



17-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos
TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,
vykusios 2014 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 17th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'
TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 8 May 2014, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 17-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»
ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 8 мая 2014 г., Вильнюс, Литва

AUTOMOBILIO BŪKLĖS STEBĖJIMO MODULIO KŪRIMAS REVERSINĖS LOGISTIKOS SISTEMAI

Mantgirdas Juozapaitis¹, Darius Bazaras²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹mant.juozapaitis@gmail.com; ²darius.bazaras@vgtu.lt

Santrauka. Reversinė logistika, kuri anksčiau buvo laikoma tik papildoma nuostolinga veikla prekės gamintojui, šiame dešimtmetyje daugelio verslo organizacijų jau yra suprantama kaip galimybė ne tik kompensuoti praradimus, tačiau ir uždirbti pelno. Dėl itin griežtos teisinės aplinkos tai itin aktualu šiuolaikinėje automobilių pramonėje, kurios sėkmė tiesiogiai priklauso nuo sugebėjimo ne tik efektyviai, tačiau ir laiku surinkti, perdirbti ir panaudoti gyvavimo ciklą baigusius produktus.

Reikšminiai žodžiai: reversinė logistika, gražinimai, grįžtamasis ryšis, informacinės technologijos (IT), daviklių sistema.

Įvadas

Šiuolaikinėje automobilių pramonės rinkoje nuolat didėjant konkurencijai tarp automobilių gamintojų nuolat kinta ir rinkos lyderio poziciją turinčios kompanijos, jų dalis rinkoje. Tokias visuotinai pripažintas kompanijas kaip „BMW“, „Audi“, „Mercedes-Benz“ nuolat atakuoja pigesnius bei labiau prieinamus automobilius gaminančios įmonės. Pavyzdžiui „Opel“ pardavimai Baltijos šalyse 2011–2012 m. išaugo net 146 %, o 2010–2011 m. net 3 kartus! Negana to, į Europos rinką ypač aktyviai veržiasi korėjiečių automobiliai (Hyundai, Kia), siūlantys gausią bazinę įrangą už gerokai mažesnę kainą nei jų konkurentų iš Europos.

Tokiu būdu ypač paaštrėjus konkurencijai tarp automobilių gamintojų kompanijos turi itin atidžiai naudoti ir planuoti savo žaliavas/išteklis. Resursų planavimui (ypač automobilių industrijoje) milžinišką įtaką turi tinkamas reversinės logistikos kanalo naudojimas.

Reversinės logistikos pritaikymo svarba juntama ne tik dėl Europos Sąjungos ir vietinės valdžios aplinkosaugos normų ir įstatymų, susijusių su senų produktų utilizavimu. Lemiamą vaidmenį čia atlieka vertės suteikimas jau nebe-naudojamoms automobilių detalėms (automobilių industrija turbūt yra ryškiausias šio reversinės logistikos aspekto pavyzdys). Itin didelis dėmesys skiriamas šiam aspektui, nes kaip žinia pagrindinis automobilių gamintojų pelnas yra ne iš naujų automobilių pardavimų, o iš atsarginių dalių bei serviso paslaugų. Todėl norint sumažinti kaštus ir maksimizuoti pelną automobilių gamintojai turi ypač efektyviai taikyti reversinės logistikos grandinės schemą.

Šiame straipsnyje aptariama reversinė logistika ir jos ypatumai, supažindinama su reversinės logistikos grandinės (grįžtamojo kanalo) taikymu automobilių ir atsarginių dalių gamybos pramonėje, siekiant efektyviai panaudoti turimus išteklius bei dar tinkamas naudoti dalis. Toliau straipsnyje analizuojama pagrindinė reversinės logistikos taikymo automobilių gamyboje problema – labai didelis laiko tarpas tarp pirminės prekės patekimo į rinką ir tos pačios prekės įtraukimo į grįžtamąjį kanalą. Kaip problemos sprendimo būdas siūloma IT sprendimais pagrįsta automobilio būklės stebėjimo sistema, realiu laiku analizuojanti pagrindinius automobilio parametrus, apibūdinančius jo padėtį produkto gyvavimo ciklo kreivėje ir apie produkto būklę informuojanti įmonės reversinės logistikos padalinį.

1. Reversinė logistika

Reversinė logistika yra procesų, susijusių su produktų ar žaliavų pakartotiniu panaudojimu ar utilizavimu visuma. Reversinė logistika – tai efektyvus ir nebrangus medžiagų srauto judėjimo, prekių ar žaliavų atsargų, galutinių prekių ir susijusios informacijos judėjimo planavimas, vykdymas ir kontrolė iš galutinio vartotojo atgal gamintojui, siekiant grąžinti prarastą vertę ar tinkamai utilizuoti. Tiksliau, reversinė logistika yra procesas, kurio metu prekės perimamos iš galutinio vartotojo, siekiant joms suteikti naują vertę. Perdirbimo ir atnaujinimo procesai taip kad gali būti įtraukti į reversinės logistikos sąvoką (Hawks 2006). Į reversinės logistikos procesą patenka tiek perteklinių prekių sandėliavimas, tvarkymas

ir pardavimas, tiek ir grąžintų ar išnuomotų prekių tvarkymas, jei įmonė užsiima technikos nuoma. Paprastai logistikos procesų tikslas yra jog prekė patektų pas klientą, tačiau reversinės logistikos atveju viskas vyksta atvirkščiai – prekės keliauja iš kliento atgal gamintojui ar pardavėjui (Rengel 2002). Reversinė logistika yra kur kas daugiau nei tik prekių grąžinimo valdymas. Tai veikla, susijusi su siekiu išvengti galimų grąžinimų, prekių saugojimas, utilizavimas ir visi kiti tiekimo grandinės procesai, einantys po prekių pardavimo galutiniam vartotojui (Rogers 2002). Remiantis kitu autoriumi (Blumberg) galima pabrėžti, jog tie produktai, medžiagos ar dalys ir ekonominės galimybės, kurios anksčiau buvo tiekimo grandinės pabaigoje, dabar yra verslo, valstybinių ir vartotojų organizacijų taikinyje, kurios mato reversinės logistikos procesų visumą ir uždaro tiekimo grandinės teoriją kaip tvirtą pagrindą siekiant ne tik sukurti naują ekonominę vertę, bet ir užtikrinti gamtos apsaugą.

2. Reversinė logistika automobilių pramonėje

Iki nesenos praeities automobilių pramonės sektorius buvo susitelkęs tik į tiesioginės logistikos sistemos tobulinimą. Gerai išvystyta logistikos grandinė garantuodavo greitą žaliavų pristatymą gamintojui bei pagaminto automobilio pristatymą vartotojui. Kadangi automobiliai, išskyrus bazinės komplektacijos modelius, nėra gaminami nuolat, o tik reaguojant į vartotojo užsakymą tai labai prailgina vartotojo laukimo terminą ir mažina klientų pasitenkinimą. Dėl šios priežasties automobilių gamintojai mato logistinės sistemos tobulinimą kaip dar vieną būdą įgyti konkurencinį pranašumą rinkoje. Kaip pavyzdį galima paminėti jog šiuo metu užsakius visiškai naują bazinės komplektacijos Fiat 500 jo tektų laukti maždaug 3 mėnesius. Užsakius išskirtinės komplektacijos Opel Insignia OPC automobilį jį gautume tik po 6 mėnesių (UAB „Autobrava“ ir UAB „Rasmitas“ atstovybių duomenimis).

Kasdieninio automobilio tarnavimo amžius dažniausiai yra skaičiuojamas 10 metų. Tačiau automobilių gamintojų politika šiuo klausimu keitėsi. Maždaug iki 21 a. pradžios pagaminti automobiliai buvo kurti pagal koncepciją jog vartotojui automobilis yra ilgalaikis pirkinys ir kuo jis kokybiškesnis – tuo labiau vartotojas patenkintas. O tai reiškia pakartotinį pirkimą ateityje. Tokiu būdu klientas yra pririšamas prie tam tikro automobilio gamintojo. Gamyba ir surinkimas buvo orientuota į kuo mažesnę gedimų skaičių per 10 metų laikotarpį. Tačiau šiuo metu situacija yra pasikeitus. Atsiradus tokiom paslaugom kaip automobilių išperkamoji nuoma (lizingas) pasikeitė vartotojų elgsena rinkoje: automobiliai perkami dažniau nei anksčiau ir jų naudojimo trukmė sutrumpėja. Todėl šiuo metu didieji automobilių gamintojai savo surinkimo ir gamybos procesus optimizuoja taip, kad jų produktas sėkmingai ir be didesnių gedimų atitarnautų garantinį laikotarpį, kuris dažniausiai yra 3–5 metai. Pasibaigus garantijai savininkai yra skatinami pakeisti automobilį nauju, to paties gamintojo automobiliu. Taigi prekės gyvavimo ciklas sutrumpėjo maždaug pusiau.

Tokiu būdu augant gamybos mastams proporcingai didėja ir senų nebenaudojamų automobilių kiekis. Todėl automobilių industrija susiduria su didėjančiu spaudimu taikyti žaliasias technologijas tiekimo grandinės valdyme (Seitz 2003). Spaudimas daugiausiai jaučiamas iš valdžios institucijų, atsakingų už aplinkosaugą. Vis daugiau naujų ES bei valstybės teisės aktų reglamentuoja panaudotų atliekų tvarkymą ir utilizavimą. Dėl šio aplinkosauginio aspekto bei dėl ypač svarbaus vertės suteikimo panaudotoms detalėms reversinės logistikos kanalas šiuo metu yra automobilių gamintojų dėmesio centre. Dar 2001 m. automobilių gamintojų ir pardavėjų asociacija teigė „Automobilių industrijos ilgalaikė sėkmė tiesiogiai priklausys nuo šio sektoriaus sugebėjimo dirbti kurint darniąją ateitį“ (SMMT 2001), taip pabrėždama darnaus vystymo svarbą ne tik trumpalaikiams tikslams, tačiau ir visai pramonės šakai ilgalaikėje perspektyvoje.

Surinkimo procesų valdymas ženkliai skiriasi nuo „tradicinių“ gamybos procesų. Viena iš pagrindinių kliūčių perdirbimo pramonėje yra laiko tarpas tarp datos kai produktas pateko į rinką ir datos, kai perdirbtas ar atnaujintas produktas pateko į antrinę rinką. (Seitz 2003). Pagrindinė grįžtamojo kanalo taikymo automobilių pramonėje problema yra būtent tokia, kokią nurodė M. Seitz – per didelis laiko tarpas tarp pirminio produkto įvedimo į rinką ir jo išvedimo iš rinkos (momento, kai produktas papuola į grįžtamąjį kanalą). Tai itin aktualu ne tiek gerai išsivysčiusiose rytų Europos šalyse, kuriose dažnai sutinkami eksploatuojami ir senesni nei 15–20 metų automobiliai, kurie dažniausiai yra itin prastos būklės, nebetinkami ne tik naudojimui, tačiau ir perdirbimui antrinėms rinkoms. Idealiomis sąlygomis laiko tarpas tarp produkto patekimo į rinką ir jo patekimo į reversinį srautą turi būti toks, kad jis dar nebūtų tiek pasenęs, jog jo nebebūtų galima panaudoti perdirbimui.

Anot M. Seitz: „In a remanufacturing environment, the used products (so-called ‘cores’) serve as raw material for the remanufacturing process“. Su tuo yra keletas susijusių problemų. Visų pirma tai išankstinis klientų nusistatymas, jog nauja prekė yra pranašesnė nei perdirbta. Todėl perdirbtom detalėm tenka rinkoje konkuruoti su naujomis detalėmis. Pastaruoju metu perdirbtų detalių pardavimų dalis rinkoje krenta. Antroji problema yra grąžinamų automobilių ar jų dalių srauto nepastovumas. Neįmanoma prognozuoti tikslaus grąžinimo laiko bei apimties. Automobilių dalių parduotuvėms, kurios turi sandėliuose turėti pastovų kiekį produkcijos tai yra papildoma kliūtis siekiant efektyviai pardavinėti perdirbtas detales. „Grąžinimus galima padalinti į dvi kategorijas: planuoti ir neplanuoti grąžinimai“ (Daugherty). Siūlomu įdiegti automobilių stebėjimo moduliui siekiama ne tik trumpinti laiko intervalą tarp pradinio produkto (automobilio) patekimo į rinką ir jo įvedimo į grįžtamąjį kanalą, tačiau ir mažinti neplanuotų grąžinimų skaičių taip leidžiant prekiautojams bei perdirbėjams tiksliau valdyti savo atsargų skaičių ir planuoti veiklą. Taip pat anot P. Daugherty „The automobile market can be segmented into two distinct customer bases: OEM (original equipment manufacturers) and the aftermarket“. Šiame straipsnyje siūlomas modelis tinka tik OEM de-

talių gamintojams, nes sistema reikalauja diegimo kartu su gaminamu automobiliu.

Norint sėkmingai taikyti grįžtamojo ryšio kanalą bet kuriam produktui, visų pirma reikia labai gerai perprasti produkto gyvavimo ciklą. Supaprastintą produkto ciklo grafiką matome 1 paveiksle.



1 pav. Produkto gyvavimo ciklas

Šiuo metu automobilių gamintojams taikomi reikalavimai numato, jog turi būti užtikrinta nenutrūkstama atsarginių automobilio detalių gamyba dar 10 metų po modelio gamybos pabaigos. Taigi produktui grafike pasiekus ribą, kuomet produktas pasensta, tampa nuostolingas ir jo gamyba nutraukiama, atsarginės detalės turi būti gaminamos dar dešimtmetį. Būtent tokiom detalėm dažniausiai yra naudojama reversinės logistikos schema, kurios dėka gamykla gali pagrindinę gamybos liniją skirti naujų modelių detalių gamybai, o senų automobilių detales perdirbti (remanufacturing), panaudojant bazines detales (core) iš senų utilizuojamų transporto priemonių.

3. Automobilio būklės stebėjimo modulis

Siekiant nustatyti konkretaus automobilio gyvavimo ciklo etapą reikia atkreipti dėmesį kokie yra pagrindiniai automobilio mazgai, nustatantys automobilio techninę būklę (2 pav.).

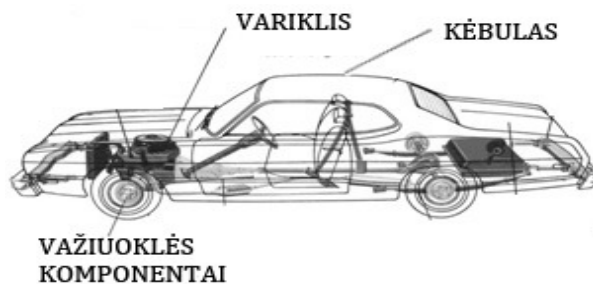
Pagrindinius mazgus galima suskirstyti į grupes (1 lentelė).

Minėtų mazgų būklės nustatymui šiuo metu naudojama vizualinė apžiūra. Tepalinių žiedų nusidėvėjimas nustatomas stebint išmetamąsias dujas, varikliui dirbant aukštomis apskukomis ir stebint ar nėra mėlynų dujų, kurios reiškia deginamą tepalą. Kompresinių žiedų nusidė-

vėjimas matuojamas kompresometro pagalba, o indėklų ir cilindro gilzių nusidėvėjimo pamatuoti neišardžius variklio neįmanoma. Pakabos dalių apžiūra taip pat atliekama judinant dalis (pvz., šakes) ir stebint pakabos gumų darbą. Didesnės problemos kyla norint nustatyti kėbulo būklę. Akivaizdu, jog viena didžiausių problemų yra metalo korozija, tačiau faktiškai neįmanoma sukurti tokios sistemos, kuri fiksuotų automobilio korozijos lygį. Todėl lieka kiti 2 parametrai – automobilio kėbulo geometrija (kuri gali būti iškraipyta ne tik po smūgio, tačiau ir korozijai pažeidus esmines kėbulo vienas, pvz. viršutinius amortizatorių tvirtinimus) ir oro pagalvės.

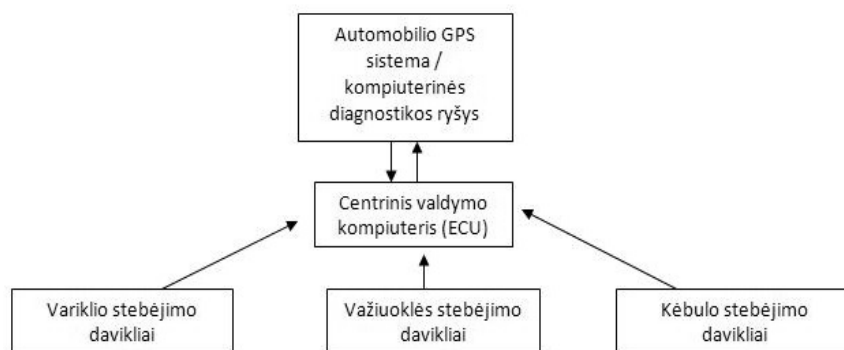
1 lentelė. Pagrindinių mazgų skirstymas į grupes

Grupė	Stebimi mazgai
Variklio ir pavarų dėžės	Pagrindinių ir švaistiklinių indėklų nusidėvėjimas (stūmokliniame variklyje) arba rotoriaus riebokšlių nusidėvėjimas (rotoriniame Vankelio variklyje); Stūmoklių tepalinių ir kompresinių žiedų nusidėvėjimas; Variklio cilindro sienelių (gilzių) nusidėvėjimas; Pavarų dėžės sinchronizatorių ir dantračių nusidėvėjimas.
Pakabos	Šarnyrų / sailenblokų būklė; Vairo kolonėlės būklė;
Kėbulo	Kėbulo geometrija; oro pagalvės



2 pav. Automobilio sudedamųjų dalių schema

Siekiant stebėti šiuos automobilio parametrus realiu laiku, reikia sukurti integruotą IT sprendimą ir „Smart system“ teorija pagrįstą daviklių sistemą. Pagrindinė sistemos koncepcija yra apjungti skirtingų komponentų daviklius į vieną sistemą, kurią kontroliuotų bendras valdymo blokas (ECU – electronic control unit).

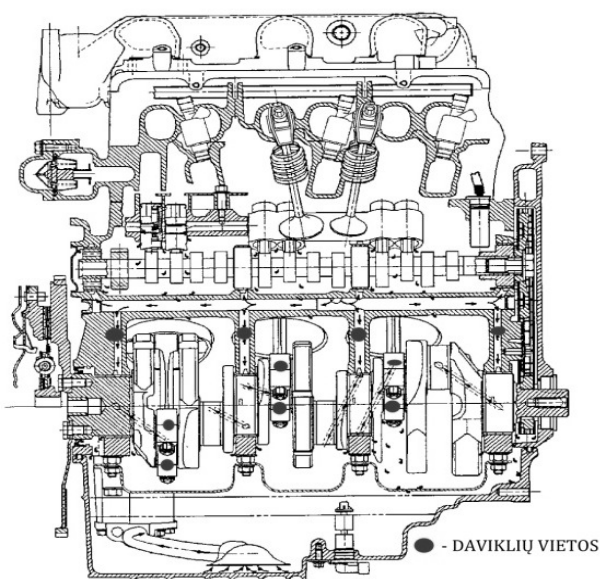


3 pav. Sistemos tarpusavio ryšių schema

Pirmoji sistemos dalis – variklio parametrų stebėjimas. Tam tikslui variklyje reikia įmontuoti atskirus bevieliu ryšiu (pvz. „Bluetooth“) veikiančius daviklius. Tai būtų analogiška sistema kaip šiuo metu naudojama automobilio padangų slėgiui matuoti. Daviklių išdėstymas variklio detalėse pavaizduotas sekančioje schemoje.

Šių daviklių paskirtis yra tiksliai nustatyti metalo (tiksliau – indėklų, žiedų ir cilindro sienelių) nusidėvimą. Matuojamas atstumas (metalo storis) tarp dviejų daviklių. Pirmo remonto indėklai yra +0,25 mm storesni už standartinius, todėl šiam storiui sumažėjus 0,5 mm (dvi sienelės po 0,25 mm) nuo gamyklinio parametro siunčiamas signalas į pagrindinį valdymo bloką, kur ši informacija apdorojama.

Automobilio variklio cilindro žiedų nusidėvimas skaičiuojamas taip pat kas 0,25 mm, todėl visa variklio daviklių sistema turėtų sudaryti (keturių cilindrų varikliui) 16 bevieliu ryšiu veikiančių daviklių: kiekvienam cilindrui skirti po 2 davikliai, matuojantys švaistiklinių indėklų nusidėvimą ir 2 davikliai, matuojantys žiedų, o tuo pačiu ir cilindro sienelių nusidėvimą. Kadangi rotoriniai varikliai dėl savo patikimumo stokos yra naudojami tik keliuose automobilių modeliuose jų stebėjimo sistema atskirai aptarta nebus.



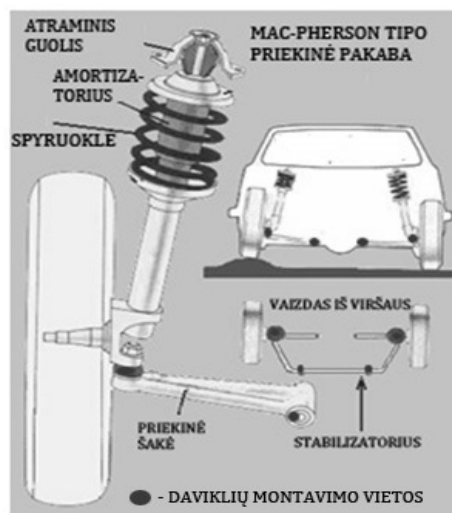
4 pav. Variklio schema

Dažniausiai pavarų dėžių defektų priežastis yra netinkamai (netiksliai) jungiamos pavaros. Dėl šios priežasties atsiranda pavarų dančių ir daug dažniau – bėgių sinchronizatorių gedimai. Dėl pavarų dėžės ir minėtų detalių konstrukcijos yra neįmanoma tiksliai matuoti jų nusidėvimą pasitelkiant daviklius, nes nėra vietos ir galimybės integruoti prietaisus į mažas ir didelėmis apskomis judančias pavarų dėžės detales. Panagrinėjus šią problemą toliau matoma, jog dėvintis metalinėms minėtoms detalėms pavarų dėžės tepale atsiranda metalo drožlių, kurios sudarydamos papildomą trintį tarp greitai judančių detalių dar labiau sutrumpina detalės (šiuo atveju – visos pavarų dėžės) gyvavimo ciklą. Tęsiant toliau reikia

atkreipti dėmesį į tai, jog šiuo metu mechaninėms pavarų dėžėms yra naudojamas „Lifecycle long“ tepalas, kuris reiškia jog jo keisti nereikia iki pat automobilio eksploatacavimo ciklo pabaigos. Šią tepalo savybę (netaikoma automatinėms pavarų dėžėms) galima pasitelkti visos pavarų dėžės būklės stebėjimui. Pavarų dėžėje, pasinaudojant varžtu, skirtu išleisti tepalą galima įmontuoti kitokios paskirties daviklį: šį kartą bus matuojamas ne atstumas (metalo storis) tarp dviejų daviklių, tačiau metalo dalelių koncentracija tepale. Pasinaudojus varžtu su magnetu ant jo, kokie šiuo metu naudojami daugumos automobilių karteriuose, galima drožles pritraukti prie minėto varžto. Tokiu būdu pasiekiami 2 tikslai:

1. Magnetą pritraukia drožles, todėl yra prilėtinamas tolimesnis detalės dėvėjimasis;

2. Tame pačiame varžte galima įmontuoti koncentracijos daviklį, kuris matuotų metalo dulkių (drožlių) koncentraciją tepale. Jai viršijus nustatytą procentą tai fiksuotų elektroninis valdymo modulis. Tokia daviklio padėtis dar yra naudinga ir dėl kaštų – jis nebūtinai turi dirbti bevieliu režimu, kadangi įmanoma be didesnių kliūčių atvesti laidą.



5 pav. Važiuklės schema

Važiuklės būklei stebėti įrengiami davikliai šakių sailenblokuose. Sailenbloko gedimai yra nustatomi pagal jų laisvumą (poslinkį) į šonus. Fiksuojant didesnę, nei nustatytas ribinis, poslinkį signalas siunčiamas į valdymo bloką.

Automobilio kėbulo geometrijos poslinkiai fiksuojami išdėstant keturis daviklius automobilio kėbulo kampuose (patogiausia – lanžeronuose), kurie matuoja atstumus tarp vienas kito. Pasikeitus atstumui tarp bent vienos poros daviklių siunčiamas signalas į valdymo bloką. Oro pagalvių būklės stebėjimui pasitelkiama standartinė kiekviename automobilyje naudojama sistema, kuri prijungiama prie centrinio valdymo bloko. Aktyvavus oro pagalves taip pat perduodamas signalas centriniam valdymo blokui.

4. Signalų apdorojimo sistema

Skirtingų daviklių aktyvuoti signalai pasiekia centrinį valdymo bloką. Jame signalai apdorojami ir nustatoma

automobilio būklė. Pagal kelis kriterijus sistema apskaičiuoja ar automobilį dar apsimoka tvarkyti, ar metas jį įtraukti į grįžtamąjį kanalą. Jei fiksuojamas tik važiuklės nusidėvėjimas, vairuotojas informuojamas apie gedimą informaciniu pranešimu prietaisų skydelyje.

Gedimai skirstomi į dvi grupes: kritiniai ir nekritiniai. Atsiradus kritiniam gedimui automobilio valdymo blokas fiksuoja šį įvykį ir nustato jog automobilis turi patekti į reversinės logistikos grandinę.

Automobilio gamintojas informuojamas vienu iš dviejų būdų:

1. Siunčiamas tiesioginis signalas gamintojo reversinės logistikos padaliniiui, naudojant tam pritaikytą informacinę sistemą. Ryšys palaikomas naudojant gamyklinę automobilio GPS įrangą su jo koordinatėmis, identifikavimo (VIN) kodu ir pažeidimo/gedimo tipu;

2. Informacija iš pagrindinio valdymo bloko nuskaitoma techninio aptarnavimo metu su kompiuterinės diagnostikos įranga.

Pirmasis variantas yra tinkamesnis, nes tokiu būdu be didesnio laiko tarpo įmonės reversinės logistikos padalinys žinotų kuris automobilis nebėra tinkamas naudoti ir informaciją perduotų savo atstovybei tame regione. Tokiu atveju atstovybės pardavimo vadybininkai galės panaudoti paskatinimų sistemą, šiuo metu labai populiarią visoje Europoje, kuomet senas automobilis nuperkamas ir atiduodamas į reversinės logistikos grandinę, o kaip kom-

pensaciją už seną automobilį savininkas gauna atitinkamo dydžio nuolaidą naujam.

Išvados

1. Konkurencijai automobilių gamintojų pramonėje pasiekus pika, įmonės stengiasi iki galo išnaudoti visus turimus resursus ir išgauti maksimalią vertę iš pirminiam naudojimui nebetinkamų prekių. Todėl šioje gamybos srityje yra labai aktyviai vystoma reversinės logistikos sistema;

2. Apžvelgus reversinės logistikos taikymo automobilių pramonėje situaciją bei ateities tendencijas nustatyta pagrindinė šios grandinės problema – didelis laiko tarpas tarp pirminės prekės įvedimo į rinką ir jos patekimo į reversinės logistikos kanalą;

3. Siekiant pašalinti problemą pasiūlytas „Smart system“ sprendimais pagrįstas realaus laiko automobilio būklės stebėjimo modulis;

4. Sistemos pagalba stebimos pagrindinės automobilio charakteristikos, apibūdinančios jo būklę ir padėti gyvavimo ciklo kreivėje. Efektyviai išnaudojant šią sistemą maksimaliai sumažinamas laikotarpis tarp prekės patekimo į rinką ir jos patekimo į reversinės logistikos grandinę, taip išsprendžiant vieną pagrindinių problemų, susijusių su reversine logistika automobilių pramonėje.

Literatūra

Blumber, D. F. 2005. *Introduction to Management of Reverse Logistics and Closed-loop Supply Chain Processes*.

Daugherty, P. J. 2003. *Reverse Logistics in the Automobile Aftermarket Industry*.

Hawks, K. 2006. *Supply Chain Practice*.

Inmar Inc. 2009. *Automotive Aftermarket Reverse Logistics Opportunities*.

Koetz, B., et al. 2004. *Reverse Logistics and Remanufacturing in automotive industry: the GKN Brazil case*.

Limroth, J. 2009. *Real-time vehicle parametre estimation and adaptive stability control*.

Rengel, P.; Seydl, C. 2002. *Completing the Supply Chain Model*.

Rogers, D., et al. 2002. *An examination of reverse logistics practices*.

Seitz, M.; Peattie, K. 2004. *Reverse Logistics and Remanufacturing in Automotive Sector*.