

GAMYBOS EFEKTYVUMO KĖLIMO MODELIO KŪRIMAS

Andrius Kubickas¹

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
El. paštas: ¹kubickas@gmail.com

Santrauka. Nagrinėjamas gamybos efektyvumo modelio kūrimas, kuris būtų lengvai suprantamas ir kuriuo būtų lengva naudotis. Nors gamybos modelių yra be galo daug. Jų galima priskaičiuoti daugiau nei šimtą. Tačiau tokių, kurie būtų pritaikomi konkrečioje situacijoje nėra daug. Todėl naujai sukurtu modeliu galima būtų pritaikyti ir įgyvendinti bet kurioje pramonės įmonėje. Išnagrinėjus kitų autorių literatūrą, buvo sukurtas gamybos efektyvumo kelimo modelis, kuris yra pateikiamas nuosekliais įgyvendinimo etapais. Kiekviename etape yra pasiūlomi įrankiai, kurie galėtų būti panaudojami sprendžiant problemą. Taip pat buvo sudaryta Lean įrankių pasirinkimo matrica, kurį palengvina pasirinkti įrankį turint tam tikrą problemą.

Reikšminiai žodžiai: gamybos efektyvumas, gamybos efektyvumo kelimas, taupioji gamyba, lean, kanban, kaizen, vėrtės srauto žemėlapis

Reikšminiai žodžiai: gamybos efektyvumas, gamybos efektyvumo kelimas, taupioji gamyba, lean, kanban, kaizen, vėrtės srauto žemėlapis .

Įvadas

Gamyba visą laiką buvo ir tebėra ekonomikos varomoji jėga. Lietuvoje, kaip ir kitose Europos šalyse yra gilios gamybos pramonės tradicijos, kuriuos garsėja savo gamybiniais visame pasaulyje pagamindami kokybišką, inovatyvų produktą. Tačiau atėjęs sunkios ekonomikos laikams - krizei, pasidare kur kas sunkiau konkuruoti su kitomis gamybos įmonėmis. Prasidėjo konkuravimas ne tik vietinėje, bet ir globalioje rinkoje. Pastaraisiais metais sparčiai kyla rytų valstybių pramonė - Indija, Kinija ir kitos šalys. Didelis gyventojų skaičius, maži atliginimai, bei darbštumas pritraukia pramonės gigantus perkelti savo gamybą į šias šalis. Todėl Lietuvoje, bei kaimyninėse šalyse gamybos pramonė perleidžia pranašumą rytų valstybių pramonei.

Bendros žinios

Kiekviena pramonės įmonė stengiasi pagaminti produktą, kuo pigiau, greičiau, tačiau tokiu atveju nukenčia kokybė. Jeigu nukenčia kokybė, tai vartotojai vengs tokių gaminių pirkimo, todėl įmonės produkcija bus niekam nereikalinga. Tokių atvejų reikia gaminti ne tik pigiau, greičiau bet ir kokybiškai. Sėkmės pasiekama tada kai visi šie trys veiksniai yra tarpusavyje suderinti ir gana aukšto lygio.

Todėl pramonės įmonėms yra sunkiausia užduotis, kaip pagaminti greitai, kokybiškai ir pigiai. Dauguma Lietuvoje veikiančių įmonių gamybos, valdymo ir or-

ganizavimo modelis yra pasenęs, todėl šiais laikais tokiu gamybos valdymo modelių yra sunku reaguoti į dažnai besikeičiančius rinkos poreikius. Todėl pramonės įmonėms reikia nuolat tobulėti, diegti inovatyvias technologijas, keisti gamybos valdymo filosofiją, darbuotojų motyvaciją...

Gamybos valdymo modelių pasirinkimo analizė

Gamybos modelių yra be galo daug. Jų galima priskaičiuoti daugiau nei šimtą. Tačiau tokių, kurie būtų pritaikomi konkrečioje situacijoje nėra daug. Modelius galima suklasifikuoti pagal tipus. Kai kurie modeliai yra techninės prigimties, kiti - organizacinės ir struktūrinės. Kai kurie modeliai gali koncentruotis į informacinės technologijas. Vienų principai yra kilę iš praktikos, kitų iš teorijos. Tačiau atsižvelgiant į Gideo Halevi bei James A. Jr. siūlomus variantus, galima išskirti tokius pagrindinius tipus, paremtus [1]:

- Organizavimo sprendimais;
- informacinių technologijų sprendimais;
- technologiniais sprendimais, reikalaujantais techninės įrangos.
- filosofiniais sprendimais;
- kita.

Kuriant gamybos efektyvumo kelimo modelį, geriausiai būtų koncentruotis ties organizavimo sprendimais paremtais modeliais. Jų per daugelį metų atsirado daug. Vieni taikyti plačiai, kiti buvo skirti siauresnės specializacijos bei veiklos profilio įmonėms.

Gideon Halevi pateikia tokius modelių variantus, paremtus organizavimo sprendimais [1]:

- 1) Lanksti gamyba (Agile manufacturing);
- 2) Ląstelinė gamyba (Cellular manufacturing);
- 3) Gamyba "Tiksliai laiku" (Just-in-time manufacturing);
- 4) Kaizen žaibiška sistema (Kaizen blitz);
- 5) Taupi gamyba (Lean manufacturing);
- 6) Gamybos perkėlimas pas partnerius (Outsourcing);
- 7) Virtualios įmonės (Virtual enterprises);
- 8) Laiku paremtas varžymasis (Time base competition);
- 9) Kokybės namai (House of quality);
- 10) ir kita.

James A. Jr. pateikia panašius modelių variantus, tačiau taip pat pateikia ir naujų [2]:

- 1) "Kanban" sistema (Kanban system);
- 2) Gamybos srautų valdymas (Workflow management);
- 3) Produkto gyvenimo ciklas (Product life-cycle management);
- 4) Agentų vedamas priėjimas (Agent-driven approach);
- 5) Verslo proceso perkūrimas (Business process re-engineering);
- 6) Grupinė technologija (Group technology);
- 7) Vertės inžinerija (Value engineering);
- 8) Visiškos kokybės valdymas (Total quality management);
- 9) ir kita.

Vien palyginus Gideon Halevi ir James A. Jr. siūlomų modelių paremtais organizavimo sprendimais yra virš 30 skirtingų pateiktų modelių.

Gamybos valdymo modelių pasirinkimo kriterijai

Norint pasirinkti geriausią gamybos valdymo modelį ar modelių grupę, tinkančius vienokių ar kitokių atvejų, galima taikyti kelias pasirinkimo metodikas: viena paremta norimais pasiekti valdymo modelio tikslais, o kita paremta funkcijomis, kurios pasitarnauja gamybos valdymo modeliui. Šiuo atveju gylinsiuos į metodiką, paremtą konkrečiais tikslais.

Pasirinkimo kriterijus yra nagrinėję autoriai Gideon Halevi bei James A. Jr.

Gideon Halevi pateikia daugiau pagrindinius, tipinius kriterijus, tokius kaip:

- Patenkinti pristatymo laikus - gamybos planavimas ir kontrolė.
- mažinti gamybos kaštus;
- trumpinti gamybos laiką nuo medžiagų pristatymo iki kliento - gamyba;
- tobulinti vadovybės žinias ir duomenų apdorojimą - įmonės komunikacija;
- patobulinti ir padidinti komandinį bendradarbiavimą;
- kita;

O James A. Jr. nagrinėja modelių pasirinkimo kriterijus šiek tiek plačiau. Išnagrinėjus jo medžiagą, galima apibrėžti tokius kriterijus:

- Mažinti gamybos kaštus;
- greitas atsakas į rinkos poreikius - produkto kūrimas;
- siekti nulinio broko lygio - kokybės kontrolė;
- patobulinti ir padidinti komandinį bendradarbiavimą;
- tobulinti įmonių integravimą - tobulinti tiekimo grandinę globaliai;
- nuolatinis tobulinimas;

Gamybos valdymo modelių pasirinkimas

Modelių atitikimas pasirinktus kriterijus yra vertinamas labai subjektyviai, taigi kai kas gali nesutikti su vienu ar kitu įvertinimu, bet šios metodologijos privalumas tas, kad kiekvienas gali pats įvertinti tam tikro modelio atitikimą kriterijus pagal realią situaciją ir asmeninę patirtį, nes visa tai bus taikoma to paties, kuris darys analizę įmonėje, ir niekas geriau negu jis nežino, koks modelis šiuo atveju geriausiai atitinka tam tikrus pasirinktus kriterijus. Bet visa tai reikia padaryti prieš pradedant vertinimą, kadangi vėliau jau bus prasidėjus procesui galima neobjektyviai įvertinti modelių atitiktį kriterijams. Taip pat tam, kad tinkamai atlikti būtų atliktas įvertinimas, reikia pakankamai gerai išanalizuoti modelius ir jų veikimo principus, jei ne visus tai bent tuos, kurie iš pirmo žvilgsnio pasirodė galintys turėti nors kelis sąlyčio taškus su planuojama įmonės gamybos valdymo tobulinimo strategija.

Specializavimo pritaikymo galimybės analizė

Išnagrinėjus kelis gamybos valdymo metodus matyti, kad nei vienas iš jų, jei taikyti tik tą modelį, nepašalina

mūsų problemų. Taigi reikia priimti jungtinį sprendimą, pritaikant kai kurias teorijas iš modelių kartų su kitais tobulinimo įrankiais. Vienas iš jų gali būti gamybos specializavimas. Tai yra plati sąvoka, apbrėpianti daug įvairių specializavimo variantų, tačiau šiuo atveju labiau koncentruojames į technologinę bei daiktinę specializavimo formas.

Specializuojant gamybos procesą, visi gaminiai, daliniai procesai ir operacijos pagal tam tikrus požymius paskirstomi atskiriems įmonės struktūros vienetams ir atskiroms darbo vietoms. Priklausomai nuo požymių, pagal kuriuos visigamybos objektai paskirstomi atskiriems struktūriniais vienetams, išskiriamos įvairios specializavimo formos.

Tiek daiktinės, tiek technologinės specializacijos formose yra privalumų, kurie mums palengvintų sukurti gamybos efektyvumo kelimo metodą.

Procesų tobulinimo teorinių modelių analizė

Procesų tobulinimas yra plačiai naudojamas įvairiais gamybos valdymo atvejais. Proceso tobulinimo formų ir būdų yra daug bei įvairių. Tai priklauso nuo kiekvienu atveju skirtingų situacijų. Tačiau nepaisant situacijų unikalumo ir įvairių proceso tobulinimo modelių pritaikymo galimybių, galima išskirti kelis tipinius proceso tobulinimo eigos modelius.

1) Vienas iš jų galėtų būti paremtas "Demingo" ciklu: planuok, atlik, tikrink ir veik.

"Demingo" ciklas turi būti taikomas nuolatos, be pabaigos. Tai iš esmės atitinka nuolatinio tobulinimo sąvoką - tai turi būti daroma nuolatos, nes tobulumui ribų nėra, nuolat reikia peržiūrėti įmonės veiklą, atsižvelgiant į tobulintinus veiklos aspektus. Suplanuoti tobulinimo veiksmus ir kryptis, tai atlikti ir tikrinti, kokius pakeitimai davė rezultatus. Po patikrinimo ciklą galima atlikti vėl iš naujo, kadangi visada atsiranda tobulintinių pramonės įmonės veiklos aspektų.

2) G. Halevi klausimų kėlimo metodo taikymo analizė tobulinant procesus.

Vienas iš užsienio autorių Gideon Halevi siūlo šiek tiek daugiau įmonės veiklos aspektų apimančią teorinį organizavimo tobulinimo modelį. Pagal jį, planuojant tobulinti organizavimą, reikia sau iškelti 5 klausimus, kurie padėtų strukturizuoti tobulinimo programas. Taip pat, šie klausimai turi suformuoti pagrindinius ilgalaimiams procesams, sekantiems po tobulinimo, kadangi tobulinimas kaip procesas atskirai gali būti baigtinis.

Šie 5 klausimai galibūti tokie:

1. Motyvas, varomoji jėga - kas yra esminiai verslo aspektai, vedantys prie proceso tobulinimo?

2. Modelis - kuris iš nurodytų modelių geriausiai atitinka organizacijos praktiką?

3. Modelis - kaip galima greitai ir efektyviai identifikuoti tobulinimo galimybes?

4. Vadovavimo pasikeitimas - kokie faktoriai daro poveikį pristatytų tobulinimo efektyvumui?

5. Matavimai - kokie yra esminiai faktoriai diegiant rezultatų stebėjimo programą?

3) Suvaržymų teorijos taikymo analizė tobulinant procesus. Ji paremta esminiais principais - aksiomomis. Keli paprasti procesai (strateginiai klausimai, dėmesio sutelkimo žingsniai, poveikis-priežastis-poveikis), loginiai įrankiai (galvojimo procesas) ir iš loginių įrankių kilę specifinės sritys: valdymas, finansai, paskirstymas, projektų valdymas, personalo vadyba, perdavimai.

Rementis suvaržymų teorija, kiekviena organizacija tam tikru duodoju laiko momentu susiduria su bent jau vienu suvaržymu, kuris apriboja sistemos galimybę pasiekti užsibrėžtus tikslus. Šie suvaržymai gali būti arba išorinės kilmės - rinka, arba vidinės. Norint tinkamai valdyti gamybos sistemą reikia tiksliai identifikuoti suvaržymus bei imtis atitinkamų priemonių. Laikui bėgant suvaržymai gali kisti ir atsirasti nauji, dėlto reikalinga nuolatinė situacijos analizė.

Esant suvaržymams, įmonė turi imtis tokių veiksmų, kurie padidintų srautų per suvaržymą (butelio kakliuką), tai yra - panaikintų suvaržymą. Tuomet gali būti, kad suvaržymas atsiranda kitoje vietoje. Esminiai momentai diegiant suvaržymų teoriją yra:

1. Aiškiai bei dažnai reikšti įmonės tikslus;

2. Nustatyti suvaržymą - proceso elementą, kuris neleidžia įmonei pasiekti didesnio efektyvumo.

3. Nuspręsti, kaip tikslingiau išnaudoti "suvaržymą". Įsitikinti kad suvaržymo objektas veikia pagal paskirtį ir atlieka tai, ką ir turi atlikti nedarydamas jokių papildomų nereikalingų operacijų.

4. Sukordinuoti kitus procesus, susijusius su suvaržymu siekiant kuo efektyviau išnaudoti suvaržymo objektą.

5. Padidinti suvaržymo elemento pajėgumus. Jeigu reikia, įsigyti papildomų resursų, jei esamos įrangos pajėgumų neužtenka.

6. Jei visų šių veiksmų pasekoje suvaržymas persikėlė į kitą gamybos ciklo vietą ar objektą, reikia imtis veiksmų nuo pradžių.

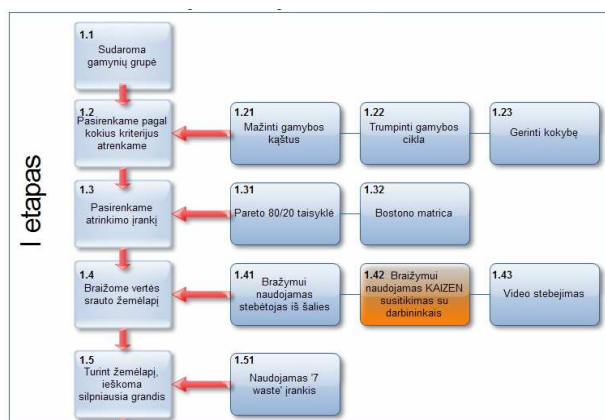
Gamybos efektyvumo kelimo modelio kūrimas

Efektyvia gamyba galima vadinti tokia gamyba, kurią naudojant bus pagaminamas produktas per kuo trumpesnį laiką, kokybiškai ir kuo mažesniu žaliavų sąnaudomis.

Išanalizavus prieš tai minėta kitų autorių literatūrą, geriausiai tinkanti gamybos efektyvumo kėlimui yra "Taupios" gamybos (Lean manufacturing) principai. Tačiau vien to nepakanka, norint sukurti modelį, tam naudojami kiti įrankiai, kurie kilę iš Japonijos, Italijos ir kitų šalių.

Gamybos efektyvumo kelimo modelis yra sudarytas iš 3 etapų:

- 1) Esamos padėties analizė (1 pav.);
- 2) busimas vertės kūrimo žemėlapis (2 pav.);
- 3) įgyvendinimas (4 pav.).



1 pav. Gamybos efektyvumo kelimo modelio I etapas.

Fig. 1. Raising production efficiency model I stage.

Pirmame etape yra analizuojama esama padėtis. Šiame etape yra išskirti punktai, tai:

1.1. Sudaroma gaminių grupė, tai paimama visos įmonės gaminamos produkcija ir sugrupuojama pagal tam tikrus požymius. Tam paprasčiausiai reikėtų sudaryti lentelę, kurioje būtų surašyti gaminiai, o viršuje tų gaminių savybės. Tokių atvejų prie kiekvieno gaminio sudėjus kryžiuokius, galėsime nesunkiai atskirti gaminių grupės.

1.2. Pasirenkame pagal kokius kriterijus atrinkame gaminių grupę. Šiame modelyje yra pateikti trys kriterijai, tačiau galima pasirinkti ir kitus, tai priklauso nuo to, kokio tikslo siekia įmonė. Tai gali būti gamybos kaštų mažinimas, gamybos ciklo trumpinimas ar kokybės gerinimas.

1.3. Pasirenkame atrinkimo įrankį. Atrinkimo įrankis reikalingas tam, kad iš prieš tai sudarytos gaminių grupės, galėtume lengvai pasirinkti tuos gaminius, kurie duoda didžiausią norimą naudą. Pateikti keli atrinkimo įrankiai, tai:

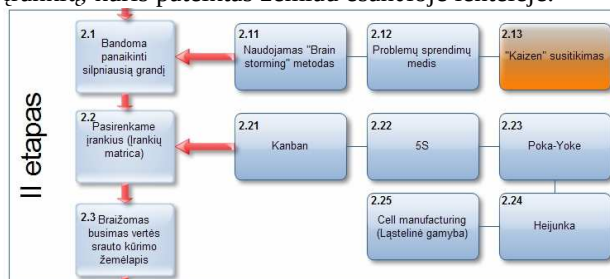
Pareto taisyklė arba 20/80 taisyklė, teigia, kad 20% pastangų duoda 80% rezultatų, o likę 80% pastangų – tik 20% rezultatų.

Bostono matrica, kuria panaudojus galima sugrupuoti gaminius į keturias kategorijas: daug pastangų reikalaujančios ir mažo rezultato teikiančios, daug pastangų reikalaujančios ir didelio rezultato reikiančios ir atvirkščiai.

1.4. Braižome vertės kūrimo žemėlapi. Tam tikslui reikia sudėti operacijas tokių eiliškumu, kuriuo gaminy ar jo paruošos keliauja per darbo centrus. Taip pat reikia turėti laikus, kurie gaunami chronometruojant kiekviename darbo centre sugaištą laiką. Tokių pat principu yra gaunamas laikas paruošos ar detalės keliavimo laikas tarp darbo centro. Šiam tikslui yra pateikiami trys būdai kaip galima surinkti reikiamus duomenys, tai:

- o Informacija renka stebėtojas iš šalies;
- o Panaudojamas video stebėjimas;
- o Kaizen susitikimas su darbininkais, kurie patys pateikia informacija.

1.5. Turint žemėlapi pradedama ieškoti silpniausio grandis. Kadangi kiekvienas asmuo gali suvokti skirtingai, tokiu atveju siūloma naudoti 7 švaistymu (7 wastes) įrankių, kuris pateiktas žemiau esančioje lentelėje.



2 pav. Gamybos efektyvumo kelimo modelio II etapas.

Fig. 2. Raising production efficiency model II stage.

2.1. Bandoma panaikinti silpniausią grandį, suradę silpniausią grandį, pradedame generuoti idėjas, kaip panaikinti ją. Tam siūlomas proto šturmo (*Brain storming*) metodas, problemų sprendimų medis, Kaizen susitikimas.

2.2. Pasirenkame silpniausios grandies šalinimo įrankius. Tam tikslu yra sudaryta siūlomų įrankių matrica.

Lean įrankių pasirinkimo matrica

Problemos	Kanban	5S	Poka-Yoke	SMED	Cell manufacturing
Perprodukcija	A				
Laukimas	A			A	V
Transportavimas	V	Ž		Ž	A
Nereikalinga įranga		A			V
Nereikalingi judėjimai		V			A
Brokas	V		A		
Netinkamas procesas				V	A

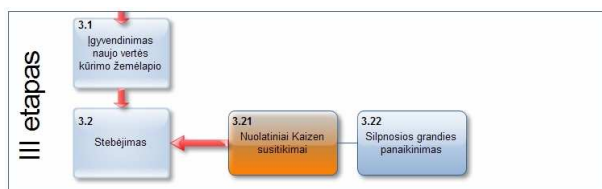
A - gaunamas aukštas rezultatas
Ž - gaunamas žemas rezultatas
V - gaunamas vidutinis rezultatas

3 pav. Lean įrankių pasirinkimo matrica.

Fig. 3. Lean tool selection matrix.

Ši matrica sudaryta remiantis pagrindiniais 7 švaistymo (7 wastes) principu. Pasirenkama problema ir šalia pažiūrime šios problemos siūloma sprendimo įrankių. Įrankiai reitinguojami pagal gaunamus rezultatus, tai galibūti: aukštas, vidutinis žemas.

2.3. Braižomas busimas vertės srauto kūrimo žemėlapis (*future value stream map*). Tam braižomas žemėlapis, kuriame yra nurodyti visi pakeitimai esamo žemėlapio, taip pat panaudoti įrankių ikonėlės.



4 pav. Gamybos efektyvumo kelimo modelio III etapas.

Fig. 4. Raising production efficiency model III stage.

3.1. Naujo vertės srauto žemėlapio įgyvendinimas (3 pav.). Šiame etape imamas veiksmas, kuriais yra įgyvendinamas naujas srauto žemėlapis.

3.2. Stebėjimas. Šioje stadijoje yra stebimas, kaip veikia naujai sukurtas srauto žemėlapis. Taip pat galimi pakeitimai diegimo pradžioje ar jau veikiančiame procese. Tam tikslui yra rengiamas Kaizen susitikimas, vėl generuojamos idėjos kuriame vyksta tobulinimasis.

Išvados

1. Atlikus kelių autorių literatūros analizę, paaiškėjo, kad siūlomi efektyvumo kelimo metodai yra neišsamiai pateikti. Taip pat siūloma efektyvumui kelti įrankių visu-

ma, tačiau nėra suprantamai pateikiama, kuriuo atveju ir kurį reikia pasirinkti.

2. Išnagrinėjus kitų autorių literatūrą, buvo sukurtas gamybos efektyvumo kelimo modelis, kuris yra pateikiamas nuosekliais įgyvendinimo etapais. Kiekviename etape yra pasiūlomi įrankiai, kurie galėtų būti panaudojami sprendžiant problemą.

3. Sudaryta Lean įrankių pasirinkimo matrica, kuri palengvina pasirinkti įrankį turint tam tikrą problemą.

Literatūra

- Quartermann, L.; Snyder, B. 2007. The strategies guide to value stream and process mapping: Genesis of manufacturing strategy, *Enna products corporation, USA*, 46–67.
- Rother, M.; Shook, J. 2008. Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda, *One Cambridge center: USA*, 3–7.
- Stevenson, W. 1990. Production/Operations management, *Rochester Institute of technology*, Boston: 190–200.
- Sakalas A.; Vanagas P.; Martinkus B.; Neverauskas B.; Prokopčiukas B.; Venskus R. Virvilaitė R. Ivaškienė A. 2000, *Pramonės įmonių vadyba*. Kauno technologijos universitetas, Kaunas: Technologija. 267 -270.

PRODUCTION EFFICIENCY MODEL DEVELOPMENT

A. Kubickas

Abstract

The present model of development of production efficiency, which can be easily understood and which are easy to use. Although the production models are innumerable. They can change more than a century. However, those who are adapted to the specific situation is not much. Therefore, the newly developed model can be adapted and implemented in any industrial undertaking. Examination of the literature by other authors, has been developed for lifting the efficiency of production model, which is placed in successive stages of implementation. Each stage is offered tools that can be used for solving the problem. It was also an evil tool of choice matrix, which facilitates the selection tool with a problem.

Keywords: production efficiency, production efficiency Raising taupioji manufacturing, Lean, Kanban, Kaizen, value stream map.