

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Arturas Vaišvilas

**KOMPIUTERIZUOTOS TECHNINĖS PRIEŽIŪROS VALDYMO
SISTEMOS ĮTAKA GAMYBOS PROCESUI**

Magistro baigiamasis darbas

Šiauliai, 2014

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

**KOMPIUTERIZUOTOS TECHNINĖS PRIEŽIŪROS VALDYMO
SISTEMOS ĮDIEGIMO ĮTAKA GAMYBOS PROCESUI**

Magistro baigiamasis darbas

Autorius – Arturas Vaišvilas (MM-12 gr.)

Vadovė – doc. dr. D. Čikotienė

Recenzentas – doc. dr. Artūras Sabaliauskas

Katedros vedėjas – doc. dr. Artūras Sabaliauskas

Šiauliai, 2014



ŠIAULIŲ
UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR
GAMTOS MOKSLŲ
FAKULTETAS

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU _____

(parašas, data)

A.Sabaliauskas

(vardas, pavardė)

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS
Studijų programa MECHANIKOS INŽINERIJA

Išduota magistrantui _____ Arturui Vaišvilui _____

Darbo tema: Kompiuterizuotos techninės priežiūros valdymo sistemos įdiegimo įtaka gamybos procesui _____

Patvirtinta 2014 m. balandžio mėn. 2 d. fakulteto dekanų potvarkiu Nr. TGMDP-04.

1. Darbo tikslas

Sukurti kompiuterinę techninės priežiūros valdymo sistemą, pritaikytą gamybos įmonės poreikiams. Įvertinti šio sistemos įtaką gamybos procesams.

2. Darbo struktūra

Darbą sudarys keturi skyriai, išvados. Pirmasis skyrius skirtas techninės priežiūros sistemoms – apžvalgai, įtakos įvertinimui.

Antras skyrius – techninės priežiūros sistemos integracija gamybos įmonėje, įdiegtos sistemos analizė.

Trečias skyrius – atliktos analizės duomenų apžvalga.

Ketvirtas skyrius – sistemos gerinimas bei tobulinimas.

Darbo pateikimo terminas 2014 m. birželio mėn. 9 d.

Užduotį gavau Arturas Vaišvilas
(magistranto vardas, pavardė)

_____2013-02-04
(parašas, data)

Vadovas doc.dr. Dalia Čikotienė
(pareigos, vardas, pavardė)

_____2013-02-04
(parašas, data)

TURINYS

SANTUMPOS	4
LENTELIŲ SĄRAŠAS	5
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	6
ĮVADAS	7
1. TECHNINĖS PRIEŽIŪROS SISTEMOS	8
1.1. Techninės priežiūros svarba	8
1.2. Kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemos svarba	10
1.3. Kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemos sudėtis	12
1.3.1. Pagrindinio funkcionalumo KTPVS moduliai	14
1.3.2. Neprivalomo funkcionalumo KTPVS moduliai	16
1.3.3. Pagalbinio funkcionalumo KTPVS moduliai	17
2. KOMPIUTERINĖS TECHNINĖS PRIEŽIŪROS VALDYMO SISTEMOS INTEGRACIJA ...	19
2.1. KTPVS sistemos parinkimas	19
2.1.1. KTPVS sistemos	19
2.1.2. KTPVS vertinimas pagal kainą	23
2.2. KTPVS kūrimas	24
2.3. Numatomas sistemos rentabilumas	25
2.4. Programinės įrangos lyginimas	26
2.4.1. Sistemų vertinimo skaičiavimas	26
2.4.2. Sistemų vertinimo rezultatai	30
2.4.3. Sistemų lyginimo išvados	35
2.5. Įdiegtos sistemos analizė	36
2.5.1. Inventoriaus valdymas	37
2.5.2. Darbų pavedimai	40
2.5.3. Įrengimų patikra	44
3. REZULTATŲ APŽVALGA	46
4. NUMATOMI SISTEMOS TOBULINIMAI	49
4.1. Džiovyklų monitoringas	49
4.2. Automatinis inventoriaus valdymas	50
4.3. Įrengimų lokacija	50
4.4. Įrengimų darbo veikimo monitoringas	50
IŠVADOS	51
LITERATŪRA	52
PRIEDAI	54

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Arturas Vaišvilas. Kompiuterizuotos techninės priežiūros valdymo sistemos įdiegimo įtaka gamybos procesui / vadovė doc. dr. D. Čikotienė.

SANTRAUKA

Kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema yra programinės įrangos paketas, palaikantis kompiuterinės duomenų bazės informaciją apie organizacijos techninės priežiūros operacijas. Ši informacija yra skirta techninės priežiūros darbuotojams atlikti darbą daug efektyviau ir padėti vadovams priimti pagrįstus sprendimus susijusius su įmonės techniniu turtu. Kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema yra esminis įrankis, skirtas valdyti techninį turtą, užtikrinantis, kad gamybos procesai vyktų nepertraukiamai, būtų užtikrinta efektyviausia techninio turto gedimų eliminacija.

Tiriamąo darbo tikslas - sukurti kompiuterinę techninės priežiūros valdymo sistemą; įdiegti sistemą į gamybinę įmonę; išanalizuoti sistemos įtaką įmonės gamybos procesams.

Tiriamąo darbo metu:

Sukurta kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema.

Įvertintas sistemos pranašumas lyginant su egzistuojančiomis sistemomis.

Darbo rezultatas – į gamybinės įmonės procesus integruota techninės priežiūros valdymo sistema.

Darbo metu pagrįstas techninės priežiūros valdymo sistemos pranašumas ir rentabilumas.

Reikšminiai žodžiai: *techninė priežiūra, kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema, analitinis hierarchinio proceso metodas.*

ŠIAULIAI UNIVERSITY
FACULTY OF TECHNOLOGY AND NATURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

Arturas Vaišvilas. Influence of the implementation of the computerized maintenance management system for the manufacturing process / reaserch advisor Assoc. doc. dr. D. Čikotienė.

SUMMARY

A computerized maintenance management system is software that maintains data base about an organization's technical maintenance operations. This data base information is intended to help maintenance workers to do their job more effectively and to help management make reasonable decisions regarding organizations technical assets. Computerized maintenance management system is an essential business management tool for managing technical assets, ensuring that manufacturing processes are carried out continuously and ensuring effective technical malfunction elimination.

Research objective - create a computerized maintenance management system; analyze the influence of the system on production processes.

During the research:

Computerized maintenance management system was created.

System advantages were compared with other similar systems.

Result – integrated maintenance management system into production company's processes.

Maintenance management system profitability and advantage was justified.

Keywords: *maintenance, computerized maintenance management system, analytical hierarchical process approach.*

SANTUMPOS

KTPVS – kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema;

VTVS – viso turto valdymo sistema;

TGV – tiekimo grandinės valdymas;

ĮRP – įmonės resursų planavimas;

IG – investicijų grąža;

AHP – analitinis hierarchinis procesas;

PP – prevencinė priežiūra;

PPD – prevencinės priežiūros darbas (-ai);

JIT – ang. „Just-In-Time“ („kaip tik laiku“ metodas)

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. KTPVS šeimos	20
2.2 lentelė. KTPVS kainos	23
2.3 lentelė. KTVPS funkcijų <i>i</i> svarbos koeficientai	27
2.4 lentelė. Darbų pavidimai	27
2.5 lentelė. Inventoriaus valdymas	28
2.6 lentelė. Prevencinė priežiūra	28
2.7 lentelė. Į patikimumą orientuota priežiūra	29
2.8 lentelė. Bendri argumentai	29
2.9 lentelė. Sudėtinis programinės įrangos įvertinimas	29
2.10 lentelė. Staklių atsarginių dalių suvestinė	38
2.11 lentelė. Gręžimo-kniedijimo staklių gedimai	41
2.12 lentelė. Kniedijimo staklių gedimai	42
2.13 lentelė. Gręžimo-kniedijimo staklių nuostoliai	43
2.14 lentelė. Kniedijimo staklių nuostoliai	43

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. „E.ON Benelux“ turboagregato kapitalinių remontų periodiškumas ir trukmė	11
1.2 pav. KTPVS naudos apklausos ataskaita	12
1.3 pav. Populiariausios KTPVS funkcijos	18
2.1 pav. Populiariausios KTPVS	20
2.2 pav. Pasitenkinimo lygis KTPVS	21
2.3 pav. Hierarchijos struktūra	22
2.4 pav. KTPVS blokinė schema	24
2.5 pav. Programinės įrangos nr. 1 įvertinimas S_1	30
2.6 pav. Programinės įrangos nr. 1 įvertinimas A_1	30
2.7 pav. Programinės įrangos nr. 2 įvertinimas S_2	31
2.8 pav. Programinės įrangos nr. 2 įvertinimas A_2	31
2.9 pav. Programinės įrangos nr. 3 įvertinimas S_3	32
2.10 pav. Programinės įrangos nr. 3 įvertinimas A_3	32
2.11 pav. Programinės įrangos nr. 4 įvertinimas S_4	33
2.12 pav. Programinės įrangos nr. 4 įvertinimas A_4	33
2.13 pav. Programinės įrangos nr. 5 įvertinimas S_5	34
2.14 pav. Programinės įrangos nr. 5 įvertinimas A_5	34
2.15 pav. Programinių įrangų sudėtinis įvertinimas SI	35
2.16 pav. Techninės priežiūros valdymo medis	36
2.17 pav. Gręžimo-kniedijimo staklių gedimų grafikas	41
2.18 pav. Kniedijimo staklių gedimų grafikas	42
2.19 pav. Įrengimų patikros modulio langas	45
3.1 pav. Atsarginių staklių dalių sandėlyje pokytis	47
3.2 pav. Prastovos nuostoliai	47
4.1 pav. Džiovyklų darbo laikų langas	49

ĮVADAS

Darbo aktualumas.

Efektyvus techninės priežiūros planavimas, koordinavimas gali būti ir daugelį metų buvo įgyvendinamas be kompiuterinės įrangos ar kompiuterinių sistemų. Tačiau šių dienų aukštųjų technologijų, greito ir ekonomiško duomenų perdavimo amžiuje darbai gali būti atliekami ir paruošiami daug efektyviau padedant kompiuterinių techninės priežiūros sistemų. Tokios sistemos leidžia optimizuoti ir padidinti numatomų, paskiriamų darbų koordinavimo veiksmingumą; padeda sekti esamą inventorių; leidžia analizuoti esamų techninių sistemų, įrengimų, mechanizmų funkcionalumą.

Darbo objektas.

Kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema.

Tyrimo tikslas.

Sukurti kompiuterinę techninės priežiūros valdymo sistemą, pritaikytą prie gamybinės įmonės poreikių.

Darbo uždaviniai:

Išanalizuoti techninės priežiūros valdymo sistemų reiklumą ir naudingumą.

Sukurti ir įdiegti kompiuterinę techninės priežiūros valdymo sistemą, pritaikytą prie gamybinės įmonės valdymo procesų.

Įvertinti sistemos pranašumą prieš analogiško tipo sistemas.

Įvertinti įmonės investicijos grąžą bei gautą naudą įdiegus kompiuterinę techninės priežiūros valdymo sistemą.

Numatyti sukurtos sistemos tobulinimo gaires.

Teorinė ir praktinė darbo reikšmė.

Darbe pateikiama kompiuterinių techninio valdymo sistemų naudingumo analizė. Pateikiamas analitinio hierarchinio proceso metodu skaičiuotinas pavyzdys vertinant skirtingas kompiuterines techninės priežiūros sistemas. Metodas gali būti naudojamas analizuojant ir renkantis techninės priežiūros sistemą.

Darbe pateikiamos kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemos kūrimo stadijos padedančios orientuotis kuriant sistemą, išanalizuojamos sistemų funkcinės galimybės. Tyrimo duomenimis pagrindžiamas sistemos rentabilumas.

Darbo struktūra.

Magistro darbą sudaro įvadas, keturi skyriai, išvados, literatūros sąrašas, priedai. Darbo apimtis: 60 puslapių, 25 paveikslai, 14 lentelių, 7 priedai.

1. TECHNINĖS PRIEŽIŪROS SISTEMOS

1.1. Techninės priežiūros svarba

Techninės priežiūra turi didžiulį poveikį visos organizacijos funkcionavimui. Techninė priežiūra turi plataus masto įtaką, kuri apima organizacijos pelningumą, darbų saugą, aplinkos apsaugos reikalavimų laikymąsi, ilgalaikio turto nusidėvėjimą, įsipareigojimą klientams, reputaciją ir t.t..

Dabartinėje konkurencingoje, globalioje ekonomikoje daugelis organizacijų įgyvendina įvairias priemones, bandant apsaugoti mažėjančias pelno maržas ir mažėjančią rinkos dalį. Įmonės diegia intelektualius sensorius, galinčius nuolatos stebėti mechanizmų, įrengimų veikimą, bei pranešti apie esamą padėtį ar pakitimus nuotoliniu būdu; diegiamos sistemos, renkančios informaciją bei prognozuojančios apie galimus sistemos sutrikimus; nuotoliniu būdu reguliuojami įmonės įrengimų darbo procesai, pvz. norint išvengti galimo gedimo, stabdomi atitinkamos mechanizmų dalys ar blokai. Inicijatyvios įmonės sutelkia vis didesnę dėmesio dalį į techninę priežiūrą ir vertina pažangą daroma šioje srityje. Tinkamos techninės priežiūros funkcijos, paprastai gali padaryti daug perspektyviai pelningos naudos, o įdiegus kompiuterines techninės priežiūros sistemas, galima sukurti virtualų žinių centrą jungiantį vartotojus, technikus ir gamintojus.

Potencialios techninės priežiūros patobulinimo sritys yra:

- pilnai funkcionuojančios kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemos arba viso turto valdymo sistemos įdiegimas;
- tikslus įrangos duomenų rinkimas bei išsaugojimas;
- įrangos kritiškumo lygio vertinimas;
- į patikimumą orientuotos techninės priežiūros strategijos priėmimas;
- prevencinės ir nuspėjamosios techninės priežiūros programos kūrimas;
- darbo planų kūrimas ir nuolatinis gerinimas;
- saugios ir veiksmingos atsarginių dalių programos kūrimas;
- efektyvūs ir reikiami techninės priežiūros mokymai;
- veiklos rodiklių nustatymas ir matavimas.

Pagrindė galima išskirti dviejų tipų techninę priežiūrą – aktyviają ir reaktyviają. Suplanuota prevencinė techninė priežiūra (aktyvioji) yra reguliaraus grafiko darbas palaikant įrangą, įrengimus ir kitą materialų turtą tvarkingus. Reaktyvioji priežiūra yra techninės priežiūros forma, kurioje įrengimai yra taisomi atsiradus gedimams ar jiems pilnai sulūžus.

Ilgainiui aktyvioji priežiūra visada ekonomiškai efektyvesnė nei reaktyvioji priežiūra. Prevencinės priežiūros įgyvendinimo galimybė turi būti kiekvienos organizacijos prioritetas, kuri būtų suinteresuota taupyti kaštus.

Įgyvendinus techninės prevencinės priežiūros programą prieinama prie tokių pasekmių:

Sumažinti taisymų kaštai. Reguliariai ir tinkamai prižiūrimas turtas yra linkęs daug mažiau gesti. Retesni gedimai priveda prie mažesnių taisymo kaštų – tai tiesioginės ir išmatuojamos santaupos.

Mažesnės prastovos. Retesni gedimai reiškia mažesnes prastovas. Prastovos gali būti labai brangios, įskaitant prarastas pajamas, galimai padarytą žalą organizacijos vardui, jos reputacijai. Mažesnės prastovos įtakoja tiek tiesioginį tiek netiesioginį taupymą.

Retesni sutrikdymai. Netiesioginis, tačiau labai svarbus taupymas, kuomet sumažinamas ištisinio darbo sutrikdymas įmonėje ar organizacijoje. Suplanuotas techninė priežiūra gali būti atlikta tam tikru užduotu laiku, kai pastatas ar patalpos yra tuščios arba įranga tuo metu yra nenaudojama. Tai ypač svarbu viešosioms įstaigoms, moteliams, nepertraukiamos gamybos įmonėms ir pan.

Minimalus pirkimas. Gerai prižiūrimas turtas tarnauja ilgiau. Ilgesnis tarnavimo laikas tiesiogiai asocijuojasi su mažesniu ir retesniu detalių, pakaitalų ar atsarginių dalių pirkimu.

Mažesnis personalas. Prevencinės priežiūros programa kuri įtakoja retesnius gedimus reiškia reikiamą mažesnę personalo kiekį. Sumažintas personalo kiekis taip pat siejamas su efektyviu darbų grafiko sudarymu ir trumpesniu laiko tarpu reikalingu administruojant užduotis.

Pagerinta darbo sauga. Reguliariai tikrinama ir gerai prižiūrima įranga labiau pasieks ir atitiks reikiamus saugos standartus. Tai sumažina nelaimingų atsitikimų riziką ir reglamentų pažeidimus. Pagerinta darbo sauga sumažina galimą darbo laiko užgaišimą ir nuobaudas susijusias su saugos nesilaikymo pažeidimais.

Sėkminga planuojamos prevencinės techninės priežiūros programa sumažina reaktyvinės priežiūros reiklumą, tačiau visuomet bus atvejų kai įvyks netikėti gedimai. Yra daug būdų kaip sumažinti reaktyvinės techninės priežiūros kaštus, pvz.:

- ✓ Sukurti standartinių procedūrų ir specialių instrukcijų biblioteką;
- ✓ Stebėti pakartotinius remontus, nustatyti gedimų tendencijas;
- ✓ Imtis griežtesnės prevencinės priežiūros kontrolės.

Visi paminėti būdai gali būti realizuoti įdiegus kompiuterinę techninės priežiūros valdymo sistemą, kuri pateiktų darbuotojams visą reikalingą informaciją susijusią su technine priežiūra ir leistu atlikti techninės priežiūros darbus greitai ir efektyviai.

1.2. Kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemos svarba

Kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema (KTPVS) yra programinės įrangos paketas, palaikantis kompiuterinės duomenų bazės informaciją apie organizacijos techninės priežiūros operacijas. Ši informacija yra skirta techninės priežiūros darbuotojams atlikti darbą daug efektyviau ir padėti vadovams priimti pagrįstus sprendimus susijusius su įmonės techniniu turtu.

KTPVS yra esminis veiklos valdymo įrankis, skirtas valdyti techninį turtą, užtikrinantis, kad gamybos sistema veiktų kaip numatyta. Veiksminga KTPVS gali automatizuotai administruoti užduotis, taip pat rinkti atitinkamą informaciją, siekiant atlikti jai pateiktus procesus. KTPVS gali kurti ir valdyti strateginius planus tinkamai techninei priežiūrai, pakeitimams ir technikos atnaujinimui. KTPVS padeda pereiti nuo kovojimo su avarijomis prie prevencinės priežiūros, kur darbai yra užduodami iš anksto ir prastovos yra numatomos. Sistema padeda darbuotojams padaryti daugiau - prioretizuojant, įrašinėjant darbus, tiriant darbų ataskaitas. KTPVS sukuria atsakingumo kultūra, matant užduočių būseną ir laiką per kurį užduotis buvo atlikta.

Pagrindinis KTPVS tikslas yra valdyti, sekti technines priežiūras ir remonto veiklas organizacijoje. Realiai, primityvios KTPVS atlieka pagrindinę funkciją - nurodo darbų užduotis, susijusias su statinių, mašinų ar įrangos remontu. KTPVS sprendimai suteikia prevencinės ir pastovios techninės priežiūros planavimo galimybes, renka duomenis susijusius su atliktų darbų ir panaudotų medžiagų kaštais. Kitos svarbios sritys, kuriuose KTPVS yra efektyviai naudojamos susijusios su atsarginių dalių valdymu, darbo stebėjimu, potencialių perprojektavimo ar pertvarkymo galimybių nustatymu, įrangos instrukcijų ir brėžinių saugojimu ir t.t.

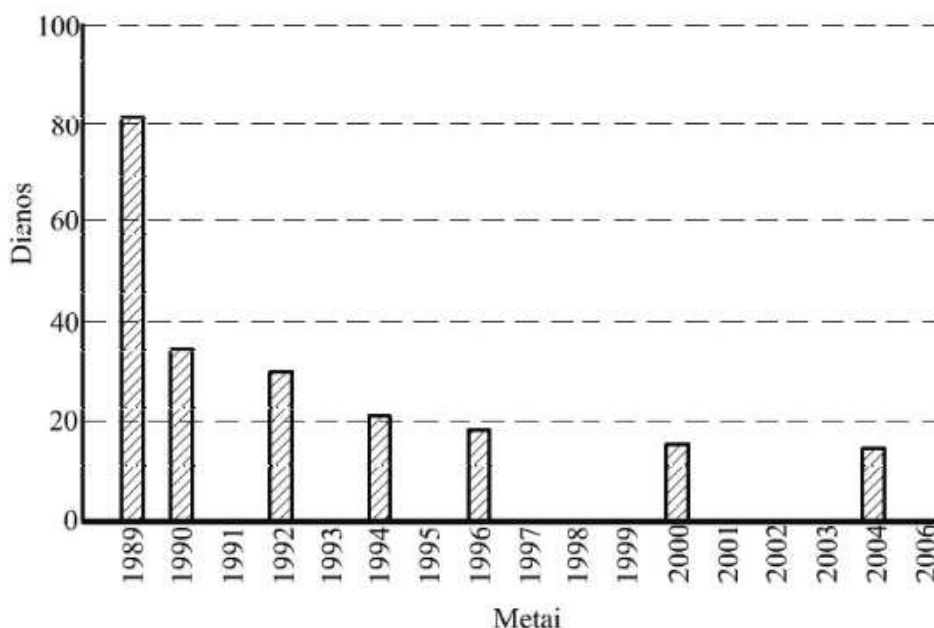
Pažangios KTPVS gali pagerinti ir daug kitų kasdieninių veiklų aspektų, pateikti įrankius galinčius suprasti ir analizuoti technines priežiūras ir remonto procesus. Pažangūs KTPVS sprendimai gali pašalinti rankinį duomenų įvedimą, įgalina išpėjamuosius sisteminius pranešimus, perkelia dėmesį nuo administracinių užduočių į techninės priežiūros darbų atlikimą.

KTPVS pateikia nuolatinį, 24 valandų realaus laiko monitoringą, kontrolę ir priežiūrą.

Yra žinoma, kad techninės priežiūros sistemų naudojimas yra paplitusi priemonė. Nors numatomas skaičius svyruoja tarp kai kurių analitikų, tačiau teigiama, kad sėkmingai įdiegtų KTPVS vidurkis svyruoja tarp 20 ir 60 procentų. Tai yra palyginus nedidelis tikėtinas skaičius, kuriam didžiausią įtaką turi ne pačios sistemos neveiksmingumas, o darbuotojų valdančių ir prižiūrinčių sistemą nenoras nuosekliai ir tikslingai pildyti sistemos informacija, ko pasėkoje sistema yra išbalansuojama, duomenys pradeda neatitikti tikrovės.

Įrenginių istorijos dokumentacija gali turėti didelį teigiamą poveikį organizacijai. Pasak daugelio KTPVS vyresniųjų techninės priežiūros specialistų ir specialistų komandų, prieinama išvada, jog senėjant darbo jėgai ir ją pakeičiant jaunais, mažiau patyrusiais žmonėmis, žinių perdavimas panaudojant KTPVS sistemas bus žymiai sklandesnis. Šios kompiuterinės priemonės išlaiko didžiąją dalį žinių, kurios būtų prarastos pasikeičiant aptarnaujančiam personalui. Pranyktų elementarios žinios susijusios su pvz. standartinėmis veiklos procedūromis, darbų planais, gedimų duomenų analize, diagnostikos metodais, viso turto istorija. Be to, jauni technikai ir prižiūrėtojai tikisi tokių kompiuterinių priemonių, kurios yra patogios naudoti ir greitai perprantamos.

Patvirtinant KTPVS naudą galima paminėti įmonės „E.ON Benelux“ įrengimų darbo su diegiamomis techninės priežiūros valdymo kartu su monitoringo ir diagnostikos sistemomis praktika. Pavyzdžiui, 525 MW galios turboagregato, veikiančio nuo 1975m., renovacija 1984 – 1987 m. įdiegiant naujas technologijas, 1994 m. kapitalinio remonto metu atnaujinant ir išplečiant diagnostikos bei techninės priežiūros valdymo sistemas, pratęsė turboagregato veikimą iki 2023 m. Sistemos įdiegimas leido sumažinti kapitalinių remontų periodiškumą ir jų trukmę, o tai suteikė didelę ekonominę naudą, 1.1 pav. [3].



1.1 pav. „E.ON Benelux“ turboagregato kapitalinių remontų periodiškumas ir trukmė

Pagal 2012 metų atlikta nepriklausoma „Conciel“ įmonės, diegiančios ir prižiūrinčios KTPVS ir kitas panašaus pobūdžio sistemas, apklausą, buvo nustatyti pagrindiniai vartotojų KTPVS naudos kriterijai [4]. Apklausos duomenys pateikti 1.2 paveiksle. Kaip matoma paveiksle didžiausią dėmesį vartotojai skiria įrangos istorijos analizei, kas įtakoja gedimų numatymą, prastovų sumažinimą, esamos įrangos techninį tyrimą. Antroje vietoje nurodoma, jog įdiegta KTPVS leidžia strategiškai

numatyti ir planuoti įrengimų technines priežiūras, kas leidžia optimaliau išnaudoti darbuotojų laiką, užkisti kelią įrangos gedimams. Inventoriaus kontrolė leidžia optimizuoti organizacijų inventoriaus tiekimą ir sandėliavimą, tai sumažina esamo inventoriaus kiekį iki minimaliai reikiamo, sprendžia inventoriaus logistines problemas.

Patobulinta prevencinė techninė priežiūra



Tikslesnė įrangos istorijos analizė



Pagerinta inventoriaus kontrolė



1.2 pav. KTPVS naudos apklausos ataskaita

Priežastys nulemiančios efektyvų KTPVS naudojimą:

- dažnos įrangos prastovos;
- didelis procentas reaktyviosios priežiūros darbų;
- didelės išlaidos priežiūros darbams;
- silpna prevencinė priežiūra;
- mažas įrengimų patikimumas;
- prastas ryšys tarp darbo operacijų ir priežiūros;
- prasta inventoriaus ir jo pirkimo kontrolė;
- nėra techninės priežiūros įrašų ir istorijos;
- dažni viršvalandžiai dėl techninių gedimų.

1.3. Kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemos sudėtis

Šiandieninėje konkurencingoje gamyboje staigus reagavimas į gamybos sutrikimus ar problemas gali sutaupyti didžiulį pelno dalį ir išvengti nepageidaujamų sutrikimų kaštų. Dėl sparčiai besivystančių techninės priežiūros sistemų pranašumo, organizacijų vis didėjančio procesų kompleksškumo atsirado daug įmonių siūlančių kompiuterinių techninės priežiūros valdymo sistemų programinius paketus ir paslaugas valdant bei prižiūrint tokias įrangas. Yra sukurta daugybė techninės priežiūros valdymo sistemų. Kiekviena turi savų išskirtinumu bei savitų

funkcijų, tačiau visas jas vienija tie patys funkciniai principai ir visos turi pagrindines sudedamąsias dalis.

Norint suprasti KTPVS teikiamą naudą, pradžiai reikia detaliai susipažinti su sistemos galimomis sudėtinėmis dalimis ir jų atliekamomis funkcijomis, tuomet galima lengviau įvertinti kokių konkrečiai funkcijų ir charakteristikų reikia, pritaikant KTPVS prie atitinkamos organizacijos poreikių.

Tipinės KTPVS susideda iš sekančių dalių:

- Informaciniai pranešimai.
- Katalogai - turto registras:
 - pastatų;
 - įrengimų;
 - įrankių;
 - detalių ar atsarginių dalių;
 - transporto priemonių;
 - tiekėjų ir paslaugų;
 - saugos priemonių;
 - darbuotojų.
- Lokacija:
 - įrengimų;
 - įrankių;
 - pastatų.
- Techninė priežiūra:
 - paskirti darbai;
 - pastovi techninė priežiūra;
 - nepastovi techninė priežiūra;
 - prevencinė techninė priežiūra;
 - prašomi atlikti darbai.
- Pirkimai:
 - pirkimų planavimas;
 - pirkimų užsakymai;
 - kvitai;
 - komerciniai pasiūlymai.
- Parodymai.
- Istorija.

Kiekvienas vartotojas ar organizacija, pagal reikiamumą naudoja atitinkamas sistemos dalis, pritaikydama prie savos gamybos ar veiklos procesų. Yra logiška orientuotis tik į tas KTPVS dalis kurios atneš naudą organizacijai ir bus tikslingai naudojamos, nes didžioji dalis KTPVS vartotojų niekuomet neišnaudotų visų sistemos galimų funkcijų. Dėl šios priežasties KTPVS dažniausiai yra skirstomi į funkcinius modulius, kurie gali funkcionuoti pavieniui arba kaip papildomos sistemos dalys, t.y. pradinėje KTPVS stadijoje funkcionuoja pagrindinis ar keli pagrindiniai moduliai, o pagal būtinybę KTPVS gali būti patobulinama atitinkamais papildomais moduliais su specifinėmis funkcijomis.

KTPVS moduliai skirstomi į kategorijas:

Pagrindinio funkcionalumo. Tai yra fundamentaliausi sistemos moduliai. Vartotojai naudojami praktiškai visomis modulių teikiamomis funkcijomis.

Neprivalomo funkcionalumo. Papildomi KTPVS moduliai žymiai praplečia sistemos galimybes. Moduliai tiesiogiai susiję su pagrindinio funkcionalumo moduliais, dažnai sudaro vieną bendrą sistemą.

Pagalbinio funkcionalumo. Moduliai, kurie gali būti tiek tiesiogiai susiję tiek nesusiję su pagrindinio ir neprivalomo funkcionalumo moduliais. Dažniausiai moduliai yra parenkami pagal kliento konkrečius reikalavimus ir poreikius.

1.3.1. Pagrindinio funkcionalumo KTPVS moduliai

Pagrindinio funkcionalumo moduliai tipiška susideda iš šių dalių su jų specifinėmis funkcijomis:

Turto registras.

Turto registras yra sąrašas viso materialaus turto susijusio su techninę priežiūra. Jis gali būti skirstomas į atskiras dalis ar atskirus katalogus palengvinančius ir paspartinančius paiešką. Pagrindė galima išskirti sąrašas pastatų bei patalpų – naudojantis tokiu sąrašu galima hierarchiškai išdėstyti esamas zonas organizacijoje, priskirti bei nurodyti kuriuose zonose randasi atitinkami įrenginiai, įrankiai ir pan. Įrengimų sąrašas – tai visos įmonėje ar organizacijoje veikiančios staklės, prietaisai, mechanizmai – naudojantis tokiu sąrašu galima lengvai peržiūrėti naudojamus įrengimus, peržvelgti bei pridėti su jais susijusią informaciją. Transportas – surašomos visos įmonės naudojamos transporto priemonės (pvz. keltuvai, griebtuvai, automobiliai ir pan.). Įrankiai – registruojami naudojami įrankiai ir smulkūs įrengimai.

Turto registras yra viena pagrindinių KTPVS dalių. Tinkamai ir išsamiai suvedus visą techninio turto informaciją galima lengvai ją analizuoti ir disponuoti. Prie, į turto registro sąrašą įtrauktų daiktų, pridedama tokia informacija kaip: gamintojo pavadinimas, modelis ar serijos numeris; sudedamosios įrengimo ar mechanizmo dalys; turto vieta ir pozicija; turto hierarchija pagal patalpas; turto surinkimo mazgai; kainos; garantijos, eksploatacijos informacija; brėžiniai, paveikslėliai ir kita vartotojo ar tiekėjo pateikta informacija.

Darbai.

Kuomet į sistemą yra suvestas visas su technine priežiūra susijęs turtas, galima konkrečiam įrenginiui ar mechanizmui priskirti atitinkamą darbą. Paskiriant darbą yra sukuriama nauja darbo pavedimo kortelė. Kortelėje yra nurodoma reikalinga išsami informacija reikalinga atlikti užduotį. Priskiriant darbą yra nurodoma konkreti užduotis konkrečiam techniniam turtui; su darbu susijusios instrukcijos, galimi pavojai; nurodomas inventorių ar įrankių reikalingos atlikti pavestai užduočiai; nurodomas personalas ar asmuo atsakantis už darbą; nurodomas laikas kada ir per kurį laikotarpį turi būti atlikta užduotis; nurodoma kita susijusi informacija ir pateikiama papildoma dokumentacija užduočiai atlikti.

Darbai sistemoje įvedami rankiniu būdu, arba automatiškai sugeneruojami pačios sistemos, primenant jog konkrečiu laikotarpiu reikia atlikti konkrečią užduotį. Dažniausiai darbai sistemoje rikiuojami pagal jų svarbą ir laikotarpį reikalingą darbui atlikti. Atlikus darbą, informacija apie užduotį yra saugoma ir gali būti vėliau analizuojama įvairiais aspektais, pvz. stebint darbuotojų sugebėjimus, vertinant darbų, remontų kaštus, analizuojant atsitikusius gedimus, stebint įrengimų funkcionalumą.

Darbai modulyje gali būti skirstomi pagal jų tipą. Dažnai sistemose išskiriami:

Prevenciniai darbai – tai pastovūs reikalingi atlikti darbai. Paskiriant tokius darbus nurodomas jų cikliškumas, pvz. detalės ar mechanizmo darbo laikas, kas savaitinė, mėnesinė ar metinė patikra. Tai vienas pagrindinių ir funkcionaliausių KTPVS elementų, nes kruopščiai ir tikslingai suvedus visos organizacijos su įrengimais susijusius prevencinius darbus, kurie atliekami periodiškai, atkrenta galimybė, jog darbas bus užmirštas ir nepadarytas, kas įtakotų gedimų riziką.

Planuojami darbai – tai įvairaus pobūdžio reikalingi atlikti darbai. Darbai yra planuojami, numatomi arba įvedami atsitikus avarijai. Vedant į KTPVS įvairius darbus yra palengvinamas planavimas, koordinuojamas darbuotojų ir darbdavių užimtumas. Pvz. pagal prioritetus suplanuojami darbai ateinančiam darbo savaitei, mėnesiui ar pan.

Prognozuojami darbai – aukšto lygio KTPVS sąveikaujant su intelektualiomis monitoringo sistemomis gali analizuoti įvairių techninių sistemų, įrengimų darbą ir pagal gautus bei apdorotus duomenis sistema gali prognozuoti įvyksiančias sistemos klaidas bei įspėti apie galimą pavojų. Ši KTPVS funkcija yra naujausių techninių monitoringo ir analizės sistemų rezultatas, kuris vis labiau

taikomas įvairiose pramonės srityse. Tokių sistemų įdiegimo kaštai yra dideli, tačiau ilguoju laikotarpiu yra patikimesni ir ekonomiškai rentabilūs.

Užsakomi darbai – tai funkcija, kuomet darbai yra pateikiami iš šalies, t.y. kito personalo, pvz. darbuotojų pastebėjusių reikalingus atlikti darbus, už darbo saugą atsakingo asmens pastebėjimai apie neatitikimus ar pan. pateikiant užsakomuosius darbus asmeniui atsakingam už darbų atlikimą ar paskirstymą. Asmuo gali peržiūrėti užsakomuosius darbus ir nuspręsti kada, kaip ir ar verta juos atlikti. Šitokiu būdu organizacijoje atsiranda ryšys tarp atskirų darbuotojų siekiant bendro tikslo, pastebima daugiau klaidų, gedimų, neatitikimų nei tai galėtų pastebėti vienas ar keletas darbą skirstančių asmenų.

Parodymai.

Parodymo modulis leidžia matyti ir analizuoti rodmenis, kurie yra suvesti ir sekami apie tam tikrus mechanizmus, detales ar kitą techninį turtą. Rodmenų pavyzdžiai galėtų būti mechanizmo darbo valandos, apžiūros laikas, darbo ciklų skaičius ir pan. Šie parodymai gali būti glaudžiai susiję su prevencinių darbų funkcija, kuriant atitinkamus darbus pagal atitinkamus parodymus. Parodymo modulis yra išskiriamas kaip atskiras komponentas, kad būtų galima patogiai matyti norimus duomenis, analizuoti parodymų statistiką, rengti rodmenų grafikus ir pan.

Ataskaitos.

Ataskaitų modulis generuoja įvairaus pobūdžio ataskaitas susijusias su įvestais ir gautais į sistemą duomenimis. Kai kurių KTPVS gamintojai teigia, jog jų programos gali pateikti virš 200 standartizuotų ataskaitų. Tipiškos ataskaitos susijusios su techninės priežiūros funkcionalumu: mechanizmu veikimu, darbuotojų veiklos ataskaitos; inventoriaus ataskaitos – pirkimų, kainų statistikos, mėnesio ar metų pirkimų ataskaitos; ataskaitos susijusios su pagrindiniais veiklos rodikliais. Standartizuotos ataskaitos ženkliai paspartina darbą, nes naudojami greitai užpildomi šablonai, ataskaitos yra saugomos ir prireikus gali būti analizuojamos.

1.3.2. Neprivalomo funkcionalumo KTPVS moduliai

Neprivalomo funkcionalumo moduliai yra papildas prie pagrindinių KTPVS modulių. Be jų sistema gali atlikti pagrindines funkcijas, tačiau neprivalomo funkcionalumo modulių įdiegimas ženkliai pagerina ir patobulina visos sistemos darbą. Prie neprivalomo funkcionalumo modulių galima priskirti:

Inventorius.

Inventorius yra vienas labiausiai naudojamų modulių. Kai kurie KTPVS tiekėjai priskiria šį modulį pagrindinio funkcionalumo modulių rūšiai. Modulyje yra surašomas visas smulkus įmonės ar organizacijos inventorius, į kurį įeina: pakeičiamos ir nepakeičiamos mechanizmų ar įrenginių

detalės, elektros komponentai (laidai, jungtys), saugos priemonės, įvairios kitos naudojamos detalės. Šis modulis ypatingas tuo, jog suvedus į sistemą visas naudojamas detalės, galima matyti jų likutį sandėlyje, poreikį, stebėti kainų kitimą, sudaryti reikiamų užsakyti detalių sąrašą, optimizuoti užsakymus ir pan.. Įvedant į sistemą informaciją apie inventorių gali būti nurodomas detalės tiekėjas ar keli tiekėjai ir pagal reikalingumą programa gali patarti iš ko finansiškai apsimoka pirkti analizuojant kainas ir pristatymo laikus. Sistemos modulio privalumas - inventoriaus detalės dažniausiai priskiriamos prie konkretaus techninio turto, pvz. prie naudojamų staklių pridedamos pakeičiamos staklių detalės (guoliai, pjūklai, įvorės, tvirtinimo detalės, elektros ar elektronikos komponentai). Modulis integruotai dirba su visa sistema ir pagal sistemoje suvestus duomenis yra pateikiama ataskaita – pvz. sistema nurodo jog artimiausiu metu reikia pakeisti staklių guolius, tuomet inventoriaus modulis patikrina ar atitinkama detalė yra sandėlyje ir ar nereikia jos užsakyti. Jei detalė yra sandėlyje (pagal sistemos duomenis), tuomet sukuriamas darbo pavedimas, detalė yra rezervuojama iš detalių sąrašo, jei detalės sandėlyje nėra yra sukuriamas kitas darbo pavedimas – detalių užsakymas. Sistema kartu su vartotoju nusprendžia optimaliausia variantą detalės užsakymui. Aukšto lygio KTPVS inventorių yra pildomas ir valdomas automatiškai be vartotojo įsikišimo, tokiu atveju yra sudaromos griežtos pirkimo, tiekimo sutartys su gamintojais ar prekyautojais.

Elektroninis suvedimas.

Elektroninio suvedimo modulis tai pagalbinis elektroninis priemonių panaudojimas, tokių kaip elektroninės laiko kortelės, brūkšniniai kodai, QR kodai, kas paspartina duomenų įvedimą į sistemą. Gaunant ir renkant duomenis tokiu būdu taupomas laikas, išvengiama klaidų.

Neprivalomo funkcionalumo modulių yra ir gali būti įvairių, atliekančių specifines funkcijas priklausomai nuo vartotojo poreikių ir galimybių.

1.3.3. Pagalbinio funkcionalumo KTPVS moduliai

Pagalbinio funkcionalumo moduliai dažniausiai neįtakoja pagrindinio KTPVS darbo ir funkcionavimo, o tik praplečia sistemos galimybes. Prie pagalbinio funkcionalumo modulių galima priskirti:

Brėžiniai.

Modulyje kaupiami visi techniniai brėžiniai greitai peržiūrai. Brėžiniai kataloguojami, priskiriami prie techninio turto.

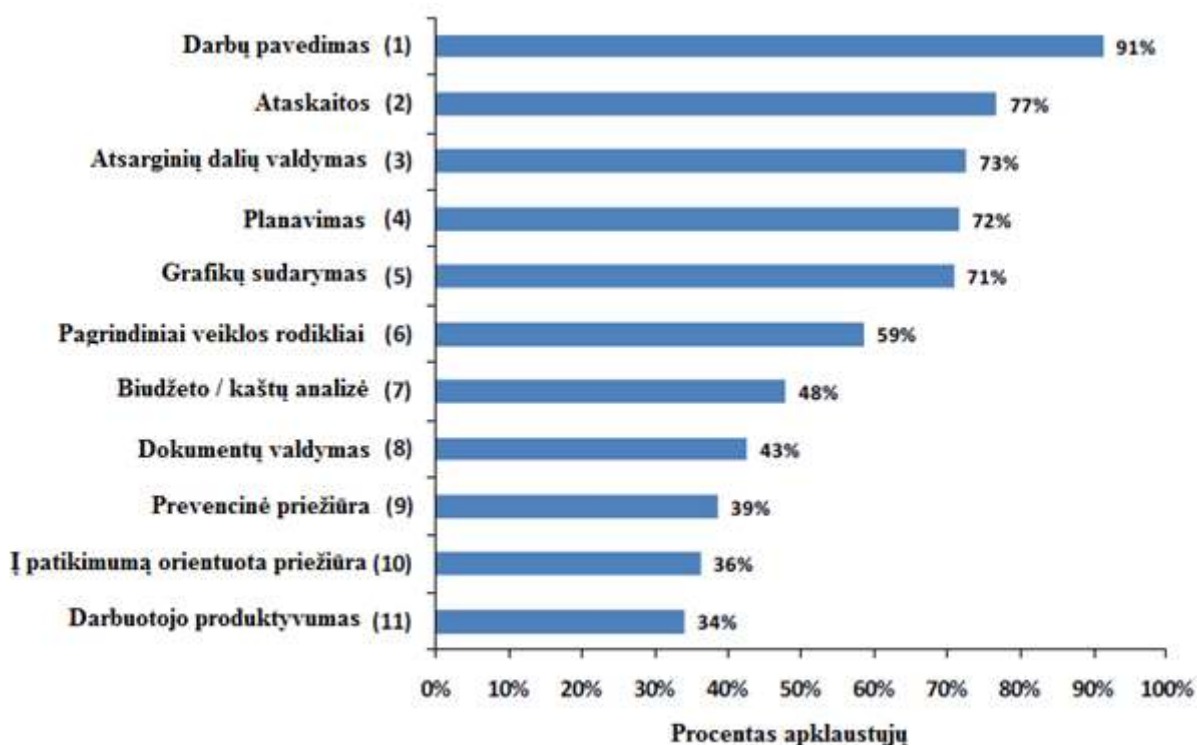
Įvykiai.

Sistema gali sietis su darbo sauga. Modulyje gali būti kaupiama informacija apie įvykusius nelaimingus atsitikimus ar įvykius darbo metu susijusius su techniniu turtu. Tokios informacijos kaupimas leistu koordinuoti darbą, susijusį su pavojingų vietų perprojektavimu ar apsaugos priemonių užtikrinimu.

Prastovos.

Prastovų modulis gali kaupti ir apdoroti duomenis susijusius su įrenginių prastovomis, skaičiuoti ir nurodyti prastovų kaštus susijusiu su tam tikru techniniu turtu ar gaminamu produktu.

Pagal atliktą KTPVS tyrimą [1], įvairių įmonių techninės priežiūros atstovai išskyrė dažniausiai naudojamas sistemų funkcijas. 1.3 paveiksle pateiktos vartotojų nuomone svarbiausios KTPVS funkcijos.



1.3 pav. Populiariausios KTPVS funkcijos

2. KOMPIUTERINĖS TECHNINĖS PRIEŽIŪROS VALDYMO SISTEMOS INTEGRACIJA

Tiriamąjį darbo tikslą yra argumentuotai sukurti techninės priežiūros valdymo sistemą įmonei ir išanalizuoti jos realią įtaką įmonės procesams susijusiems su technine priežiūra. Šiame skyriuje yra apžvelgiamos KTPVS pasirinkimų galimybės, nustatomos pagrindinės reikalingos įmonei sistemos funkcijos, nurodomi sistemų kūrimo aspektai, palyginamos sistemos, numatomos įdiegtos sistemos pasekmės.

KTPVS integracija skiriama į pagrindinius etapus:

- sistemos ir sistemos funkcijų parinkimas;
- sistemos kūrimas;
- sistemos įdiegimas į įmonės procesus;
- sistemos veikimo stebėjimas;
- gautų duomenų analizavimas.

2.1. KTPVS sistemos parinkimas

Šiuo metu, įvairių tiekėjų, yra siūloma daugiau nei 300 įvairių KTPVS. Sistemos skiriasi savo kaina, funkcionalumu, pritaikymu ir panašiais faktoriais. Dėl šių priežasčių yra labai sunku išsirinkti reikiamą sistemą, kuri geriausiai atitiktų įmonės ar organizacijos poreikius. Egzistuoja daug tyrimų, padedančių išsirinkti kompiuterinius įrankius, naudojamus tiekimo grandinės valdymui (TGV) [6], logistikai [7], gamybos simuliacijai [8], įmonės resursų planavimui (IRP) [9], tačiau yra labai mažai tyrimų susijusių su kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemų pasirinkimu. Dažniausiai vartotojas turi pats įvertinti įvairius galimų sistemų faktorius ir nuspręsti kokią sistemą verta diegti.

2.1.1. KTPVS sistemos

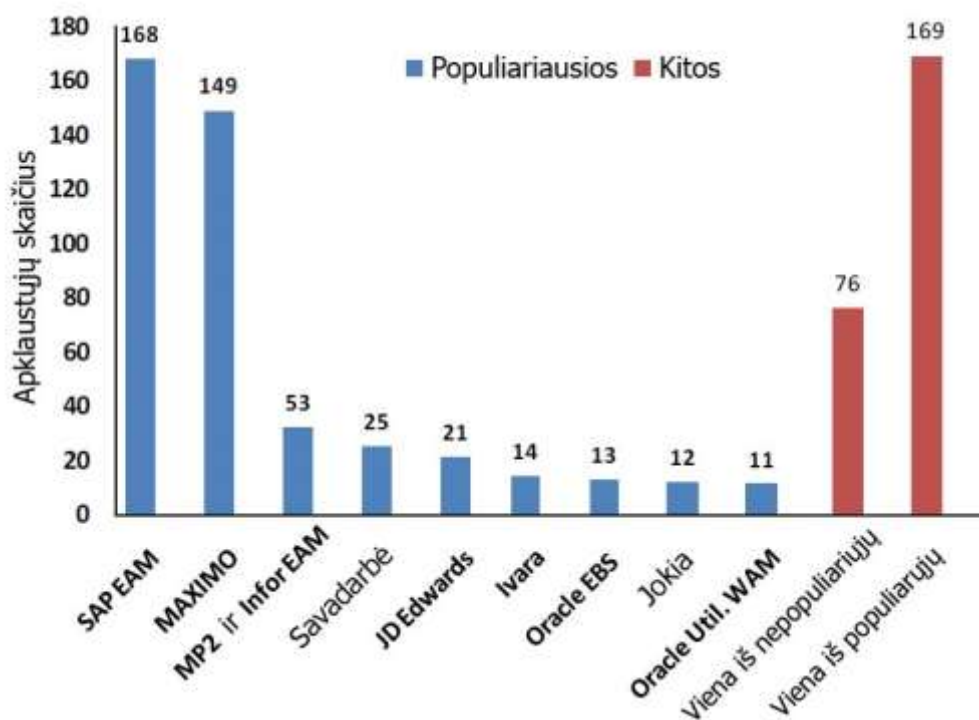
KTPVS sistemų kaina gali svyruoti tarp kelių ir keliasdešimties tūkstančių litų, sistemos gali ženkliai skirtis savo funkcionalumu ir charakteristikomis, renkantis KTPVS verta jas išskirstyti į tris šeimas [5], kurios yra pradinio pasirinkimo alternatyvos. Skiriame didelę, vidutinę, ir mažą šeimą, priklausomai nuo sistemos kainos ir funkcionalumo. Šeimų skirstymas pateiktas 2.1. lentelėje, lentelės duomenys yra sudaryti išanalizavus dalį rinkoje siūlomas KTPVS [5].

2.1 lentelė. KTPVS šeimos

Šeima / charakteristikos	DIDELĖ	VIDUTINĖ	MAŽA
Pirkimo kaina	> 150000 Lt	10000 – 150000 Lt	< 10000 Lt
Modulių skaičius	> 12	6 – 12	< 6
Programavimo kalba	Java, Delphi	C++, Visual Basic	Access, Visual Basic
Deklaruojama investicijų grąža	> 40 %	10 – 40 %	< 10 %

Kadangi sistemos integracija į įmonės veiklą reikalauja daug žinių ir patyrimo, suprantant galimą finansinę riziką pasirenkama jog įdiegiama sistema priklausys mažajai šeimai.

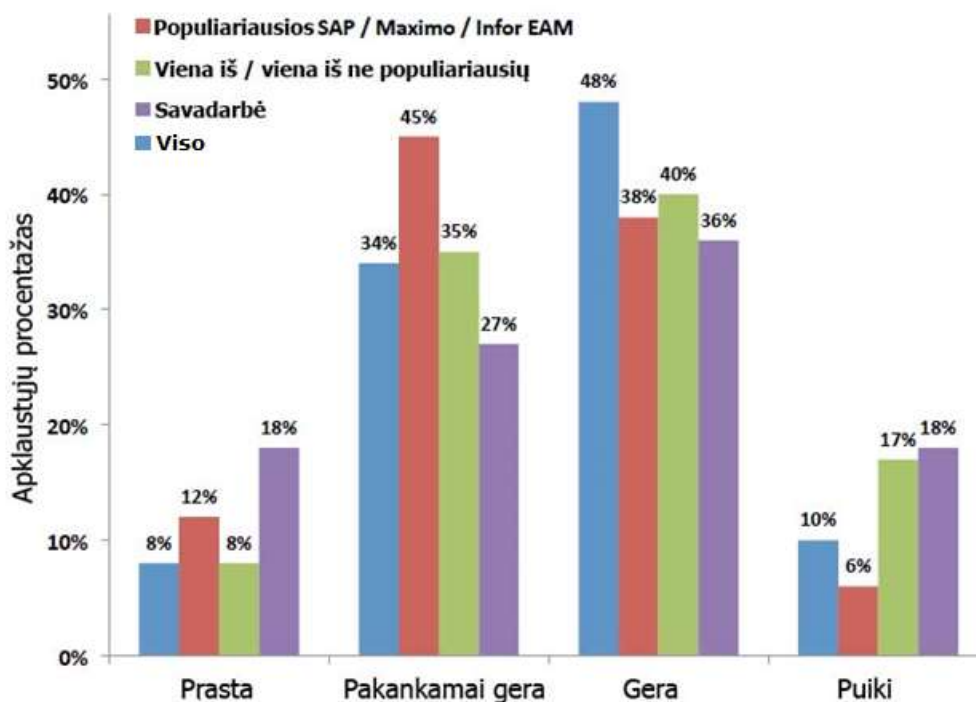
Vienas iš lengviausių būdų pasirinkti KTPVS yra siūlomos rinkos konkurencinių įmonių tyrimas. Žinant kokias sistemas vartoja konkurentai ar kitos įmonės, vertinant vartotojų atsiliepimus apie sistemas yra lengviau apsispręsti renkantis KTPVS. Sistemų palyginimui įvairiose įmonėse ir organizacijose pasinaudojama atliktu KTPVS tyrimu [1]. 2.1 paveiksle pateikiamos populiariausios KTPVS priklausančios mažajai ir vidutinei šeimai.



2.1 pav. Populiariausios KTPVS

Kaip matoma 2.1 paveiksle, „SAP“ ir „MAXIMO“ yra populiariausios sistemos tarp vartotojų, jas pasirinko net 45 % apklaustųjų. Didelė dalis apklaustųjų nenurodė tikslaus naudojamos sistemos pavadinimo, todėl buvo išskirti prie kitų sistemų kategorijos. Verta paminėti, jog ketvirtoje vietoje pagal populiarumą yra savadarbės KTPVS.

2.2 paveiksle yra apžvelgiamas vartotojų pasitenkinimo lygis priklausomai nuo naudojamos sistemos [1], tai reikalinga norint giliau įvertinti KTPVS, nes ne visuomet naudojama sistema gali pilnai tenkinti vartotoją. Pasitenkinimas nurodomas keturiais lygiais nuo prasto iki puikaus.



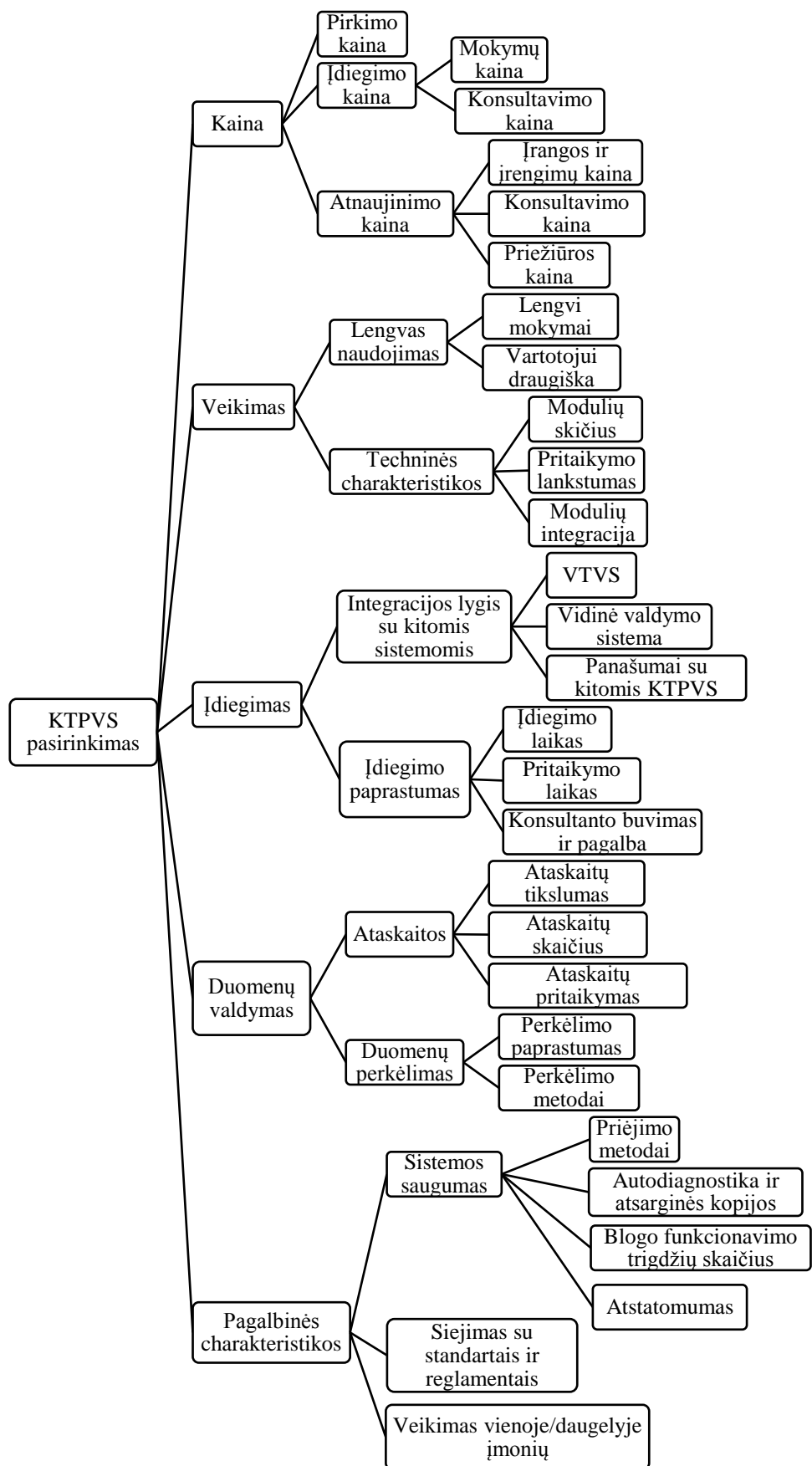
2.2 pav. Pasitenkinimo lygis KTPVS

2.2 paveiksle galima pastebėti, jog populiariausios KTPVS patenkina vartotojus. Iš to galima spręsti, jog sistemos veiksmingos ir atitinka vartotojų keliamus reikalavimus. Visą laiką norima, jog turima sistema veiktų nepriekaištingai, dėl to verta paminėti, jog daugiausiai „puikiu“ balu buvo įvertintos savadarbės KTPVS, jos sistemų populiarumo reitinge užima ketvirtą vietą. Tai leidžia manyti, jog ne komercinės, sukurtos sistemos, geriausiai atspindi konkrečios įmonės norus bei reikalavimus, sistemos yra kuriamos ir priderinamos prie bendro įmonės veikimo principo. Remiantis šia išvada, prieinama prie nuomonės, jog turint galimybę, verta sukurti nuosavą KTPVS pritaikytą prie atitinkamos gamybinės įmonės valdymo sistemos.

Sukūrus sistemą, galima palyginti su rinkoje esančiomis ir matyti, ar sistema bus rentabili, ar verta jos atsisakyti. Detaliai sistemų analizei ir geriausios KTPVS parinkimui verta taikyti analitinį hierarchinį proceso (AHP) metodą [5]. Metodas yra galingas ir lankstus daugiakriterinio pasirinkimo įrankis, kuris gali veikti su sudėtingomis problemomis kokybiniu ir kiekybiniu aspektu. Vertinimui galima sudaryti hierarchinę sistemų struktūrą iš svarbiausių sistemos indikatorių.

Remiantis vartotojų patarimais [13], tyrimais [5] sudaryta struktūra, suskirstyta į penkis lygius ir susideda iš 46 svarbiausių sistemos kriterijų (2.3 paveikslas). Tačiau norint įvertinti sistemas šiuo metodu reikia įvertinti labai daug parametrų, žinoti įmonės visų procesų veikimo principus, reikia

užtikrinti duomenų tikrumą, todėl tyrimo metu buvo pasinaudota tik AHP metodo patarimais ir KTPVS vertintos ne visais galimais aspektais.



2.3 pav. Hierarchijos struktūra

2.1.2. KTPVS vertinimas pagal kainą

Sistemos kūrimo ar pirkimo kaina yra didžiausią įtaką turintis kriterijus įrangos pasirinkimui. Pirkimo kaina realiai yra tik dalis visų išlaidų susijusių su įdiegimo procesais. Yra siūlomos trys kainų sudėtinės dalys (2.3 pav.). Skyrium pirkimo kainos išskiriama įdiegimo kaina į kurią įeina mokymų bei konsultacijų kaina; sistemos atnaujinimo kaina – susidaro iš įrangos atnaujinimo, konsultacijų ir priežiūros kainų. Į kūrimo kainą įskaičiuojamas užmokestis už sukurtą gaminį.

KTPVS kainų palyginimui sudaroma matrica. Matricoje nurodomos atrinktų sistemų tiesioginiai kaštai. Netiesioginius kaštus susijusiu su sistemos įdiegimu ir palaikymu yra sunku apskaičiuoti neturint empirinių duomenų. Kainų matricos duomenys pagal tiekėjų 2014 m. kainininkus [10,14,15].

2.2 lentelė. KTPVS kainos

Sistema	Pirkimo kaina, Lt	Atnaujinimų kaina, Lt	Mokymų kaina, Lt	Priežiūros kaina, Lt	Kita	Viso Lt, per metus, penkiems vartotojams
Nr. 1	0	-	-	-	Užmokestis už užgaištą laiką kuriant programą 2000 Lt	2000
Nr. 2	8500	250 per metus	400 + 200 už val.	3 mėnesiai nemokamai	Kalbų paketas 300 Lt, 150 Lt už papildomą licenciją asmeniui	10200 (9900 be kalbų paketo)
Nr. 3	9300	-	300 už val.	12 mėnesių nemokamai	100 Lt už papildomą licenciją asmeniui, 5000 Lt už visų funkcijų aktyvavimą	10100 (arba 15100 už pilnai aktyvuotą sistemą)
Nr. 4	6500	-	-	6 mėnesiai nemokamai	150 Lt už papildomą licenciją asmeniui	7250
Nr. 5	0	-	-	-	-	0

Remiantis 2.2 lentelės duomenimis priimama jog optimaliausias variantas bandant įdiegti KTPVS yra pasidaryti savadarbę sistemą (nr. 1). Kūrimo kaštai yra nedideli, todėl nepasiteisinus sistemai būtų prarasta mažiau kaštu nei perkant komercinės paskirties sistemą. Papildomai galima vertinti nemokamos paskirties sistemas. Šiuo atveju sistemos kaštai būtų netiesioginiai, tačiau dėl numatomo nemokamos sistemos paprastumo ir galimybių stokos sistema naudojimui nesirenkama.

2.2. KTPVS kūrimas

Tiriamajam darbui buvo pasirinkta sukurti naują KTPVS ir ją įdiegti į įmonės procesus. Pradedant kurti sistemą buvo pasirinkti esminiai sistemos kriterijai, nustatytos reikalingos sistemos funkcijos, sudarytas ryšys tarp funkcijų.

KTPVS kriterijai:

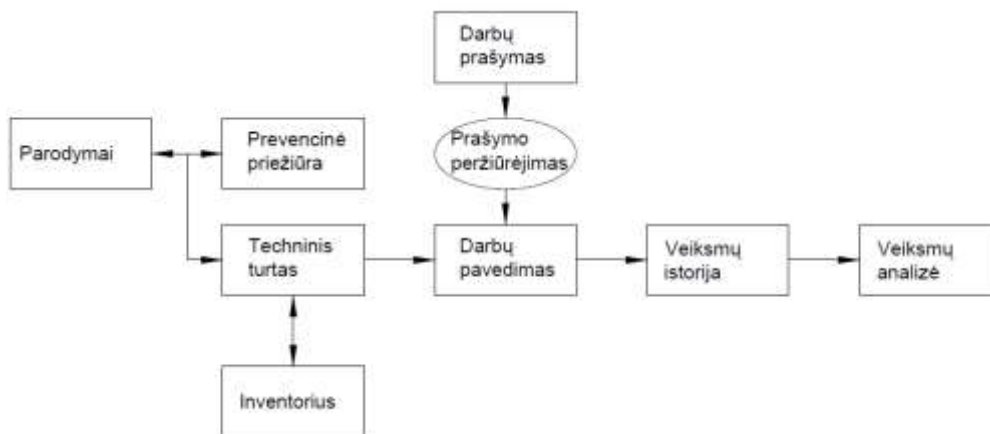
- lengvas sistemos kūrimo būdas;
- lengvai perprantama programinė įranga;
- konfigūruojama sistema;
- lengvas duomenų įvedimas ir valdymas.

Reikalingos sistemos funkcijos buvo parinktos remiantis ataskaita apie populiariausias KTPVS funkcijas (1.3 paveikslas) ir apžvelgus esamą įmonės padėtį.

Kuriamos KTPVS funkcijos:

- darbų paskirstymas;
- darbų prašymo funkcija;
- inventoriaus valdymas;
- techninio turto valdymas;
- prevencinė techninė priežiūra;
- veiksmų istorija;
- parodymai.

Kuriamai sistemai sudaroma principinė blokinė schema (2.4 paveikslas).



2.4 pav. KTPVS blokinė schema

Kuriamos sistemos veikimo principas: techninio turto blokas, su suvesta informacija apie valdoma techninį turtą stebi įrengimų ar technikos parametrus bei parodymus ir pagal turimus duomenis gali koordinuoti prevencinę techninę priežiūrą. Sistemai nustačius jog reikalinga atlikti prevencinę priežiūrą yra sukuriamas darbo pavedimas. Darbų pavedimai konkrečiam techniniam turtui gali būti sukurti ir nurodžius vartotojui. Kiekvienas darbo pavedimas turi sietis su techniniu turtu ir arba inventoriumi. Prie kiekvieno techninio turto yra priskirtos atitinkamos inventoriaus dalys. Kuomet yra paskiriamas darbas, gali būti panaudojama detalė iš inventoriaus. Inventoriaus blokas stebi savęs pokyčius ir tinkamai sureguliuavus inventoriaus charakteristikas, numato kada atsiranda dalių trūkumas. Atsiradus trūkumui yra sukuriamas darbo pavedimas inventoriaus papildymui. Darbų prašymo blokas yra įdiegtas dėl glaudesnio ir spartesnio bendravimo tarp įmonės darbuotojų. Pavesti asmenys ar atitinkami darbuotojai, pastebėję neatitikimus ar gedimus susijusius su techniniu turtu gali pateikti darbų prašymus, kurie yra peržiūrimi ir priimami arba atmetami. Visos pagrindinės funkcijos ir užduotys yra saugomos veiksmų istorijos bloke. Išsaugoti duomenys gali būti analizuojami.

2.3. Numatomas sistemos rentabilumas

Norint nustatyti sistemos atnešamą naudą, reikia analizuoti kiekvienos funkcijos įtaką įmonės procesams. Bendru atveju įdiegtos KTPVS nauda yra vertinama investicijos grąžos (IG) koeficientu. Koeficientas yra santykis gautos naudos ir visų projekto išlaidų. Dažnai naudojama procentinė koeficiento išraiška. Koeficientą galima paskaičiuoti pagal 2.1 formulę:

$$IG(\%) = \frac{GN-VI}{VI} \cdot 100 \quad (2.1)$$

čia, GN – gauta nauda; VI – visos sistemos investicijos.

Dažniausiai yra skaičiuojama įdiegtos KTPVS investicijų grąža per atitinkamą laikotarpį (metai, dekados), tuomet investicijų grąža apskaičiuojama pagal formulę (2.2):

$$IG(\%) = \frac{\sum_{i=0}^n N + \sum_{k=0}^n I}{\sum_{k=0}^n I} \cdot 100 \quad (2.2)$$

čia, N – nauda einamuoju laikotarpiu; I – investicijos einamuoju laikotarpiu; n – laikotarpis.

2.4. Programinės įrangos lyginimas

Kaip buvo minėta, rinkoje egzistuoja daug KTPVS. Todėl renkantis sistemą reikia žiūrėti į konkrečius bendrovės poreikius ir tikslus. Sukurtos sistemos palyginimui su rinkoje esančiomis, pateikiama sistemų analizė, parengta pagal analitinio hierarchinio proceso metodą [8]. Sistemas lyginti galima ir sudarius sistemų veikimo funkcijų matricą [10] (priedas 1), tačiau toks metodas nėra tikslus ir detalus.

Priimame, jog $i = 1, \dots, n$ yra specifiniai reikalavimai ar norimos KTPVS funkcijos. Šios funkcijos gali būti pvz.: darbų užsakymai, profilaktinė priežiūra, inventoriaus valdymas ir t.t.. Tegu w_1, w_2, \dots, w_n būna atitinkami koeficientai t.y. santykinė svarba šių funkcijų pagal jų paskirtį, o šių koeficientų suma – w_i . Kiekvienai iš n funkcijų tegu $j = 1, \dots, m$ būna pagrindinė charakteristika, kurią sistema turi pateikti pagal jos efektyvų naudojimą. Šių charakteristikų buvimas ir efektyvumas gali skirtis tarp atskirų sistemų. Funkcijos charakteristikos yra nevienodai svarbios skirtingiems sistemos vartotojams. Tegu b_1, b_2, \dots, b_m būna atitinkami koeficientai (santykinė svarba) m charakteristikų. Norint palyginti ar išsirinkti tinkamą programinę įrangą iš galimų, kiekvienai charakteristikai priskiriamas įvertinimo rezultatas (vienas iš dešimties), grindžiantis prieinamumu prie tobulumo. Tegu S_{ij} būna vienas iš dešimties įvertinimo rezultatas kiekvienai pagrindinei funkcijos charakteristikai. Duomenis pagal tyrimą [1], forumų [12][13] bei asmeninės patirties ir nuomonės. Bendras funkcijos rezultatas paskaičiuojamas pagal 2.3 formulę:

$$A_i = w_i \sum_{j=1}^m b_j \cdot S_{ij} \quad (2.3)$$

Sudėtinis programinės įrangos įvertinimas paskaičiuojamas pagal 2.4 formulę:

$$SI = \sum_{i=1}^n A_i = \sum_{i=1}^n [w_i \cdot \sum_{j=1}^m b_j \cdot S_{ij}] \quad (2.4)$$

Sudėtinis programinės įrangos įvertinimas (SI) padeda renkantis ir lyginant sistemą su įvairiomis galimomis.

2.4.1. Sistemų vertinimo skaičiavimas

Skaičiavimams atlikti parinktos kelios KTPVS. Priskiriami santykinės svarbos koeficientai sistemų funkcijoms, duomenys surašomi į 2.3 lentelę. Šie koeficientai gali būti priskirti panaudojant pvz. *Delphi* metodą [11]. Šiuo atveju koeficientai priskiriami pagal 2.5 formulę panaudojant KTPVS tyrimo [1] duomenis (1.3 pav.), pagal sistemų funkcijų populiarumą. Sistemų funkcijos, kurių nėra tiriamojo darbo metu sukurtos KTPVS atmetamos.

Apskaičiuojami svarbos koeficientai:

$$w_n = x_{wk} \cdot \frac{w_i}{\sum_{k=1}^k x_{wk}} \quad (2.5)$$

čia, w_n – svarbos koeficientas;

x_{wk} – funkcijos pasirinkimas, pagal apklaustųjų procentą;

w_i – suminis svarbos koeficientas.

2.3 lentelė. KTVPS funkcijų i svarbos koeficientai

Funkcijos	Svarbos koeficientas w_n
Darbų pavidimas	33
Inventoriaus valdymas	27
Prevencinė priežiūra	14
Į patikimumą orientuota priežiūra	13
Bendri argumentai	13
	Viso $w_i = 100$

Priimame, jog $b_j = 1$, visoms $j = 1, \dots, m$ funkcijoms.

Sudaromos sistemų charakteristikų vertinimo lentelės ir apskaičiuojami programinės įrangos įvertinimai.

2.4 lentelė. Darbų pavidimai

Nr.	Sistemos charakteristika	Programinė įranga				
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
1.	Atliekami korekcinių darbų pavidimai	6	10	10	9	4
2.	Atliekami prevencinių darbų pavidimai	7	10	9	9	4
3.	Automatiškai sekami darbų kaštai	5	9	8	8	2
4.	Automatiškai sekami darbo medžiagų kaštai	9	10	10	10	4
5.	Darbų pavidimuose naudojami prioritetų kodai	8	9	9	9	7
6.	Darbų pavidimuose naudojami statusų kodai	6	10	10	10	6
7.	Sudaromas einamų darbų pavidimų sąrašas	6	9	9	9	6
8.	Sudaromas būsimų darbų sąrašas	8	10	10	10	5
	Viso S_I	55	77	75	74	38
	A_I	1815	2541	2475	2442	1254

$$A_1 = w_1 \sum_{j=1}^8 S_{1j} \quad (2.6)$$

2.5 lentelė. Inventoriaus valdymas

Nr.	Sistemos charakteristika	Programinė įranga				
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
1.	Automatiškai sudaromas trūkstamų detalių sąrašas	8	9	10	9	4
2.	Sekamos detalių kainos	7	10	9	8	7
3.	Sudaromas darbams rezervuotų detalių sąrašas	8	10	10	9	0
4.	Susiejamos detalės su atliekamais darbais	4	10	10	10	2
5.	Susiejamos detalės su kitu inventoriumi	10	10	10	10	4
6.	Nurodomas mažiausias/didžiausias leistinas detalių skaičius sandėlyje	9	10	10	8	4
7.	Sudaromas visų detalių sąrašas	7	10	9	8	6
8.	Galimybė formuoti detalių užsakymus	9	9	10	8	6
9.	Detalių tiekėjų analizavimas/pasirinkimas	7	9	9	9	2
10.	Galimybė spausdinti detalių užsakymus	10	10	10	10	4
	Viso S_2	79	97	97	89	39
	A_2	2133	2619	2619	2403	1053

$$A_2 = w_2 \sum_{j=1}^{10} S_{2j} \quad (2.7)$$

2.6 lentelė. Prevencinė priežiūra

Nr.	Sistemos charakteristika	Programinė įranga				
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
1.	Sistema sudarys PPD pavidimą	7	10	10	10	4
2.	Galimybė sudaryti keletą PPD vienam įrengimui	8	10	9	9	4
3.	Galimybė spausdinti PPD	10	10	10	10	10
4.	Nurodomas detalus PPD aprašymas	10	10	10	9	6
5.	Sudaromas visų PPD sąrašas	8	10	9	10	6
6.	Nurodomas PP darbo laikas kiekvienam įrengimui	7	9	9	9	4
	Viso S_3	50	59	57	57	34
	A_3	700	826	798	798	476

$$A_3 = w_3 \sum_{j=1}^6 S_{3j} \quad (2.8)$$

2.7 lentelė. Į patikimumą orientuota priežiūra

Nr.	Sistemos charakteristika	Programinė įranga				
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
1.	Sistema seka įrengimų veikimą	8	9	8	9	0
2.	Registruojami gedimai/pažeidimai	8	10	9	9	4
3.	Išsaugomi gedimų/pažeidimų ištaisymų sprendimai	8	9	9	8	6
4.	Detalus įrenginio darbo monitoringas	7	8	8	8	0
5.	Naudojamos statistinės įrengimų veikimo tyrimo priemonės	0	9	4	9	0
	Viso S_4	31	45	29	43	10
	A_4	403	585	494	559	130

$$A_4 = w_4 \sum_{j=1}^5 S_{4j} \quad (2.9)$$

2.8 lentelė. Bendri argumentai

Nr.	Sistemos charakteristika	Programinė įranga				
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
1.	Vartotojui draugiška sistema	8	8	7	9	4
2.	Patogus sistemos valdymas	7	8	8	9	5
3.	Galimybė veikti tinkle	9	10	8	8	4
4.	Slaptažodžiu apsaugomi duomenys	9	10	10	10	9
5.	Galimybė sukurti naujus vartotojus	10	6	6	9	10
6.	Galimybė suteikti vartotojams atitinkamas teises	10	10	10	10	2
7.	Sistema reikalauja papildomos įrangos	9	6	8	8	9
8.	Sistema lengvai redaguojama	10	3	3	3	8
9.	Sistema lengvai papildoma naujais moduliais	10	6	6	6	8
	Viso S_5	82	67	66	72	59
	A_5	1066	871	858	936	767

$$A_5 = w_3 \sum_{j=1}^9 S_{5j} \quad (2.10)$$

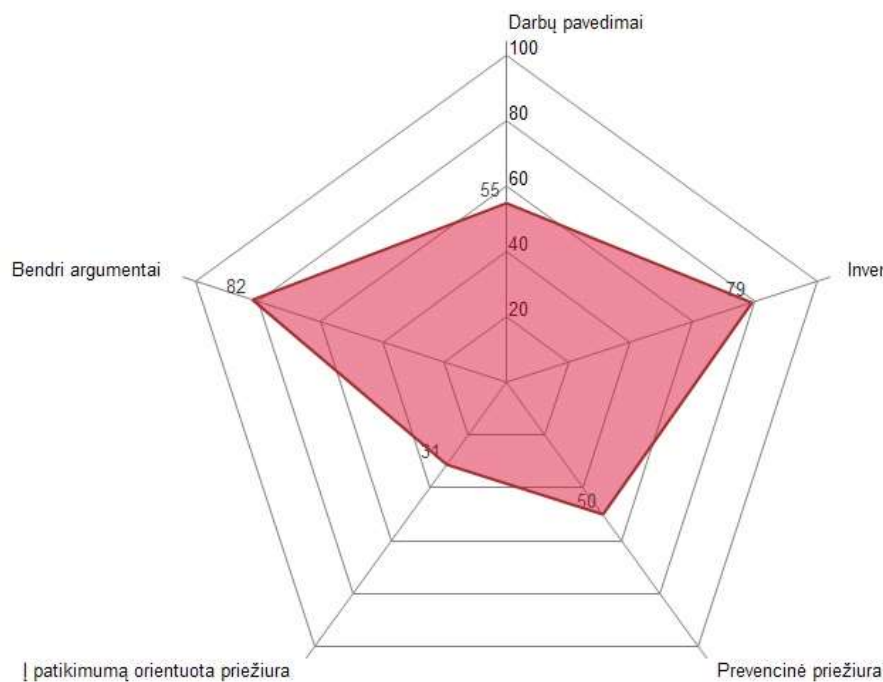
2.9 lentelė. Sudėtinis programinės įrangos įvertinimas

SI₁	SI₁	SI₁	SI₁	SI₁
6177	7442	7244	7138	3680

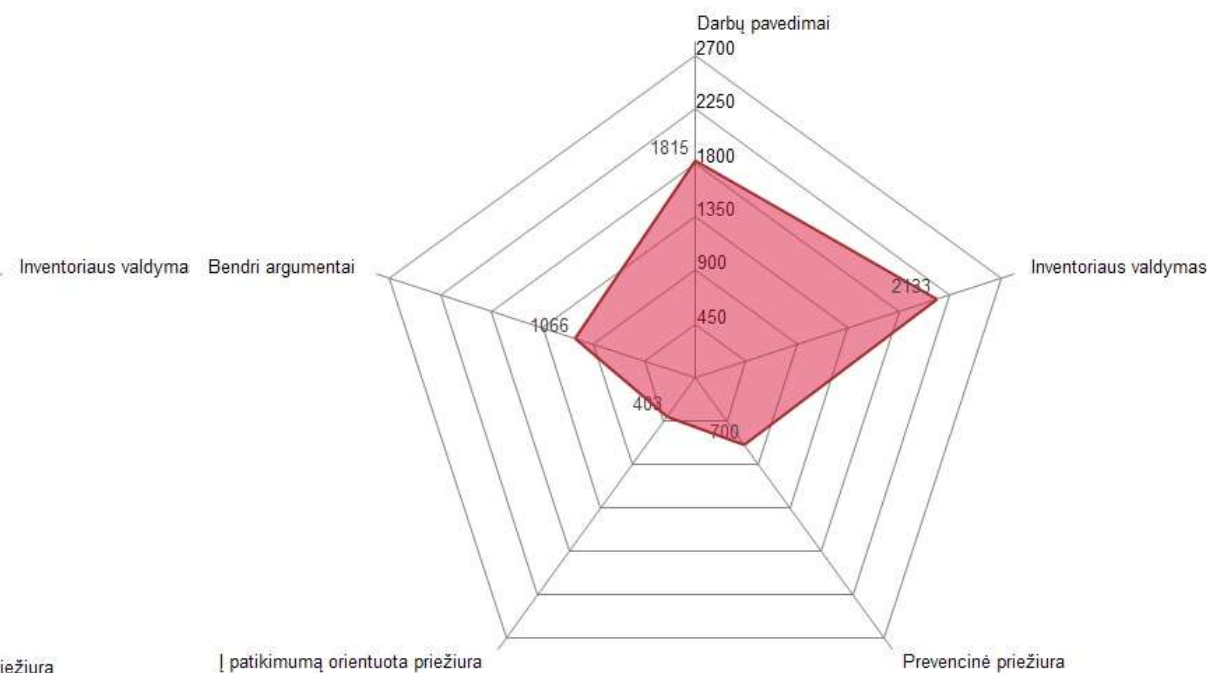
2.4.2. Sistemų vertinimo rezultatai

Pagal 2.4 – 2.9 lentelėse gautus duomenis sudaromi sistemų įvertinimo grafikai. Grafikai padeda vizualiai, gretai įvertinti stipriąsias ir silpnąsias sistemų savybes. Grafikuose *S* pavaizduoti sistemų funkcijų pagal jų charakteristikas įvertinimai. Grafikuose *A* pavaizduoti sistemų funkcijų pagal jų charakteristikas įvertinimai priklausomai nuo funkcijų svarbos, t.y. svarbos koeficientų w_n . Koeficientai w_n gali skirtis priklausomai nuo vartotojo reikalavimų sistemai.

Sistema nr. 1 yra tyrimo metu sukurta KTPVS sistema.

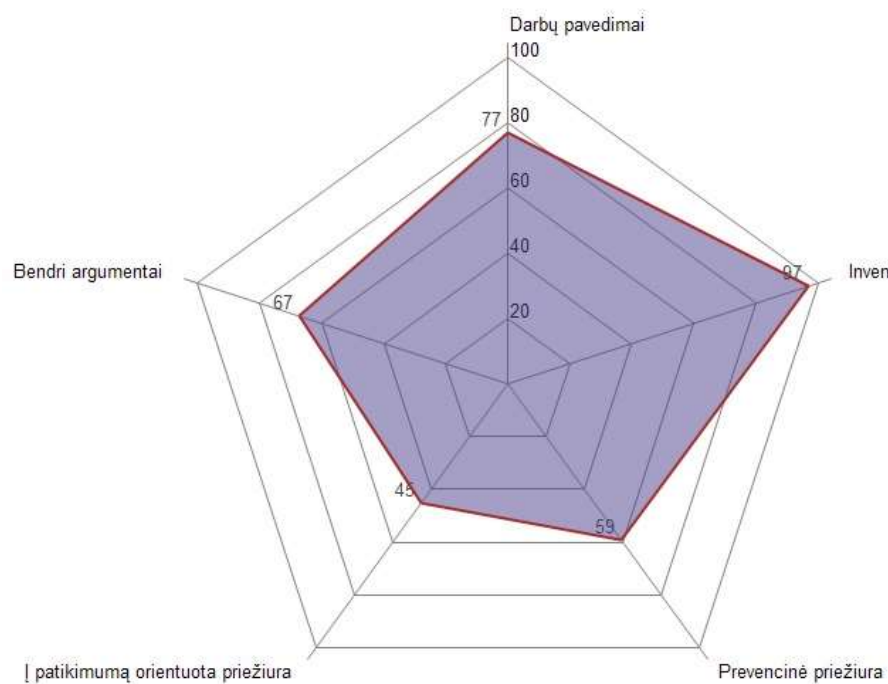


2.5 pav. Programinės įrangos nr. 1 įvertinimas S_1

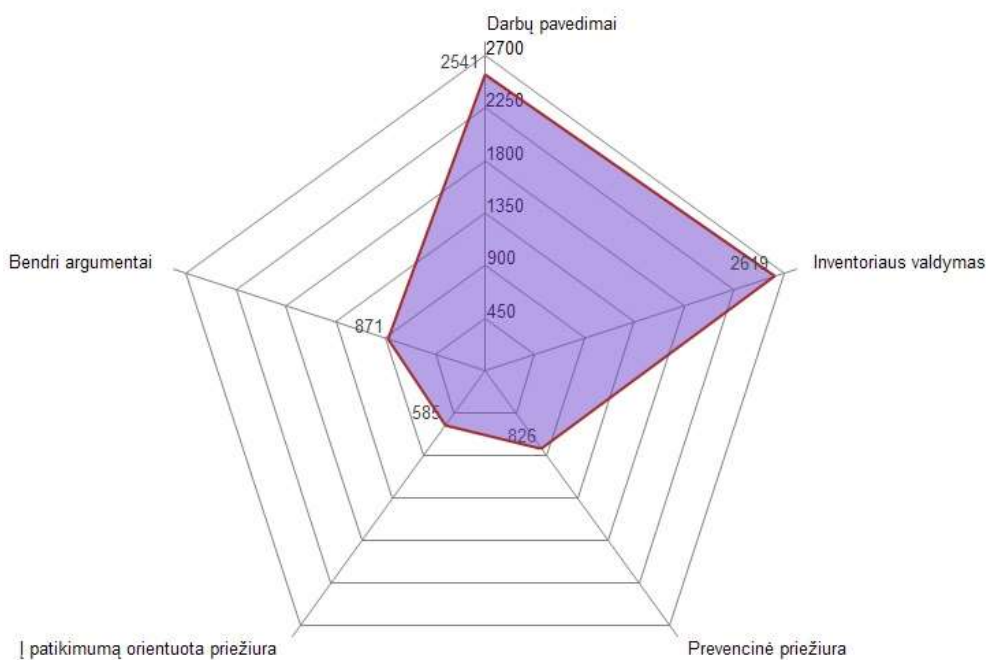


2.6 pav. Programinės įrangos nr. 1 įvertinimas A_1

Sistema nr. 2 yra komercinės paskirties KTPVS. Iš grafikų matyti ženklus sistemos pranašumas lyginant su sukurta KTPVS.

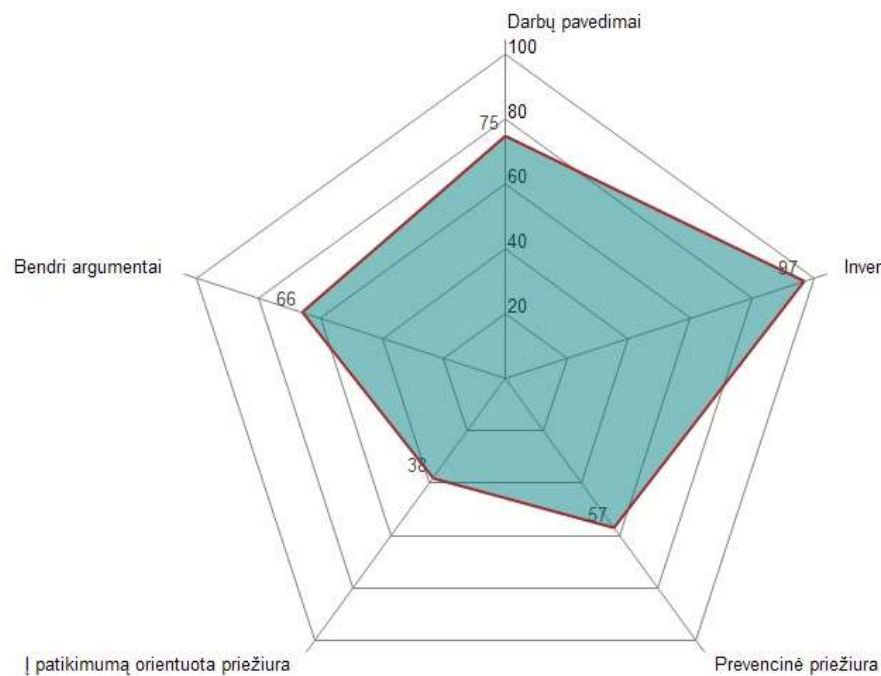


2.7 pav. Programinės įrangos nr. 2 įvertinimas S₂

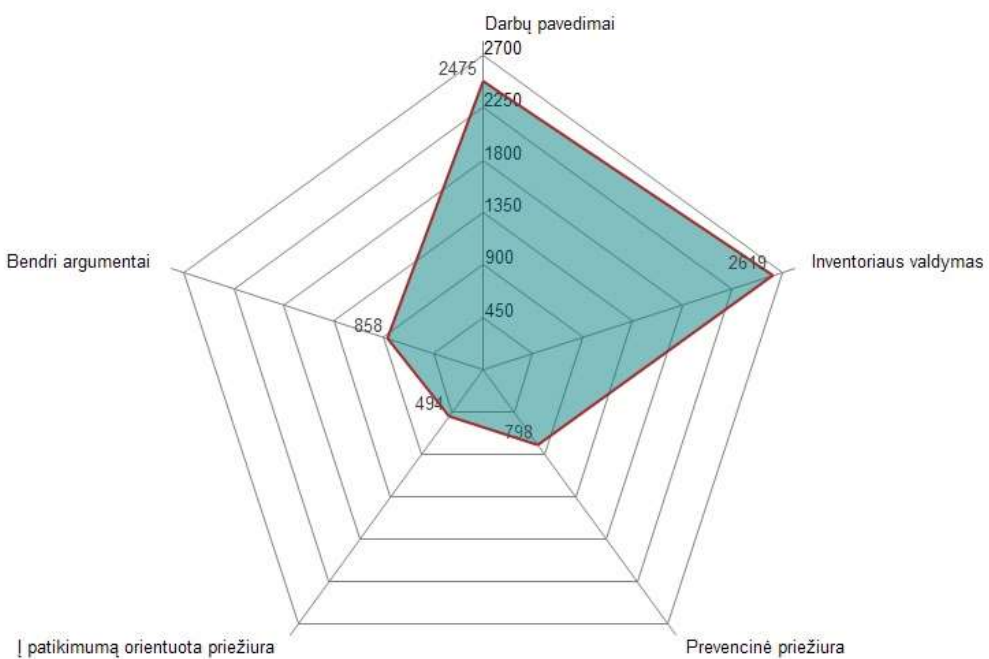


2.8 pav. Programinės įrangos nr. 2 įvertinimas A₂

Sistema nr. 3 yra komercinės paskirties KTPVS. Pagal sistemos įvertinimą matyti, jog ji labai mažai atsilieka nuo sistemos nr. 2.

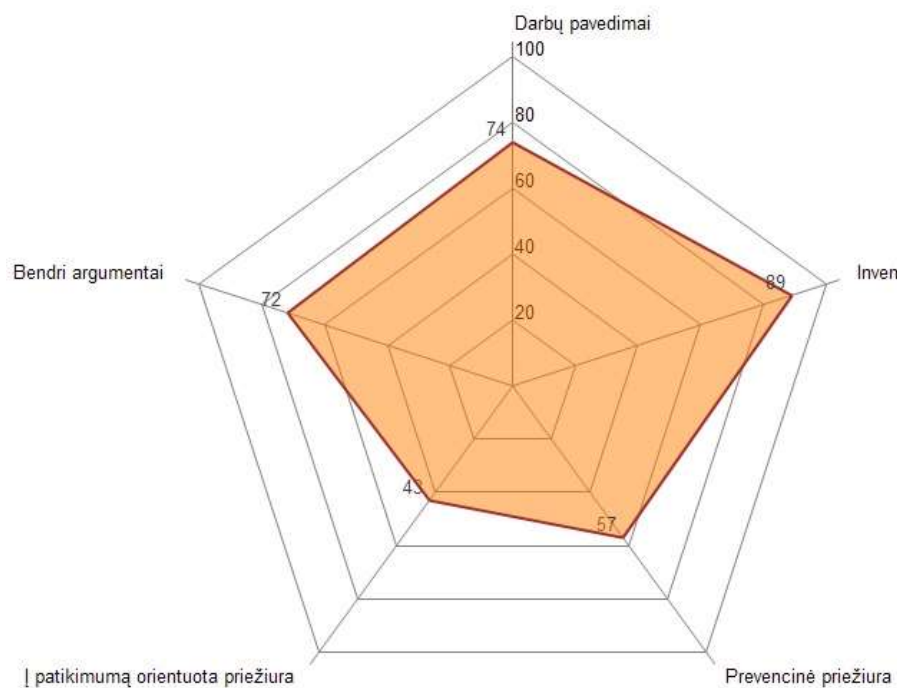


2.9 pav. Programinės įrangos nr. 3 įvertinimas S₃

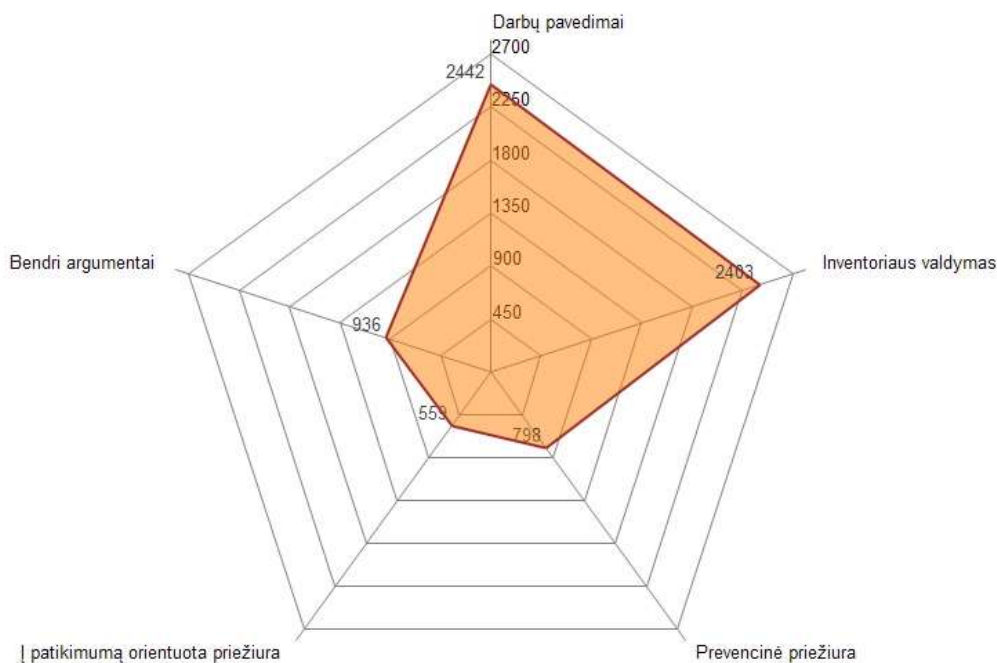


2.10 pav. Programinės įrangos nr. 3 įvertinimas A₃

Sistema nr. 4 yra komercinės paskirties KTPVS. Pagal sistemos įvertinimą matyti, jog ji kai kuriais aspektais viršija, kai kuriais nusileidžia sistemai nr. 3, tačiau daug neatsilieka nuo sistemų nr. 2 ir nr. 3.

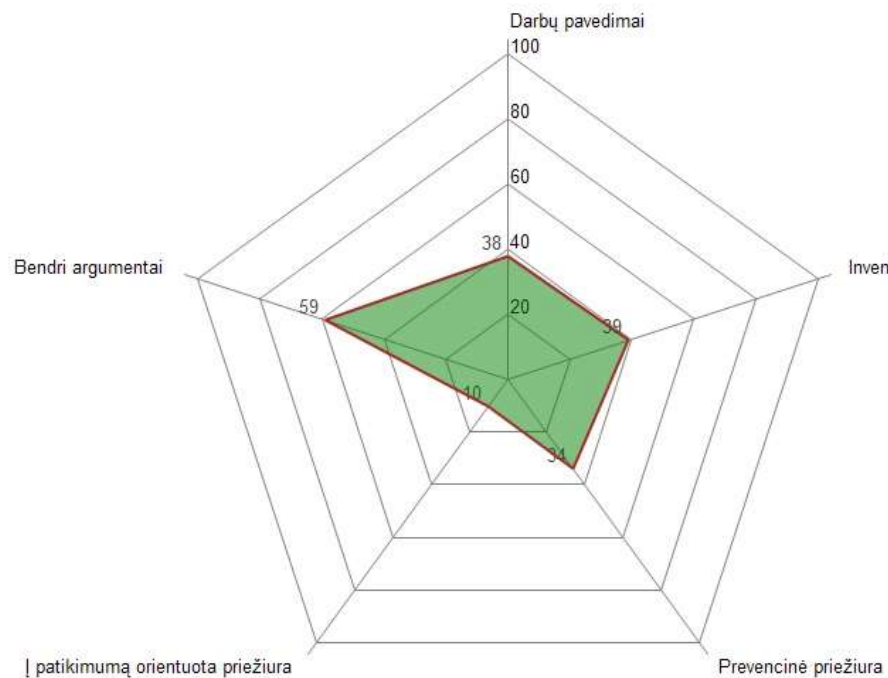


2.11 pav. Programinės įrangos nr. 4 įvertinimas S₄

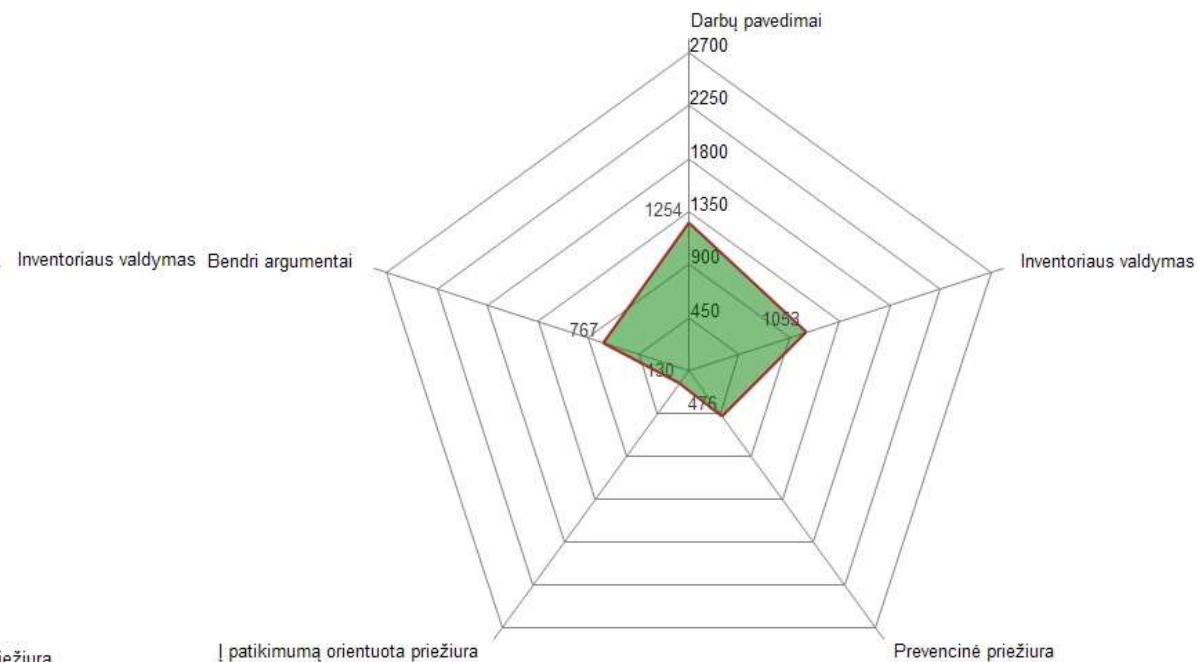


2.12 pav. Programinės įrangos nr. 4 įvertinimas A₄

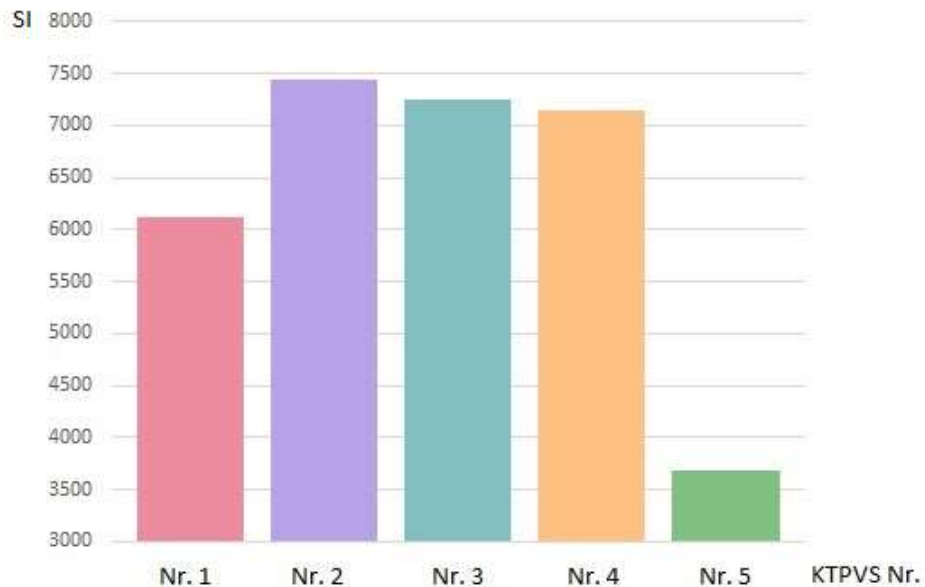
Sistema nr. 5 yra nekomercinės paskirties KTPVS. Tai nemokama, lengvai prieinama sistema. Galime pastebėti, jog sistema surinko prasčiausią, iš tiriamųjų sistemų, įvertinimą.



2.13 pav. Programinės įrangos nr. 5 įvertinimas S₅



2.14 pav. Programinės įrangos nr. 4 įvertinimas A₅



2.15 pav. Programinių įrangų sudėtinis įvertinimas SI

2.15 paveikslo grafike galime matyti sudėtinį sistemų įvertinimą *SI*. Šis grafikas parodo galutinį sistemų įvertinimą ir yra svarbus renkantis KTPVS. Šiuo atveju funkciškai sistema nr. 2 yra pranašiausia iš lyginamų, tačiau renkantis tokią sistemą reiktu atsižvelgti į finansinius aspektus.

2.4.3. Sistemų lyginimo išvados

Išanalizavus KTPVS galima pastebėti jog lyginamos sistemos, pagal surinktą įvertį susiskirto į tris kategorijas – aukšto, vidutinio, žemo įvertinimo sistemos.

Sistemos nr. 2, nr. 3, nr. 4 surinko aukščiausius įvertinimo balus. Tai buvo galima nuspėti, kadangi šios sistemos yra komercinės paskirties, skirtos plataus spektro vartojimui, yra ištobulintos, tinka įvairaus pobūdžio techninei priežiūrai. Šios sistemos priskiriamos *vidutinės* šeimos grupei (2.1 lentelė). Sistemos tinka didelių įmonių procesams valdyti, vykdyti eilę pagrindinių, neprivalomųjų ir papildomų funkcionalumo modulių.

Sistema nr. 5 surinko mažiausią įvertinimą. Įvertinimą lėmė sistemos paprastumas ir mažas funkcionalumas. Sistema yra atvirojo kodo, prieinama nemokamai, dėl to nėra ištobulinta ir nėra tobulinama. Tokia sistema tiktų tik mažai įmonei ar asmeninio vartojimo bendrinės informacijos organizavimui. Sistemą galima priskirti prie *mažosios* šeimos grupės.

Savadarbė sistema nr. 1 surinko tarpinį įvertinimą. Tai lėmė susitelkimas į konkrečių sistemos funkcijų kūrimą, žinojimą ko yra tikimasi iš KTPVS. Geriausias rezultatas kuriamos sistemos pasiektas „Bendrinų argumentų“ charakteristikose. Tai nulėmė sistemos galimybė adaptuotis ir lengvai tobulintis. Skyrus daugiau laiko kūrimui, bandymams ir testavimams sistemą galėtų pasiekti žymiai geresnių rezultatų. Sistemą pagal savo funkcionalumą gali būti priskirta *mažosios* arba *vidutinės* šeimos grupei.

2.5. Įdiegtos sistemos analizė

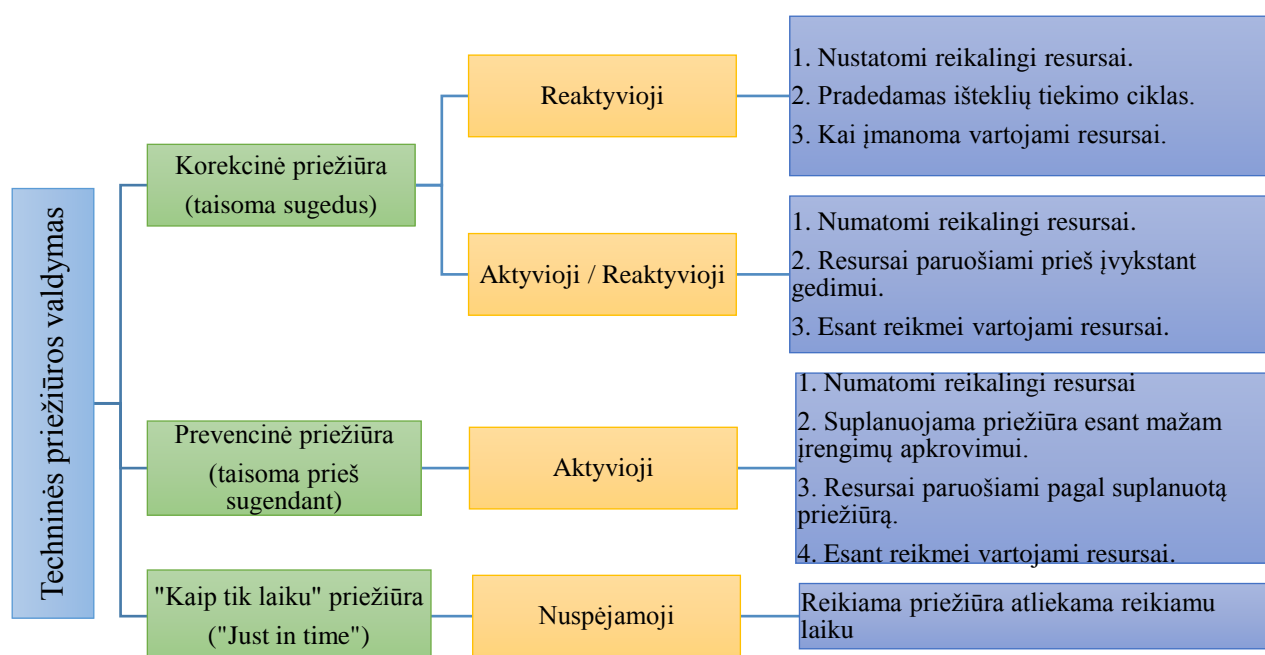
Tiriamąjį darbo metu sukurta KTPVS buvo įdiegta į įmonės personalinius kompiuterius. Keletas darbuotojų buvo supažindinti ir apmokyti dirbti su sistema. Trijų mėnesių laikotarpyje buvo įvedinėjama į sistemą informacija, sekamas sistemos veikimas ir renkami sistemoje gauti duomenys.

Šiame skyriuje pateikiami tiriamojo darbo metu gauti duomenys, įvertinamas sistemos efektyvumas.

Analizės užduotis yra palyginti įvairių gamintojų teiginius su realiai gautais rezultatais. Teigiama, jog įdiegta KTPVS gali pasiekti šių rezultatų:

- ✓ reaktyvioji techninė priežiūra pakeičiama į prevencinę;
- ✓ prastovos sumažėja iki 15 %;
- ✓ viršvalandinis darbas sutrumpėja iki 50 %;
- ✓ sumažinami įrangos gedimai iki 20 %;
- ✓ sumažinamos apyvartos išlaidos iki 30 %;
- ✓ sumažinamos atsarginių dalių sąnaudos iki 7 – 20 %;
- ✓ 80 % darbų atliekama laiku.

Analizei atlikti sudaromi scenarijai – nesant KTPVS, esant įdiegtai KTPVS ir numatant tobulesnes sistemos galimybes. Scenarijai remiasi 2.16 paveiksle pateiktu techninės priežiūros galimo valdymo medžiu. Priimame, jog reaktyvioji priežiūra esti, kai nėra įdiegtos sistemos. Įdiegta sistema įgalina aktyviają-reaktyviają bei aktyviają priežiūrą. Numatoma tobulesnė KTPVS veiktu kaip nuspėjamoji priežiūra.



2.16 pav. Techninės priežiūros valdymo medis

2.5.1. Inventoriaus valdymas

Sistemos įdiegimo pradžioje buvo sudarytas katalogas įmonėje esančių staklių ir įrengimų, suvesta jų techninė informacija (priedas 2). Sekančiame etape buvo sudarytas sąrašas periodiškai naudojamų atsarginių dalių ir detalių (priedas 3). Išnagrinėjus staklių sudėtį iš atsarginių dalių sąrašo buvo priskirtos joms reikalingos dalys ir nurodytas atitinkamų dalių kiekis staklėse (priedas 4). Šie žingsniai leido realiu laiku matyti bei kontroliuoti techninei priežiūrai reikalingo inventoriaus dalį. Prieš įdiegiant sistemą atsarginės dalys buvo užsakinėjamos neorganizuotai, detalių poreikis buvo numatomas iš patirties, tačiau dažniausiai detalės buvo užsakinėjamos joms prireikus – toks sprendimas sudarydavo problemas remontuojant įrenginius, sukeldavo dideles prastovas. Įdiegta sistema automatiškai apskaičiuoja trūkstamą ar perteklinį inventorių, sudaro sąrašą reikiamų užsakyti dalių (priedas 6), gali sudaryti dalių komercinių pasiūlymų užklausas, nurodo dalių kainas, tiekėjus, pristatymo terminus.

Tyrimo metu nagrinėjamos gręžimo-kniedijimo bei kniedijimo staklės. Gręžimo-kniedijimo staklių funkcija – patrumpinti (nupjauti) lenta iki reikiamo ilgio, pragręžti lenta abiejuose jos galuose, įpresuoti į pragręžtas skylės kniedes. Kniedijimo staklių funkciją – užvalcuoti kniedes, uždėjus abiejuose lentos galuose lankstus. Staklių darbo laikas – dvi pamainos (t.y. 16 valandų per parą).

Inventoriaus t.y. atsarginių dalių sandėlyje pokytis prieš KTPVS ir įdiegus KTVPS yra apskaičiuojamas pagal 2.11 formulę:

$$\Delta I_{det} = \frac{\sum I_{prktpvs} - \sum I_{ktpvs}}{\sum I_{prktpvs}} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

čia, ΔI_{det} – procentinis detalių pokytis; $\sum I_{prktpvs}$ – detalių kiekis prieš įdiegiant KTVPS;
 $\sum I_{ktpvs}$ – numatomas minimalus detalių kiekis įdiegus KTVPS.

Tyrimo metu įvertiname staklių atsarginių dalių pokytį sandėlyje. Tam sudaromas sąrašas dažniausiai staklėse keičiamų atsarginių dalių (2.10 lentelė), sekamas šių dalių kiekis prieš įdiegiant sistemą ir nurodomas minimalus reikalingas detalių kiekis sandėlyje po sistemos įdiegimo. Minimalus reikalingas detalių kiekis nustatomas iš patyrimo atsižvelgiant į staklių galimus detalių gedimus bei užtikrinant, jog sandėlyje visą laiką būtų visų reikalingų dalių bent kelioms staklėms, norint užtikrinti mažiausias prastovas remonto metu. Pagal gautus duomenis apskaičiuojamas procentinis detalių pokytis (2.12 formulė) ir išlaidų pokytis (2.13 formulė).

2.10 lentelė. Staklių atsarginių dalių suvestinė

Nr.	Detalės pavadinimas	Detalės kodas	Kiekis staklėse, vnt.	Detalės vieneto kaina, Lt	Detalių kiekis sandėlyje KTPVS, vnt.	Detalių kiekis įdiegus KTPVS, vnt.
<u>Kniedijimo staklės</u>						
1	Valdiklis	SR2B12BD	1	405,00	0	2
2	Cilindras	STA-32-20-P-A	2	318,00	1	4
3	Cilindras	MD 1200-50	2	1992,00	0	2
4	Slėgio reguliatorius	MC202-D00	1	150,50	2	2
5	Įvorė	IR 35x40x20,5	16	23,80	40	32
6	Guolis	51205	8	4,62	30	16
7	Guolis	6204-2RS	8	13,00	20	16
8	Guolis	HK 4020	16	4,24	20	32
9	Guolio blokas	LTCD 25-2LS	4	375,50	1	8
10	Skriemulys	HTD28SM25Z28	8	21,50	10	24
11	Skirstytuvas	354-015-02	4	190,19	34	20
<u>Kniedijimo-grėžimo staklės</u>						
12	Guolis	LBCD 25 A-2LS	16	134,00	0	10
13	Guolio blokas	LTCD 25-2LS	4	375,50	1	8
14	Slopintuvas	2921 ½	4	15,20	2	4
15	Skirstytuvas	354-015-02	12	190,19	34	20
16	Skriemulys	HTD28SM25Z28	16	21,50	10	24
17	Cilindras	61M2P023A0050	5	193,58	0	2
18	Cilindras	61M2P040A0025	5	229,05	1	2
19	Cilindras	61M2P050A0400	1	381,60	0	1
20	Cilindras	61M2P063A0050	2	325,96	0	2
21	Cilindras	61M2P023A0200	1	385,96	3	1
22	Cilindras	61M2P100A0075	2	587,88	2	2

Detalių pokytis apskaičiuojamas pagal 2.12 formulę:

$$\Delta I_{det1} = \frac{\sum_{n=1}^k I_{prktpvs1} - \sum_{n=1}^k I_{ktpvs1}}{\sum_{n=1}^k I_{prktpvs1}} \cdot 100\% \quad (2.12)$$

čia, ΔI_{det1} – detalių pokytis sandėlyje.; $I_{prktpvs1}$ – detalių kiekis neįdiegus KTPVS;
 I_{ktpvs1} – numatomas minimalus detalių kiekis įdiegus KTPVS; k – pozicijų skaičius.

Sandėlio išlaidų pokytis apskaičiuojamas pagal 2.13 formulę:

$$\Delta S = \frac{\sum_{n=1}^k S_{det} \cdot D_{prktpvs} - \sum_{n=1}^k S_{det} \cdot D_{ktpvs}}{\sum_{n=1}^k S_{det} \cdot D_{prktpvs}} \cdot 100\% \quad (2.13)$$

čia, ΔS – sandėlio išlaidų skirtumas; S_{det} – detalės kaina; $D_{prktpvs}$ – detalių kiekis neįdiegus KTPVS; D_{ktpvs} – numatomas detalių kiekis įdiegus KTPVS; k – pozicijų skaičius.

Randamas atsarginių dalių pokytis:

$$\Delta I_{det1}(\text{kniedijimo st.}) = 0 \%;$$

$$\Delta I_{det1}(\text{grėžimo – kniedijimo st.}) = -43,4 \%.$$

Randamas išlaidų atsarginėms dalims pokytis:

$$\Delta S(\text{kniedijimo st.}) = -63,2 \% (\text{t. y. } -5758,64 \text{ Lt});$$

$$\Delta S(\text{grėžimo – kniedijimo st.}) = -26,06 \% (\text{t. y. } -2515,05 \text{ Lt}).$$

Bendras išlaidų skirtumas:

$$\Delta S(\text{bendras}) = -44,1 \% (\text{t. y. } -8273,69 \text{ Lt}).$$

Apskaičiavus 2.12 ir 2.13 formules gauname neigiamus atsakymus. Matomas ne planuotas atsarginių dalių mažėjimas tačiau jų prieaugis sandėlyje. Kniedijimo staklių atsarginių dalių padidėjimo nebuvimas ir išlaidų augimas rodo atsarginių dalių normalizavimąsi sandėlyje. Įvertinus visų įmonės staklių bei mechanizmų atsarginių dalių esančius ir numatomus kiekius rezultatai būtų tikslesni ir gali skirtis priklausomai nuo staklių ar mechanizmų pobūdžio. Šiuo atveju prognozės apie sumažėjusį inventorių nepasiteisino. Tai lėmė papildomų atsarginių dalių sandėliavimas norint išvengti prastovų, trumpinti remonto laiką.

Sandėlio atsarginių dalių bendros išlaidos padidėjo 44,1 %, t.y. 8273,69 Lt.

Geriausiu atveju, kuomet sandėlyje būtų laikomas tik vienoms staklėms reikiamas atsarginių dalių skaičius galima būtų pasiekti šių rezultatų:

$$\Delta I_{det1}(\text{min bendras}) = 52,9 \%;$$

$$\Delta S(\text{min bendras}) = 66,2 \% (\text{t. y. } 12422 \text{ Lt}).$$

Kai matoma turint reikiamą turint minimalų atsarginių dalių kiekį, galima būtų dvigubai sumažinti inventorių. Atsarginių dalių sąnaudos sumažėtų 12422 litų.

2.5.2. Darbų pavidimai

Norint optimizuoti darbų pavidimus, sumažinti įrengimų prastovas yra būtina sekti staklių bei mechanizmų darbą. Tyrimo metu buvo registruojami pasirinktų įrenginių gedimai bei įrašomi galimi gedimų taisymo sprendimai. Tokiu būdu yra kuriama informacinė bazė, kuri ateityje leistu operatyviau šalinti trikdžius, numatyti periodiškai pasikartojančius gedimus, sutrumpintų prastovų laiką. Žinant gedimų priežastį ir galimus sprendimo variantus, panaudojus KTPVS galima darbuotojui pateikti susistemintą informaciją, padedančią lengviau ir greičiau susiorientuoti šalinant gedimą.

Tyrimo metu, mėnesio laikotarpyje KTPVS buvo registruojami gręžimo-kniedijimo ir kniedijimo staklių gedimai (2.11, 2.12 lentelės), buvo fiksuojami gedimų sprendimai bei gedimų pašalinimo laikai. Turint šią informaciją galima apskaičiuoti ir įvertinti dėl prastovos patirtus nuostolius, numatyti galimus gedimus ateityje.

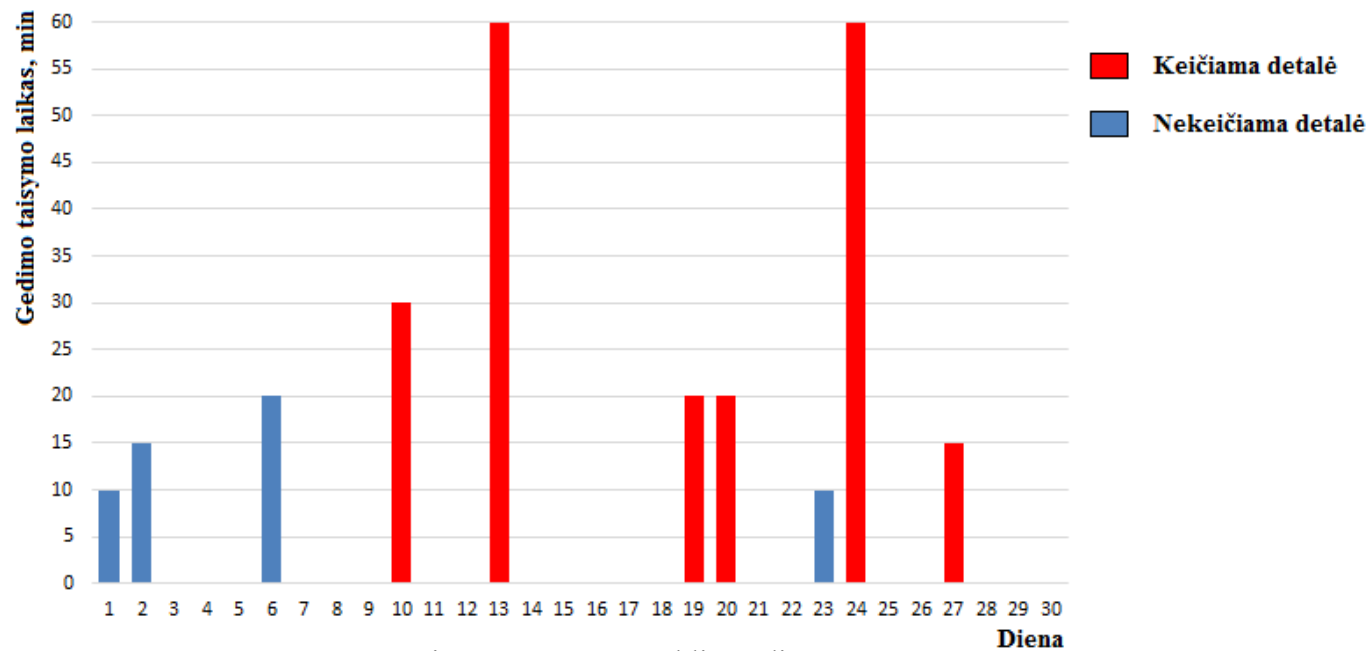
Priimame, jog esant reaktyviajai techninei priežiūrai atsarginių dalių sandėlyje nėra (dažnas realus atvejis). Atsarginių dalių pristatymo laikas – 1 darbo diena. Taigi įvykus gedimui, kai reikia keisti detalę reaktyviosios priežiūros atveju, staklių didžiausia prastova gali būti 16 darbo valandų (jei staklės sugedo praėjusios dienos paskutinėje pamainoje, be pataisymo). Esant reaktyviajai/aktyviajai techninei priežiūrai (t.y. įdiegus KTPVS), sandėlyje yra paruoštos atsarginės dalys, prastova šiuo atveju lygi staklių taisymo laikui. Įmonė turi septynias kniedijimo ir tris gręžimo kniedijimo stakles.

Pagal 2.14 formulę apskaičiuojame nuostolius:

$$N = t_{pr} \cdot K_d \quad (2.14)$$

čia, N – nuostolis; t_{pr} – prastovos laikas; K_d – staklių darbo vertė per laiko tarpą.

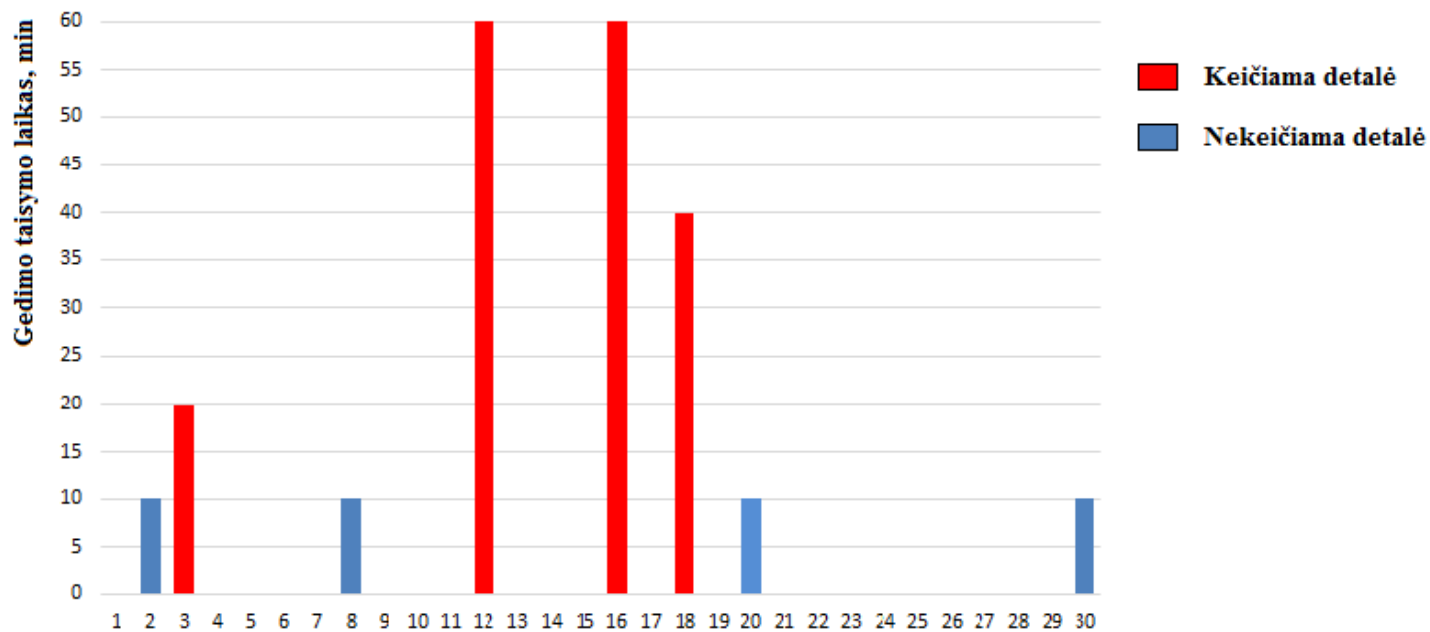
Nuostolis šiuo atveju priimamas, kaip negautas pelnas už nepagamintą produktą. Bendru atveju vidutiniškai per darbo pamainą kniedijimo staklių našumas yra 3500 lentų vienoms staklėms, t.y. vidutiniškai yra apdirbamos 7 (7,3) lentos per minutę, gręžimo-kniedijimo – 6000 lentų per pamainą, t.y. 12 (12,5) lentų per minutę. Gatavas produktas – apvadas, susideda iš keturių lentų, sukniedytomis su lankstais tarp jų kraštų. Vidutinė gatavo produkto vertė 18,97 Lt. Produkto rentabilumas 5 % nuo gaminio kainos, t.y. vidutiniškai 0,95 Lt. Darbuotojui skiriamas atlygis – 0,03 Lt už atliktą vieną operaciją, arba 0,21 Lt/min.



2.17 pav. Gręžimo-kniedijimo staklių gedimų grafikas

2.11 lentelė. Gręžimo-kniedijimo staklių gedimai

Diena	Gedimo taisymo trukmė, min	Gedimo pobūdis	Gedimo sprendimas	Ar keičiama detalė
1	10	Ištrigusi kniedė po grąžtų cilindru	Išimti įstrigusias kniedes	Ne
2	15	Lėtai sudirba prispaudimo cilindro stūmoklis	Pareguliuoti cilindro galinę amortizaciją	Ne
6	20	Netinkamas lentos ilgos po frezavimo	Pastumti frezą 2 mm į staklių centrą	Ne
10	30	Pneumatinio cilindro stūmoklis nesusitraukia iki galo	Keisti cilindrą	Taip
13	60	Pabiro linijiniai guoliai gręžimo bloke	Pakeisti guolius	Taip
19	20	Nesuveikė fiksavimo pneumatinis cilindras	Pakeisti skirstytuvą	Taip
20	20	Nutrūko diržas	Pakeisti diržą	Taip
23	10	Neįvykdomas ciklas dėl daviklio padėties	Pakoreguoti daviklio padėtį	Ne
24	60	Sudilo sinchroniniai skriemuliai	Pakeisti skriemulius	Taip
27	15	Nulūžo grąžtas	Pakeisti grąžtą	Taip



2.18 pav. Kniedijimo staklių gedimų grafikas Diena

2.12 lentelė. Kniedijimo staklių gedimai

Diena	Gedimo taisymo trukmė, min	Gedimo pobūdis	Gedimo sprendimas	Ar keičiama detalė
2	10	Lėtai veikia prispaudimo blokas	Sutepti kreipiančiąsias	Ne
3	20	Nesuveikė fiksavimo cilindras	Pakeisti skirstytuvą	Taip
8	10	Nesuveikė fiksavimo cilindras	Nuvalyti daviklį	Ne
12	60	Sudilo sinchroniniai skriemuliai	Pakeisti skriemulius	Taip
16	60	Pabiro linijiniai guoliai	Pakeisti guolius	Taip
18	40	Nebeveikia prispaudimo cilindras	Pakeisti cilindrą	Taip
20	10	Nesuveikė fiksavimo cilindras	Nuvalyti daviklį	Ne
30	10	Nesuveikė fiksavimo cilindras	Nuvalyti daviklį	Ne

Pagal 2.9, 2.10, 2.11 ir 2.12 lentelėse pateiktus duomenis apskaičiuojame prastovos nuostolius. Palyginame nuostolius esant reaktyviajai techninei priežiūrai su aktyviają-reaktyviają (įdiegus KTPVS). Priimame, jog esant reaktyviajai priežiūrai, sugedus stalių detalei ir reikalaujant jos pakeitimo prastova lygi visos dienos staklių prastovai t.y. maksimalūs nuostoliai), tačiau darbuotojas pavedamas dirbti kitą darbą ir finansiškai nenukenčia. Darbuotojo tvarkančio gedimą įkainis neįskaičiuotas.

2.13 lentelė. Gręžimo-kniedijimo staklių nuostoliai

Diena	Prastova, min	Ar keičiama detalė	Neapdorota lentų, vnt.	Darbuotojo nuostoliai, Lt	Įmonės maksimalūs nuostoliai, Lt	Įmonės nuotoliai, Lt
1	10	Ne	125	3,75	29,69	29,69
2	15	Ne	188	5,63	44,53	44,53
6	20	Ne	250	7,50	59,38	59,38
10	30	Taip	375	-	2850,00	89,06
13	60	Taip	750	-	2850,00	178,13
19	20	Taip	250	-	2850,00	59,38
20	20	Taip	250	-	2850,00	59,38
23	10	Ne	125	3,75	29,69	29,69
24	60	Taip	750	-	2850,00	178,13
27	15	Taip	188	-	2850,00	44,53
Viso:			1820 vnt.	20,63 Lt	17263,28 Lt	771,88 Lt

2.14 lentelė. Kniedijimo staklių nuostoliai

Diena	Prastova, min	Ar keičiama detalė	Neapdorota lentų, vnt.	Darbuotojo nuostoliai, Lt	Įmonės maksimalūs nuostoliai, Lt	Įmonės nuotoliai, Lt
2	10	Ne	73	2,19	17,34	17,34
3	20	Taip	146	-	1662,50	34,68
8	10	Ne	73	2,19	17,34	17,34
12	60	Taip	438	-	1662,50	104,03
16	60	Taip	438	-	1662,50	104,03
18	40	Taip	292	-	1662,50	69,35
20	10	Ne	73	2,19	17,34	17,34
30	10	Ne	73	2,19	104,03	17,34
Viso:			1606 vnt.	8,76 Lt	6858,05 Lt	381,43 Lt

Kaip matoma iš 2.13 ir 2.14 lentelių rezultatų viso per mėnesį, dėl staklių prastovų buvo neapdorotos 3426 lentos. Tai nulėmė nedidelius nuostolius darbuotojams – 20,63 Lt ir 8,76 Lt, tačiau įmonei bendrai sudarė 1153,31 litų nuostolį. Esant visos dienos staklių prastovai dėl kiekvienos sugedusios detalės, bendri nuostoliai per mėnesį sudarytų 24121,33 Lt.

Pagal 2.15 formulę apskaičiuojame santykinį nuostolių pokytį nesant KTPVS ir įdiegus KTPVS.

$$\Delta N = \frac{N_{maks} - N_{KTPVS}}{N_{maks}} \cdot 100 \% \quad (2.15)$$

čia, ΔN – santykinis nuostolių pokytis; N_{maks} – didžiausi galimi nuostoliai; N_{KTPVS} – nuostoliai įdiegus KTPVS.

Apskaičiavus 2.15 formulę gauname:

$$\Delta N = 95,2 \% .$$

Pagal gautą rezultatą galima teigti, jog įdiegus KTPVS, sekant atsarginių dalių inventorių, pavedant darbus, galima kritiškiausiu atveju sumažinti nuostolius patirtus dėl prastovos net 95 %.

Apskaičiuojame sistemos rentabilumą mėnesio laikotarpyje. Priimame jog nauda yra nuostolių pokytis po KTPVS įdiegimo, investicijos yra sistemos kūrimo kaina tuomet:

$$IG (\%) = \frac{\sum_{i=0}^1 N_{maks} - N_{KTPVS} + \sum_{k=0}^1 I}{\sum_{k=0}^1 I} \cdot 100 \quad (2.3)$$

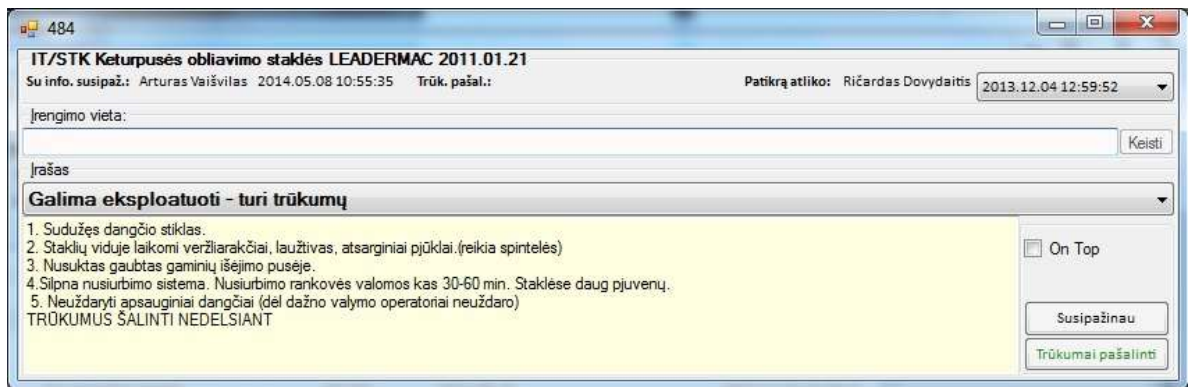
čia, N_{maks} – didžiausi galimi nuostoliai; N_{KTPVS} – nuostoliai įdiegus KTPVS; I – investicijos einamuoju laikotarpiu.

$$IG (\%) = 1248 \%$$

Galima teigti, kad kritiškiausiu atveju sistema mėnesio laikotarpyje atsipirko 1248 %, t.y. 12 kartų.

2.5.3. Įrengimų patikra

Įdiegus KTPVS svarų vaidmenį įmonės procesuose atliko įrengimų patikros modulis (2.19 pav.) . Šis modulis leido registruoti visus pastebėtus įrengimų ar mechanizmų trūkumus, gedimus, trikdžius, pastabas susijusias su darbo sauga ir t.t.. Modulyje patikrą atliekantis asmuo gali lengvai pasirinkti (filtruoti) įrengimą ar mechanizmą ir aprašyti susijusias pastabas. Išsaugojus patikros aprašą, įrengimus prižiūrinčiam asmeniui persiunčiami duomenys. Asmuo gali susipažinti su informacija bei pateikti atsakymą apie ištaisytas klaidas, gedimus ar pastabas.



2.19 pav. Įrengimų patikros modulio langas

Įdiegus šį modulį ženkliai paspartėjo bendradarbiavimas tarp atskirų padalinių. Padažnėjo įrengimų techninis aptarnavimas, kadangi darbai nėra užmirštami, darbų nereikia papildomai užsirašinėti, matoma ar buvo susipažinta su informacija.

3. REZULTATŲ APŽVALGA

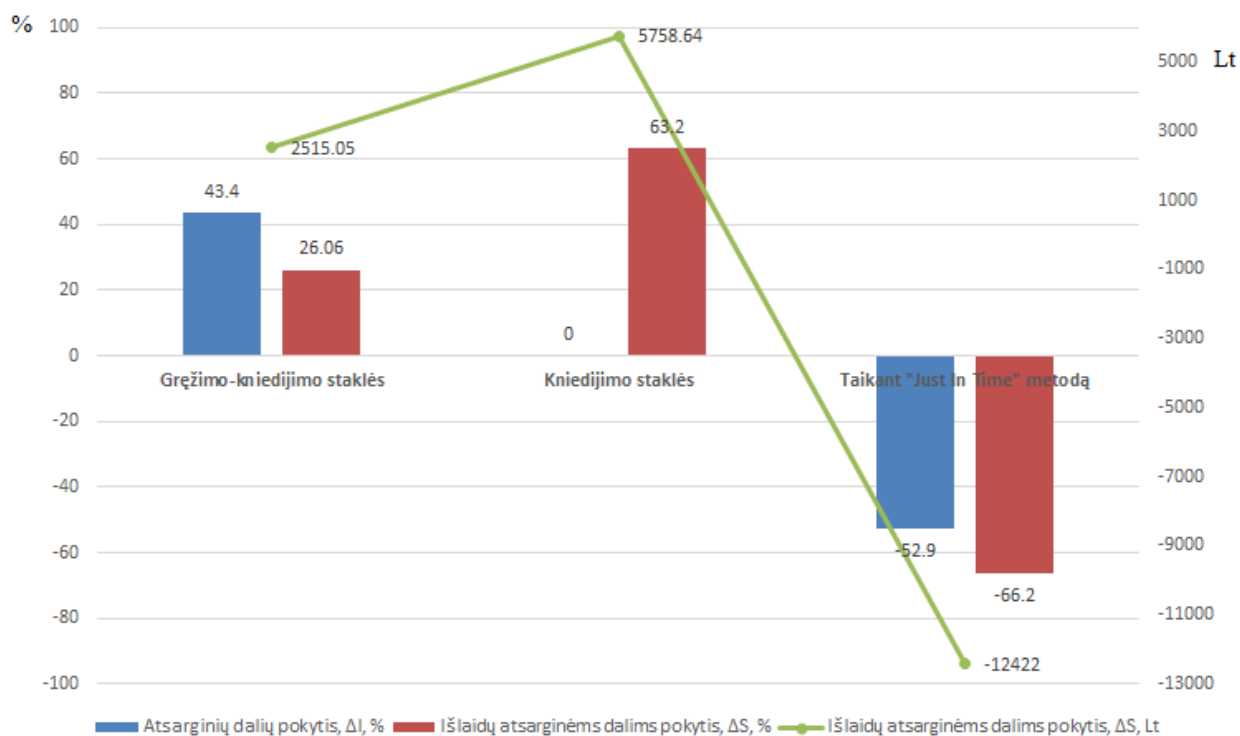
Tyrimo metu buvo išanalizuotos kompiuterinės techninės priežiūros valdymo sistemos. Pagal atliktą analizę buvo sukurta kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema. Sistemai parinkti ir pritaikyti funkciniai moduliai: atsarginių dalių sandėlio valdymas; techninio inventoriaus valdymas; darbų pavedimas; techninio inventoriaus patikros registras.

Palyginus sukurta KTPVS su kitomis rinkoje esančiomis sistemos pagal reikalingus, t.y. sukurta sistemai parinktus funkcinis modulius, naudojantis analitinio hierarchinio proceso metodą, išsiaiškinta jog sukurta sistema funkciškai nusileidžia komercinės paskirties techninės priežiūros sistemoms, tačiau yra žymiai pranašesnė už nemokamas analogiškas sistemas (2.15 pav.). Sistemų sudėtiniai programinių įrangų įvertinimai: SI₁ – 6177; SI₂ – 7442; SI₃ – 7244; SI₄ – 7138; SI₅ – 3680 (čia: nr. 1 – sukurta sistema, nr. 2–4 – komercinės sistemos, nr. 5 – nemokama sistema). Didžiausi sistemos privalumai: lengvas sistemos papildomų modulių įdiegimas, lanksti ir funkcionali sistema, patogi vartotojo sąsaja.

Integravus sistemą į gamybinius įmonės procesus buvo stebimas sistemos veikimas, funkcionalumas. Tyrimo metu buvo atlikta dviejų tipų staklių inventorinė, darbo veikimo, gedimų analizė. Į sistemą suvesti duomenys apie techninį turtą bei atsargines techninio turto dalis leido koordinuoti atsarginių dalių kiekį sandėlyje, pavesti darbus remiantis atliktomis įrengimų techninėmis apžiūromis.

Remiantis KTPVS duomenimis buvo gauti sekantys rezultatai (4.1 pav.):

- Naudojant KTPVS atsarginių dalių kiekis padidėjo atitinkamai:
gręžimo-kniedijimo staklėms – 43,4 %;
kniedijimo staklėms – 0 %.
- Atsarginių dalių išlaidos padidėjo:
gręžimo-kniedijimo staklėms – 26,06 %;
kniedijimo staklėms – 63,2 %.
- Taikant „*Just In Time*“ metodą:
atsarginių dalių kiekis sumažėtų 52,9 %;
atsarginių dalių išlaidos sumažėtų 66,2 %.

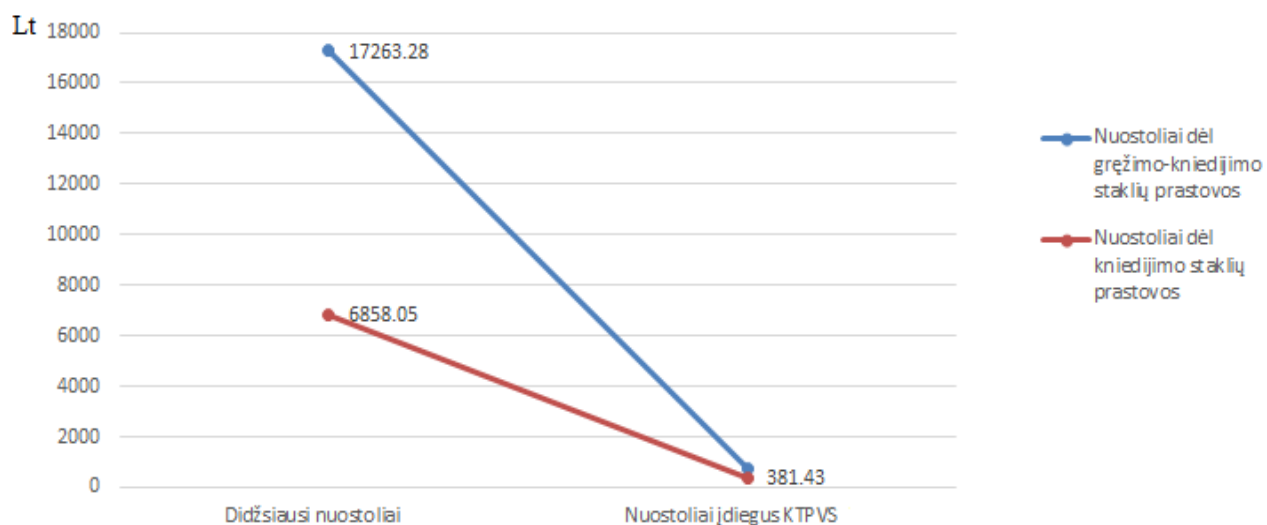


3.1 pav. Atsarginių staklių dalių sandėlyje pokytis

Įdiegus KTPVS, mėnesio laikotarpyje buvo registruojami dviejų tipų staklių gedimai, gedimų sprendimai, gedimų šalinimo darbų laikas.

To pasėkoje:

- Numatoma, kad ateityje gedimų sprendimų sąrašas leis greičiau pašalinti įvykusį gedimą;
- Apskaičiuoti įmonės nuostoliai dėl staklių prastovos esant reaktyviajai techninei priežiūrai (didžiausi nuostoliai), priimant jog gedimo metu sandėlyje nėra reikiamos atsarginės dalies ir nuostoliai įdiegus KTPVS (4.2 paveikslas).



3.2 pav. Prastovos nuostoliai

Diegiant KTPVS buvo susidurta su problemomis, kurios neleido sistemai pasiekti savo potencialo. Viena iš iškilusių problemų buvo darbuotojų nenoras naudoti naują, jiems nepažystamą sistemą. Tai lėmė jų nesupratimas apie galimas sistemos naudas. Apmokius darbuotojus elgtis su sistema buvo prieita prie kitos problemos, kuomet darbuotojai pamiršdavo ar nenorėdavo suvedinėti naujausią informaciją. To pasėkoje sistemoje pradėjo daugėti klaidų ir nesutapimų su realiais duomenimis. Pastebėta, kad darbuotojai dažnai ignoravo sistemos pranešimus apie užplanuotus darbus, taip atitinkami darbai buvo nukeliami ir atidedami, kas galėjo lemti atitinkamų mechanizmų spartesnę susidėvėjimą ar gedimą. Šios problemos lėmė sistemos duomenų neadekvatumą.

Norint išvengti glimų problemų ir nesklandumų sistema turėtų sulaukti didelio vadovų, vartotojų ir darbuotojų palaikymo. Turi būti prižiūrimas ir analizuojamas visos sistemos darbas. Darbuotojai turi suprasti, jog sklandus sistemos veikimas palengvintų ir paspartintų jų pačių darbą.

4. NUMATOMI SISTEMOS TOBULINIMAI

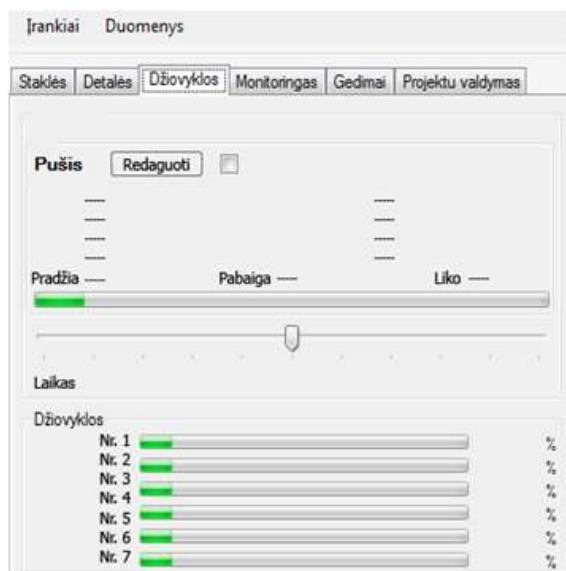
Dėka KTPVS sistemos galimybės lengvai papildyti ir tobulinti sistemos modulius (*Visual Basic* programavimo kalba), ateityje yra numatoma įdiegti kelis naujus sistemos modulius. Pateikiami tik keletas sistemos tobulinimo pavyzdžių.

4.1 Džiovyklų monitoringas

Vienas iš numatomu sistemos modulių yra džiovyklų monitoringas. Ši sistemos funkcija leistu realiu laiku stebėti informaciją, t.y. darbo laikus ir medienos rūšį esantį atitinkamoje džiovykloje.

Džiovyklų darbo principas: į džiovyklos kamerą yra pakraunama mediena. Džiovyklos viduje pučiant karštam orui yra cikliška džiovinama mediena. Pagal medienos rūšį yra ribojamas medienos džiovinimo laikas.

Esamu metu informaciją apie pakrautą medienos rūšį ir pakrovimo laiką yra užsirašoma vieno iš krovėjų. Ši informacija nėra registruojama, todėl yra lengva prarasti ar užmiršti tokią informaciją. Norint koordinuoti darbus naujas sistemos modulis leistu pasirinkti norimą džiovyklą, norimą medžio rūšį, pasirinkti džiovinimo pradžios bei pabaigos laiką, rodytų iki džiovinimo pabaigos likusį laiką. Pagal šia informaciją galima būtų numatyti sekančios medienos partijos pakrovimo darbus. Taip organizuotai būtų spartinamas darbo procesas.



4.1 pav. Džiovyklų darbo laikų langas

4.2. Automatinis inventoriaus valdymas

Įdiegta techninės priežiūros sistema gali skaičiuoti sandėlyje esančio inventoriaus trūkumą ar perteklių, sistema automatiškai sudarinėja trūkstamų dalių sąrašą, bei leidžia greitai sudarinėti detalių užklausas. Šis procesas yra spartesnis nei rankiniu būtu tikrinti detalių inventorių, tačiau žmogaus indelis šiuo atveju neatsiejamas, kuomet reikia suvedinėti, t.y. atnaujinti sistemos inventoriaus duomenis, siuntinėti dalių užsakymus bei užklausas.

Sistemos tobulinimui numatoma, jog kiekviena atsarginė dalis būtų susieta su programa realiais brūkšniniais ar QR kodais. T.y. gavus atsarginių dalių partiją, būtų skenuojami detalių brūkšniniai ir/arba QR kodai skeneriu prijungtu prie bevielio tinklo ir tokiu būdu būtų atnaujinami sistemoje esantys duomenys. Be to planuojama visiškai automatizuoti atsarginių dalių užsakymą. T.y. jei sistema bus sureguliuota teisingai – bus nustatytas minimalus reikalingas skaičius konkrečių atsarginių dalių, tuomet sistema esant poreikiui galės automatiškai išsiuntinėti atsarginių dalių užsakymus priklausomai nuo detalių trūkumo, dalių pristatymo laiko ir pan. Taip būtų priartėjama prie „*Just In Time*“ metodo galimybių.

Šis patobulinimas leistu eliminuoti sugaištama laiką inventoriaus priežiūrai bei užtikrintų pastovų kontroliuojamą atsarginių dalių kiekį.

4.3. Įrengimų lokacija

Jeigu įmonė didelė, t.y. užima didelę teritoriją, o įmonės techninis turtas išsidėstęs plačiai ir jo yra didelis kiekis, naudinga žinoti kiekvieno techninio turto tikslią vietą. Šiam tikslui yra kuriamas lokacijos modulis. Modulis leis matyti viso techninio turto išsidėstymą teritorijoje. Planuojamas kurti interaktyvus lokacijos modulis, tai reiškia jog realiu laiku pagal KTPVS turimus duomenis apie įrangos gedimą bus galima matyti tikslią gedimo vietą. Tai leis greičiau orientuotis bei sparčiau patikrinti įrengimą, ištaisyti atsiradusius pažeidimus.

4.4. Įrengimų darbo veikimo monitoringas

Tikslesnei techninei priežiūrai yra numatyta įdiegti automatizuotų įrengimų darbo veikimo monitoringo modulį. Šis sistemos patobulinimas leistu realiu laiku „susisiekti“, t.y. stebėti ir analizuoti automatizuotu įrengimų darbą. Tikimasi pagal analizes duomenis užtikrinti reikiamą techninę priežiūrą, pastebėjus veikimo anomalijas tikrinti įrengimų techninę būklę, užtikrinti reikiamą techninę priežiūrą reikiamu laiku. Šis modulis dėl įvairių techninių priežasčių yra sunkiausiai įgyvendinamas, tačiau veikiant, užtikrintų efektyvią techninę priežiūrą.

IŠVADOS

Tiriamąjį darbo metu buvo išanalizuota kompiuterizuotų techninės priežiūros valdymo sistemų nauda ir funkcionalumas gamybinėse įmonėse. Įdiegta į gamybinę įmonę kompiuterizuota techninės priežiūros valdymo sistema: pagerina techninio turto priežiūros kokybę, sumažina įrengimų gedimų tikimybę, trumpina įrengimų prastovos laiką, didina darbo našumą, koordinuoja inventorių, taupo įmonės kaštus.

Darbo metu buvo sukurta techninės priežiūros valdymo sistema. Sistema buvo integruota į įmonės gamybos procesus. Sukurtos sistemos atliekamos funkcijos: įrengimų techninės informacijos katalogavimas, atsarginių dalių inventoriaus kontrolė, įrengimų patikros registras, įrengimų gedimų bei gedimų sprendimų registras.

Sukurta sistema palyginta su rinkoje esamomis analogiško pobūdžio ir funkcionalumo sistemomis. Sistemos kūrimo kaina daug kartų mažesnė nei rinkoje siūlomų sistemų. Analitiškai įvertinus sistemų funkcionalumą prieita išvada, jog sistema nusileidžia komercinės paskirties sistemoms, tačiau yra žymiai pranašesnė už nemokamo pobūdžio sistemas.

Įdiegta į gamybos procesus kompiuterizuota techninės priežiūros valdymo sistema: papildė atsarginių dalių inventorių, padidino atsarginių dalių inventoriaus investicijas, sumažino nuostolius dėl įrengimų prastovų.

Sistemos rentabilumas mėnesio laikotarpyje – 12 kartų didesnis už pradinės sistemos investicijas.

Pasiūlymai tolimesniam sistemos plėtojimui: įdiegti įrengimų lokacijos modulį; medžio džiovyklų parametrų nuotolinio monitoringo modulį; automatinio techninio inventoriaus papildymo (užsakymų) modulį, įrengimų darbo monitoringo modulį.

LITERATŪRA

1. STEVE, T; TERRANCE, O. Computerized Maintenance Management System, CMMS Best Practices Study. 2011 July. [žiūrėta 2013 – 12 – 20]. Prieiga per internetą: Reliabilityweb.
2. CMMSCity, EAM versus CMMS: What's Right for your Company [žiūrėta 2013 – 12 – 21]. Prieiga per internetą:
< <http://www.cmmscity.com/articles/eam-versus-cmms-whats-right-for-your-company> >.
3. DE JONG, G. 25 Years of Experience with Online Condition Monitoring at E.ON Benelux: case history. *A Technical publication for Advancing the Practise of Operating Asset Condition Monitoring, Diagnostics, and Performance Optimization, Orbit*, volume 26, no. 2, 2006. General Electric Company, GEA_14392, JAV, p. 4-27. Prieiga per Emerald.
4. What are the benefits of CMMS. [žiūrėta 2014 – 01 – 18]. Prieiga per internetą:
< <http://www.conciel.com/?q=node/106> >.
5. FROSOLINI M, CARMIGNANI G, BRAGLIA M. AHP-based evaluation of CMMS software. Prieiga per Emerald.
6. GUPTA, A.K., SAHAY, B.S., Development of software selection criteria for supply chain solutions, *Industrial Management & Data Systems*, 2003, nr. 103 (2), p. 97-110. Prieiga per Emerald.
7. MIN, H., Selection of software: the analytic hierarchy process, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 1992, nr. 22 (1). Prieiga per Emerald.
8. DAVIS, L., WILLIAMS, G., Evaluating and selecting simulation software using the analytic hierarchy process, *Integrated Manufacturing Systems*, 1994, nr 5 (1), p. 23-32. Prieiga per Emerald.
9. BERNROIDER, E., KOCH, S., ERP selection process in midsize and large organizations, *Business Process Management Journal*, 2001, Vol. 7 No. 3, p. 251-7. Prieiga per Emerald.
10. Kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema [žiūrėta 2014 – 01 – 21]. Prieiga per internetą: < <http://www.maintsmart.com> >.
11. DALKEY, N., HELMERS, A., Experimental Application of the Delphi Method to the Use of the Experts, *Management Science*, 1963, nr. 9 (3), p. 458-67. Prieiga per Emerald.
12. Inžinierių forumas [žiūrėta 2014 – 01 – 23]. Prieiga per internetą: < <http://www.eng-tips.com/> >.
13. Techninės priežiūros forumas [žiūrėta 2014 – 01 – 23]. Prieiga per internetą: < <http://maintenanceforums.com/eve/forums> >
14. Kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema [žiūrėta 2014 – 01 – 25]. Prieiga per internetą: < <http://www.winsite.com/Business/Miscellaneous/Maintenance-Assistant-Free-CMMS/> >
15. Kompiuterinė techninės priežiūros valdymo sistema [žiūrėta 2014 – 01 – 23]. Prieiga per internetą: < <http://www.maintenanceassistant.com/> >.

16. UDAY K, DIEGO G, ADITYA P, CHRISTER S., Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2012, p. 233-277. Prieiga per Emerald.
17. A. SHARMA, G.S. YADAVA, A literature review and future perspectives on maintenance optimization, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2012, p. 5-25. Prieiga per Emerald.
18. C. STENSTRÖM, A. PARIDA, U. KUMAR, D. GALAR, Performance indicators and terminology for value driven maintenance, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2012, p. 222-232. Prieiga per Emerald.
19. M. KANS, An approach for determining the requirements of computerized maintenance management systems, *Computers in Industry*, 2008, nr. 59, p. 40. Prieiga per ScienceDirect.
20. C.D. O'DONOGHUE, J.G. PRENDERGAST, Implementation and benefits of introducing a computerized maintenance management system into a textile manufacturing company, *Journal of Materials Processing Technology*, 2004, nr. 153–154, p. 226–232. Prieiga per ScienceDirect.
21. L. SWANSON, An information-processing model of maintenance management, *Int. J. Production Economics*, 2003, nr. 83, p. 45–64. Prieiga per Elsevier.

PRIEDAI

Priedas 1

KTPVS funkcijų vertinimas

Sistemų palyginimas (labiausiai paplitusios KTPVS)	KTPVS 1	KTPVS 2	KTPVS 3	KTPVS 4	KTPVS 5	KTPVS 6
1. Kaina	\$6750	\$1295	\$1495	\$4125	\$1795	\$1995
2. Darbo užsakymai	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip
3. Inventorius ir pirkimai	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip
4. Profilaktinė priežiūra	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip
5. Įrangos gedimų analizė	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Taip
6. Patikimumo analizė	Taip	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
7. Analizuoja prastovas, inventorių, darbų pavedimus	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip	Taip
8. Nėra papildomų modulių, kuriuos reikia įsigyti	Ne	Taip	Taip	Ne	Taip	Ne
9. Nėra papildomų programų kurias reikia įsigyti	Ne	Ne	Taip	Ne	Taip	Taip
10. Statistinės analizės duomenų rinkiniai	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
11. Užduočių atitikimas	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
12. Programa prieinama visiems darbuotojams, tam tikru lygiu	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Taip
13. Įrangos grupavimas: trijų matmenų įrangos hierarchija	Taip	Ne	Taip	Ne	Ne	Ne
14. Nustato įrangos išlaikymo kainą	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
15. Automatinė sąsajos su MS Excel (pasirinktinai, be papildomų išlaidų)	Ne	Taip	Ne	Taip	Taip	Ne
16. Nustato, ar gedimo koeficientas yra didinamas arba mažinamas	Taip	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
17. Nustato % galimo gedimo per nurodytą laikotarpį	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
18. Palaiko MS Windows standartus. Labai greitai net esant dideliu duomenų rinkiniui	Taip	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip
19. Kainos stebėjimas dėl įrangos gedimo	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
20. Patikimumo analizė dėl gedimo priežasties	Ne	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
21. Spausdina ataskaitas. Eksportuoja bet kokius duomenis tiesiai į Excel, tinklalapius ir daugiau	Taip	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
22. Spausdina priskirtas ataskaitas	Taip	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne
23. Vilkti/mesti užsakant detales	Ne	Ne	Ne	Taip	Ne	Taip
24. Automatinis spausdinimas ir siuntimas paštu ataskaitų, užsakytų atlikti darbų ir daugiau	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
25. Vilkti/mesti prevencinius sąrašus	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
26. Daro grafikus išanalizuotiems duomenims	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne
27. Automatiškai kaupia duomenis ir kuria darbo pavedimus	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip	Taip
28. Nereikalauja išorinės pagalbos sukonfigūruojant	Ne	Taip	Taip	Ne	Taip	Taip
29. Galingos paieškos galimybės	Taip	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
30. Filtrai ir tipų paieška	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne	Taip
31. Galimybė plėsti į keletą įmonių	Taip	Ne	Taip	Ne	Ne	Ne
32. Sprendimų patarimai: naudoja analitinius skaičiavimus numatant problematines vietas greitai ir tiksliai	Taip	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne

Priedas 2

Staklių ir įrengimų sąrašas programoje

Staklės							
Sritis		Pavadinimas		Gamyklinis nr.			
IT/STK					<input type="radio"/> Patikrų istorija <input type="radio"/> Patikra <input checked="" type="radio"/> Koreguoti info. <input type="radio"/> Formuoti užsakyma		
Inventoriaus sąrašas							
NR.	INV.	Pavadinimas	Gamyklinis Nr.	Eksploatacijos pradžia	Lokacija	Paskuti...	
457	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.1	2010.07.21		---	
461	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.2	2010.08.31		---	
462	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.3	2010.08.31		---	
488	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.4	2011.02.14		---	
489	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.5	2011.02.14		---	
498	IT/STK	Skersinio pjovimo staklės	SALVADOR	2011.05.18		---	
508	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.6	2011.08.10		---	
509	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.7	2011.08.10		---	
522	IT/STK	Granuliatorius	OGM	2011.11.01		---	
561	IT/STK	Skersinio pjovimo staklės	SUPERCUT 300	2012.03.21		---	

Priedas 3

Atsarginių bei naudojamų dalių sąrašas programoje

Įrankiai Duomenys

Staklės **Detalės** Gedimai Projektu valdymas

Sritis Pavadinimas Tiekėjas

Koreguoti info. Formuoti užsakymą

Nr	Sritis	Pavadinimas	Kodas	Info	Tiekėjas	Gamintojas	Kaina	Kaina su nuolaida
301101	Mechan...	Kreipiančioji	LJM 25 ESSC1	D25	UAB NARVIJA		82,15	82,15
301102	Mechan...	Kreipiančioji	GHIW35	HGR 35R	UAB NARVIJA		300	300
301201	Mechan...	Laikiklis	LSNS 25		UAB NARVIJA		163	613
301401	Mechan...	Stabdis	HK3501A	Tvirtinimo element...	UAB "Singlis"		252,07	252,07
302001	Mechan...	Skriemulys	HTD 28 - 5M - ...		UAB "JPE Prekyb...		19,8	19,8
302101	Mechan...	Įvorė	IR 35x40x20,5		UAB "JPE Prekyb...		23,8	23,8
302102	Mechan...	Įvorė	PCM 455040		UAB "JPE Prekyb...		22,86	22,86
302103	Mechan...	Įvorė	PCM 455020		UAB "JPE Prekyb...		28,2	28,2
303001	Mechan...	Guolis	51205	Atraminis	UAB "JPE Prekyb...		4,62	4,62
303101	Mechan...	Guolis	6204-2RS	Radialinis	UAB "JPE Prekyb...		3,1	3,1
303201	Mechan...	Guolis	HK 4020	Adatinis	UAB "JPE Prekyb...		4,24	4,24
303301	Mechan...	Guolis	7723		UAB "JPE Prekyb...		57	57
303401	Mechan...	Guolis	LTCO 25-2LS	Linijinis (blokas)	UAB NARVIJA		375,5	375,5
303402	Mechan...	Guolis	LBCO 25 A-2LS	Linijinis (plikas)	UAB NARVIJA			
303501	Mechan...	Guolis	GHIW00035-0	HGW 35CC ZOH	UAB NARVIJA		238	238
304001	Mechan...	Diržas	RM 1080 50mm		UAB "JPE Prekyb...			

Reikia užsakyti:

Užsk. +IRE

Viso: 0

Nr.	Tiekėjas	Pra...	Pab...
2013120...	UAB "Hidroteka"	12.09	01.10
2014011...	UAB EICAutomation	01.10	02.26
2014022...		02.28	02.28

Greita perž. Įvykdytas Trinti iš listo

Priedas 4

Detalių priskyrimas staklėse

Staklės **Detalės** Gedimai Projektu valdymas

Sritis: IT/STK Pavadinimas: Kniedijimo staklės Gamyklinis nr.:

Patikrų istorija Patikra Koreguoti info. Formuoti užsakyma

Inventoriaus sąrašas

NR.	INV.	Pavadinimas	Gamyklinis Nr.	Eksplotacijos pradžia	Lokacija	Paskuti...
457	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.1	2010.07.21		---
461	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.2	2010.08.31		---
462	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.3	2010.08.31		---
488	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.4	2011.02.14		---
489	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.5	2011.02.14		---
508	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.6	2011.08.10		---
509	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.7	2011.08.10		---

Detalių sąrašas

Detalės ...	Sritis	Pavadinimas	Kodas	Kekis staklėse	Pakeista	Keičiama kas	Terminas
101501	Elektra	Valdiklis	SR2B121BD	1	2011.02.14	0	d.
201001	Pneumatika	Stabdymo cilindras	STA-32-20-P-A	2	2011.02.14	0	d.
201101	Pneumatika	Membraninis cilindras	MD 1200-50	2	2011.02.14	0	d.
204001	Pneumatika	Filtrai-slėgio regulatorius	MC202-D00	1	2011.02.14	0	d.
302101	Mechanika	Ivorė	IR 35x40x20,5	16	2011.02.14	0	d.
303001	Mechanika	Guolis	51205	8	2011.02.14	0	d.
303101	Mechanika	Guolis	6204-2RS	8	2011.02.14	0	d.
303201	Mechanika	Guolis	HK 4020	16	2011.02.14	0	d.
303401	Mechanika	Guolis	LTCD 25-2LS	4	2011.02.14	0	d.

Priedas 5

Detalės informacinis langas

303201
 Detalės nustatymai

Sritis:

Pavadinimas:

Kodas:

Papildoma info.:

Tiekėjas:

Kaina (Lt be PVM):

Kaina be nuol.:

Prist. laikas (die.):

Užsakyta:

Kiekis

Min. kiekis sandėlyje: Rezervuota: Reikai užsakyti: Koregavimo data:

Esamas kiekis sandėlyje: Laisvų: Panaudota staklėse: 2014 m. gegužė 8 d.

Stakiu Inventorinis numeris	INV.	Pavadinimas	Gamyklinis Nr.	Eksplotacijos pradžia	Kiekis st...	Pakeista	Keičiama kas	Terminas	Kitas keitimas
457	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.1	2010.07.21	16	2010.07.21	0	d.	2010.07.21
461	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.2	2010.08.31	16	2010.08.31	0	d.	2010.08.31
462	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.3	2010.08.31	16	2010.08.31	0	d.	2010.08.31
488	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.4	2011.02.14	16	2011.02.14	0	d.	2011.02.14
489	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.5	2011.02.14	16	2011.02.14	0	d.	2011.02.14
508	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.6	2011.08.10	16	2011.08.10	0	d.	2011.08.10
509	IT/STK	Kniedijimo staklės	TAG - 1.7	2011.08.10	16	2011.08.10	0	d.	2011.08.10

Koreguoti

+IRE

Išsaugoti

Exit

Priedas 6

Gedimų informacinis ir registracijos langas

Įrankiai Duomenys

Staklės | Detalės | Gedimai | Projektu valdymas

Istorija

Naujas R

Data	Inv. Nr.	Pavadinimas	Gedimas	Sprendimas
2013.12.02 14:56:39	525	Gręžimo staklės	Įstrigusi kniedė po grąžtų cilindru	Išvalyt
2013.12.03 15:49:36	525	Gręžimo staklės	Lentos galinio prispaudimo cilindro što...	Su atsuktuvu pareguliuoti cilindro galinę
2013.12.03 15:50:47	509	Kniedijimo staklės	Nesuveikė lentos fiksavimo cilindruka...	Pakeisti skirstytuvą
2013.12.06 08:02:22	484	Keturpusės obliavimo staklės	Neatėjo signalas į SR2 saugumo rėlę ...	Pajudinti kontaktoriaus papildomus kont:
2013.12.06 08:05:02	525	Gręžimo staklės	Netinkamas lentos ilgis po frezavimo (...)	Frezą pastumti 1-2 mm link staklių centro
2013.12.06 15:44:21	525	Gręžimo staklės	Nevykdomas ciklas paėmus antrą lent...	Pakoreguoti daviklio padėtį
2013.12.10 08:24:33	525	Gręžimo staklės	Pnemocilindras ant griebtuvo 61M2P0...	Pakeisti pneumocilindrą
2013.12.11 08:16:23	525	Gręžimo staklės	Pabiro guoliai QCBF pneumo cilindre (...)	pakeisti guolius (linijiniai)
2013.12.13 10:38:45	498	Skersinio pjovimo staklės	Nutrūko diržas 600x8	Pakeisti dirža

← ||| ▶

Lentos galinio prispaudimo cilindro štokas: lėtai sudirbdavo; kartais neprispausdavo lentos

Su atsuktuvu pareguliuoti cilindro galinę amortizaciją, prieš paleidžiant stakles įdėti dvi lentas po numetėju.

My Host: 192.168.1.44--> Host Name : ArturoPC

Užsakymo_forma

Print preview

Spausdinti

Įvykdytas

UAB

PVM mokėtojo kodas:
 Adresas:
 Tel.:
 Fax:

Dokumentą parengė:

tel.: **Užsakymas**

Sarasas

<u>Kodas</u>	<u>Pavadinimas</u>	<u>Kiekis</u>	<u>Informacija</u>
A9F74316	Automatas	1	iC 60N 3P 16A C
M-22-DL-Y	Mygtukas	1	Mygtukas skaidrus Geltonas
LC1D12P7	Kontaktorius	1	5,5kW 12A 240v AC 1no+1nc
ZCE21	Galinukas	1	termoplast.rat.nulenk.svirtis horizont.
ST PG13,5	Sandariklis	5	SKINTOP IP 68 6-12mm