi) tehnoloogiline võimekus.

Tootmissüsteemi tehnoloogilist võimekust kujundavad tootmisjaoskonnad ja nendes paiknevate seadmete tehnoloogilised võimalused ning töötajate kompetentsid. Tehnoloogiline võimalus on seadme või tööpingi tehnilistest parameetritest lähtuv väljund valmistada teatavatele geometrilistele ja funktsionaalsetele parameetritele vastavaid tooteid.

Tootmissüsteemi olulisemad koostisosad on tootmisjaoskonnad ja töökohad.

Tootmisjaoskond on tootmissüsteemi osa, mis on ette nähtud ja vastutab teatavat liiki toodete valmistamise eest, tehes parimal võimalikul viisil kindlaksmääratud tehnoloogilisi operatsioone.

Töökoht on tootmissüsteemi ja tootmisprotsessi osa, mis täidab konkreetseid tehnoloogilisi ülesandeid (teostab töötlemisoperatsioone) vastavalt etteantud tingimustele, mis on toodud tööjoonisel ja tööjuhendis. Lisaks võib olla täpsemalt lahti kirjutatud operatsioonitehnoloogia ja/või kontrollitehnoloogia.

1.3.1. Tootmissüsteemide koostisosad

Valmistamissüsteemi põhikomponentideks on tööpingid, tööriistad, mõõtevahendid ja mitmesugust liiki rakised. Antud alamsüsteem on ette nähtud toodete valmistamiseks. Süsteemi komponentide tehnoloogilistest võimalustest oleneb valmistatavate toodete nomenklatuursus ja kõik olulisemad tootmist iseloomustavad parameetrid: mõõtmed, kujupindade olemus, mõõtmete täpsus, pinnakaredus jms. Tööpingid klassifitseeritakse põhitöötlemisoperatsiooni järgi: treipingid, puurpingid, freespingid, sisetreipingid, lihvpingid, hambatöötluspingid, elektrerosioonpingid jms. Tänapäeval kasutatakse peamiselt numbrilise juhtimisega (APJ) tööpinke. Tööpinkidest ülevaate saamiseks on soovitatav külastada tootjate või edasimüüjate kodulehekülgi.

Tööpingid on oma ehituselt muutunud järjest keerulisemaks, suurenenud on numbriliselt juhivate telgede arv ning sageli kasutatakse täiendavalt suuri tööriistamagazine ning töödeldavate detailide automatiseeritud vahetuse võimalust. See suurendab tootlikkust ja annab võimaluse neid järjest enam kasutada autonoomses režiimis, st ilma inimese vahetu osavõtuta töötlemisprotsessist. Nii tekib ka mitme tööpingi teenindamise võimalus.

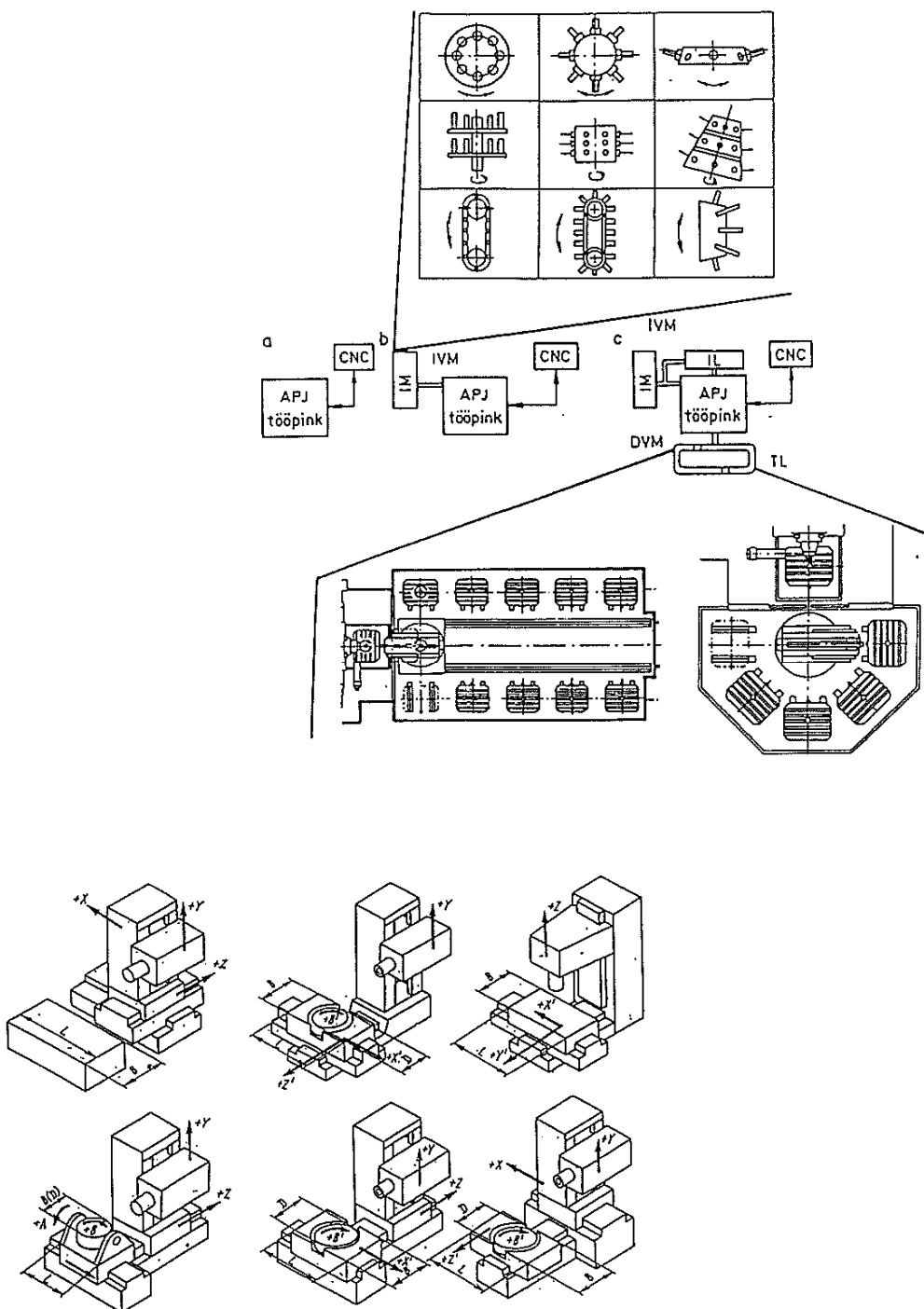
Tööpinkide tehnoloogiliste võimaluste laiendamine on kujutatud joonisel 1.10, tööpinkide tehnoloogiliste võimaluste kujunemine aga joonisel 1.11. Nagu jooniselt 1.11 nähtub, moodustavad kaasaegse tööpingi neli põhilist koostisosa instrumendisüsteem, detailsüsteem, kinemaatikasüsteem ja juhtimissüsteem, mida omakorda iseloomustab rida parameetreid, mis kokkuvõttes moodustavadki tööpingi tehnoloogilised võimalused.

Tööpingi tehnoloogilised võimalused määratlevad töödeldavate detailide spektri. Suurte tehnoloogiliste võimalustega tööpink eeldab, et sellel valmistatakse keerulisi tooteid, ja vastupidi. Kasutades suurte tehnoloogiliste võimalustega tööpinki (töötlemiskeskus või toomismoodul) lihtsa detaili töötlemiseks, muutub valmistatava toote omahind konkurentsivõrd kalliks, kuna vastavate tööpinkide maksumus ületab mitmekordselt lihtsate tööpinkide maksumuse. Seetõttu peame alati hoolikalt valima, milliseid tooteid millistel tööpinkidel valmistame.

Tootmissüsteemi füüsiline osa koosneb veel järgmistest elementidest:

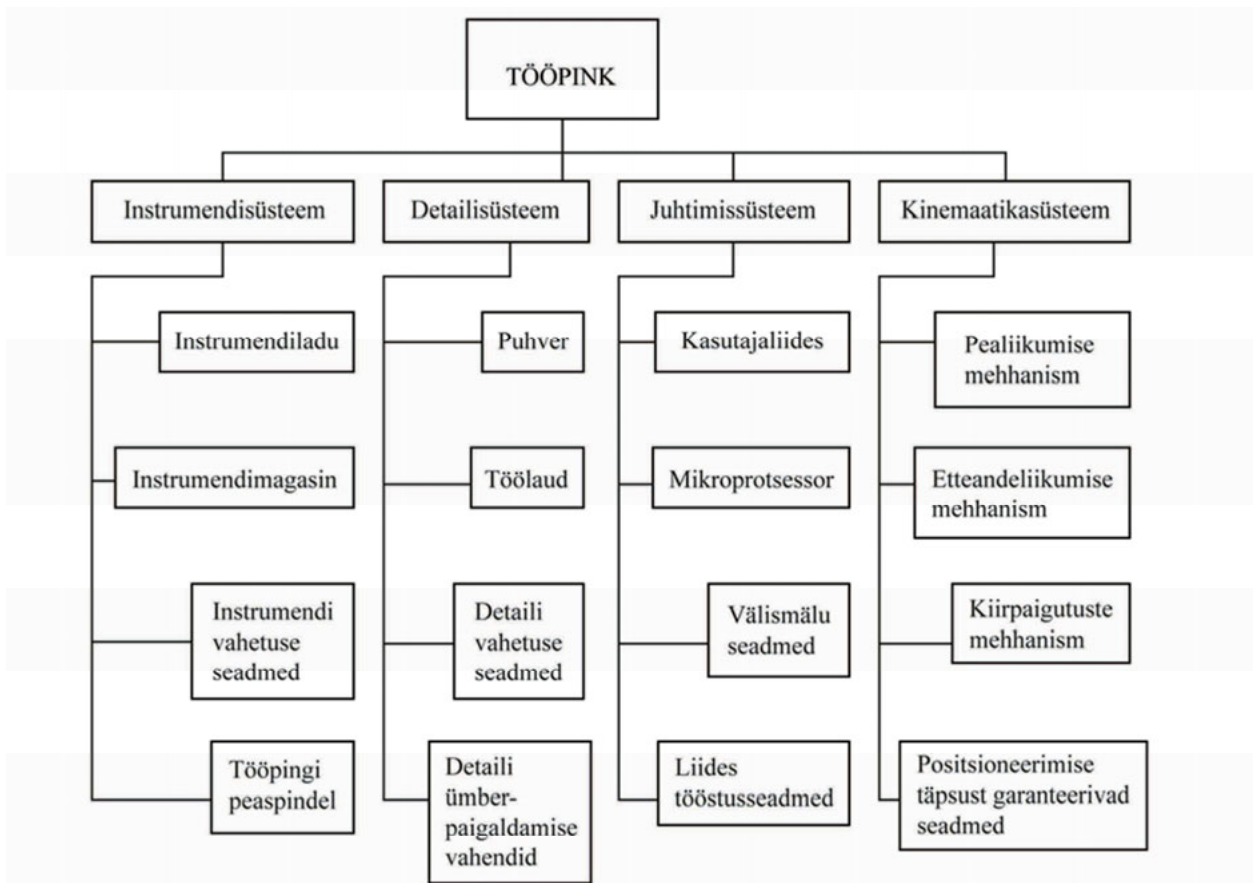
- Abi- ja põhiinstrumendid koos teritusseadmetega ja eelhäälestuse rakistega moodustavad tööriistasüsteemi, mis etendab väga olulist osa vajalike kujuelementide töötlemisel tootmisoperatsioonides.

- Rakistus on vajalik töödeldavate detailide või koostatavate osade fikseerimiseks, et tagada töödeldavate pindade vastastikuse asendi täpsus ning tõsta tööviljakust.
- Individuaalsed mõõte- ja kontrollivahendid, mis loovad eelduse töötlemisoperatsioonide kvaliteedi tagamiseks.



Joonis 1.10. Erinevate funktsionaalsustega tööpingi moodustamine

IM – instrumendi magasin; DVM - detailide vahetuse mehhanism
 IL – instrumendi ladu; TL toote laosüsteemid



ALAMSÜSTEEMIDE TEHNOLOOGILISI VÕIMALUSI ISELOOMUSTAVAD NÄITAJAD

1. Instrumendiladude/ magasinide arv	1. Puhvrite arv	1. Juhtivate koordinaatide üldarv	1. Peaelektrimootori võimsus
2. Instrumendimagasinide tüüp	2. Kohtade arv puhvris	2. Üheaegselt juhivate arv	2. Lubatav pöörde- moment
3. Instrumentide arv laos/ magasinis	3. Tööpositsioonide arv	3. Paralleeltööks kasutatavate protsessorite arv	3. Juhivate koordi- naatide arv
4. Instrumendi vahetuse aeg laost spindlisse	4. Üheaegselt töötlemiseks ettenähtud detailide arv	4. Operatiivmälu maht	4. Üheaegselt juhi- tavate arv
5. Instrumendi vahetuse aeg magasinist spindlisse	5. Detaili maksimaal- mõõtmed	5. Info sisestamise/ väljas- tamise võimalused	5. Pöörlemissage- duste diapsoon
6. Spindlite arv	6. Detaili vahetuse aeg	6. Kasutatavad spetsiaal- režiimid	6. Ettenihete diapsoon
		7. Kasutatavad töö- režiimid	7. Kiirpaigutuste max väärtused
			8. Positsioneerimise täpsus

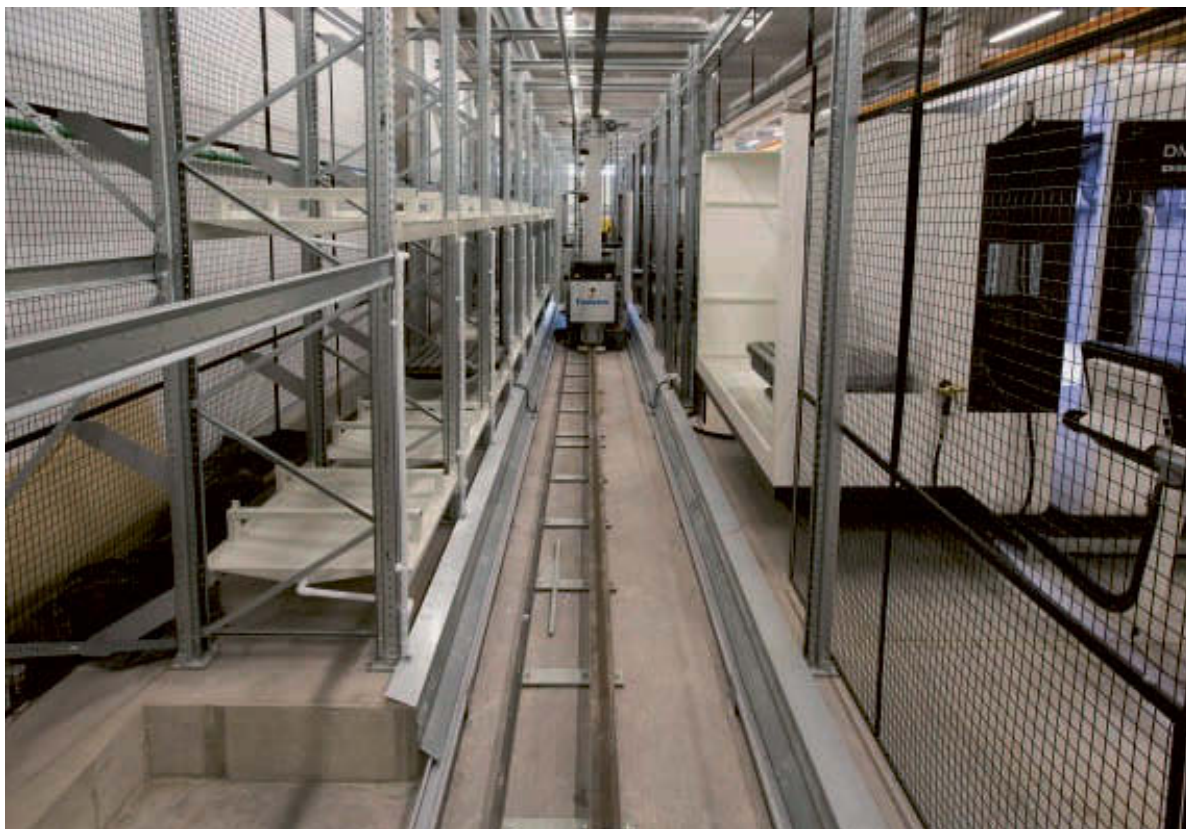
Joonis 1.11. Tööpingi tehnoloogiliste võimaluste kujunemine

Transpordisüsteem peab tagama töödeldavate detailide vajalikes kogustes ja õigeaegse kohaletoomise töötlemispositsioonidesse minimaalse ajakuluga.

Laosüsteem on ette nähtud materjalide, toorikute, pooltoodete ja valmistoodangu normatiivse koguse vastuvõtmiseks, hoiustamiseks ja väljaandmiseks kindlaksmääratud sagedusega ja vajalikes kogustes.

Transpordi- ja laosüsteemid võivad olla manuaalsed või automatiseeritud. Tootlikkuse suurendamiseks liigutakse üha enam automatiseeritud transpordi-laosüsteemide suunas. Põhilised tehnilised vahendid on nii manuaalsete kui automatiseeritud süsteemide puhul paljuski sarnased. Toodete transportimiseks kasutatakse pidevtranspordivahendeid (lint-, rull-, kett-, vibro-, kruvi- vms konveiereid) või diskreetse transpordi vahendeid (liikurrobotid, transpordisõidukid, tõstuk-sõidukid, kraanad, elektritalid jms).

Automatiseeritud laosüsteem on kujutatud joonisel 1.12. Selle põhikomponendid on: toorikute/detailide lattu sisestamine ja laost väljumise positsioon; toorikute/töödeldavate detailide hoidmise alused; laosisese transpordi vahend (liikurrobot, automatiseeritud tõstuk-sõiduk vms) ja laoriulite süsteem.



Joonis 1.12. Automatiseeritud ladu (MTÜ Mehhatroonika Assotsatsioon MECA)

Kontrolli- ja mõõtesüsteem on üks olulisemaid alamsüsteeme, sest lõppkokkuvõttes on just selle abil võimalik täielikult saavutada üht tootmise olulist funktsiooni – nõutud kvaliteeti.

Kontrolli- ja mõõtesüsteem on ette nähtud täitma alljärgnevat funktsiooni:

- koguma informatsiooni tootmisprotsessi kulgemise käigust, seadmete valmisolekust tööks ning hälvete olemasolu korral neile kohe reageerima;
- prognoosima võimalikke tõrkeid;
- võrdlema faktilisi parameetreid (nii töötlemise täpsust, pinnakvaliteeti, pinnete paksust kui ka seadmete tööd iseloomustavaid andmeid) etteantutega;
- edastama informatsiooni teostatud või tegemata jäetud toimingute kohta.

Tänapäeval on väga laialdaselt kasutusel kas täielikult või osaliselt automatiseeritud mõõte- ja kontrollisüsteemid. Sel eesmärgil kasutatakse mitmesugust liiki mõõteandureid (geomeetriliste mõõtmete määramise andurid, kujueristusandurid, müra-, vibratsiooni- temperatuuri- jms andurid), mõõteroboteid ja -masinaid. Mõõterobotite areng on viimasel ajal olnud väga kiire.

Mõõterobotil peavad olema järgmised tehnoloogilised funktsioonid:

- kõrged dünaamilised näitajad (et mitte aeglustada tootmisprotsessi ja et oleks võimalik kontrollida vajaduse korral 100% toodetavatest detailidest);
- vähemalt 6 vabadusastet (et oleks võimalik üle mõõta igasuguse konfiguratsiooniga detaile);
- moodulkonstruktsioon (võimaldab komplekteerida tööülesandele kõige enam sobiva roboti);
- sõltumatus väliskeskkonna mõjudest;
- paindlikkus ja kiire andmetöötlussüsteem.

Mõõtemasinaid kasutatakse kõige enam toodete lõppkontrolli teostamiseks. Paindlikkuses kaotavad nad mõõterobotitele, aga seeriaviisilises tootmises, kus on oluline mõõtmise osatähtsus ning selle täpsus, on nad eeliseisundis.

Erinevate kontrolliliikide iseloomustus on toodud tabelis 1.2.

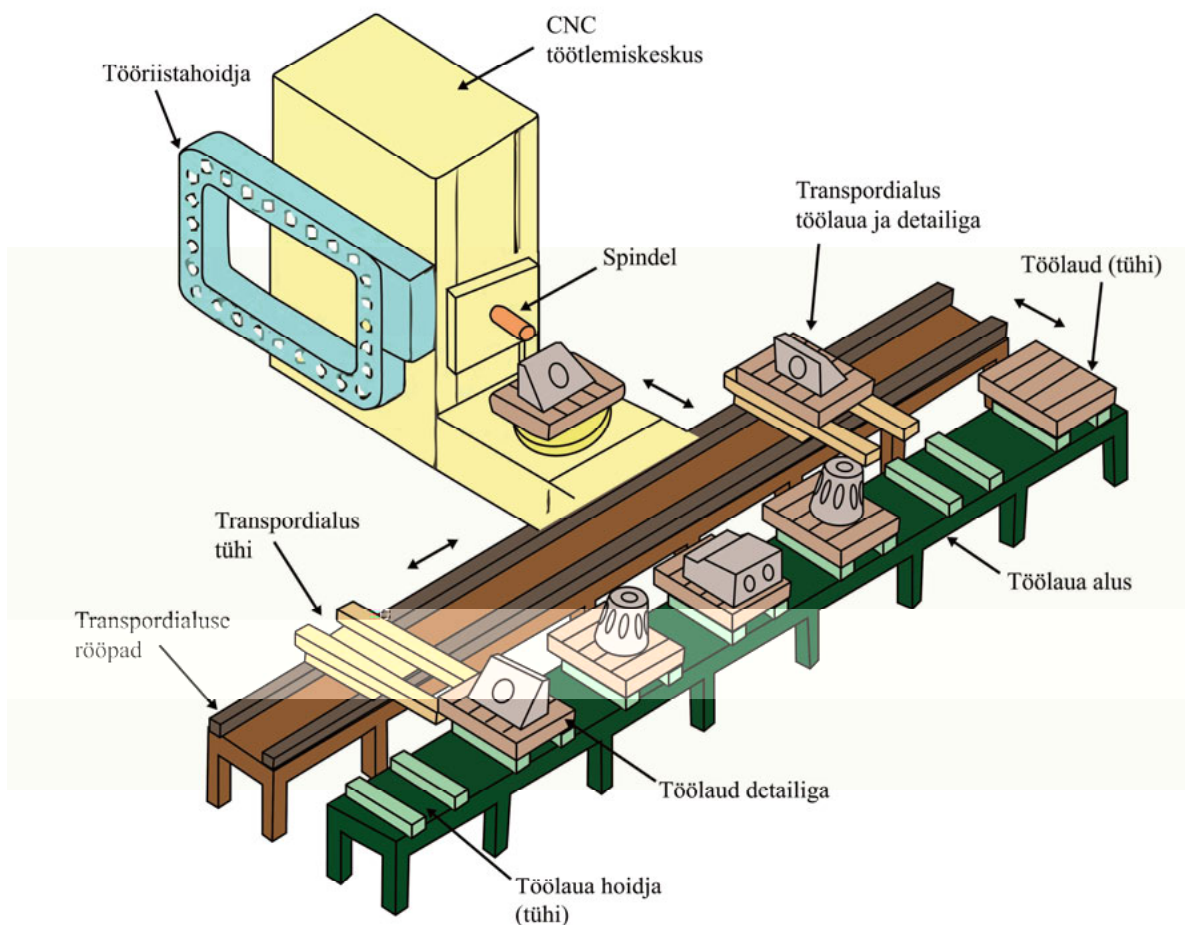
Tabel 1.2. Kontrolliliikide klassifikatsioon

Klassifitseerimise tunnus	Kontrolli liik
Kontrolli eesmärk	Toodangu kvaliteedi kontroll Töökindluse kontroll
Lahendatav ülesanne	Vastuvõttev (kvaliteetne, mittekvaliteetne) Prognoosiv Profülaktiline
Toime objektile	Aktiivne (otsene, vahetu, teostuse ajal) Passiivne (pärast töötlemist)
Ajaline teostus	Pidev Perioodiline

1.3.2. Automatiseeritud tootmissüsteemid

Nüüdisaegses tööstuses uueneb toodang üha kiiremini, kusjuures põhiosa toodangust (umbes 95%) valmistatakse väikese ja keskmise suurusega ettevõtetes (VKE). Toodangu maht ja nomenklatuur kasvab pidevalt, samas aga seeriade suurus väheneb. Kõik see tingib tungiva vajaduse tootmise kiireks ja lihtsaks ümberhäälestamiseks, tagades sealjuures kõrge tootlikkuse ja kvaliteedi. Seetõttu kasutatakse tänapäeval üha enam numbriliselt juhitavaid tööpinke ja nende baasil välja arendatud paindtootmissüsteeme [9, 10].

Paindtootmismoodul (vt joonis 1.10 ja 1.13) on realiseeritud ühe (mõnikord ka mitme) APJ-tööpingi või töötlemiskeskuse baasil, mida on täiustatud töödeldavate detailide ja tööriistade hoidmise ja automatiseeritud vahetuse seadmetega. Selline kompleks võib funktsioneerida iseseisvalt või olla integreeritud mõne kõrgemat järku süsteemi koosseisu. Paindtootmismooduli realisatsioonivariante on väga mitmesuguseid ja tööpingivalmistajad täiustavad neid pidevalt. Paindtootmismoodulis püütakse toode valmistada võimaluse korral ühe paigaldusega või siis kasutatakse toote uuesti asetamiseks roboti abi. Selliseid süsteeme kutsutakse robot-tehnoloogilisteks kompleksideks (vt joonis 1.14).



Joonis 1.13. Ühe seadmega paindtootmismoodul [11]

Nagu eespool mainitud, kuuluvad tootmismoodulite valdkonda ka robotiseeritud tehnoloogilised kompleksid. **Robotiseeritud tehnoloogilised kompleksid (RTK)** kujutavad endast avatud tehnoloogilisi süsteeme, mille koosseisu võivad kuuluda eri liiki tehnoloogilised seadmed; toodete valmistamine neis toimub eelnevalt kindlaks määratud suurusega partiidena. Robotiseeritud tehnoloogiliste komplekside oluliseks koostisosaks on tööstusrobot (TR), mille olemus ja funktsionaalsus peab vastama etteantud tehnoloogilistele ülesannetele. Tööstusrobotid võivad olla nii teenindavas funktsioonis kui ka tööd tegevas (keevitamine, värvimine jms) funktsioonis.

Teenindavas funktsioonis kasutatakse tööstusroboteid kõige enam:

- mehaanilisel töötlemisel (tööpink ja robot),
- lehtmaterjalide töötlemisel (pressid ja robotid),
- kuumpressimise ja kuumse pistamise kompleksis (press ja robot),
- valukompleksides (valumasin ja robot),
- galvaanilise töötlemise kompleksides (galvaanikaseadmed ja robotid).

Mehaanilise töötlemise robot-tehnoloogiline kompleks on kujutatud joonisel 1.14.



Joonis 1.14. Mehaanilise töötlemise robot-tehnoloogiline kompleks (Fastems Oy, [12])

Paindootmisliin (joonis 1.15) koosneb mitmest APJ-tööpingist ja/või paindootmismoodulist, mis on ühendatud ühtseks süsteemiks transpordisüsteemi abil. Tööpinkide asetus süsteemis

vastab enamasti töötlemisoperatsioonide sooritamise järjekorrale detaili valmistamisel, vältides seega nn tagasikäike.

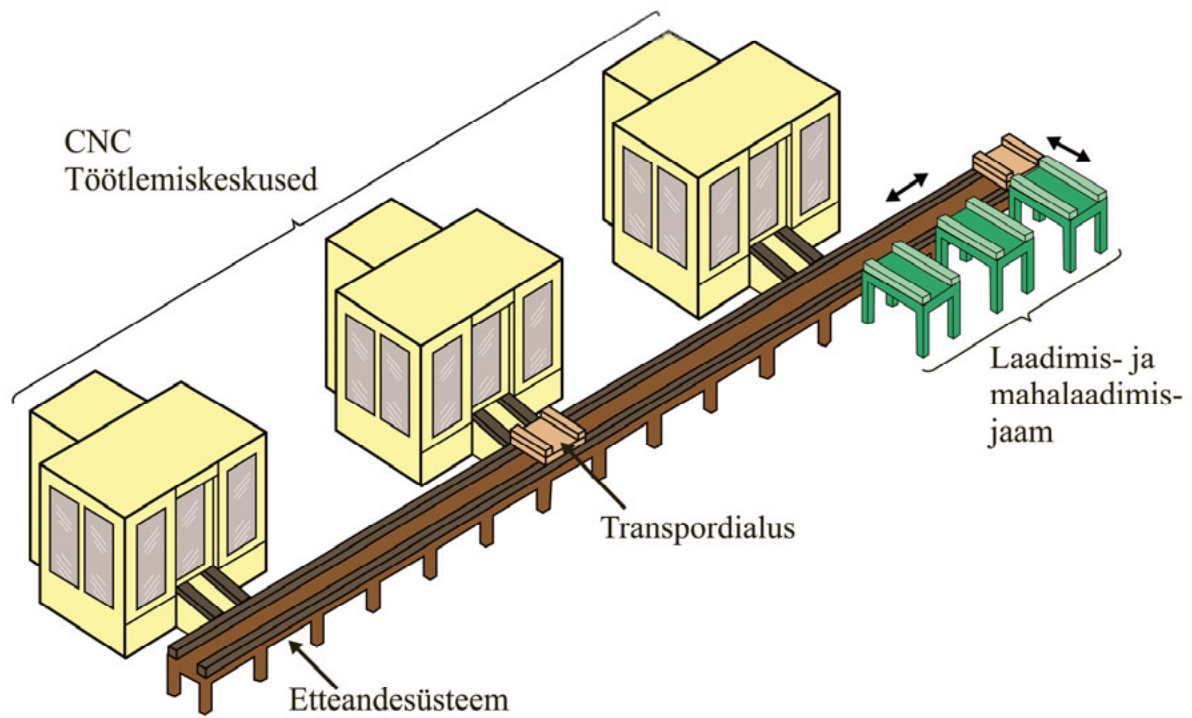
Paindautomatiseeritud tootmissüsteem (FMS – *Flexible Manufacturing System*, joonis 1.16) koosneb mitmest numbriliselt juhitavast tööpingist (CNC), mis on üheks tervikuks ühendatud automatiseeritud transpordi-laosüsteemi vahendusel. Selle kompleksi juhtimine toimub automatiseeritud juhtimissüsteemi abil, mis tavaliselt omakorda on ühendatud ettevõtte lokaalvõrku (LAN) ja/või internetti.

Paintootmismooduli ja -süsteemi kasutamise otstarbekuse võrdlus on toodud tabelis 1.3.

Lisaks tootmissüsteemi füüsilisele osale on ka organisatsiooniline ehk korralduslik pool. Seda korraldab tootmise juhtimine. Kui füüsiline osa on rohkem seotud tehnoloogiaga, so kuidas mingit toodet valmistatakse, siis organisatsiooniline osa on seotud protsessidega ehk millisel viisil ja millises järjekorras on toodete valmistamine korraldatud. Tootmissüsteemis on protsessid, tehnoloogia ja töötajad omavahel integreeritud. Protsessid määravad paljuski süsteemis loodava lisandväärtuse efektiivsuse.

Tabel 1.3. Paintootmismooduli ja paintootmissüsteemi võrdlus

Paintootmismoodul (FMC)	Paintootmissüsteem (FMS)
1. Suur paindlikkus	1. Väga kõrge paindlikkus
2. Suhteliselt väike ladustamisvõimalus detaili programmi jaoks	2. Suur ladustamisvõimalus detaili programmi jaoks
3. Kulud ressursile on väiksemad	3. Keerulised seadmed, millest tingituna kulud ressurssidele on kõrgemad
4. Lihtsam tootmise ettevalmistus	4. Kõrged nõuded tootmise ettevalmistusele, planeerimisele ja teostamisele
5. Mõõdukas põhjendatuse protsess, mis vajab keskastmejuhtimise nõusolekut	5. Seadme soetamist on keeruline põhjendada, otsuse peab tegema juhatus.
6. Vajab juhtkonna keskmist panustamist ja tuge	6. Vajab juhtkonna kõrgetasemelist panustamist ja tuge
7. Madalamad nõuded personalile ja koolitusele	7. Väga kõrged nõuded personalile ja koolitusele
8. Keskmine mõju teistele süsteemisestele protsessidele ja organisatsiooni tegevusele.	8. Suur mõju teistele süsteemisestele protsessidele ja organisatsiooni tegevusele
9. Madal-keskmine risk installeerimisel ja minimaalsed muutused tsehhi taristus	9. Kõrge risk ja keerukus, palju muudatusi tsehhi taristu juures
10. Lühike planeerimistsükkel	10. Pikk ja täpne planeerimistsükkel
11. Kiire, praktiline õppimisaeg ja rakendamisperiood	11. Pikaldane, keerukas õppimisaeg ja rakendusperiood
12. Ilma tööriista automatiseeritud kätetoimetamiseta, seab piirangud süsteemi võimalustele ja paindlikkusele	12. Koos tööriista automatiseeritud kätetoimetamisega ja tööriistasüsteemi juhtimisega avardab oluliselt süsteemi võimalusi ja paindlikkust



Joonis 1.15. Painttootmisliini võimalik variant [11]

Tootmissüsteemis aset leidvad protsessid võime jagada kahte gruppi: lisandväärtust loovad ja lisandväärtust mitteloovad. Lisandväärtust mitteloovad protsessid on transport, möõtmine, ootamine, paigaldamine, seadistamine jms.



Joonis 1.16. Painttootmissüsteem (Fastems Oy AB)

Tootmisega seonduvates protsessides võib inimese roll olla suurem või väiksem. Automatiseeritud tootmise puhul on töötaja vahetu osa väiksem ja süsteemi efektiivsus saavutatakse paljuski eelnevate insenerilahendustega. Konventsionaalsetes süsteemides (inimene-masin töökohad) on tulemuslikkuse kujundamisel inimese osatähtsus väga suur. Siin mängivad väga olulist rolli töötajate teadmised, oskused, vilumused, isikuomadused (kohusetunne, pingetaluvus, vastutustunne jms), aga ka motiveeritus ja meeskonnatöökogemus.

Tootmissüsteemi tulemuslik kasutamine on iga ettevõtte nii igapäevane kui ka strateegiline ülesanne. See loob eeldused kogu ettevõtte tulemuslikkuseks. Tootmissüsteemi tulemuslikkuse üldnäitajad on toodud tabelis 1.4.

Tabel 1.4. Tootmissüsteemi tulemuslikkuse üldnäitajad

Näitaja	Kriteeriumid
Kvaliteet	Saavutatav töötlemistäpsus Mittevastava toote esinemissagedus Kliendi reklamatsioonide arv ajaühikus Praadtoodete poolt põhjustatud lisakulud
Töökindlus	Tõrgeteta töö tõenäosus Keskmine tõrgete arv ajaühikus Seadme prognoositav töökindlus
Tootlikkus	Tootmistsükli ajaline osatähtsus tellimuse täitmise ajast Masinaaja osatähtsus töökohtadel Seadistusaegade osatähtsus töökohtadel
Maksumus	Süsteemi maksumus (investeering) Seadmete tasuvusaeg Süsteemi tootlus (lisandväärtuse suhe investeeringusse)
Paindlikkus	Samaaegselt toodetavate eriliigiliste toodete arv (product mix) Üldine eri liiki toodete arv (volume mix) Ümberhäälestuse aeg ühelt tooteperekonnalt teisele Seadistuse aeg toote valmistamiseks
Automatiseerituse tase	Käsitsi teostatavate toimingute arv süsteemis (töökohal) Automatiseeritult teostatavate toimingute arv süsteemis (töökohal)

Tootmine (masinaehitus) ettevõttes on keeruline ja mitmetahuline. Ettevõtte on üks oluline terviklik süsteem, mida tuleb oskuslikult juhtida. Ettevõtte on süsteemide, protsesside ja töötajate kooslus. Igal süsteemil (juhtimissüsteem, kvaliteedisüsteem, tootmissüsteem jms), protsessil (ostuprotsess, tootmisprotsess, müügi protsess jms) ja töötajal (erinevatel ametikohtadel) on organisatsioonis kindlad eesmärgid ja ülesanded. Need süsteemid, protsessid ja kaasatud töötajad on koondatud ettevõtte erinevatesse allüksustesse või on allüksuseülesed.

Allolev kirjandus toob mõningaid näiteid erinevatest kaasaegsetest seadmetest ja nende olemusest tööoperatsioonide sooritamisel. Allüksuste olemus, arv ja tegevusväli sõltub ettevõtte poolt püstitatud ülesannetest. Seda kirjeldab ettevõtte strateegia. Tootmistegevus on tootva ettevõtte üheks oluliseks põhitegevuseks, millele võib lisanduda näiteks arendustegevus, müük vm. Nagu eespool nägime, toimub tootmistegevus tootmissüsteemis. Selleks on lisaks füüsilisele

keskkonnale tarvilik ka korralduslik pool. Järgnev peatükk vaatlebki olulisi korralduslikke küsimusi tootmissüsteemis.

Kirjandus

1. Kovan, V.M., Korsakov, V.S. jt. Masinaehituse tehnoloogia alused, Tallinn "Valgus" 1969, 353 lk.
2. Lepikson, H. Masinaehitaja käsiraamat I, Tallinn "Valgus" 1968, 688 lk.
3. Lepikson, H. Masinaehitaja käsiraamat II, Tallinn "Valgus" 1968, 868 lk.
4. Matalin, A. Tehnologija masinostrojenija. Leningrad. 1985, 512 lk. (vene k.)
5. Rembold, U., Nnaji, B.O., Storr, A. Computer Integrated Manufacturing and Engineering, 1993. ISBN 0-201-56541-2
6. Jovana, F., Westkämper, E., Williams, D. The Manufature Road. Towards Competitive and Sustainable High-Adding-Value Manufacturing. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg 2009,261 p.
7. Pettai, Elmo Tootmise automatiseerimine. TTÜ elektriamite ja jõuelektronika instituut. Tallinn, 2005, 336 lk.
8. Groover, M., P. Automation. Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. Prentice Hall, 2008, Second Edition, 815 p.
9. Groover, M., P. Principles of Modern Manufacturing. Materials, Processes and Systems, Wiley, 2010, 1024 p.
10. Tolio, T. Design of Flexible Production Systems – Methodologies and Tools. Berlin. Springer Verlag, 2009. ISBN 978-3-540-85413-5
11. Flexible manufacturing systems, [WWW] http://www.nuigalway.ie/staff-sites/david_osullivan/dokuments/unit_15_flexible_manufacturing_systems.pdf
12. Fastems OY AB kodulehekülj [WWW] www.fastems.com (24.04.2014)
13. CNC seadmete tootja kodulehekülj [WWW] <http://www.dmg.com/home.en> (23.04.2013)
14. CNC seadmete tootja DMGMORI (Dekel-Maho-Gildemeister-MoriSeiki) kodulehekülj [WWW] <http://en.dmgmori.com> (24.04.2014)
15. 5-koordinaadiline töötlemiskeskus töös [WWW] www.youtube.com/watch?v=LSDKayRblAw (24.04.2014)
16. CNC seadmete tootja OKUMA kodulehekülj [WWW] www.okuma.com (24.04.2013)
17. CNC seadmete tootja HAAS Automation Inc kodulehekülj [WWW] www.haascnc.com (24.04.2014)
18. CNC seadmete tootja DUROC AB kodulehekülj [WWW] www.duroc.ee (24.04.2014)
19. Hermaste, A. Uus Painttootmissüsteem Mehhatroonikumis, 2012,5. [E-ajakiri] http://innomet.ttu.ee/uudiskiri/uudiskiri_detsember.pdf (25.04.2013)
20. CNC töötlemine [WWW] www.sharno.com (24.04.2014)
21. CNC töötlemine [WWW] www.industrialmachines.com (24.04.2014)
22. www.primapower.com lehtmaterjalide töötlemise seadmed
23. Trumfi lehtmaterjalide töötlemise seadmed, lasertehnoloogiad [WWW] www.us.trumpf.com/en/products/laser-technology.html (24.04.2014)
24. Lehtmaterjalide töötlemine [WWW] <http://isearch.org.com/videos?> (24.04.2014)
25. Inseneeria külaskäik Tšehhi pingitootjate juurde [WWW] <http://pdf.directindustry.com/pdf/tos-versdorf>, Inseneeria detsember 2010

26. Töötlemiskeskus DMG 60 U [WWW] www.youtube.com/watch?v=UAhWgXgl1A
(24.04.2013)
27. Hitomi, K. Manufacturing Systems Engineering. Osaka University, Japan. Taylor & Francis Ltd., 1979, 281 p.

Enesekontrolliküsimused

1. Ettevõtte valmistab perioodiliselt eriliigilisi tooteid kokkulepitud suurusega partiidena.

Millist tootmistüüpi ettevõtte kasutab?

- A. üksiktootmine,
- B. masstootmine,
- C. seeriatootmine,
- D. loetus puudub kasutatav tootmistüüp.

2. Voolootmisprintsipi kasutamise eesmärk on:

- A. kasutada uut tehnoloogiat,
- B. vähendada oluliselt tootmistsükli kestust,
- C. parandada tootmiskorraldust,
- D. toota tooteid suuremate partiidena.

3. Kliendile orienteeritud tootmisele on omane:

- A. kliendi vajaduste täpne ja tähtajaline täitmine,
- B. paindlik tootmiskorraldus masstootmisele omaste võtete kombineerimisega,
- C. ohtlike tootmisjäätmete tekkimise vältimine,
- D. pidev ja kiire tootmissüsteemide ümberhäälestus.

4. Mida iseloomustab väärtusahel?

- A. ettevõtte struktuuri,
- B. ettevõtte strateegiat,
- C. ettevõtte tootlikkust,
- D. ettevõtte automatiseerituse taset.

5. Millest oleneb ettevõtte tootmisallüksuste asetus?

- A. ettevõtte struktuurist,
- B. ettevõtluskeskkonnast,
- C. asjaolust, kas ettevõtte valmistab lõpptoodet või mitte,
- D. ettevõttes valmistatavatest toodetest ja tootmismahjust.

6. Millist seost peate teoreetiliselt kõige õigemaks?

- A. struktuur – toote keerukus,
- B. struktuur – väärtusahel,
- C. struktuur – omanike tahe,
- D. struktuur – töötajate arv ettevõttes.

7. Mida ei iseloomusta tootmissüsteemi tehnoloogilised võimalused?

- A. aastaprogrammi suurust,
- B. tootmiskorraldust tootmissüsteemis,
- C. valmistatavate toodete mõõtmeid,
- D. toodete nomenklatuuri.

8. Mis on omane konventsionaalsetele tootmissüsteemidele?

- A. ühetüübilised tööpingid,
- B. palju tööpinke,
- C. spetsiaalsed tööpingid,
- D. käsitsijuhtimisega tööpingid.

9. Paindtoomissüsteemi on otstarbekas kasutada selleks, et:

- A. valmistada väga suure täpsusega toodet,
- B. valmistada lühikese tootmistsükliga tooteid,
- C. valmistada tooteid, mis kindlasti peavad liikuma ühest tööpingist teise,
- D. valmistada suurtes kogustes eriliigilisi keerulisi tooteid.

2. Tootmistegevuse korraldamine

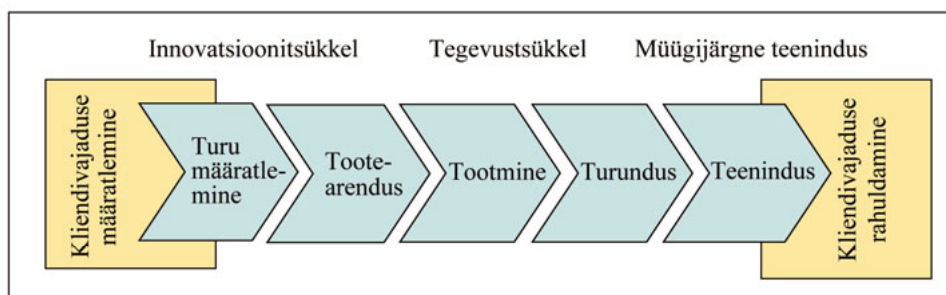
Äri- ja tootmisprotsesside juhtimine ja planeerimine on tootmisele orienteeritud ettevõtete põhitegevus. Juhtimise ja kommunikatsiooni abil viiakse ellu ettevõtte strateegiat, kvaliteedipoliitikat ning kindlustatakse tooteteostust. Juhtimissüsteemi üheks eesmärgiks on täita tellimused tähtajaks ja kvaliteetselt, st täita tootmisplaani, laiendada ja arendada tootmist, leida uusi kliente ning avardada tegevusvaldkondi.

Tootmisplaani realiseerimiseks on vaja tootmist planeerida ehk määratleda ajalis-ruumilised seosed, kus, mida ja millal teha. Tootmisplaanis jagatakse tootmistellimused (need tulenevad ettevõtte tellimuste plaanist) ajaliselt tootmisallüksuste (tsehhid, jaoskonnad ja töökohad) vahel eesmärgiga tagada toote üleandmine kliendile kokkulepitud ajal ja kohas (tarnetäpsus).

Tootmine peab kulgema tõrgeteta, ressursesäästvalt, mitte tekitama tarbetuid kulutusi ning tagama toote kvaliteedi. Seetõttu tuleb tootmist asjatundlikult korraldada. Tootmise korraldamine on organisatsioonilis-tehniliste tegevuste kompleks, mis parimal võimalikul moel jagab ajaliselt ja ruumiliselt materiaalseid ressursse ja inimesi, kindlustades nad õigel ajal vajaliku informatsiooniga. Kui tootmise planeerimine toetub planeerimismudelitele ning teataval määral ka intuitsioonile ja infotehnoloogilistele abivahenditele (planeerimisprogrammid või -süsteemid), siis korraldamine tugineb meeskonnatööl, kommunikatsioonile ja süsteemsusele.

2.1. Tootmistellimuse käsitlemine

Tootmistellimuste käsitlemise protsess on tootmisettevõtte keskne protsess, mille käigus toimub sisendite muutmine suurema lisandväärtusega väljunditeks. Teisisõnu tähendab see turuväärtust omavate toodete loomist materiaalistest ja mittemateriaalistest vahenditest kindla tehnoloogilise meetodi järgi. Ettevõttes väärtuse loomise protsessi põhilised komponendid on innovatsioonitsükkel, tootmistükk, müügi järgne teenindus (vt joonis 2.1).



Joonis 2.1. Väärtusahela mudel [1]

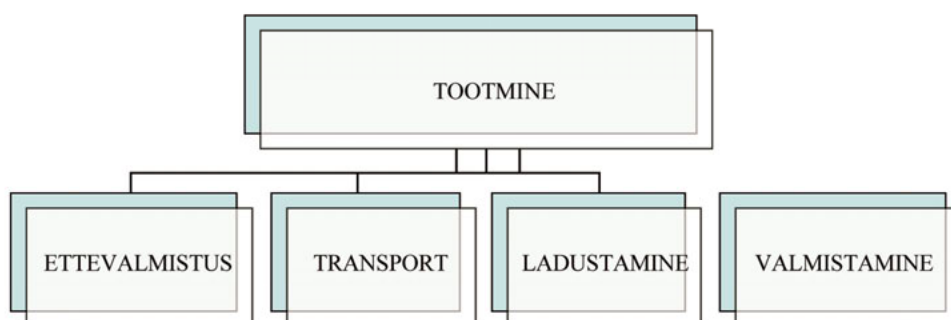
Innovatsioonitsükkel on väärtusahela esimene tähtis osa, mida võib vaadelda ka kui väärtuse loomist pikas perspektiivis. See määrab ettevõtte pikaajalise edukuse. Ta läbib kogu väärtusloomeprotsessi, identifitseerides turgude ja klientide tänased ning tulevased vajadused. Sellest lähtuvalt arendab ettevõtte uusi tooteid ja teenuseid, aga ka vajalikke tehnoloogiaid ning tootmissüsteeme.

Tegevustsükli all mõistetakse ettevõtte täidesaatva süsteemi põhiprotsesse, mille eesmärgiks on kliendi vajaduste rahuldamine. Tegevustsükli võib vaadelda ka kui väärtuse loomise protsessi lühikeses perspektiivis. Ta saab alguse tellimuse heakskiidust ettevõttes ning lõpeb toote või teenuse tarnimisega kliendile. Tegevusprotsessi võib jagada kaheks alamprotsessiks: tootmine ja turustamine.

Müügijärgne teenindus hõlmab klienditeeninduse protsessi, mille raames käsitletakse kliendi pretensioone ja tehakse vajadusel nii garantii- kui ka hooldustööd.

Tootmise kui ettevõtte väärtuse loomise põhiprotsessi võime omakorda jagada järgmiselt:

- **ettevalmistus**, mille käigus kindlustatakse tootmine vajalike materjalide ja teiste ressurssidega=
- **transport**, kus peetakse silmas eelõige ettevõttesisest materjalide liigutamist ühest punkti teise=
- **ladustamine** ehk tootmisega seotud materjalide hoiustamine valmistamise erinevate etappide vahel=
- **valmistamine**, mille käigus toimub materjalile lisandväärtuse andmine läbi muundusprotsessi (joonis 2.2).



Joonis 2.2. Tootmise erinevad osavaldkonnad [2]

Pikas perspektiivis on ettevõtte eesmärgiks kasumi maksimeerimine ehk siis müügi käibe ja kulu vahe maksimeerimine. Kui nüüd eeldada, et kõik müügiga seotud otsused on tehtud, võime lähtuda sellest, et tulude pool on konstantne. Sellisel juhul piisab kasumi maksimeerimiseks lisandväärtuse loomisel kulude minimeerimisest. Selle saavutamiseks peab kogu tellimuse käsitlemise protsess olema kogu ettevõtte ulatuses hästi läbi mõeldud ja korraldatud.

Pakkumist ja tellimuse käsitlemist vaadeldakse kui kompleksetegevust, mille toimivuse efektiivsusest sõltub otseselt ettevõtte tulemuslikkus ja kasumlikkus.

Tellimuse käsitlemise eesmärkideks on:

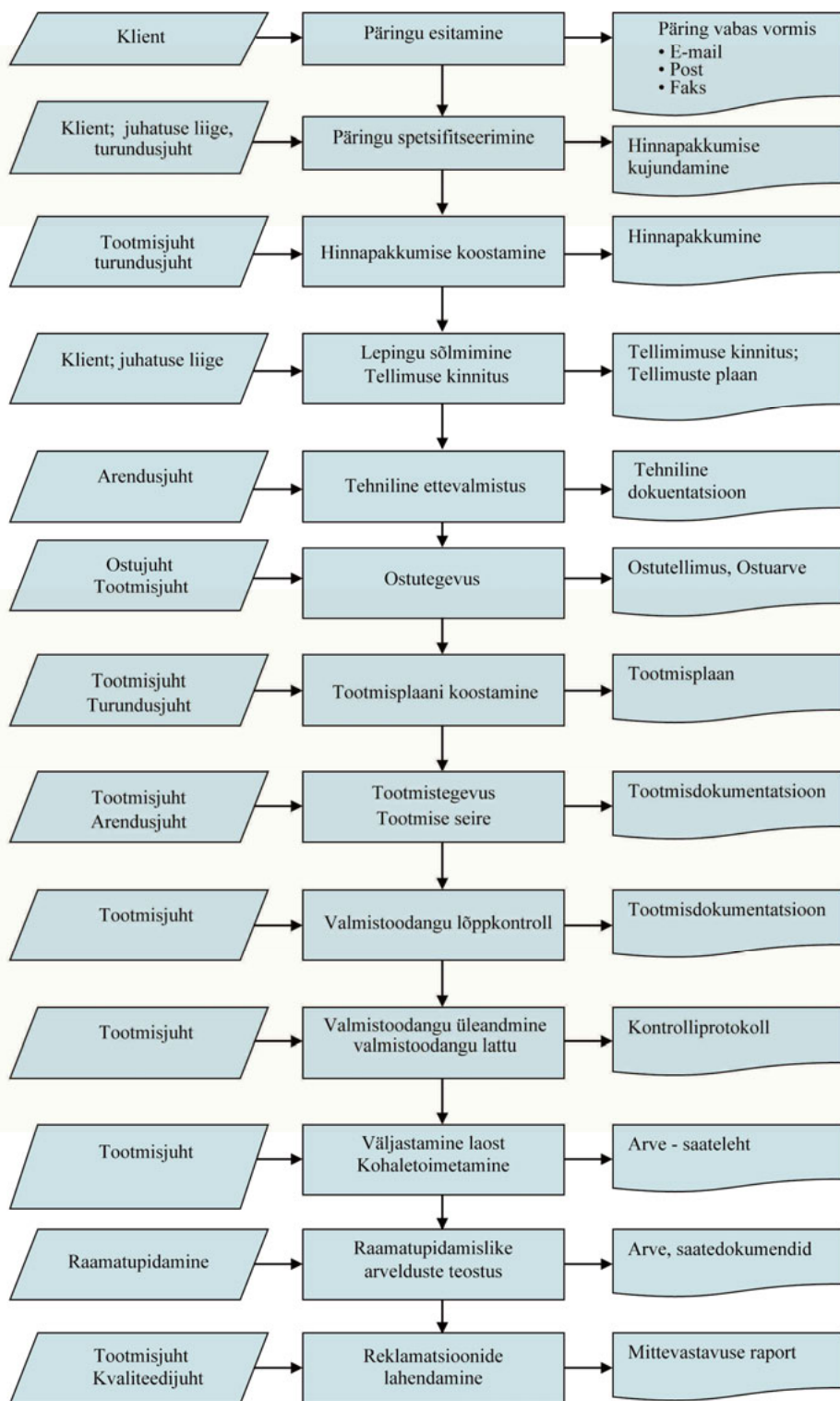
1. ~~Ä~~ äratleda tellimuste iseloom ja tarnetähtsused
2. ~~Ä~~ äratleda tellimuste tähtsajalise täitmise ja toodete kliendile väljastamise kord
3. ~~Ä~~ Vagada tellimuste ja toodangu tarnega seonduvate dokumentide kättesaadavus, mis omakorda tagab tootmise ladusa ja korrektse funktsioneerimise ning annab kliendile kindlustunde, et tellimus täidetakse õige ajaks ning soovitud viisil.

Tellimuse käsitlemisprotsess on näitena kujutatud joonisel 2.3.

Tellimuse täitmine hõlmab kogu organisatsiooni (aluseks on ettevõtte struktuur ja ametijuhendid). Tellimuse täitmise aluseks on ostu-müügileping või kliendipoolne tellimuse kinnitus, kus on fikseeritud tellimuse/lepingu number, teostatavad tööd, tähtaeg ja maksumus ning toote kliendile üleandmise tingimused.

Tellimused on kantud tellimuste plaani, milles on pidevalt võimalik jälgida nende täitmise kulgu. Tellimuste plaan koostatakse tavaliselt jooksvalt kalendriaasta lõikes. Tellimuste plaani on kantud selle aasta tellimuste numbrid, tellimuse alustamise kuupäev ja täitmise kuupäev. Tellimuste plaanis on sageli toodud ka vastava tellimuse täitmise eest vastutava isiku (nn projektijuhi) nimi. Pärast tellimuse täitmist antakse see üle lattu ning organiseeritakse toote saatmine kliendile. Valmistootega lähevad kaasa arve-saateleht, vajadusel ka pakkeleht või muud vajalikud dokumendid.

Iga tellimuse käsitlemisprotsessis osaleja ja allüksus peab teadma oma teenistuslike kohustusi ning püüdlema maksimaalse efektiivsuse poole oma teenistuslike ülesannete täitmisel. Tellimuse käsitlemisprotsess koos vastutavate täitjate ning väljund-dokumentatsiooniga on esitatud protsessi voodiagrammil (joonis 2.3).



Joonis 2.3. Tellimuse käsitusprotsessi voodiagramm

2.2. Tootmise planeerimise olemus ja tulemid

Planeerimine on eesmärgipäraste otsuste mõtteline ettevalmistus ja see on tihedalt seotud eesmärgi püstitamisega ja vajalike otsuste vastuvõtmisega. Planeerimine on juhtimise üks tähtsamaid funktsioone. Eesmärkide püstitamine ja nende saavutamiseks vajalike tegevuste planeerimine on juhtimise esmaseid ülesandeid.

Planeerimine on ettevõtte (tehase, vabriku, osakonna, üksuse) tulevaste eesmärkide ja nende saavutamiseks vajalike meetmete ja ressursside määratlemine. Lähtuvalt ajahorisondist eristatakse pikaajalist (strateegilist) planeerimist, keskmiseajalist planeerimist ja lühiaajalist (operatiivset) planeerimist.

Ettevõtte strateegilise planeerimise aluseks on ettevõtte visioon, missioon ja strateegia. Visioonist ja strateegilistest kavatsustest lähtuvalt tuleb formuleerida ja täpsustada ettevõtte eesmärgid. Järgmiseks on vaja määratleda eesmärkide saavutamiseks vajalikud tegevused. Tegevuste määratlemisel tuleb omakorda arvestada sellega, et alati on olemas erinevaid võimalusi püstitatud eesmärgi saavutamiseks.

Planeerimisega seotud tegevuse võime jagada järgmisteks faasideks:

- **Eesmärgi püstitamine** – ülemeesmärk (näiteks omanike tulu), vahe-eesmärgid (nt käiberentaabluse tõus 4%) ja alameesmärgid (näiteks toote käibe kasv 8% aastas).
- **Probleemi analüüs** – algab olemasoleva olukorra kirjeldamisest ja võimalike mõjutavate faktorite prognoosimisest.
- **Võimalike variantide leidmine** – erinevad viisid, kuidas on võimalik analüüsi käigus välja toodud probleemi lahendada.
- **Võimalike variantide hindamine** – hinnatakse probleemi kõrvaldamise erinevaid võimalusi ja valitakse see, mis kõige paremini täidab püstitatud eesmärki.

Plaanide jaotamisel osaplaanideks eristatakse vastavate plaanide sisulist ja ajalist jaotamist.

- Sisulisel jaotamisel on eelistatud funktsionaalne jaotamine (hankimine, tootmine, müük, turundus, finantseerimine). Suurettevõtete puhul jaotatakse plaanid ka tooteliinide lõikes.
- Ajalisel jaotamisel eristatakse strateegilist planeerimist, taktikalist planeerimist ja ajalist planeerimist.

"

Pika- või keskpikaajaliste plaanide olemus ja plaanidevahelised seosed on kujutatud joonisel 2.4.

Lühiajaline ehk operatiivne planeerimine tegeleb tootmise planeerimise ülesannete lahendamisega.

Tootmise planeerimisel tuleb jälgida kolme aspekti [3]:

1. Kvalitatiivne aspekt

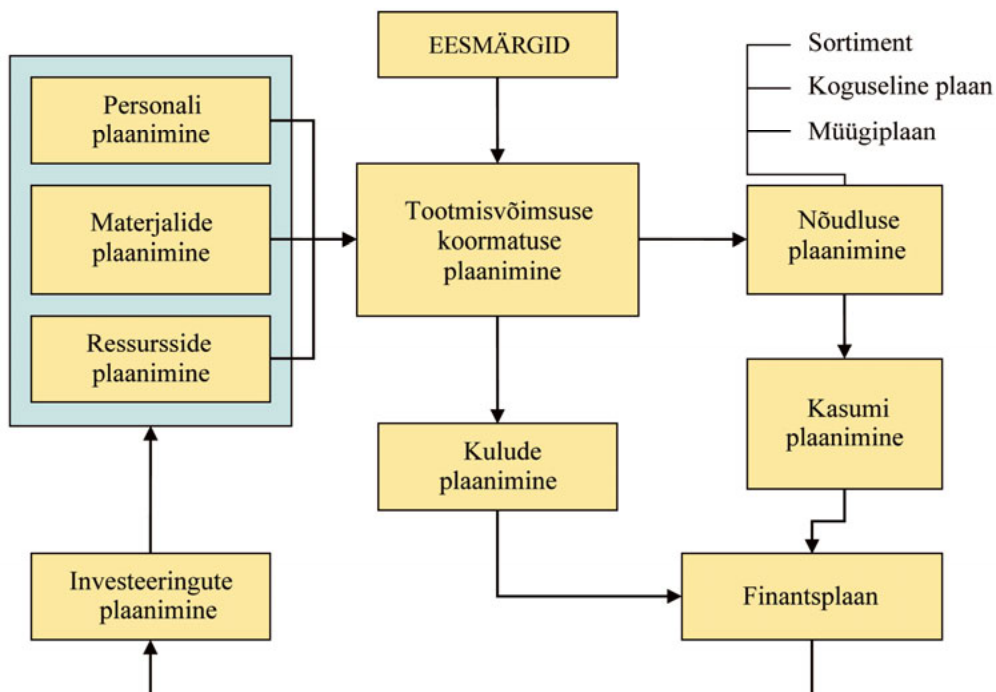
- Mida toodetakse – sortiment
- Kuidas toodetakse – meetodi valik
- Millega toodetakse – ressursside valik

2. Kvantitatiivne aspekt

- Kui palju toodetakse – aastaprogramm ja partii suurus
- Kui palju ressursse kasutatakse – ressursside valimisolek

3. Ajaline aspekt

- Millal toodetakse – ajaline planeerimine
- Millises järjekorras toodetakse – järjekorra planeerimine



Joonis 2.4. Ettevõtte strateegiliste plaanide vahelised seosed

Nüüdisaegne tootmise planeerimine ja tootmistegevuse juhtimine tugineb palju info-tehnoloogilistele süsteemidele, mida nimetatakse ettevõtte ressursside planeerimise süsteemideks (ERP – *Enterprise Resource Planning*) [4,5] ja tootmise teostuse süsteemideks (MES – *Manufacturing Execution Systems*) [6]. Paraku on paljud nendest kallid ja keerulised kasutada, mistõttu ettevõtted otsivad lihtsamaid ja odavamaid võimalusi. Seetõttu on paljud jäänud truuks traditsioonilisele Exceli lahendusele.

Ettevõtte jaoks on väga oluline kiiresti koostada tootmisplaan, mis paigutab erinevad tellimused tootmisjärjekorda niiviisi, et ettevõtte ressursid oleksid võimalikult otstarbekalt koormatud ja

tootmistegevuseks kuluv aeg minimaalne. Ka peab olema operatiivne võimalus tootmisplaani kiiresti ümber teha, kui tulevad ette muudatused toomises. Samuti peab tootmisplaani võimaldama reaalajas jälgida tootmistegevuse kulgu, et oleks arusaadav, kui kaugel (mitu protsenti kogumahust) antud tellimuse (tootmisülesande) täitmisega ollakse.

Tootmisplaani on tootmise organisatsioonilise teostuse põhidokument. Tootmisplaani on tootmisjuhi haldusalas ning kõikide jaoskonnajuhatajate ja/või meistrite päeva-, nädala- ning kuuülesanded lähtuvad tootmisplaani.

Tootmisplaani on tihedas seoses tellimuste plaaniga. Viimane on ettevõtte juhtkonna ja turunduse põhidokumendiks, kuid tootmisplaani lähtub just tellimuste plaanist. Seepärast on tellimuste plaani ja tootmisplaani vägagi seotud. Tellimuste vastuvõtmisel tuleb arvestada tootmisplaani ehk millisel määral on olemasolevad ressursid koormatud.

Need on üldised põhitõed. Reaalsuses on igal ettevõttel oma traditsioonid, ettevõtete tootmismaht on erinevad, toodetavad tooted erineva raskusastmega, samuti võivad organisatsiooni struktuurid olla küllaltki erinevad. Kõik need tegurid mõjutavad juhtimis- ja planeerimis-põhimõtteid ettevõttes.

Eesmärkide saavutamiseks on vaja tehnilisi vahendeid, inimesi ja finantsressursse. Kui neid ei ole piisavas koguses, siis tuleb otsida teisi lahendusi või teha järeleandmisi püstitatud eesmärkides.

Näiteks kui klient soovib, et valmistataks keeruline toode, mida ettevõtte varem tootnud ei ole, on vaja enne otsuse langetamist arvestada vähemalt kolme olulist asja:

- Kas kasutatavad tehnoloogiad võimaldavad ettevõttel sellist toodet valmistada?
- Kas töötajatel on olemas vajalikud kompetentsid?
- Kas reaalselt on ettevõttes olemas kõik ressursid toote tähtaegseks valmistamiseks?

Kui tellimus on suuremahuline, tuleb arvestada ka vabade ressursside olemasolu materjalide etteostmiseks. Tavaliselt on ettevõttel olemas võimalus osa töid edastada allhankijatele, juhul kui see osutub otstarbekaks. Nii on enne ettevõttesisesest planeerimistegevuse alustamist vaja teha mitmeid strateegilisi otsuseid.

Tootmise planeerimine on oluline võimalusi arvestav ettepoole suunatud tegevus. Mida täpsemalt ja detailsemalt on planeeritud tootmine, seda kergem on edukalt täita tootmisülesandeid. Tootmisülesannete täitmiseks on vaja tootmistegevust juhtida ehk tegeleda selle korraldamisega, meeskondade moodustamisega, tagasiside saamisega.

2.3. Tootmistegevuse korraldamine ja tootmise juhtimine

Tootmise juhtimise eesmärgiks on tootmisplaani täitmine. Tootmisplaani on tootmisallüksuse keskne dokument. Ühte tootmisallüksust omaval VKE-l võib tootmisplaani sageli ühtida tellimuste plaaniga. Tootmisplaani täpne ja ressursisäästlik täitmine on tootmisjuhi põhikohustus,

millele aitavad oluliselt kaasa tootmisallüksuse töötajad. Vastastikune kommunikatsioon, kohusetunne ja meeskonnatöö on olulised edu saavutamisel. Tulemusi on vaja visualiseerida. Nende kajastus peab olema avalik, mis on ka analüüside ja arutelude aluseks. Probleemsed olukorrad on vaja lahendada.

Tootmise juhtimine on organisatsiooniliste tegevuste kogum, mis peab kindlustama tootmisplaani / tellimuste plaani täitmise etteantud ressursidega kvaliteetselt ja tähtajaks.

Tootmise juhtimise olulisteks koostisosadeks on: planeerimine, korraldamine, motiveerimine ja kontrollimine.

Planeerimine on organisatsiooni eesmärkide ja tegevuste defineerimine ning nende teostamise tegevusahela määratlemine.

Korraldamine tähendab tegevuste ja nende täitmiseks vajalike volituste ja vastutuste määratlemist ning vastavate tegevuste koordineerimist nii süsteemisiseselt kui ka kogu organisatsiooni struktuuri keskselt, tagades toimingute täitmise tähtajaks ja kvaliteetselt parima tulemuslikkusega.

Motiveerimine on töötajate sotsiaalsete ja psühholoogiliste vajaduste arvestamine organisatsiooni eesmärkide saavutamiseks.

Kontrollimine tähendab tegevuste (protsesside) tulemuste seiret ja mõõtmist eelnevalt fikseeritud etappides, nende analüüsi ja vajaduse korral korrigeerivate ja ennetavate tegevuste rakendamist.

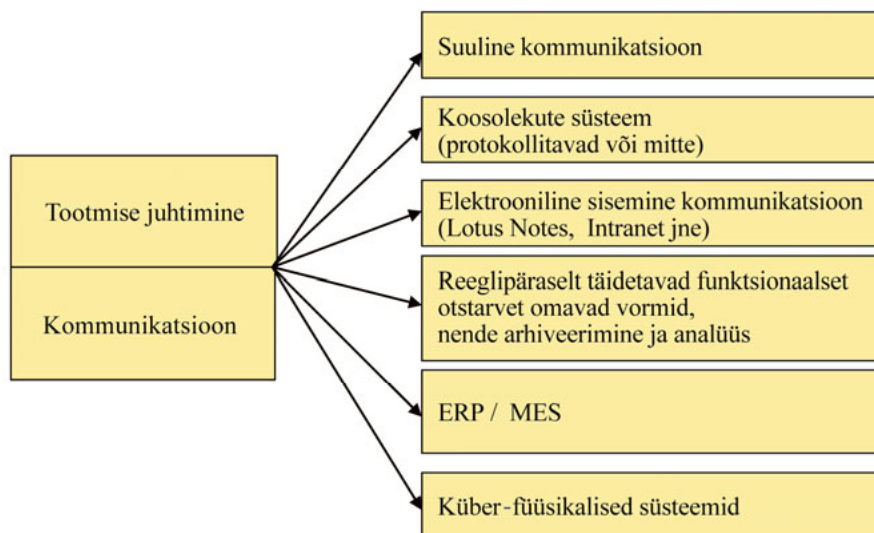
Tootmise korralduse peamised sammud on:

- eesmärgi püstitamine,
- tegevuste töökohapõhine planeerimine,
- ülesannete fikseerimine ja jaotamine,
- täitmise jälgimine ja lõpptulemuste kontroll.

Need tegevused peavad jõudma kõikide töötajateni. Olenevalt ettevõtte suurusest ja tootmis-korraldusest võib suurem rõhk olla hierarhilisel juhtimisel (vertikaalsed käsuliinid: tootmisjuht – meister – töötaja) või meeskonnatööl, kus iga töötaja vastutus on suurem (vt ptk 1).

Tootmise korraldamine ettevõttes realiseerub ettevõttesisese kommunikatsiooni kaudu. Kommunikatsiooni eesmärgiks on vajadusel ühiste otsuste vastuvõtmine, ühiste arusaamade kujundamine, tegevusest ülevaate saamine, tulemuste analüüs, ülesannete edastamine, tulemuste raporteerimine jms. Kõik need tegevused on vajalikud, kuid nad ei loo lisandväärtust, seega õigupoolest raiskavad aega. Samas aga, lisaks raporteerivale iseloomule, aitavad nad jõuda otstarbekamate tulemusteni ja seega loovad võimalusi efektiivsemaks ning kulusäästlikumaks tööks.

Tootmistegevuse korralduse juures on olulisel kohal see, kuidas ja millisel viisil rakendada ettevõttesisest kommunikatsiooni. Kommunikatsioonisüsteem võib olla korraldatud infotehnoloogilite vahendite abil või toimuda üldjuhul suuliselt. Erinevaid tüüpilisi kommunikatsioonivõimalusi ettevõttes kujutab joonis 2.5.



Joonis 2.5. Kommunikatsioonivõimalused ettevõttes

Infotehnoloogilisi võimalusi tuleb tänapäeval järjest juurde. Mõningad nendest on: intranet, Google Focs, kalendrirakendused (Outlook jt), Facebook, Twitter, e-post, Skype jms. Ettevõtte suurusest, ressurssidest, muutusteks valmisolekust jm teguritest sõltub, kui palju infotehnoloogiale tuginevat kommunikatsiooni kasutatakse.

Suuline kommunikatsioon ilmselt täna ja lähitulevikus päriselt ära ei kao. Üks võimalik suulise kommunikatsiooni liigitus on toodud alljärgnevalt:

- 1) **Tootmisnõupidamised** (toimumisaeg: harilikult üks kord nädalas; temaatika: tootmise kulg, tellimuse täitmise tähtaegadest kinnipidamine, plaaniliste tulemusnäitajate täitmine, kvaliteedinäitajad, materjalidega kindlustatus, muudatused tootmises). Tootmisnõupidamise kutsub kokku tootmisdirektor või vajaduse korral tsehhijuhataja.
- 2) **Hommikused koosolekud** (toimumisaeg: tavaliselt kohe tööpäeva alguses ja kestusega mitte üle 15 minuti. Arutusel on päeva tööülesanded ja nende jaotus, vajadusel eelmise päeva kokkuvõte. Hommikusi nõupidamisi korraldab meister, vajadusel ka tsehhijuhataja.
- 3) **Infonõupidamised** (toimumisaeg: üldjuhul üks kord kuus kokkulepitud ajal; temaatika: koolitus, uued projektid, tagasiside klientidelt, jooksva kuu tulemusnäitajate analüüs, ettevõtte strateegia ja turundustegevus, arendused ettevõttes). Infonõupidamiste organiseerijaks on tavaliselt juhataja liige.

- 4) **Probleemkoosolekud** (toimuvad vastavalt vajadusele. Temaatika: probleemsed olukorrad tootmises ja nende lahendamise võimalused, kvaliteediprobleemid, klientide reklamatsioonid ja nende lahenduse käik). Probleemkoosoleku kutsub kokku kvaliteedijuht või tsehhijuhataja.

Kõigil neil koosolekutel on oma kindel roll ettevõttes. Üldiselt raiskavad nad kasulikku tööaega, aga paraku on vaja omavahel tegevusi kooskõlastada, saada ülevaadet tehtust, täpsustada võimalikke edasisi tegevusi jne. Tänapäeval kasutatakse selleks elektroonilisi tahvleid, nutitelefone jm tehnilisi vahendeid, et olla operatiivsemad.

Kõiki eelkirjeldatud nõupidamisi võib korraldada ka infotehnoloogilisi vahendeid kasutades. Siin tuleb mängu ettevõtte kultuur – kuidas asju on harjutud tegema ja tahetakse teha.

Motiveerimine on oluline juhtimiselement. Õige motivatsioonisüsteem aitab luua paremaid suhteid juhi ja alluva vahel. Motivatsiooni kaudu on võimalik igapäev oma missiooni ettevõttes paremini tunnetada. Motivatsioonisüsteem ei tohi olla juhuslik, vaid asjakohane ja kollektiivile arusaadav. Pole vaja luua tarbetut konkurentsi, kuid iga sihtsuunitletud konkurents on kindlasti edasiviiv jõud. Mittemotiveeritud töötaja enamasti ei ole ettevõtte jaoks tulemuslik ja kaotus on seetõttu kahepoolne. Raamatus [7] on toodud mõned juhised motivatsiooni kohta:

- Kas motivatsiooni kadumise taga on isiklikud põhjused või mõni tööga seotud seik?
- Kas need põhjused on ajutised või kroonilised?
- Kui põhjused on isiklikku laadi, siis mida võib organisatsioon töötaja heaks teha, et teda rasketest aegadest üle aidata?
- Kui motivatsiooni kadumist on põhjustanud tööga seotud asjaolud, siis milles need seisnevad ja mida võiks firma ette võtta?

Eeltoodud küsimuste asetusest selgub, et töökollektiivis on väga oluline suhtlus ja meeskonnatöö.

Meeskond ja meeskonnatöö ei ole üks ja seesama [7,'8].

Meeskond tähendab väikest inimeste gruppi, kes töötab koos ühise eesmärgi nimel.

Meeskonnatöö tähendab organisatsioonisisest keskkonda, kus tekivad püsivamad või ajutisemad vastastikku sõltuvad ja üksteist täiendavad töösuhted mingi ülesande edukaks täitmiseks.

Edukas organisatsioonis on juhtide ja alluvate vahel head vastastikusel arusaamisel põhinevad töösuhted, mis pidevalt arenevad. Need töösuhted aitavad ühiselt lahti mõtestada seatud eesmärgid, analüüsida tulemuste saavutamist või vajakajäämisi.

Tootmise juhtimise ja korraldamise juurde kuulub kindlasti ka **teostuse kontroll**, mis toimub:

- 1) **töötaja tasandil** st enesekontroll ametijuhendist tulenevate ja täitmiseks antud korralduste (töökäsud) täitmisel;

- 2) **juhtkonna tasandil** st juhtkonna otsuste (tootmisplaan, tulemusnäitajad) ja korralduste täitmise kontroll.

Mõõdetavad tulemused on väga olulised tegeliku pildi saamiseks eesmärkide täitmisest. Mõõdetavad tulemused on otstarbekas visualiseerida ja avalikustada, et kõikidel tekiks arusaam tegelikust olukorrast ja igaüks saaks hinnata oma panust saavutatusse. Igal juhul eelistatakse mõõdetavaid andmeid hinnangulistele. Hinnangulisi andmeid on vahel otstarbekas kasutada analüüsi tehes.

Mõõta ja kontrollida saab ja võib nii protsessi kulgemist kui ka tulemit. Protsessi kulgemise kontroll võimaldab vältida ootamatusi ja vajaduse korral kohe sekkuda. Näiteks tellimuse täitmise kulgemise kontroll annab võimaluse täpselt teada, kui kaugel (mahuliselt, rahaliselt, protsentuaalselt) ollakse, st võrrelda plaani tegelikkusega. Sama saab iga töötaja oma töökohal teha, et võrrelda töökäsu planeeritud tegevusi teatava aja möödudes realselt tehtuga ning hinnata olukorda.

Tulemuste hindamine annab võimaluse teada saada, kui hästi õnnestusid meie püüded mõista, jälgida ja teostada planeeritud protsessi. Tulemused pakuvad vihjeid selle kohta, kui palju tege- likkus vastas planeeritule ja milliseid lisatäiustusi või parendustegevusi peaks ette võtma tulevi- kus.

Tootmise korraldamise tulemused peegelduvad vahetult allüksuse (jaoskond, tsehh) tegevus- näitajates. Tootmise korraldamise edukusele aitab väga palju kaasa tootmisjuhtide (meister, tsehhijuhataja, tootmisjuht) kompetentsus. Paraku ilma hea meeskonnatöötajate ning kõigi töötajate osavõtuta ja panustamiseta heade tulemusteni ei jõuta.

Kokkuvõtvalt võib välja tuua alljärgnevad olulisemad tootmistegevusega seotud ülesannete ja tegevuste grupid, mille täitmise juures on oma kindel roll tootmisjuhil, meistril ja töötajal:

1. Tootmise planeerimine:

- müügitellimusele kinnituse saamine,
- tootmisplaanide koostamine tellimuste alusel,
- pidev infovahetus ostu, turunduse, arenduse ja tootmise vahel,
- allhanketöö vajaduse otsustamine.

2. Tööülesannete väljastamine ja nende teostuse planeerimine:

- tööülesannete väljajagamine,
- seadmegruppide optimaalne koormamine,
- järgneva päeva töö planeerimine,
- lisatööjõu vajaduse määratlemine,
- tööjõu kohaloleku kontrollimine ja fikseerimine,
- tööülesannete jaotamine töötajate vahel,
- tööde ümberjaotamine paindlikkuse tagamiseks,
- järgmise päeva tööde ettevalmistamine.

3. Tööülesannete jagamine teostajatele:

- päevaülesannete jagamine töötajatele.
- töökoha organiseerimine,
- töödokumentide olemasolu kontroll töökohal,
- materjalide, vajalike rakiste ja tööriistade olemasolu kontroll töökohal,
- kvaliteediparameetrite selgitamine töölistele,
- vajaduse korral optimaalsete töövõtete selgitamine,
- teostuse kontroll,
- töötajate töökäskude kontrollimine ja kinnitamine.

4. Teostuse tagasiside:

- tagasiside kulutatud tööjõuressurssidest,
- tagasiside kulutatud materjalidest,
- tagasiside kulutatud vahenditest,
- tehtud tööde aruandlus,
- kulutabelite täitmine,
- päevatöö/nädalatöö aruannete koostamine,
- kuuplaani täitmise raport ja analüüs.

5. Pooltoodete käsitlemine:

- pooltoodete ladustamine kindlaksmääratud vaheladudesse,
- töökohtade ja tootmisallüksuste vahelise logistika korraldamine,
- järjekorra ohjamine.

6. Probleemide lahendamine:

- kliendi tagasiside läbiarutamine ja mittevastavuste kõrvaldamise organiseerimine,
- jaoskonnasiseste mittevastavuste lahendamine,
- töökohal esile kerkinud probleemide lahendamine,
- töökohaga seonduva praagi edasise käsitlemise lahendamine,

7. Parendustegevuse korraldamine:

- töö tulemuste hindamine (töökohas, tootmisallüksuses, tsehhis).
- töökoha tulemuslikkuse tõstmine,
- jaoskonna tulemuslikkuse tõstmine,
- tootmise efektiivsemaks muutmine.

2.4. Otsustusprotsessi olemus

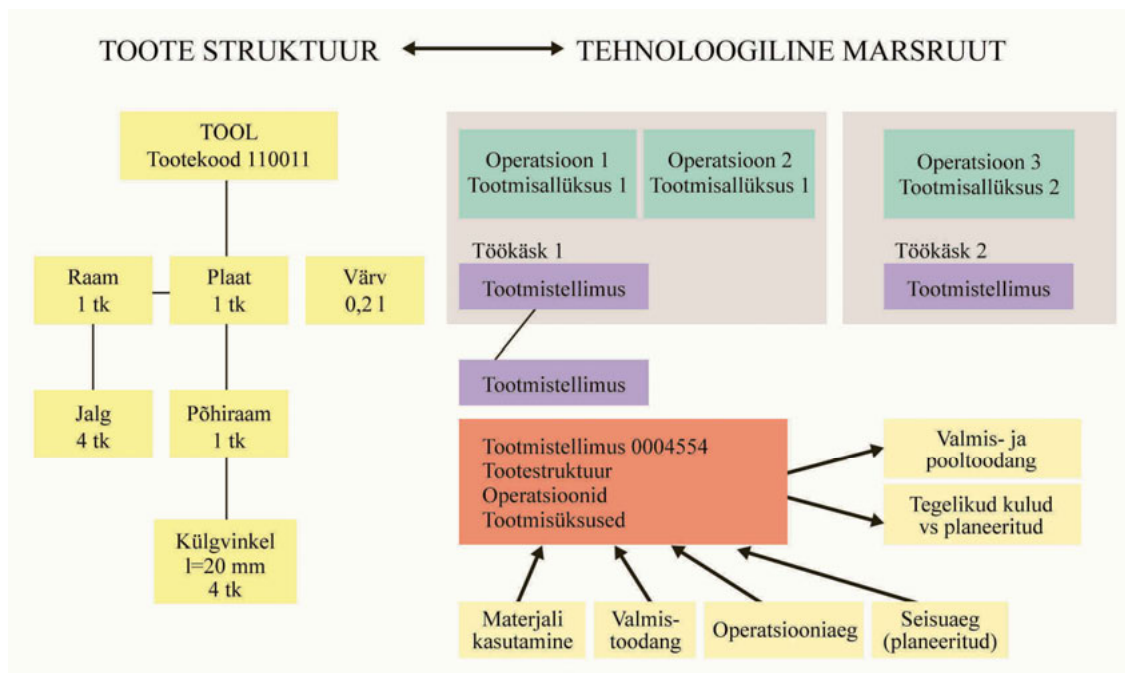
Tootmises tuleb paratamatult pidevalt vastu võtta mitmesuguseid otsuseid. Otsustusi tehakse erinevatel tasanditel: tootmisjuht, tootmismeister ja tootmistööline. Otsused võivad olla lihtsamad või keerulisemad. Igal juhul saab otsustada oma volituste piires, tuginedes olemasolevatele kompetentsidele.

Otsustamine on protsess, mis tugineb nii koha- kui ajamääratlusele. See tähendab, et otsustus on seotud mingi kindla olukorraga täpselt või vähemtäpselt määratletud kohas. Vastavalt volitustele tekib otsustuste hierarhia. Tööoperatsiooni teostava töötaja otsused on seotud töökohaga (vt joonis 2.5), meistri otsused jaoskonna töö korraldamisega, tsehhijuhataja otsused tegevusega tema vastutusvaldkonnas olevas tootmistehhis ning tootmisjuhi vastutusvaldkond on kogu tootmissüsteemi juhtimine.

Alljärgnevalt käsitleme täpsemalt meistri ja töölise otsustusmaailma. Olulisemad otsustusvaldkonnad on:

- tehnoloogiaalased,
- kvaliteedikesksed,
- korralduslikud.

Enamasti püüab iga organisatsioon võimalikult täpselt olukordi eelnevalt kirjeldada, et vältida ootamatuid otsuseid ja seega ka ajakulu ning eksimusi. Niiviisi aitavad tootmistehnoloogiad fikseerida toote valmistamisjärjekorra, kasutatavad rakised ja tööriistad ning töötlemisrežiimid. Kvaliteedi tagamiseks on kasutusel kontrollitehnoloogia ja kontrollikaardid vajalike parameetrite fikseerimiseks. Töö korralduslikud reeglid on toodud ettevõtte kvaliteedijuhtimissüsteemi dokumentatsioonis, töökorraldusreeglites ja ametijuhendites. Selline determineeritud lähenemine aitab vältida vigu ja loob eeldused täpselt normeeritud tööde sooritamiseks ning ajaraiskamise vältimiseks.



Joonis 2.6. Toote struktuur ja tootmiskeskond

Paraku on paljud ettevõtted orienteeritud tellimustööle, kus on palju eriliigilisi tellimusi, mis võivad üksteisest suuresti erineda. Niiviisi saame joonisest 2.6 lähtuvana kujutada endale kaht täiesti erinevat situatsiooni:

- 1) Ettevõtte toodab ainult toole – küll erinevates modifikatsioonides, aga üksteisele võrdlemisi sarnaseid. Tootmispartiid on suured (500-2000 tk) ja korduvad aasta jooksul mitmeid (6-12) kordi. Sellistel tingimustel on võimalik kõik töökohad varustada konkreetsete tehnoloogiatega, seadmed eelnevalt häälestada ja töötaja ülesandeks on eelkõige töödeldavate detailide vahetamine ja protsessi jälgimine.
- 2) Ettevõtte toodab metallmööblit, mille tooted erinevad üksteisest väga olulisel määral. Tegemist on kas üksiktellimustega või siis väikeste partiidega (5-10 tk), mis ei pruugi korduda. Sellisel juhul konkreetset tehnoloogilist protsessi iga toote jaoks välja töötada ei ole otstarbekas ning tootmisoperatsioonide sooritamise lähtub konkreetsetest tingimustest.

Otsustuste olemused ja kohad on kummagi variandi puhul täiesti erinevad. Esimesel juhul on töökohal töötajale väga täpsed instruktsioonid ette antud. Ootamatute olukordade tekke puhul tööline iseseisvalt neile reageerida ei tohiks (kui ta ei ole saanud eelnevat väljaõpet) ja otsused võtab vastu jaoskonna meister. Teisel juhul peab töötaja väljaõpe olema tunduvalt ulatuslikum, tema kompetentsus märksa kõrgem ja töökorralduse juures on talle tavaliselt antud laiem otsustusõigus nii tehnoloogia valikus kui ka töökorralduses. Oluline on tööülesanded täpselt ja kvaliteetselt täita.

Tänapäeva tootmises on olulised otsustuse kohad seotud pideva parendamisega ja kvaliteedi-probleemide lahendamisega. Neil juhtudel tuleb lähtuda asjaolust, et:

- otsustamine on valik erinevate võimaluste vahel,
- otsustamine on vastutuse võtmine ja lähtub kompetentsusest,
- otsustamine tugineb liidriole, aga arvestab meeskonna seisukohti.

Otsustusprotsessi seitse sammu:

1. **Eeltöö:** vajadusel moodustatakse asjakohane meeskond ja sobilik otsustusmeetod ning tegutsemisviis.
2. **Takistuste tuvastamine:**
 - Probleemide identifitseerimine. Oht võib peituda selles, et otsused on suunatud sümptomitele (tagajärgedele), mitte aga probleemi enda lahendamisele.
 - Eesmärkide ja otsustuskriteeriumide määramine. Otsuse tegemisel on vaja fikseerida kriteeriumid, mille alusel hinnatakse lahenduse vastavust eesmärgile. Sellisteks kriteeriumideks on sageli kulud, hind, investeeringud, kulutatud aeg, tootlikkuse kasv jms.
3. **Võimalike variantide väljatöötamine**
 - Vaja on arvesse võtta kõik võimalikud alternatiivid.
 - Tavaliselt on võimalike variantide arv piiravate tingimuste tõttu limiteeritud. Samas tuleb aga vältida ohtu, et mõningad võimalikud variandid jäävad märkamata.
4. **Võimalike variantide analüüs ja võrdlemine** on väga oluline õigete otsuste langetamiseks ning selleks tuleb kasutada vajaduse korral erinevaid matemaatilisi meetodeid: optimeerimine, simulatsioon, modelleerimine, tabelotsustusmeetodid, statistiline analüüs jms, või arvestada ekspertarvamusi.

5. **Parima võimaluse valik** lähtub alati eesmärgist, mida soovitakse saavutada.
6. **Parima variandi elluviimine** püstitatud eesmärgi saavutamiseks.
7. **Otsuse elluviimise ja eesmärgi saavutamise kontroll.**
 - Tulemuslikkuse saavutamise eelduseks on otsuse elluviimise kontroll, et olla ühtlasi kindel tehtud otsuse õigsuses. Kontrollida tuleb ka otsuse elluviimise käiku ja liikumist püstitatud eesmärgi poole. Kõrvalekaldumised püstitatud eesmärgist võivad olla põhjustatud olukorra muutusest, vigadest alternatiivsete variantide hindamisel, informatsiooni puudulikkusest jms.

Halbade otsuste põhjused:

- Otsustusprotsessi vajalikkuse alahindamine ja üksikute protsessietappide vahelejätmine või pealiskaudne teostamine.
- Seotud ratsionaalsus – sageli tuleb teha otsuseid piiratud ressursside tingimustes ja sellepärast ei ole võimalik ellu viia varianti, mis tundus kõige efektiivsem. Tuleb piirduda sellise lahendusega, mis antud piirangu tingimusi rahuldab.
- Osakonnasisestest eesmärkidest lähtuvad optimaalsed lahendused ei pruugi veel ettevõtte kui terviku jaoks optimaalsed olla.

2.5. Toote hind ja lisandväärtus

Tootmistegevus on paratamatult kulude tekkekoht. **Kulu** tekib ressursi kasutamisel. Kui esialgu piirdus kulude arvestus möödunud perioodil tekkinud kulude kirjeldamisega, siis koos majanduse arenguga on muutunud ja muutub järjest olulisemaks tulevikus tekkida võivate kulude juhtimine, prognoosimine ja eelarvestamine [9].

Kulu ei teki organisatsioonis iseenesest, vaid on konkreetsete juhtimisotsuste ehk tegevuste tulemus. Iga ressursi tuleb kasutada väärtuse loomiseks, vastasel juhul on ressurss raisatud.

Ettevõttes on oluline tegeleda mitte ainult **kulude arvestusega** (raamatupidamine), vaid ka **kulude juhtimisega** (finantsjuhtimine) ehk keskenduda tuleb kuludele, mis on olulised ettevõtte tulemuslikkuse, kasumlikkuse ja tegevuse juhtimiseks. Kulude juhtimine peab vastama küsimusele: kuidas suurendada, lähtuvalt omaniku poolt püstitatud eesmärkidest, lisandväärtust kliendile, maksimeerida kasumit, kasutades efektiivselt ressursse ning hoides kulutused võimalikult madalal.

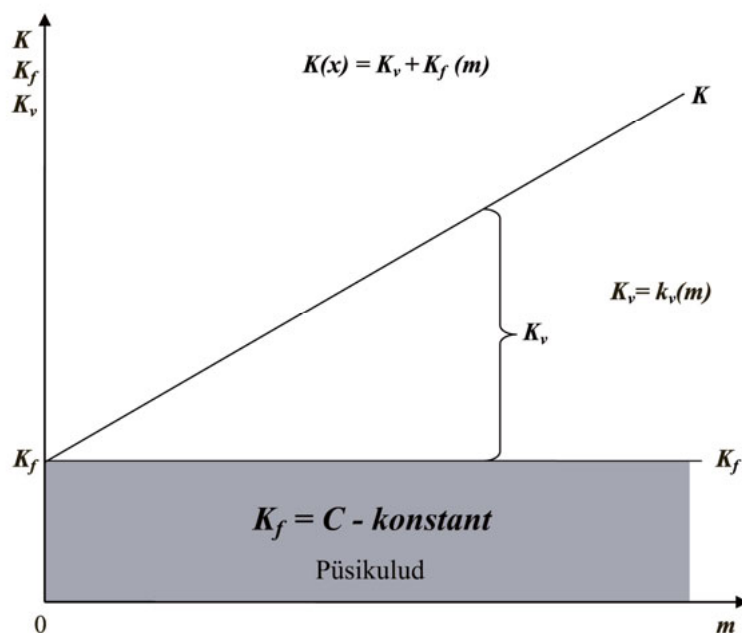
2.5.1. Püsikulud ja muutuvad kulud

"Enne kui ettevõtte midagi tootma hakkab, peavad olema täidetud eeltingimused: tootmisvahendite soetamine või rentimine, organisatsiooni ülesehitus jne. Tootmisväljund eeldab ettevõtte valmisolekut või selle loomist. Valmisolekuga kaasnevad kulud, mida nimetatakse **püsikuludeks** (nt hooned, seadmed, investeeringud, organisatsioon jne). **Püsikulud** on kogukulude osa, mis tekivad ka siis, kui toodetav kogus on null.

Kui püsikulud on sõltuvad ajast ja valmisolekust, siis muutuvad kulud sõltuvad tootismahust. Muutuvateks kuludeks on näiteks materjalikulu, tööjõukulu jms. **Muutuvad kulud** sõltuvad ka toodetavast kogusest ehk tootismahust.

Nagu jooniselt 2.7 näha, koosnevad kogukulud K püsikuludest K_f ja tootiskogusest m sõltuvatest muutuvkuludest $K_v(m)$. Kogukulud baseeruvad püsikuludel.

Püsikulude puhul saame rääkida ka püsikulude muutumisest ehk siis hüppelistest püsikuludest. Näiteks uue seadme soetamisel kasvavad kulud K_1 -lt K_2 -le hüppeliselt. Tootismahu kasvatamisel m_1 -lt m_2 -le saame selle vahe aja jagada majanduslikult efektiivseks ehk kasulikuks kuluks K_N ja tühikuluks K_L .



Joonis 2.7. Kogukulude kujunemine [10]

Kogukulud arvutatakse alljärgneva valemi abil:

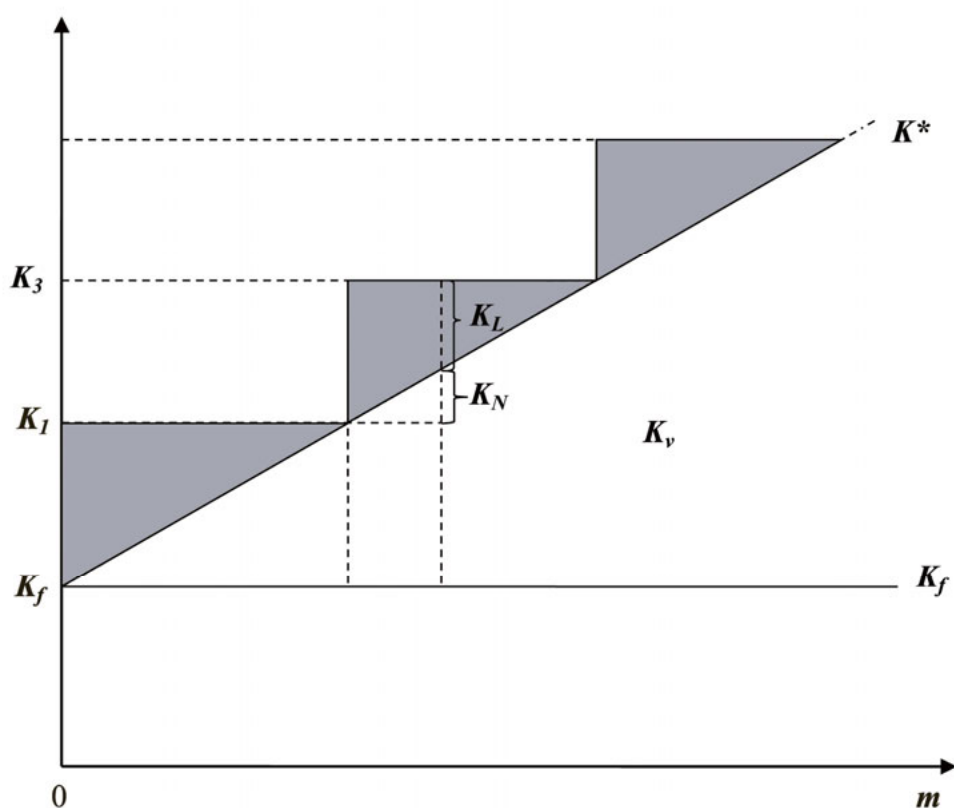
$$K(x) = K_f + K_v(m)$$

Kulusid mõjutavad tegurid

Tootmise kogukulused mõjutavad erinevad tegurid (tabel 2.1), mille tundmine annab ettevõttele võimaluse vähendada kulusid erinevatel tasanditel, lähtudes majanduslikkuse printsiibist. Vastavalt sellele, kas ja kuidas saame kulusid mõjutada, võime jagada kulud kahte kategooriasse: kulud, mida ettevõtte ei saa mõjutada, ja kulud, mida ettevõtte saab mõjutada. Need kulud jagunevad omakorda veel tootmisvaldkonna kuludeks ja teiste valdkondade kuludeks.

Tabel 2.1. Kulused mõjutavad tegurid [10]

Kulude määratlused		
Mõjutatavad kulud tootmise valdkonnas	Mõjutatavad kulud teistes valdkondades	Kulud, mida ettevõtte ei saa mõjutada
Ettevõtte suurus	Müügipoliitika	Faktorite hind
Tootmisprogramm	Finantseerimine	Maksud
Koormatus	Arendustegevus	Tööpäevade arv perioodis
Tootmistingimused		Tootmisfaktorite omadused
Faktorite kvaliteet		Juriidilised raamtingimused



Joonis 2.8. Hüppelised püsikulud [10, lk 311]

2.5.2. Hinnakalkulatsioon ja tootmiskulud

Hind ja hinna koostisosad

Hind on tasu, mida ostja on hüve (toode, teenus) eest müüjale nõus maksma. Selline hind tekib enamasti müügiläbirääkimiste käigus tehtava pakkumisega ja selle aktsepteerimisega [11].

Toote omahind on toote või teenuse ettevalmistamisega, tootmise ja müügiga seotud kulude rahaline arvestus.

Hinna tähtsad komponendid on:

- **Omahind**, mis koosneb tootmise omahinnast (materjalikulu, tootmiskulu, muud kulud), müügiikulust, arenduskulust, juhtimise kulust. Kui müügihinnaga ei õnnestu omahinda katta, siis tekib müügiotsuses kahjum.
- **Kalkuleeritud kasum** on ettevõtte riskipreemia ja peab katma ettevõtte üldise tegevusega seotud riski ja samas võimaldama ettevõtte omafinantseerimiseks vahendeid koguda.

Hinnakujunduses eristatakse kolme põhimõtet:

- **Kulupõhine hinnakujundus** lähtub põhimõttest, et müügihind peab katma toote omahinna ning kalkuleeritud riskipreemia (soovitud kasum), mis lisatakse omahinnale. Selle hinnakujunduspõhimõtte puuduseks on, et pakutav hind ei pruugi olla kliendile vastuvõetav ja ta ei soovi antud hinnaga seda toodet osta.
- **Turu- või nõudlusepõhine hinnakujundus** lähtub turu poolt aktsepteeritavast hinnast, mis on kliendile vastuvõetav ja konkurentsivõimeline konkurentide hindadega. Lähtepunktiks ei ole ettevõtte kulud, vaid turul saavutatav/vastuvõetav hind. Lahutades turuhinnast soovitud kasum saadakse turu poolt aktsepteeritava omahinna alus.
- **Konkurentsipõhine hinnakujundus** lähtub konkurentide hinnatasemest, ja seda sõltumata sellest, milline on ettevõtte kulude tase või turunõudlus. Seda hinnakujundamise põhimõtet saab kasutada siis, kui pakutavad hüved on homogeenised (sarnased) ja turul on palju pakkujaid (palju ostjaid). Sellises olukorras tuleb väga täpselt jälgida, kuidas hinnad turul liiguvad.

2.5.3. Hinnapakkumine

Hinnapakkumise ülesanne ja eesmärk on ettevõttesisese arvestusega määratleda kulud, mis tekivad väärtuse loomise protsessis ja tulemuse turustamisel või kliendivajaduste rahuldamisel. Hinnapakkumise juures saab lähtuda ka võimalusest, et määratletakse, millist hinda on potentsiaalsed kliendid nõus antud toote või hüve eest maksma.

Hinnakalkulatsioon kui kulukandjate koguline arvestus on kulu- ja tuluarvestuse kui ettevõtte majandusliku tegevuse keskne osa (vt tabel 2.2).

Hinnakalkulatsiooni arvutuslikud osad on omahind, mis koosneb toote muutuvkuludest ja püsikuludest ja arvestatakse toote ühiku või partii kohta selleks, et määratleda pakkumise omahinna suurust, ning kalkuleeritud kasum, mille arvestamisel lähtume soovitud kasumiprotsendist.

$$G = \frac{H_k \times g}{100}$$

H_k – omahind

G – kasum

g – riski hind ja juurdehindlusprotsent

Järelkalkulatsioon

Isegi siis, kui klienditellimus on edukalt täidetud ja sellega seotud müügitulu on laekunud ettevõtte arvele, jäävad lahtiseks kaks probleemi:

1. Mis antud klienditellimuse täitmine tegelikult maksma läks ja kas ning kui suurt kasumit antud klienditellimuse täitmisega teeniti, kui üldse teeniti? Sellele küsimusele ei saa vastata ilma detailse järelkalkulatsioonita.
2. Kui tellimusele järgneb uus analoogiline tellimus ning ettevõtte alustab hinnakalkulatsiooniga jälle otsast peale, on võimalik tehtud vigade kordamine või lihtsalt raisatakse tarbetult aega.

Seega on järelkalkulatsioon igal juhul mõttekas isegi siis, kui sellega kaasneb teatav lisatöö [11].

Tabel 2.2. Hinnakalkulatsiooni struktuur

Kulu		Seletus	
1.	Materjalikulu		Materjalispetsifikatsioon
2.	Materjali kaudne kulu	[%]	Protsent materjalikulust
3.	Materjalikulu kokku		Rida 1 + rida 2
4.	Tootmistööliste palgakulu		Tööajanormid
5.	Tootmise muud kulud	[%]	Protsent tootmistööliste palgakulust
6.	Valmistamise kulu		Rida 4 + rida 5
7.	Tootmiskulud kokku		Rida 3 + rida 6
8.	Müügikulud	[%]	Protsent tootmiskuludest
9.	Juhtimiskulud	[%]	Protsent tootmiskuludest
10.	Omahind		Rida 7+ rida 8 + rida 9
11.	Kasum	[%]	Riskipreemia protsent omahinnast
12.	Müügihind		Rida 10 + rida 11
13.	Käibemaks	[%]	Seadusega ette nähtud maks
14.	Müügihind käibemaksuga		Rida 12 + rida 13

2.5.4. Tootmiskulud

Tootmiskulude arvestuse aluseks on tootespetsifikatsioon, toote mõõtmed, kvaliteedinäitajad, kasutatavad materjalid ja protsessi plaan. Tootmiskulude arvestust ei saa teha enne, kui eeltoodud informatsioon on olemas. Tavaliselt on alusdokumentideks toote spetsifikatsioon ehk tükileht (BOM – *Bill of Materials*) ja tehnoloogiakaart. Enamasti koostatakse need dokumendid tootmise planeerimise faasis. Samas on vajalik teha ka otsus allhanke kasutamise osas ehk määratleda, mida ja kui suures mahus on ettevõttel otstarbekas sisse osta teistelt võimalikelt tarnijatelt.

Detailne tootmiskulude hinnanguline arvestus lähtub järgmistest sammudest:

1. Toote detailne analüüs ja valmistamist vajavate detailide loetelu ja kogused.
2. Iga detaili tootmisprotsessi kirjeldus.
3. Iga detaili materjalikulude määratlemine.
4. Iga detaili valmistamiseks vajaliku protsessiaja (*cycle time*) määratlemine lähtuvalt punktis 2 kirjeldatud tootmisprotsessist.
5. Iga operatsiooni tööjõukoormuse ja üldkulude protsendi (osakaalu) määratlemine.
6. Tootmiskulud on summa punkti 3 ja 5 kuludest.

Toodetava ühiku tootmiskulud on:

$$K_u = K_M + K_T + K_{\dot{U}}$$

K_u – ühiku tootmiskulud

K_M – materjalikulu

K_T – tööjõukulu

$K_{\dot{U}}$ – üldkulud

Materjalikulu sisaldab ostutoodete soetamiskulu ja toorikute kulu, millest detailid on valmistatud.

$$K_M = (\eta V_n k_v + K_{\dot{U}M}) + (S + K_{\dot{U}S})$$

V_n – detaili ruumala

η – materjalikulu koefitsient

k_v – materjali hind detali kohta,

$K_{\dot{U}M}$ – materjali hoidmise üldkulud (hankimine, kontroll, ladustamine, intressikulud ja materjali käsitlemise kulud)

S – ostmise kulu

$K_{\dot{U}S}$ – ostmisega seotud üldkulu

Tööjõukulu on seotud toote (detaili) valmistamisoperatsiooni ajaga t_u . Vastav aeg koosneb tehnoloogilise operatsiooni teostamise ajast, seadistamiseajast, mittetootlikust lisaajast nagu puhkepausid, ootamine jne. Aeg saadakse ajanormide alusel (*standard times*). Tööjõu tunnihind k_L on (EUR/h).

$$K_T = K_{OK} + K_{SE} + K_{\dot{U}T}$$

kus K_{OK} – otsesed tööjõukulud

$$K_{OK} = k_L \times t_U$$

K_{SE} – seadistamisega seotud kulud

$K_{\dot{U}T}$ – tööjõu üldkulud

Mõnikord kasutatakse eraldi ka seadmete kasutamise tunnihinda detaili töötlemiseks.

$$K_S = \frac{K_A + K_I + K_P + K_E + K_H}{t}$$

K_A – seadmete amortisatsioon aastas

K_I – seadmete soetamise aastaintress

K_P – seadme alla oleva pindala kulud

K_E – energiakulu

K_H – seadme hoolduse ja remondi kulud

T – tundide arv aastas, millal on seadet kasutatud "

2.5.5. Kasumiläve analüüs"

Ettevõttesiseste finantsotsuste langetamise keskseks kriteeriumiks on majandustulemuse muutumine erinevate tegevusmahtude tingimustes. Kasumilävi näitab meile, millise müügi koguse juures katab müügist saadud tulu kõik selle tootmisega seotud kulud. Planeeritust väiksemate tootmismahtude korral on ettevõtte kahjumis ja suuremate tootmismahtude korral kasumis.

Käibest lähtuv kasumiläve analüüs näitab, kui suur käive P katab kogukulud C .

Kui me lähtume seosest:

$$\text{kasum } G = \text{käive } P - \text{kogukulud } C$$

ja kui kasumilävi punktis on kasum $G = 0$, siis käive = kogukuludega

$$P = C = C_v \times X + C_f$$

$$X = \frac{C}{R - C_v}$$

$$B_p = C_v \times \frac{C_f}{p - C_v} + C_f$$

C – kogukulud

G – kasum

P – käive

C_v – muutuvad tükikulud

R – müügihind

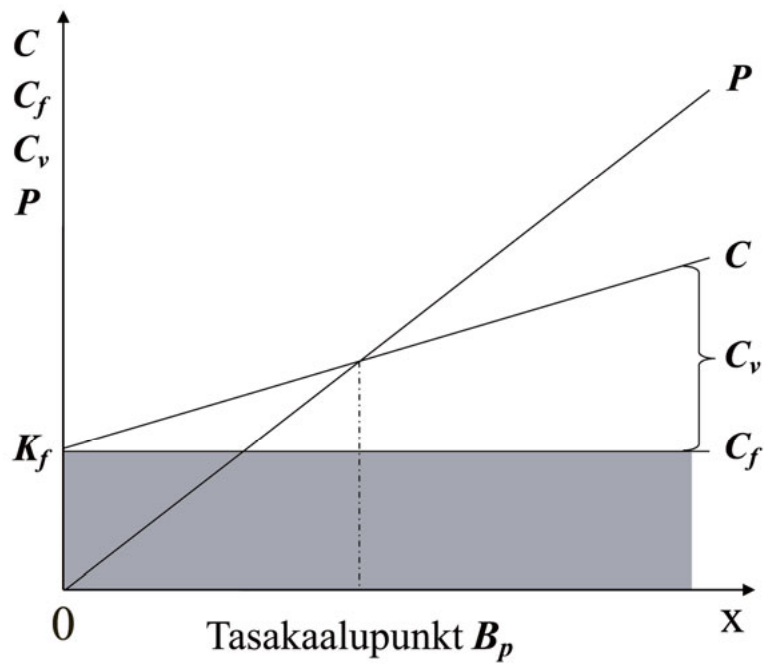
C_f – püsikulud

X – kogus

Kulude tegevusmahu ja kasumi graafiline analüüs on toodud joonisel 2.9.

Kulude, tegevusmahu ja kasumi vaheliste seoste analüüs uurib, kuidas kasum ja kulud muutuvad tegevusmahu muutudes. Tüüprobleemid, mille saame vastuse, on:

- Milline müügimaht on vajalik tasakaalupunkti saavutamiseks?
- Milline müügimaht on vajalik soovitud kasumi saamiseks?
- Millist kasumit võib loota teatud käibemahu korral?
- Kuidas mõjutavad müügihind, muutuvad kulud ja püsikulud ning tegevusmaht kasumit?
- Kuidas muutused kaubastruktuuris mõjutavad tasakaalupunkti, soovitud kasumit ja kasumi potentsiaali?



Joonis 2.9. Tasakaalupunkt

Kirjandus

1. Kaplan, R. S., Norton D. P. Translating Strategy Into Action: The Balanced Scorecard, Boston: Harvard Business School Press, 1996
2. Wöhe, G., Döring, U. Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Verlag Franz Vahlen München 2008
3. Kistner, K. P., Steven, M., Produktiosplanung, Springer Verlag, Berlin, 2001
4. Karjust, K.; Kers, J.; Kioline, I.; Kokla, M.; Küttner, R.; Lavin, J.; Lavrentjev, J.; Lumiste, R.; Lõun, K.; Mõtus, L.; Naams, I.; Otto, T.; Pohlak, M.; Raba, K.; Riives, J.; Reedik, V.; Roosimõlder, L.; Saks, A.; Talkop, A.; Tähemaa, T.; Veinthal, R. (2011). Uenduslik tootmine : käsiraamat. Toim: Riives, J.; Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus). Thin Enterprise Resource Planning. Boston: Thomson Course Technology, 2006 ISBN 0-619-21663-8
5. Meyer, Heiko; Fuchs, Franz; Thiel, Klaus. Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning and Deployment. New York; McGraw Hill, 2009
6. Scholtes, Peter R. Juhi Käsiraamat. Kuidas motiveerida meeskonda ja jõuda parema tulemuseni. Tallinn 2001, TEA Kirjastus
7. Karu, Sander. Omahinna arvestamine ja üldkulude jaotamine. Ajakiri „Raamatupidamise Praktik“, oktoober 2012
8. Finantskoolitused www.sanderkaru.ee/finantskoolitused [WWW], (29.04.2014)
9. Wöhe, G., Döring, U. Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Verlag Franz Vahlen, München 2008
10. Von Känel, S. Betriebswirtschaftliche Instrumente für Ingenieure, Verlag Neue Wirtschafts-Briefe GmbH&Co,KG, 2009
11. Otsuste tegemine, Äripäeva raamat, 2010

Enesekontrolliküsimused

- 1. Kellel lasub peavastutus kliendi tellimuse täitmise eest?**
 - A. tootmisel,
 - B. turundusel,
 - C. võrdselt kõigil allüksustel,
 - D. juhatusel.
- 2. Mida me mõistame tellimuse käsitle all?**
 - A. informatsiooni liikumist allüksuste vahel,
 - B. sisendite muutmist suurema lisandväärtusega väljundiks,
 - C. väärtusahela põhimõttelist kajastamist,
 - D. innovatsioonitsükli ettevõttes.
- 3. Operatiivne planeerimine on:**
 - A. ettevõtte tegevuste elluviimine,
 - B. ettevõttele oluliste tegevuste planeerimine,
 - C. lühiajaline planeerimine tootmisülesannete täitmiseks,
 - D. pikaajaline planeerimine tulemusliku töö tagamiseks tootmises.
- 4. Mis allpool loetletud tegevustest ei kuulu tootmise juhtimise alla?**
 - A. korraldamine,
 - B. motiveerimine,
 - C. defineerimine,
 - D. kontrollimine,
- 5. Kas tootmise korraldamine ja tootmise juhtimine on kattuvad tegevused?**
 - A. on küll,
 - B. tootmise korraldamine hõlmab ka tootmise juhtimist,
 - C. tootmise korraldamine on üks oluline osa tootmise juhtimisest,
 - D. tootmise korraldamine ei ole üldse seotud tootmise juhtimisega.
- 6. Töökohal töötava tööliste otseste kohustuste alla kuulub:**
 - A. tootmisplaani jälgimine,
 - B. järgneva päevatöö planeerimine,
 - C. töö tulemuste esitamine ja hindamine,
 - D. töökäskude kontrollimine ja kinnitamine.
- 7. Toote omahinna kujunemise aluseks on:**
 - A. toote müügihind,
 - B. planeeritud kasum,
 - C. toote valmistamisega kaasnevad kulud,
 - D. kõik arenduskulud.
- 8. Kasumi planeerimine ettevõttes on vajalik, et:**
 - A. töötajatele palka maksta,
 - B. katta kõik tootmisega seotud kulud,
 - C. tekitada motivatsiooni,
 - D. tagada jätkusuutlikkus.

9. Millisest alltoodud punktist ettevõtte kasum vahetult ei sõltu?

- A. tootlikkusest,
- B. kulude planeerimisest,
- C. töötulemustest,
- D. investeeringute suurusest.

10. Mis on tasakaakupunkt tootmises?

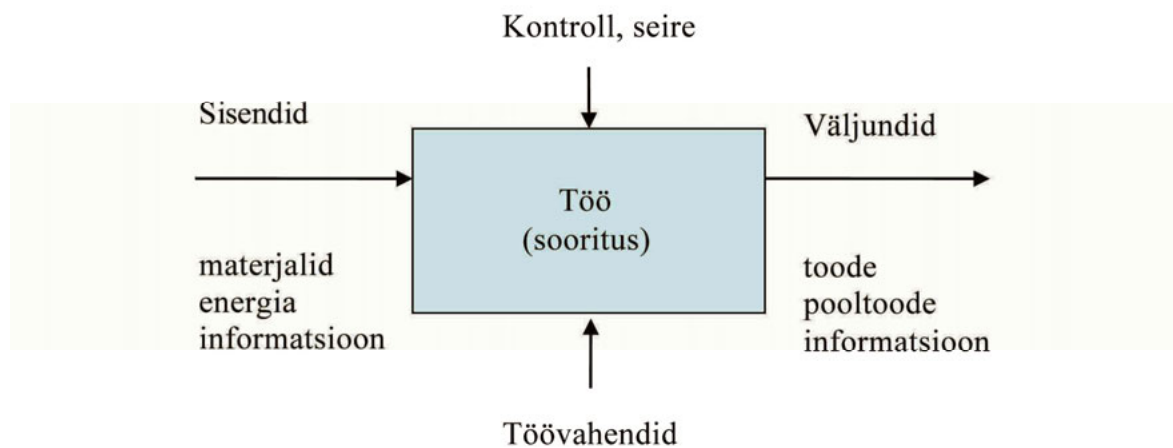
- A. vajalik käibe suurus, et ületada tootmiskulusid;
- B. vajalik käibe suurus, et ületada kogukulusid;
- C. vajalik tootmismah, et püsida konkurents;
- D. vajalik tootmismah, et tagada seadmete nõutud koormatus.

3. Töökoha roll ja koht organisatsioonis

3.1. Töökoha mõiste ja töökohtade näited

Iga ettevõtte oluliseks koostisosaks on töökoht. Töökoht on ettevõtte elementaarüksus, mille ülesandeks on planeeritud töö sooritamise. Selleks, et vajalikku tööd teostada, on vaja kindlaks määratud sisendeid: materjale, abivahendeid, informatsiooni jms. Töö on mõtestatud tegevus, mille tulemusena luuakse väljundid: toode, pooltoode, informatsioon jms (vt joonis 3.1).

Iga töö peab olema sooritatud vastavalt spetsifitseeritud nõuetele ja määratletud kvaliteediga ning selleks on vaja sooritusi jälgida ja tulemused fikseerida.



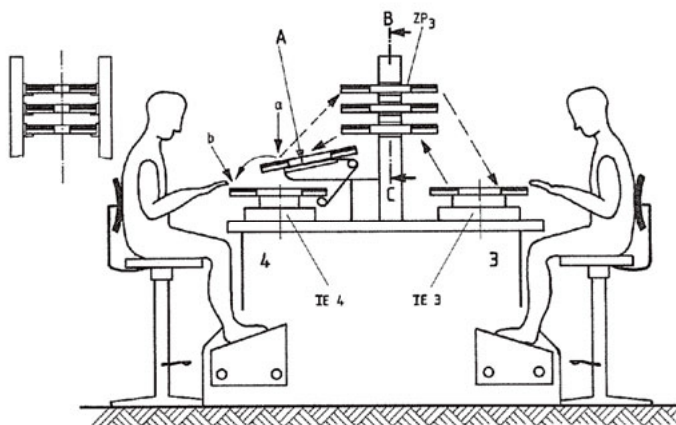
Joonis 3.1. Töökoha põhimõtteline olemus

Soorituseks on töökohal võimalik kasutada mitmesuguseid lahendusi, mis erinevad automatiseerituse taseme poolest (vt joonis 3.2).

Inimene Masin	Inimene Robot	Inimene Inimene
Robot Masin	Robot Robot	Masin Masin

Joonis 3.2. Töökoha realiseerimisvõimalused

Tööd töökohal saab teha rohkem või vähem automatiseeritult või siis manuaalselt ehk käsitsi juhitud seadmete, tööpinkide abil. Käsitsitööd eeldava töökoha traditsioonilised väljendusviisid on inimene–inimene (kasutatakse nt koostamistöode puhul) ja inimene–masin (nt keevitustöökoht, mehaanilise töötlemise töökoht jms). Automatiseeritud töökohad on robot–masin; masin–masin ja robot–robot. Vastavate töökohtade näited on toodud joonistel 3.3–3.6.

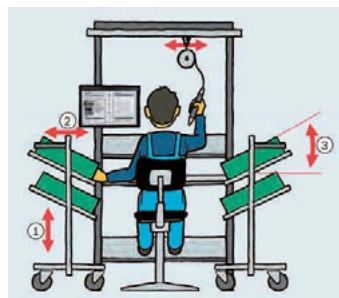


Joonis 3.3. Inimene–inimene töökoha näide [1, lk 92]

Töökoht on tootmissüsteemi/tootmisjaoskonna koostisosa ja tema põhifunktsioon seisneb etteantud tootmisülesande tulemuslikus täitmisel, st valmistatakse etteantud toodete kogus õigeaegselt ning kvaliteetselt, kasutades selleks olemasolevaid ressursse parimal võimalikul moel.

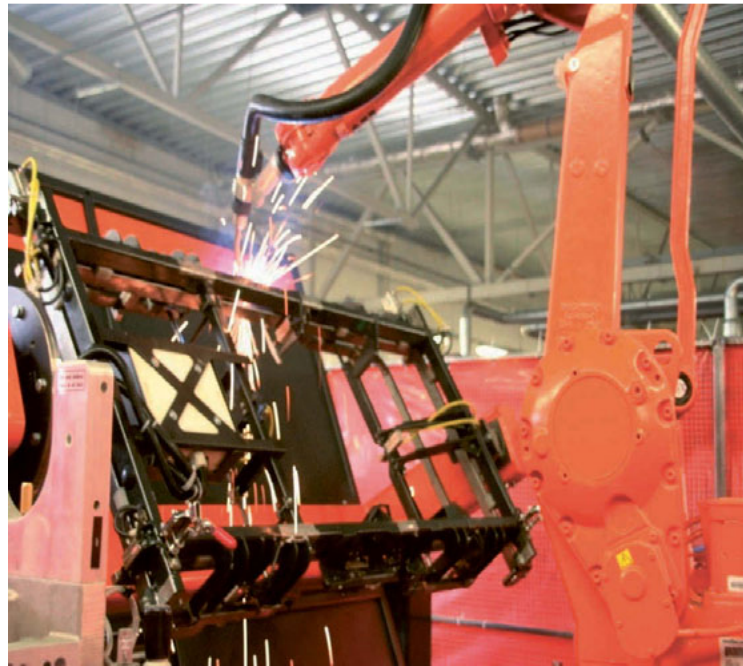
Tootmissüsteem on töökohtade kooslus, millel on ette nähtud täita tehnoloogilisi ülesandeid (ühekordsed, korduvad) tellimuste täitmisel. Joonisel 3.4 on kajastatud erinevad manuaalsed töökohad ettevõtte montaažijaoskonnas.

Töökoht on tootmissüsteemi üheks äärmiselt oluliseks koostisosaks. Töökoht on tootmisoperatsiooni sooritus- ja teostajaks. Töökoha kirjelduse juures on oluline tema paiknevus tootmissüsteemis ja tema võimekus [2].



Joonis 3.4. Montaažijaoskonnas kasutatavad manuaalsed töökohad

Robotiseeritud keevitustöökoha näide on toodud joonisel 3.5. Robotkeevituse olemust ja töökohtade organiseerimise ning nende tootlikkuse tõstmise küsimusi on käsitletud [3].



Joonis 3.5. Robotiseeritud töökoht

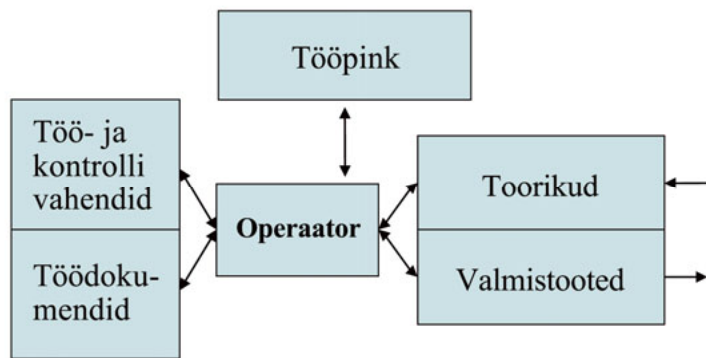
Töökohtade realiseerimisvariantide on väga palju ja erinevaid. Kuid töökohta organiseerimise põhimõtted on väga paljusarnased. Lihtsama käsitsemislihtsustöökohta näide on toodud joonisel 3.6. ja mehaanilise töötlemise töökohta põhimõtteline skeem joonisel 3.7. Joonis 3.7 näitab ka töökohta organiseeritust. Lisaks töötaja poolt teenindatavale seadmele kuulub organiseeritud töökohta juurde ka toorikute hoidmine ning alusvalmisdetailide paigutamiseks. Samuti on oluline, et töökoht oleks varustatud töö tegemiseks vajalike tööriistade ja mõõte- ning kontrollvahenditega. Töökohta juurde peab kindlasti kuuluma ka vajalik tehniline dokumentatsioon antud tööülesande täitmiseks.

"
"
"
"
"
"
"
"
"
"
"
"
"
"
"



Joonis 3.6. Lihtsustatud töökohta näide

"
"
"
"
"
"



Joonis 3.7. Mehaanilise töötlemise töökoha organiseerimine

Kokkuvõtvalt võime öelda, et töökoht on tootmisruumi (tsehh, jaoskond) osa, kus töötaja täidab tööülesandeid. Töökohas on tööks vajalikud seadmed, rakised, tööriistad, abivahendid ja tootmisinventar ning tagatud nõuetekohased töötingimused. Töökohas peab olema korraldatud ka vajalike toorikute kohaletoomine ning valmistatud detailide/toodete transport vahelattu või valmistoodete lattu. Kõik see peab toimuma vastavaid ohutustehnikanõudeid arvestades.

3.2. Töökoht kui osa organisatsioonist ja tehnoloogiast

3.2.1. Töökoht kui osa organisatsioonist

Struktuur kirjeldab organisatsiooni (ettevõtte) üksikute allüksuste vahelisi suhteliselt püsiva iseloomuga seoseid ning tootjate grupeeritust ja nendevahelisi kommunikatsioonisidemeid, mis on vajalikud erinevate ülesannete tähtajaliseks ja kvaliteetseks täitmiseks.

Igal töötajal ja töökohal on oma kindel koht ja osa ettevõtte struktuuris ja ametikohustustes. Need ülesanded on kirja pandud ametijuhendites. **Ametijuhend** väljendab töötajate rolle, kohustusi ja vastutust organisatsioonis oma tööülesannete täitmisel konkreetses struktuuriüksuses. Ametijuhendeid võib vormiliselt esitada mitmel viisil, nad võivad olla mahukamad või lühemad, kuid nad peaksid olema konkreetsed ja nende täitmine kohustuslik. Ametijuhend on töötaja ja töökohaga kaasas käiv dokument, mis sätestab töötaja vastaval kutsealal töötamise üldeesmärgid, kohustused, vastutuse ja konkreetsed tööülesanded.

Allpool on näitena toodud keevitaja ametijuhend.

1. ÜLDSÄTTED

- 1.1. Keevitajaga sõlmib ja lõpetab töölepingu juhatusse liige;
- 1.2. Keevitaja allub tootmisjuhile ja on tema ees aruandekohuslane;
- 1.3. Keevitaja juhindub oma tegevuses:
 - 1.3.1. EV seadusandlikest aktidest;
 - 1.3.2. käesolevast ametijuhendist;
 - 1.3.3. juhatuse liikme käskkirjadest ja seaduslikest korraldustest ning otsese juhi seaduslikest korraldustest;
 - 1.3.4. ettevõtte töösisekorraeskirjadest, töötervishoiu ja tööohutuse nõuetest, tule- ja elektriohutuse eeskirjadest;
 - 1.3.5. teistest ettevõttesiseselt kehtestatud protseduurireeglitest ja juhendmaterjalidest.

2. PÕHIEESMÄRGID

Keevitaja töö põhieesmärkideks on:

- 2.1. Otsese juhi poolt antud keevitustööde korrektne, kvaliteetne ja tähtaegne teostamine vastavalt etteantud tööjoonistele ja tehnoloogiale.

3. NÕUTAVAD OSKUSED

Keevitaja ametikohal saab töötada töötaja, kellel on järgmised teadmised ja oskused:

- 3.1. Haridus: kesk- või tehniline keskeriharidus, erialane väljaõpe;
- 3.2. Keeleoskus: eesti keele või vene keele oskus;
- 3.3. Töökogemus: soovitatav eelnev töökogemus;
- 3.4. Üld- ja spetsiaalvõimed: koostööoskused, jooniste lugemise oskus, keevitusseadmete tundmine;
- 3.5. MIG/MAG ja TIG protsesside tundmine ja keevitamise oskus vastavates valdkondades;
- 3.6. Omadused: vanus üle 18 aasta, kohusetundlikkus, ausus, täpsus;
- 3.7. Arvutioskus: tööülesannete täitmise seisukohalt ei ole oluline;
- 3.8. Autojuhiloa: ei ole vajalikud.

4. ÕIGUSED

Keevitajal on õigus:

- 4.1. Teha soovitusi ja ettepanekuid juhatuse liikmele või otsesele juhile töö paremaks organiseerimiseks;
- 4.2. Kasutada ettevõtte varasid volituste piires;
- 4.3. Nõuda tööks vajalike töövahendite, isikukaitsevahendite ja tööriietuse olemasolu;
- 4.4. Saada vajadusel täiendkoolitust.

5. TÖÖÜLESANDED

- 5.1. Konstruktsioonide ettevalmistamine. Tööks vajalike materjalide ja toorikute toomine töökohale.
- 5.2. Keevitustööde korrektne, kvaliteedinõuetele vastav ja tähtaegne teostamine, järgides tööohutusnõudeid, tule- ja elektriohutuseeskirju ning keevitusaparaatide kasutus- ja hooldusjuhiseid.
- 5.3. Keevisõmbluste kvaliteedi tagamine tehnoloogiliste režiimide kasutamise ja õige keevitustehnoloogia järgimise teel;
- 5.4. Keevitusprotsessiga kaasneva tehnilise dokumentatsiooni järgimine (tööjoonis, WPS);
- 5.5. Töökäskudest arusaamine ja nende nõuete korrektne täitmine;
- 5.6. Valmistoodangu puhastamine ja korrektne hoiustamine;
- 5.7. Hoida korras töökoht, tööriided, isikukaitsevahendid;
- 5.8. Otsese juhi või teda asendava töötaja poolt antud seaduslike korralduste täitmine;
- 5.9. Ettenägematute takistuste korral pöörduda otsese juhi poole ilmnenud takistuste kõrvaldamiseks.

Kui ametikoht on seotud ettevõttega ja konkreetsete tööülesannete täitmisega, siis vastavad eeldused ja sellega kaasnevad kompetentsid omandatakse kutseharidussüsteemis. Niiviisi on üldmõisteks *kutse*.

Kutse on tööülesannete täitmiseks vajalike teadmiste, oskuste, väärtushinnangute ja hoiakute kogum, mis omandatakse õppides ja vastaval kutsealal töötades.

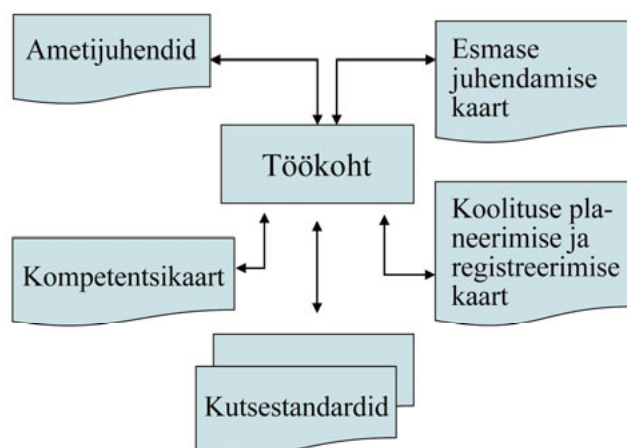
Kutseala on samalaadsetel tööülesannetel ja tegevustel põhinev tegevusvaldkond.

Vajadused tulenevad tootmisest ja nende vajaduste realiseerimiseks ehk võimalusteks kujunemine on õppeasutuste ülesanne. Õppeasutuste, sh kutsekoolide poolt pakutavad teadmised peaksid tegelikus elus ühtima ettevõtluse ja ettevõtete tehnoloogilise tasemega ning realiseeruma õppeasutuste lõpetajatele vajalike kompetentside tagamisega. Selleks kokkupuutepunktiks reaalses elus on kutsestandard. Eesti Vabariigis kehtivaid kutsestandardeid haldab Kutsekoda (www.kutsekoda.ee) [4].

Kutsestandard on dokument, mis määrab kindlaks kutsevalifikatsioonist tulenevad nõuded teadmiste, oskuste, kogemuste, väärtushinnangute ja isikuomaduste. Kutsestandard defineerib üldkompetentsid, millest ettevõtte saavad lähtuda oma kompetentsikaartide koostamisel (vt näitena tabel 1.1) või arenguveestluste pidamisel konkreetses valdkonnas.

Kompetentsikaart või arenguveestlus on töökohast ja ametjuhendist lähtuv dokument, mis spetsifitseerib vajalikud teadmised, oskused ja vilumused ning loob eeldused, et antud töökohal tööülesandeid kvaliteetselt ja tulemuslikult täidetakse.

Ettevõttega seotud töökoha kesksed dokumendid on kujutatud joonisel 3.8.



Joonis 3.8. Töökoha seos ettevõttega

Millised on vastaval ametikohal töötamiseks vajalikud kompetentsid (vt tabel 1.1), otsustab ettevõtte. Oluline on kompetentsitasemete hindamine. Hindamine peab olema objektiivne ja tüüpiliselt kasutatakse taset vahemikus 1–5 või 1–10. Tase 1 on nõrk ja tase 5 (10) suurepärase. Olemasolev tase on hinnang, mis töötajale on omistatud seniste soorituste põhjal ja vajalik tase see, mida tööandja ootab vastaval ametikohal olevalt töötajalt. Töötaja kompetentsid loovad aluse ja eelduse kvaliteedi saavutamiseks, aga on ka tootlikkuse tagamise väga oluliseks eelduseks. Kui kompetentsikaarte ettevõttes ei kasutata, siis tulevad asemele arenguveestlused vms kompetentsust tõendavad dokumendid.

Joonisel 3.8 käsitletud dokumendid kuuluvad iga töökoha juurde ning läbi nende seostub töökoht ettevõttega. Dokumendid on kohustuslikud, et tagada töötaja ohutus, määrata töötaja kohustused ja õigused ning fikseerida töötaja olemasolevate kompetentside vastavus tööülesannete kvaliteetsele täitmisele, aga ka selleks, et neid pidevalt arendada vastavalt ettevõtte koolituskavale.

Töötervishoiu ja tööohutuse korraldamisega tagatakse ohutu töökeskkonna kontroll ettevõttes. Vajalike andmete fikseerimine ja analüüs ning edasiste meetmete kavandamine on aluseks töökeskkonna parandamisele tulevikus.

Töötervishoiu ja tööohutuse alast tegevust reguleerib 16. juunil 1999 vastu võetud Töötervishoiu ja tööohutuse seadus koos kehtivate seadusemuudatustega, nende alusel kehtestatud õigusaktid, aga ka teiste ministeeriumide, ametkondade ja inspeksioonide (sotsiaalministeerium, tervisekaitseinspeksioon, tehnilise järelevalve inspeksioon, keskkonnaamet, päästeamet jt) poolt kehtestatud õigusaktid.

Töötervishoiu ja tööohutuse seaduse § 13 alusel toimub töötajate tervisekontroll, korraldatakse riskianalüüsi ja töökeskkonna ohutegurite mõõtmist ning viiakse läbi töötajate töötervishoiu ja tööohutuse alast väljaõpet.

Tabel 3.1. Arvjuhtimisega (APJ) metallilõikepinkide operaatori kompetentsikaart

Kompetentsi näitaja	Olemasolev tase	Vajalik tase
1. CNC-tööpingi tehnoloogiliste võimaluste tundmine		
2. CNC-juhtimissüsteemi funktsioonide tundmine		
3. Töödeldava detaili baseerumise oskus		
4. Tööpingi koordinaadisüsteemide tundmine ja nullpunktide määramise oskus		
5. Tööjooniste lugemise oskus		
6. Mehaanilise töötlemise tootmistehnoloogia tundmine		
7. Tööriistade eelhäälestamise oskus		
8. Tööriistade tundmine ja nende kasutamise oskus		
9. Abiinstrumentide kasutamise oskus		
10. CNC juhtimissüsteemi käsitlemise oskus		
11. Juhtimisprogrammide koostamise oskus		
12. Juhtimisprogrammide sisestamise oskus		
13. Töödeldavate materjalide ja nende omaduste tundmine		
14. Mõõteriistade tundmine		
15. Töödeldava detaili mõõtmise ja kontrolli oskus		
16. Vastutustunne		
17. Kohusetunne		
18. Tööohutusosalased teadmised		
19. Keskkonna-alased teadmised		

Juhendamisel lähtutakse sotsiaalministri 14. detsembri 2000. aasta määrusest nr 80, milles on tehtud muudatusi 27. veebruaril 2001 sotsiaalministri määrusega nr 27.

Juhendamine on mitmeosaline:

- a) sissejuhatav juhendamine,
- b) esmajuhendamine töökohal,
- c) täiendjuhendamine,
- d) väljaõpe.

Töötaja sissejuhatava juhendamise viib läbi töökeskkonnaspetsialist tööandja poolt kinnitatud sissejuhatava töötervishoiu ja tööohutuse juhendi alusel enne töötaja tööleasumist. Sissejuhatav juhendamine peab sisaldama:

- ettevõtte töökorralduse, töökorralduseeskirjade ning töötervishoidu ja tööohutust reguleerivate õigusaktide ja dokumentide tutvustamist,
- töötervishoiu ja tööohutuse tagamiseks rakendatavate abinõude tutvustamist,
- elektri- ja tuleohutuse põhimõtteid,
- juhiseid käitumiseks õnnetusohu või tööõnnetuse korral,

- töötaja kohustusi ja õigusi vastavalt õigusaktides sätestatule,
- töökeskkonnavoliniku, töökeskkonnanõukogu, esmaabi andjate ja tööinspektsiooni kohaliku asutuse kontaktandmete tutvustamist.

Sissejuhatav juhendamine fikseeritakse töötervishoiu ja tööohutuse alase juhendamise kaardil.

Esmajuhendamise töökohal, kus töötaja hakkab oma tööülesandeid täitma, viib läbi tööandja poolt määratud pädev isik. Erandina on ettevõtte juhi poolt kinnitatud ametite nimekiri, kes on vabastatud esmajuhendamisest, kuna nad ei puutu oma töökohal kokku ohtlike ja tervisele kahjulike mõjuritega. Esmajuhendamisel tutvustatakse töötajale tööohutusjuhendeid, töökeskkonna ohutegureid, ergonoomiliselt õigeid tööasendeid ja -võtteid (vt joonis 3.3), allüksuse iseloomustust, töötajale ette nähtud töökorraldust, kasutatavaid seadmeid, tule- ja elektriohutust jt vajalikke teadmisi.

Peale esmajuhendamist korraldatakse töötajale väljaõpe (praktika) ohutute töövõtete omandamiseks. Väljaõpe toimub töö ajal tööandja poolt määratud kogenud töötaja juhendamisel. Väljaõppe kestuse määrab tööandja. Töötaja lubatakse iseseisvale tööle, kui juhendaja on veendunud, et töötaja tunneb töötervishoiu ja tööohutuse nõudeid ja oskab neid praktikas rakendada. Tööandja võib töötajale väljaõpet mitte korraldada, kui töötaja on töötanud eelnevalt samalaadsel tööol, tunneb ohutuid töövõtteid või kui tema töö laad seda ei nõua.

3.3. Töökoht tootmisprotsessi osana

Tootmisprotsess on töövahendite ning inimeste tegevuse kogum, mis on vajalik valmistoodangu saamiseks.

Masinaehituses haarab tootmisprotsess kõiki töid, mis on vajalikud tootmise ettevalmistamiseks ja läbiviimiseks, sh valmistamisprotsesside kavandamiseks; nende planeerimiseks ajas ja ruumis; töökohta teenindamise organiseerimiseks; lähtematerjalide hankimiseks, säilitamiseks; masinate detailide valmistamiseks; valmistoodete koostamiseks; tehniliseks kontrolliks; kõigi nende tegevuste seireks; kuluarvestuseks ja mitut liiki abiteenistusteks (energia-, vee-, suruõhu-, transpordijne majanduseks).

Tootmisprotsess toimub ettevõtte tootmissüsteemis ja võib hõlmata ühte või mitut tootmisallüksust (tsehhi, jaoskonda – vt pt 1). Tootmisprotsessi planeeritakse toote-, tootepartii- või tooteperekonnakeskselt.

Tehnoloogiliseks protsessiks nimetatakse tootmisprotsessi seda osa, milles toimub toodetava objekti olukorra (kuju, mõõtmete, omaduste jm) muutmine ja selle muudetud olukorra kindlaksmääramine (mõõtmine). Tehakse vahet toorikute tootmise, mehaanilise töötlemise, koostamise jt tehnoloogiliste protsesside vahel. Tehnoloogilise protsessi läbiviimisel tuleb täita rida abistavaid töövõtteid (tooriku paigaldamine tööpink, mahavõtmine, tööpingi käivitamine ja seiskamine jne), mis ei muuda tooriku olukorda ja mis seetõttu ei kuulu tehnoloogilise protsessi mõiste alla.

Abiprotsessiks nimetatakse tootmisprotsessi seda lõpetatud osa, mis on vajalik tootmisprotsessi häireteta kulgemiseks ja toote kvaliteedi tagamiseks. Sii kuuluvad: kontroll, transport, hoidmine, demontaaž, pesemine, remont ja pakkimine. Tehnoloogilise protsessi täpseks (üheseltmõistetavaks) kirjeldamiseks on vaja see jagada kindlapiirilisteks osadeks. Abiprotsessid ei loo vahetut väärtust tootele.

Tehnoloogiline operatsioon on tootmisprotsessi see lõpetatud osa, mis viiakse läbi pidevalt ühel ja samal **töökohal** ja mis hõlmab tehnoloogiliste seadmete ja töötajate kogu tegevust ühe või mitme üheaegselt valmistatava detaili või koostu juures. Töödeldavaid pindu, lõikeriistu ning kasutatavaid režiime võib olla mitmeid ja erinevaid. Operatsioon on tehnoloogilise protsessi peamine osa, ta on mõõtühikuks tootmise planeerimisel ajas ja ruumis. Operatsiooni täitmiseks määratakse kindlaks ajanorm ja hinne. Operatsioonide järgi määratakse kindlaks toote valmistamise töömahukus ja tehnoloogiline omahind.

Abioperatsioon on abiprotsessi see osa, mis on vajalik tehnoloogilise operatsiooni kvaliteediks ja häireteta kulgemiseks etteantud ajal.

Tehnoloogiline operatsioon jagatakse järgmisteks osadeks: paigaldus, tehnoloogiline siire, töökaik ja positsioon. Käsitsitööde puhul kasutatakse ka mõistet "töövõte".

Paigaldus on tehnoloogilise operatsiooni see osa, mis viiakse läbi ühe või enama tooriku, detaili või koostu juures ühe kinnituse juures tööpingis või rakises.

Tehnoloogiline siire on tehnoloogilise operatsiooni see lõpetatud osa, mis viiakse läbi sama lõikeriistaga või toote istupindadega tehnoloogiliste seadmete töörežiimi muutmata (astmeliselt).

Abisiirdeks nimetatakse tooriku kinnitamist, lõikeriista vahetust jt tehnoloogilise operatsiooni lõpetatud osi, mis on seotud töölise ja tehnoloogilise seadme tegevusega ja millega ei kaasne tööobjekti omaduste või kuju muutus, kuid mis on vajalikud tehnoloogilise siirde läbiviimiseks.

Töökäik on tehnoloogilise siirde see lõpetatud osa, mis tehakse tööriista ühekordsel suhtelisel liikumisel tooriku suhtes ja mille tulemusel muudetakse viimase mõõtmeid või omadusi.

Abikäiguks nimetatakse tehnoloogilise siirde seda lõpetatud osa, mis tehakse tööriista ühekordsel suhtelisel liikumisel tooriku suhtes ja mille tulemusel muudetakse viimase mõõtmeid või omadusi.

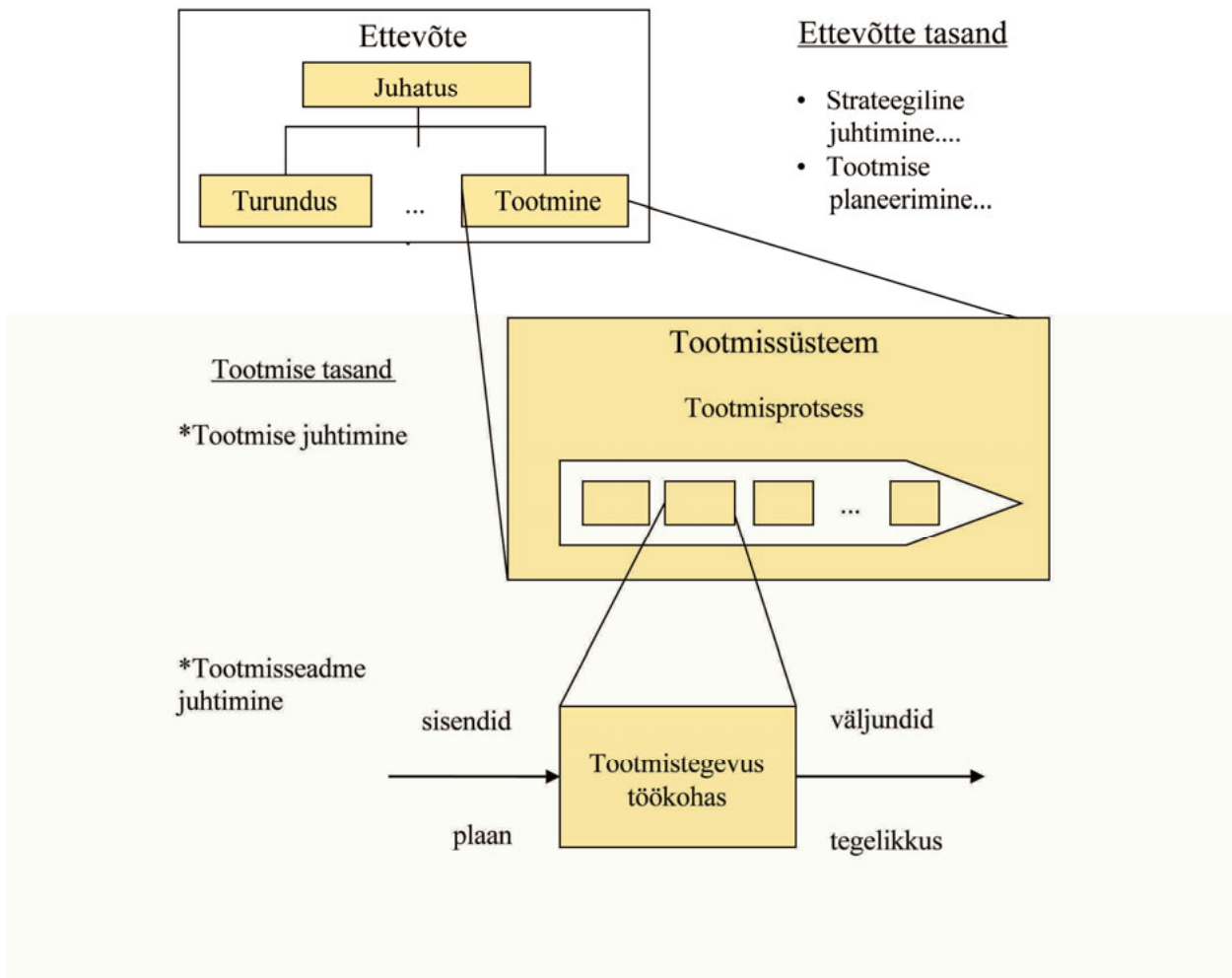
Positsioon on paigalduse see lõpetatud osa, mis viiakse läbi tooriku või koostu juures ühes fikseeritud asendis tööriista või tööpingi liikumatu osa suhtes.

Töövõtteks nimetatakse teatud kindlate lõpetatud liigutuste kompleksi mingi siirde täitmisel, näiteks tooriku paigaldamine, tööpingi käivitamine, ühe polt-mutter kinnituse tegemine koostamisel jne.

Näited:

1. Kui tööline töötleb treipingis kahepoolsete astmetega võlli, siis kõik selles tööpingis sama töölise poolt tehtav on üks operatsioon. Ühe poole astmete treimine on üks paigaldus ja teise poole treimine – teine paigaldus. Sama võlli iga astme treimine lõikerežiimi muutmata on eraldi tehnoloogiline siire. Kui ühe siirde tegemisel tuleb maha võtta mitu kihti, siis iga kihi mahatöötlemine on eraldi töökäik. Järelikult võib operatsioon koosneda ühest või enamast paigaldusest, üks paigaldus aga ühest või enamast siirdest ja siire ühest või enamast töökäigust.
2. Kui freespingis paigaldatakse ja kinnitatakse toorik pöördrakisesse, siis kõik selle kinnituse juures tehtav on üks paigaldus, sama kinnituse juures aga töötlemine igas freesi suhtes eraldi asendis, st eraldi küljest, on omaette positsioon.

Eeltoodud definitsioonidest selgub, et reaalses tootmises on kõik ressursid (inimesed, seadmed, teadmised) omavahel tihedasti seotud ehk toote valmistamine on üldjuhul kollektiivne looming ja töö. See seab suuremad kohustused ja vastutuse. Töökoht ei ole mitte üksik saareke ettevõttes, vaid nii organisatsiooniliselt kui tehnoloogiliselt väga tihedalt seotud kogu ettevõttega. See integreeritus ja meeskonnana ühtne toimimine on pidevalt suurenenud. Tehnoloogilises mõttes kajastab seda seotust joonis 3.9.



Joonis 3.9. Integratsioon tootmises

Tootmisprotsess, mis hõlmab nii tootmise korraldamist kui vahetatut tootmist, omab peaesmärki täita ettevõtte tehnoloogilised ülesanded minimaalsete ressursikulutustega tähtaegselt ja kvaliteetselt. Toote valmistamiseks on tüüpiliselt vaja teostada erinevaid tehnoloogilisi protsesse (nt toorikute lõikamine, alamkoostude keevitamine, lõppkoostamine, pindade värvimiseks ettevalmistamine, värvimine, pakkimine). Nende tehnoloogiliste protsesside (konkreetsete protsesside olemust käsitletakse teistes õpikutes) teostuseks on ettevõttes loodud vastavad töökohad: toorikute saamiseks näiteks laserlõikamise töökoht ja stantsimise töökoht jne). Töökohad on samuti omavahel seotud nii ajaliselt kui ruumiliselt. Ühes töökohas valmistatud tooted liiguvad järgmisesse töökohta, kusjuures peab olema garanteeritud, et töökohast väljuv toode oleks kvaliteetne ning saaks valmis õigel ajal. Siit tekivad töökohale kindlad kohustused ja vastutus.

3.4. Töökoha kohustused ja vastutus

3.4.1. Töökohakesksed sisendid ja nende eesmärgid

Nagu eelnevast selgus, on töökoht nii tootmissüsteemi kui tootmisprotsessi tähtis ja lahutamatu osa ning täidab etteantud tehnoloogilisi ja organisatsioonilisi ülesandeid. Need tehnoloogilised ning organisatsioonilised ülesanded on sisendiks töökohale (vt joonis 3.10).

Töökoha põhilisteks sisenditeks on:

- **tööjoonis**, mis iseloomustab toodet või toote osa, mida on vaja valmistada;
- **tööjuhend (töökäsk)**, mis määratleb töötaja kohustused kindlaksmääratud ajaperioodi kohta (mida tuleb teha);
- **tootmistehnoloogia**, mis fikseerib tehnoloogilise operatsiooni sooritamise tingimused ja vastab küsimusele, kuidas midagi teha;
- **kontrollikaart**, mis suunab tähelepanu kontrollitavatele parameetritele, mis peavad olema kajastatud pärast vastava operatsiooni lõpetamist.

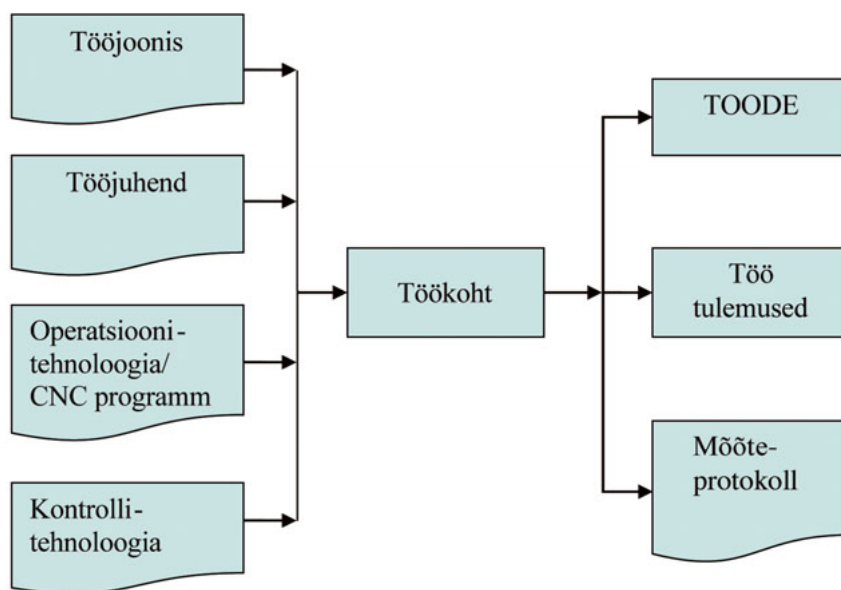
Tööjoonis peab olema selgelt ja arusaadavalt esitatud ning väljendama oodatavat tulemust. Tööjooniste lugemise oskus on töötaja kohustuslik ja väga oluline kompetents. Tööjoonisest arusaamine peab olema kiire ja ei tohi tekitada kõhklust. Kui juhuslikult midagi jääb selgusetuks, siis mingil juhul ei tohi vastu võtta kõhklevaid otsuseid, vaid on vaja küsida nõu otseselt ülemuselt. Tööjoonisel on oma number ja tuleb jälgida, et tööjoonise number langeks kokku töökäsul toodud tööjoonise numbriga. Siis võib olla kindel, et valmistatakse õiget toodet. Tootejoonisel omakorda on toodud märge toote materjali kohta. Töökohal tuleb jälgida, et kasutatav materjal vastaks tööjoonisel märgitule. Tulenevalt eeltoodust võime väita, et töö alustamiseks töökohal peab kindlasti olema tööjoonis ja töökäsk (tööjuhend).

Tööjuhend organisatsioonilises mõttes tuleneb tootmisplaanist. Tootmisplaan on tootmistegevuse korraldamise aluseks tootmisallüksuses (tsehh, jaoskond). Tootmisplaan on tootmisjuhi dokument ja sellest lähtuvalt jaotatakse tööülesanded tootmiskohtade vahel, mis ongi fikseeritud töökäskudes (tööjuhendites).

Tööjuhend (töökäsk) kui organisatsiooniline dokument on kooskõlastatud kogu ettevõtte ulatuses. Tööjuhend lähtub tootmisplaanist ja tootejoonisest. Tootmisplaan omakorda on koostatud tellimuste plaani alusel, mis töötatakse välja koos turunduse-, müügi- ja arendusosakonnaga. Tööjuhendi (töökäsu) kolm olulist koostisosa on toodud joonisel 3.11. Nendes on kajastatud alljärgnev väga oluline informatsioon:

- **Toote number ja tellimuse number** – on vaja kokku viia tööjuhend ja toote joonis ning tootmisplaan.
- **Töö teostaja** – fikseerib vastutuse antud momendil ja ka järeleulatuvalt (on tooteid, kus vastutus laieneb aastakümneteks).
- **Sisinfo**, st milliseid tööoperatsioone sooritatakse ja mis on nende põhiolemus.
- **Teostuskuupäev** – võimaldab teostada seiret ka järeleulatuvalt.

- **Valmistamiskogus** – milline on tööülesanne määratletud ajaühikus.
- **Tähtaeg** – millal ajaliselt peab antud tööülesanne olema lõpetatud.
- Võrdlus plaaniliste näitajate (tavaliselt valmistamiskogus ja -tähtaeg) ning tegelike näitajate (palju tegelikult tooteid valmistati ja millal antud tööülesanne täideti) vahel.
- Kvaliteedi tagamine, mida iseloomustab tavaliselt allkiri töökäsul, et tööülesanne on tähtaegselt ja kvaliteetselt täidetud.
- Praaktoodete puhul fikseeritakse tavaliselt nende arv.
- Vahetu ülemuse (tavaliselt meistri) fikseering andmete õigsuse kohta ja allkirjastamise kuupäev.



Joonis 3.10. Töökoha sisendid ja väljundid

Nagu eeltoodust selgus, on töökäsk vajalik töö alustamiseks, fikseerib töö lõpu ja on aluseks töö tootlikkuse hindamisel ning tehtud töö eest tasustamisel.

Tootmistehnoloogiat kajastavaid dokumente võib ettevõttes olla mitmeid. See sõltub eelkõige ettevõtte suurusest, tehnoloogilisest tasemest ja toodete keerukusest. Püsitoodangut seeria- viisilisel tootvatel ettevõtetel on väga korrektne tehnoloogiline dokumentatsioon, kuhu kuuluvad kindlasti protsessikaart (marsruutkaart), operatsioonikaart, mõõtekaart (kontrollkaart), CNC-tööpingi juhtimisprogramm. Seevastu individuaaltootmisega tegelevatel väikeettevõtetel on kasutusel sageli vähe tehnoloogilist dokumentatsiooni. Tootmisprotsessi teostuse põhidokumentiks on tööjoonis. See seab suurema vastutuse tootmisjuhtidele, jaoskonna meistritele ja eelkõige konkreetseid tööülesandeid teostavatele töötajatele. Neil peavad olema nii teadmised

kui ka vilumused, et tagada toote kvaliteet ning teostada kõik vajalikud tööosad kulusäästlikult (ei kulutata liigselt ei materjale ega tööaega).

Tootmisprotsessi kulgemist ja tootmistehnoloogia olemust kujutab väga ilmekalt [6].

Tehnoloogiakaart kirjeldab toote baseerimist, pindade töötlemisjärjekorda, kasutatavaid instrumente, abiinstrumente, töötlemisrežiime. Keevitustööde puhul on näiteks rahvusvaheliselt levinud nn WPS (*Working Process Specification*) [7].

Kvaliteet toodete valmistamisel peab igal juhul olema tagatud. Seetõttu on vajalik toodete kontroll pärast konkreetse tööoperatsiooni sooritamist ning toote lõppkontroll. Kontrolli tulemused peavad olema fikseeritud. Paljudel juhtudel soovivad ka kliendid saada mõõteprotokolle koos saadetava tootega. Seetõttu kuuluvad ettevõtte tehnilise dokumentatsiooni juurde ka mõõteprotokollid või kontrollikaardid.

Operatiivne info: Töökäsu nr. Tellimuse nr. / Tööjoonise nr. Tsehhi / Väljaandja / Väljastuskuupäev / Töö teostaja nimi
Sisuinfo: Operatsiooni kood / Operatsiooni sisu / Töö kogus / Märge kvaliteetsuse kohta
Deklatatiivne info: Plaaniline tähtaeg / Tegelik tähtaeg Plaaniline kogus / Tegelik kogus Praadtoodete arv Meister / allkiri, kuupäev

Joonis 3.11. Töökäsk

Täpsemate ja keerulisemate tööde puhul on operatsiooni juurde kinnistatud kontrollikaart, mis fikseerib, milliseid mõõtmeid ja millise sagedusega tuleb töökohas tööoperatsiooni sooritaja poolt mõõta. Kontrollikaart on vajalik mõõduprotokollide tekitamiseks. Kontrollikaart (vt joonis 3.12) määratleb kontrollitavad mõõtmed, vajaduse korral ka kontrollivahendi ning fikseerib tulemused. Kui mõõdetav parameeter ei lange tolerantsivälja, loetakse toode praadtooteks.

Niisiis töö alustamiseks töökohas peab kindlasti olema aja- ja asjakohane tööjoonis, tööjuhend (töökäsk), vajadusel lisanduvad nendele operatsioonitehnoloogia (tootekaart) ja/või juhtimisprogramm ning kontrollitehnoloogia (mida, kui palju ja kui tihti tuleb kontrollida).

Töö teostuse lõpu töökohal fikseerib antud töökäsu täitmine, mis väljendub valmistatud kvaliteetses toodangus, millele lisanduvad töötaja poolt täidetud töökäsk ja vajaduse korral ka mõõteprotokoll.

Töö tulemuslikkus väljendub tööülesande korrektse ja täpselt täitmisel (tegelikkuuse vastavuses planeeritule). Samas on alati võimalik midagi teha paremini, väiksemate kulutustega või lühema ajaga. Seetõttu kuulub eduka töö juurde kindlasti ka korrastatud töökoht ning ettepanekute tegemine töö tulemuslikumaks muutmiseks.

MÕÕTEKAART		Nr	
Toote nimetus		Toote number	
		Operatsiooni number	
Kontrolli eskiis			
Partii suurus		Kontrolli sagedus	
Jrk. Nr.	Kontrollitav mõõde	Kontrolliabinõu	Tegelik mõõde

Joonis 3.12. Kvaliteedi kontrollikaart

Töökoha kohustused seisnevad eelkõige töökohakeskse dokumentatsiooni järgimises ja tööülesannete täpselt täitmisel. Kuid see ei ole kõik. Tänapäeva töökohad on keerulised ja sageli ka inventar kallid või isegi väga kallid. Samuti on töö intensiivsus järjest kasvanud ning tööülesanded vahelduvad. Seega on töö tegemine muutunud komplitseeritumaks ja kogu töö intensiivsemaks. Käesoleva õpiku esimeses osas tõime esile üldised trendid tootmises ja toodetega kaasnevad nõuded. Kirjeldasime, et konkurents on muutunud järjest karmimaks ning kogu ettevõtet jätkusuutlikuna ja konkurentsivõimelisena juhtida on parajalt keeruline ülesanne. Ettevõtte juhtkonna olukord meenutab üha sagedamini laevakapteni, kes peab ohutult laeva juhtima tormisel merel.

Seetõttu ei pea töökoht mitte ainult täitma tööülesandeid kokkulepitud reeglistiku kohaselt (töökoha sisendid), vaid peab kõike seda tegema ka kulusäästlikult.

3.4.2. Töökoha vastutus ja selle tagamine

Töökoht etendab kogu ettevõttes olulist ja vastutusrikast osa. Töökoht on osa süsteemist (tootmissüsteem), osa protsessist (tootmisprotsess) (vt joonis 3.9.) ning on tänapäeva keeruliste tehnoloogiate realiseerimiseks. Suur osa toote väärtusest luuakse just töökohas. Kõik toimib suurepäraselt, kui töökoht teostab plaanipäraselt tegevust sisendite muutmisel väljunditeks (vt joonis 3.1). Püstitatud eesmärkide täitmisel ja eraldatud ressursside ratsionaalses kasutamises seisnebki töökoha vastutus.

Paraku reaalses elus ei ole pilt sageli nii ilus ja toimub ettevõttekeskselt vaadelduna raiskamine ja seatud eesmärkide mittesaavutamine (vt joonis 3.13). Selle põhjuseks on nii töökohaga seotud vead kui ka ettevõttega seotud ebaotstarbekas käitumine.

Ettevõtte või töökoha ebaefektiivsus väljendub madalas tootlikkuses või ressursside ebaotstarbekas kasutamises. Tootlikkuse tüüpilisteks väljunditeks on näiteks: tüki/tunnis või eurot/kuus.

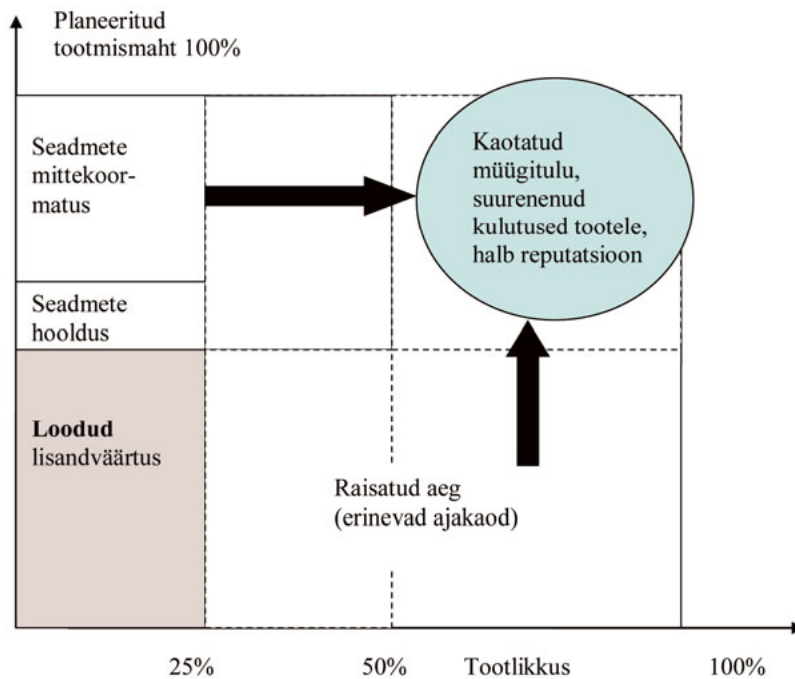
Esimesel juhul väljendab tootlikkus valmistatud toodete arvu suhet planeeritud ajaühikus ning teisel juhul on väljundiks töötaja poolt loodud väärtus ühe kuu (sisendi) jooksul. Kui üks töötaja toodab sama tööaja jooksul 100 võlli ja teine suudab teha 50, siis esimese töötaja tootlikkus on kaks korda kõrgem kui esimesel. Edukad ettevõtted on tänapäeval suutelised aastas tootma väärtust töötaja kohta 100.000 eurot ja enamgi. Uurige välja, kui palju väärtust toodetakse ettevõttes, kus sooritate praktikat või töötate.

Tootmiskaht on teine oluline parameeter tulemuslikkuse tõstmiseks. Erinevalt tootlikkusest vaadeldakse siinkohal seadmete otstarbekat kasutamist, mis on otseses seoses seadmete koormatusega. Tänapäeval kasutatavad seadmed on suure soetusmaksimumusega, mis eeldab nende suurt koormatust tootmises. Mitmed allikad väidavad, et seadmete koormuskoeffitsient peaks olema vähemalt 75%. Väike tootlikkus ja väike ressursside kasutamine tähendab väikest loodud lisandväärtust, mis on omakorda eeldus ettevõtte halbadeks majandustulemusteks.

Töökoha tulemuslik kasutamine on kogu töökollektiivi väga oluline ülesanne, kus nii tööandja kui töötaja on mõlemad võrdselt vastutavad.

Kui tootmisettevõtte juhtimiseks puuduvad vajaliku teadmised, siis on tulemuseks madal tootlikkus ja suured kulud. Kui lisada veel halb töökorraldus tootmisjaoskonnas ning ebaratsionaalselt organiseeritud töökoht, ei saa kunagi loota kasumlikku tootmist. Süsteemne lähenemine ja kõrgendatud tähelepanu tootmise korraldamisele ei ole viimase aja leiutus. Juba eelmise sajandi 50-ndatel aastatel alustati Toyota tootmissüsteemi korraldusküsimustega tegelemist (*TPS – Toyota Production System*), mida Taichii Ohno ja Shigeo Shingo alles 70-ndatel aastatel maailmale tutvustasid [8]. Töökoha tõhususe ja tulemuslikkuse tõstmiseks on oluliselt seotud 4 meetodit:

- 5S,
- 5 miksi (*Why's*),
- 7 raiskamist (*7 Waste*),
- 8 D.



Joonis 3.13. Ebaefektiivsus tootmises

Kulusäästliku tootmise (*Lean Manufacturing*) tööriistu on rohkem [9], kuid need neli rakenduvad vahetult töökohakeskselt ja nende edukas rakendamises on just töökohal töötaja roll esmatähtis.

Korras töökoht (5S) aitab kaasa tarnetäpsusele, suurendab tootlikkust, tagab kvaliteedi aga aitab võita klientide usaldust. Korras töökohad jätavad väga hea mulje kogu ettevõttest.

Korras töökoha saavutamise eelduseid võib iseloomustada viie märksõnaga:

- sorteeri,
- korrasta,
- puhasta,
- loo reeglid ja rutiinid,
- standardiseeri ja kontrolli.

' **Sorteeri** eeldab, et igal vajalikul asjal (töödokumentatsioon, töövahendid, abivahendid, "*****"materjalid, rakised, valmisdetailid jms) on kindel asukoht töökohal.

Korrasta tähendab, et kõik eelloetletud töökomponendid peaksid olema selgelt määratletud, mis kinnistaks nad tööülesande (tellimuse) täitmisele.

Puhasta eeldab puhtust töökohal. Koristamine tuleb muuta töö loomulikuks osaks. Igasugune prügi ja lekked tuleb elimineerida viivitamatult, häirimata samas põhiülesannete täitmist.

Loo reeglid ja rutiinid. Töökoha pidev korrasolek peab olema tagatud. See peab kujunema rutiiniks. Töötaja peaks välja mõtlema protseduurireeglid, kuidas neid rutiine ajasäästlikult järgida.

Standardiseeri ja kontrolli tähendab, et eelnevalt loetletud tegevused saaksid tootmisprotsessi normaalseks ja lahutamatuks osaks. Igaüks tootmises peab püüdlema kogu tootmisala hea väljanägemise poole. Enne töölt lahkumist tuleb veenduda, et töökoht vastaks S nõuetele.

5 miksi on kulusäästliku tootmismeetodi oluline osa, kuna sätestab küsimused probleemsetes valdkondades ning aitab seeläbi kiiresti välja selgitada probleemi põhjused. Meetod on lihtne ja väärtustab eelkõige küsimuse “Mis põhjustas antud probleemi?” esitamist. Ettevõttes on soovituslik kasutada „seinatehnikat”. On kindel koht, kus tahvlile saab probleemi puhul esitada küsimuse „Miks?”. Seda pidevalt küsides (viis korda on hea reegel) suudate ära hoida sümptomid, mis peidavad endas tegelikku põhjust. Meetod aitab kiiresti identifitseerida probleemi põhjuse ja seeläbi leida ka lahenduse.

Tarbetud kulud ehk teatavas mõttes ka **raiskamise (waste)** võib jagada alljärgnevatesse gruppidesse:

1. Ületootmisest tulenevad tarbetud kulud.

Ületootmine seisneb lihtsas põhimõttes, et toodetakse rohkem, kui suudetakse müüa. Kui see esineb pidevalt, siis on selge, et ressursse (seadmed, pinnad ja töötajad) omatakse rohkem, kui neid tegelikult vaja läheb, ja neid kasutatakse ebaotstarbekalt, kuna lattu seisma jäänud toodete puhul on tegelikult raisatud ka materjali.

2. Liigsetest varudest tingitud tarbetud kulud.

Kõikide vajaminevate ressursside arvestus peab olema täpne. Kui varusid planeeritakse liiaga, on tegemist raiskamisega. Samuti kulutatakse liigselt ressursse, kui on liialt suur pooleliolevate tööde maht. Ideaalne oleks pidevalt kulgev töövoog, mille puhul ei kuhjuks vaheladudesse pooleliolevaid tooteid ega tootmisruumides lõpetamata töid. Tootmise, varude ja pooleliolevate tööde maht määratakse kindlaks nende tulemuste põhjal, mida saadakse tootmise planeerimise ülesandeid lahendades, mitte tunnete, soovide või unistuste alusel.

3. Transpordi ebaotstarbekusest tulenevad tarbetud kulud.

Aeg, mis kulub transpordiks, nii ettevõttesiseselt kui ka ettevõtteväliselt (so klientideni), on tarbetu kulu. Ettevõttesisene transport tundub olevat paratamatu, kuid tegelikult oskuslikult seadmeid paigutades, õigeid seadmeid valides ja tootmisprotsesse planeerides võib transporditeekondade pikkusi ja transpordiks kulutatavaid ressursse oluliselt vähendada.

4. Asjatust ootamisest tulenevad tarbetud kulud.

Ootamine toob kaasa suure raiskamise. Ootamise tõttu ei jõuta tihti töödega valmis õigeaegselt, see katkestab töövoo ja -rütmi ning põhjustab tarbetuid segadusi ettevõttes, eelkõige tootmises. Hea planeerimine ja protsesside juhtimine vähendab oluliselt igasugust ootamist. Ootamine töökohtadel vähendab töökultuuri ja põhjustab probleeme kontsentreerumises ning võib tekitada asjatuid pingeid.

5. Tarbetust sagimisest tingitud asjatud kulud.

Halvasti planeeritud tööala põhjustab sageli tarbetut või liigset liikumist. Selle põhjuseks võib olla mõõtevahendite vähesus, mistõttu mitmed töötajad kasutavad ühte ja sedasama mõõtevahendit ning käivad sellele ise järele; materjalide pidev hankimine ja valmistoodete äraviimine; tööjooniste vm töödokumentatsiooni hankimine jms. Kui vahemaad on pikad, siis kulub märgatavalt aega selleks, et üldse oleks võimalik töökohal tööd teha. Tööprotsessi vaatlus ja planeerimine on lihtsad vahendid, mis aitavad nimetatud raiskamisviisi vältida.

6. Liigest töötlemisest tekkiv asjatu kulu.

Igasugused abistavad tegevused ei anna tootele lisandväärtust, vaid võtavad lihtsalt vajalikku töötlemisaega. Eriti halb on, kui tööajal toimub tarbetu askeldamine, töötegemise mängimine, mitmekordne kontroll või ülemõõtmine, pikk otsustamine, mitmesugust liiki bürokraatlikud tegevused. Nende vältimiseks tuleks tööprotsess kaardistada, analüüsida tegevusi ja võtta vastu otsus, kuidas kiiresti vabaneda tarbetutest tegevustest.

7. Praagi parandamisest tekkivad tarbetud kulud.

Väga konkreetne põhimõte on, et töökohalt lahkuv toode peab olema kvaliteetne. Praak tuleks avastada võimalikult kiiresti. Lisades tööaega tootele pärast praagi tekkimist, raiskame me tarbetult aega. Mida hiljem me praagi avastame, seda kallimaks see ettevõttele maksma läheb. Seetõttu iga töötaja kohuse- ja vastutustunne on väga olulised. Ka tootmistehnoloogia ja töö organiseerimine aitavad väga palju kaasa praagi vältimisele. Kui aga praak on tekkinud, siis peavad olema konkreetset protseduuri reeglid, kuidas vastavas olukorras toimida.

8. Üleliigsetest tööoperatsioonidest tekkinud lisakulud.

Ülemäärased operatsioonid on lisatöö, mida tehakse täiendavalt, kuna esimese korraga ülesannet ei täidetud või ei olnud võimalik seda kvaliteetselt täita. Ülemääraseid tööoperatsioone on võimalik vältida, kui eelnevalt on töö korralikult planeeritud, töötaja on kompetentne ja saanud vajaliku väljaõppe ning ettevõttes toimib meeskonnatöö.

Kõik eeltoodud raiskamisviisid vähendavad tulemuslikkust ja põhjustavad ülekulusid, mis raskendab ettevõtete majandamist. Joonis 3.9 näitas väga selgelt ettevõtte töökohtade, protsesside ja süsteemide omavahelist seotust. Väärtuse loomine saab alguse töökohalt. Samas on peaaegu kõik raiskamised suuremal või väiksemal määral samuti seotud töökohaga. Seetõttu kogu kulusäästliku tootmise filosoofia (LEAN-tootmine) on pühendunud tulemuslikkuse parendamisele. Edasi vaatame mitut üldtuntud meetodit, mis aitavad tulemuslikkust parandada.

8D tutvustati 1987. aastal nimetuse all TOPS (*Team Oriented Problem Solving*), mis algselt oli välja töötatud Ford Motor Company's. See süsteem fokuseerib meeskonnatööle, kus töökoht on üks väga oluline meeskonna osa. 8D baseerub vigade avastamisel ja nende ärahoidmisel tulevikus.

8D (D-distsipliin) põhimõtted on alljärgnevad:

- 1D – kasuta meeskonnatööd,
- 2D – kirjelda probleemi,
- 3D – koosta tegevused probleemi ohjamiseks,
- 4D – defineeri probleemi põhjus,
- 5D – koosta korrigeerivad tegevused,
- 6D – juuruta ennetavad tegevused,
- 7D – välista probleemi uuesti tekkimine,
- 8D – õnnitle meeskonda.

Idasugune probleemide vältimine või kiire avastamine aitab oluliselt kaasa tootlikkuse kasvule. Seetõttu on vastav tööriist ka kohustuslikus kasutamisarsenalis ISO 9001 kvaliteedijuhtimise süsteemides protseduuri all “Korrigeerivad ja ennetavad tegevused”.

3.5. Töökohta tulemuslikkus

Teostuse ja tulemuse suhe on üldine ja ajalooline. Parem teostus on üldjuhul parema tulemuse saavutamise eeldus. Konkurentidega võrreldes paremad tulemused loovad omakorda eelduse edukamaks toimetulekuks globaalsel turul. Tulemuslikkuse saavutamine ettevõttes saab alguse tulemusest töökohal (joonis 3.13). Toodud joonisel vaadeldakse globaalset tulemuslikkust, mis on väljendatud tootlikkusega. See üldine tulemuslikkus ehk tootlikkus saab alguse paljudest teguritest. Tööjõu tootlikkuse hindamise kolme taset kajastab joonis 3.14.

Tulemuslikkuse hindamise tüüpilisteks globaalseteks väljunditeks on:

- kulutatud aeg,
- kujunenud omahind,
- saavutatud kvaliteet.

Tüüpiliselt hinnatakse neid lõpptulemuse järgi (ehk tootmisprotsessi lõpus) ja võrreldakse plaanituga (vt joonis 3.14). Toodud väljunditeni jõudmiseks tootmisprotsessisiseselt läbib toode erinevaid töökohti, mis kõik annavad oma osa väljundparameetrite kujunemisse.

Töökoht on väga oluline tootmissüsteemi ja/või tootmisprotsessi koostisosa, kuna toodete valmistamisel kuulub töökoht organisatsioonilis-tehniliste elementaartegevuste ahelasse ning täidab tootmistehnoloogiaga ette nähtud funktsionaalseid toiminguid. Töökoht peab garanteerima toote kvaliteedinõuete täitmise ja olema edukas. Selleks edukuse kriteeriumiks üldises mõistes on olnud töökoha tootlikkus [10]. Tootlikkuse hindamine on oluline, kuid paraku nn üldparameeter, mis ei võimalda adekvaatselt hinnata töökoha suutlikkust ja tööülesande täitmise seotud nüansside keerukust.

Tootlikkus on süsteemi (ettevõtte, struktuuriüksus, jaoskond, töökoht jms) teatava väljundi (toodangu hulk, teenuste maht) ja kulutatud sisendite (kapital, töö, materjal, energia jms) suhe [11].

Üldjuhul põhineb tootlikkuse (ehk tootluse või produktiivsuse) olemus ja mõõtmine järgneval põhivalemil:

$$\text{Tootlikud} = \frac{\text{Väljundid}}{\text{Sisendid}} = \frac{\text{Toodang(teenused)}}{\text{Tehtud kulutused}}$$

Tootmistegevuse edukust väljendavad eelkõige:

- tootmisplaani täitmise täpsus,
- vahetu tootmisega seotud ajakulu osatähtsus tootmistsükliks,
- toodangu kvaliteeditase.

Tsükliaeg (*cycle time*) on aeg, mis kulub töötlemisoperatsiooni kompleksseks sooritamiseks töökohal.

Tootmisprotsessi põhilisteks optimaalsuskriteeriumideks on toodete valmistamise ajakomponentide miinimumväärtus töökohadel.

Tsükliaeg T_{SM} on avaldatav allpooltoodud valemiga:

$$T_{SM} = T_S + T_M + T_A + T_P + T_K + T_T + T_O + T_X$$

- Kus:
- T_S – seadistusaeg toote kohta,
 - T_M – masinaaeg (töötlushaeg),
 - T_A – abiaeg (töötlemisega seotud ajakaod),
 - T_P – paigaldusaeg (tootmisega seotud ajakaod),
 - T_K – mõõte- ja kontrolliaeg töökohal (kvaliteediga seotud ajakaod),
 - T_T – tehnilise teeninduse aeg (hooldusega seotud ajakaod),
 - T_O – organisatsioonilise teeninduse aeg (organisatsioonilised ajakaod),
 - T_X – tühiaeg (mittetootlikud ajakaod).

Tsükliaeg on oluline tootmise planeerimise seisukohast, selle komponentide teadmine ja hindamine aga hädavajalik tulemuslikkuse hindamiseks. Iga töökoha plaaniline eesmärk on kõrge tulemuslikkus. Tulemuslikkust kahandavad mitmed tegurid, mida kujundlikult näitab alltoodud joonis.

Tootmine kujutab endast muundusprotsessi, kus etteantud sisendid muundatakse planeeritud väljunditeks. Tootmistegevus jaguneb üksikute töökohade vahel jaoskonnas ning tsehhis. Igal töökohal on täitmiseks töökäsuga määratletud ülesanded. Need ülesanded koos oma alguse ja lõpuga on fikseeritud ajajaotusplaanis. Üksiktegevused on osa kogu toote valmistamise protsessist, millel samuti on oma planeeritud algus ja lõpp (määratletud tüüpiliselt tootmisplaanis). Aeg on üks väga oluline toote omahinna kujundamise komponent. Igasugused raiskamised nii töökohas kui tootmises tervikuna põhjustavad lisakulutusi. Kõik lisakulutused väljenduvad paratamatult toote omahinnas. Kõrge toote omahind ei võimalda teenida kasumit ja

seeläbi ka saavutada arendust ja jätkusuutlikkust. Jätkusuutlikkuse ja konkurentsivõime säilitamise oluliseks kriteeriumiks on ka kvaliteet.

Saavutus	Kaotatud aeg	Kaotatud aeg	Kaotatud aeg	
	Tõhusus	Kaotatud toodang	Kaotatud toodang	
		Efektiivsus	Kvaliteedikao	Tulemuslikkus

Kaotatud aeg = planeeritud tööpaukid, ootamine, seadmete hooldus ja remont, seadmete häälestamine, tööriistade ettevalmistus, materjalide kohaletoomine.

$$TÕHUSUS = \text{tegelik tööaeg} / \text{planeeritud tööaeg}$$

Kaotatud toodang = toote paigalduse ja mahavõtmise aeg, materjali kvaliteet, töötaja kompetentsid, töökorraldus.

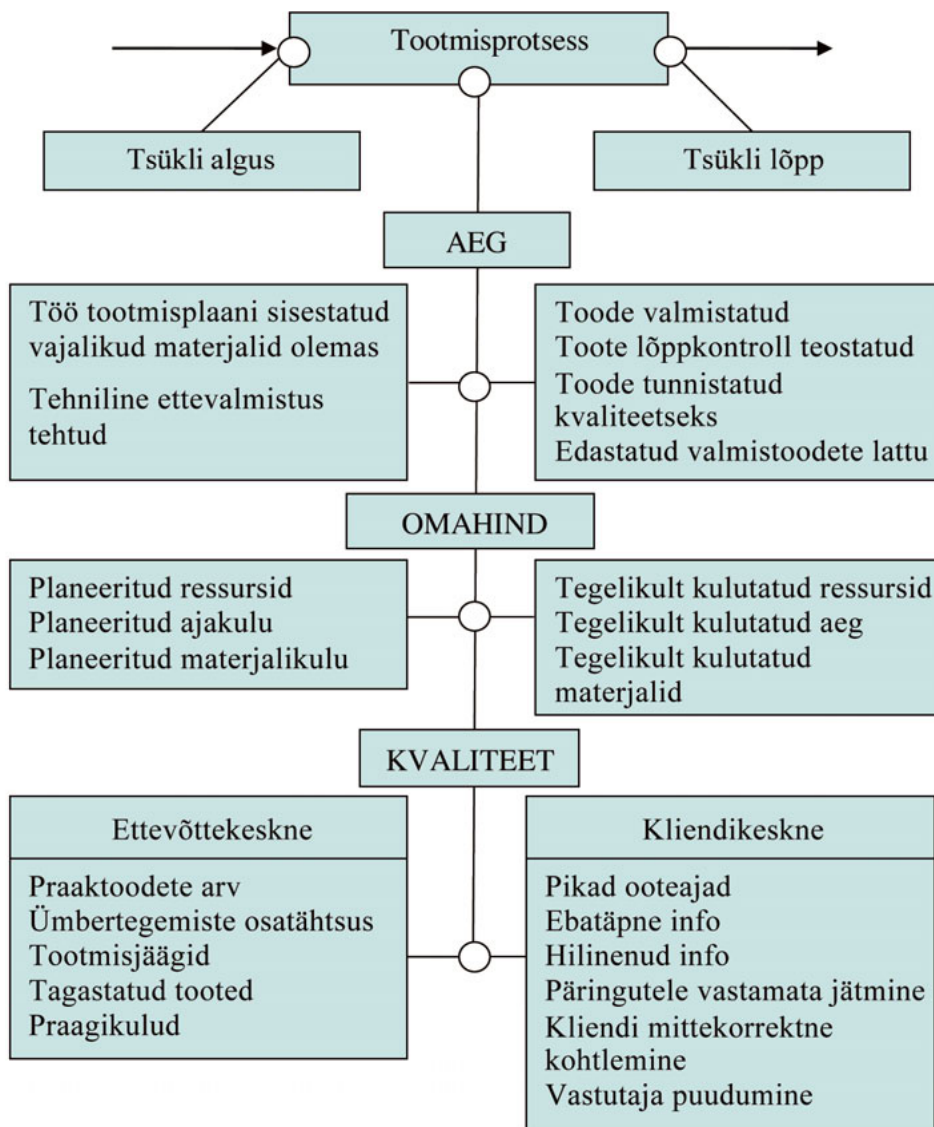
$$EFEKTIIVSUS = \frac{\text{Teoreetiline tsükli aeg} \times \text{planeeritud toodang}}{\text{Tootmiseks kulunud aeg} \times \text{tegelik toodang}}$$

Kvaliteedikao = kvaliteedivead, praaktodang, tootmisdefektid.

$$TULEMUSLIKKUS = \frac{\text{Tegelik toodang} - \text{praaktodang}}{\text{Tegelik toodang}}$$

Joonis 3.14. Töökoha tulemuslikkuse hindamine [22]

Kulutatud aeg, saavutatud omahind ning tagatud kvaliteet on need kolm olulisemat tegevusnäitajat, mis tagavad ettevõtte jätkusuutlikkuse ja ka kõigi töötajate heaolu.



Joonis 3.15. Tootmisprotsessi edukuse näitajad

Töökoht omab valmistusprotsessis kandvat rolli, kuna ta on elementaarsündmuse ehk tootmisoperatsiooni täitja vastavalt planeeritud valmistustehnoloogiale ja kasutatavatele seadmetele.

Eesmärkide püstitamine, tööde organiseerimine töökohtadel, tulemuste hindamine ja järelduste tegemine on tootmise juhtimise ja korraldamise peamisteks ülesanneteks. Võimalik ülesannete ja tegevuste jada on toodud allpool:

- 1) Kuuplaani analüüs ja tootmistegevuse korraldamine.
- 2) Toote valmistamise tehnilise dokumentatsiooni kompleksuse kontroll ja selle edastamine tootmisse.
- 3) Toote valmistamiseks vajalike materjalide olemasolu kontroll.
- 4) Toodete valmistamiseks vajalike juhtimisprogrammide olemasolu kontroll.
- 5) Tootmise tehnoloogilise ettevalmistuse vastavus plaanitule.
- 6) Töökäskude edastamine töölistele ning töötulemuste fikseerimine tööliste poolt.
- 7) Tootmisoperatsioonide kvaliteetse sooritamise seire.
- 8) Toote vahekontrolli tulemuste analüüs (üleminekul ühest tootmisetapist teise). Eesmärgiks on, et ükski mittekvaliteetne toode (mis ei vasta spetsifitseeritud nõuetele) ei tohi jõuda järgnevasse operatsiooni.
- 9) Lõppkontrolli- ja katsetustulemuste analüüs (toote mõõteprotokoll – teostatakse vastavalt tehnoloogiale ja/või kliendi nõudmisele).
- 10) Toodete arvelevõtmine ja ladustamine ärasaatmiseks.
- 11) Probleemsete olukordade lahendamine.
- 12) Tellimuste plaani / tootmisplaani täitmise analüüs ja tulemuste arutelu.
- 13) Mittevastavate tööde ja ebakvaliteetse toodangu puhul koostatakse mittevastavuse raport.

Töökoha vastutus seondub otseselt tööülesannete kvaliteetse ja tähtajalise täitmisega, st sisendite muutmises väljunditeks vastavalt etteantud reeglistikule (tootejoonis, töökäsk, tootmistehnoloogia, kontrollitehnoloogia). Töötaja vastutus tuleneb ametijuhendist ja on otseses kooskõlas töökoha vastutusega. Kui töökohal on ainult masinad, siis töö tulemuslikkus sõltub väga palju inseneride ja tehnikute oskusest välja töötada tootlikud tootmisprotsessid ja -tehnoloogiad.

Töö tulemused peavad olema selged ja arusaadavad nii tööoperatsiooni sooritajale kui ka kogu kollektiivile. Seetõttu on näitlikustamine või visualiseerimine väga tähtis. Töötulemused tuleb avalikustada nii töökohtade lõikes kui ka võrreldes üksikute jaoskondade tulemusi teistega. Samuti on väga oluline töötulemuste muutumine ajalisel lõikes (kuu, kvartal, poolaasta jne).

Parendusprotsess on iga töökollektiivi lahutamatu osa. Kui kulutame liigselt aega seadistamisele või on näiteks tühiaegade osatähtsus liialt suur, tuleb välja selgitada nende tekkepõhjused. „Kuidas jõuda paremate tulemusteni?“ peaks olema kogu kollektiivi ühine ülesanne ja arusaamade kompleks. Parendusettepanekud on igas kollektiivis teretulnud. Õnnestumisi tuleks motiveerida. Meeskonnatöö, eestvedamine juhtkonna poolt ning üldine ambitsioonikus on edukuse saavutamise alused.

Kirjandus

1. Lotter, Bruno. Wirtschaftliche montage. Ein Handbuch für Elektrogerätebau und Feinwerktechnik. VDI Verlag, Düsseldorf, 1986
2. Lõun, Kaia. Company's Strategy Based Formation of e-Workplace Performance in the Engineering Industry. Tallinn Technical University, Tallinn, 2013
3. Sarkans, Martins. Synergy Deployment at Early Evaluation of Modularity of the Multi-Agent Production Systems. Tallinn Technical University, Tallinn, 2012
4. www.kutsekoda.ee Kutsekoja kodulehekül
5. Töötervishoiu ja tööohutuse seadus (RT I 1999, 60, 616, Elektrooniline Riigi Teataja: <http://www.riigiteataja.ee>)
6. VV määrus "Töötervishoiu- ja tööohutusealase väljaõppe ja täiendõppe kord" (RTL 2000, 136, 2157, Elektrooniline Riigi Teataja: <http://www.riigiteataja.ee>)
7. www.ti.ee Tööinspektsiooni kodulehekül
8. Gutowski, T. Machining. <http://electron.mit.edu/>
9. Typical Welding Procedure Specifications for Structural Steelwork. BCSA Publications N 50/09
10. Ohno, Taiichi. Toyota Production System. Beyond Large Scale Production. Productivity Press, 1998. ISBN 978-0-915299-14-0
11. Ohno, Taiichi. Workplace Management Gamba Press, 2007. ISBN 978-0-9786387-5-7; ISBN 0-9786387-5-1
12. Karjust, K.; Kers, J.; Kiolein, I.; Kokla, M.; Küttner, R.; Lavin, J.; Lavrentjev, J.; Lumiste, R.; Lõun, K.; Mõtus, L.; Naams, I.; Otto, T.; Pohlak, M.; Raba, K.; Riives, J.; Reedik, V.; Roosimölder, L.; Saks, A.; Talkop, A.; Tähemaa, T.; Veinthal, R. (2011). Uuenduslik tootmine : käsiraamat. Toim: Riives, J.; Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus).Kalle, Eedo. Tootlikkuse juhtimine ettevõttes. Külim, Tallinn, 1997
13. Mehaanikainseneri käsiraamat. Tõlge saksa keelest. Tallinna Tehnikaülikool, 2012
14. The Toyota Production System-MIT. www.web.mit.edu/2.810/www/lecture09/14.pdf
15. The Digital Workplace Manifesto. www.businessillustrator.com/info
16. Process assembly line. www.youtube.com/watch?v=N9W8wvosBkQ , Märts 21, 2008
17. Ergonomics Guidebook for Manual Production Systems. Rexroth Bosch Group
18. Lean Manufacturing. Principles, Tools and Methods. Rexroth Bosch Group www.boschrexroth-us.com
19. Fastems Oy Ab. Factory Automation. www.fastems.com
20. Festo Oy Ab. www.festo.com
21. M. Kokla. Tootlikkuse käsiraamat operaatorile (Käsikiri)

Enesekontrolliküsimused

1. Töökoht on:

- A. iseseisev üksus tootmisettevõttes,
- B. üks osa meeskonnatööst,
- C. süsteemi koostisosa, kus töötaja täidab oma tööülesandeid,
- D. tootmisjaoskonna koostisosa, kus töötaja saab tööülesandeid.

2. Töökoha võimekus kujuneb:

- A. meistri poolt edasi antud oskuste ja teadmiste kaudu,
- B. seadme töötamise aja kaudu tööpäeva jooksul,
- C. töökollektiivi poolt vastu võetud asjalike otsuste kaudu,
- D. tööpingi tehnoloogiliste võimaluste ja töötaja kompetentsuse kaudu.

3. Tööülesanded on töötajale täpselt kirjeldatud ja edastatud:

- A. tööjoonisel,
- B. töökäsul,
- C. meistri päevatööraportis,
- D. ametijuhendis.

4. Väärtust tootele luuakse ettevõttes:

- A. alates töökäsu kättesaamisest,
- B. alatest tellimuse saamisest ettevõttes,
- C. alates tööpingi seadistamisest vastava tellimuse täitmiseks,
- D. alates vahetu tööoperatsiooni sooritamise algusest.

5. Kulusäästliku tootmise meetod 5S põhineb:

- A. raiskamiste elimineerimisel,
- B. meeskonnatöö arendamisel,
- C. töökoha korrastamisel,
- D. lisakulude elimineerimisel.

6. Plaaniliste ülesannete täitmine töötaja poolt selgub:

- A. valmistatud toodete ülelugemisel,
- B. fikseeringutest töökäsul,
- C. palga kättesaamisel,
- D. igahommikustel koosolekutel meistri juures.

7. Töökoha tootlikkus sõltub:

- A. töökoha paiknevusest tootmistsehhis,
- B. varude hulgast laos,
- C. töötaja kompetentsusest,
- D. meistri organiseerimisest.

8. Olulisim põhjus tarbetute liikumiste tekkimiseks tootmises on:

- A. mõõtevahendite nappus,
- B. suur pooleliolevate tööde maht,
- C. halb tootmiskorraldus,
- D. töödokumentatsiooni puudumine.

9. Tootlikkus on:

- A. väljundite suhe sisenditesse,
- B. sisendite suhe väljunditesse,
- C. planeeritud toodangu suhe tegelikult toodetud toodangusse,
- D. tegelikult toodetud toodangu suhe planeeritud toodangusse.

10. Visualiseerimine tähendab:

- A. tööjoonise olemasolu töökohas,
- B. toote andmete esitamist CAM programmis,
- C. töötulemuste näitlikustamist,
- D. päevatöö kokkuvõtet meistri poolt.

4. Kvaliteet ja kvaliteedijuhtimine

4.1. Kvaliteedi mõiste ja olemus

Kvaliteet on toote või teenuse omaduste ja karakteristikute kogum, mis võimaldab rahuldada määratud või eeldatavaid vajadusi (ISO 8402-1986, Kvaliteedi sõnavara, I osa, Rahvusvahelised terminid).

Kvaliteet peab olema suunatud kliendi vajadustele, nii praegustele kui tulevastele [2].

Kvaliteet on määr, milleni olemuslike karakteristikute kogum täidab nõudeid [EVS-EN ISO 9000:2001 Kvaliteedijuhtimissüsteemid – Alused ja sõnavara].

Kvaliteet tähendab ka lihtsalt kliendi nõuete täitmist.



Joonis 4.1. Kvaliteet kui kliendi nõuete rahuldaja

Kvaliteet – see tähendab omadusi

- Mis omadused/funktsioonid sellel tootel/teenusel on? Kuidas nad tunduvad võrreldes teiste, sarnaste toodete ja teenustega?

Kvaliteet – see tähendab funktsionaalsust ja kasutamismugavust

- Kas toode täidab oodatavaid funktsioone?
- Kas ta täidab neid funktsioone paremini kui teised (konkureerivad) tooted?
- Kas toode vastab meie ootustele?

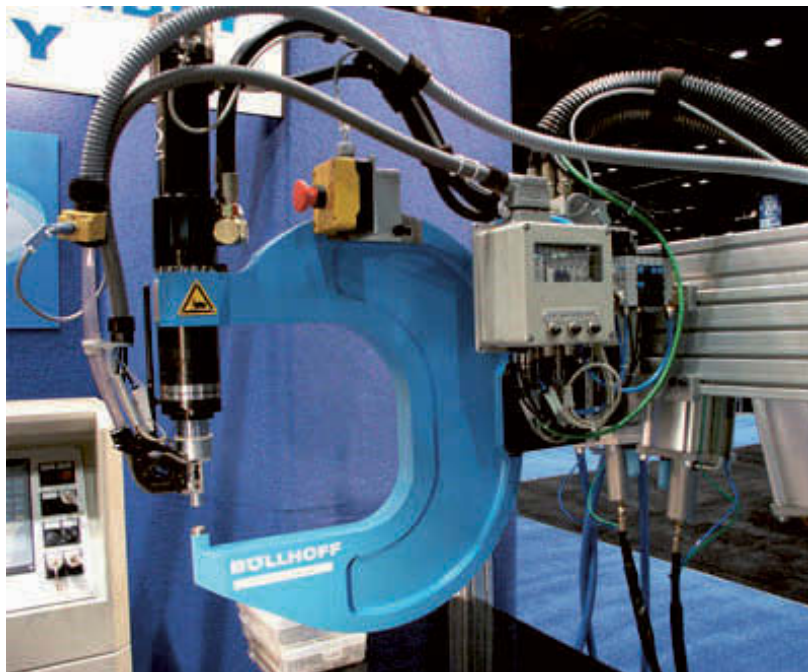
- Kui lihtne on meil seda toodet kasutada?



Joonis 4.20 Kvaliteedi väljendus funktsionaalsusena ja kasutamismugavusena

Kvaliteet – see on kasutamismugavus, töökindlus, hooldatavus.

- Kui kerge on toodet hooldada?
- Kui keeruline või lihtne on toodet remontida, parandada?
- Kui kerge on teostada rutiinseid hooldustöid, vältimaks suuremaid rikkeid?
- Kui töökindel toode on?



Joonis 4.3. Kvaliteediväljendus töökindluse ja kerge hooldatavuse kontekstis

Kvaliteet – see on esteetika, väljanägemine ja ratsionaalsus.

- Kui lahe, ilus, moodne, atraktiivne see toode välja näeb ja tundub? Ka pisisasjad on tihti väga olulised. Näiteks võib olla tähtis isegi uue auto salongi lõhn või mööbli pisidetailide kujundus.



Joonid 4.4. Kvaliteet kui midagi ekstraklassilist

Kvaliteet – see tähendab ka põnevust, elamuse saamist. **Kvaliteet** – see on *fun*.

- Kui põnev, huvitav on toode?
- Kui suur on saadav adrenaliin näiteks kiiresse sportautosse istudes või moodsa mootorratta või skautriga sõites?



Joonis 4.5. Kvaliteeti kui uudsus ja põnevus

4.2. Kvaliteedijuhtimine ja kvaliteedijuhtimissüsteemid

Eelmises punktis tõime esile kvaliteedi olemuse. Me kõik tahame tarbida kvaliteetseid tooteid, tahame, et kvaliteetsed teenused oleksid alati kättesaadavad. Me ei jää rahule, kui ostetud mobiiltelefon kahe nädala pärast enam ei tööta või bussipileteid ostes saame pileti valele reisile ja avastame selle alles bussiukse juures seistes ning selgub, et paraku on kõik kohad täis ja edasi sõiduks tuleb otsida uusi võimalusi. Siis esitame tihti alateadvuses küsimuse: "Kas ollakse suutelised ka midagi korralikult tegema?" Ja kahjuks peame tõdema, et päris iseenesest asjad ei juhtu.

Et saavutada toote/teenuse omadused, nagu kirjeldatud eelmises punktis, peavad ettevõttes kõik tegevused toimuma läbimõeldult ning töötajad peavad teadma oma kohustusi ja ülesandeid.

Kvaliteedijuhtimise põhiolomuseks on seega tegevused ja meetodid, mida rakendatakse organisatsioonis tingimuste loomiseks, et protsessi, toote või teenuse kvaliteet oleks saavutatud ja kindlustatud.

Kvaliteedijuhtimise olulisemad elemendid (ISO 9001):

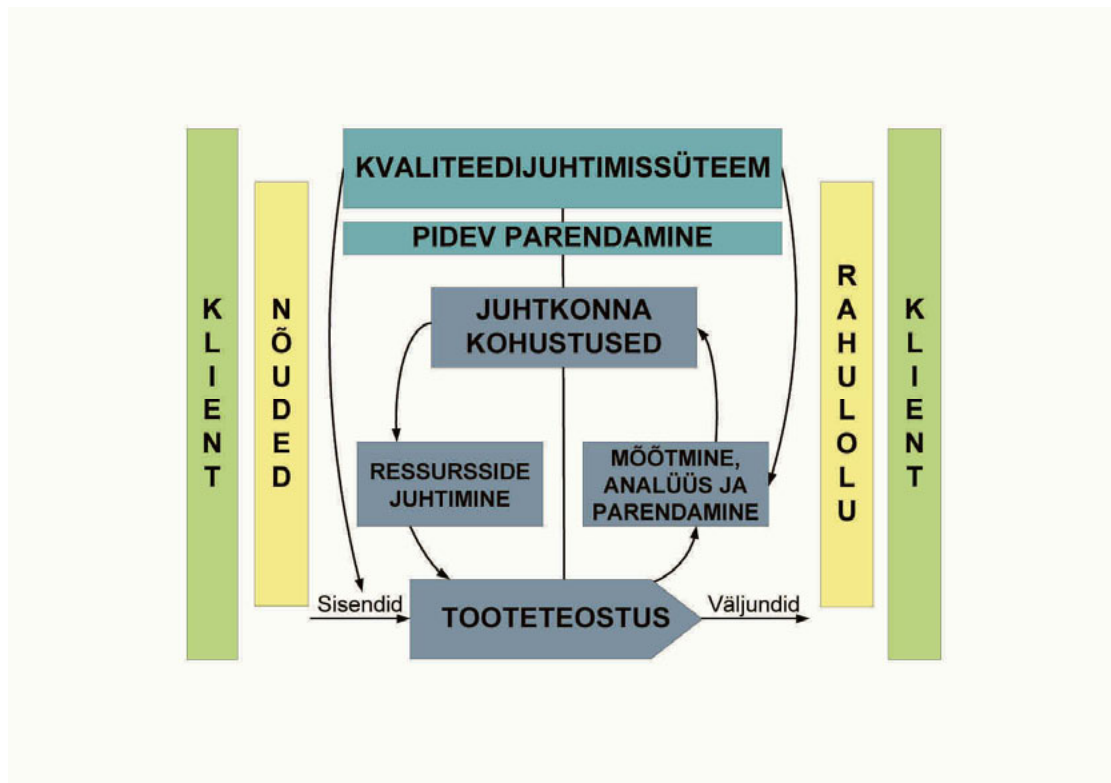
- **Kliendi rahulolu** on kliendi taju nõuete täidetuse määra kohta.
- **Kvaliteedijuhtimissüsteem** (kvaliteedisüsteem) on juhtimissüsteemi osa, mis keskendub organisatsiooni kvaliteediga seonduva suunamisele ja ohjele. Kvaliteedijuhtimise all mõistetakse koordineeritud tegevusi organisatsiooni kvaliteediga seonduvaks suunamiseks ja ohjeks.
- **Kvaliteedipoliitika** on tippjuhtkonna poolt ametlikult väljendatud organisatsiooni üldised kvaliteediga seonduvad kavatsused ja suunad.
- **Kvaliteediplaanimine** on kvaliteedijuhtimise osa, mis keskendub kvaliteedieesmärkide püstitamisele ja nende täitmiseks vajalike toimimisprotsesside ning nendega seotud ressursside kindlaksmääramisele.

Kõik organisatsioonid püüdleavad oma tegevuses täiuslikkuse, kliendi soovide täitmise ning kliendi rahulolu saavutamise suunas. Need ambitsioonid on konkreetsel kujul väljendatud ettevõtte/organisatsiooni kvaliteedipoliitikas. Kvaliteedipoliitika elluviimine toimub läbi kvaliteediplaneerimise ja see realiseeritakse kvaliteedijuhtimissüsteemi kaudu.

Kvaliteedijuhtimissüsteem on väga oluline ettevõtte juhtimissüsteemi koostisosa, hästi organiseerunud ettevõtetes need tegelikkuses ühtivad. Kvaliteedijuhtimissüsteemi alused ei sõltu ettevõttest ja ka esitatavad nõuded on ühised kõikidele ettevõtetele (sõltumata valdkonnast, suuruselt, protsesside olemusest jms). Kvaliteedijuhtimissüsteemi põhialused on kirjas rahvusvahelises standardis EN – ISO 9001:2008, mis täpsustab kvaliteedijuhtimissüsteemile esitatavaid nõudeid, kui mingil organisatsioonil on vaja näidata oma võimet pakkuda tooteid, mis rahuldavad nii kliendi ootusi kui ka vastavad seadusandlikele nõuetele.

ISO 9001:2008 kvaliteedijuhtimissüsteem on keskendunud protsesside juhtimisele ja selle peamised koostisosad on (vt joonis 4.6):

- juhtkonna kohustused,
- ressursside juhtimine,
- tooteteostus,
- mõõtmine, analüüs ja parendamine.



Joonis 4.6. Kvaliteedijuhtimise mudel (protsessidel põhinev kvaliteedijuhtimissüsteem)

Kvaliteedijuhtimissüsteemi põhilised koostisosad on alljärgnevad:

- **Protsess** on sisendeid väljunditeks muundav vastastikuses seoses olevate või vastastikust mõju avaldavate tegevuste kogum.
- **Protseduur** on spetsifitseeritud viis tegevuse või protsessi teostamiseks. Protseduurid võivad olla dokumenteeritud (kirjalikud) või mitte. Kirjalik protseduur on tegevuste teostuse põhimõtteline kirjeldus, mis sätestab tegevuse eesmärgi, ülesanded ja vastutuse ning määratleb tegevuse teostumise korra ajas ja ruumis.
- **Vormid ja näidised** on juhtimissüsteemi olulised koostisosad, mis vastavad fikseeritud tegevustele ja toimingutele ning väljendavad nende teostumist täidetud kujul.
- **Tõendusdokument** on dokument, mis esitab saavutatud tulemused või tõendab, et tegevused on teostatud. Ühesuguse või lähedase suunitlusega tõendusdokumendid koondatakse vastava valdkonna teatmestu(te)sse.

- **Pidev parendamine** on korduv protsess, saavutamaks üldise kvaliteedi- ja/või keskkonnavalase tulemuslikkuse parendusi kooskõlas organisatsiooni kvaliteedi- ja keskkonnapoliitikaga.
- **Objektiivsed tõendid** on andmed, mis toetavad millegi olemasolu või tõesust.
- **Vastavus** on nõude täidetud.
- **Mittevastavus** on nõude mittetäidetud.

Kõigi töötajate kaasamine on kvaliteedijuhtimissüsteemi väga oluline koostisosa. Töötajatel peab olema võimalus tunda kaasatust, professionaalset uhkust ja kohustust olla võimeline tegema head tööd ja saada selle eest tunnustatud. Kvaliteedijuhtimise oluline koostisosa on ka pidev parendusprotsess, mis hõlmab kogu ettevõtet. Oma töötulemusi tuleb pidevalt hinnata, analüüsida ja leida võimalusi, kuidas paremini organisatsiooni hüvanguks töötada.

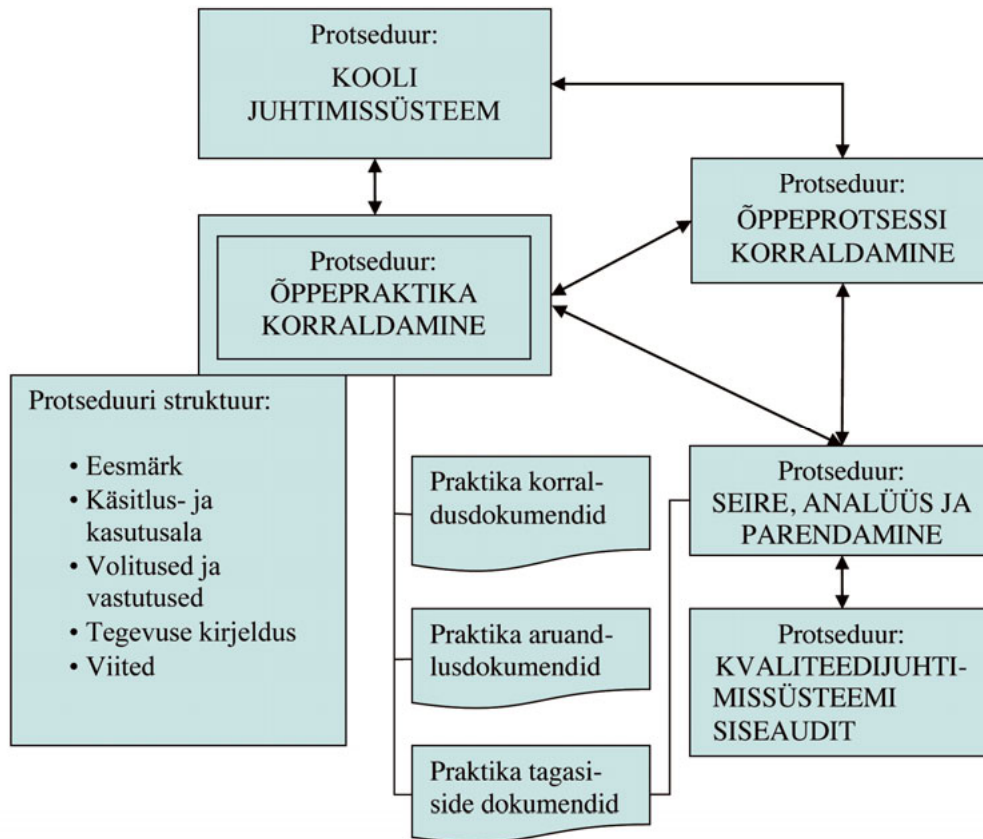
Kvaliteedijuhtimissüsteemi protsessikeskse juhtimise põhimõtteline rakendus on kajastatud joonisel 4.7.

Kvaliteedijuhtimissüsteem seab ettevõttes kohustuseks näha loogilisi seoseid erinevate tegevuste vahel ja need tegevused ning tulemused dokumenteerida. Kui ettevõtte kasutab kvaliteedijuhtimissüsteemi, siis tegevuste dokumenteerimiseks kasutatakse protseduure ning olulisemate tegevuste fikseerimiseks vastavaid vorme. Joonisel 4.7 on näitena kujutatud kutseõppeasutuse praktikasüsteemi korraldamist. Selle juurde kuuluvad konkreetsete tegevused, mis on vajalikud, et õppepraktika oleks sisukas, annaks juurde uusi vajalikke teadmisi ja valmistaks tööturule ette konkurentsivõimelisi töötajaid. Need tegevused on kirjeldatud vastavate protseduuridena (vt joonis 4.7), mida täiendavad vajalikud dokumentide vormid. Täidetud vormid muutuvad dokumentideks, mis kajastavad saavutatud tulemusi. Tulemuste analüüs aitab kaasa edasisele paremate tulemuste saavutamisele.

Dokumentide süsteem peab olema läbimõeldud, iga kasutatav dokument peab omama konkreetset eesmärki, mis kajastab vastavat tegevust ja aitab seda paremaks ja tulemuslikumaks muuta. Näitena on alljärgnevalt toodud õppepraktikaga seonduv dokumentide nimistu, mis kajastab kogu õppepraktika teostust kutseõppeasutuses ja ühtlasi on nende dokumentide olemus kirjeldatud konkreetsetes protseduurides. Nendeks dokumentideks on näiteks:

- grupi praktikale lähetamise nimekiri,
- õpilase individuaalne praktikapäevik,
- praktikadokumentide väljaandmise kontroll-leht,
- õpilase praktikaaruanne,
- õpilase tagasisideankeet,
- praktikaettevõtte juhendaja tagasisideankeet,
- grupi koondaruanne.

Kõikidel dokumentidel peab olema määratud vastutavad täitjad ja nende eesmärk peab olema arusaadav kogu vastava süsteemi (praktika korraldamine) kontekstis. Ainult siis on dokumentidel mõtet ja nad toovad kasu kogu tegevuse teostamisele parimal võimalikul moel antud ajas.



Joonis 4.7. Kvaliteedijuhtimissüsteemi protsessikeskus

Joonisel 4.7 oli kujutatud vaid üks konkreetne tegevuskompleks – õppepraktika korraldamine, ja näidatud need osad (kooli juhtimissüsteem, õppeprotsessi korraldamine, õppepraktika korraldamine, analüüs ja parendamine ning siseaudit), millega see tegevus seotud on.

Kõikidest tegevustest organisatsioonis (ostutegevus, tootmine, tootekontroll, logistika jms) tahame me saada võimalikult selget ja konkreetset ülevaadet. Ainult siis on võimalik aru saada tegevuse efektiivsusest, teostuse otstarbekusest, ressursikulust jms. Tegevuste läbipaistvuse kaudu saame hinnata tulemusteni jõudmiseks kulunud ressursse ja avastada võimalikult kiiresti, kus me teeme vigu, et need siis kohe kiiresti parandada. Seetõttu kasutataksegi tänapäeval palju protsessikeskse juhtimise põhimõtteid.

Protsess on seotud konkreetse tegevusega ja ta muundab etteantud sisendid parimal võimalikul moel nõutud väljunditeks. See transformatsioon ehk muundus toimub elementaarsündmuste jadana.

Igal protsessil peab olema mingi motivaator selle käivitamiseks. Õppepraktika korraldamine on täielikult käsitletav protsessina, kus sisendiks on õpilased, informatsioon praktikakohtade kohta, praktika teostuse ajakava ja reeglistik, väljundiks aga täienenud kompetentsidega õpilased ja informatsioon praktika tulemuslikkusest ning sooritatud ülesannetest.

Vaatleme põhjalikumalt ostutegevust ettevõttes kui protsessi. Ostutegevusprotsessi toimumise sisendiks on ostuvajaduse tekkimine. Ostuvajadus ettevõttes tekib siis, kui laos puuduvad toote valmistamiseks vajalikud materjalid.

Niisiis võime öelda, et ühe konkreetse ostuprotsessi sisenditeks on:

- töötaja, kes seda ostutegevust läbi viib.
- kindlaksmääratud materjali kogus, mida tuleb osta.
- kindlaksmääratud materjali mark (tähis), mida tuleb osta.
- heakskiidetud tarnija, kellelt vastavat materjali ostetakse.
- tähtaeg, millal vastav materjal peab kohal olema.

Sellesama ostuprotsessi väljunditeks on:

- tellitud materjaliga kaasnevad dokumendid, mis on paigutatud vastavasse toimikusse,
- arvutiprogrammis on tehtud vastavad sissekanded,
- tellitud materjalid paiknevad ostutoodete laos.

Muundusprotsessi põhilisteks elementaarsündmusteks on:

- ostutellimuse koostamine,
- ostutellimuse lähetamine tarnijale,
- vajaduse korral täiendav infovahetus,
- tellitud materjalide saabumisel nende koguse ülevaatamine,
- tellitud materjalide kvaliteedikontrolli teostamine,
- tellitud materjalide füüsiline paigutamine valmistoode lattu,
- arvutiprogrammis vajalike sissekannete teostamine.

Kõikide protsesside puhul on kolm olulist komponenti:

- sisendid,
- muunduse teostus,
- väljundid.

Kõikide protsesside puhul on eesmärk teha neid võimalikult hästi. Selleks on vastava protsessi tulemusnäitajad. Erinevatel protsessidel on erinevad konkreetsed tulemusnäitajad, kuigi ka ühisosa on väga suur.

Kui vaatame edasi eelkirjeldatud ostuprotsessi, siis võime välja tuua alljärgnevad tulemusnäitajad:

- tarnekiirus,
- (tellitud materjali) maksumus,
- kvaliteedi stabiilsus,
- paindlikkus (võimalus saavutada kokkuleppeid erinevates valdkondades),
- ressursikulukus.

Erinevatel protsessidel ja erinevatel organisatsioonidel võivad ühe ja sama protsessi puhul olla erinevad nn võtmekriteeriumid. Igal juhul on püüd paremale tulemuslikkusele. Seetõttu on ka vajalik pidevalt vastavaid protsesse ja nende juurde kuuluvaid tegevusi hinnata.

Enamasti saavutatakse head tulemused läbi harmoonia ja meeskonnatöö. Kvaliteedijuhtimissüsteem ongi orienteeritud tervikutulemuste parandamisele. ISO 9001:2008 kvaliteedijuhtimissüsteemi protsessikeskse juhtimise mudel on toodud joonisel 4.8.

Selle protsessikeskse mudeli kolm põhivoogu on:

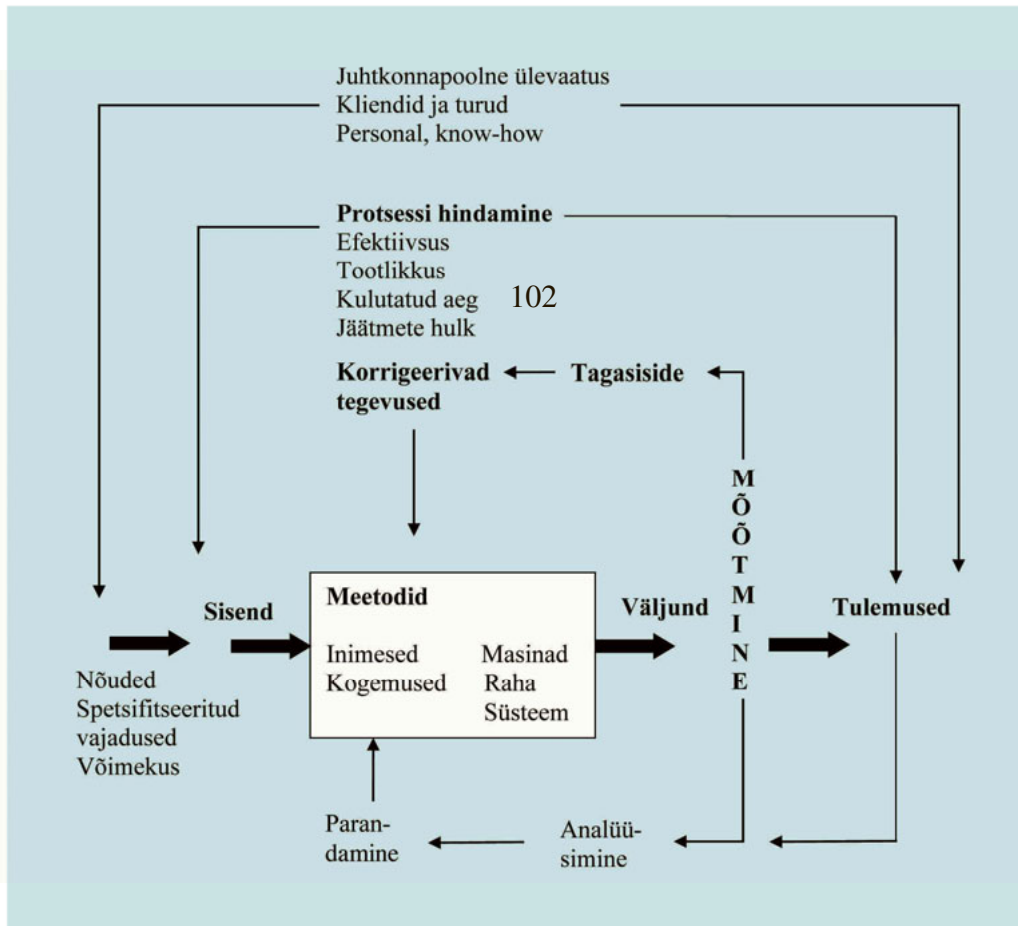
- 1) Sisendite muundamine väljunditeks (sõltub protsessi olemusest).
- 2) Protsessi tagasiside ehk tulemusnäitajate määramine ja nende süstematiseeritud kogumine ning protsessi tulemuslikkuse hindamine (enesehinnang nii iga töötaja kui ka vastava valdkonna juhi poolt).
- 3) Juhtkonnapoolne ülevaatus (ettevõtte tippjuhtkonna poolne hinnang nii antud protsessi tulemuslikkusele kui ka protsesside koosmõjuna tekkivale ettevõtte tulemuslikkusele).

Kvaliteedijuhtimissüsteem ei asenda ebaprofessionaalset juhtimist, kuid tänu süsteemsele lähenemisele on kvaliteedijuhtimissüsteem kogu organisatsioonile suur abimees üksiku ja üldise vaheliste seoste leidmisel ehk iga töötaja peaks aru saama, milline on tema koht ja ülesanded organisatsioonis, ja täitma neid parimal võimalikul moel.

Kasu kvaliteedijuhtimissüsteemist:

- organisatsiooni töö tõhusamaks muutmine,
- ressursside parem (tõhusam) kasutamine,
- kliendirahulolu saavutamine ja suurenemine,
- jälgitavuse paranemine,
- protsesside korrastatus, varieeruvuse vähenemine / kontrollitud piires hoidmine,
- volitused ja vastutused on määratletud ja fikseeritud,
- ülesannete jaotus ja täitmise kontroll,

- seadusandluse järgimine, keskkonnakahjude vältimine,
- valmisolek hädaolukordadeks ja nende korral kiire tegutsemise,
- vigade varajane avastamine ja vältimine tulevikus.



Joonis 4.8. Kvaliteedijuhtimissüsteemi toimimine organisatsioonis

4.3. Kvaliteedi tagamine ja kvaliteedi kindlustamine

Kvaliteedi tagamine seisneb kvaliteediprobleemide ennetamises planeeritud ja süstemaatiliste tegevuste kaudu. Nende hulka kuulub ka kvaliteedijuhtimissüsteemi väljatöötamine ettevõttes, selle sisemine regulaarne auditeerimine ja toimivuse vastavushindamine volitatud asutuse poolt. Viimast tegevust nimetatakse sertifitseerimiseks. Sertifikaat annab organisatsioonile tunnistuse, et ta teostab oma tegevusi rahvusvahelise kvaliteedijuhtimise standardi kohaselt ja loob sellega

kindlustunde klientidele. Kvaliteedi tagamine on eelnevalt planeeritud tegevuste kompleks ja selle eestvedajaks on ettevõtte juhtkond.

Kvaliteedi kindlustamine on tegevus, mida teostatakse nüüd ja praegu, et toode/teenus saaks kvaliteetne. Kvaliteedi kindlustamine tähendab meetodeid ja vahendeid, et tagada kvaliteeti. Kvaliteedi kindlustamise meetodid ja vahendid sõltuvad ettevõtte strateegiast, tooteportfellist, aga ka teostuskohast struktuuris. Eelnevalt oleme mitmeid kordi märkinud, et töökoht on toote-teostuse seisukohast väga oluline lüli.

Kvaliteedi kindlustamise dünaamika on kujutatud tabelis 4.1.

Tabel 4.1. Kvaliteedi tagamise dünaamika

	Kvaliteedikontroll (Quality control)	Kvaliteedi tagamine	Kvaliteedi kindlustamine (Quality Assurance)	Kvaliteedi juhtimine (Quality Management)
Tegevus	kontrollimine	ohjamine	koordineerimine	strateegia kujundamine
Olemus	tehnoloogiakeskne	tehnoloogiakeskne	ennetavate tegevuste planeerimine	kvaliteedipoliitika
Vahendid	kontrollimõõtevahendid	kontrollitehnika koos andmetöötlusega	firma arendustegevusse planeeritud tegevuste kompleks	kogu organisatsiooni hõlmav tegevuste kompleks
Töötajate roll	mõõtmine ja kontroll	kontroll ja tulemuste analüüs	kontroll ja põhiliste arengusuundade defineerimine	juhtkonna ja osakondade vahelise koostöö organiseerimine, koolitus, konsultatsioon
Kvaliteedi vastutus	kvaliteedi kontrollija	kõik töötajad	kõik osakonnad	kõik alates juhtkonnast

Kvaliteedi kindlustamine töökohal sõltub nii töötajast kui ettevõttest. Töötajast sõltub eelkõige töökoha korrashoid (5S), tööjuhendite täpne järgimine, oma kompetentside kohusetundlik rakendamine, täpsus tööülesannete täitmisel, raiskamise vältimine jms. Ettevõttest sõltub aga mitmete oluliste eelduste täitmine, eelkõige: töökohtade täpne määratlemine (selleks kasutatakse reeglipäraselt kollase värviga joonimist; korrektne tehniline ettevalmistus tööoperatsioonide sooritamiseks; tööülesandele vastavate mõõte- ja kontrollivahendite olemasolu töökohal ja nende

mõõtevahendite mõõtetäpsuse regulaarne kontroll; töötajate koolitamine ja nende kompetentsuse taseme tõstmine ning kontroll.

Kvaliteedikontroll on samuti kvaliteedi tagamise vahendiks. Kvaliteedikontrolli saab teostada peale toote valmistamist või siis operatsioonisisese ja -järgse kontrolliga, et välistada praaktoote liikumine järgmisse tootmisfaasi.

4.3.1. Kvaliteedikontroll

Kvaliteedikontroll on kõik vajalikud töötegevused ja tehnikad, et pidevalt täita kvaliteedinõuded.

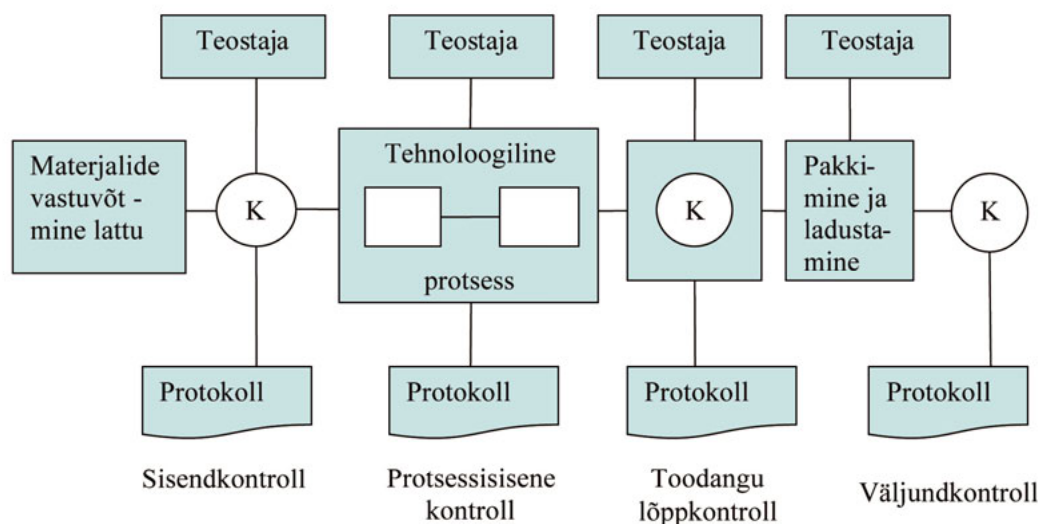
Kvaliteedinõuded on esitatud tööjoonisel ning vajaduse korral täiendatud tööjuhendis.

Vastavus on nõude (nõuete) rahuldamine.

Defekt tuleneb nõude mitterahuldamisest, näiteks kui mõõde ei asu mõõtmeterantsis või kui pinnakareduse näitaja ei vasta pinnakvaliteedile.

Kvaliteedikontrolli ülesandeks ettevõttes on avastada materjalide, toodete ja protsesside kõrvalekaldumisi ettenähtust, et parandada tegevusi tulevikus ning mitte lubada nõuetele mittevastavaid tooteid ettevõttest välja.

Kvaliteedikontroll liigitatakse etappidesse (vt joonis 4.9).



Joonis 4.9. Kvaliteedikontrolli etapid (K)

Protsessieelne kontroll on ka sisendkontroll ja see teostatakse tavaliselt materjalide, pooltoodete, komponentide vastuvõtmisel lattu. Kontrollireeglistik on ettevõtte protseduurides fikseeritud. Eriti tähelepanelik peab olema uute või probleemsete tarnijate puhul. Defektsed tooted tuleb kohe eraldada, tüüpiliselt tegeleb konkreetse olukorraga edasi ettevõtte ostujuht.

Protsessisisene kontroll on tööoperatsiooni teostaja vastutusel. Keerulisemate ja täpsemate toodete puhul on protsessisisese kontrolli reeglistik fikseeritud kas tööjuhendis või kontrollidokumentatsioonis. Seadmeoperaatori kohustus on teostada kontroll vastavalt instruksioonile ja minimaalse ajakuluga. Protsessisisese kontrolli eesmärgiks on, et mitte ükski toode ei liiguks defektselt edasi järgmisesse tööoperatsiooni. Mida kaugemale defektne toode valmistusprotsessis on liikunud, seda enam teeb ettevõtte kulutusi defekti kõrvaldamiseks.

Toodangu lõppkontroll on oluline toote kvaliteedi tagamiseks ja kliendi rahulolu saavutamiseks. Sageli teostab toote lõppkontrolli kvaliteedikontrolliosakonna töötaja või on see meistri vastutusel. Toote lõppkontrolli juurde võivad kuuluda ka vajalikud katsetused või testimised. Reeglina tulemused protokollitakse ja neid analüüsitakse ettevõttesiseselt. Sageli soovib ka klient saada mõõte- ja testimisprotokolle.

Väljundkontroll toimub toote/toodete ärasaatmisel. Siis kontrollitakse koorma vastavust planeeritule ja pakendite kvaliteetsust ning vastavust pakendijuhendites fikseeritule. Pakendid peavad olema varustatud nõuetekohaste pakendisedelitega, mis sisaldavad kogu vajalikku informatsiooni nii toote kui transporditingimuste kohta. Ka saatedokumentide olemasolu on vaja jälgida.

Üldreeglid kontrolli läbiviimiseks:

- Tehnonõuded tootele on esitatud standardites, tehnoetsifikatsioonides, konstruktori- ja tehnoloogiadokumentides, tööjoonistes. Kliendi lisanõuded on traditsiooniliselt esitatud tellimuses või lepingus.
- Kontrolli sagedus ja ulatus on määratud kontrollitehnoloogias.
- Kontrolli teostab selleks volitatud isik.
- Kontrollimisel tohib kasutada vaid ettenähtud ja taadeldud või kontrollitud mõõtevahendeid.
- Vead tuleb avastada võimalikult varakult ja võtta kohe tarvitusele vajalikud meetmed, mis aitavad vigu vältida.
- Puuduste ilmnmisel katkestada tööprotsess kohe ja asuda puuduste tekkimise põhjuseid uurima ning kõrvaldama.
- Puuduste ilmnmisel informeeritakse sellest kohe struktuuriüksuse ülemat ja vajadusel projektijuhti ja/või tootmisjuhti.
- Mittevastavastavate toodete käsitus peab toimuma vastavalt ettevõttesisesele mittevastava toote ohje korrale.
- Kõik kontrolli tulemused tuleb dokumenteerida.
- Kvaliteedijuht koostab mõõteriistade taatlemise plaanid ja organiseerib nende taatlemise pädevas organisatsioonis vastavalt plaanile.

Ettevõtte fikseerib erinevatele sisseostetavatele toodetele ja valmistatavatele toodetele vastavad kontrollirežiimid, mis dokumenteeritakse. Vajaduse korral töötatakse välja konkreetsed kontrollitehnoloogiad ja koostatakse mõõtekaardid. Näitena on tabelis 4.2 toodud sisendkontrolli režiimid ja tabelis 4.3 kontrollitavate koguste määramine mõõtmete kontrollil tootmispartiiide töötlemisel.

Tabel 4.2. Sisendkontrolli programm

Kontrollirežiim	Läbiviimise tingimused ja põhjused
1. Näidiste kontroll	Eriotsus tarnija kontrollimise vajadusel (uus tarnija, uus toode jms)
2. Kõikide nõutavate parameetrite kontroll	3-5 (määrab ostujuht) esimest tarnet igalt märgistatud tarnijalt (määrab ostujuht)
3. Kriitiliste parameetrite kontroll	Tarnijate valiku ja kontrolli kestvuse määrab ostujuht (tavaliselt mittevastavuste ilmnemisel või kahtluste olemasolu korral)
4. Kõikide parameetrite perioodiline kontroll	Perioodi pikkuse otsustab ostujuht. Tarnijad, kes alluvad kontrollile, otsustab samuti ostujuht
5. Tarne koheselt lattu toimetamine	Eriotsus tarnija täielikul usaldusel või tarnija enesekontrolli puhul

Tabel 4.3. Mõõtmete kontrolliprogrammi määramine

Partii suurus	Kontrollitav kogus
1-10	100%
11-50	10
51-150	20
151-500	50
501-10000	100

Kontrollitav kogus on eelkõige ettevõtte otsustada, et kvaliteet saaks tagatud. Kontrollitav kogus sõltub kindlasti toote täpsusest, keerukusest ja funktsionaalsusest. Näiteks lennukitööstuses on nõue kontrollida 100% kõiki detaile. Suuresti kehtib see ka autotööstuses, meditsiinis jt taolistes valdkondades.

Tootmise käigus toimuva kontrolli eesmärgiks on saavutada toodangu vastavus tehnilise dokumentatsiooni (eelkõige tööjoonis ja tööjuhend) nõuetele tootmisprotsessi kõikidel etappidel, selgitada võimalikult kiiresti välja mittevastavused ja nende tekkepõhjused ning leida teed ja võimalused need kohe kõrvaldada.

Tootmisprotsessisisest kontrolli rakendatakse kõikides tootmisprotsessi liikides (nt mehaaniline töötlemine, koostamine, pinnaviimistlus jms).

Tootmisprotsessisisene kontroll planeeritakse ja keerulisematel juhtudel tuleb eelnevalt koostada kontrollitehnoloogia. Planeerimise juures määratakse kindlaks kontrolli sagedus, kontrollrakiste

vajadus, kontrollivahendid ja nende täpsusklassid, kontrollija vajalikud kompetentsid, aga kindlasti ka ajanormid kontrolloperatsioonide teostamiseks. Tootmisprotsessisisesed kontrollirežiimid on toodud tabelis 4.4.

Tabel 4.4. Tootmisprotsessi kontrollirežiimid

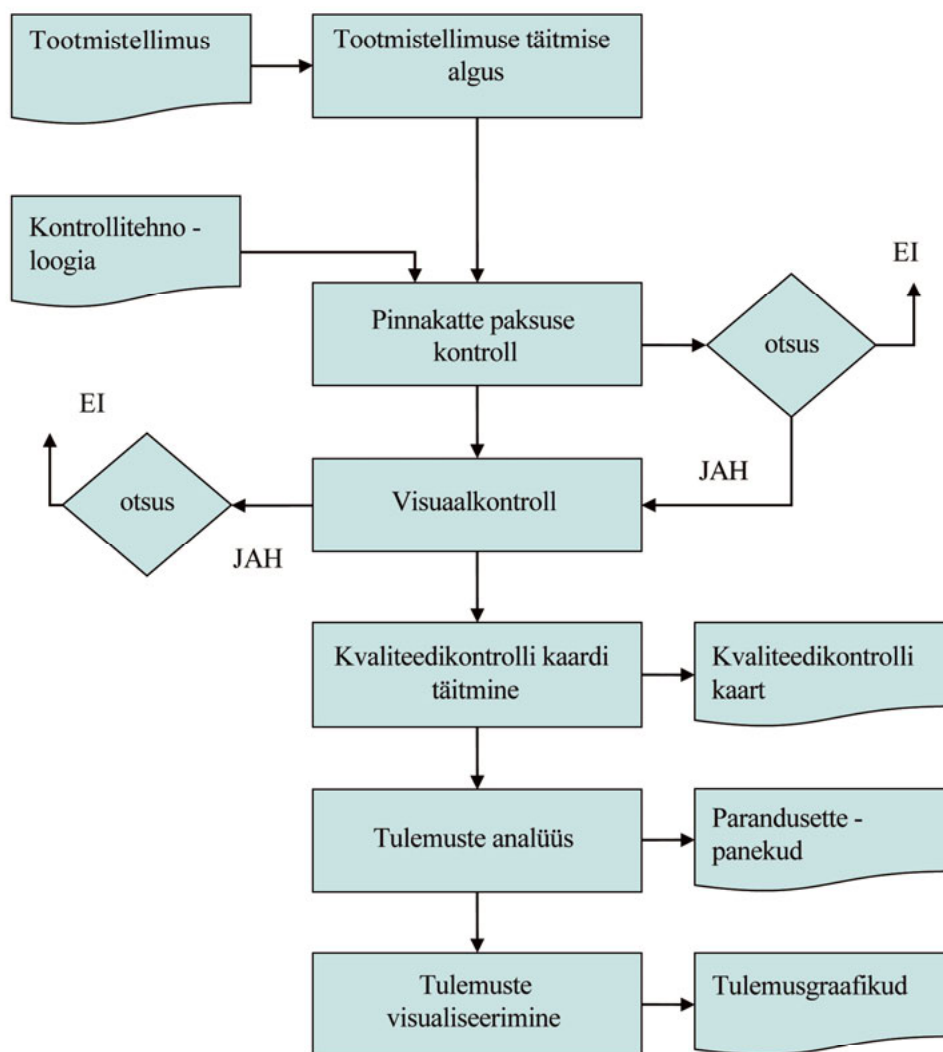
Kontrollirežiim	Kirjeldus
Esimese detaili kontroll	Viib läbi: töö teostaja Eesmärk: kontrollida enne tootepartii töötlemise alustamist detaili mõõtude vastavus kehtestatud nõudmistele. Mittevastavuse korral vastavalt volitustele korrigeerida seadme häälestust
Kontroll töökohal	Viib läbi: töö teostaja Eesmärk: kvaliteedi saavutamine ja defektide vältimine Kui esinevad kõrvalekalded tööjoonisest (vm tehnilisest dokumentatsioonist), tuleb vastavalt volitustele välja selgitada kõrvalekallete põhjused ja need kohe kõrvaldada
Jaoskonnasisene kvaliteedikontroll ja tagamine	Viib läbi: struktuuriüksuse juht (meister) või kvaliteedikontrolör Eesmärk: kvaliteedi tagamine ja kindlustamine jaoskonnas, võimalike kõrvalekallete ennetav avastamine ja defektide korral korrigeerivate ning ennetavate tegevuste õigeaegne rakendamine Jaoskond peab täielikult tagama seal valmistatava toote kvaliteetsuse
Spetsiaalne kontroll	Viib läbi: töö teostaja Kindlustab: struktuuriüksuse juht Eesmärk: kvaliteedinõuetest kõrvalekallete avastamine eelnevalt määratletud ohupunktides (uus toode, uus materjal, uus seade, töö tootlikkuse oluline tõus jms)
Protsessi kvaliteedi juhtimine	Viib läbi: kvaliteedijuht Kindlustab: struktuuriüksuse juht Eesmärk: protsessi kontrolljälgimine võimalike kõrvalekallete ja ohupunktide avastamiseks; korrigeerivate ja ennetavate tegevuste algatamine; pideva parendamise eestvedamine

Tabelis 4.4 esitatu peab ettevõtte tootmistegevuses ka realiseeritud saama. Ettevõtte tootmisprotsessid on:

- toorikute ettevalmistamine (saagimine, tükeldamine, plasmalõikus, laserlõikus, stantsimine vms).
- mehaaniline töötlemine (treimine, puurimine, freesimine, sisetreimine, lihvimine jms).
- alamkoostude valmistamine (keevitamine, liimimine jms).
- lõppkoostamine (mehaanilised liited, keevitamine, liimimine jms).
- pinnaviimistlus (haaveldamine, kuumtsinkimine, värvimine jms).

Oma olemuselt on protsessid erinevad, neid teostatakse tavaliselt erinevates tootmisjaoskondades ning seetõttu ei pruugi kvaliteedikontrolliprotsessid olla sarnased.

Näitena on joonisel 4.10 toodud pinnakatete jaoskonna kvaliteedikontrolli protsess.



Joonis 4.10. Pinnakatete jaoskonna kvaliteedikontrolli protsess

Defektsete toodete puhul jõuame praagini. Praagi käsitus toimub ettevõttes mittevastava toote ohje protseduuri järgi, mis on ühtlasi ka üheks oluliseks ISO 9001 kvaliteedijuhtimissüsteemi protseduuriks.

4.3.2. Mittevastava toote ohje

Mittevastavused ilmnevad, kui ettevõtte ei täida kvaliteedijuhtimissüsteemis spetsifitseeritud nõudeid (nt protseduurireeglid), standardi ISO 9001:2008 või muude ettevõtte tegevusele/toodele kohalduvate standardite või õigusaktide nõudeid või tootele kohanduvaid spetsifitseeritud nõudeid (sh kliendi nõuded).

Töökohal võivad mittevastavused ilmnedas siis, kui töötaja ei jälgi töö teostuse sisendeid (tööjoonis, töökäsk, tootmistehnoloogia, kontrollitehnoloogia) või kui tema kompetentsus, ettevalmistuse tase jääb puudulikuks.

Toote kontrollimise käigus avastatud mittevastavused jagunevad:

- ettevõttesisene mittevastavus ehk praak, mis avastati enne toote saatmist tellijale:
 - toote valmistamise faasis
 - toote ülevaatus, lõppkontrolli faasis
- ettevõtteväline mittevastavus ehk praak, mis avastati tellija poolt:
 - esitatakse tellijapoolne reklamatsioon, millele peab järgnema reklamatsiooni käsitus.

Sõltuvalt mittevastavuse iseloomust jaguneb praak:

- **parandatav praak** – mittevastavuse kõrvaldamine on tehniliselt võimalik ja majanduslikult otstarbekas;
- **mitteparandatav praak** – mittevastavuse kõrvaldamine pole tehniliselt võimalik ja/või majanduslikult otstarbekas.

Kõrvalekallete ja praagi käsitlemise tüüpreeglistik tootmisprotsessis on alljärgnev:

1. Avastatakse kõrvalekalle (mittevastavus).
2. Avastaja täidab kõrvalekalde fikseerimise vormi (mittevastavuse raport).
3. Kõrvalekaldega tootele lisatakse sedel „PRAAK“.
4. Töö teostaja eraldab praaktoote partiist või teistest toodetest.
5. Kõrvalekalde vorm antakse registreerimiseks kvaliteedijuhile.
6. Tootmisjuht määrab vastutaja põhjuste väljaselgitamiseks ja korrigeerivate tegevuste väljatöötamiseks ja ellurakendamiseks (fikseeritakse mittevastavuse raportis).
7. Täidetakse ka mittevastavuse raporti lahter, kus kirjeldatakse ennetavaid tegevusi ehk tegevusi, mida planeeritakse ette võtta, et analoogiline olukord ei korduks.
8. Kui praak on parandatav, siis võetakse toode tootmisse tagasi ja töödeldakse ümber.
9. Kui praak on lõplik, vormistatakse vastav praagiteatis. Praaktoode kuulub utiliseerimisele või (erandjuhtudel) kasutatakse seda kui materjali mõne teise toote valmistamiseks.
10. Vaadatakse veel kord üle korrigeerivad ja ennetavad tegevused.
11. Parandatud toodangu ülevaatus kvaliteedikontrolöri või kvaliteedijuhi poolt.

12. Parandusteks kulunud aeg fikseeritakse praagiaktil.
13. Praagiaktid kogub kokku kvaliteedijuht, kes analüüsib neid ja teeb vastavasisulise ettekande tootmisjuhile.
14. Praagikulud võetakse arvesse ettevõtte finantsdokumentatsioonis ja määratud regulaarsusega arutab neid ettevõtte juhatus.

Oluline on teha kindlaks praagi tekkepõhjus, et edaspidi vältida selle tekkevõimalust.

Praagi põhjuste väljaselgitamine:

- 30 Hooletus, kus süüdlaseks on tööline, kes ei täitnud etteantud ülesandeid või talle antud korraldusi.
- 40 Hooletu seadmetega ümberkäimine või seadistamine töölise poolt, kui töölisele on kätte antud täpsed seadmete kasutamise tööjuhendid.
- 50 Vale juhendamine, kui töölisele ei ole õigel ajal või täielikult ja arusaadavalt antud töö teostuse alaseid juhiseid.
- 60 Tehnoloogia rikkumine. Praak on tekkinud heakskiidetud tehnoloogilise protsessi eiramise tagajärjel. Tuleb määrata süüdlane.
- 70 Tehnoloogilise protsessi suutlikkus. Praak on tekkinud puuduliku suutlikkusega tehnoloogilise protsessi või seadme, tööabinõu või rakiste kasutuselevõtu tõttu. Süüdlaseks on tehnoloogia eest vastutav töötaja.
- 80 Seadme või tööabinõu mittekorrasolek. Praak on tekkinud seadme või tööabinõu mitteõigeaegse või puuduliku remondi või hoolduse tagajärjel, samuti seadmete mittenõuetekohase kasutamise ning nende tehnoloogiliste võimaluste mittekvaliteetse kontrolli tagajärjel. Süüdlaseks on isik, kelle vastutuses on seadmete korrasolek ettevõttes.
- 90 Puudulik sisekontroll. Praagi põhjuseks on materjalide ja ostutoodete kvaliteedi puudulikkus. Süüdlaseks on mittekvaliteetse materjali hankija või sisendkontrolli korra või põhimõtete rikkuja.
- :0 Mõõtevahendite mittekorrasolek. Praak on tekkinud ebaõigest mõõtmistulemustest mittekorras töövahendiga. Süüdlaseks on mõõtevahendite korrashoiu eest vastutaja.

Oluline on avastada mittevastavus võimalikult vara ja igati vältida praaktoote jõudmist kliendini.

Ettevõttele on väga oluline kõik praagiga seotud kahjud avastada ja arvele võtta. Praagikahjud võivad ettevõttele põhjustada korvamatuid kulusi. Kui nende üle puudub arvestus, ei ole ka selge kahju tegelik ulatus. Kõikide ettevõtete eesmärk on vähendada praagiga seonduvaid kahjusid.

Praagikahju ohjeprotsess võib olla näiteks alljärgnev:

1. **Eesmärgi püstitamine.** Käesoleva aasta eesmärgiks on praagikahju vähendada 10%, võrreldes eelmise aastaga.

$$Eesmärk = \frac{Eelmise aasta praagikahju (EUR)}{Eelmise aasta käive (EUR)} \times 90\%$$

2. Käesoleva aasta tegeliku praagikahju leidmine. Käesoleva aasta tegelik praagikahju arvestatakse kumulatiivselt (summaarselt) kuude kaupa.

$$\text{Praagikahju} = \frac{\text{Summaarne praagikahju aasta}}{\text{Aasta käive}} \times 100\%$$

3. Tegeliku praagikahju võrdlemine eesmärgiga. Tegeliku praagikahju visualiseerimiseks tuleb nii eesmärk kui praagikahju esitada kuude lõikes ühel graafikul.

$$\text{Eesmärgi täitmine} = \text{Eesmärk} - \text{praak}$$

Praagikahju ja käibe arväärtused saab ettevõtte raamatupidamisest.

4.3.3. Statistiline protsessiohje

Kõiki protsesse võib seirata ja kontrolli alla saada andmete kogumise ja nende kasutamise ning analüüsi abil. **Statistiline protsessiohje** (juhtimine) ehk *statistical process control (SPC)* [5] on vahend, et vähendada hajuvust, mis on peamine põhjus kvaliteediga seotud probleemide tekkeks.

Hajuvuse tekkevaldkondi on palju. Vaatame siinjuures kolme iseloomulikku hajuvuse tekkevaldkonda:

- detaili konkreetse mõõdu juures,
- kvaliteetsete toodete osa partiis,
- õigeaegselt tarnitud toodete osa.

Järgnevalt on toodud praktilisi näiteid erinevate hajuvuse tekkevaldkondade kohta.

1. Detaili juures oleva ava mõõt on näiteks $50 +0,3/+0,1$, kusjuures:

- ava nimimõõde $N = 50$ mm,
- ava ülemine piirhälve $ES = 0,3$ mm,
- ava alumine piirhälve $EI = 0,1$ mm,
- ava tolerants $Ta = 0,3 - 0,1 = 0,2$ mm.

Mõõtude hajuvus võib olla tolerantsivälja piires. Ka siin on soovitatav, et töötlemisel saavutatud mõõt oleks võimalikult lähedane nimimõõtmele, kuid kui ta väärtus ületab tolerantivälja piirid ehk on suurem ülemisest piirmõõtmest või väiksem alumisest piirmõõtmest, on tegemist praakdetailiga. Siinjuures jälgitaksegi saavutatud mõõtmete hajuvust ja mittevastavuste korral püütakse leida põhjused.

Vea tekkepõhjusteks võivad olla näiteks:

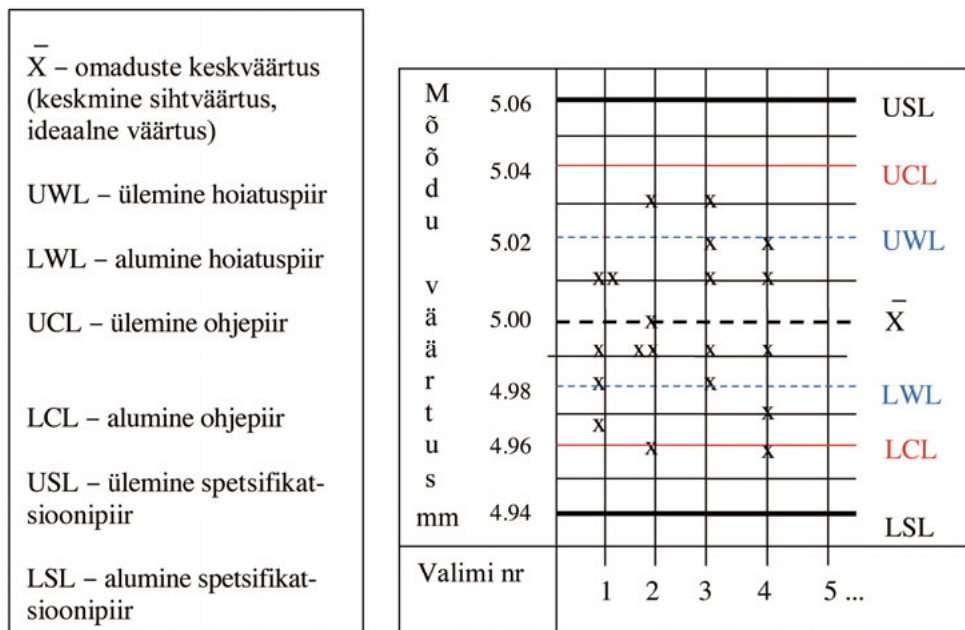
- tööriista kulumine,
 - mittemõõdus tööriista kasutamine,
 - tööpingi spindli viskumine,
 - tööpingi vibratsioonid jms.
2. Töödeldakse detailide partiid ja mõõdetakse üle kõikide detailide eelnevalt määratletud olulised mõõdud. Mõõtmistulemused kantakse protsessi ohjekaartile (vt joonis 4.11).

Mõõtmisel selgub, et mõõtude hajuvus on selgelt lubatust suurem ja väärtus on detailiti erinev.

Vea tekkepõhjusteks võivad olla näiteks:

- töölise väsimus ja kontsentratsioonivõime kadumine,
- vead tööpingi häälestamisel,
- kasutatava rakise baaspindade kulumine,
- ebaõigete töötlemisrežiimide kasutamine,
- ebaõigete tööriistade kasutamine,
- mittekorras mõõtevahendi kasutamine jms.

Statistiline protsessiohjekart annab väga hea ülevate protsessi kulgemisest ajas. Kui ei esine probleeme, siis näeme, et hajuvus on väike, ja see annab ka teatava kindlustunde. Seevastu suurte hajuvuste puhul või siis, kui juba on ületatud ohjepiirid (vt joonis 4.11), tuleb kohe reageerida ja teha kindlaks võimalikud tekkepõhjused.



*****Joon 4.11. Statistiline protsessijuhtimine [5]

Protsesside käitumiste juures on täheldatud konkreetseid trende (vt tabel 4.5), mis võivad olla vähem või rohkem ohtlikud kvaliteetse toote saavutamise juures. Mida stabiilsem on protsess, seda suurem on võimalus kvaliteedi saavutamiseks. Kui aga mingil põhjusel algab tulemuse nimiväärtusest eemaldumise kindel trend, tuleb sellele kiiresti reageerida.

3. **Tarnetäpsus** on väga oluline töökvaliteedi parameeter. Tarnetäpsus algab töökohal õigeaegselt valmistatud toodetest ja lõpeb ettevõtte poolt kliendile tarnitud toodete tähtaegsusega. Just see viimane on äris väga oluline. On valdkondi, eelkõige auto- ja lennukitööstus, kus tarnetäpsus peab olema väga kõrge: 99,7–99,9%, vastasel juhul ei kvalifitseeruta vastava kategooria tarnijaks. Aga ka teistes valdkondades, kus tarneahel eeldab ilma vaheladudeta tootmist (valmistatud toode tarnitakse vahetult tootmisliinile või kaubandusvõrgu poeriulitele), nõutakse valmistajaettevõttelt püsivalt kõrget tarnetäpsust, samuti **tarnekindlust**.

"

"Lisaks kõrgele tarnetäpsusele peab olema kõrge ka tarnekindlus, st suutlikkus pidevalt "ci cfc "püstitatud eesmärki tarnetäpsuse osas.

*****Tabel 4.5. Protsessi kulgemise kirjeldused

Vaatlusandmed	Võimalikud põhjused ja tegevused
Loomulik kulg 2/3 kogu väärtustest jääb standardhälbe s piiridesse ning kõik väärtused asuvad ohjepiirides.	Protsess on kontrolli all ning seda võib jätkata ilma katkestuseta.
Ohjepiiride ületamine Väärtused on väljaspool ohjepiire.	Valesti häälestatud seade, uued režiimid, kulumine või vigastatud seadmestik. Peatada protsess. Selgitada välja põhjus, see kõrvaldada. Valmistada proovitoode, kui võimalik.
RUN käik 7 või enam väärtust asuvad keskjoone ühel küljel.	Tööriista kulumine, uue tööriista kasutamine, uus häälestus või režiimide mittevastavus, uus operaator või uus toode ja kompetentside puudulikkus. Teostada protsessi hoolikas jälgimine.
Trend 7 või enam järjestikust mõõtu on jadas, mis on tõusev või langev.	Tööriista, rakise, seadme või mõõtevahendi kulumine. Operaatori väsimine, võimalikud muud kõrvalmõjud. Peatada protsess ning leida põhjus. Püüda probleem kõrvaldada.
Keskmine kolmandik Vähemalt 15 järjestikust väärtust asuvad standardhälbe s piires.	Täiustunud tootmine, parem järelvalve, kompetentside täiustumine. Selgitada välja protsessi täiustumise olulisim põhjus ning muuta see reegliks.
Tsükliline Väärtused ületavad perioodiliselt keskjoont.	Erinevad mõõtmisvahendid, erinev keskendumine vms. Uurida tootmisprotsessi ja kõrvaldada mõjud.

****Tüüpilised probleemid tarnetäpsuse mittekindlustamisel:

- töökohtade suutmatuse tööülesandeid õigeaegselt täita,
- hilinenud praagi avastamine (praak avastatakse kaugel tekkekohast),
- materjalide ja pooltoodete hilinenud tarnimine ettevõttele või nende ebakvaliteetsus,
- planeerimise puudulikkus,
- halb töökultuur,
- suutmatuse koordineerida erinevate allüksuste omavahelist tööd,

- juhtimise puudulikkus.

Tarnetäpsus ja tarnekindlus on ärimaailmas sedavõrd olulised parameetrid, et tüüpiliselt peavad teie kliendid nii enda kui ka teie juures tabelit vastavate näitude ülestähendamisega kas tellimustekeskselt või kuuplaanide lõikes. Eksimusi siinjuures eriti ei lubata. Mida kõrgemal tarneahela positsioonil ettevõtte asub, seda suurema lisandväärtusega toodet ta ka harilikult valmistab ja seda vähem eksimisvõimalusi antakse. Liikumine tippu võib olla pikk ja vaevaline protsess, allakukkumine aga kiire ja valus.

Seetõttu on veel kaks olulist kriteeriumi, mida kvaliteedi ohjamisel tuleb arvestada:

- protsessi suutlikkus,
- kvaliteediohjekaardid.

Protsessi suutlikkus on tootmisprotsessi hinnang, st kas tootmisprotsessi käitumise tõenäosus on piisav, et täita kindlaid nõudeid protsessi normaalsete kõrvalekallete piires. Teostades protsessi kvaliteedi suutlikuse hindamist läbi suutlikusomaduste (suutlikusindeksite), tuleb eristada lühiajalist suutlikust (masina suutlikus) ning pikaajalist suutlikust (protsessi suutlikust).

Masina suutlikus näitab, kas masinal on piisav tõenäosuslik käitumine, et toota kindlaksmääratud piirides tooteid [5].

Masina suutlikusindeks ja protsessi suutlikusindeks on arvutatavad alljärgnevate valemitega:

Masina suutlikusindeks:

$$C_m = \frac{T}{6 \times s}$$

$$C_{mk} = \frac{\Delta_{crit}}{3 \times s}$$

Nõue ¹⁾,nt

$$C_m \geq 1,67 \text{ ja } C_{mk} \geq 1,67$$

Protsessi suutlikusindeks

$$C_p = \frac{T}{6 \times \hat{\sigma}}$$

$$C_{pk} = \frac{\Delta_{crit}}{3 \times \hat{\sigma}}$$

Nõue ¹⁾,nt

$$C_p \geq 1,33 \text{ ja } C_{pk} \geq 1,33$$

Suutlikuse määramise valemite kasutatud komponentide selgitused on alljärgnevad (aluseks DIN 53804-1 (2002-02 või DGQ 16-31, 1990)):

Arvude keskmise väärtuse arv

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Standardhälve²⁾

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Haare

$$R = x_{max} - x_{min}$$

- n individuaalväärtuste arv (valimi suurus)
- x_i mõõdetava suuruse väärtus s.t. individuaalväärtus
- x_{max} suurim mõõdetud suuruse väärtus
- x_{min} väikseim mõõdetud suuruse väärtus
- \bar{x} aritmeetiline keskmine
- \tilde{x} mediaan¹⁾, s.o keskmine väärtus mõõdetud väärtuste suuruste kasvamise järjestusreas.
- s standardhälve
- R valimi vahemiku suurus
- D mood (mõõdetud suuruse, mis esineb katsepartii kõige sagedamini
- $G_{(x)}$ tõenäosustihedus

Tihti on vaja kliendile esitada kvaliteeditõendus, mis on väljendatud toote, toodete partii mõõtekaardiga või kontrollkaardiga. Defektide kaart jäädvustab defektsete toodete arvu, defektide tüübid ja nende esinemissageduse (vt joonis 4.12). Defektide kaart on ettevõttes parendustegevuste aluseks.

Detail: Kaas		Valimi suurus $n = 50$								Katse intervall: 60 min			
Defekti tüüp		Defektiesinemissagedus i_j								$\sum i_j$	%	% kogu hulgast	
Värvi vigastus	F1		1						1	2	0.44		
Mõlk	F2	1	2		2	1	2	2	2	14	3.11		
Korrosioon	F3		1			1			1	3	0.66		
Kraat	F4	1								1	0.22		
Mõra	F5		1							1	0.22		
Nurgaviga	F6	2		3	1		3	1	2	12	2.66		
Kõver	F7					1				1	0.22		
Keere puudu	F8		1							1	0.22		
Defekte valimis		4	6	3	3	3	5	4	3	4	35		
Valimi nr		1	2	3	4	5	6	7	8	9			

Joonis 4.12. Defektide kaart [5]

Defektide kaart jäädvustab defektsete toodete arvu, defektide tüübid ning nende esinemissageduse. Andmete kogumine, nende analüüs ja probleemsete kohtade väljatoomine on pideva pärendusprotsessi alus.

6060Rlf gx'r ct gpf co lpg''

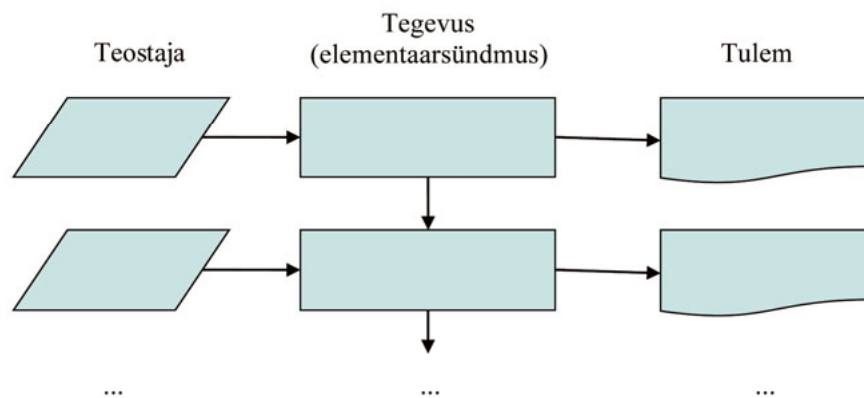
Pidev parendamine on ettevõtte jätkusuutlikkuse ja konkurentsivõime tagamise väga oluline tööriist. Pidev parendamine peab toimuma kogu ettevõtte ulatuses. Ühtlasi on see üheks kvaliteedijuhtimise alustalaks [2]. Pidev parendamine on protsess. Selle neli olulist komponenti on järgmised:

1. **Andmete dokumenteerimine.** Kõiki tulemusi ning saavutusi saab ja tuleb mõõta ning dokumenteerida. Väga oluline on siinjuures visualiseerimine.
2. **Andmete kasutamine.** Dokumenteeritud andmete mittekasutamine on nende kuritarvitamine ja võimaluste kasutamata jätmine.
3. **Andmete analüüs.** Andmete analüüs peab toimuma süstemaatiliselt, kindlasti tuleb määratleda ajaintervallid (tund, vahetus, päev, nädal, kuu jms) ning fikseerida analüüsi tulemused.
4. **Andmetele reageerimine.** Dokumenteeritud andmed ja analüüsitulemused on eeldus, et tekib arusaam sellest, mis on hea ja kus on "pudelikaelad". Samuti selgub, kui sügavad või ohtlikud need probleemid on, et nendele adekvaatselt reageerida.

Tähelepanu suunamine parandamist vajavatele probleemidele viib meeskondade moodustamiseni. Nende meeskondade koosseisude määramisel tuleb lähtuda liikmete oskustest ja kogemustest töös antud protsessidega või konkreetsete tööetappidega. Seejärel tuleb tagada meeskondade hea juhtimine ning juhtkonna eestvedamine. Probleemide lahendamisel on väga oluline parendusprotsessi instrumentide (meetodid, vahendid) valimine. Need meetodid ja vahendid ise peaksid olema sellise keerukuse ja ulatusega, nagu vastav probleem seda antud hetkel nõuab. Kasutades usaldatavaid meetodeid, luues soodsa keskkonna probleemide lahendamiseks meeskonnatöö kaudu ja jätkates parendamist süstemaatiliste võtete abil, käivitatakse lõppematu parendamisprotsess.

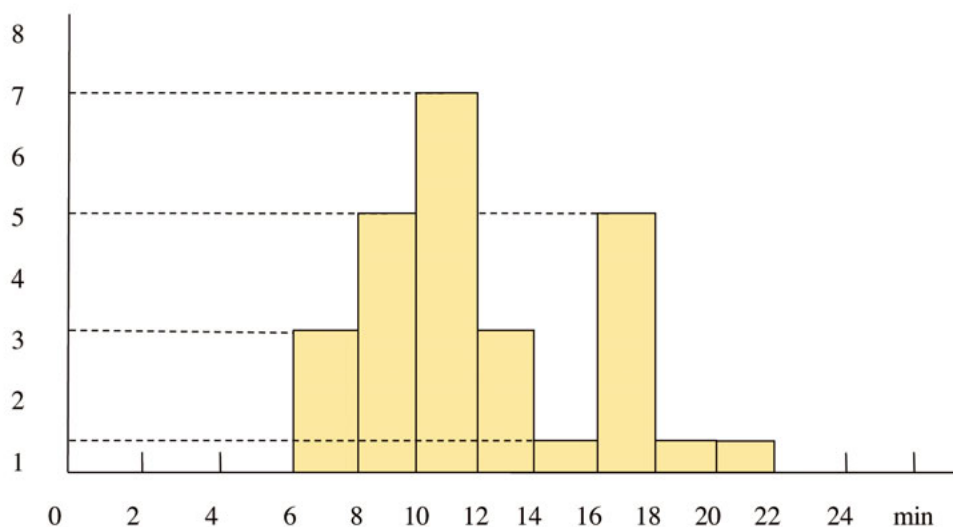
Parendusprotsessi mõningad tööriistad on toodud allpool:

1. **Protsessi voodiagramm.** Voodiagramm annab selge ülevaate konkreetse protsessi olemusest. Voodiagramm on elementaarsündmuste loogiline jada, kus on ära toodud ka selle sündmuse teostajad ning oodatavad lõpptulemused. Protsessi voodiagrammi olemusskeem on toodud joonisel 4.13.



Joonis 4.13. Protsessi voodiagramm

2. **Histogrammid** näitavad väga selgelt ja piltlikult, millise sagedusega teatud väärtus või väärtuste grupp esineb. Tulemusi saab kasutada niihästi kvalitatiivselt kui ka kvantitatiivselt andmete esitamiseks ja nad on mõjusaks vahendiks, et analüüsida protsessis toimuvat. Joonisel 4.14 on kujutatud tootmisliini häälestusaja hajuvus. Toodud on aasta jooksul teostatud tootmisliini ümberhäälestused. Nagu jooniselt näha, on hajuvuse ulatus ümberhäälestusteks kulunud aja osas üsna suur. Seadmete ümberhäälestamiseks kuluv aeg on õigupoolest samuti raiskamise, kuna sellel ajal tooteid ei valmistata ja lisandväärtust ei teki. Seadistusajad on paratamatud, aga nende osatähtsuse vähendamine on iga organisatsiooni ülesanne. Võib analüüsida, kas selline ümberhäälestuste arv ja selleks kulunud aeg on normaalne või mitte. Fikseerides ka konkreetsed häälestusjuhtumid, saab juba täpsemalt uurida häälestuse ajakulu põhjuseid.

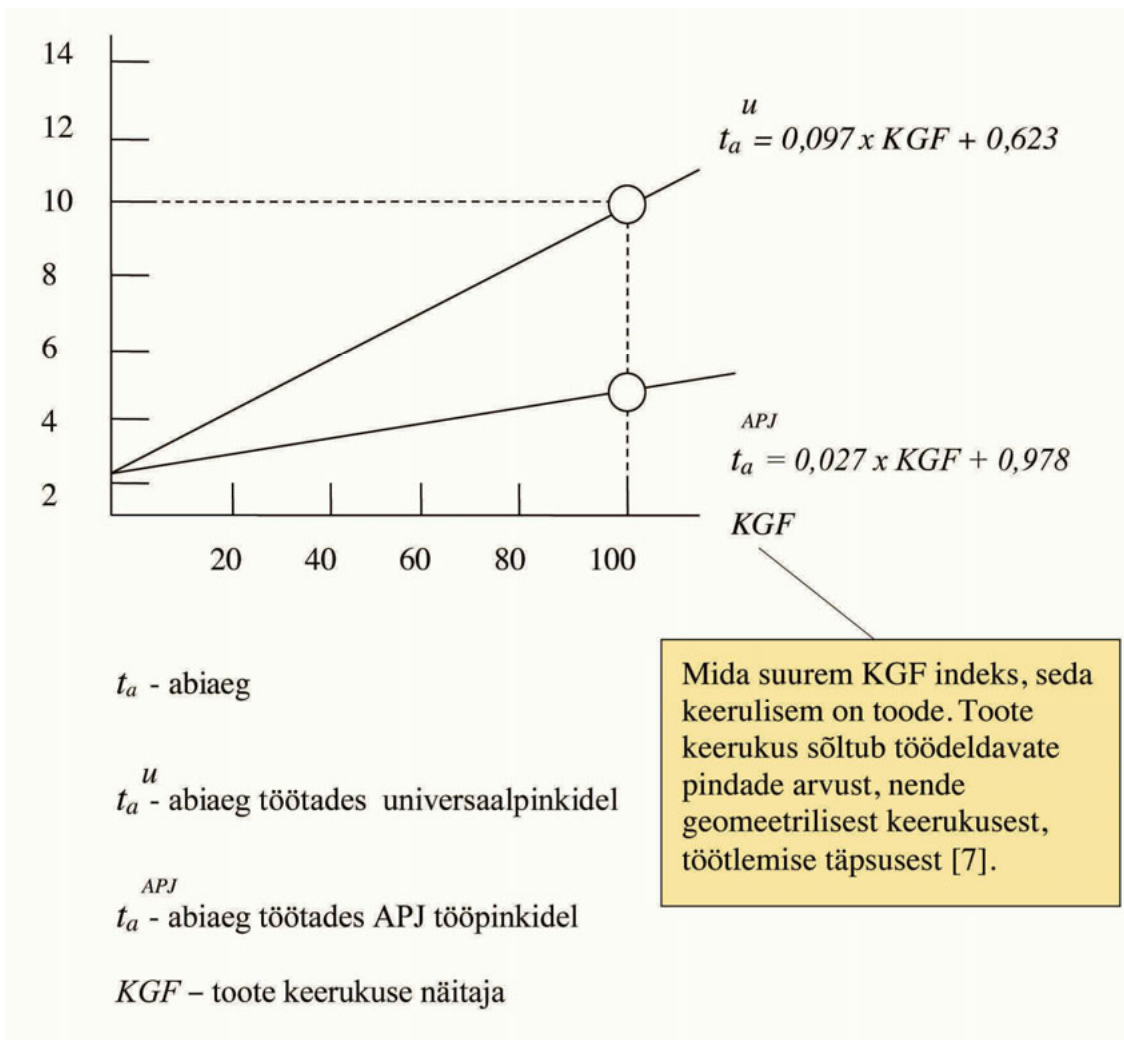


Joonis 4.14. Tootmisliini häälestusaja hajuvus

3. **Hajuvusdiagrammid.** Tihti on kasulik leida seos oluliste parameetrite vahel. Selleks kasutatakse korrelatsioon- ja regressioonanalüüsimeetodit (vt joonis 4.15).

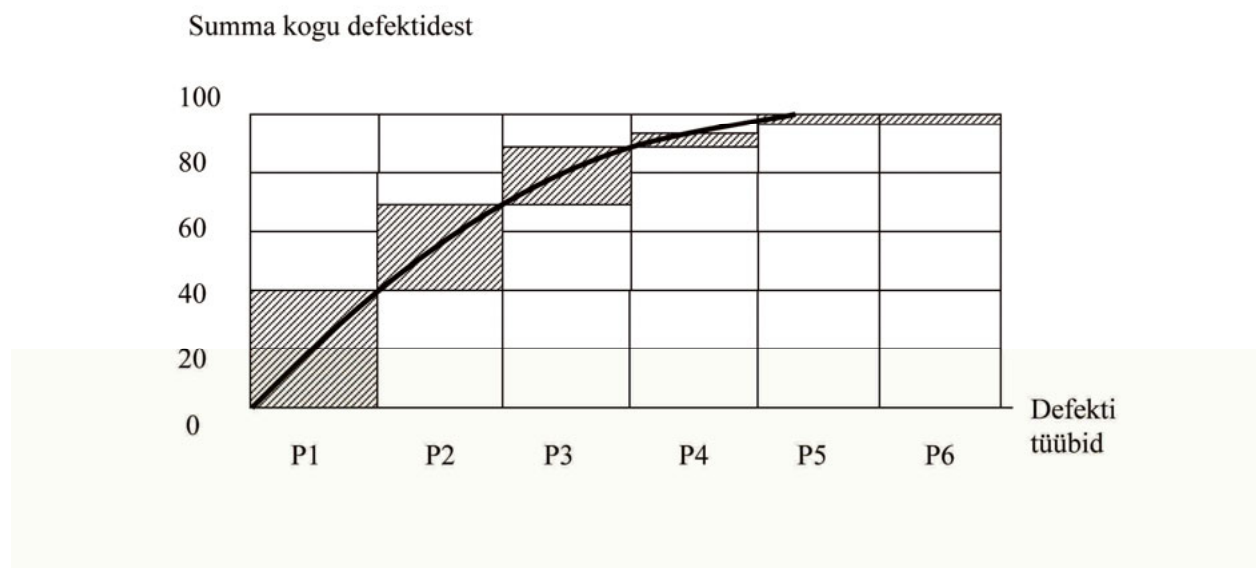
Korrelatsioon-regressioonanalüüs väljendab ühe muutuja mõju teisele muutujale. Joonisel 4.15 on toodud sõltuvused, mis näitavad tootmisega seotud abiaja osatähtsuse suurenenist töödeldava detaili keerukuse muutumisel. Mida keerulisem on toode, seda suurem on abiaja osatähtsus selle toote valmistamisel. Samas on vastava abiaja osatähtsus oluliselt väiksem arvprogrammjuhtimisega tööpinke kasutades.

Korrelatsioon-regressioonanalüüs on lihtne meetod taoliste sõltuvuste väljatoomiseks. Võib näiteks analüüsida, kuidas erinevad töökoha korrasoleku tegurid mõjutavad võimalikke mittetootlikke aegu või töötlemisrežiimide mõju töötlemise täpsusele, tootlikkusele jne. Korrelatsioon-regressioonanalüüs on statistiline meetod, mis tähendab, et vastavate sõltuvuste saamiseks on eelnevalt vaja teostada vajalikud eksperimendid ja koguda vastavad lähteandmed.



Joonis 4.15. Abiaja sõltuvus toote keerukusest [7]

4. Pareto analüüs klassifitseerib kriteeriumid sõltuvalt nende tüübist või olemusest ja esinemis-sagedusest ning on seetõttu oluline vahend kriteeriumide analüüsiks ja prioriteetide seadmiseks. Nagu eelnevalt selgitatud, on töökoht ettevõtte edukuse väga oluline lüli. Puudujäägid tootlikkuses või saavutused omahinna alandamiseks saavad tihti alguse töökohtadest. Seetõttu on väga oluline selgelt aru saada põhjustest ja nende osatähtsusest tulemuslikkuse kujundamisel. Joonisel 4.16 on näitena toodud ühe ettevõtte analüüsi tulemusena leitud põhjused ja nende osatähtsused tootlikkuse kujundamisel. Olles selgelt fikseerinud "pudelikaela", on järgmine ülesanne, kuidas probleemne olukord kõrvaldada.



Joonis 4.16. Pareto analüüs [5]

Tootlikkuse vähenemise põhjuste osatähtsus ühel töökohal:

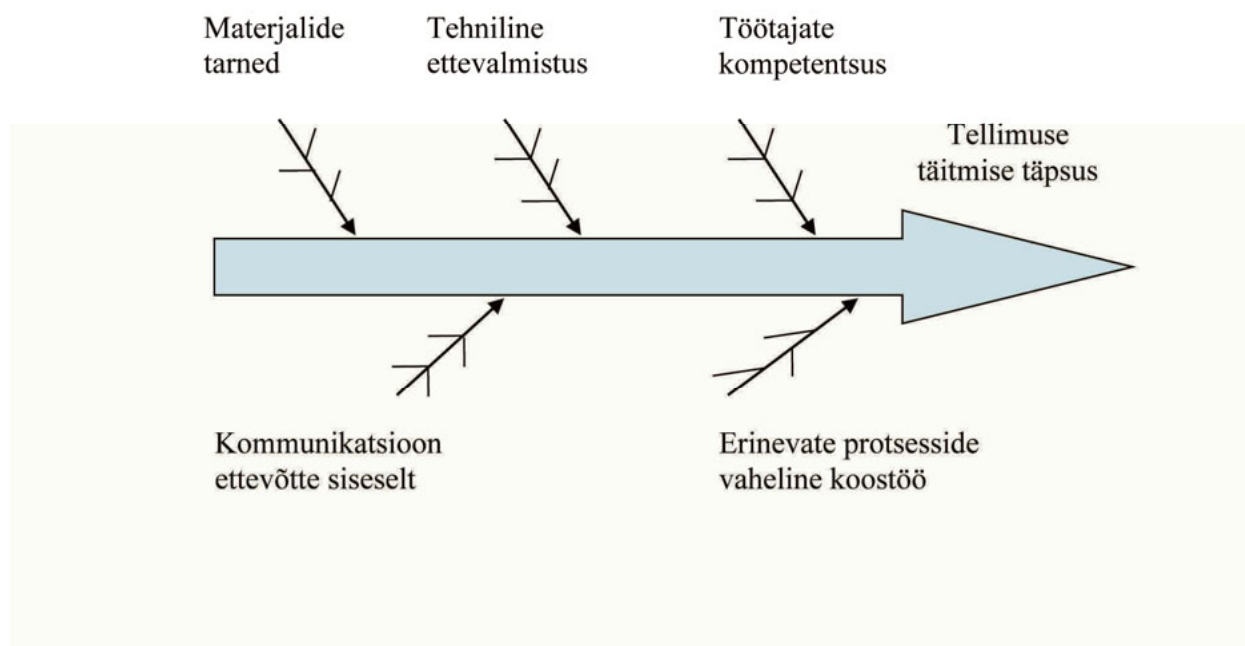
- P1 – juhtimisprogrammide korrigeerimise vajadus (40%),
- P2 – tööks vajalike vahendite puudumine töökohas (30%),
- P3 – kompetentside puudulikkus (arusaamine tööjoonisest) (20%),
- P4 – tööriistade eelhäälestuse hiline mine (5%),
- P5 – materjalide varustamise puudulikkus (3%),
- P6 – uue töökäsu puudumine (2%).

Tulemuslikkuse parendamiseks tuleb kõigepealt käsile võtta olulisemad probleemid. Praktikas on tihti väga edukalt võimalik kohe tulemuslikkust parendada, kui juba alguses juhtida tähelepanu õigetele asjadele.

5. Põhjuse-tagajärg analüüs. Üheks kasulikuks ja küllalt sageli kasutatavaks meetodiks tulemuslikkuse parendamisel on põhjuse-tagajärje diagramm, mida kutsutakse ka Ishikawa diagrammiks või "kalaluu"-diagrammiks. Joonisel 4.17 on kujutatud parema tellimuse täitmise täpsuse saavutamiseks koostatud põhjuse-tagajärje diagrammi algosa.

Põhjuse-tagajärg analüüsi põhietapid:

1. Määratleda uuritav probleem horisontaalse joonega.
2. Leida olulised mõjutegurid selle probleemi lahendamiseks.
3. Määratleda nende oluliste mõjutegurite sõltuvus nn alamkriteeriumidest ja leida ajurünnakus nende osatähtsus ning parendamise võimalused.
4. Kasutada meeskonnatööd ja visualiseerimist ning fikseerida konsensus, kuidas edasi tegutseda.



Joonis 4.17. Põhjuse-tagajärje diagramm

Põhjuse-tagajärje diagrammi edukus sõltub väga palju ka asjaolust, kui detailselt osatakse nn suuremad põhjused (nt materjalide tarned, tehniline ettevalmistus) detailiseerida ehk neid täpsemalt kirjeldada. Näiteks materjalitarnete osa tellimuse täpsuse saavutamiseks on:

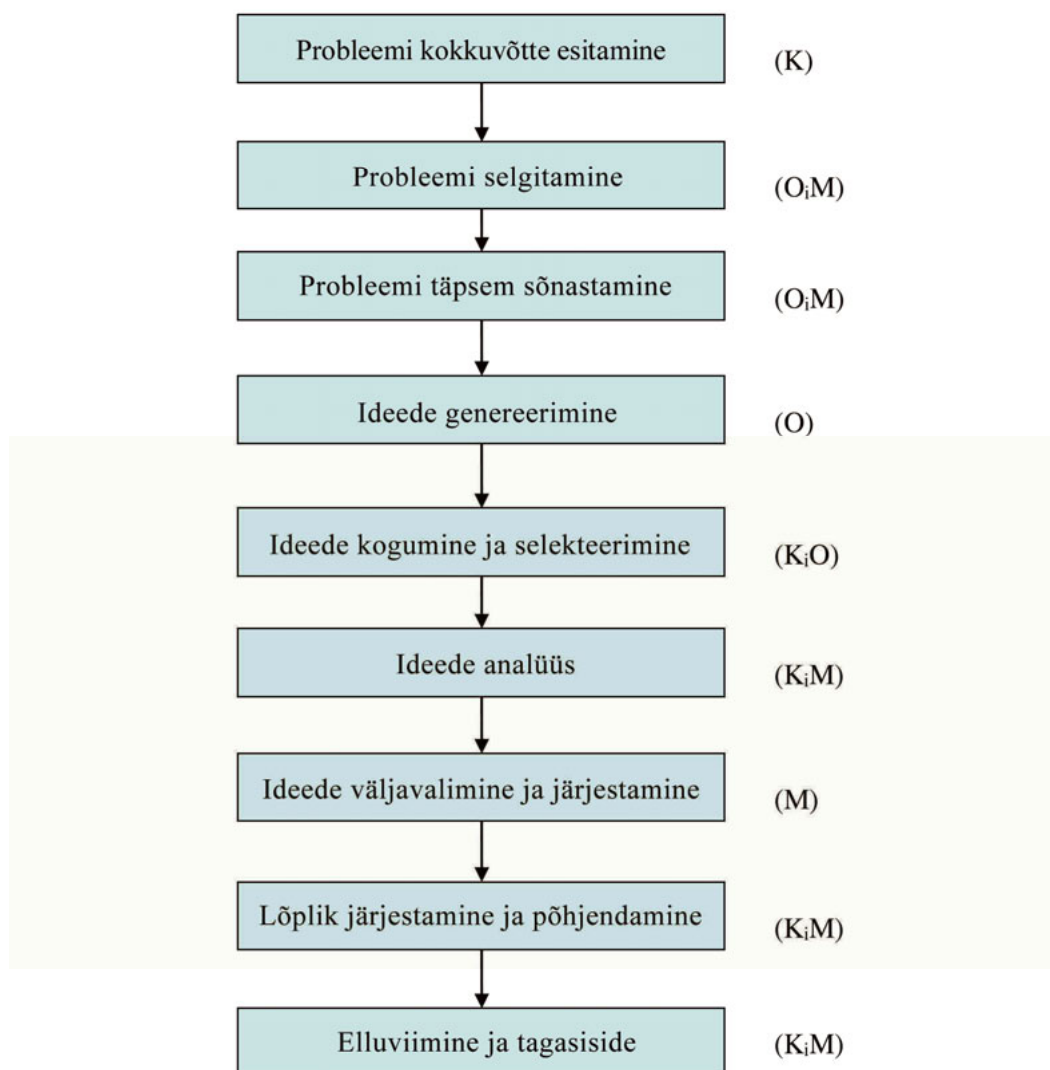
- ~~Ar~~arnetäpsus,
- tarnitud materjali koguseline vastavus,
- tarnitud materjali kvaliteet.

Põhjuse-tagajärje diagrammis analüüsitakse iga põhjuse detailset mõju tagajärjele, antud juhul tellimuse täitmise täpsusele. Kui eeltoodud tarnekriteeriumid on rahuldatud, võib teha järelduse, et antud kliendi tarnetega probleeme ei ole ning klient on usaldusväärne. Samamoodi saab ja tuleb analüüsida vajaduse korral ka teisi põhjuseid detailsemalt ja teha vastavad järeldused.

6. Nominaalgrupi meetod (NGT – *nominal group technique*) on meeskondliku ajurünnaku vorm. NGT puhul loeb koordinaator (K) ette hoolikalt koostatud kokkuvõtte probleemi kohta. Küsimuste ja vastuste abil selgitatakse probleemi olemust ja siis palutakse osavõtjail (O) väljendada probleemi sisu oma sõnadega. Seejärel arutab grupp probleemi seni, kuni meeskond (M) suudab selle formuleerida viisil, mis rahuldab kõiki meeskonna liikmeid ja vajaduse korral ka ettevõtte juhtkonda. Meetodi põhimõtte on esitatud joonisel 4.18.

Eespool olid toodud praktikas laia kasutust leidnud lihtsamad meetodid probleemide lahendamiseks. Kõik need meetodid on konkreetsed, mis tõstatavad probleemi ja aitavad selle lahendada. Väga oluline on, et mitte ainult ei räägita probleemist, vaid võetakse tarvitusele ka konkreetsed meetmed selle kõrvaldamiseks.

Probleemide lahendamiseks võib kasutada ka nn kvaliteediringi põhimõtteid, kus tõstatatakse probleem ja lahendatakse see ühiselt.



Joonis 4.18. Probleemi lahendamise nominaalgrupi meetodi olemus

Kvaliteedikontroll, kvaliteedi kindlustamine, kvaliteedi tagamine ja kvaliteedijuhtimine on igal juhul väga olulised ja erineva ulatusega ning erinevatel organisatsiooni tasanditel rakendatud tegevused, mis aitavad saavutada kvaliteeti nii toodangus kui juhtimises. Kvaliteet väljendub toote omahinnas, tehtud kulutustes, asjaajamise korrektsuses, kliendisuhetes, ettevõtte imagos ja veel teistes olulistest tegevusväljundites. Kahtlemata on kvaliteet väga oluline igale organisatsioonile ja selle nimel tuleb teha kõvasti tööd. Kvaliteediarenduse eestvedajateks on mitmed rahvusvaheliste kvaliteediorganisatsioonide esindused Eestis, kes ühtlasi tegelevad ka organisatsioonide sertifitseerimisega.

Kirjandus

1. ISO 8402 Kvaliteedi sõnavara, I osa. Rahvusvahelised terminid
2. Deming, W. E. The New Economics. Cambridge, MA, MIT, 1994
3. EVS-EN-ISO 9000 Kvaliteedijuhtimissüsteemid. Alused ja sõnavara
4. EVS-EN-ISO 9001 Kvaliteedijuhtimissüsteem
5. Mehaanikainseneri käsiraamat. Saksa keelest tõlgitud. Üldtoimetaja P. Kulu Tallinn 2012, 492 lk
6. Karjust, K.; Kers, J.; Kioline, I.; Kokla, M.; Küttner, R.; Lavin, J.; Lavrentjev, J.; Lumiste, R.; Lõun, K.; Mõtus, L.; Naams, I.; Otto, T.; Pohlak, M.; Raba, K.; Riives, J.; Reedik, V.; Roosimölder, L.; Saks, A.; Talkop, A.; Tähemaa, T.; Veinthal, R. (2011). Uuenduslik tootmine : käsiraamat. Toim: Riives, J.; Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus).Riives, J. jt Uuenduslik tootmine. Tallinna Tehnikaülikool, 2011
7. Riives, J. Sistemõ opisanija i klassifikatsii detalei v masinostroenija. M. 1991
8. Koordinaat-mõõtemasinad [WWW] <http://ecatalog.mitutoyo.com/coorginate-mesuring-machines> (02.05.2014)
9. Mõõteinstrumendid [WWW] <http://en.wikipedia/wiki/category:metalworking> measuring instruments
10. Mõõtevahendite tarnijad [WWW] www.alibaba.com/measuring-tool (02.05.2014)
11. BVQI Eesti kodulehekül [WWW] www.bureauveritas.ee
12. DNV Eesti kodulehekül [WWW] www.dnv.ee
13. Lloyds'i kodulehekül [WWW] www.lrga.ee
14. TÜV Nordik Eesti koulehekül [WWW] www.tuv-nord.com/ee/

Enesekontrolliküsimused

1. Mida mõistetakse toote kvaliteedi all?

-A.toote funktsionaalsuste täpset täitmist,
-B.kliendi nõuete täitmist,
- C.väga täpset toodet,
-D.nõrgtehnoloogilist toodet.

2. Milline nendest on kvaliteedijuhtimise rahvusvaheline standard?

-A.ISO 18001,
-B.ISO 14001,
-C.ISO 9001,
-D.ISO 9000.

3. Mis on kvaliteedi kindlustamine?

- A.hõik tegevused, mis tehakse töökohas peale toote valmimist, et toode oleks kvaliteetne,
- B. kõik tegevused, mida ettevõtte teostab jooksvalt, et saavutada kvaliteet,
- C. kõik tegevused, mida ettevõtte teeb ennetavalt, et saavutada kvaliteet,
- D. kõik tegevused, mida töötaja teeb, et toode oleks kvaliteetne.

4. Kvaliteedijuhtimissüsteem on:

- A. eraldiseisev süsteem ettevõttes kvaliteedi tagamiseks,
- B. integreeritud süsteem meeskonnatöö tõhustamiseks,
- C. süsteem ebaprofessionaalse juhtimise vältimiseks,
- D. osa ettevõtte juhtimissüsteemist tulemuslikkuse tõstmiseks.

5. Millist kvaliteediga seonduvat tegevust viiakse läbi vahetult töökohal?

- A. toormaterjali kvaliteetsuse kontroll,
- B. vajalike sertifikaatide kontroll,
- C. toodangu lõppkontroll,
- D. mõõdu kontroll.

6. Esimese detaili kontrolli mõte seisneb selles, et:

- A. avastada võimalikult varakult võimalike defektide põhjused,
- B. kontrollida enne tootepartii töötlemist detaili mõõtude vastavust,
- C. teha kindlaks protsessi võimalikud ohupunktid ja võtta edaspidi arvesse vastavad meetmed,
- D. kohe planeerida korrigeerivad tegevused.

7. Praaktoode on toode, mis:

- A. ei täida tootele esitatud nõudeid,
- B. ei vasta kliendi arusaamadele,
- C. erineb teistest analoogilistest toodetest,
- D. meistri poolt tootmisest kõrvaldatud toode.

8. Mis on mittevastavus?

- A. millegi tegemata jätmine,
- B. korrigeeriv tegevus,
- C. ebatäpsus,
- D. kõrvalekalle.

9. Kuidas peaks käituma tööpingioperaator, kui tekib tugev trend mõõdu tolerantsiväljast väljumisele?

- A. töötada veel mõnda aega, uskudes, et probleem laheneb;
- B. korrigeerida sujuvalt häälestust,
- C. peatada protsess ja leida vea põhjus,
- D. kutsuda meister olukorda lahendama.

10. Mis on töökohaga vahetult seotud kvaliteedinäitaja?

- A. tarnetäpsus,
- B. tarnekindlus,
- C. mõõdutäpsus,
- D. mõõduhajuvus (statistika).

5. Projekt ja projektijuhtimine ettevõttes

5.1. Projekt ja projekti olemus ettevõttes

Tänapäeva tootmine muutub üha keerukamaks. Valmistatavate toodete keerukus suureneb, ka tootmiseseadmed ja tehnoloogiad muutuvad komplitseeritumateks. Toodete valmistamisajad konkurentsipüsimeks on drastiliselt lühenenud ning klientide ootused kvaliteedile on väga kõrged. Kiire muutumise üheks tööriistaks on paindlike tootmisstruktuuride arendamine, sealjuures projektipõhise töö korraldamine.

Projektide arv ja ulatus on viimastel aastatel tõsiselt kasvanud. Selle põhjused on [1]:

- majanduse ja tehnika kasvav komplekssus,
- ülesandepüstituse globaliseerimine,
- üha kiirenev muutumine majanduse paljudes valdkondades,
- senise staatilise mõtteviisi asendumine protsessipõhise dünaamilise mõtlemisega.

Kliendile orienteeritud tootmine eeldab toodete laia nomenklatuuri, kusjuures toodete eluiga pidevalt lüheneb. Ettevõttele tähendab see tootmise korralduse keerukamaks muutumist. Erinevate, piisavalt mahukate tellimuste samaaegne efektiivne käsitlemine nõuab struktuuri täiustamist projektijuhtimise meetoditega. Ka tootearendusküsimuste lahendamine osutub ettevõttele sageli efektiivsemaks ja paindlikumaks oma projektimeeskondade moodustamise teel.

Mitmesugust liiki mitteregulaarselt korduvate ja muutuva iseloomuga tegevuste, teostuste, teenuste planeerimiseks ja täitmiseks kasutatakse töö projektiviisilist organiseerimist.

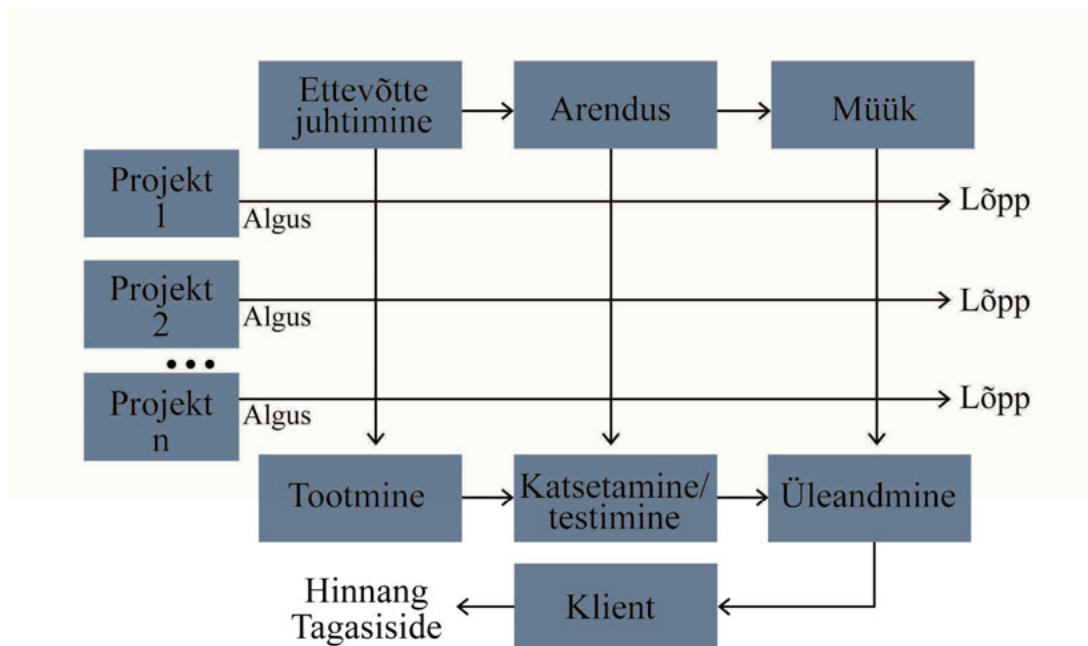
Projekt on ühekordne, täpselt määratletud eesmärgiga ajutine ülesanne, mis tuleb lahendada tähtaegselt, kasutades selleks kindlaksmääratud ressursse [2].

Ettevõtte kontekstist vaadelduna võivad projektid olla sõltuvad või sõltumatud. Sõltuvad projektid on ettevõtte tegevustega vahetult seotud. Ettevõtluskeskkonna ja ühiskonna arenguks teostatakse väga palju ka konkreetsest ettevõttest sõltumatuid projekte, kuid neid siin ei käsitleta.

Teostatavad projektid võivad olla korduvad või ühekordsed. Kui tellimuse täitmist korraldab ettevõtte projektiviisilise tööna, siis tellimus ja klient võivad olla küll uued, kuid projekti teostuse põhimõtted ikka samad. Sama kehtib ka siis, kui tootearendust vaadeldakse projektülesandena. Ühekordne projekt on näiteks uue tootmiseseadme soetamine või häälestusaegade ja kulude kokkuvõtteid plastmass-survealutoodete tootmistehhis.

Tellimustele orienteeritud tootmise puhul on tellimuste täitmine sageli organiseeritud projektipõhisest juhtimisloogikast lähtuvalt. Nagu jooniselt 5.1 nähtub, püütakse ressursside parema kasutamise nimel projekti teostust maksimaalselt integreerida ettevõtte struktuuriga. Projekti eduka teostuse eest vastutab projektijuht, kes on tavaliselt omaette ametikohaga töötaja organisatsioonis. Projektijuhi tööülesanded, volitused ja vastutus sõltuvad organisatsiooni strateegiast. Igal juhul peavad volitused ja vastutus olema reguleeritud allüksuste juhtide ja projektijuhtide vahel. Projektijuht valitakse või määratakse juhtkonna poolt. Projektijuht koos

juhtkonnaga valib projektimeeskonna. Projektiviisilise töö organiseerimine ettevõttes võimaldab tösta paindlikkust ning vähendada kooskõlastamistest ja erinevatel tasanditel otsustamisest põhjustatud ajakadusid.



Joonis 5.1. Projekti seos organisatsiooniga [3, 4]

Projekti edukas teostus sõltub väga suurel määral projektijuhi kompetentsusest ja tema isikuomadustest. Projektijuht peab tagama oma halduses oleva projekti (projektide) eduka teostuse, kuid ta ei tohi sattuda konflikti teiste allüksuste (nt ostuosakond, tootmisosakond, ladu) juhtidega. Projektijuhi vajalikud kompetentsid on kirjas allpool.

Projekti teostuses sõltub palju projektijuhtist, kuid tegeliku tulemuse kujundab meeskond. Meeskond tähendab väikest inimeste gruppi, kes töötab koos ühise eesmärgi nimel [2,9]. Meeskonnatöö tähendab mingi suurema organisatsiooni sisest keskkonda, kus tekivad ja püsivad usalduslikud, toetavad, austavad ning vastastikku sõltuvad töösuhted. Meeskond on osa süsteemist, kui on tegemist tootmisega, siis tootmissüsteemist.

Ei tohi arvata, et projektijuhtimine on ainult administreerimise probleem ja et administratiivse projektiplaneerimise ja kontrollimise tehnikate kasutamine on piisav. Harva on puudulik planeerimine ja kontrollitehnikate kasutamine halvasti kulgevate projektide põhjuseks. Märksa sagedamini on selleks mittevastav projektiorganisatsioon, häired suhtlemistasandil ja teised inimlikud (sotsiaalpsühholoogilised) tegurid.

Projektiviisiline töö on tõhus ja tulemuslik, kuid ta toob ka kiiresti esile organisatsiooni puudused ja kitsaskohad. Projektiviisilise töö puhul on töötajate vastutus selgelt suurem kui traditsioonilise allüksustesüsteemi puhul. Projektipõhine tegutsemine seab erilised nõudmised organisatsioonile, planeerimisele, teostusele ja juhtimisele [4].

5.1.1. Projekti eesmärgid

Projekti eesmärgi formuleerimisel tuleb lähtuda järgmistest põhimõtetest [4]:

- Eesmärk ei tohi kirjeldada võimalikke lahendusi ega lähtuda võimalikust lahendusest, st ta peab olema lahenduse suhtes neutraalne.
- Eesmärgi saavutamine peab olema kindlalt määratletav või mõõdetav ja kõikidele osalistele arusaadav.
- Eesmärgi formuleerimisel tuleb arvesse võtta kõiki neid mõjusid, mis võivad mõjutada lahenduse valikut ja hinnanguid (hindamist).
- Eesmärgi formuleering ei pea kindlasti sisaldama ainult soovitatavat positiivset eesmärki, ta võib ka soovimatut negatiivset mõju vältida.
- Eesmärgid peavad olema nõudlikud, kuid saavutatavad.

Projekti eesmärk on kujutletav olukord (soovitud, saavutatav olukord), mis peab saabuma tulevikus, mille saavutamine on realistlik ja seda väärt, mis on teadlikult valitud ja saavutatav ainult läbi tegevuse.

Projekti eesmärgi püstitamisel saame seda teha läbi küsimuste, mida me soovime saavutada ja kuidas me tegutseme. Selles lähtuvalt võime projekti eesmärgid jagada süsteemseteks ehk tulemuseesmärkideks, mis kirjeldavad projekti soovitud tulemust, ja tegutsemiseesmärkideks, mis kirjeldavad teed, kuidas eesmärgini jõuda.

Nagu projekti definitsioonist nähtub, peavad eesmärgid kirjeldama soovitud tulemust, ja seda läbi näitajate. Näitajatest lähtuvalt jagunevad eesmärgid:

- kvalitatiivseteks ehk hinnangulisteks näitajateks,
- kvantitatiivseteks ehk numbrilisteks eesmärkideks.

Kõikide projektide põhimõtteliste eesmärkidena võib välja tuua järgmised [5]:

- majanduslikkuse printsiibist kinnipidamine,
- järjekindel keskendumine kliendile,
- süstemaatiline orienteeritus protsessile,
- keskkonnasäästlikus.

Viis reeglit, mida tuleb jälgida eesmärgi püstitamisel:

- eesmärk tuleb formuleerida detailselt (näitaja, väärtus, ajaline mõõt),
- eesmärk peab olema realistlik/saavutatav,
- eesmärk peab olema võimalikult kvantitatiivne,
- jälgida tuleb eesmärgikonflikte ja vastastikust sõltuvust,
- eesmarke ei tohi olla palju (kuus kuni kaheksa eesmärki).

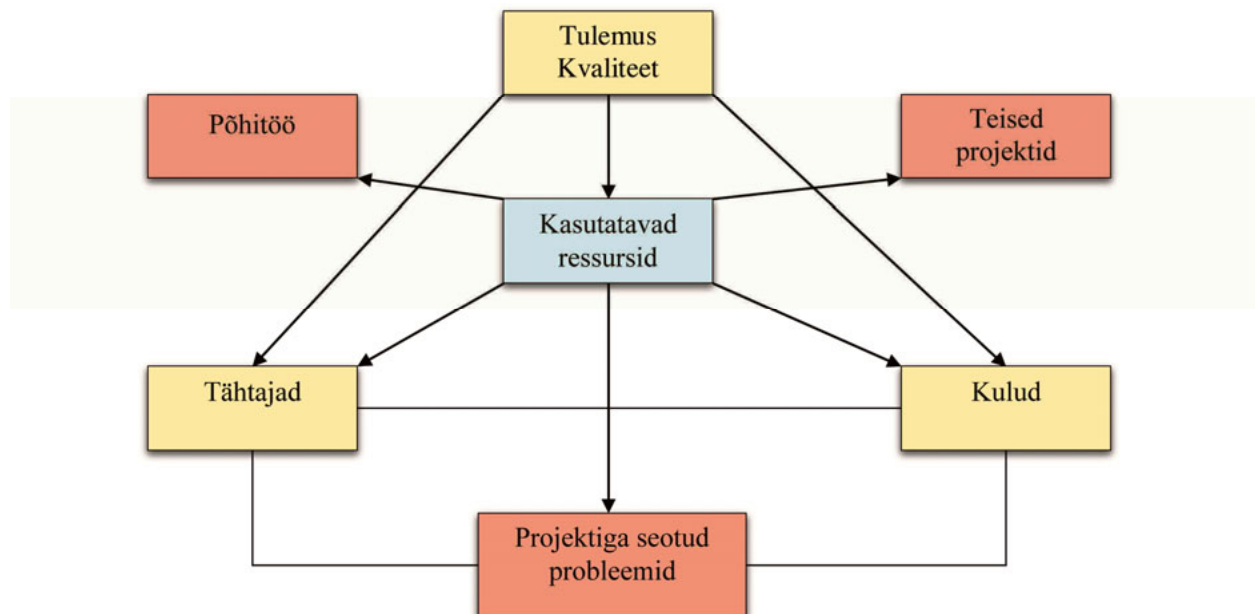
5.1.2. Projekti tellija (ülesande püstitaja)

Projekt saab edukas olla ainult siis, kui juhtkond või projekti tellija on kaasatud projekti juhtimisse ja täidab talle pandud ülesandeid. Projekti tellija ülesanded on:

- projekti põhieesmärgi ja võimalike vajalike kõrvaleesmärkide formuleerimine,
- projektijuhi nimetamine ja sobiva projektiorganisatsiooni määramine,
- kompetentside reguleerimine projektijuhi ja struktuuripõhiste üksuste vahel,
- soovitatavate projektifaaside ja otsustuskohtade määramine etappide vahel,
- projekti prioriteetide määratlemine,
- projekti etappide vaheliste otsuste tegemine koostöös projektijuhi ja projektimeeskonnaga,
- projektijuhi toetamine,
- ettevõtte kõrgemate huvide esindamine projektiorganisatsiooni ees.

5.1.3. Konflikti allikad ja võimalikud lahendused projektis

Eesmärkide formuleerimisel võib ikka ja jälle konstateerida, et kerkivad esile vastuolulised eesmärgid ja sellega seotud eesmärkide konfliktid. Selliseid konflikte on võimalik lahendada ainult siis, kui kasutatakse probleemidele sobivaid meetodeid, tehnikaid ja hoiakupsühholoogilist lähenemist.



Joonis 5.2. Konfliktide allikad projektijuhtimises [4]

Esmased vastuolud lähtuvad kolmnurgast tulemus–kulud–tähtajad: mida kõrgemad on nõuded tulemusele ja kvaliteedile, seda suurem on vajadus personali ja materiaalsete vahendite järgi, millega omakorda võivad kaasneda suuremad kulud.

Lisaks sellele on projekti edukus tihedal seotud kasutatavate ressursidega. Sageli on ettevõtte ressursid piiratud ja see kehtib eriti kvalifitseeritud tööjõu kohta. See tööjõud on nõutud nii oma põhitööl kui ka kaasatud teistesse projektidesse.

Konfliktide allikaks projektis on ka projektiga seotud probleemid, mis võivad olla tehnilised, organisatsioonilised või inimestes lähtuvad. Tehnilised probleemid on enamasti seotud arendusprojektidega, kus teatud tehniliste probleemides lahendamiseks on vaja lisatööjõudu, mis toob kaasa lisakulusid. Organisatoorse laadi probleemid on iseloomulikud eelkõige suurtele projektidele, kus projektis osalevate paljude inimeste tegevuse koordineerimine võib osutuda probleemataks.

Konfliktide lahendamisel saame eristada teostamisega seotud probleeme, mille lahendamiseks kasutatakse erinevaid meetodeid: faaside kontseptsioon, versioonide kontseptsioon, prototüüpimine, kvaliteedi kindlustamise ja kontrollimise tehnikad [3].

Teise tähtsa probleemide grupi moodustavad administreerimisega seotud probleemid, kus abiks saab olla projektiraamatukogu loomine, mis sisaldab kõiki projekti käigus tekkivaid projektdokumente.

5.2. Projekti juhtimine ja projektijuht

Projektijuhtimine on üks osa ettevõtte juhtimisskeemist. Projektide teostuse aluseks on klientidega sõlmitud lepingud, õiguslikud ja muud nõuded ning üldtunnustatud tavad. Kuna projektid on oma olemuselt ja mahult väga erinevad, siis lähenetakse igale konkreetsele projektile individuaalselt, kaasates vajalikud spetsiifilised tegevused ja määratledes neid tegevusi piisavalt kajastava dokumentatsiooni.

Projektijuhtimist korraldab projektijuht, kelle käsutuses on projektimeeskond, eraldatud vahendid ja ressursid. Projektijuhilt oodatakse püstitatud ülesannete kvaliteetsset täitmist planeeritud aja jooksul planeeritud ressursidega. Projekti edukus sõltub väga oluliselt projektijuhi kompetentsusest ning projektimeeskonna koostöötamise suutlikkusest ühiste eesmärkide nimel.

Projektorganisatsiooni alla mõistame projekti läbiviimise eesmärgil moodustatud organisatsiooni ja tema sobitamist olemasoleva ettevõtte organisatsiooniga, mille eesmärgiks on projektis osalevate töötajate eesmärgipärane efektiivne koostöö ja projekti sujuv kulgemine.

Projektijuhi vajalikud kompetentsid on kirjas allpool.

Projektijuhi kompetentsid [8]:

- üldteadmised masinaehitusest ja tootmistehnikast,
- üldteadmised projektijuhtimisest,
- projektijuhtimise faaside tundmine ja nende praktilise teostuse oskus,
- agiilsete teostusmeetodite tundmine ja kasutamisoskus,
- organisatsiooni struktuuri tundmine,
- organisatsiooni põhiprotsesside olemuse vastastikuse sidususe tundmine,
- protsessi (nt tootmine) teostuse põhjalik tundmine,
- seadmete tehnoloogiliste võimaluste tundmine,
- planeerimisoskus,
- probleemide püstituse oskus,
- lahendusmeetodite ja tehnikate tundmine ning kasutamisoskus,
- tulemite adekvaatse hindamise oskus,
- toote tehnoloogiliseuse põhimõtete tundmine,
- tooteandmete halduse ja juhtimise (PLM) põhimõtete tundmine,
- juhtimisoskus,
- analüüsioskus,
- otsustusoskus,
- meeskonnatööoskus,
- loomingulisus,
- keelteoskus (vastavalt vajadusele).

Õige projektijuhi leidmine on projekti õnnestumises määrava tähtsusega. Projektijuhile esitatavad nõudmised on väga kõrged. Ta peab omama vastavaid sisulisi teadmisi, oskama juhtida inimesi ja korraldama koostööd.

Järgnevalt on ära toodud projektijuhi ülesannete hulka kuuluvad tegevused [7]:

Projekti planeerimine, mille käigus määratakse ära projekti ülesanded, tähtajad, materiaalsed vahendid, tööjõuvajadus ja projektiga seotud kulud. Projekti planeerimise tulemuseks on projektiplaan, mis lähtub projektist tulenevatest nõudmistest, projekti käigus tehtavatest töödest ning projekti tulemusest ja on projekti tellimise osaks.

Projekti juhtimisega seotud projektijuhi ülesandeks on projektiplaanist kinnipidamise kindlustamine, töötajate tegevuse organiseerimine ja juhtimine ning vajalike materiaalsete vahendite tagamine.

Osalemine projektis. Projektijuhi tegevus ei piirdu ainult otsuste vastuvõtmisega, vaid ka täidesaatvate tegevustega.

Projekti kontroll on suunatud eelkõige projektiplaani täitmisele ja koosneb projekti läbiviimise ja projekti tulemuse hindamisest ning aruandlusest.

Toodud tegevuste edukaks teostamiseks peavad projektijuhi ülesanded olema kooskõlas õigustega, mida on vaja nende ülesannete täitmiseks:

- tulemusvastutus ehk projekti õnnestumise vastutus: antud projekti tegevusmahus saavutati piisavalt hea tulemus,
- personali vastutus: projekti raames tehtavad tööd on teostatud tõhusalt,
- tähtaja vastutus: projekt teostati edukalt projektiplaanis ette nähtud ajaks.
- materiaalsete vahendite sihipärase kasutamise vastutus.
- eelarve vastutus ehk rahaliste vahendite kasutamine projekti eelarve piirides.

5.3. Projekti planeerimine

5.3.1. Projektiplaanide põhimõtted

Projekti teostus algab projekti planeerimisest. Projektiplaan on projektirühma töö organiseerimise aluseks ja sisaldab alljärgnevat olulisi tegevusi [6,7]:

- ülesannete plaanimine,
- personali plaanimine,
- tähtaegade plaanimine,
- vahendite plaanimine,
- kulude plaanimine,
- kvaliteedi plaanimine,
- kontrolli ja aruandluse plaanimine.

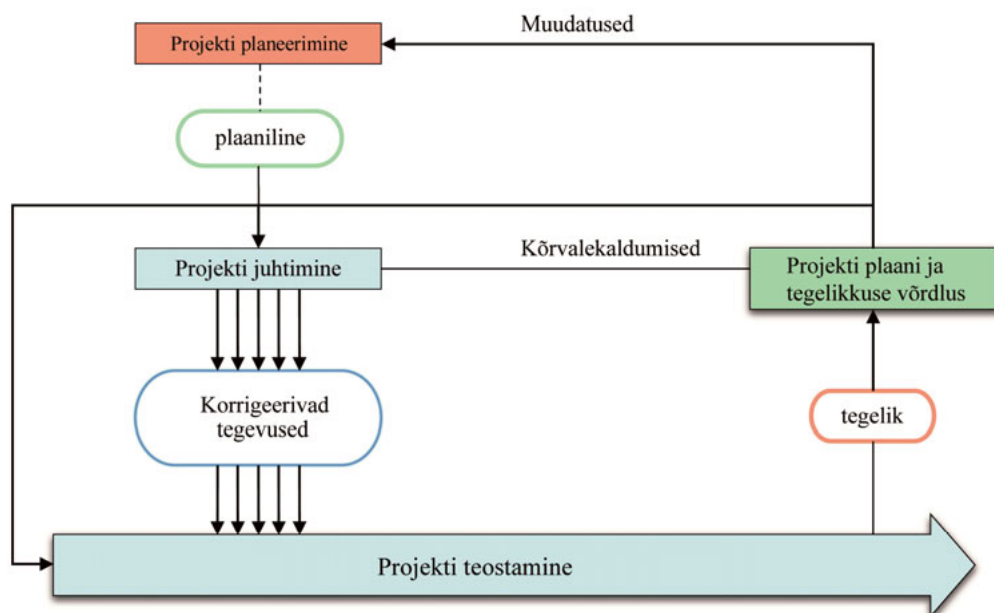
Projekti planeerimine on projekti tulevase kulgemisega seotud informatsiooni pidev kogumine ja sellest lähtuv mõtteline abinõude ennetav kasutuselevõtmine projektis.

Projekti planeerimine on projekti suunamise osa, mis omakorda koosneb projekti kontrollimisest ja projekti juhtimisest.

Projekti planeerimine ei ole ühekordne tegevus projekti alguses, vaid seda teostatakse lähtuvalt uuest või kindlamaks muutunud informatsioonist pidevalt. Projekti planeerimise juures on tähtis selle sobitamine projekti kulgemisega. Projekti ajaline ja loogiline kulg struktureeritakse projekti faasideks ja planeerimine toimub kahe astmena:

- **projektiplaan** sisaldab kogu projekti plaani mõistliku ja vajaliku detailsusega,
- **projektifaasi plaan** – tööde teostamiseks piisava detailsusega plaan järgneva faasi tegevuste kohta.

Projektiplaan sisaldab alati teadmatust, mis väheneb projekti kulgedes.

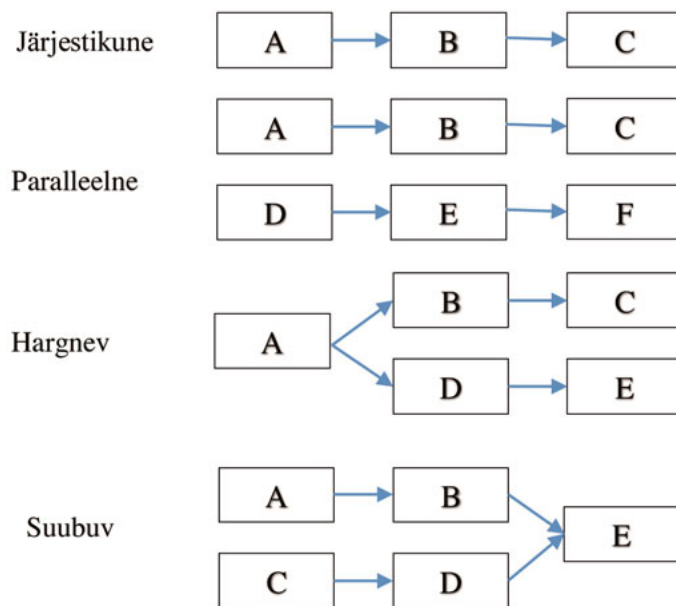


Joonku 5.30 Projekti juhtimise ja järelevalve mudel [4]

5.3.2. Projektiülesannete planeerimine

Projektiülesannete planeerimise eesmärgiks on projektist ülevaate saamine, alamprojektide moodustamine ja teostamisvastutuse delegeerimine ning ülesannetevaheliste seoste leidmise ja üleminekukohtade defineerimine. Sellest lähtuvalt koostatakse projekti struktuurplaan, mis baseerub mitme meetodi kasutamisel.

Projektiplaanide koostamisel ja üksikute projektiülesannete järjestuse planeerimisel lähtutakse ülesannete sisust, eelnevatest ja järgnevatest projektitegevustest ning ülesannete sõltuvusest, mille järgi liigitatakse: sundjärjestus, soovitatav järjestus, vabajärjestus. Sellest lähtuvalt võib projekti kulgemise struktuurplaan koosneda erinevatest konstruktsioonilistest elementidest.



Joonis 5.40Projekti kulgemise elemendid

Konstruksioonelementide erinevast kasutamisest lähtuvalt moodustuvad lineaarsed plaanid, kus kasutatakse ainult järjestikuseid ja paralleelseid konstruksioonelemente, või võrkplaanid, kus leiavad kasutamist kõik konstruksioonelemendid.

Projekti protsessiplaani koostamiseks kasutatakse erinevaid tehnikaid: loetelutehnika, tulpdiaagramm, võrkplaan.

5.3.3. Töömahtude planeerimine

Töömahu hindamine on aja ja ressursside planeerimise aluseks. Hindamise aluseks on kokkulepitud projektiülesanne, sest sellest lähtuvad projekti investeerimisotsused ja projekti realiseerimisalternatiivide valik, millest kujuneb iteratiivne (korduv) protsess lähtuvalt eesmärgi formuleerimisest, töömahu määratlemisest ja teostatavusest. Töömahu hinnang kehtib nii kogu projektile kui ka detailsetele tegevustele. Projekti alguses prognoositud väärtused ei saa olla kindlasti siduvad kogu projekti vältel, vaid vaadatakse üle iga järgneva faasi alguses. Samuti tuleb töömahu hindamine üle vaadata juhul, kui projekti kulgedes selguvad tõsised kõrvalekalded prognoositud ja tegelike väärtuste vahel. Erinevate ülesannete täitmiseks on vajalik erinev kvalifikatsioon. Selleks et projektis osalejate kvalifikatsiooni määrata, tuleb hinnata projekti tegevusi ja vastavat kvalifikatsioonivajadust arvesse võtta personalivajaduse planeerimisel.

Töötajate planeerimine lähtub töömahu hindamisest ja kvalifikatsioonivajadustest. Töötajate kvalifikatsioon peab vastama projekti käigus lahendatavate ülesannete nõudmistele.

5.3.4. Tähtaegade planeerimine

Tähtaegade planeerimine on projekti ajaline planeerimine, mis lähtub ülesannete planeerimisest ja töömahtude planeerimisest. Selle teostamiseks on vaja teada:

- **Projekti tegevusi**, mis on kindla alguse ja lõpuga. Tegevusi iseloomustab see, et nad võtavad mingi aja, koormavad ressursi ja tekitavad kulusid.
- **Projekti protsessiplaani**, mis on protsessi kulgemise loogikast lähtuv tegevuste sõltuvuslik struktuur.
- **Tegevuse kestust:**

$$\text{Tegevuse kestvus} = \frac{\text{Ressursivajadus}}{\text{Töötajate arv}}$$

Ajalise planeerimise käigus määratletakse igale elemendile (tegevusele) ajaline kestvus. Esmalt määratletakse töopaketele ajaline kestus (inimtundides). Tööelementide täpsema aja määratlemine eeldab tööelementide teostamisega seotud tegevuste täpset kirjeldamist. Lisaks sellele tuleb arvestada, mitu inimest on kasutada ühe töopaketi tegemiseks ja kuivõrd on võimalik nende paralleelne töö, samuti seda, millise hõivatusega need töölised saavad projektis osaleda ja kas on ette näha mingeid ooteaegasid, ajalisi piiranguid (kindlaksmääratud ajad, millal antud ressursi kasutada saab).

Ajalise planeerimise tehnikad

Loetelutehnika ei ole midagi muud kui loetelu projekti tegevustest ja nende ennustatud ajalisest kestusest koos algus- ning lõpuajaga. Sinna juurde võib kasutada tegelike aegade loetelu. Tegevuste järjekord loetelu koostamisel:

- tabeli moodustamine,
- andmete sisestamine,
- tähtaegade arvutamine.

"

	Tegevused	Kestvus minutites	Eelnev tegevus	Järgnev Tegevus	Algus	Lõpp
A	Toidu pakkimine	5	C	-	50	55
B	Külmiku ostmine	20	-	F	0	20
C	Toidu valmistamine	30	H	A	20	50
D	Piknikukorvi otsimine	5	-	A	0	5
E	Jookide ostmine	15	-	G	0	15
F	Külmiku valmispanemine	20	B	G	20	40
G	Jookide pakkimine	5	E	-	40	45
H	Toidu ostmine	20	-	C	0	20

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

.....Lqqpk'7070Nqgvnwgj pkr'''

"

"

"

"

"

"

"

"

"

Tulpdiagrammis kujutatakse tegevuste ajalist kestust tulpadena ajateljel. Tulpdiagrammis on vastastikused sõltuvused ainult piiratud moel kujutatavad. Tulpdiagrammi üks tuntumaid ja lihtsamaid tehnikaid on **Gantti diagramm**.

Tegevused	Ajaline plaan										
Külmiku ostmine	■	■	■	■							
Toidu ostmine	■	■	■	■							
Jookide ostmine	■	■	■								
Piknikukorvi otsimine	■										
Külmiku valmispanemine					■	■	■	■			
Toidu valmistamine					■	■	■	■	■		
Jookide pakkimine								■			
Toidu pakkimine										■	
Aeg minutites	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	

Joonis 5.60 Tulpdiagramm [1]

Tulpdiagrammi eelised:

- graafiline ajaline kujutamine,
- sõltuvuste ja puhvrite väljatoomine,
- koostamise väike töömaht,
- tarkvaralise koostamise võimalused.

Võrkplaan on projekti kulgemise struktuuri graafiline kujutus, mis visualiseerib projekti tegevuste ajalist ja sisulist kulgemist. Võrkplaan arendati välja suurte projektid planeerimiseks.

5.3.5. Ressursside planeerimine

Projekti läbiviimisel võib sageli täheldada, et see on sattunud aja ja/või kulude surve alla, sest esile on kerkinud tööjõu, masinate või materjalidega seotud kitsaskohad, mille põhjused võivad olla vägagi erinevad. Võimsuse planeerimise ülesandeks on selliseid kitsaskohti ette näha, et vastavad abinõud juba planeerimise faasis tarvitusele võtta. Võimsuse planeerimine tähendab võimsuse vajaduse määratlemist (kvantitatiivne, kvalitatiivne), mida on vaja, et üksikuid tegevusi teha.

Ressursside planeerimise sammud:

1. Millised projekti tegevused, töopakettid milliseid ressursse vajavad?
2. Kui palju nad neid ressursse vajavad?
3. Sellest lähtuvalt arvutatakse välja ressursside koguvajadus selleks, et seda olemasolevate ressurssidega võrrelda.

4. Võimsuse tasakaalustamine:

- vähemkriitiliste tegevuste nihutamine või ajaline venitamine olemasoleva puhveraja raamides,
- uute töötajate värbamine,
- personali liigutamine ettevõtte sees,
- kriitiliste tegevuste nihutamine või ajaline venitamine lõpptähtaja nihutamiseks,
- välistööjõu kasutamine.

5.3.6. Projekti kulude planeerimine

Projekti kulude planeerimine sisaldab kõikide projektiga seotud kulude määratlemist, mis kaasnevad projekti realiseerimisega.

Projekti kulude planeerimisega seotud tegevused on:

- Kulude struktureerimine, st olemasolevatest plaanidest (projektistruktuurplaan) lähtuvalt määratakse, milliseid kulusid tuleb planeerida ja kontrollida.
- Kulude mahulise osakaalu määratlemine, mille käigus osakonnad määratlevad nii sisemise ressursi kulud kui ka väljast kaasatava ressursi kulud.
- Sellest lähtuvalt koostatakse projekti kulude kalkulatsioon, võttes aluseks ettevõttes kehtivad reeglid.
- Kulude planeerimine lõpeb kulueelarve koostamisega lähtuvalt aja- ja ressursiplaanist. Koostatud eelarvet võib muuta ainult juhul, kui muutub projekti maht, kulude hindamine annab uued realistlikud väärtused või planeeritud kulud ei ole teatud tegevuste tegemiseks piisavad.

5.3.7. Riskid projektijuhtimises

Kuna suurtes projektides võib esile kerkida suur arv tundmatuid faktoreid, on projektimeeskonna ülesandeks võimalikke riske ette näha. Avastatud riske on võimalik hinnata ning projekti juhtimise ja kontrolli käigus erilise tähelepanu all hoida. Selleks et neid riske avastada, tuleb läbi viia riskianalüüs [2,'8].

Projekti õnnestumise aluseks on väga põhjalikult teostatud **riskianalüüs**, mille läbiviimine kuulub projektiplaanimisülesannete juurde. Näitena on toodud võimalikud riskid projektijuhtimises (vt tabel 5.1).

Risk (EVS-ISO 31000:2010) on tõenäosus, et sündmus esineb ja et sellel on tavaliselt soovimatu tulemus. Seega püütakse riskianalüüsi juures kõigepealt määratleda, millised võiksid olla ebasoodsad sündmused, ning sügavamale minnes hinnata nende esinemistõenäosust ning prognoosida ebasoodsate sündmuste tagajärgede mõju. Riskide varane määramine ja nende esinemisvõimaluste hindamine võimaldab vältida olulisi kulutusi projekti teostuse hilisemas etapis. Tüüpiliselt väljendub riskide olemus “kitsaskohtades” (“*Bottleneck*”).

Tabel 5.1. Riskid projekti kavandamisel

Jrk nr	Riski olemus
1.	Projektijuhi ebakompetentsus
2.	Valdkonna kompetentside puudulikkus
3.	Turu-uuringute puudulikkus
4.	Kooperatsioonivajaduste ja -võimaluste hindamata jätmine
5.	Projekti osade mitte tasakaalustatus
6.	Toote ebatehnoloogilisus või oluliste tehnoloogiliste võimaluste puudumine
7.	Tellijä (kliendi) vajadustest mitteamusaamine
8.	Finantseeringute puudulikkus
9.	Vajalike valmistustehnoloogiate mittetundmine
10.	Testimise/katsetuste meetodikate mittetundmine või nende võimaluste puudumine

Kitsaskoht on obstruktsiooni tekkevõimalus ja kiirete jõupingutuste rakendamine süsteemi normaalse oleku taastamiseks.

Kitsaskohtade avastamine on **riskide juhtimine** (*risk management*), mis tähendab riskide identifitseerimist, hindamist ja prioriteerimist ning asetleidnud positiivsele või negatiivsele kõrvalekaldele viivitamatut reageerimist eesmärgiga toimida majandusedu kindlustavate mudelite kohaselt (6 Sigma, Kaizen).

Ka projekti teostuse ja seire juures võib esineda riske, mida ebaõnnestumiste vältimiseks tuleks kindlasti arvestada. Mõningad olulisemad riskid projekti teostuse juures on toodud tabelis 5.2.

Tabel 5.2. Riskid projektijuhtimisel

Jrk nr	Riski olemus
1.	Otsuste dokumenteerimata jätmine
2.	Vastuvõetud otsuste mittetähtaegne ja/või ebakvaliteetne täitmine
3.	Lahenduste mittelõpuni läbimõtlemine (poolikute lahenduste teostus)
4.	Ebakorrektne teostus (tehniline kirjaoskamatus; standardite, normide eiramine; projektdokumentatsiooni mittejälgimine, tähtsate otsuste mittekooskõlastamine, jms)
5.	Kontrolli puudulikkus või ebakompetentsus

Riskianalüüs on projektide õnnestumise juures väga oluline. Riske tuleb adekvaatselt hinnata ja nende mõju juba eelnevalt arvestada. Väga oluliste ohutegurite ilmnemisel tuleb kaaluda võimalust projektist loobuda.

5.4. Projekti teostus ja seire

Projekti teostamisel on sisendiks:

- fikseeritud (tehnilised) tingimused ja ülesanded,
- vajalik (tehniline, juriidiline, majanduslik jms) dokumentatsioon.

Projekti realisatsiooni põhilisteks organisatsioonilisteks dokumentideks on:

- projektiülesannete teostuse kava,
- täpsustatud plaan-graafik (nt Gantti graafik või PERT-tehnika).

Suuremamahuliste projektide puhul (otsustab juhtkond) on projektiülesannete kava täitmine kohustuslik. Ülevaatlukuma pildi saamise eesmärgil on soovituslik kasutada ka plaan-graafikut, mille koostamine on tavaliselt projektijuhi ülesanne. Projekti teostusmeetod sõltub konkreetse projekti iseloomust.

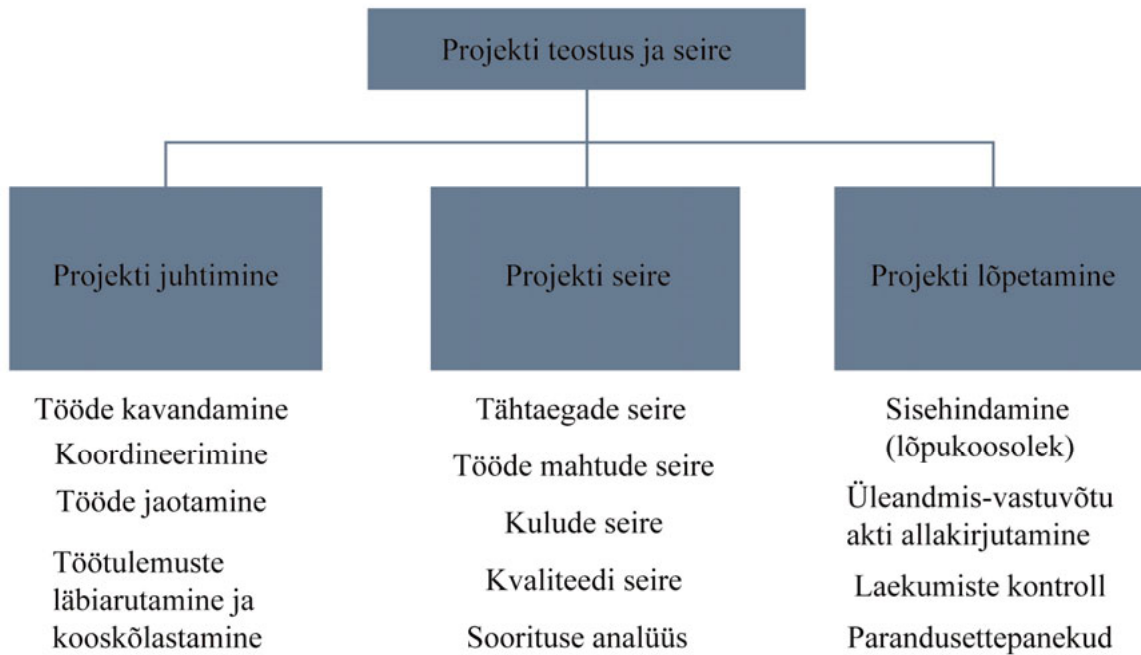
Projektijuhtimisprotsessis peavad projektijuht ja meeskond lahendama nelja tüüpi ülesandeid:

- analüüs,
- kavandamine/plaanimine.
- teostamine,
- jälgimine ja kontroll.

Teostatavad projektid vormistatakse dokumentatsioonina vastavates teatmestutes, mis harilikult sisaldavad eelloetletud projektiosade üldkontseptuaalset kirjeldust. Projektijuht peab oma tegevuses lähtuma esitatud kontseptuaalsetest seisukohtadest, kuid suhtuma tegevusse loominguiliselt ja lisama projektile kõik vajalikud juriidilised, tehnilised, majanduslikud, teostuslikud, kvaliteedialased, juhtimisalased jm teadmised ja dokumendid, mis kindlustavad projekti kvaliteetse, efektiivse ja tähtajalise teostuse.

Projekti teostuse olulised koostisosad on toodud joonisel 5.7. Nendeks on:

- projekti juhtimine.
- projekti seire.
- projekti lõpetamine ja aruandlus.



Lõpetuse roll ja seire

Kui projekti eduka juhtimise peab kindlustama projektijuht, siis projekti teostuse juures on määrav roll meeskonnal. Et analüüsida ja hinnata ning mõista, kuidas üks või teine meeskond hetkel funktsioneerib, tuleb lähtuda projektimeeskonna (töörühma) tegelikest eesmärkidest. Meeskonna kujunemisprotsessi tundev projektijuht saab seda oma tegevusega mõjutada. Erinevate töörühmade võrdlemine on toodud tabelis 5.3.

Tabel 5.3. Meeskondade võrdlus

Kriteeriumid	Koosseis	Meeskonnasisesed protsessid	Eesmärgid
Potentsiaalselt nõrk meeskond "Mina"–rühm	Hierarhia Prestiižiprobleemid Staatuseküsimused Iseenda kehtestamine	Võimuvõitlus Tööde teostuse probleemid Definitsiooniprobleemid	Igaüks näeb vaid isiklikku eesmärki, mida püütakse teistele peale suruda
Potentsiaalselt tugev meeskond "Meie"–rühm	Võrdväärased positsioonid Funktsionaalne sisemine struktuur Pragmaatiline rollijaotus	Koostöövõimalus Võime teisi kuulata Soov anda oma panus Võime aktsepteerida teiste arvamust	Ühised eesmärgid Püüd täiuslikkusele Tulemused on olulised Protsessi teostus peab olema ratsionaalne

Projektijuht võib oma tegevusega kujundada tugeva või nõrga meeskonna. Teades nõrkade tulemustega meeskondade tunnuseid, on võimalik kasutusele võtta meetmed, et jõuda tegusa ja efektiivse meeskonnani. Tugevate ja nõrkade meeskondade tunnused on toodud tabelis 5.4.

Tabel 5.4. Tugevate ja nõrkade meeskondade tunnused

Kriteerium / Tulemus	Hea	Halb
Meeskonna sisekliima	Väike bürokraatia Konsensust lihtne saavutada	Suur bürokraatia Pikaldane asjaajamine Ükskõiksus
Eesmärgid ja ülesanded	Tehakse kõigile meeskonnaliikmetele selgeks, kogutakse arvamusi ja püstitakse selged ülesanded, mis kuuluvad täitmisele	Jäävad sageli selgusetuks. Meeskonnaliikmetel puudub selge arusaam, mis raskendab ka ülesannete täpset täitmist
Suhtlemine	Avatud kommunikatsioon, mida püütakse võimaluse piires automatiseerida, kasutades kaasaegseid tehnilisi võimalusi	Ettevaatlik ja vaoshoitud. Arvamusi avaldatakse omaenese positsiooni kindlustamiseks, mitte eesmärkide saavutamiseks
Lahkarvamused	Aksepteeritakse ja püütakse jõuda põhjuste olemuseni. Konfliktseid olukordi püütakse vältida ja lahendused leida võimaluse korral konsensuslikult	Konfliktid tekivad sageli. Vigadest ei õpita. Lahkarvamused blokeerivad sageli meeskonna teovõime
Juhtimine	Kollektiivne, agiilne ja sündimatu	Rangelt hierarhiline, sageli autoritaarne
Enesekriitika	On osa meeskonna tööst. Pidev täiustumine on lahutamatu meeskonnatöö koostisosa	Kriitilisi küsimusi püütakse vältida. On "absoluutset tõe" omavad töötajad

Nõrgalt meeskonnalt ei ole head tulemust loota ja varem või hiljem selle rühma koostöö laguneb. Projektijuhtimise eesmärgiks on projekti edukas lõpetamine ja võetud kohustuste täitmine. Projektijuhtimise juures on oluline osa kommunikatsioonil ja infovahetusel. Selle juures võib kasutada alljärgnevaid juhtimiselemente, mis on tihti omased ka ettevõtte üldjuhtimisele [5,'6].

Kvaliteediring:

- alus ettevõttesisesele parendusprotsessile,
- aitab kaasa erinevate probleemide teadvustamisele ja lahendamisele,
- aitab tõhustada informatsioonivahetust organisatsiooni erinevate tasandite vahel,
- teeb lõpu pidevale probleemide arutelule,
- motiveerib teenistujaid arendama oma töövaldkonda.

Hommikused koosolekud (tootmiskeskused):

- tootmise päevaülesannete planeerimine,
- aitavad kiiresti ja efektiivselt informatsiooni vahetada,
- aitavad teostada kontrolli ja luua distsipliini,
- psühholoogiline eesmärk,
- tagasiside (eelmiste ülesannete täitmine),
- vajadusel probleemkoosoleku algatamine.

Iganädalane koosolek (juhtimiskoosolek):

- tegevuste detailsem planeerimine,
- tulemuslikkuse seire,
- aitab kiiresti ja efektiivselt informatsiooni vahetada,
- psühholoogiline eesmärk,
- tagasiside (eelmiste ülesannete täitmine).

Päevaplaani arutelu (tootmiskoosolek):

- aitab efektiivselt kasutada ressursse,
- aitab kaasa efektiivsele juhtimisele,
- kontrolli teostamise alus,
- aitab varakult teadvustada probleeme, mis takistavad ülesande õigeaegset täitmist.

Tegevusahel (projektijuhid, meistrid):

- aitab jälgida kõiki (lahendatud ja lahendamata) probleeme/tegevusi,
- informatsiooni liikumine ja selle fikseerimine,
- abinõu kasutamine loob võimaluse kõikide vajalike probleemide/tegevuste lahendamiseks ja ohjamiseks,
- määrab kindlaks vastutajad ja tähtajad.

Projektide seire

Projekti väljundiks on toode, teostus, teave, teenus, dokumentatsioon, mis peab vastama lähteülesandele. Projekti teostuse seirel on väga oluline jälgida ülesannete ajalist ja sisulist vastavust lähteülesandes sätestatule. Projekti seire eest vastutab projektijuht. Suuremahuliste projektide puhul (otsustab juhatuse esimees) teostatakse projekti seiret täiendavalt nn komisjoni poolt, kuhu võivad kuuluda projektivaldkondade esindajad (peakonstruktor ja/või tootmisjuht ja/või müügijuht jms).

Vastavuse tagamiseks tuleb projekti teostuse kulgu pidevalt jälgida, kasutades selleks vaheetappide tulemuste analüüsi ning projekti teostuse lõppkontrolli. Projekti etappide kontrolli organiseerimise ja teostuse eest vastutab projektijuht. Projekti üldteostuse eest vastutab traditsiooniliselt juhatuse esimees.

Väiksemad probleemid lahendatakse jooksvalt projektijuhil vastutusel. Suuremad probleemid arutatakse läbi projektikoosolekul, kaasates vajaduse korral ka ettevõtte juhtkonna. Olulised mittevastavused (otsustab juhatuse esimees) registreeritakse mittevastavuse raportis. Mittevastavuse raport täidetakse ka kliendi kirjalike reklamatsioonide korral. Projektiga seotud mittevastavused lahendab projektijuht, kaasates vajadusel kvaliteedijuhi.

Projekti seire peab olema tõhus, kuna just seire koos juhtimisega võimaldab saavutada püstitatud eesmärgid ning avastada võimalikud probleemid või mittevastavused võimalikult kiiresti. Projekti seire peab haarama mitte ainult projekti vormilist teostust (tähtajad, dokumendid, aktid jms), vaid peaks hõlmama ka projektiülesannete sisulise lahendamise taset.

Projekti saab lõpetada, kui projekti eesmärk on saavutatud. Ilma täpselt fikseeritud eesmärgita on ka projekti kvaliteetne lõpetamine võimatu. Projekti lõpp on projekti ametlik lõppemishetk, pärast mida ei tehta enam kulutusi projekti eesmärgi saavutamiseks. Hästiorganiseeritud projekti lõpetamisel on tavaliselt kaks täiendavat eesmärki:

- anda erinevatest aspektidest hinnang projekti tulemustele (kvaliteet, tähtaeg, ressursihaldus, kompetentsus, kasumlikkus, õpetlikkus, koostoimivus jms);
- fikseerida projekti käigus tehtud vead, et neid järgmistes projektides mitte korrata (pideva parendamise protsess).

Projekti hindamise võimalikud võtmenäitajad on toodud tabelis 5.5.

Tabel 5.5. Projekti teostuse hinnangu võtmenäitajad

Projektiga seotud	Ettevõttega seotud
Projektiga planeeritud ja tegelike kulutuste suhe < 1	Ettevõtte müügitulu kasv
Projektiga plaanitud ja tegeliku tähtaja suhe < 1	Tunnustus rahvusvaheliselt areenilt (mõju ulatus)
Projekti rahaline osatähtsus ettevõttes	Uute turgude hõive (Uute klientide leidmine)
Projekti töötajate hõive osatähtsus ettevõttes	Projekti edasiarenduvõimalused
Projekti teostuse enesehinnang (1...10) Projekti teostuse ettevõttepoolne hinnang (1...10)	Klientide rahulolu (tagasiside)
Projektiga seotud olulisemad probleemid ja nende lahendamise otstarbekus	Parendusettepanekute oodatav efekt

Projekti õnnestumist oleks otstarbekas vaadelda lähtuvana kahest aspektist:

- **ettevõtte aspekt** (mida ettevõtte tervikuna on saavutanud antud projekti kaudu);
- **projekti aspekt** (projektimeeskonna tulemuslikkus antud projekti juhtimise ja teostuse seisukohast lähtudes).

Projektijärelevalve käigus võrreldakse plaanilisi väärtusi tegelike väärtustega ja määratakse ära võimalikud kõrvalekalded. Järelevalve lähtub ühelt poolt projekti olemusest ja teiselt poolt projekti kulgemisest. Projekti olemusest lähtuvalt kontrollitakse, kuivõrd on täidetud:

- funktsionaalsed nõudmised,
- võimsus,
- kvaliteedinõudmised.

Alles pärast seda, kui tööde paketi kvaliteeti on kontrollitud, võib selle lugeda valmisolevaks ja sellest lähtuvalt saab kontrollida tähtaegasid ja kulusid.

Projekti kulgemisega seotud näitajad on:

- tähtajad,
- kulud.

"

Ainult projekti kulgemisega seotud näitajate jälgimine võib viia selleni, et tehakse mööndusi projekti funktsionaalsuses või kvaliteedis.

Esemeliste tulemuste järelevalve eelduseks on piisav dokumentatsioon. Eriti tähtis on kontrollida esemelist tulemust juba projekti algaasis süsteemi spetsifikatsiooni järgi. Esimese etapis tehtud vead ja tegematajätmissed avaldavad põhjanevat mõju projekti kuludele ja kvaliteedile.

Aja ja kulude järelevalve

Ajapiiri ületamise põhjused:

- planeerimisel on aega hinnatud liiga optimistlikult,
- ilmnenud on vajadus lisatööde järgi, mis ei ole plaanis kajastatud,
- hankija ei pea kinni tarneaegadest,
- ülesande püstitaja on muutnud projekti eesmärki.

Kulude ületamise põhjused:

- projekti ebatäpne piiritlemine toob kaasa lisatööd, millega ei ole projektis arvestatud.
- projekti allahindlus eesmärgiga, projekti endale saada.
- kontrollimatud muudatused ja edasiarendused projekti eesmärkides,
- ajaliste hilinevuste tasategemine,
- ebarealistlikult madalad hinnangud kuludele,
- ettenägematud tehnilised raskused,
- ebatäpne projekti piiritlemine.

Kirjandus

1. Olfert, K., Kompakt Training Projektmanagement, F. Kiehl Verlag, Ludwigshafen, 2007
2. Perens, A. Projektijuhtimine. Kirjastus Külim, 1999
3. Karjust, K.; Kers, J.; Kioline, I.; Kokla, M.; Küttner, R.; Lavin, J.; Lavrentjev, J.; Lumiste, R.; Lõun, K.; Mõtus, L.; Naams, I.; Otto, T.; Pohlak, M.; Raba, K.; Riives, J.; Reedik, V.; Roosimõlder, L.; Saks, A.; Talkop, A.; Tähemaa, T.; Veinthal, R. (2011). Uuenduslik tootmine : käsiraamat. Toim: Riives, J.; Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus).Litke, H. D., Projektmanagement, Hanser Verlag, München, 2007
4. Duyckhoff, H., Grundzüge der Produktionswirtschaft. Springer Verlag, Berlin, 2003
5. Wöhe, G, Döring, U., Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Verlag Franz Vahlen München 2008
6. Von Känel, S, Betriebswirtschaftliche Instrumente für Ingenieure, Verlag Neue Wirtschafts-Briefe GmbH&Co,KG, 2009
7. Steinbuch, P. Projektorganisation und Projektmanagement. Ludwigshafen, 1998
8. Peter R. Scholtes. Juhi käsiraamat. Kuidas motiveerida meeskonda ja jõuda parima tulemuseni. Tallinn 2001. TEA Kirjastus

Enseskontrollküsimused

1. Mis on projekt?

-A.äpselt kirjeldatud ülesande lahendamine selleks koostatud meeskonnaga,
-B.Äsande lahendamine kindlaks tähtajaks, mis on tellijaga eelnevalt kokku lepitud;
-C.r idev tegevus, millel on ühine eesmärk ja kus kõik osalejad pingutavad maaks- maalselt püstitatud eesmärgi nimel;
-D.tegevus, mille eest makstakse eraldi töötasu ja mida tehakse tükitööna väljaspool tavalist tööaega;
-E.äpselt määratletud eesmärgiga ülesanne, millel on tähtaeg ja mille lahendamiseks on kasutada kindel ressurss.

2. Millised on projektis osaleja tegevused projektis?

-A.väidab osakonnajuhataja korraldusi ja tema poolt antud ülesandeid,
-B.qsaleb projektikoosolekul,
-C.veeb projektiga seotud töid, kui oma tööd on tehtud,
-D.r rojektiga seotud tööülesanded annab projektijuht ja need on kooskõlas osakonnajuhataja korraldustega.

3. Projektiga seotud tööde tegemisel tuleb lähtuda<

-A.vöö tegemiseks ettenähtud ajast,
-B.vöö teostamise tähtaegadest,
-C.vöö keerukusest ja vajalikest seadmetest,
-D.o aterjali olemasolust.

4. Milleks on vajalik projektijärevalve?

-A.uelleks et kõik tööd saaksid tähtajaks tehtud,
-B.nontrollida, kas läks nii, nagu planeeritud,
-C.uelleks et eesmärk saaks täidetud,
-D.õ ppida vigadest järgmise projekti tarvis.

5. Millisel juhul loetakse projekt õnnestunuks?

-A.r rojekti käigus tehti, mida sai lubatud,
-B.cega läks küll kauem ja kulutusi tuli teha rohkem, aga eesmärk sai täidetud,
-C.r rojektiga seotud tegevused said tehtud, aga tulemust ei olnud võimalik nii lühikese ajaga saavutada.

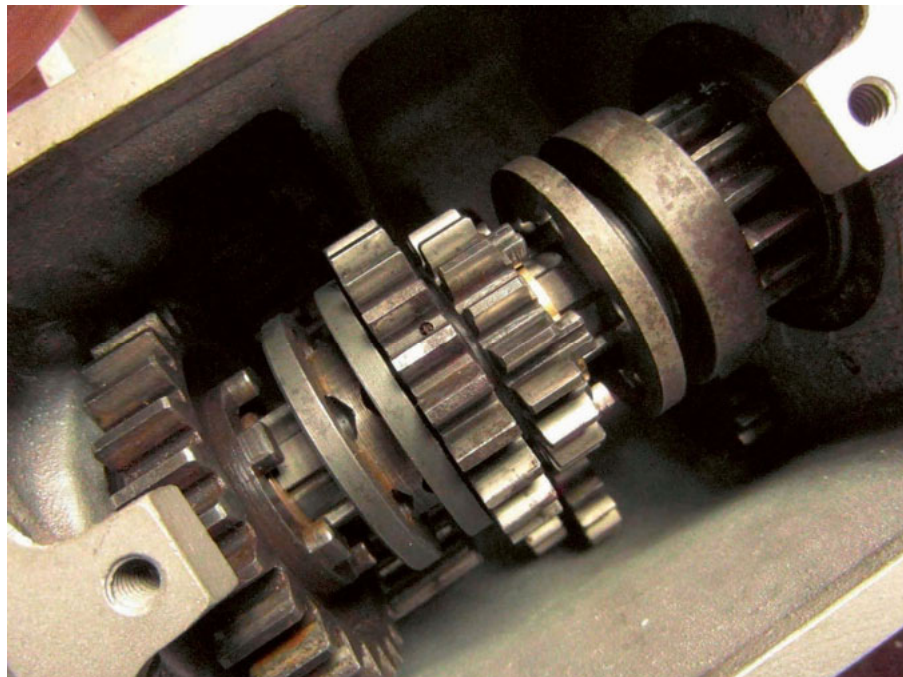
800rgucpf gf "

ÜLESANNE 1

Milliste tehnoloogiliste võimalustega seadet/süsteemi oleks otstarbekas kasutada pildil esitatud ja tööolukorras toodud toote valmistamiseks? Toode varem ettevõttes valmistatud ei ole. Toote joonis ja tema asukoht tööolukorras on toodud joonistel 6.1 ja 6.2.



Joonis 6.1. Toote pilt



Joonis 6.2. Toode tööolukorras

Ülesande lahenduskäik

1. Toote analüüs. Toote teenistuslik otstarve (toote kasutamine) annab ülevaate toote olemusest ja tootele esitatavatest nõuetest.
2. Vajaminevate tehnoloogiliste võimaluste analüüs. Mille baasil kujunevad seadme tehnoloogilised võimalused? Kuidas vajaminevad tehnoloogilised võimalused kujundavad seadme olemuse? Milline võiks olla kõige sobilikum seade?
3. Olles põhimõtteliselt dimensioneerinud seadme, peaks mõtlema lisatingimuste peale. Milliseid lisatingimusi peaks veel teadma? Kelle käest tuleks neid küsida?
4. Kui ma tean lisatingimusi, kas ma siis jään tehtud otsuse juurde või muudan seda? Juhul kui muudan, siis mis on täiendavalt ilmnenu, et niiviisi peaks käituma?
5. Mida peaks veel uurima enne lõpliku otsuse tegemist? Kuidas lisandunud informatsioon võiks otsust mõjutada?
6. Kuidas pääseb kõige hõlpsamalt ligi vajalikule informatsioonile? Millised on info hankimise allikad?
7. Kui oleks võimalus, siis kellega veel suhtleksin? Kui see on ettevõtte töötaja, siis millisel ametikohal? Kui see oleks keegi ettevõttest väljapool, siis kes?
8. Kuidas tuleks ülesanne vormistada?

ÜLESANNE 2

Pildil on näha valmistatav toode. Milline on selle toote kõige otstarbekam valmistamisprotsess? Kaalume eelkõige seda, kas otstarbekam oleks numbrilise juhtimise või konventsionaalne tehnoloogia.



Joonis 6.3. Toote pilt

Ülesande lahenduskäik

1. Toote analüüs. Hindame toodet tema valmistamiskeerukusest lähtudes. Mida selle toote kohta rohkem teada tahame? Küsime vähemalt kolm küsimust:
 - A.
 - B.
 - C.
2. Nüüd tuleb minna tellimuse täpsustuse juurde. Mida kliendi tellimusest teada tahaksime?
 - A.
 - B.
 - C.
3. Kui oleme teinud otsuse, siis peaks täpsustama tehnoloogilise protsessi iseloomu:
 - A. ~~AA~~.....Mas konventsionaalne või CNC-töötlemine?

B. ~~Arvutitehnoloogias~~ Mas ühetasemeline (kõik vajalikud operatsioonid ühes tööpingis) või mitmetasemeline (erinevate operatsioonide jaoks erinevad tööpingid) töötlemine?

C. ~~Arvutitehnoloogias~~ AT illise teadme seadmed) võiks valida vaata tootjate/maaletootjate kodulehekülgi)?

4. Põhjendage otsust.

ÜLESANNE 3

Ettevõtte toodab ja müüb tooteid rahvusvahelisele turule. Tooteperikond on toodud joonisel. Tooteperikonda ja tooteid täiustatakse pidevalt. Ettevõtte on tuntud tegija rahvusvahelisel turul, kuid konkurents on tihe. Tootmiskogused on toodud allolevas tabelis. Milline võiks välja näha vastava ettevõtte allüksuste asetusplaan?



Joonis 6.4. Tooteperikond

Tabel 6.1. Toodete valmistamiskogused

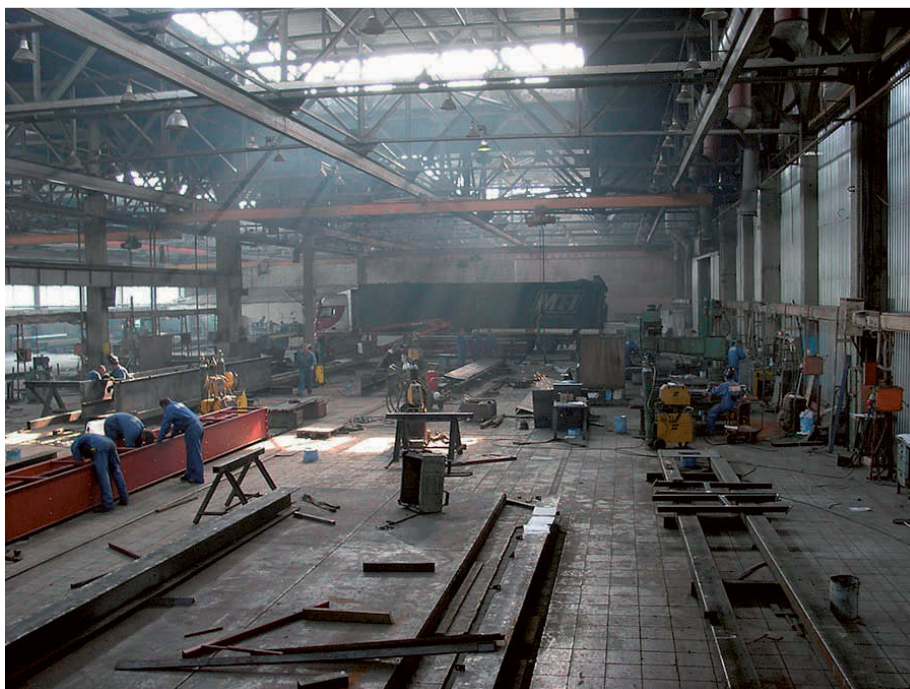
1	2	3	4	5
3600	480	480	4800	600

Ülesande lahenduskäik

1. Milline võiks välja näha väärtusahel? Põhjendage seda.
2. Tulenevalt väärtusahelast ja toodetavatest kogustest kujundame ettevõtte allüksuste asetusplaani.
3. Määrame allüksustele põhitegevused ja eesmärgid.
4. Mida arvestame allüksuste asetusplaani koostamisel?
5. Kui valmistamiskogused vähenevad drastiliselt (näiteks 100 korda), siis mis muutub ettevõtte asetusplaanis?
6. Mille abil või rakendamisel saaksime tootlikkust suurendada, kui c+""tahalised võimalused on väga piiratud, d+""näepärast on piisavalt suur investeerimisportfell, e+""o illiseid lisatingimusi võivad esitada investeerijad.

ÜLESANNE 4

Pildil on toodud ettevõtte metallkonstruktsioonide tootmise tsehh. Milliseid töö organiseerimise ja teostuse puudusi märkate ja millest need võiksid olla tingitud?



Joonis 6.50 Tehase tootmistsehh

Ülesande lahenduskäik:

1. Analüüsige toodet ja selle valmistamisprotsessi antud tsehhis.
2. Mis tüüpi tootmisega on tegemist?
3. Kuidas peaks olema töö organiseeritud?
4. Mis on oluline tööohutuse seisukohast lähtuvalt, mis antud juhul kindlasti puudu on?
5. Mõelge 5S reeglitele. Milliste vastu on jämedalt eksitud?
6. Mida saaks teha töö tulemuslikkuse tõstmiseks?

ÜLESANNE 5

Millise parendusmetoodika (LEAN-rakendused) juurde antud pildid kuuluvad? Mida veel saaks teha samas metoodika alusel töökohas teha?



Joonis 6.60 LEAN-rakenduse pildid

Ülesande lahenduskäik

1. Püüdke aru saada, millise LEAN-meetodi (tuntud ka kui TPS – Toyota Production System meetodid) alla antud rakendused kuuluvad?
2. Kuidas nad olukorda töökohas parandavad?
3. Millised on sama meetodi teised rakendused?
4. Milles seisneb nende olemus?
5. Millele nad töökohas kaasa aitavad?

ÜLESANNE 6

Analüüsige ametijuhendi, tööjuhendi ja tööohutusjuhendi erinevusi ja omavahelisi seoseid.

Alus:

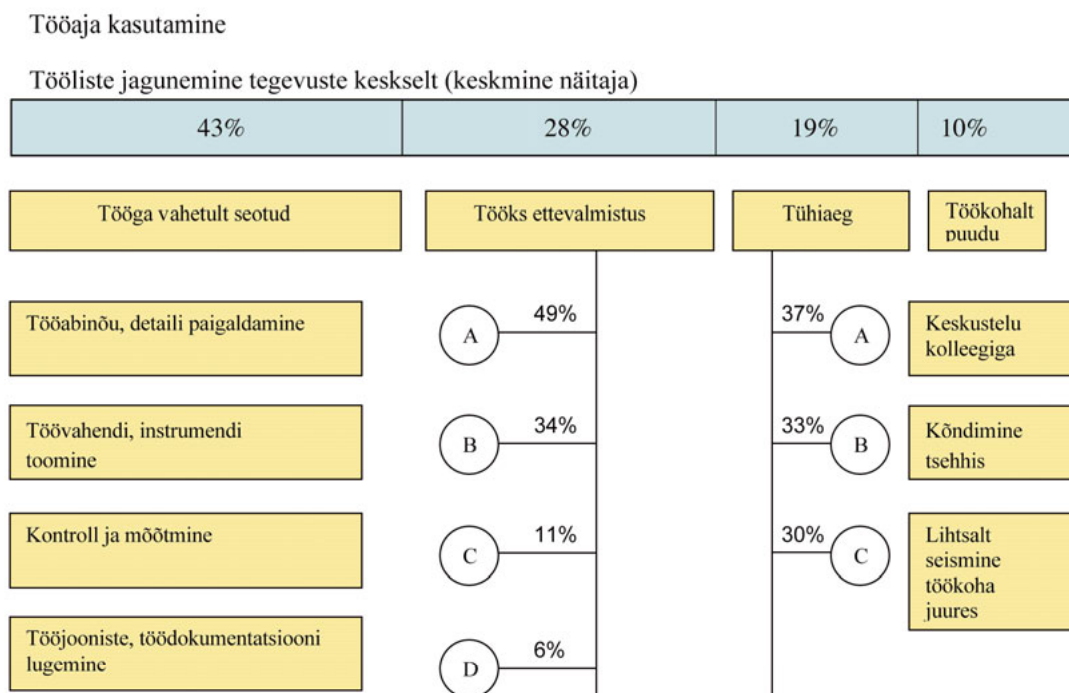
- ametijuhend,
- tööjuhend,
- tööohutusjuhend.

Ülesande lahenduskäik:

1. Põhilised töötamisega seotud etapid ettevõttes on:
 - tööle vormistamine,
 - tööle asumine,
 - tööülesannete täitmine.
2. Millist dokumenti millisel töö etapil vaja läheb?
3. Millise allüksuse või ametikohaga need dokumendid seotud on?
4. Mis on antud dokumentide põhieesmärgid?
5. Kirjeldage, kuidas ja millisel viisil nad omavahel seotud on.

ÜLESANNE 7

Ettevõtte tootlikkuse analüüs näitas, et mittetootlike aegade osatähtsus on väga suur. Ajalelementide jaotus on toodud joonisel 6.7. Kuidas saada aru ajakadude põhjustest töökohal? Oma olemuselt võivad nad olla seotud ettevõtte üldjuhtimisega, tootmistegevuse korraldamisega või vahetult töötajaga töökohal. Mida peaks ettevõttes muutma, et töökohaga seotud ajakadusi vähendada?



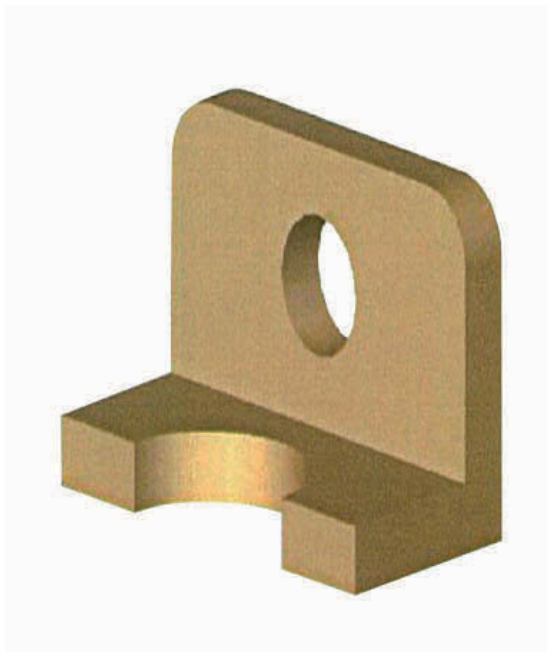
Joonis 6.7. Tööaja kasutamine

Ülesande lahenduskäik

1. Analüüsi ajakulude struktuuri.
2. Millises järjekorras parendustegevusi alustaksite?
3. Milles seisneb parendusprotsessi alustamine?
4. Kuidas seda peaks läbi viima (jaoskonna roll, töökoha roll)?
5. Kuidas peaks tulemusi kajastama?
6. Kuidas tagate, et algatus ei jää ühekordseks kampaaniaks?

ÜLESANNE 8

Tööoperatsiooni sooritamisel selgus, et tekkis praaktoode. Mida peaks tegema ja kuidas edasi toimida? Valmistatav toode on kujutatud joonisel 6.8.



Joonis 6.8. Valmistatav toode

Ülesande lahenduskäik

1. Kuidas antud toote puhul võis praak avalduda?
2. Millised võisid olla praagi tekkepõhjused?
3. Kuidas tuleks edasi käituda ja mille põhjal otsus langetatakse?

Variandid:

- jätame asja “omavahele“ ja kõrvaldame praagi,
- täidame praagiakti ja anname asjale ametliku käigu,
- täidame mittevastavuse raporti, kus on selgelt ja täpselt ära kirjeldatud praagi olemus, lisaks praagi tekkepõhjused ja edasised tegevused, et samasugune olukord ei korduks,
- täidame mittevastavuse raporti ja lisaks ka praagiakti, et fikseerida kahjuga seotud kulud ning nõuda need süüdlaselt sisse.

ÜLESANNE 9

Toote valmistamine töökohal on protsess koos oma sisendite ja väljunditega. Valige üks Teile meelepärane protsess. Andke talle nimi. Mis on selle protsessi toimumise sisendid ja millised on planeeritud väljundid? Kirjeldage vastavat muundusprotsessi ennast.



Joonis 6.9. Protsessi elemendid

Ülesande lahenduskäik

1. Kirjeldage töökohta ja antud töökohal teostatavat protsessi.
2. Defineerige sisendid.
3. Defineerige väljundid.
4. Pöörake tähelepanu sisendite mitmekesisusele.
5. Pöörake tähelepanu väljundite mitmekesisusele.
6. Kuidas hinnata antud protsessi tulemuslikkust?

ÜLESANNE 10

Ettevõte valmistab joonisel kujutatud tooteid. Kuidas käsitletakse antud toote kvaliteeti ja selle vastavust lähtuvalt kvaliteedi mõistest?



Joonis 6.10. Valmistatav toode

Ülesande lahenduskäik

1. Mis on antud toote teenistuslik otstarve?
2. Milles seisneb antud toote kvaliteet?
3. Kuidas käsitleda toote kvaliteetsust erinevatest aspektidest?
4. Kuidas hinnata kvaliteedi vastavust?
5. Kuidas hinnata kvaliteedi otstarbekust?
6. Kuidas hinnata kliendirahulolu?

ÜLESANNE 11

Te töötate lõppkoostamise töökohal, et valmistada tooteid, nagu on kujutatud alltoodud joonisel. Kuidas Te näete ette kvaliteeti kindlustavaid tegevusi töökohal? Milline on Teie roll kvaliteedi tagamisel?



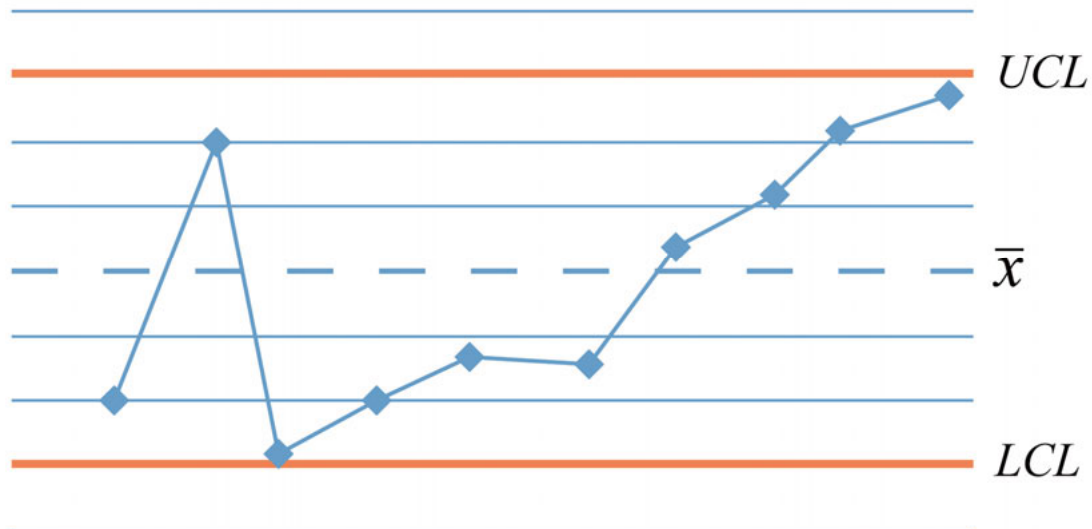
Joonis 6.11. Toote pilt

Ülesande lahenduskäik

1. Mida tähendab kvaliteedi kindlustamine?
2. Kuidas peaks jaotuma ülesanded oma olemuslikult ettevõtte–jaoskond–töökoht vahel?
3. Mida konkreetselt antud toote valmistamise seisukohast lähtuvalt tuleks ette võtta, et kvaliteet oleks tagatud?
4. Kuidas tagada vastavate tegevuste rakendumine antud töökohal?
5. Mis kasu ettevõttele annab kvaliteedi kindlustamine?

ÜLESANNE 12

Toote valmistusprotsessis mõõtmekontrollimisel tekib pilt, nagu on näidatud alltoodud joonisel. Kohe saabub oht, et mõõt väljub tolerantsipiiridest. Kuidas olukorrale reageerite?



Joonis 6.12. Olukorra iseloomustus

\bar{x} – omaduste keskväärtns (mõõdetava suuruse aritmeetiline keskmine)

UCL – ülemine ohjepiir

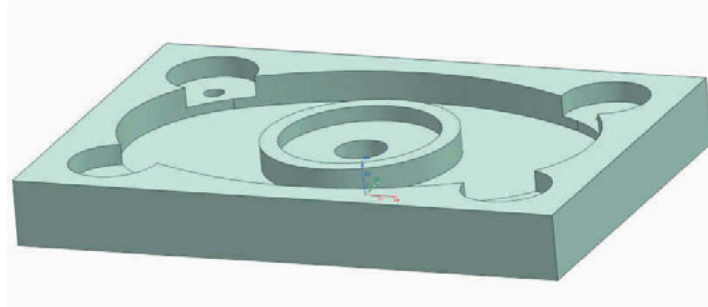
LCL – alumine ohjepiir

Ülesande lahenduskäik

1. Nagu skeemilt näha, on tegemist ohtliku trendiga.
2. Millest võib see olla põhjustatud?
3. Mida antud olukorras tuleks ette võtta?
4. Kes peaks olukorra lahendama ja mis tingimustel?
5. Kuidas pärast olukorra lahendamist edasi toimida?

ÜLESANNE 13

Koostage töökäsk seeriaviisiliselt valmistatava toote valmistamiseks töökohas. Konkreetsed vajalikud numbrilised näitajad täitke vastavalt lähtetingimustele.



Joonis 6.13. Toote joonis

Ülesande lahenduskäik

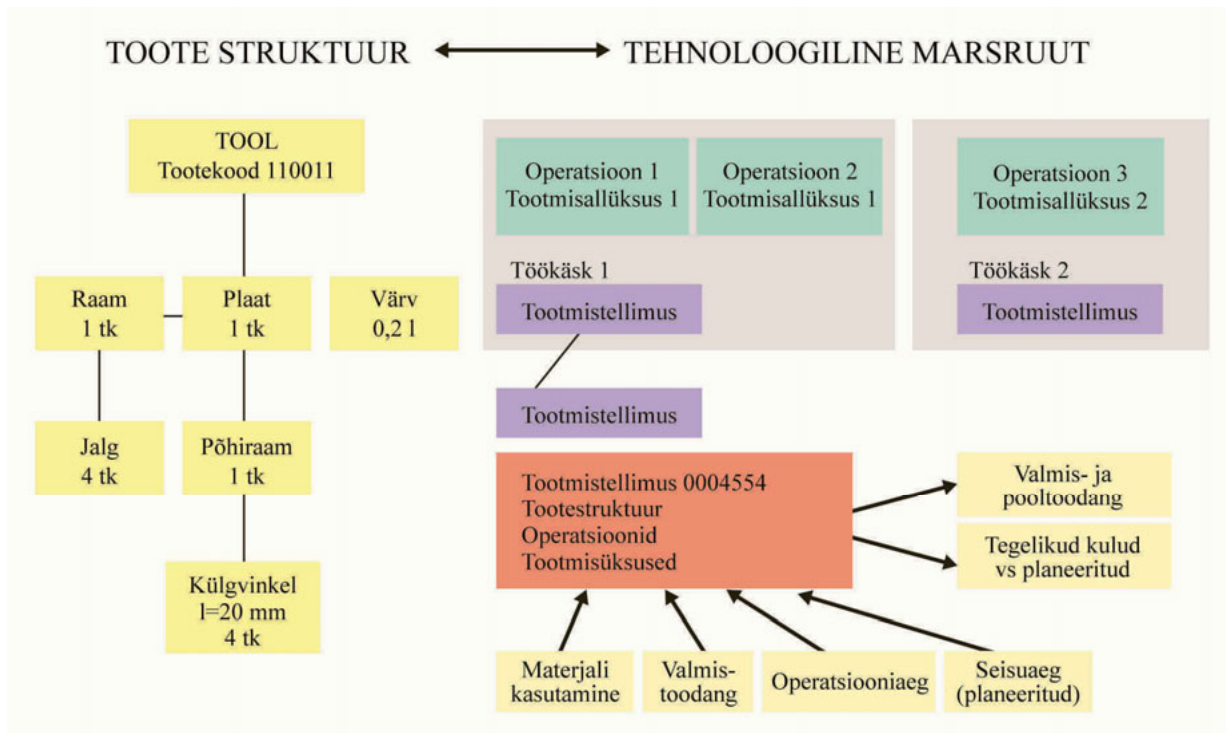
1. Mis iseloomustab seeriaviisilist tootmist? Tulenevalt sellest võib ise määrata valmistamiskogused ja tähtajad.
2. Tulenevalt tööjoonisest ja lähtetingimustest määrame töökoha.
3. Koostame töökäsu koos kogu vajaliku informatsiooniga.
4. Analüüsime vastava informatsiooni olemust ja vajalikkust töökäsul.

ÜLESANNE 14

Teatavasti on tootmise korraldamise juures kandvateks elementideks:

- eesmärgi püstitamine,
- tegevustekeskne planeerimine,
- ülesannete fikseerimine ja jaotamine,
- täitmise jälgimine ja lõpptulemuste kontroll.

Kasutage neid elemente allnäidatud toote tootmise korraldamiseks tootmiskeskonnas.



Joonis 6.14. Toomiskeskond

Ülesande lahenduskäik

1. Mille alusel saame püstitada tootmise eesmärgi? Millised on lähteandmed? Millised on nende allikad? Kuidas vastav informatsioon liigub?
2. Mis on operatiivplaneerimine? Millised ülesanded kuuluvad operatiivplaneerimise valdkonda? Kuidas jagunevad volitused ja vastutus?
3. Kuidas ja mille alusel seostatakse valmistusprotsess töökohtadega? Millised on töökohtakesksed dokumendid?
4. Millised on töökohtadel täidetavad ülesanded?
5. Kuidas kontrollida tulemusi?
6. Kuidas hinnata tulemusi?

ÜLESANNE 15

Muutuvad kulud ja püsikulud tootmises. Leidke tabelis 6.2 loetletud kuludest muutuvad kulud ja püsikulud.

Tabel 6.2. Kulude loetelu

Kulud	Muutuvkulud	Püsikulud
Materjalikulu		
Tööjõukulu		
Seadmete hooldus		
Tööriistade kulu		
Kile ja pakkepapp		
Kruvid ja mutrid		
Tootmisjuhi töötasu		
Küttekulud		
Elektrienergia		
Raamatupidaja töötasu		

ÜLESANNE 16

Kvalitatiivsed ja kvantitatiivsed eesmärgid

Leidke tabeli 6.3 loetelust kvalitatiivsed ja kvantitatiivsed eesmärgid.

Tabel 6.3. Eesmärgid

Eesmärgid	Kvalitatiivne eesmärk	Kvantitatiivne eesmärk
Käibe kasv		
Töötajate sotsiaalne integreerimine		
Sõltumatuse tugevdamine		
Kulude vähendamine		
Tootlikkuse tõstmine		
Ettevõtte imago parandamine		
Ettevõtte sisekliima parandamine		
Kapitali hinna vähendamine		
Teeninduse parandamine		
Töötajate rahulolu suurendamine		

ÜLESANNE 17

Projektiga seotud tegevused

Uue projekti ettevalmistamisel antakse uuele töötajal loetelu tegevustest, mida on vaja projekti raames teha. Märkiga allpool toodud tabelis 6.4 ära, millised tegevused tehakse projektimeeskonna ja millised projektijuhi poolt.

Tabel 6.4. Tegevused

Tegevused	Projekti-meeskond	Projekti-juht
Projekti lõpetamine		
Projektiga seotud tööd		
Projekti alustamine		
Projekti juhtimine		
Projekti planeerimine		

ÜLESANNE 18

Projektimeeskond

Nimetage tabeli 6.5 põhjal vähemalt viis põhjust, miks ei ole mõttekas alata ühe osalejaga projekti?

Tabel 6.5. Põhjused

Põhjused
Projekti jälgimine on lihtne
Puudub asendamise võimalus
Projekti kestus on pikk
Projekti tulemus ei ole rahuldav
Projekti kompetentsid on piiratud
Projekti riskid on kõrged
Projekti tööd on keerulised

ÜLESANNE 19

Projektiplaani koostamine

Ettevõttel on plaanis korraldada tööohutusteemaline seminar. Parema õhkkonna loomiseks otsustatakse sel korral seminar läbi viia väljaspool ettevõtte ruume. Selle ürituse tarvis moodustatakse Jürist, Peetrist, Marist ja Tiiust koosnev meeskond, kelle ülesandeks seminari korraldamine jääb. Tegevustena saavad nad paberile järgmised tööd ja hinnangulised ajad, mis nende peale kuluvad. Arutelu käigus said paberile järgmised tegevused (vt tabel 6.6.):

Tabel 6.6. Projekti tegevuste loetelu

Tegevused	Kestus päevades
A. Programmi koostamine	10
B. Osalejatele kutsete saatmine	5
C. Osalejate nimekirja koostamine	2
D. Kutsete kujundamine	15
E. Ruumide rentimise kokkuleppe sõlmimine	5
F. Esinejate valimivne	7
G. Toitlustajaga lepingu sõlmimine	8
H. Ruumide valimine	12
I . Toitlustaja valimine	5
J . Ruumide pakkumise võtmine	15
K. Toitlustaja pakkumiste võtmine	15
L. Kokkulepped esinejatega	20

Aidake neil seda üritust korraldada! Kasutades loetelutehnikat, moodustage ajaline tabel, kus on ära toodud projekti tegevused, tegevuste kestus, algus ja lõpp, võttes arvesse seda, millised tööd peavad olema eelnevat tehtud antud ülesande täitmiseks (vt tabel 6.7).

Jagage tegevused tegijate vahel nii, et Jüri, Peeter, Mari ja Tiiu saaksid sõltumatult oma ülesandeid täita.

Tabel 6.7. Ajaline tabel

Tegevused	Kestus päevades	Eelnev tegevus	Järgnev tegevus	Algus	Lõpp	Tegija
A. Programmi koostamine	10					
B. Osalejatele kutsete saatmine	5					
C. Osalejate nimekirja koostamine	2					
D. Kutsete kujundamine	15					
E. Ruumide rentimise kokkuleppe sõlmimine	5					
F. Esinejate valimine	7					
G. Toitlustajaga lepingu sõlmimine	8					
H. Ruumide valimine	12					
I. Toitlustaja valimine	5					
J. Ruumide pakkumise võtmine	15					
K. Toitlustaja pakumiste võtmine	15					
L. Kokkulepped esinejatega	20					

- Kui kaua kestab plaanitud seminari ettevalmistamine?
- Kujutage kogu projekt Gantti diagrammina.

