



VEIKSNIAI ĮTAKOJANTYS GAMYBOS PROCESŲ OPTIMIZAVIMĄ

Arvydas KAZLAUSKAS^{1*}, Juozas MERKEVIČIUS²

^{1,2}Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, Verslo vadybos fakultetas, Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, 10223, Vilnius, Lietuva

Gauta 2019 m. sausio 8 d., priimta 2019 m. vasario 9 d.

Santrauka. Gamybos procesų optimizavimas šiandien yra viena iš svarbiausių prielaidų tam, jog būtų galimai užtikrinti ne tik tinkamą atitinkamos organizacijos (veikiančios gamybos srityje) veiklą, bet taip pat ir garantuoti organizacijos veiklos našumą, padidinti efektyvumą, siekiant, kad organizacija tinkamai ir laiku reaguos į vykstančius pokyčius rinkose. Teorijoje galima aptikti pačių įvairiausių gamybos procesų optimizavimo metodų, tačiau jie, savaime suprantama, ne visada yra tinkami kiekvienai organizacijai. Kiekvienas ūkio subjektas, siekiantis tinkamai vykdyti gamybą, turi atsižvelgti ne tik į bendrojo (t. y. teorijoje nurodomus) metodus, bet taip pat ir į specifinę tokio ūkio subjekto padėtį. Tai ir yra pagrindinė išvada, kurią lemia šiame straipsnyje apžvelgiami metodai bei su jais susijusi literatūra.

Reikšminiai žodžiai: gamyba, optimizavimas, procesai, efektyvumas, vadyba, metodologija.

Įvadas

Gamybos sektorius yra vienas iš tų, kurie turi gana didelę reikšmę atitinkamos valstybės ūkio sektoriui, ekonomikai ir apskritai visam valstybės vystymuisi. Būtent gamybos sektorius dažniausiai sudaro didžiausią bendrojo vidaus produkto dalį, taip pat sukuria didelį kiekį darbo vietų, garantuoja informacinių technologijų ir inovatyvių sprendimų plėtrą.

Dėl šios priežasties yra būtina, kad būtų garantuotas tinkamas gamybos sektoriaus augimas, užtikrinamas efektyvus gamybos procesų valdymas, gamybos veikloje taikomi patys naujausi ir inovatyviausi gamybos metodai, siekiant padidinti ne tik gamybos procesų našumą, bet taip pat ir sumažinti susijusias sąnaudas. Atliekamo mokslinio **tyrimo objektas** yra gamybos procesų optimizavimo metodai.

Šio straipsnio pagrindiniai **uždaviniai** yra: 1) išanalizuoti mokslinę literatūrą optimizavimo procesų gamybinėse įmonėse tematika; 2) remiantis išnagrinėta moksline literatūra, pasiūlyti teorinį gamybos optimizavimo bei pokyčių valdymo modelį.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, teorinis modeliavimas.

Tai, kad tam tikra dalis įmonių, veikiančių gamybos srityje, neužtikrina tinkamo gamybos procesų optimizavimo lygio, lemia šiame straipsnyje nagrinėjamą problemą – ūkio subjektai, savo veikloje siekdami padidinti gaunamas pajamas bei sumažinti gamybai skirtas sąnaudas, taiko nepakankami gerus (tų konkrečių ūkio subjektų specifikos neatitinkančius) gamybos organizavimo metodus. Tai lemia, kad gamyba yra nepakankamai naši, ūkio subjektai patiria didesnes sąnaudas nei galėtų, todėl patiria papildomų išlaidų, tokiu būdu sumažėja ir jų gaunamos pajamos. Tai skatina ieškoti būdų bei sprendimų, kaip būtų galima padidinti gamybos procesų našumą ir efektyvumą (t. y. kaip būtų galima optimizuoti šiuos procesus).

Kalbant apie tai, kaip gamybos procesų optimizavimas yra analizuotas mokslinėje literatūroje, pažymėtina, jog šį aspektą įvairiuose darbuose yra vertinę bei aprašę daugelis Lietuvos ir užsienio mokslo autorių. Iš lietuvių autorių paminėtini A. Žvirblis, A. Ignatas (2013), J. Tilindis (2006), A. Sakalas ir kiti (2000) B. Jančiauskas ir kiti (2012), B. Martinkus ir kiti (2000), M. Jurevičius, A. Kilikevičius (2015) tuo tarpu užsienio literatūroje šią problematiką, be kita ko, nagrinėjo Ph.

*Autorius susirašinėti. El. paštas arvydas.kazlauskas@vgtu.stud.lt

Kotler, K. Keller, B. Viscolani ir daugelis kitų. Tai reiškia, kad mokslinio tyrimo kontekste ši tema nėra nauja, ji analizuota daugybę kartų ir įvairiais aspektais, o tai lemia, kad šiame straipsnyje pateikiama analizė neturėtų būti laikoma visiškai nauja. Nepaisant to, nėra jokių abejonų, kad šiame straipsnyje pateikiamas apibendrinimas bent tam tikra dalimi prisidės prie gamybos procesų optimizavimo metodų tyrinėjimų ir leis ūkio subjektams (vadovaujantis šioje analizėje pateikta informacija) pagerinti taikomus metodus bei tokiu būdu padidinti vykdomų gamybos procesų našumą.

Atsižvelgiant į literatūroje pateikiamas nuomones ir vertinimus, numatoma tokia šio tyrimo *hipotezė*: organizacijai siekiant sėkmingai taikyti gamybos procesų optimizavimo metodus, rekomenduotina atsižvelgti ne tik į teorijoje nurodomus standartinius postulatus, bet kartu tinkamai įvertinti ir savo veikloje vykdomą gamybos procesą, tinkamai identifikuoti veiksnius, lemiančius, kad gamybos procesai nėra tinkami, neužtikrina maksimalaus efektyvumo (tiek kaštų suvaldymo, tiek ir pajamų gavimo prasme).

Nepaisant to, kad, kaip minėta, įvairūs tiek Lietuvos, tiek ir užsienio autoriai jau yra nagrinėję šią temą (tiek gamybos, tiek ir kitų sričių atžvilgiu), nėra abejonės, jog šiame straipsnyje pateikiamos išvalgos turėtų prisidėti prie išsamesnės aptariamų tematikos analizės (tiek teoriniu, tiek ir praktiniu atžvilgiais). Pažymėtina, jog dėl ribotos šio darbo apimties, deja, nėra galimybės pateikti išsamios gamybos procesų optimizavimo metodų apžvalgos, tačiau tikimasi, kad šis darbas bus tam tikras indėlis į su jame aptariama tema susijusią diskusiją.

Tyrimo rezultatai

Mokslinėje literatūroje, analizuojant gamybos procesų optimizavimo metodus, visų pirma, būtina nustatyti kriterijus, kuriais vadovaujantis būtų galima įvertinti, ar atitinkamas gamybos procesas yra optimizuotas, ar ne. Kitaip tariant, būtina numatyti kriterijus, kuriais vadovaujantis būtų galima spręsti dėl to, ar organizacijos vykdomas atitinkamas gamybos procesas laikytinas efektyviu ir našiu ar ne.

Priešingu atveju (t. y. jeigu nebus numatyti kriterijai arba šių kriterijų sistema), gali būti sudaromos prielaidos situacijai, kai konkreti organizacija, nors ir taiko tam tikras gamybos proceso optimizavimo priemones, tačiau jos nepasiekia savo tikslo ir (atitinkamai) neužtikrina efektyvesnės ir našesnės gamybos. Tai yra viena iš pagrindinių prielaidų, siekiant garantuoti tinkamą ir sklandų gamybos procesų optimizavimą.

Tačiau ne mažiau svarbu ir tai, kokią metodologiją pasirenka organizacija, norėdama optimizuoti vykdomus gamybos procesus. Tai svarbu tuo aspektu, jog kiekvienas iš metodų iš esmės gali lemti vis kitus su gamybos procesu susijusius rezultatus. Dėl šios priežasties yra būtina, kad organizacija, sprenddama dėl tinkamiausio jai gamybos proceso optimizavimo metodo, tinkamai identifikuotų, kuris iš jų yra tinkamiausias konkrečiu (t. y. šios organizacijos) atveju.

Kaip nurodoma šį aspektą nagrinėjančioje literatūroje, tam, jog taikomi metodai būtų sėkmingi, visų pirma turi būti:

- „atsižvelgiama į bendrosios ir artimosios aplinkos veiksnių poveikį tvariai įmonės plėtrai (tam turi būti atliekama jų analizė ir kompleksinis vertinimas);
- kryptingai panaudojami vidiniai ištekliai ir gebėjimai, vertinamos konkrečios įmonės galimybės, didinamas įmonės konkurencinis potencialas (taigi aktualu jį vertinti ir palyginti su konkurentų);
- sprendžiamos diversifikacijos problemos, valdomas prekių (paslaugų) konkurencingumas (jo įvertinimas išlieka aktualia problema);
- prognozuojami pardavimai, optimizuojamos valdymo sąnaudos (tam reikalinga atitinkama metodika);
- formuojama adekvati eksporto strategija, įvertinant konkurenciją rinkoje ir koncentraciją; – suformuojama adekvati marketingo organizacinė struktūra (turi būti analizuojamas jos efektyvumas);
- atliekamas strateginių sprendimų alternatyvų vertinimas ir analitiškai pagrindžiami efektyviausi pagal adekvačius situacijai kriterijus sprendimai (A.Žvirblis, 2013).

Kitaip tariant, gamybos procesų optimizavimas negali būti tik vieno konkretaus segmento (šiuo atveju – gamybos) proceso tyrimas ir šio proceso modifikacijos. Žvelgiant bendriausiu požiūriu gamybos procesų optimizavimas privalo užtikrinti visos organizacijos sėkmingą veikimą, t. y. padėti organizacijai vykdyti savo veiklą ne tik gamybiniu, bet taip pat ir visos organizacijos plėtros, strategijos įgyvendinimo požiūriu.

Kitaip tariant, gamybos procesų optimizavimas negali būti vien tik atskiras ir nuo visos organizacijos veiklos diversifikuotas organizacijos veiksmas – gamybos procesų optimizavimas privalo tapti natūralia ir visiškai į organizacijos veiklą integruota dalimi, prisidedančia prie visos organizacijos veiklos pagerinimo.

Būtent dėl šios priežasties, kaip nurodoma literatūroje, siekiant tinkamai suprasti, kaip gamybos proceso optimizavimo metodai įsilieja į visos organizacijos strategiją, organizacijos vadovybė turėtų atsakyti į šiuos klausimus (Hunt, 1996):

„Ar suvokiate organizacijoje vykstančius procesus?

Ar yra nustatyti atitinkami procesų subtiksiai?

Ar procesų įvykdymas yra valdomas?

Ar kiekvienam procesui yra paskirti pakankami resursai?

Ar yra valdomi trukdžiai tarp procesų žingsnių.

Kartu Literatūroje pažymima (Bradi et al, 1998) kad sprendžiant dėl to, kokie konkretūs segmentai turi būti „paliečiami“ gamybos procesų optimizavimo srityje, dažniausiai dėmesys kreipiamas į šiuos aspektus:

į minimalų viso gamybos proceso užbaigimo laiką;

į minimalų viso gamybos proceso vėlavimą nuo nustatyto užbaigimo laiko;

į minimalias sąnaudas ir išlaidas;

į maksimalų pelną;

į optimalų procesorių panaudojimą; ir

į kompleksinius kriterijus.

Kita vertus, kartu atkreiptinas dėmesys į tai, jog literatūroje (aukščiau nurodytų kriterijų pagrindu) pateikiami ir konkretūs organizacijoms skirti gamybos procesų optimizavimo metodai, kurių pagrindu organizacijos turi galimybę sumažinti gamybos procese patiriamas sąnaudas, padidinti gaunamas pajamas ir tokiu būdu garantuoti didesnę gamybos našumą.

Šiuo atveju „efektyvumo vertinimas plačiąja prasme gali būti suprantamas įmonės išteklių (plačiau – įeigų (angl. inputs)) transformavimo į tam tikrą išėigą (angl. outputs) atskirų sprendimų ir veiksmų (angl. Decision Making Unit – DMU) kontekste“ (Žvirblis, 2013). Kitaip tariant, sprendama dėl konkretaus gamybos proceso optimizavimo, atitinkama organizacija, visų pirma, turi tiksliai identifikuoti patiriamas sąnaudas ir gaunamas pajamas. Tik tokiu būdu (modeliuodama gamybą pagal atskirus metodus) organizacija turės galimybę pasinaudoti gamybos procesų optimizavimo metodų teikiama nauda.

Literatūroje galima aptikti pačių įvairiausių gamybos proceso optimizavimo metodų. Jie, kaip jau buvo minėta, turi būti taikomi atsižvelgiant į visą organizacijos veiklos pobūdį, taip pat tinkamai įvertinus ir tai, kaip šie metodai derės visoje organizacijos strategijoje (t. y. šie metodai turi tapti integralia visos organizacijos dalimi).

Žemiau trumpai aptariami kai kurie gamybos procesų optimizavimo metodai, kurie gali būti pagrindu atitinkamose organizacijose inicijuoti pakeitimus, reikalingus norint padidinti gamybos efektyvumą ir tokiu būdu šiuos gamybos procesus optimizuoti. Pažymėtina, jog čia aptariamų metodų sąrašas (dėl ribotos darbo apimties) nėra baigtinis, todėl išsamesnei jų analizei reikėtų atlikti išsamesnę tyrimą.

Vienas iš plačiai taikomų gamybos procesų optimizavimo būdų yra „just in time“ metodas, pagal kurį siekiama, kad medžiagos arba atitinkamas gaminys į reikiamą gamybos vietą būtų pristatytas tiksliai tuo metu, kai to reikia. Anot autorių, būtent šis metodas (kurio pagalba galima tinkamai ir tiksliai suplanuoti gamybos procesą bei šio plano pagrindu užtikrinti tinkamą ir sėkmingą bei savalaikį gamybos procesą (Agrawal A, 2000).

Kitas (taip pat dažnai taikomas) gamybos procesų optimizavimo metodas yra scenarijų metodas, pagal kurį siekiama įvertinti galimus išorinės aplinkos situacijos pokyčius, verslo subjekto strategijų alternatyvas, strategijų suderinamumą su organizacijos išgalėmis galimiems variantams nustatyti (A.Žvirblis, 2013). Tai reiškia, kad pasirinkdama šį metodą, organizacija privalo numatyti maksimalų kiekį scenarijų (kad galėtų tinkamai prisitaikyti prie kintančių sąlygų).

Dar vienas iš metodų, kuris yra gana plačiai paplitęs, yra analitinės hierarchijos procesas (AHP), pagal kurį matematinių skaičiavimų pagalba identifikuojama porinio lyginimo matricų sistema ir tokiu būdu pagal tikrąjį vektorių leidžiama sugeneruoti tikrąsias ir apytiksles reikšmes (Saaty, 2001).

Tačiau bene išsamiausias metodas, manytina, yra daugiakriteris vertinimo metodas, kuris aprėpia „funkcinius ir santykinus modelius, kurių taikymas <...> reikalauja ir atitinkamos informacijos, o vertinimo sąlygos gali būti apibūdinamos kaip determinuotos arba nedeterminuotos“ (Žvirblis, 2013). Taigi, būtent šio metodo pagrindu tikslinga atlikti kompleksinį atitinkamos organizacijos vykdomą gamybos procesą ir tokiu būdu (kartu integravus ir kitus metodus) garantuoti, kad gamybos procesas iš tiesų pasieks nustatytus efektyvumo rodiklius.

Procesų optimizavimas plačiąja prasme yra mokslo sritis, kurios tikslas taip parinkti gamybos operacijas ir jų technologinius parametrus, kad su mažiausiomis sąnaudomis būtų pasiektas maksimalus rezultatas ir didžiausias gamybos efektyvumas. Gamybos procesų optimizavimas – vienas iš svarbiausių gamybos valdymo įrankių. Įmonėje jį būtina vykdyti nuolat. Optimali gamybos procesų struktūra formuojama, pirmiausia, remiantis gamybine įmonės struktūra, kurią sąlygoja gamybos technologija ir atvirkščiai. Aktyviose sistemose labai svarbu, kad sistemos struktūra atitiktų jos tikslus. Tai reiškia, kad gamybos padaliniai turi būti sudaryti aiškiai suformuotoms gamybos funkcijoms arba operacijoms atlikti. Rajunčiūtė (2017) ištyrė atsargų arba gamybos sistemos aprūpinimo grandies valdymo procesus ir pasiūlė modelį jų

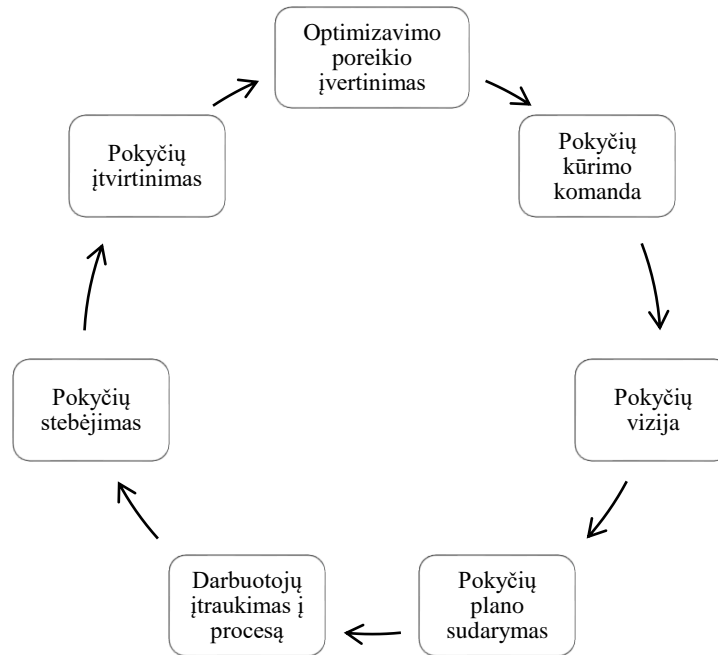
optimizavimui pereinant prie gamybos pagal poreikį sistemos. Tirdamas detalių rankinio surinkimo procesą ir modeliudamas jo parametrus Tilindis (2016) įrodė, kad sudėtingo rankinio surinkimo proceso našumas didėja jį skaidant į tam tikrą (optimalų), paprastesnių procesų skaičių.

Atsargų (žaliavų, pagrindinių medžiagų, pagalbinių medžiagų, pusgaminių, komplektuojamųjų gaminių, gamybos aptarnavimo atsargų, nebaigtų gaminių, gatavos produkcijos, prekių perpardavimui ir ūkinės paskirties atsargų paskirtis – keičiant savo būvį ir vietą perkelti savo vertę į naują gaminį. Pagrindiniai atsargų valdymo metodai yra ekonomišką užsakymo kiekio (angl. Economic Order Quantity, EOQ) metodika, optimalaus užsakymo taško metodika (angl. Re-Order Point, ROP), tiekimo tiksliai laiku (angl. Just In Time, JIT) metodika, ABC analizė arba selektyvus atsargų valdymas, optimalaus draustinių atsargų kiekio modelis, produkto sandaros, tiekimo struktūros ir poreikio perkėlimo diferenciacijos taškų metodas. Šie metodai vertinami ir pasirenkami atliekant mokslinės literatūros, įmonės interviu, anketavimą, dokumentacijos analizę ir praktiškai apskaičiuojant metodo efektyvumo rodiklius: prarastus pardavimus, investicijų į atsargas grąžą, atsargų apyvartumą, nelikvidžių atsargų sumą. Gauti duomenys naudojami sudarant procesų optimizavimo modelius (Rajunčiūtė, 2017). Ekonomišką užsakymo kiekio metodika yra skirta nustatyti optimalų užsakymo kiekį įvertinant pirkimo, sandėliavimo ir galimų trūkumų kaštus. Ši atsargų valdymo metodika leidžia užtikrinti stabilų atsargų papildymą, išvengti žaliavų trūkumų ir priverstinio gamybos stabdymo, geriau patenkinti klientų poreikius. Ji tinka smulkaus verslo įmonėms. Tačiau šis metodas paremtas stabilium komponentų poreikiu, jo skaičiavimo metodika yra sudėtinga, metodas neleidžia įvertinti sezoniskumo ir kitų poreikių nuokrypių. Visa tai daro metodą nelanksčiu ir sunkiai pritaikomu nemasinėje gamyboje. Optimalaus užsakymo taško metodika remiasi prielaida, kad, pasiekus tam tikrą, iš anksto nustatytą atsargų lygį, yra formuojamas naujas užsakymas žaliavoms ar komponentams užsakyti. Šia metodika negalima nustatyti kokio dydžio užsakymas turi būti pateiktas. Todėl dažnai ekonomišką užsakymo kiekio ir optimalaus užsakymo taško metodikos taikomos kartu. Tiekimo tiksliai laiku metodas paremtas principu, kad tiekiamą tik tiek žaliavų, kiek reikia gamybos procesų poreikiui patenkinti, ir tik tada, kai tas poreikis yra. Tiekimo tiksliai laiku sistema yra integruota tiekimo grandinės ir gamybos procesų valdymo sistema. Ji yra pažangesnė ir lankstesnė už ankstesniasias. Tačiau, kad būtų galima sėkmingai taikyti šią metodiką, būtina užtikrinti tokias fundamentalias dedamąsias, kaip lankstūs ištekliai (daugiau nei vienas tiekėjas), patikimi tiekėjai, stabili gamyba, aukšta žaliavų/komponentų ir gatavos produkcijos kokybė, griežta disciplina ir nuolatinis tobulėjimas (Russell and Taylor, 2011). ABC analizės metodika leidžia nustatyti atsargų reikšmingumą visiems su atsargų valdymu susijusiems kaštams, identifikuoti atsargų grupes, kurioms reikia taikyti skirtingas atsargų valdymo metodikas bei kontrolę (Chen, Li, Liu, 2008). Didžiausias šio modelio pranašumas tai, kad jis apima ir tiesinio, ir netiesinio programavimo modelius. Taikant atitinkamą programinę įrangą, tapo įmanoma suskirstyti atsargas pagal sezoniskumą, planuojamą poreikį ir kitus kriterijus. Optimalaus draustinių atsargų kiekio modelis taikomas papildomoms atsargoms, kurios leistų sumažinti atsargų trūkumų riziką numatyti. Standartinis optimalaus draustinių atsargų kiekio modelio vidutinė paklaida – 30 % žemiau draustinių atsargų ir 10 % žemiau gaminių svarbumo lygio negu užsibrėžtas tikslas. Todėl tyrėjai šį modelį kritikuoja ir tobulina ieškodami efektyvesnių draustinių atsargų skaičiavimo būdų (Prak, Teunter, Syntetos, 2016). Produkto sandaros, tiekimo struktūros ir poreikio perkėlimo diferenciacijos taškų metodas padalina produkto vertės grandinę į kelias taupias ir lanksčias sistemas. Taupios sistemos savaime kuria procesus, veikiančius pagal traukimo principą, o lanksčios sistemos užtikrina, kad kiekviena šių sistemų dedamoji išliktų lanksti ir lengvai prisitaikanti. Tačiau iki šiol neaišku, ar nustačius kelis diferenciacijos taškus tarp jų atsiranda koks nors ryšys (Calle et al., 2016). Optimizavus atsargų valdymo procesus galima pereiti prie produktų gamybos – pagrindinio gamybos proceso.

Produktų gamybos etape gamybos procesų optimizavimui taikomi penkių principų (angl. 5S), tiekimo tiksliai laiku (angl. JIT), greito įrenginių perderinimo (SMED) metodai. 5S metodas apima 5 universalius gamybos organizacijos arba susitvarkymo principus: 1S) skirstymas (jp. Seiri), t.y. nereikalingų daiktų pašalinimas iš gamybos aplinkos; 2S) supaprastinimas (jp. Seiton), t.y. daiktų ekonomišką ir ergonomišką išdėstymą aplinkoje; 3S) spindėjimas (jp. Seiso), t.y. sistemingas gamybinės aplinkos tvarkymas; 4S) standartizavimas (jp. Seiketsu), t.y. gamybinės aplinkos tvarkymo sistemos sukūrimas, 5S) savikontrolė (jp. Shitsuke), kuri atliekama periodiškai pasitikrinant, kaip laikomasi nustatytų standartų. Jeigu šių principų nesilaikoma, 5S neveikia (Michalska and Szewieczek, 2007). Nuo šio metodo pradėdama gamybos organizacija. Nors gamyboje tvarka būtina, 5S yra tik vienas iš galimų metodų, kuris gali palengvinti perėjimą prie organizuotos tvarkos ir sumažinti iššvaistymų laiką gamybos procese. Jis efektyvesnis ten, kur gamyboje dominuoja rankų darbas. Tiekimo tiksliai laiku metodas leidžia supaprastinti žaliavų ir detalių srautus. Taikant JIT metodiką sukuriama nepertraukiamas vieno vieneto srautas, kur medžiagos nuosekliai pereina nuo vieno technologinio proceso prie kito. Toks metodas leidžia sumažinti laiko nuostolius ir darbo sąnaudas bei padidinti gamybos procesų efektyvumą. Šis metodas sėkmingai diegiamas serijinėje gamyboje, kur egzistuoja standartiniai gamybos ciklai, o vienetinės gamybos greitas įrenginių perderinimas. Automatizuotuose gamybos procesuose racionaliai derinant kelis metodus pasiekiami aukščiausi gamybos efektyvumo rodikliai (Panasiuk, 2011).

Kita svarbi gamybos procesų optimizavimo sudėtinių dalių yra darbo organizavimas – darbuotojų kiekinės, profesinės ir kvalifikacinės struktūros optimizavimas gamybos padaliniuose ir visoje gamyboje. Atributiniu požiūriu optimali darbo organizacija yra tokia darbo proceso struktūra, žmonių tarpusavio sąveika gamybos procese ir žmonių sąveika su įrengimais ir darbo objektais, kuri skatina darbinį aktyvumą ir tuo užtikrina optimalius gamybos procesus tiek socialiniu, tiek ekonominiu požiūriu. Funkciniu požiūriu optimali darbo organizacija yra tokios darbo procesų struktūros sudarymas (naujiems gamybos procesams) arba darbo organizacijos keitimas, gerinimas ar optimizavimas (esamiems darbo ir gamybos procesams), kuris skatina darbinį aktyvumą ir tuo užtikrina optimalius gamybos procesus. Pagrindinis optimalios darbo procesų struktūros formavimo metodas yra darbo pasidalijimo optimizavimas, profesinis orientavimas (profesinė atranka) ir profesinis rengimas. Padalinių ir atskirų darbuotojų sąveika, jų tikslai optimaliu darbo kooperavimu suderinami bendriems įmonės tikslams pasiekti. Žmonių sąveika su darbo priemonėmis ir objektais optimizuojama darbo vietų organizavimu ir darbo metodais. Ieškant tobuliausio darbo organizacijos varianto būtina atsižvelgti į kiekvieno žmogaus fizinius, socialinius ir ekonominius poreikius, formuojančius darbo motyvus. Pagrindiniai darbo proceso optimizavimo kriterijai – socialinis asmenybės kriterijus ir ekonominis kriterijus. Tik parinkus optimalius variantus pagal asmenybės kriterijų, darbo organizacija tiriama pagal ekonominius kriterijus. Kiekybinis optimizavimas reikalingas metrologijos, darbo laiko sąnaudų tyrimo bei normavimo metodų taikymui. Darbo organizavimo optimizavimo uždaviniai sprendžiami pagal sudedamąsias darbo organizavimo dalis, remiantis mokslinė literatūra ir tyrimų duomenimis (Vanagas, 2008; Vilkytė-Žemaitaitienė, 2013). Zakarevičius (2018) apibendrinamas mokslinę modernių organizacijų analizę konstatavo, kad „moderni šių dienų organizacija turi būti besivystanti, besimokanti, socialiai atsakinga, antrepreneriška, vartotojų poreikius bei lūkesčius tenkinanti, socialinę saugą garantuojanti ir struktūriškai mobili <...> Modernia tapti geresnes galimybes turi ta organizacija, kurioje dirba išsimokslinę, nuolat besitobulinantys, imlūs naujovėms darbuotojai“.

Šiandieną gamybos sistemos valdymas ir gamybos procesų optimizavimas neįsivaizduojamas be elektroninių gamybos priemonių. Jos skirstomos į elektronines gamybos produkto kūrimo, gamybos procesų, kitų gamybos sistemos procesų ir informacines. Elektroninės gamybos produktų kūrimo ir valdymo priemonės yra CAD (angl. Computer-aided design), GT (angl. Group technology), CAE (angl. Computer-aided engineering), CPC (angl. Collaborative product), PDM (angl. Product data management), PLM (angl. Product lifecycle) ir produkto formavimas pagal vartotojo poreikius (angl. Product configuration). Elektroninės gamybos procesų valdymo priemonės yra kompiuteriais valdomos mašinos CNC (angl. Computer numerically controlled machines), konvejeriai (angl. Conveyors), automatiniai transporteriai AGV (angl. Automatic guided vehicle path), automatinės sandėliavimo sistemos ASRS (angl. Automated storage and retrieval system), lanksčios gamybos sistemos FMS (angl. Flexible manufacturing systems), robotai (angl. Robotics), automatinių procesų kontrolė (angl. Process Control), kompiuterizuotos-automatizuotos gamybos sistemos valdymo centre, cechuose ir kituose gamybos padaliniuose CIM (angl. Computer-integrated Automated manufacturing systems, Cells and centers, Multiple factory sites and suppliers). Elektroninės kitų gamybos sistemos procesų priemonės yra STEP (angl. Standard for exchange of product model data, ISO 10303), CAD/CAM (angl. Computer-aided design and manufacture), CAPP (angl. Computer aided process planning), elektroninis tiekimas ir prekyba (angl. Sourcing and E-procurement). Gamyboje naudojamos informacinės technologijos yra verslas-verslui B2B (angl. Business- to-business), verslas-vartotojui B2C (angl. Business -to-consumer), barkodai (angl. Bar codes) ir radijo dažnio barkodų skaitytuvai RFID (angl. Radio frequency identification tags), elektroniniai duomenų mainai EDI (angl. Electronic data exchange), programavimo kalba XML (angl. Extensible markup language), įmonių išteklių programinė įranga ERP (angl. Enterprise resource Software), tiekimo grandinės programinė įranga SCM (angl. Supply chain Software), komunikacijos su vartotojais programinė įranga CRM (angl. Customer relationship Software), sprendimų priėmimo programinė įranga DSS (angl. Decision support systems), ekspertų sistema ES (angl. Expert systems), dirbtinis intelektas AI (angl. Artificial intelligence), internetas (angl. Internet), intranetas (angl. Intranet) ir ekstranetas (angl. Extranet). Šios priemonės įgalina spartinti ir optimizuoti gamybos procesus, dalintis informacija, kelti gamybos efektyvumą ir vystyti ekonomiką.



1 paveikslas. Teorinis gamybos optimizavimo ir pokyčių valdymo modelis gamybos įmonėms (Sudaryta autoriaus).

Atsižvelgiant į mokslinės literatūros analizės rezultatus, ir tai kad kiekvienas optimizavimas iššaukia daug pokyčių įmonėje, yra siūlomas teorinis gamybos optimizavimo, pokyčių valdymo modelis, gamybos įmonėms. Jo tikslas būtų, išvengti klaidų vykdant optimizavimo procesus gamybos įmonėse.

Gamybos įmonėse pokyčiai dažniausiai yra fizinės transformacijos, todėl labai svarbu įsivertinti optimizavimo poreikį ir būsimą jo naudą, nes kai kuriais atvejais tai gali būti labai didelės investicijos, o gaunama nauda santykinai maža.

Patys efektyviausi optimizavimo principai būtų: susijusių procesų išdėstymas vienas šalia kito, procedūrų standartizavimas, bet kokių švaistymų eliminavimas ir bendro tempo nustatymas.

Šiame etape yra labai svarbu išmatuoti esamą padėtį (nustatyti švaistymus ir visas tobulinimo galimybes), kad po atliktų pakeitimų, atlikus matavimus, būtų galima įsivertinti naudą kurią gavome. Šio etapo pagrindinė esmė yra optimizavimo poreikio suvokimas. Šis žingsnis yra vienas esminių visame procese, nes tik suvokus tobulinimo poreikį, įmanomas efektyvus pokyčių diegimas.

Sekančiame etape, priklausomai nuo optimizavimo apimties, reikia suburti žmonių komandą. Jie turėtų turėti pakankamai žinių ir būti kompetetingi atlikti visus pakeitimus. Jų pagrindinė funkcija - viso proceso priežiūra, planavimas ir vykdymas.

Pokyčių vizija reikalinga tam, kad būtų aiškūs optimizavimo tikslai ir ko įmonė siekia pradėdama šį procesą.

Norėdami, kad visas procesas vyktų sklandžiai, turi būti sudaromas planas. Plano esmė yra apsibrėžti žingsnius kas ir po ko bus vygdoma tikslui pasiekti ir paskirstomi darbai kas už ką bus atsakingi. Taip pat yra labai svarbu apsibrėžti laiką per kurį bus planas įgyvendinamas.

Kitas labai svarbus žingsnis yra darbuotojų įtraukimas į procesą. Būtent darbuotojai būna geriausiai susipažinę su visais gamyboje vykstančiais procesais ir jie gali smarkiai prisidėti identifikuojant proceso neefektyvumo priežastis. Nors gali būti ir taip, kad keičiant procesą iš esmės, gali prireikti organizuoti specialius mokymus darbuotojams.

Sėkmingai įvykdžius visą procesą, svarbu yra pamatuoti gautus rezultatus, kad žinotume kokią pridėtinę vertę sukūrė atliktas pakeitimas. Geri rezultatai galėtų būti puikiai motyvacija imtis naujų procesų tobulinimui.

Paskutinis etapas yra viso proceso įtvirtinimas, kad viskas vyktų taip kaip buvo suplanuota. Patobulintas procesas turi būti standartizuojamas pagal įmonėje galiojančias taisykles.

Apibendrinant vertėtų pažymėti, kad optimizavimo pokyčių modelis gali būti pritaikomas šiuolaikinėse organizacijose, kuriose optimizavimo procesai vyksta nuolat ir dažniausiai greitai. Siekiant nuolatinio kokybės gerinimo, pokyčių procesas taip pat turi būti nuolatinis, pasikartojantis ciklais.

Išvados

Mokslinėje literatūroje plačiai analizuojami optimizavimo metodai gamybinėse įmonėse. Sprendžiant dėl to, kokie konkretūs segmentai turi būti nagrinėjami gamybos procesų optimizavimo srityje, dažniausiai dėmesys kreipiamas į šiuos aspektus:

- 1) į minimalų viso gamybos proceso užbaigimo laiką;
- 2) į minimalų viso gamybos proceso vėlavimą nuo nustatyto užbaigimo laiko;
- 3) į minimalias sąnaudas ir išlaidas;
- 4) į maksimalų pelną;
- 5) į optimalų procesorių panaudojimą; ir
- 6) į kompleksinius kriterijus.

Spręsdama dėl konkretaus gamybos proceso optimizavimo, atitinkama organizacija, visų pirma, turi tiksliai identifikuoti patiriamas sąnaudas ir gaunamas pajamas. Tik tokiu būdu (modeliuodama gamybą pagal atskirus metodus) organizacija turės galimybę pasinaudoti gamybos procesų optimizavimo metodų teikiama nauda.

Gamybos procesų optimizavimas privalo užtikrinti visos organizacijos sėkmingą veikimą, t. y. padėti organizacijai vykdyti savo veiklą ne tik gamybiniu, bet taip pat ir visos organizacijos plėtros, strategijos įgyvendinimo požiūriu. Kitaip tariant, gamybos procesų optimizavimas negali būti vien tik atskiras ir nuo visos organizacijos veiklos diversifikuotas organizacijos veiksmas – gamybos procesų optimizavimas privalo tapti natūralia ir visiškai į organizacijos veiklą integruota dalimi, prisidedančia prie visos organizacijos veiklos pagerinimo.

Analizuojant gamybos procesų optimizavimo metodus, visų pirma, būtina nustatyti kriterijus, kuriais vadovaujantis būtų galima įvertinti, ar atitinkamas gamybos procesas yra optimizuotas, ar ne. Būtina numatyti kriterijus, kuriais vadovaujantis būtų galima spręsti dėl to, ar organizacijos vykdomas atitinkamas gamybos procesas laikytinas efektyviu ir našiu ar ne.

Straipsnyje pasiūlytas Teorinis gamybos optimizavimo ir pokyčių valdymo modelis gamybos įmonėms, Jis gali būti naudojamas gamybos įmonėse, kurios siekia geriau valdyti problemas išskylančias vykdant optimizavimo procesus. Šis modelis yra patogus naudoti, nes aiškiai išdėstoma kokie žingsniai turi būti atlikti kiekviename optimizavimo proceso etape.

Kadangi pateikiamas teorinis modelis yra uždaros formos, tai reiškia kad užbaigus vieną optimizavimo procesą, reikia imtis naujo. Taigi šio modelio esmė yra, kad gamybos įmonė ir optimizavimas yra neatsiejami dalykai ir optimizavimo procesai turi vykti nuolatos.

Efektyviausi yra sisteminiai gamybos procesų optimizavimo metodai, tokie kaip standartizavimas, kokybės sistemos, apribojimų teorija ir LEAN metodika, kurie apima ne vieną, o visą eilę elementariųjų metodų.

Šiuolaikinėje nuolat besikeičiančioje verslo aplinkoje išlaikyti įmonės konkurencingumą sudėtinga, todėl būtina optimizuoti kiekvieną gamybos etapą ir tam išnaudoti visą esamą mokslo ir technologijų potencialą.

Literatūra

- Agrawal A., Minis I., Nagi R. (2000) Cycle time reduction by improved MRP – based production planning. *International Journal of Production Research*, 38(18), 4823 – 4841.
- Anwar M. F., Nagi R. (1998) Integrated lot-sizing and scheduling for just-in-time production of complex assemblies with finite set-ups. *International Journal of Production Research*, 35(5), 1447 – 1470. <https://doi.org/10.1080/002075497195416>
- Badri M.A., Davis D.L., Davis D.F., Hollingsworth J. (1998) A multi-objective course scheduling model: combining faculty preferences for courses and times. *Computers & Operations Research*, 25(4), 303-316.
- Calle, M., Gonzáles P.L., Leon, J.M., Pierreval, H., Canca D. (2016). Integrated management of inventory and production systems based on floating decoupling point and real-time information: A simulation based analysis. *International Journal of Production Economics*, 181, Part A, 48-57.
- Chen, Y., Li, K.W., Liu, S.-F. (2008). A comparative study on multicriteria ABC analysis in inventory management. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Singapore.
- Hobbs, D. P. (2003) *Lean Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*. Florida: J. Ross Publishing.
- Hunt, V. D. (1996). *Process Mapping: How to Reengineer Your Business Processes*. Canada: John Wiley & Sons.
- Jančiauskas B., Maceika A., Strazdas R., Toločka E., Zabelavičienė I. (2012) *Pramonės įmonių valdymas: planavimas, organizavimas, vadovavimas*: mokomoji knyga; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius : Technika
- Jasti, N.V.K., Kodali, R. (2016) Development of a framework for LEAN production system: An integrative approach. *Proceedings*

of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. 230(1). doi/10.1177/0954405415596141.

- Jurevičius M., Kilikevičius A. (2015) Gamybos technologijos: metodiniai nurodymai ir laboratorinių darbų aprašai: mokomoji knyga Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius : Technika, 2015.
- Kim K.H., Moon K.C. Berth (2003) Scheduling by simulated annealing. *Transportation research*, 37(Part B), 541-560.
- Martinkus, B.; Vaičiūnas, G.; Venskus, R. (2000) *Gamybos vadyba*. Šiauliai.
- Michalska, J., Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), 211-214 p.
- Panasiuk I. 2011. *Laivo korpuso detalių gamybos optimizavimas*. Laivų projektavimo ir statybos magistrantūros studijų programos magistro baigiamasis darbas. Klaipėda: Klaipėdos universitetas.
- Prak, D., Teunter, R., Syntetos, A. (2016). On the calculation of safety stocks when demand is forecasted. *European Journal of Operational Research*, 256(2) 454-461.
- Rajunčiūtė R. (2017) *Atsargų valdymo optimizavimas pereinant nuo masinės gamybos prie gamybos pagal poreikį*. Magistro darbas. Kaunas: Kauno technologijos universitetas.
- Russell, R.S., Taylor, B.W. (2011) *Operations Management Creating Value Along the Supply Chain*. Virginia: Polytechnic Institute and State University.
- Saaty, T. L.; Vargas, L. G. (2001) *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Kluwer Academic.
- Sakalas A., Vanagas P., Martinkus B., Neverauskas B., Prokopčiukas B., Venskus R., Virvilaitė R., Ivaškiene A. (2000) *Pramonės įmonių vadyba*. Kaunas: Technologija.
- Schniederjans M. J. (1993) *Topics in Just – in – Time Management*. Massachusetts.
- Spencer M. S. (1995) Production planning in a MRP/JIT repetitive manufacturing environment. *Production planning and control*, 6(2), 176 – 184.
- Tilindis J. (2016) *Gamybos našumo optimizavimas modeliuojant rankinius surinkimo procesus*. Daktaro disertacija. Kaunas: Kauno technologijos universitetas.
- Tilindis V. (2006) *Autoserviso įmonių technologinio projektavimo pagrindai*. VGTU leidykla Technika. ISBN9955280557
- Vanagas, P. (2008) Darbo produktyvumo santykis su efektyvumu, rezultatyvumu ir kokybe. *Economics & Management*, 848-853.
- Vilknytė-Žemaitaitienė, V. (2013). *Darbo organizavimo tobulinimas viešojoje įstaigoje*. Magistro baigiamasis darbas. Vilnius: Lietuvos edukologijos universitetas.
- Zakarevičius P. (2004). Organizacijos kultūra kaip pokyčių priežastis ir pasekmė. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*, 30, 201-209.
- Zakarevičius P. (2018). Modernios organizacijos bruožai. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*, 64, 135-144.
- Žvirblis, A.; Ignotas A. (2013) *Daugiakriteris verslo procesų vertinimas ir valdymo optimizavimas*. (p. 11-12). Vilnius: Edukologija.

METHODS OF OPTIMIZATION METHODS IN PRODUCTION PROCESSES

Arvydas KAZLAUSKAS, Juozas MERKEVIČIUS

Abstract. Optimization of production processes nowadays is one of the most important premises in order an organization is able to ensure smooth process of production. Moreover, it is equally important in respect of aim to ensure the effectiveness of organization's activity, increase its efficiency in order an organisation is reacting timely and in a good manner to the changes of the markets. Theory provides various methods of production process optimization, nevertheless, they are not suitable for every organization. Any single undertaking by aiming to ensure smooth process of production, must not only use the methods (described in the theory), but also take into account the peculiarities of that particular organization (which carries out production. This is the main idea which is provided in this research paper (by discussing various methods and related literature).

Keywords: production, optimization, processes, management, methodology.