



18-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos

TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,

vykusios 2015 m. gegužės 6 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 18th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'

TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 6 May 2015, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 18-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»

ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 6 мая 2015 г., Вильнюс, Литва

GAMYBOS LOGISTINIO APTARNAVIMO TOBULINIMAS TAIKANT „JUST IN SEQUENCE (JIS)“ SISTEMĄ AUTOMOBILIŲ IR JŲ DALIŲ GAMYBOS PRAMONĖJE

Jokūbas Zdanevičius¹, Vaidotas Meškauskas²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹jokubas.zdanevicius@stud.vgtu.lt; ²vaidotas.meskauskas@vgtu.lt

Santrauka. Individualizuota automobilių gamyba – šiuolaikinės automobilių pramonės bruožas. Trumpas automobilio sudedamųjų dalių gyvavimo ciklas lemia lanksčios ir greitai reaguojančios tiekimo grandinės poreikį, kai komponentus tiekiančios įmonės greitai reaguoja į užsakymų paklausos kitimą bei naujų komponentų trumpą įdiegimo laikotarpį. Automobilių gamybos procesai nėra lygiagretūs vieni kitiems, bet nuosekliai kinta, todėl atsiranda poreikis produkciją pristatyti ne tik laiku, bet ir tinkamu nuoseklumu bei tvarka. Taikant gamybos tinkamu nuoseklumu (Just in sequence, JIS) sistemą, gamybos logistinis aptarnavimas pagrįstas komponentų tiekimu į galutinę surinkimo liniją ar gamybos postą tinkamu laiku, pagal numatytą tvarkaraštį, suderintą su kliento gamybos tvarkaraščiu.

Straipsnyje nagrinėjama gamybos tinkamu nuoseklumu (Just in sequence, JIS) koncepcijos pritaikymas automobilių ir jų dalių gamybos pramonėje. Analizuojamas tarpusavyje sąveikaujančių gamybos ir logistikos procesų kompleksiskumas bei išskiriami spendimo būdai taikant inovatyvią JIS sistemą.

Reikšminiai žodžiai: JIT, JIS, elektroninis duomenų apsikeitimas (EDI), logistikos sistemų sąveika, gamyba pagal užsakymą, gamybos išteklių planavimas (MRP), išankstinė pristatymo žinute (ASN).

Įvadas

Automobilių ir jų dalių gamybos pramonės ateities iššūkis susijęs su augančia transporto priemonės individualizacija, kai galutinis gaminys priklauso nuo individualaus kliento užsakymo sudedamųjų dalių savitumo.

Pažangiausios informacinės technologijos, gamybos kaip tik laiku „Just in time“ (toliau tekste naudojama santrumpa – JIT), gamybos tinkamu nuoseklumu „Just in sequence“ (toliau tekste naudojama santrumpa – JIS) sistemų naudojimas, inovatyvūs sprendimai bei tarpusavyje sąveikaujančių procesų integracija neatsiejama automobilių ir jų dalių gamybos pramonėje, siekiant sukurti modernią tiekimo grandinę. Nuolatos tobulinama logistikos procesų struktūra lemia:

- gamybos ir pristatymo laiko mažinimą;
- efektyvų turimų logistinių ir technologinių resursų naudojimą;
- gamybos ir logistikos procesų lankstumo didinimą;
- procesų, gaminių ir paslaugų aukštos kokybės užtikrinimą.

Šiuolaikinėje automobilių gamybos pramonėje ir logistikoje paplitusi JIT gamybos sistema, nuosekliai keičiama į modernią JIS sistemą. Ši sistema sukuria nuosek-

lius gamybos procesus visoje tiekimo grandinėje. JIS sistemos taikymo pranašumas yra tas, jog didinamas gamybos ir logistikos proceso suderinamumas, gaminamos ir paruošiamos optimalios apimties siuntos, o šios suderinamos su kliento gamybos tvarkaraščiu. JIS sistemos pagrindinė įdiegimo sąlyga – aukšto lygio informacijos sinchronizacija ir sklaida visoje tiekimo grandinėje. Taigi standartizuota tiekimo grandinė, sukuria pridėtinę vertę minimalių žaliavų kiekio bei trumpo gamybos reagavimo laiko atžvilgiu, vykdant individualų kliento užsakymą.

Straipsnio tikslas – išskirti inovacijomis pagrįstą tiekimo grandinės procesų tobulinimo naudą tiekėjui ir gamintojui įdiegus gamybos tinkamu nuoseklumu (JIS) sistemą. Taip pat apibūdinama kelių sistemų gebėjimas keistis duomenimis, jais naudotis, kontroliuojant modernią tiekimo grandinę.

Automobilių ir jų dalių gamybos pramonė ir tiekimo grandinė

Aukštos kvalifikacijos darbo jėga, investicijos į mokslinius tyrimus ir pažangiausias technologijas, pagrindiniai automobilių pramonę apibudintys veiksniai. Vertinant ekonominę naudą Europoje, šis pramonės sektorius sukuria 839 mlrd. Eur., apyvartą, tai sudaro 6,9 proc. Europos Są-

jungos bendrojo vidaus produkto. Tai taip pat turi ženklia įtaką namų ūkiams kadangi 12,9 mln., (5,3 proc. ES dirbančiųjų) žmonių dirba šiame sektoriuje (Europos Automobilių Gamintojų Asociacija, 2014). Remiantis Tarptautinės Automobilių Gamintojų Asociacijos duomenis (The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers – OICA), Europoje pagaminama penktadalis visų motorinių transporto priemonių pasaulyje (21 proc.). Tuo tarpu didžiausioji dalis motorinių transporto priemonių pagaminama – Azijoje 48,4 proc. (1 lentelė). Nepaisant ženklus pagamintų automobilių kiekio skirtumo tarp Europos ir Azijos, Europos automobilių gamintojai pirmąją aplinkos apsaugos, automobilių saugumo ir inovacijų srityse. Pagamintų ir parduotų automobilių santykis Europoje parodo, jog sukurtos inovacijos ir kokybė plėtojamos pasauliniu mastu.

Lentelė 1. Pagamintų ir parduotų motorinių transporto priemonių kiekis skirtinguose kontinentuose (šaltinis: Tarptautinė Automobilių Gamintojų Asociacija (OICA), 2014)

Kontinentas	Pagaminta	% rinkos dalis	Parduota	% rinkos dalis
Europa	20 382 459	22,70	18 480 967	21,0
Amerika	21 284 523	23,70	25 480 009	28,9
Azija	47 372 100	52,80	42 647 945	48,4
Afrika	708 348	0,80	1 555 721	1,8
Suma	89 747 430	100,00	88 164 642	100,0

Automobilių ir jų dalių gamybos pramonė skirstoma į automobilių, vilkikų ir autobusų segmentus. Mokslinėje literatūroje išskiriama keletas automobilių įrangos gamintojų apibrėžimų:

– Automobilių įrangos gamintojas (angl. *the Original Equipment Manufacturer*) – įmonė gaminanti tam tikrų specifikacijų detales ar produktus (pvz.: lengvuosius automobilius, vilkikus), kurie surenkami galutinėje surinkimo linijoje (Wagner *et al.* 2011);

– Automobilių įrangos gamintojas ar kompanija, kuri surenka ar gamina galutinį produktą, bei parduoda su jau pridėtinę vertę turinčiu prekės ženklu (Heneric *et al.* 2004).

Detaliau analizuojant transporto priemonių gamybą, išskiriamos 3 komponentų tiekimo pakopos:

1 pakopa. Tiekėjai, kurie tiekia pagamintus komponentus tiesiogiai į galutinę surinkimo liniją (interjero,

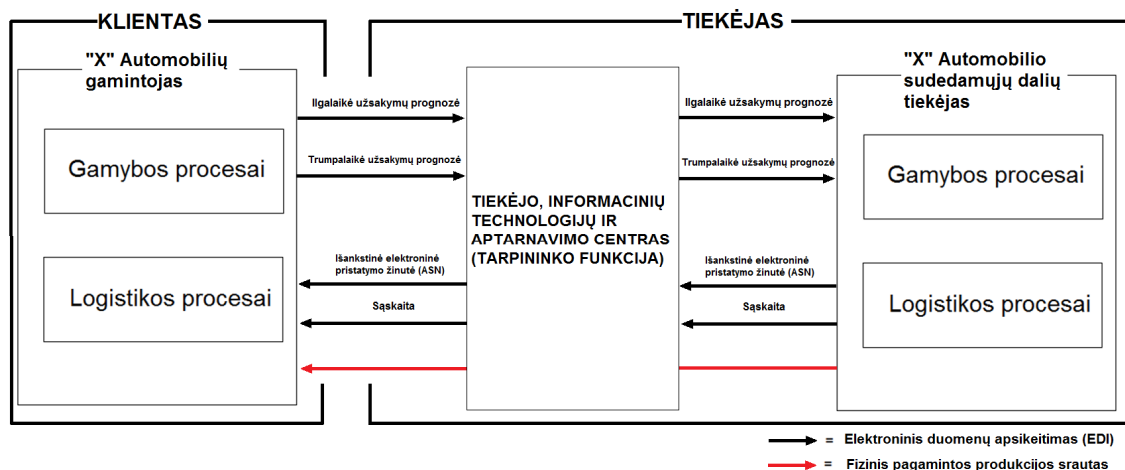
eksterjero komponentai, variklis). Šio tipo tiekėjai glaudžiai bendradarbiauja su galutiniu transporto priemonės gamintoju inžinerinėse ir dizaino kūrimo srityse;

2 pakopa. Tiekėjai, tiekiantys pridėtinę vertę turinčius komponentus 1 pakopos tiekėjui, kurie surenkami įpusėjus procesui (specifines plastikines detales);

3 pakopa. Tiekėjai, tiekiantys gamybinės žaliavas ar individualius komponentus (presavimui skirtą plieną, automobilių dažus).

Išskirtos komponentų tiekimo pakopos apibūdina tiekėjų ir gamintojų sąveikos svarbą galutiniame transporto priemonių surinkimo procese. Optimalus gamybos logistinis aptarnavimas automobilių ir jų dalių gamybos pramonėje gali būti išvystytas tik esant aukšto lygio logistikos sistemų sąveikai tarp bendradarbiaujančių organizacijų. Logistikos sistema – visų veiklų planavimo ir koordinavimo procesas, apimantis materialijų srautų judėjimą, turint minimalias bendrąsias išlaidas, kartu užtikrinant ir norimą klientų aptarnavimo lygį (Meidutė 2012). Dėl šios priežasties organizacijos bendradarbiauja kontroliuojant fizinį gamybos ir pristatymo srautą, taip pat valdo elektroninį informacijos judėjimą visoje tiekimo grandinėje. Savalaikė informacijos sklaida informuoja apie esamą užsakymo būklę, užtikrina efektyvų atsargų valdymą. Svarbu, jog tiekimo grandinėje dalyvaujančios įmonės, ištirtų galimybes įdiegti centralizuotą medžiagų valdymo sistemą, optimizuotą savo vidinę gamybinę veiklą ir tuo pačiu prisidėtų prie bendro tiekimo grandinės veiklos efektyvumo (Palšaitis 2010). Daroma išvada, jog gamybos logistinio aptarnavimo lankstumas ir judrumas, skiriamasis bruožas modernios tiekimo grandinės, pritaikytos efektyviai naudoti turimus resursus siekiant įvykdyti specifinius kliento reikalavimus.

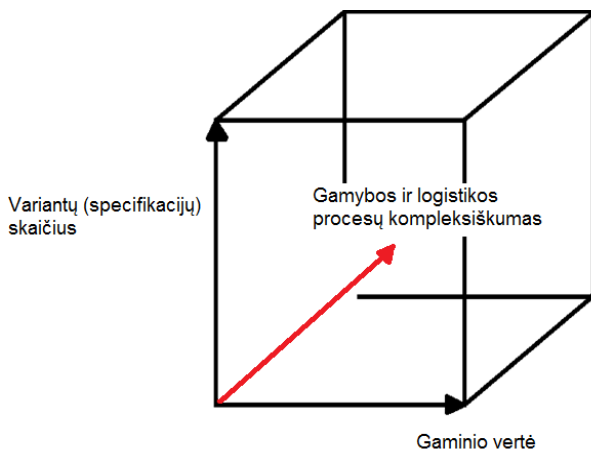
Elektroninių duomenų apsikeitimo ir fizinio produkcijos judėjimo schema pateikiama 1 paveiksle. Schemoje struktūriškai pateikiamas sisteminis užsakymo priėmimas iš kliento, jo įvykdymas pagaminant ir paruošiant siuntą, bei produkcijos fizinį judėjimą lydintis informacinių duomenų apsikeitimas (EDI). Išskiriama informacinių duomenų apsikeitimo svarba itin aktuali JIS sistemos taikyme, nes tik savalaikiai ir kokybiški elektroniniai duomenys sudaro sąlygas pristatyti laiku, tinkamu nuoseklumu (JIS).



1 pav. Elektroninio duomenų apsikeitimo ir fizinio produkcijos judėjimo schema (sudaryta autorių)

„JIS“ sistemos taikymas automobilių ir jų dalių gamybos pramonėje

Šiandieninės automobilių pramonės tendencija – individualaus (specifinės sudėties) užsakymo paklausos didėjimas. Gaminamų variantų skaičiaus ir produkto vertės didėjimo dimensinis modelis pateikiamas 2 paveiksle. Modelyje išreiškiama gamybos ir logistikos procesų sudėtingumo priklausomybė nuo gaminamos produkcijos variantų skaičiaus ir produkto vertės.



2 pav. Gamybos ir logistikos procesų kompleksiško dimensinis modelis (Wagner *et al.* 2011. Modifikuota autorių)

Vienas būdų sumažinti procesų kompleksškumą tiekimo grandinėje yra optimalus veiklos procesų diferencijavimas (Clarke 2005). Daugelis automobilių gamintojų įdiegė gamybos pagal užsakymą (“make-to-order”) strategiją. Pagrindinis veiksnys – logistinių procesų pritaikymas tiekti reikiamus komponentus, reikiamu kiekiu ir reikiamu laiku (JIT), plėtojant lanksčią, nedidelį atsargų kiekį procese turinčią tiekimo grandinę. JIT strategija gali būti plėtojama kuomet standartizuoti produktai yra užsakomi ilgalaikių ir stabilių užsakymų aplinkoje. Rezultatas – greitas užsakymų įvykdymo laikas mažiausiomis sąnaudomis (Meissner 2010).

Analizuojant pristatymo tinkamu nuoseklumu sistemą (JIS) mokslinėje literatūroje išskiriama keletas apibrėžčių:

– Tiekimas tinkamu nuoseklumu (JIS) – sistema, kurios tikslas gaminti ir pristatyti komponentus į galutinę surinkimo liniją tinkamu laiku ir iš anksto nustatyta seka, kuomet šios detalės yra reikalingos galutinei produkto gamybai (Palm 2008)

– Tiekimas tinkamu nuoseklumu (JIS) – gamybos ir logistikos procesų kombinacija, kuri sukuria galimybę tiekimo grandinės dalyviams planuoti, koreguoti komponentų gamybos ir pristatymo tvarkaraščius realiu laiku, kada žaliavos, komponentai, pagaminta produkcija pristatoma remiantis tikslu galutinės kliento gamybos linijos tvarkaraščiu (Heinecke *et al.* 2013).

Pirminis JIS sistemos tikslas yra panaikinti šalutinius procesus atveriant galimybes lanksčiai, tvariai gamybai. Taip pat sumažinti darbą esantį procese, gamybos vietos naudojimą, pristatymo laiką ir sudėtingumą. Didi-

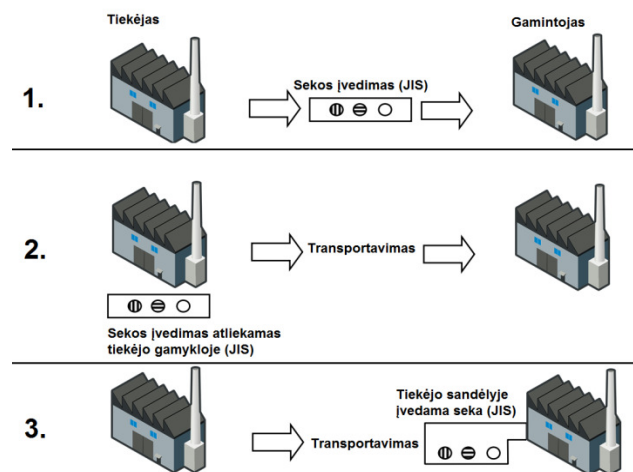
namas tiekimo grandinės efektyvumas ir lankstumas, pagaminta produkcija pristatoma remiantis tikslu galutinės kliento gamybinės linijos tvarkaraščiu (Heinecke *et al.* 2012). JIS sistema nėra izoliuota motorinių transporto priemonių gamybos pramonėje, nes apie 40 proc., sudedamųjų automobilio dalių pristatomos iš tiekėjų, kurie naudoja šią progresyvią sistemą (Graf 2004).

Analizuojant parengtą studiją apie vieną didžiausių Europoje Vokietijos automobilių industriją (Thun *et al.* 2006) išskiriami 3 JIS sistemos taikymo variantai gamybos logistiniame aptarnavime (3 pav.):

1. **Pirmasis modelis** – sekos įvedimas atliekamas tarpiniame sandėlyje. Tiekėjas koncentruojasi į gamybą, tuo tarpu logistikos tarpininkas (3PL) atlieka sandėliavimo ir rūšiavimo darbus. Privalumai – logistikos partneris įsikūręs netoli gamintojo. Trūkumai – papildomi transportavimo sąnaudos tarp tiekėjo, logistikos tarpininko ir gamintojo.

2. **Antrasis modelis** – sekos įvedimas atliekamas tiekėjo sandėlyje. Privalumai – mažinamas žaliavų, pusgaminių ir gaminių kiekis sandėlyje. Trūkumai – tiekimo sutrikimai atsiradus techniniams trikdžiams.

3. **Trečiasis modelis** – tiekėjas, įkūręs logistikos sandėlį, kuris sujungtas su gamykla. Išrūšiuotos surinkimo detalės transportuojamos konvejeriu į gamybos zoną. Privalumai – mažinami transportavimo, pakavimo kaštai. Trūkumai – trumpas reagavimo laikas tarp tiekėjo gamyklos ir tiekėjo rūšiavimo sandėlio atsiradus techniniams trikdžiams.



3 pav. JIS sistemos taikymo variantų modeliai (Thun *et al.* 2006. Modifikuota autorių)

Pateiktieji JIS sistemos logistinio aptarnavimo modeliai įdiegiant sekos formavimo procesą, perskirsto atsargų balansą, tiekimo grandinėje. Geresnis bendrųjų atsargų valdymas ir perskirstymas greitina grynųjų pinigų cirkuliaciją, grąžina investicijas (Palšaitis 2007).

Nepaisant JIS sistemos taikymo naudos taip pat išskiriamai sistemos taikymo trūkumai: neteisinga ir vėluojanti elektroninė užsakymų informacija (EDI), gali sukurti gamybos trukdžius, kurie turi momentinį poveikį kliento galutinei surinkimo linijai. Taip pat, užsakomų komponentų sudėties ir kiekio pakeitimai gali išbalansuoti sudarytą gamybos ir pristatymo tvarkaraštį.

Gamybos logistinio aptarnavimo suderinamumo tobulinimas taikant JIS sistemą

Siekiant išsamiai apibūdinti JIS pritaikymo galimybes, buvo atliktas gamybos ir logistinės grandinės suderinamumo tobulinimo įvertinimas „X“ automobilių komponentus gaminančioje įmonėje (įmonė nenori atskleisti savo pavadinimo).

Analizuojamu atveju įmonė tiekia automobilių komponentus į galutinę transporto priemonių gamybos vietą Belgijoje. Siuntos išvežamos 3 kartus per savaitę (pirmadienį, trečiadienį, penktadienį). Gaminų pristatymo transportavimo laikas – 8 darbo dienos. Pirminis užsakymo gavimas į „X“ įmonės valdymo sistemą (ERP) – 16 darbo dienų iki galutinio surinkimo kliento gamykloje. Užsakymo gamybos pradžia – 10 darbo dienų iki galutinio surinkimo kliento gamykloje. Individualaus automobilio komplekto gamyba vyksta 2 dienas. Pagamintos siuntos paruošiamos ir išsiunčiamas – 8 darbo dienos prieš galutinį surinkimą kliento gamykloje.

Unikalų, individualų užsakymą sudaro 6 atskiri rinkiniai, kurie įtaisomi į vieną vilkiko kabiną galutinėje gamybos vietoje. Šie 6 skirtingi rinkiniai sudaro 1 komplektą. Remiantis „X“ įmonės pateiktais statistiniais duomenimis ir kliento gamybos pajėgumu nustatyta, jog vidutinis užsakymų kiekis per darbo dieną – 170 specifinių komplektų.

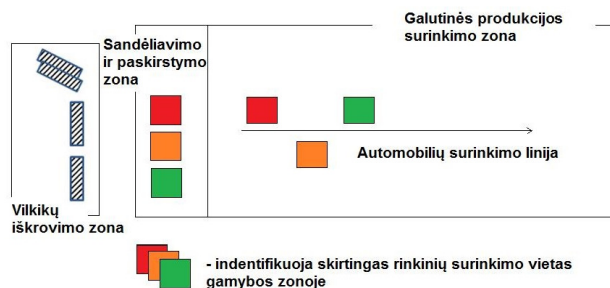
Įvertinus užsakymų kiekį, transportavimo laiką, išvežimų grafiką nustatyta jog sąlyginai reti išvežimai sudaro papildomą apkrovą gamybos ir logistikos procesuose. Pagrindžiama, remiantis esamu transportavimo grafiku, pirmadienį ir trečiadienį būtina paruošti išsiuntimui dviejų dienų poreikį (340 vnt.) gaminamos produkcijos komplektų, tuo tarpu penktadienį tik vienos dienos produkcijos kiekis, išvežimų grafikas tiesiogiai daro įtaką ir logistinės veiklos rezultatui, kuomet savaitės pradžioje patiriama apkrova. Sudarytas gamybos srautas yra tobulintinas, todėl viena iš alternatyvų – integruoti JIS sistemą siekiant subalansuoti gamybą, jos sąveikavimą su logistiniais procesais bei sukurti pridėtinę proceso vertę visoje tiekimo grandinėje.

Dabartinis (esamas) „X“ įmonės procesas paremtas gamyba kaip tik laiku (JIT). Naudojama kliento siunčiaamoje individualizuotoje elektroninėje užsakymo žinutėje (EDI) užkoduota informacija:

- Unikalus ruošiamos gaminti transporto priemonės numeris;
- Komplekto sudėties specifikacija;
- Komplekto surinkimo data kliento galutinėje surinkimo linijoje (gaminimo data);
- Rinkinio naudojimo vieta kliento galutinėje surinkimo linijoje (gamybos postas prie linijos). Apibūdina vietą, kurioje tam tikras rinkinys surenkamas (4 paveikslas).

Kliento užsakymo žinutėje esanti informacija padeda planuoti savalaikę gamybą, sukurti gaminamų komponentų, rinkinių ar komplektų seką ant paletės. Siekiant plėtoti esamą procesą ir integruoti JIS sistemą, būtina tobulinti

gamybos logistinio aptarnavimo suderinamumą, sukurti sistemą, kuri balansuotų gamybos apkrovą per savaitę, taip pat sumažintų siuntos paruošimo ir transportavimo laiką.



4 pav. Gamyklos sandėliavimo ir paskirstymo zonos bei galutinio surinkimo linijos išdėstymas (sudaryta autorių)

Susistemines informacijas, išskiriamas 3 esamo proceso tobulinimo sritys kurios turi būti modifikuotos siekiant integruoti JIS. Atliekama 3 etapais:

1. **Transportavimo laikas.** Sumažinti transportavimo laiką ir išvengti tarpinio sandėliavimo, taip spartinamas materialijų ir piniginių srautų judėjimas visoje tiekimo grandinėje;

2. **Transportavimo dažnumas.** Sukurti naują transportavimo procesą pagrįstą kasdieniniais tiesioginiais vežimais;

3. **Transportavimo pakuočių sekos įdiegimas vilkiko puspriekabėje.** Įdiegti standartizuotą vilkiko pakrovimo seką, kuomet tam tipo tikro rinkinių paletės vieta iš anksto nustatyta vilkiko puspriekabėje remiantis kliento gamybos data ir laiku.

Pirmausia – įvertintas transportavimo laiko mažinimas ir pristatymo dažnumo optimizavimas. Tiekimo grandinės lankstumas ir patikimumas yra JIS sistemos integracijos elementai. Dėl šios priežasties transportavimo srauto optimizavimas yra būtina sąlyga. Analizuojamu atveju įvertinta galimybė taikyti tiesioginius vežimus į galutinę surinkimo vietą Belgijoje. Šiuo metu taikomas transportavimas 3 kartus per savaitę, kuomet krovinius keliauja per tarpinio sandėliavimo vietą sukuria papildomą transportavimo, sandėliavimo ir su tuo susijusių kaštų didėjimą. Siekiant optimizuoti tiekimo grandinę, ruošiamas diegti transporto srautas, kuomet siuntos paruošiamos ir išvežamos 5 kartus per savaitę. Padidėjęs išvežimų skaičius, aplenkiant tarpinį sandėliavimą, sumažina siuntos transportavimo laiką iki 6 d. d.

Detaliau analizuojant kasdieninį siuntų transportavimo modelį išskiriama keletas gamybos ir logistikos procesus įtakančių veiksnių:

- Kasdieninis siuntų paruošimas ir išsiuntimas sudaro sąlygas gaminti ir ruošti optimalias siuntas.
- Tolygiai paskirstyti gamybos apkrovimą. Suderintas gaminamos produkcijos kiekis per dieną su kliento gamybos pajėgumais.
- Subalansuota gamyba, savalaikis pagamintos produkcijos pateikimas į sandėlį diferencijuoja siuntos paruošimo procesų apkrovimą.

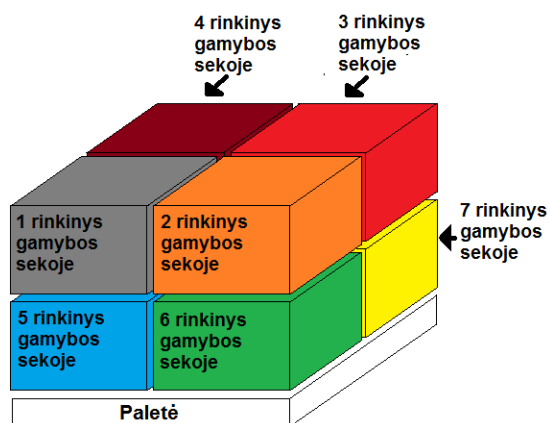
Vertinant transportavimo atstumą, galimo transportuoti kiekio ir transportuojamo kiekio santykį tai-

kant skirtingus transportavimo modelius apskaičiuotas vidutinis vilkiko puspriekabės krovumas. Nustatyta jog kasdienis siuntų išvežimo modelis yra efektyvesnis (56,3 proc.) lyginant su siuntų išvežimu 3 kartus per savaitę (53,9 proc.), vilkiko puspriekabės pakrovimo atžvilgiu.

Įdiegus gamybą ir pagamintos produkcijos pristatymą tinkamu nuoseklumu (JIS) rezultatas – optimali tiekimo grandinė, kuomet siuntos paruošiamos įvedant pristatymo seką remiantis kliento EDI užsakymo žinutėje nurodyta data ir laiku. Šiam tikslui pasiekti tiekimo grandinė turi būti pritaikyta:

- Rūšiuoti rinkinius ant paletės didėjančia tvarka;
- Standartizuotas ir nuoseklus rinkinių išdėstymas vilkiko puspriekabėje.

Analizuojamu atveju, gamybinėje įmonėje „X“ vieną detalių komplektą sudaro 6 skirtingo tipo rinkiniai. Kiekvieno tipo rinkiniai pakuojami atskirai ant paletės ir negali būti maišomi su kito tipo rinkiniais – taikomas vienarūšis rinkinių pakavimas. Pirminiame „Y“ kliento (kliento įmonės pavadinimas negali būti atskleistas) užsakyme nurodytas unikalus rinkinio numeris, surinkimo data ir laikas, kuomet komponentas bus surenkamas galutinėje surinkimo linijoje, sudaro pagrindą įvesti rinkinių seką paletėje.



5 pav. Dėžių su vieno tipo rinkiniais sekos įvedimas paletėje (sudaryta autorių)

Šiuo metu procesas pagrįstas matematinio modeliu. Ruošiamos paletės viršuje talpinama mažiausią sekos numerį (unikalus ruošiamo gaminti automobilio kėbulo numeris) turintis rinkinys tuo tarpu didžiausią numerį turintis rinkinys talpinamas paletės apačioje (5 pav.).

„X“ įmonėje taikomas pakrovimo procesas kuomet pagaminta produkcija pakraunama į puspriekabę nerūšiuojant skirtingų rinkinių tipų. Galutinėje iškrovimo vietoje atsiranda papildomas rūšiavimo poreikis. Pristatyti gaminiai pirmiausia iškraunami iš vilkiko, rūšiuojami siuntų gavimo zonoje ir tik tada pristatomi į nustatytą vietą sandėlyje arba į surinkimo liniją. Siekiant panaikinti šalutinį procesą įvedama skirtingų rinkinių tipų vieta seką vilkiko puspriekabėje. Paletės išdėstymas pateikiamas 6 paveiksle.

JIS taikymo pranašumas JIT atžvilgiu pagrindžiamas modeliuojant krovos darbų kiekį procese. Palyginimui atlikti naudojamas mokslininko H. Richardson (2004) pateikiama formulė ((1) formulė), kuri vertina krovos darbų kainą atsižvelgiant į siuntos paruošimo procesų kiekį tiekimo grandinėje.

Transportuojamų pakuočių išdėstymas vilkiko puspriekabėje iš viršaus

7	5	11	15	19	23	3	5	5	3	5	5	6							
8	6	12	16	20	24	4	6	6	4	6	6	5	4						
3	1	9	13	17	22	1	1	3	1	1	3	1	3						
4	2	10	14	18	21	2	2	4	2	2	4	2							

NV - Neužpildyta vilkiko puspriekabės vieta

Transportuojamų pakuočių išdėstymas vilkiko puspriekabėje iš kairiojo šono

3	1	9	13	17	22	1	1	3	1	1	3	1							
4	2	10	14	18	21	2	2	4	2	2	4	2	3						

NV - Neužpildyta vilkiko puspriekabės vieta

6 pav. Transportuojamų skirtingų tipų rinkinių pakuočių sekos įvedimo schema vilkiko puspriekabėje (sudaryta autorių)

$$C_{krovos d.}(JIT) = \{2v^2 + 3v\}t_{eur}(G). \quad (1)$$

Formulės reikšmės: v – variantų kiekis; $t_{eur}(G)$ – piniginis ekvivalentas; G – rinkinio dydis (m^3); X – serijos kiekis vienetais.

Procesų kiekiui tiekimo grandinėje JIT ir JIS atvejais išreikšti naudojama tik viena formulė ((1) formulė) dedamųjų – $2v^2 + 3v$. Analizuojamuoju atveju taikant JIT sistemą nustatyta jog sukuriama 90 procesų sąveikos taškų ((2) formulė) visoje gamybos logistinio aprūpinimo grandinėje.

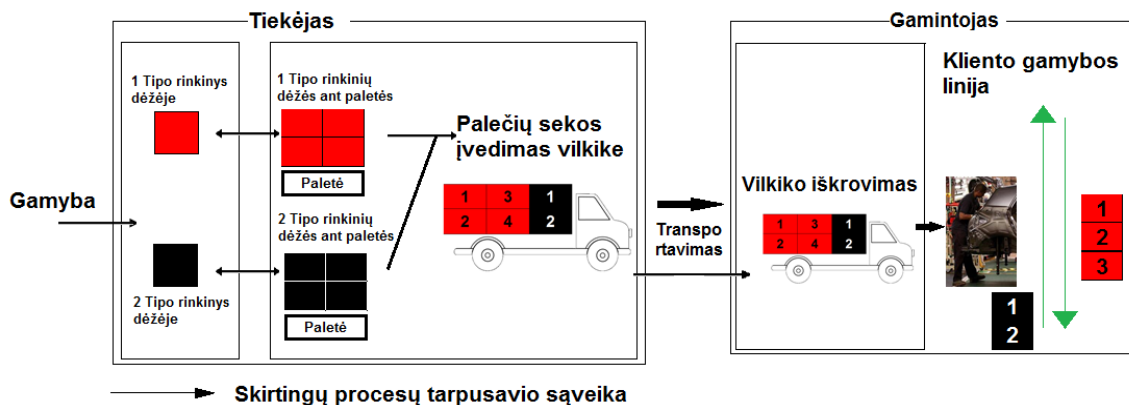
$$C_{krovos d.}(JIT) = \{2x6^2 + 3x6\} = 90. \quad (2)$$

Analizuojant JIS sistemos pritaikymą (7 paveikslas) tiekimo grandinėje nustatyta jog sukuriama 55 sąveikos ((3) formulė) taškai.

$$C_{krovos d.}(JIT) = \{2x5^2 + 3x5\} = 55. \quad (3)$$

Darytina išvada, kad JIS sistemos taikymas įvedant krovinio seką vilkiko puspriekabėje, sukuria ženklų pašalinių procesų sumažinimą visoje tiekimo grandinėje.

Apibendrinant gamybos ir logistikos suderinamumo tobulinimo etapus integruojant JIS sistemą, išskiriama transportavimo srauto reorganizavimo reikšmė. Lankstus pristatymų grafikas, sutrumpėjęs transportavimo laikas, optimaliai suderinta gamybos ir logistinės grandinės sąveika, kompensuoja padidėjusius transportavimo kaštus. Išvengiama papildomas sandėliavimas transportuojant per logistikos terminalą. Taip pat įgyvendinamas gamybos ir logistikos procesų standartizavimas įvedant seką kliento gamybos datos ir laiko atžvilgiu. Skirtingų tipų rinkiniai talpinami ant paletės ir rūšiuojami vilkike tinkamu nuoseklumu suderintu su kliento surinkimo linijos grafiku.



7 pav. JIS sistemos taikymas tiekimo grandinėje (sudaryta autorių)

Išvados

1. Gaminamos produkcijos specifikacijų skaičiaus ir produkto vertės didėjimas sukuria kompleksinę gamybos logistinį aptarnavimą, kurio optimali kontrolė ir valdymas gali būti pasiektas taikant JIS sistemą. Sistemos taikymas optimaliai naudoja gamybinės įmonės resursus, didinamas tiekimo grandinės efektyvumas ir lankstumas, pagaminta produkcija pristatoma iš anksto numatytu laiku ir tinkamu nuoseklumu, kuris sudaromas remiantis tikslu galutinės kliento gamybinės linijos tvarkaraščiu;

2. Kasdieninis siuntų paruošimas ir išsiuntimas sudaro sąlygas gaminti ir ruošti optimalias siuntas, taip pat tolygiai paskirstyti gamybos apkrovimą. Suderintas gaminamos produkcijos kiekis per dieną su kliento gamybos

pajėgumais optimaliai naudoja gamybos ir logistikos procesų resursus, kuomet savalaikis pagamintos produkcijos pateikimas į sandėlį diferencijuoja siuntos paruošimo procesų apkrovimą.

3. JIS sistemos koncepcijos taikymas įvedant krovinio seką vilkiko puspriekabėje, sukuria ženklų skaičiavimais pagrįstą, siuntos paruošimo išsiuntimui ir rūšiavimo procesų sumažinimą visoje tiekimo grandinėje.

4. Savalaikis elektroninių duomenų apsikeitimas, informuoja apie esamą užsakymo būklę bei užtikrina efektyvų atsargų valdymą. Dėl šios priežasties nuolatinis tiekimo grandinės dalyvių bendradarbiavimas kontroliuojant fizinį gamybos ir pristatymo srautą yra neatsiejamas optimalaus logistinio aptarnavimo kriterijus, taikant pristatymo tinkamu nuoseklumu (JIS) sistemą.

Literatūra

- Clarke, C. 2005. *Automotive Production Systems and Standardization. From Ford to the Case of Mercedes-Benz*. Physica – Verlag. 238 p.
- Heinecke, G.; Lamparter, S.; Lepratti, R.; Kunz, A. 2013. Advanced Supply Chain Information for Rule-Based Sequence Adaptions on a Mixed-Model Assembly Line with Unreliable Just-In-Sequence Deliveries, *7-oji IFAC konferencija „Manufacturing Modelling, Management, and Control“*, 19–21 birželio, 2013, Sankt Peterburgas, Rusija.
- Heneric, O.; Licht, G.; Sofka, W. 2004. *Europe's Automotive Industry on the Move. Competitiveness in a Changing World*. ZEW Economic Studies. Physica – Verlag. 275.
- Meidutė, I. 2012. *Logistikos sistema*. Vilnius: Technika. 164.
- Meissner, S. 2010. Controlling just-in-sequence flow production, *Logistics Research* 2: 45–53.
- Palšaitis, R. 2010. *Šiuolaikinė logistika*. Vilnius: Technika. 338 p.
- Palšaitis, R. 2007. *Logistikos vadybos pagrindai*. Vilnius: Technika. 358 p.
- Richardson, H. 2004. Execution at the dock, *Outsourced Logistics* 45: 31–33.
- The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers 2014*. 2005–2014 Sales statistics [interaktyvus], [žiūrėta 2015 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.oica.net/wp-content/uploads//total-sales-2014.pdf>>.
- Thun, J. H. ; Marble, R. P. ; Silveira-Camargos, V. 2007. A conceptual framework and empirical results of the risk and potential of just-in-sequence, *Journal of Operations and Logistics* 1: 1–13.
- Wagner, M. S.; Silveira – Camargos, V. 2011. Decision model for the application of just-in-sequence, *International Journal of Production Research* 49: 5713–5736.