

PAŽANGIŲ PLANAVIMO SISTEMŲ IR TAUPIOS GAMYBOS KOMPLEKSINIO TAIKYMO GALIMYBĖS

POVILAS ZAKAREVIČIUS¹, DARIUS BURGIS²

Vytauto Didžiojo universitetas, Klaipėdos universitetas (Lietuva)

ANOTACIJA

Taupi gamyba (angl. *lean*) ir pažangios planavimo sistemos (PPS) taikomos siekiant padidinti gamybos efektyvumą ir suteikti organizacijai konkurencinį pranašumą. Tačiau dažnu atveju šių sistemų diegimas būna nesėkmingas, arba teigiami rezultatai yra laikini, to galima būtų išvengti taupią gamybą ir PPS naudojant kompleksiskai. Šio straipsnio tikslas – įvertinti taupios gamybos ir pažangių planavimo sistemų kompleksinio naudojimo galimybes. Taikant mokslinės literatūros analizės ir apibendrinimo metodus, ekspertų apklausą straipsnyje įvertintas PPS ir taupios gamybos vystymasis, išanalizuotos šių dviejų sistemų sąsajos. Daroma išvada, kad tiek PPS, tiek taupia gamyba siekiama iš esmės tų pačių tikslų, todėl šios sistemos viena kitą papildo, o jų kompleksinis taikymas duoda didesnį efektą nei kiekvienos iš sistemų taikymas atskirai. Todėl, nusprendus taikyti taupią gamybą, vertėtų pasidomėti PPS teikiamais privalumais ir atvirkščiai – PPS diegimas gali palengvėti, jei prieš tai gamybos procesai sutvarkyti vadovaujantis taupios gamybos principais. Atliktas tyrimas atskleidė, kad geriausio rezultato galima būtų tikėtis diegiant abi sistemas vienu metu. PAGRINDINIAI ŽODŽIAI: *pažangios planavimo sistemos, taupi gamyba, diegimas.*

JEL KLASIFIKACIJA: M11, L23.

Įvadas

Dvidešimto amžiaus viduryje paspartėję globalizacijos procesai lėmė didžiulę konkurenciją gamybos srityje. Siekiant konkurencinio pranašumo stengiamasi gaminti vis daugiau ir geresnės kokybės produkciją už mažesnę kainą, tenkinti vartotojų poreikius pateikiant vis naujus ir naujus produktus. Norint sėkmingai veikti naujomis, sparčiai kintančiomis sąlygomis organizacijoms tenka nuolat tobulinti visus organizacijoje vykdomus procesus, taikyti naujausius technologinius laimėjimus tiek gamyboje, tiek valdyme. Vieną tokių prisitaikymo prie pakitusių rinkos poreikių pavyzdžių atrandame Japonijoje, kur „Toyota“ gamybos sistema (TGS) suteikė šiai kompanijai konkurencinį pranašumą prieš anksčiau dominavusias JAV automobilių gamintojas (Liker, 2006; Womack ir kt., 2003). Vakarų mokslininkams (Krafcik, 1988; Womack ir kt. 1990)

¹ Povilas Zakarevičius – profesorius, habilituotas daktaras (socialiniai mokslai), Vytauto Didžiojo universiteto Ekonomikos ir vadybos fakulteto Vadybos katedra. Verslo konsultavimo ir tęstinių studijų centro vadovas. Moksliniai interesai: moderniosios ir klasikinės vadybos teorijos

El. paštas: p.zakarevicius@evf.vdu.lt

Tel. (8 37) 327 856

² Darius Burgis – Klaipėdos universiteto Socialinių mokslų fakulteto Vadybos katedros asistentas. Vytauto Didžiojo universiteto Ekonomikos ir vadybos fakulteto Vadybos katedros doktorantas. Moksliniai interesai: krizinių situacijų valdymas, informacinių technologijų taikymas valdyme

El. paštas: darius.burgis@gmail.com

Tel. (8 46) 398 666

ir verslo atstovams susidomėjus TGS pasiekimais, suformuluota taupios gamybos (angl. *lean*) koncepcija, o jos principai pradėti taikyti likusio pasaulio organizacijose, siekiant pakartoti „Toyota“ sėkmę.

Paraleliai sprendžiant tas pačias problemas vystėsi ir pažangios planavimo sistemos (PPS) (Bartels, 2004; Ake ir kt., 2005; Fleischmann ir kt., 2005). Iki tol egzistavusios verslo valdymo sistemos (VVS) (Ghosh ir kt., 2010) nepajėgė spręsti planavimo uždavinių, kai gamyba vykdoma pagal užsakymus, o ne į sandėlį, dėl to kompanijos pradėjo diegti specializuotas PPS sistemas, o kai kurių VVS kūrėjai pradėjo siūlyti integruotus PPS modulius (Liddell, 2008).

M. Vienažindienė ir kt. (2013) nurodo, kad, nors taupi gamyba jau plačiai pripažįstama kaip efektyvi priemonė, didinanti produktyvumą, gaminių kokybę, užsakymų pristatymą laiku, tik 10 % ar mažiau kompanijų, nusprendusių taikyti taupią gamybą, pavyksta sulaukti sėkmės. Net jei taupios gamybos įrankių skaičius tik auga, juos taikančioms organizacijoms nepavyksta pasiekti norimų rezultatų. Tam pritaria ir M. Liddell (2008). Jo teigimu, dažnai pradėjus taikyti taupią gamybą pirminis pagerėjimas trunka neilgai, tada ir vėl užsakymai vėluoja, trūksta žaliavų, nepakankamai panaudojami įrenginiai, tvyro sumaištis. Taupios gamybos iniciatyvos plačiai naudojamos gamyboje jau daugelį metų, pastaruoju metu PPS vis populiarėja, tačiau bendras PPS ir taupios gamybos diegimas vis dar retas reiškinys, nors taikant abi sistemas siekiama tų pačių tikslų – identifikuoti nuostolius ir šalinti juos lemiančias priežastis, gerinti veiklos rezultatus. Tikėtina, kad bendras taupios gamybos ir PPS taikymas prisidėtų prie abiejų sistemų diegimo problemų sprendimo. Pagrindinė straipsnyje nagrinėjama problema – kaip taupią gamybą ir PPS naudoti kompleksiskai.

Šio straipsnio objektas –: kompleksinis PPS ir taupios gamybos taikymas.

Tikslas: įvertinti taupios gamybos ir pažangių planavimo sistemų kompleksinio taikymo galimybes.

Uždaviniai:

- ištirti taupios gamybos ir PPS raidą;
- atskleisti PPS ir taupios gamybos sąsajas;
- Ištirti taupios gamybos įtaką PPS diegimo sėkmei.

Metodai: mokslinės literatūros analizė ir apibendrinimas, ekspertų apklausos metodas.

1. Taupios gamybos ir PPS raida

Taupios gamybos atsiradimas siejamas su „Toyota“, kuri, siekdama konkurencinio pranašumo, sukūrė įvairių įrankių ir metodų, kurie leidžia mažinti nuostolius (Liker, 2006; Womack ir kt., 2003; Hayes, 2010). *Taupi gamyba* yra lietuviškas angliško termino *Lean* atitikmuo, kurį J. P. Womack ir kt. (1990) pavartojo apibūdinti gamybos sistemą, kuri padaro daugiau su vis mažiau ir mažiau išteklių. Tai procesas, kurio dėmesio centre yra klientas: siekiama pateikti tai, ko jam reikia, reikiamos kokybės ir būtent tuo metu, kai to reikia. Anot M. Liddell (2008), plėtojant taupią gamybą visų pirma sekama „Toyota“ pavyzdžiu, t. y. bandoma išvengti 7 nuostolių (*muda*) – to, kas neprideda prie vertės kūrimo:

1. Transportavimas.
2. Atsargos.
3. Perteklinis judėjimas.
4. Laukimas.
5. Papildomi procesai.
6. Produkcijos perteklius.
7. Defektai.

Šie 7 nuostoliai mažina našumą, didina produkcijos savikainą, ilgina gamybos trukmę ir trukdo laiku pristatyti produkciją. M. Scherrer-Rathje ir kt. (2009) nurodo, kad gamybos vertinimas traktuojamas skirtingai: viena vertus, taupi gamyba – tai įrankių ir technologijų rinkinys, kita vertus, – filosofija. Pirmo požiūrio šalininkai daugiausia dėmesio skiria taupios gamybos priemonėms, tokioms kaip penkios sigmos *5s*, pačiu laiku (*PL*), septyni nuostoliai (*muda*), dažų keitimas per minutę (*DKPM*), planuok, daryk, tikrink, veik (*PDTV*), *Kaizen* ir kt. Toks siauras požiūris dažnai lemia, kad taupi gamyba diegiama selektyviai, tam tikruose padalinuose ar veiklos srityse, dėl ko pokyčiai neprigyja ir grįžtama prie senos tvarkos.

Vertinant taupią gamybą kaip filosofiją, didesnis dėmesys skiriamas veiklos principams ir galutiniam tikslui, tai holistinis požiūris, apima visą organizaciją ir labiau akcentuoja sinergiją nei paskirų įrankių poveikį (Hayes, 2010). J. P. Womack ir kt. (2003) skiria penkis principus, kuriais vadovaujamos taupios gamybos filosofijoje:

1. Tiksliai nustatyti vertę.
2. Nustatyti vertės srautą išryškinant nuostolius.
3. Užtikrinti, kad vertės srautas būtų nepertraukiamas.
4. „Traukimas“ – negaminama, kol nėra kliento poreikio.
5. Siekti tobulumo.

M. B. Ronald (2001) derina abu požiūrius ir taupią gamybą apibrėžia kaip gamybos filosofiją, apimančią visumą principų, įrankių ir technologijų, skirtų optimizuoti laiką, išteklius, didinti produktyvumą, kartu didinant produkto ar paslaugos kokybę organizacijos klientams. Abu požiūrius būtina derinti, nes žiūrint į taupią gamybą vien tik kaip į įrankių rinkinį, o šiuos įrankius diegiant prieš tai neįsisažmoninus taupios gamybos filosofijos, norimas rezultatas dažnai nepasiekiamas.

Taupios gamybos atsiradimas iškilimas susijęs ir su MPP (medžiagų poreikio planavimo), MPP II ir VVS (verslo valdymo sistemų) negebėjimu susidoroti su gamybos dinamika bei jos apribojimais, užtikrinti pristatymą laiku ir sumažinti atsargų lygį tiekimo grandinėje. Taupi gamyba – tai tik vienas iš susidariusių problemų sprendimo variantų, lygiagrečiai imta taikyti ir baigtinių pajėgumų planavimo (BPP) bei pažangias planavimo sistemas (PPS). Šios sistemos išsprendė VVS ir senesnių sistemų trūkumus, atsirado papildomų funkcijų, tokių kaip žaliavų ir detalių kiekio įvertinimas, nuo gamybos sekos priklausomi keitimo laikai ir sudėtingi planavimo algoritmai. Šiuo metu BPP ir PPS terminai pradėti vartoti bendru PPS pavadinimu (Accera, 2011).

PPS ypač praverčia jei reikia planuoti ir koordinuoti veiklą kelių gamyklų, kuriose gaminami didelės vertės produktai, daug gamybos linijų, dažni ir ilgi keitimai, trūksta pajėgumų. PPS pasižymi visais D. Seifert (2003) suformuluotais reikalavimais tinklinės organizacijos koordinavimo sistemai. PPS, skirtingai nei VVS, nedaroma prielaida, kad pajėgumai yra begaliniai, visi klientai, produktai ir žaliavos yra vienodai svarbūs, o gamybos laikai – nekintami (Rudberg ir kt., 2008).

PPS taikoma, siekiant valdyti paklausos netikrumą, mažinti atsargas, transportavimo sąnaudas ir / ar trumpinti gamybos ciklą taikant optimizavimo priemones. PPS padeda priimti sprendimus, analizuoti ir optimizuoti informacijos bei vertybių srautus organizacijoje. Tam pasitelkiamas prognozavimas, optimizavimo algoritmai, scenarijų sudarymas ir simuliacijos (Kumar, 2001). Šios sistemos yra populiarios, nes sugebėjo daug realiau atvaizduoti gamybos procesą, vystantis technologijoms, PPS leido kurti realistiškus planus, suteikė lankstumo prisitaikant prie kintančios aplinkos.

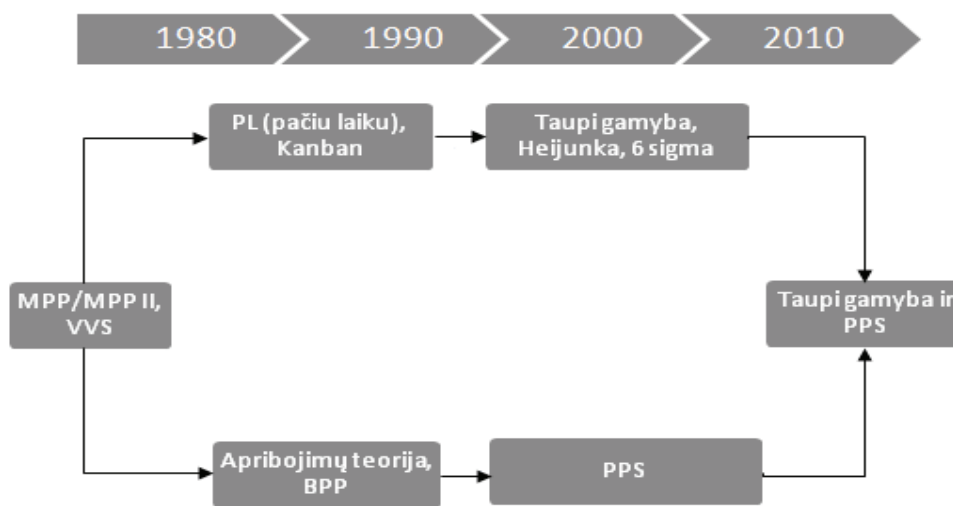
Nors tradicinės taupios gamybos koncepcijos palankiai priimtoms įvairių verslo organizacijų, pastebėta, kad jas įdiegus dažnai nepasiekta norimų rezultatų. Daugeliu atvejų projektai pradėti sėkmingai įgyvendinti, bet taupios gamybos priemonės greitai likdavo nebenaudojamos arba neatlaikė pokyčių (Vienažindienė ir kt., 2013). Taikydamos klasikinę taupios gamybos filosofiją organizacijos dažniausiai siekia supaprastinti gamybos sistemas, tačiau, kad būtų pasiektas geriausias rezultatas, net ir šioms paprastesnėms sistemoms reikia planavimo vizualizavimo ir informacinių technologijų. Tą iliustruoja Aberdeen Group (2008) atliktas tyrimas, parodęs, kaip daugelis organizacijų supaprastino taupios gamybos principus, prarasdamos esminius privalumus, kuriuos būtų suteikę technologiniai sprendimai, tokie kaip PPS. Taupios gamybos ir PPS bendrumus išskyrė ir I. Kovacs ir kt. (2013) (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Taupios gamybos ir PPS palyginimas

Charakteristika	Taupi gamyba	PPS
Tikslai	Didesnis produktyvumas, gamybos modernizavimas	
Kvalifikacija	Mokymai	Išsilavinimas / mokymai
Technologija	Specifinė technologija nebūtina	Technologija turi būti specialiai adaptuota
Organizaciniai principai	Verslo, gamybos ir cecho veiklos organizavimas	Gamybos ir cecho veiklos organizavimas
Organizavimas	Darbas grupėse, grupių integravimas, sudėtingos užduotys, atsakomybė vykdytojo lygmeniu, padalinių bendradarbiavimas	
Profesiniai santykiai	Lyderystė	Dalyvavimas

Šaltinis: adaptuota remiantis I. Kovacs, Moniz, 2013: 137

Iš 1 lentelės matome, nors taupi gamyba ir PPS iš esmės skiriasi, jas sieja bendri tikslai ir diegimo proceso organizavimas, tad įdiegtos kartu šios sistemos turėtų viena kitą papildyti. M. Liddell (2011) pateiktoje schemoje (1 pav.) puikiai atsiskleidžia taupios gamybos ir PPS iš pradžių lygiagretus, o vėliau konverguojantis vystymasis.



1 pav. PPS ir taupios gamybos evoliucija

Šaltinis: M. Liddell, 2011.

Viršutinėje dalyje matome įrankių, kurie susiję su taupios gamybos koncepcija, vystymąsi. Apačioje – PPS sistemų vystymąsi, tiek vienos tiek kitos pradžia yra bandymas spręsti problemas, kurių kyla taikant tradicines MPP ir VVS sistemas. Nors šios sistemos vystėsi atskirai viena nuo kitos, matome, kad jų ryšys tampa vis glaudesnis: PPS vis labiau susijusios su taupios gamybos koncepcija, todėl gali būti diegiamos kompleksiskai. Kitame skyriuje detaliau panagrinėsime šias taupios gamybos ir PPS sąsajas.

2. Pažangių planavimo sistemų ir taupios gamybos sąsajos

J. P. Womack ir kt. (2003) mini „trauką“, kurią išskiria kaip vieną pagrindinių taupios gamybos principų. Ją įgyvendinant siekiama gamybos procesus susieti su realia paklausa, kartu mažinant nereikalingų atsargų susidarymą tiekimo grandinėje. To pasiekama taikant gamybos pagal užsakymą sistemas ir geriau matant paklausą. Šiuo atveju PPS gali padėti organizacijai pereiti prie naujo gamybos modelio, sumažinti partijas, produkciją gaminti, atsižvelgiant į kliento poreikius, suderinti paklausą ir gamybos pajėgumus.

PPS taikymas leidžia identifikuoti „butelio kakliukus“ gamyboje (įrenginiai, darbo jėga, įrankiai ir pan.), be to, vizualiai parodo butelio kakliuko įtaką parengtam planui (vėluojantys užsakymai, atsargų lygis, įrenginių apkrova) (Rudberg ir kt., 2008). PPS gali būti taikoma vidutinio ir ilgojo laikotarpio pardavimų bei operacijų plano simuliacijoms ir analizei (Fleischmann ir kt., 2005), tai savo ruožtu leidžia paskirstyti įrenginių apkrovimą remiantis pardavimų ir operacijų planu.

Vienas iš taupioje gamyboje naudojamų priemonių įrankių – *DKPM*, juo siekiama iki minimumo sumažinti keitimo laiką, nes jis neprisideda prie vertės kūrimo (Wormack, 2003). Tačiau net ir įgyvendinus *DKPM* priemones, keitimo laikai gali ženkliai riboti gamybos pajėgumus, jei nebus tinkamai valdomi (Liddell, 2008). Jei *DKPM* laikas mažinamas tobulinant procedūras ir įgyvendinant techninius sprendimus, PPS šį klausimą sprendžia planuojant. PPS galima sudaryti iš / į keitimo laikų matricą, kuri vėliau būtų naudojama minimizuojančiam keitimo laikus planavimo algoritme. Svarbu, kad kartu įvertinama ir užsakymo įvykdymo data, kitaip tariant, ne tik minimizuojamas keitimo laikas, bet ir žiūrima, kad nevėluotų užsakymai. Tinkamai sudėliota gamybos seka leidžia išvengti keitimo laikų, arba juos sumažinti labiau nei taikant vien *DKPM* priemones.

Parengus pažangias užsakymų prioritetų nustatymo ir parinkimo taisykles, PPS galima taikyti ne tik planuojant gamybą, bet ir pardavimo užsakymus, tai yra pažangaus planavimo algoritmai naudojami planuojant pardavimų užsakymus, iš kurių vėliau būtų sukurti gamybos užsakymai, nustatant atitinkamus prioritetus ir pagaminimo datas (Accera, 2011). Šis procesas prisideda prie nuolatinio gamybos srauto užtikrinimo ir nebaigtos gamybos mažinimo.

Vienas iš nebaigtos gamybos mažinimo būdų yra *Kanban* panaudojimas, kai atsiradus gaminio paklausai generuojamas pusgaminių gamybos užsakymas, tai savo ruožtu lemia detalių gamybos užsakymus. *Kanban* puikiai veikia daugeliu atveju, tačiau, anot M. Liddell (2008), nerekomenduojamas gamyklose, kuriose: nestabili paklausa, didelė produkcijos įvairovė, nuo gaminimo sekos priklausantys keitimo laikai, operaciniai apribojimai, daug broko ir perdarymo, dažni įrenginių gedimai ir priežiūros problemos. PPS leidžia spręsti pagrindines *Kanban* problemas – spartina reakciją į pokyčius, pateikia situacijos vizualizaciją priimančiam sprendimus, leidžia modeliuoti potencialias situacijas. Anot M. Meyr ir kt. (2005), PPS parodo žaliavų lygius, partijų sudarymo parametrus, gamybos ciklus, keitimo laikus ir kitą svarbią informaciją, kuria remiantis galima optimaliai ir dinamiškai taikyti *Kanban*, atsižvelgiant į pakitusią paklausą.

Heijunka – tam tikru laikotarpiu gaminamos produkcijos kiekio ir įvairovės išlyginimas, siekiant sumažinti gamybos proceso svyravimus (Womack ir kt., 2003). Taikant PPS, *Heijunka* gali būti taikoma dinamiškai, atsižvelgiant į paklausos pokyčius arba kai dėl nenumatytų aplinkybių vėluojama (Liddell, 2008). Šiuo atveju PPS dėka viena iš taupios gamybos priemonių naudojamas daug efektyviau.

PPS gali įvertinti įvairius veiklos apribojimus, o suprantant ir žinant veiksnius, kurie riboja gamybos pajėgumus, atsiveria gamybos proceso tobulinimo galimybės. Be to, potencialūs gamybos tobulinimo sprendimai gali būti skatinami PPS ir jų poveikis matomas dar šių sprendimų neįgyvendinus, tai sumažina riziką ir palengvina sprendimų priėmimą. Taigi PPS sudaro sąlygas įgyvendinti *Kaizen* (Womack ir kt. 2003), arba nuolatinio tobulinimo, taupios gamybos, principą.

MPP tipo sistemos veikimas gali būti patobulintas derinant jos veiklą su PPS, kur gamybos užsakymai suplanuojami daug tiksliau, įvertinus ribotus pajėgumus (Accera, 2011). Detalesnis planas leidžia tiksliai žinoti, kada bus įvykdytas detalės ar pusgaminių gamybos užsakymas, tai savo ruožtu sumažina atsargų lygį visoje tiekimo grandinėje. Kuo tiksliau žinomos užsakymų įvykdymo datos, tuo lengviau PL (pačiu laiku) principus taikyti tiekimo grandinėje.

Suplanavus gamybos užsakymus PPS galima iš anksto suplanuoti tinkamiausią profilaktinės įrenginių priežiūros momentą (Sahoo, Liyanage, 2008). Taip bus išvengta bereikalingo įrenginių stabdymo, kartu bus mažinama gedimų, kurie gali apsunkinti plano įgyvendinimą, tikimybė.

Organizacijos, taikančios taupios gamybos principus, gali nuspręsti pradėti naudoti PPS efektyvesniam *Kanban* ir *Heijunka* panaudojimui (Liddell, 2008). Tuo tarpu bendrovės, taikančios PPS, gali gauti naudos taikydamos taupios gamybos principus: mažindamos keitimo laikus, gerinant kokybę ir užtikrinant didesnę gamybos proceso stabilumą. Taigi matome, kad taupios gamybos ir PPS priemonės yra glaudžiai susijusios,

jas naudojant ne tik siekiama tų pačių tikslų, bet jos puikiai viena kitą papildo ir galėtų būti diegiamos kartu. Kitame skyriuje bus pristatyti tyrimo, kuriuo siekta nustatyti PPS diegimo sėkmę lemiančius veiksnius, rezultatai, susiję su taupia gamyba.

3. Tyrimo rezultatų analizė

Tyrimo metodologija. Kokybinė PPS diegimo prigimtis leidžia pasitelkti ekspertinio vertinimo metodą, kuris plačiai taikomas sociologiniuose tyrimuose, siekiant surinkti nagrinėjamos srities empirinius duomenis. Taikant ekspertinio vertinimo metodą suformuojama grupė kvalifikuotų ekspertų, kurie gali suteikti būtiną kvalifikuotą informaciją apie vertinamąjį objektą (Tidikis, 2003).

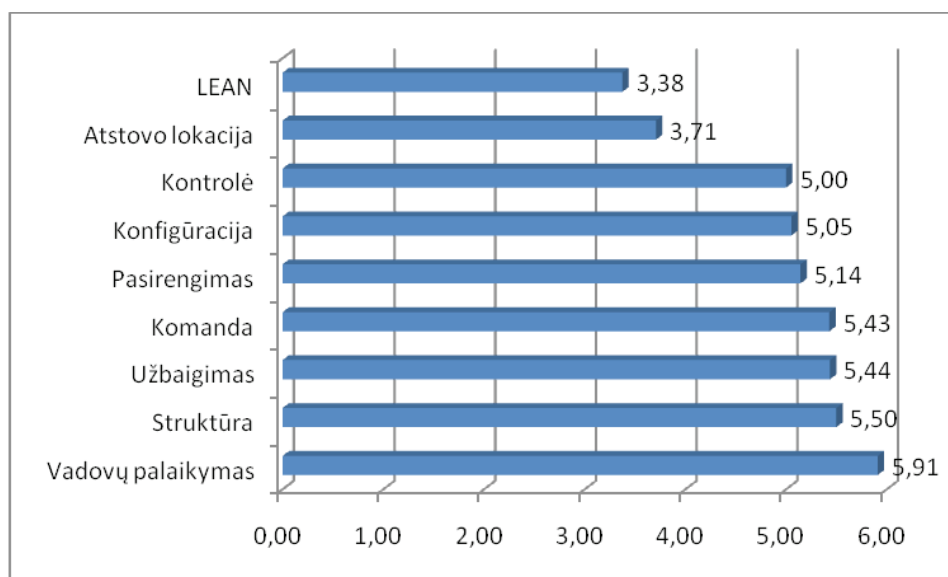
Atliekant ekspertinį vertinimą siekta nustatyti PPS diegimo sėkmę lemiančius veiksnius, tarp kurių buvo ir taupi gamyba. Kadangi tyrimo objektas yra kompleksinio pobūdžio, parinkti kelių sričių ekspertai, siekiant visapusiškai įvertinti PPS diegimą. Į ekspertų grupę atrinkti pažangių planavimo sistemų kūrėjų atstovai, nes jie geriausiai susipažinę su šių sistemų specifika, be to, yra sukaupę didžiausią šių sistemų diegimo patirtį. Kitą ekspertų dalį sudaro ekspertai, tiesiogiai užsiimantys PPS diegimo gamybos organizacijose vykdymu – sistemų platinimo partneriai ir atstovai regionuose. Trečia ekspertų grupė – tai organizacijų, kuriose diegiamos PPS, vadovai, projekto ar gamybos vadovai – organizacijos žmonės, tiesiogiai atsakingi už sistemos diegimą. Diegiant projektą visos trys ekspertų grupės dirba komandoje, kiekviena jų pasižymi unikaliomis kompetencijomis ir gali geriausiai įvertinti PPS diegimo procesą visais aspektais.

Tyrimas atliktas 2014 metų kovo – birželio mėnesiais, tyrimui atlikti parinktas aktyvus ekspertinio vertinimo metodas, individualiai tiesiogiai apklausiant ekspertus pagal parengtą klausimyną, kuriame ekspertų prašoma įvertinti 55 PPS diegimo sėkmę lemiančius veiksnius pagal 7 balų skalę: 1 balas – *labai silpna* veiksnio įtaka PPS diegimo sėkmei; 2 balai – *silpna*; 3 – *patenkinama*; 4 – *vidutinė*; 5 – *pakankama*; 6 – *svarbi*, 7 – *labai svarbi*.

Klausimyno skalės vidiniam nuoseklumui įvertinti dažniausiai naudojamas cronbacho alfa (*Cronbach's alpha*) koeficientas, kuris remiasi atskirų klausimų, sudarančių klausimyną, koreliacija ir įvertina, ar visi skalės klausimai pakankamai atskleidžia tiriamąjį dydį bei įgalina patikslinti reikiamų klausimų skaičių skalėje (Pukėnas, 2011). Bendra klausimyno ir klausimų grupės, susijusios su taupia gamyba, cronbacho alfa – 0,919, tai rodo, kad visi skalės klausimai pakankamai atskleidžia tiriamąjį dydį. Taikant ekspertinį vertinimo metodą būtina atsižvelgti į ekspertų nuomonių suderinamumą. Apskaičiuotas Kendall konkordacijos koeficientas (0,371), *p* reikšmė (*asympt. Sig*) yra mažesnė nei 0,05 (lygi 0,000), nulinė hipotezė atmetama, t. y. konkordacijos koeficientas nelygus 0 ir ekspertų nuomonės panašios. Įvertinus gautų ekspertinio tyrimo duomenų nuoseklumą ir suderinamumą, galima pereiti prie duomenų analizės.

Remiantis mokslinės literatūros analize, interviu su ekspertais ir PPS diegimo atvejų analize, išskirti 55 veiksniai, kurie galėtų turėti įtakos sėkmingai projekto baigčiai. Šie veiksniai sugrupuoti į 9 logines grupes, jos santykinai taip įvardytos: Pasirengimas, Vadovų palaikymas, LEAN (taupi gamyba), Atstovo lokacija, Struktūra, Komanda, Kontrolė, Užbaigimas, Konfigūracija (2 pav.).

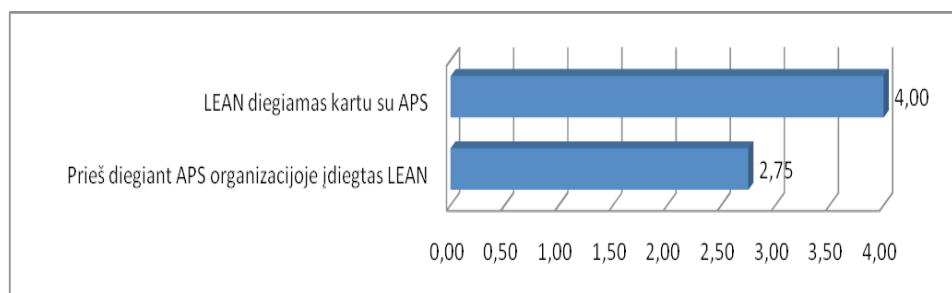
Taupios gamybos veiksnių grupės vertinimo vidurkis yra žemiausias, o tai reiškia, kad veiksniai, susiję su taupia gamyba, ekspertų nuomone, kitų veiksnių grupių kontekste turi mažiausią įtaką PPS diegimo projekto sėkmei. Tenka sutikti su ekspertų nuomone, kad taupios gamybos diegimas prieš pradėdant diegti PPS ar ją diegiant, nėra esminė sėkmės sąlyga (PPS gali būti sėkmingai įdiegtas ir netaikant taupios gamybos principų), todėl šių veiksnių svarba vertinama vidutiniškai. Atkreiptinas dėmesys, kad ekspertų prašyta įvertinti veiksnius pagal jų įtaką PPS diegimo sėkmei, o ne pagal naudą, kurią teikia šių dviejų sistemų veikimas drauge. Iš mokslinės literatūros analizės aišku, kad taupi gamyba ir PPS pasižymi aiškia sinergija, tyrimo rezultatai parodo tik tai, kad taupios gamybos veikimas organizacijoje ar paralelinis jos diegimas neužtikrina PPS diegimo sėkmės.



2 pav. PPS diegimo sėkmę lemiančių veiksnių grupių vertinimo vidurkiai

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis 2014 tyrimo duomenimis.

Taupios gamybos grupę tyrime sudarė du veiksniai, ekspertų klausta, taupi gamyba turėtų būti jau įdiegta, prieš pradėdant PPS diegimo projektą, ar PPS ir taupi gamyba turėtų būti diegiamos kartu. Šių veiksnių vertinimo vidurkiai pateikti 3 paveiksle.



3 pav. PPS diegimo sėkmę lemiančių veiksnių vertinimo vidurkių pasiskirstymas taupios gamybos grupėje

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis 2014 tyrimo duomenimis.

Nors taupios gamybos grupė ir pakliuvo tarp mažiausiai PPS diegimo projekto sėkmę lemiančių veiksnių grupių, tačiau pačioje grupėje ekspertai skirtingai vertino būtinybę taupios gamybos sistemą diegti prieš APS diegimo projektą ar abi sistemas diegti kartu. Ekspertai daug palankiau vertino sinchroninį abiejų sistemų diegimą. Kaip minėta, tarp šių sistemų egzistuoja ryšys, jomis siekiama tų pačių tikslų, jos viena kitą papildo, tačiau taupi gamyba nėra pakankama PPS diegimo sėkmės sąlyga. Aberdeen Group (2008) tyrimas parodė, kad egzistuoja greičiau priešinga priklausomybė - įdiegtas PPS yra svarbus veiksnys, užtikrinantis taupios gamybos sėkmę. Nepaisant to, ekspertinio tyrimo duomenys parodė, nors ir vidutinę, tačiau teigiamą taupios gamybos įtaką PPS diegimo sėkmei. Šią įtaką galima paaiškinti tuo, kad diegiant PPS organizacijoje, kurioje jau taikoma taupi gamyba, gamybos procesai būna reorganizuoti laikantis taupios gamybos principų. Priešingu atveju, kai organizacija nusprendžia pirmiausia įsidiesti PPS ir tik tada pradėti taikyti taupios gamybos principus, gali tekti perkonfigūruoti PPS sistemą, kad ji atskleistų reorganizuotus gamybos procesus.

Organizacijoje taikoma taupi gamyba gali būti vertinama ir kaip tam tikras organizacinės kultūros bei organizacijos gebėjimo valdyti pokyčius simptomas. Taigi net jei pats taupios gamybos faktas daro tik vidu-

tinišką įtaką galutinei PPS diegimo projekto sėkmei, jis parodo, kad organizacija turi reikiamą organizacinę kultūrą, vadovų palaikymą ir reikiamus pokyčių valdymo įgūdžius, kurie yra būtina tiek taupios gamybos, tiek PPS diegimo sėkmės prielaida.

Ekspertinio tyrimo rezultatai atskleidė, kad nebūtina diegti taupios gamybos, prieš pradėdant PPS diegimo procesą, nors tai įmanoma ir net suteikia šokių tokių privalumų. Esant galimybei PPS ir taupi gamyba turėtų būti diegiamos kartu. Tai leidžia išplėsti diegimo komandos kompetencijos ribas, taupios gamybos konsultantai gali padėti spręsti PPS konfigūravimo problemas atitinkamai reorganizuojant gamybos procesus, o PPS diegimo konsultantai padėti pritaikyti PPS taupios gamybos principų įgyvendinimui. Abiem atvejais organizacija laimi daugiau nei projektams vykstant vienas paskui kitą. PPS leidžia taupią gamybą organizuoti nesiekiant perdėto supaprastinimo, planavimo algoritmai, gamybos proceso vizualizacija, efektyvios kontrolės užtikrinimas ir kiti PPS privalumai praplečia taupios gamybos galimybes. Sinchroniškas taupios gamybos ir PPS diegimas didina tikimybę, kad tiek viena, tiek kita sistema bus sėkmingai įdiegta, o rezultatas bus geresnis ir tvaresnis nei taikant tik vieną iš jų.

Išvados

Tiek taupios gamybos, tiek PPS iškilimą galima sieti su VVS negebėjimu užtikrinti konkurencinio pranašumo naujos, globalios konkurencijos sąlygomis. Taupios gamybos užuomazgas galima aptikti „Toyota“ gamybos sistemoje, toliau ji vystėsi tiek kaip specifinių priemonių ir technologijų (*5s, PL, Muda, DKPM, PDTV, Kaizen, Kanban* ir kt.) rinkinys, tiek kaip atskira taupios gamybos filosofija. Taupi gamyba vykdoma laikantis šių principų: tiksliai nustatyti vertę; nustatyti vertės srautą išryškinant nuostolius; užtikrinti, kad vertės srautas būtų nepertraukiamas; „traukimas“ ir tobulumo siekis. Taupios gamybos priemonės reikėtų taikyti vadovaujantis taupios gamybos filosofijos principais. PPS vystymasis sietinas su apribojimų teorija ir BPP plėtra, tobulėjančios informacinės technologijos ir techninės galybės leido susiformuoti pažangioms planavimo sistemoms. PPS valdomas paklausos netikrumas, atsargų lygis, mažinamos transportavimo sąnaudos ir / ar trumpinamas gamybos ciklas, taikant optimizavimo priemones. Siekiant užtikrinti taupios gamybos principų efektyvų įgyvendinimą, būtina savalaikė ir kokybiška informacija, kurią gali užtikrinti PPS. Nors šios sistemos vystėsi savarankiškai viena nuo kitos, jų ryšys tampa vis glaudesnis – PPS sprendimai vis labiau susiję su taupios gamybos koncepcija.

Tiek PPS, tiek taupia gamyba siekiama iš esmės tų pačių tikslų, todėl šios sistemos viena kitą papildo, o jų kompleksinis taikymas efektyvesnis, nei kiekvieną sistemą taikant atskirai. PPS ir taupią gamybą sieja ir panaši filosofija, vadovaujamosi panašiais principais, taupios gamybos priemonės, naudojami kartu su PPS, lemia visiškai naują kokybę ir gali padėti spręsti problemas, kurios anksčiau buvo neįveikiamos. PPS ir taupios gamybos sąsajos pasireiškia per „butelio kakliuko“ valdymą, *kaizen, kanban, heijunka*, keitimo laikų mažinimą, tolygų įrenginių apkrovimą, veikimą pačiu laiku, nebaigtos gamybos ir atsargų lygio tiekimo grandinėje mažinimą. PPS suteikia spartumo ir lankstumo ten, kur rankų darbu pagrįstos taupios gamybos priemonės yra per lėtos reaguoti į greitus pokyčius.

Ekspertinio tyrimo rezultatai parodė vidutinę, bet teigiamą taupios gamybos įtaką PPS diegimo sėkmei. Prieš pradėdant diegti PPS įmanoma, tačiau nebūtina diegti taupios gamybos, esant galimybei, PPS ir taupi gamyba turėtų būti diegiamos kartu. PPS leidžia taupią gamybą organizuoti nesiekiant perdėto supaprastinimo, planavimo algoritmai, gamybos proceso vizualizacija, efektyvios kontrolės užtikrinimas ir kiti PPS privalumai praplečia taupios gamybos galimybes. Sinchroniškas taupios gamybos ir PPS diegimas padidina tikimybę, kad tiek viena, tiek kita sistema bus sėkmingai įdiegta, o rezultatas bus geresnis ir tvaresnis nei taikant tik vieną iš jų. Todėl nusprendus taikyti taupią gamybą, vertėtų pasidomėti PPS teikiama privalumais ir atvirkščiai, nusprendus diegti PPS, reikėtų susipažinti su taupios gamybos principais bei priemonėmis.

Literatūra

- Aberdeen Group. (2008). Extending the lean enterprise. Prieiga internete: http://www.scdigest.com/assets/reps/Lean_White_Paper_Extending_the_Lean_Enterprise.pdf
- ACCERA. (2011). Lean Manufacturing & APS Software. Prieiga internete: <http://www.preactor.com/Company/Publications/White-Papers/Lean-Manufacturing---APS-Software#.VTTmaiG8PGc>
- Ake, K., Clemons, J., Cubine, M., Lilly, B. (2005). *Information technology for manufacturing: reducing costs and expanding capabilities*. Washington: St. Lucie Press.
- Bartels, N. (2004). Advanced planning's ongoing operation. *Manufacturing Systems*, Vol. 22 (12), p. 32–34.
- Fleischmann, B., Meyr, H., Wagner, M. (2005). Advanced Planning. In: H. Stadtler, C. Kilger (eds.). *Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software and case studies*. Berlin: Springer.
- Ghosh, S., Skibniewski, M. J. (2010). Enterprise resource planning systems implementation as a complex project: a conceptual framework. *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 11 (4), p. 533–549.
- Hayes, J. (2010). *The Theory and Practice of Change Management*. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Kovacs, I., Moniz, A. B. (2013). Issues on the anthropocentric production systems. In: L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh (eds.). *Balanced Automation Systems: Architectures and design methods*. Berlin: Springer. Prieiga internete: <https://books.google.lt/books?id=-obfBwAAQBAJ&pg=PA137&lpg=PA137&dq=lean+and+aps+comparison&source=bl&ots=ugBMqnTRwG&sig=8QzeR03r7p0VhuGT4v5WLSK95Ws&hl=en&sa=X&ei=MnQxVYXUDs7aapyxgIAG&ved=0CCcQ6AEwAQ#v=onepage&q=lean%20and%20aps%20comparison&f=false>
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, Vol. 30(1), p. 41–52.
- Kumar, K. (2001). Technology for supporting supply chain management. *Communications of the ACM*, Vol. 44 (6), p. 58–61.
- Liddell, M. (2008). *Little Blue Book of Scheduling*. Florida: Joshua Inine Publishing.
- Liddell, M. (2011). *The Future of APS and Lean*. San Francisco.
- Liker, J. K. 2006. „Toyota“ sėkmės kelias: 14 galingiausių pasaulyje kompanijos valdymo principų. Kaunas: Smaltijos leidykla.
- Meyr M., Wagner M., Rohde J. 2005. Structure of Advanced Planning Systems. In H. Stadtler, C. Kilger (Ed.), *Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software and case studies*. Berlin: Springer.
- Pukėnas, K. 2011. *Kokybinių duomenų analizė SPSS programa: studijų knyga*. Kaunas: Lietuvos kūno kultūros akademija.
- Rohde J. 2005. Coordination and Integration. In H. Stadtler, C. Kilger (Ed.), *Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software and case studies*. Berlin: Springer.
- Ronald, M. B. 2001. Learning to think lean: lean manufacturing and the Toyota production system. *Automotive Production*, 113 (6).
- Rudberg, M. Thulin, J. 2009. Centralised supply chain master planning employing advanced planning systems. *Production Planning & Control*. 20 (2).
- Sahoo, T., Liyanage, J. P. 2008. Computerized Maintenance Management Systems for Effective Plant Performance. *Chemical Engineering*, 115 (1).
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. A., Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from a second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, Vol. 52 (1), p. 79–88.
- Seifert, D. (2003). *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment: How to Create a Supply Chain Advantage*. New York: AMACOM.
- Tidikis, R. (2003). *Socialinių mokslų tyrimų metodologija*. Vilnius: Lietuvos teisės universitetas.
- Vienažindienė, M., Černienė, R. (2013). Lean Manufacturing implementation and Progress measurement. *Economics and Management*, Vol. 18 (2), p. 366-373.
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Macmillan: New York.

POSSIBILITIES OF COMBINED USE OF ADVANCED PLANNING SYSTEMS AND LEAN MANUFACTURING

POVILAS ZAKAREVIČIUS, DARIUS BURGIS
Vytautas Magnus University, Klaipėda University (Lithuania)

Summary

In this article we analyse the problem, of how lean manufacturing and advanced planning systems (APS) could be used together. The object of the research is the use of APS with lean manufacturing, the goal of the article is to determine the possibilities of combined use of APS and lean manufacturing. Main tasks of the article are: 1. to research the evolution of APS and lean manufacturing; 2. to uncover the relations between lean and APS; 3. to examine the impact of lean manufacturing on the success of APS implementation. Analysis of scientific literature on APS and lean manufacturing was used as one of the methods of research; the other was expert survey method.

Both APS and lean manufacturing could be linked to the need of companies gain global competitive advantage and to solve the problems that could not be solved by the use of ERP systems. Lean has its roots in TPS, later it developed both as a set of specific tools and techniques (5s, JIT, 7 wastes, SMED, PDCA, kaizen, kanban etc.) and as a philosophy of lean manufacturing, that is based on principles of determining value, mapping value stream, creating flow, establishing pull and seeking perfection. It would not be advisable to narrow lean only to the use of its tools; the tools should be applied according to the principles of lean. The evolution of APS is linked to the development of FCS, with the development of IT and technical capabilities advanced planning systems could emerge. With the help of APS one can manage uncertainty, reduce costs, and shorten lead times by using optimization. APS can also provide the right and timely information that is needed for the operation of lean manufacturing. Even though lean and APS developed independently from one another we can see them getting closer – APS is becoming linked to lean and could be implemented together with it.

Both lean and APS are used as a mean for the same goal, that is why these systems complement each other, the use of them together provides better effect than the use of them separately. They are also linked by similar philosophy, use of similar principles; the tools of lean used in combination with APS get additional qualities and are able to solve problems that they previously couldn't. APS and lean connect through bottleneck management, kaizen, kanban, heijunka, setup minimisation, load levelling, JIT, minimisation of work in progress and excess inventory. APS provides the speed and agility where manual practices of lean manufacturing are too slow to react, provide accurate information for decision makers about current situation on the shop floor.

The results of expert survey showed, that lean has average but positive impact on the success of APS implementation. It is not necessary to implement lean before implementing APS, although it is possible and even provides certain benefits, but the best way, according to experts, is to implement lean and APS simultaneously if possible. APS allows using lean manufacturing without over simplification; planning algorithms, visualization of production, effective control and other advantages of APS expand possibilities of lean manufacturing. Simultaneous implementation of lean and APS increases the probability, that both of the systems are implemented successfully, and the result is better and more sustainable than it would be using only one. Because of that, one aspiring to start using lean manufacturing should acquaint himself with the possibilities provided by APS and vice versa, after deciding to implement APS, one should also look at the principles and tools of lean.

KEYWORDS: *advanced planning systems, lean manufacturing, implementation.*

JEL CODES: M11, L23.