

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

Rokas Savickas

**SURINKIMO PROCESO DARBO NAŠUMO IR KOKYBĖS
STATISTINIS TYRIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Šiauliai, 2013

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

Rokas Savickas

**SURINKIMO PROCESO DARBO NAŠUMO IR KOKYBĖS
STATISTINIS TYRIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Autorius – Rokas Savickas (MM-11 gr.)

Vadovas – doc. dr. R. Šniuolis

Recenzentas – doc. dr. D. Čikotienė

Katedros vedėjas – doc. dr. A. Sabaliauskas

Šiauliai, 2013

Savickas R. Surinkimo proceso darbo našumo ir kokybės statistinis tyrimas. Mechanikos inžinerijos magistro baigiamasis darbas. Darbo vadovas doc. dr. R. Šniuolis; Šiaulių Universitetas, Technologijos fakultetas, Mechanikos inžinerijos katedra. – Šiauliai, 2013. – 48 p.

Rokas Savickas

Surinkimo proceso darbo našumo ir kokybės statistinis tyrimas. Magistro darbas.

Magistriniame darbe nagrinėjami surinkimo proceso darbo našumo ir kokybės gerinimo būdai surinkimo ceche. Šiame darbe pirmoje dalyje aptarta darbo našumo ir kokybės svarba, apibrėžti gaminio kokybės kriterijai ir nekokybiško produkto kaina gamintojui, apibrėžtas kokybės kontrolės reikšmingumas ir jos metodai, kokybės valdymo ypatumai, išskirti pagrindiniai veiksniai nuo kurių priklauso darbo našumas ir kokybė. Antroje dalyje nagrinėjamas pasirinktas gamybos būdas taip pat kokybės kontrolės darbo rezultatai. Išnagrinėjus gautus rezultatus, pasiūlyti būdai surinkimo proceso darbo našumui ir efektyvumui didinti, taip pat kokybės kontrolei pateikti pasiūlymai, kaip sumažinti broko skaičių ir kaip pagerinti surenkamų mazgų užveržimo momentų atitikimą nustatytoms normoms.

Praktiškai nustatyta, kad, remiantis darbo rezultatais su pateiktais pasiūlymais, padidėjo darbo efektyvumas taip pat padidėjo ir naudingai išnaudojamas darbo laikas, gerokai sumažėjo surinkimo broko skaičius kontrolės metu.

Pagal gautus darbo rezultatus nustatytas neišbaigtumas technologiniuose numeriuose ir kokybės kontrolės tikrinimo metodų taikyme praktiškai. Tai yra neišnaudotos įmonės galimybės siekiant darbo tikslo t.y., kaip racionalus kokybės ir darbo sąnaudų skaičiavimas, bei išsamus analizavimas gali turėti įtakos gaminamos produkcijos kokybės gerinimui ir gamybos proceso tobulinimui, siekiant darbo našumo ir kokybės visoje gamybos eigoje.

Savickas R. Statistical analysis of assembly process of labour efficiency and quality. The Mechanics engineering post-graduate final task. The tutor of the task is doc. dr. R. Šniuolis; Šiauliai University, Technology faculty, Mechanics engineering department.- Šiauliai, 2013.- 48p.

Rokas Savickas

Statistical analysis of assembly process of labour efficiency and quality. Mechanics engineering post-graduate task.

In the post-graduate task analysing development of techniques of assembly process of labour efficiency and quality in the assembly workshop. In the first part of this work is discussed the significance of labour efficiency and quality, defined parameters of product quality and inequality price of product to producer, defined the importance of the quality control and methods, the peculiarity of quality administration, underlined the basic factors from which depend labour efficiency and quality. In the second part of the task is analysed chosen production technique equally the results of the action of quality control. Scrutinized available results, were suggested methods to increase assembly process of labour productivity and efficiency, similarly preferred proposal to control of quality, how to reduce waster and how to improve assembled ties tighten minutes accordance to stints.

Practically appointed, with reference to work results with offered suggestions, the labour efficiency increased also grew usefully spent labour hours, rather decreased waster of assembly during control.

Depending on labour results, established roughness in technological numbers and in using cheching methods of quality control practically. It is not turned to account possibility of enterprise to endeavour at labour purpose, i. e. reasoned calculation of quality and labour expenditures and thorough analysis might have impact to improve the production quality and development of production process, in pursuance of labour effiience and quality in total production process.

TURINYS

TURINYS.....	8
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	9
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	10
ĮVADAS.....	11
1. DARBO NAŠUMAS IR KONTROLĖ.....	13
1.1. Priemonės darbo našumui užtikrinti.....	14
1.2. Darbo našumo skaičiavimo būdai.....	16
1.3. Veiksniai nuo kurių priklauso darbo efektyvumas.....	17
1.3.1. Darbinės įtampos veiksnys žmogui.....	19
1.4. Patogus darbo vietos įrengimas.....	21
1.5. Gaminio kokybės kriterijai.....	21
1.5.1. Nekokybiško darbo pasekmės.....	22
1.5.2. Kokybės užtikrinimas.....	23
1.5.3. Kokybės valdymas įmonėje.....	24
1.6. Gaminio kokybės kontrolės metodai.....	25
1.7. Kokybės ir patikimumo nustatymo būdai.....	26
1.8. Kokybės kontrolė atrankos būdu.....	27
2. SURINKIMO PROCESO DARBO EFEKTYVO IR KOKYBĖS TYRIMAS.....	30
2.1. Darbo našumo analizė.....	31
2.2. Darbo vietų ir atliekamų operacijų pakeitimai.....	36
2.3. Gautų kokybės kontrolės rodiklių analizė.....	42
2.4. Dviračio surinkimo mazgų užveržimo statistinė analizė.....	48
IŠVADOS.....	51
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	52

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Santykiniai gamintojo nuostoliai dėl blogos gaminio kokybės.....	17
2 lentelė. Darbo vietų prieš konvejerį operacijų laikai.....	27
3 lentelė. Darbo vietos ir jų operacijos ant konvejerio.....	28
4 lentelė. Konvejerio darbo vietų laikų skirtumai.....	29
5 lentelė. Darbo našumo skaičiavimo formulės ir rezultatai.....	31
6 lentelė. Darbo vietų operacijų siūlomi pakeitimai.....	32
7 lentelė. Darbo vietų ant konvejerio laikai po pakeitimų ir jų skirtumai.....	35
8 lentelė. Konvejerio darbo našumo skaičiavimai po pakeitimų.....	36
9 lentelė. Dviračių surinkimo mazgų užfiksuotas klaidų skaičius.....	38
10 lentelė. Konvejerio kontrolės išbrokuotų dviračių nustatytų gedimų duomenys.....	41
11 lentelė. Standartiniai dviračio surinkimo mazgų užveržimų momentai.....	43
12 lentelė. Užveržimų mazgų duomenys.....	44

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Darbą įtakojantys veiksniai.....	8
2 pav. Žmogaus fizinis pajėgumas.....	13
3 pav. Žmogaus psichinis pajėgumas.....	13
4 pav. Fizinio darbo apkrovimo tipai.....	14
5 pav. Darbinės įtampos veiksniai.....	15
6 pav. Gedimų nuostoliai.....	19
7 pav. Devyniolikos darbo vietų dviračių surinkimo konvejeris.....	25
8 pav. Darbo vietų prieš konvejerį suminiai laikai.....	27
9 pav. Antro technologinio numerio konvejerio darbo vietų laikai.....	29
10 pav. Darbo efektyvumas.....	30
11 pav. Darbo vietų ant konvejerio laikai prieš pakeitimus ir po jų.....	34
12 pav. Darbo vietų prieš konvejerį laikai prieš pakeitimus ir po jų.....	35
13 pav. Darbo efektyvumo palyginimas: a – prieš pakeitimus; b – po pakeitimų.....	36
14 pav. Kokybės kontrolės užfiksuoti gedimai,%.....	40
15 pav. Kokybės kontrolės užfiksuoti gedimai, %.....	42
16 pav. Prietaisas skirtas matuoti užveržimus – dinamometras.....	44
17 pav. Pagrindinių surinkimo mazgų užveržimai, %.....	45

IVADAS

Techninės inovacijos, rinkos globalizacija, visuomenės vertybių sistemos pokyčiai, naujos tiekimo ir pardavimo galimybės keičia konkurencijos pobūdį ir intensyvumą, kartu keisdami ir gamybos organizavimą lemiančius veiksnius. Dabartiniame pasaulyje konkurencingumas didėja labai greitai, ypač pramonėje, taip pat pastebima paslaugų ir pardavimų sektoriuose. Visa tai vyksta visame pasaulyje, todėl yra siekiama kokybiškesnių gaminių, paslaugų, nes tik taip galima sėkmingai išsilaikyti ir konkuruoti rinkoje. Antra vertus, potencialus pirkėjas šiuolaikinių komunikacijų dėka greitai randa informaciją apie visame pasaulyje gaminamus gaminius, teikiamas paslaugas ir jų kainas. Todėl jį „prisirišti“, kad jis būtų pastovus nėra lengva. Gaminio kokybė yra jo parametrų visuma teikianti vartotojui pasitenkinimą, konkurencinės gamybos sąlygomis vartotojas perka tikrai tokius gaminius, kurių kokybė atitinka tam tikrą lygį. Kita vertus, jei vartotojas nusiperka prastos kokybės gaminį, tai jo nepasitenkinimas sumažins tų gaminių paklausą ateityje. Todėl gamybos įmonių išlikimas labai priklauso nuo jų produkcijos kokybės. Todėl gamybos sistemų tobulinimas turi būti orientuotas į gaminių kokybės gerinimą ir darbo našumo didinimą tik taip bus galima prisitraukti klientą ir išlikti konkurencingu.

Tačiau tai nelengva padaryti tik integravus naujus įrenginius taip pat reikia tobulinti ir darbo vietas, jas įrengiant kuo patogiau, kad darbuotojas darbo vietoje jaustųsi patogiai ir nevaržomai galėtų atlikti daugiau operacijų per tą patį laiką. Taip pat didelę įtaką turi ir gamybos rengimas bei jos organizavimas - tinkamas ir gerai suplanuotas valdymas gali duoti geresnius rezultatus darbo našumui. Norint efektyviau spręsti tokias problemas, į gamybą įtraukiami pusiau kompiuterizuoti įrenginiai, kurių pagalba darbuotojas gebėtų kuo greičiau ir paprasčiau atlikti operaciją ir būtų mažesnė tikimybė suklysti.

Darbo našumas yra dalinio našumo matavimo vienetas, vertinantis darbo rezultata tik įdėto darbo kiekio atžvilgiu. Šis rodiklis parodo darbo išteklių panaudojimo efektyvumą gaminant tam tikrą produkciją ir visos sistemos sugebėjimą žmogaus darbo valandas paversti į naudingus produktus[2]. Visą tai atlieka įmonės specialistas – normuotojas.

Kokybė be kontrolės – neatsiejami dalykai, kokybę būtina kontroliuoti kiekviename gamybos etape, kiekviename žingsnyje. Dažniausiai gamyboje tai atlieka kokybės valdymo specialistas – kokybės kontrolierius. Surinkti dviračiai arba priimami ir siunčiami pardavimui arba išbrokuojami. Išbrokuota produkcija gali būti parduodama kaip "antrarūšė" arba grąžinama į gamybą – pataisymui. Jei toks kokybės tikrinimas nėra sistemingas ir nelabai griežtas yra labai didelė tikimybė, kad vartotojas gaus nekondicinę prekę. Net esant griežtai kokybės kontrolei yra tikimybė, kad pats kontrolierius nepastebės trūkumų ir nekondicinę prekę perduos pardavimų skyriui. Efektyvumo padidinimui diegiami statistiniai kontrolės metodai. Gauti duomenys

naudojami defektų atsiradimo priežasčių nustatymui ir jų šalinimui. Tai leidžia ateityje išvengti gamybinio broko [7].

Darbo objektas – surinkimo proceso darbo našumas ir kokybė.

Darbo dalykas – surinkimo proceso darbo našumo ir kokybės tyrimas.

Darbo tikslas – pateikti surinkimo proceso darbo našumo ir kokybės gerinimo būdus surinkimo ceche.

Siekiant įgyvendinti darbo tikslą yra išsikeliama tokie **uždaviniai**:

1. Išnagrinėti darbo našumo ir kokybės svarbą surinkimo procese.
2. Išskirti veiksniai, nuo kurių priklauso darbo proceso rezultatai.
3. Nustatyti kokybės kontrolės reikšmingumą ir jos metodus.
4. Apskaičiuoti surinkimo proceso darbo efektyvumą.
5. Ištirti kokybės kontrolės gautus rezultatus.
6. Pasiūlyti darbo našumo didinimo ir kokybės gerinimo būdus bei priemones.

Temos naujumas. Magistriniame darbe aptariama darbo našumo didinimo įtaka kokybės atžvilgiu. Nustatomi ir aprašomi veiksniai, nuo kurių priklauso darbo našumas ir kokybė. Taip pat nustatomas rezultatų ir sąnaudų, reikalingų jam pasiekti, santykis – darbo efektyvumas, pateikiami grafikai, jų analizė. Analizuojami kokybės kontrolės rodikliai, pateikiami pasiūlymai jiems pagerinti bei kontrolės efektyvumui padidinti, nurodomi veiksniai ir priemonės darbo našumui didinti ir darbo rezultatams gerinti.

1. DARBO NAŠUMAS IR KONTROLĖ

Darbo našumu vadinamas esamomis gamybos ir darbo sąlygomis į tam tikrą rezultatą nukreiptas darbo jėgos (plačiąja prasme) sunaudojimas per tam tikrą laiką [7].

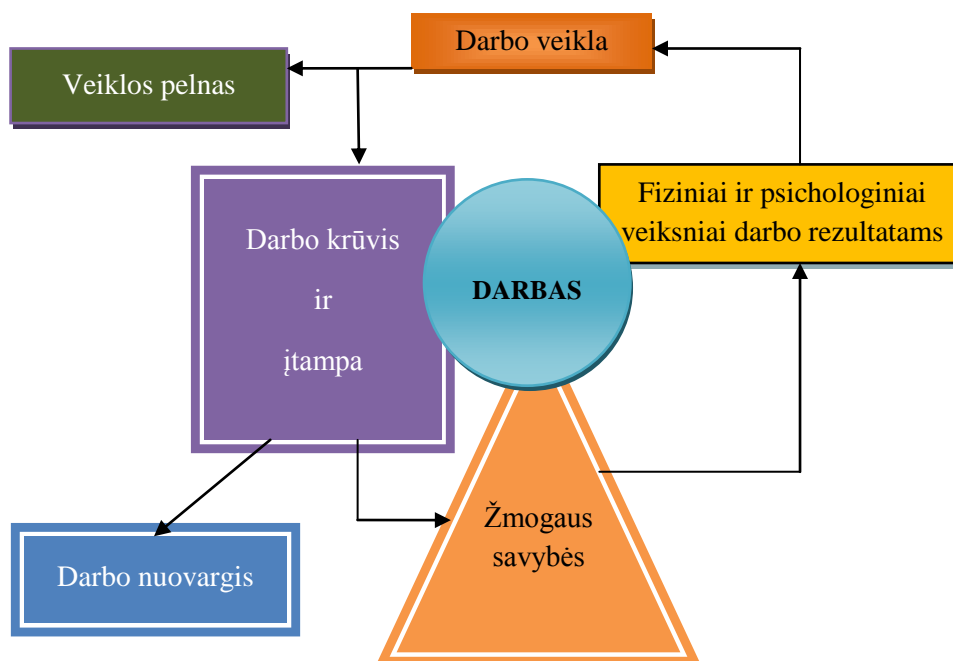
Darbo našumo sąvoka turi dvigubą reikšmę. Į ją įeina:

- Darbo jėgos sunaudojimas per tam tikrą laiką (fizinis, fiziologinis) \implies **fizinis darbas;**
- Darbo rezultatas per tam tikrą laiką (ekonominis: ūkinių procesų rezultatas) \implies **konkretizuotas darbas.**

Darbo našumas apskaičiuojamas, kaip santykis tarp pagamintos produkcijos ir panaudotų išteklių – pagaminti produkcijai [3].

$$\text{Darbo našumas} = \frac{\text{Produkcijos kiekis}}{\text{Panaudoti ištekliai}}$$

Darbo našumas – tai dydis, kurį reikia įvertinti darbo studijoje, kad žmogus gautų jo našumą atitinkantį atlyginimą. Čia svarbiausia darbo rezultatas, o ne individualios darbo sąnaudos. Tačiau kartu – o tai yra kiekvieno darbo vertinimo pagrindas – darbo našumas ir darbo rezultatas sudaro tam tikrą santykį. Individuali sklaida gali būti pakankamai didelė. Tai ir sudaro problemą, kaip „teisingai“ įvertinti žmogų – darbo našumą [6].



1 pav. Darbą įtakojantys veiksniai

Taigi, darbo našumas yra daugiasluksnis fenomenas, kuriame mus visų pirma domina trys aspektai[1]:

- Našumo prielaidos – individualiai skirtingos žmogaus savybės, skirtos darbo procesų atlikimui;
- objektyviomis tipinėmis sąlygomis vykstantys darbo procesas ir jo pasekmės: darbo rezultatas ir atsiradusi įtampa;
- darbo procesų atlikimo pasekmės: žmogaus našumo prielaidų pasikeitimas.

1.1. Priemonės darbo našumui užtikrinti

Visais įmonės gyvavimo etapais viena iš pagrindinių problemų yra darbo našumas, nuo kurio priklauso gaminamos produkcijos kiekis, jos kokybė ir bendra įmonės padėtis ir ateitis. Šių problemų sprendimo būdus nagrinėjo inžinierius ekonomistas F. W. Tayloras (F. W. Taylor). Pagrindinė jo darbo mokslinio organizavimo teorija yra ta, kad darbas gali būti našus tik tada, kai jis organizuojamas pagal taisykles, principus, standartus, parengtus panaudojant naujausius mokslo pasiekimus ir ilgametę darbo patirtį. Ši teorija įgyvendinama tik tada, jei:

- 1) Teisingai parenkami ir parengiami darbuotojai darbui atitinkamuose darbo vietose, jiems pavedami tokie darbai, kuriuos jie sugeba atlikti geriausiai, o vadovai – sugebėti tinkamai parinkti darbuotojus ir organizuoti darbą.
- 2) Optimaliai sudaromos darbo operacijos, o jų sudėtingumas beveik vienodas (turi būti parengti operacijų atlikimo aprašymai, nurodyti sudėtiniai elementai, jų įvykdymui skirtas laikas ir kt.
- 3) Siekiama, kad visi darbuotojai dirbtų taikydami našius darbo metodus.
- 4) Racionaliai naudojami darbo įrankiai, įranga, mechanizmai ir medžiagos.
- 5) Teisingai apmokama už atliktą darbą, todėl būtina sudaryti standartines normas, kurias įvykdžius mokamas bazinis atlyginimas, o jas viršijus mokami priedai [13].

F. W. Taylor nustatytos priemonės nėra visiškai tobulos, nes:

- 1) Jis įmonę pateikia, kaip inžinerinį objektą, sudarytą iš daugiau ar mažiau autonominių dalių, kurias galima tobulinti atskirai;
- 2) Darbuotojas tik vykdytojas ir privalo realizuoti užprogramuotas užduotis, į jį nėra atsižvelgiama, kaip į žmogų;
- 3) Vadovai pagrindinį dėmesį privalo skirti tik darbui organizuoti ir tobulinti, kadangi šiose taisyklėse ir standartuose žmogus neįvertinamas, viskas yra apibrėžiama tik darbo organizavimu ir jo valdymu.

Visiškai kitaip darbo organizavimą vertino pramonės inžinierius H. Emersonas (H. Emerson). Jis iškėlė uždavinį racionaliai organizuoti ne atskiro vykdytojo darbą ir net ne įmonės gamybos procesą, o kiekvieną tikslingą žmogaus veiklą.

Garantuotas valandinio užmokesčio dydis apskaičiuojamas, remiantis normuota operacijų trukme, kuri H. Emerson nuomone, turi būti nustatoma, atsižvelgiant į techninius įrengimų duomenis, darbo sąlygas ir net darbininko asmenines savybes. Darbo normos ir įkainiai kintant sąlygoms turi būti nuolat peržiūrimi. Progresyvinė premija pradeda mokėti jau už žemą našumą, kurį pasiekti lengva visiems darbininkams.

Parodydamas kiekvieno darbo našumo principo svarbą, H. Emerson nurodo, kad šiais principais reikia vadovautis kompleksiskai. Knygoje “Dvylika našumo principų” (1908) H. Emerson siūlo metodiką maksimaliam darbo efektyvumui pasiekti. Štai šie principai:

1. Racionaliai organizuoti veiklą galima tik teisingai pasirinkus idealus ir tiksliai suformulavus tikslus, netenkinant šio reikalavimo, bet kokia organizacinė veikla tampa beprasmiška, ji tampa chaotiška ir gali turėti neigiamų pasekmių;
2. priimami sprendimai turi būti - pagrįsti ir optimalūs (drąsiai diegti naujoves, atsisakyti įsisenėjusių stereotipų);
3. naudoti gerus, techniškai tobulus įrengimus (darbą organizuoti taip, kad įrengimai nespėtų morališkai pasenti jų visiškai nesunaudojus);
4. diegti naujoves (sekti naujienas, naudotis įvairiais informacijos šaltiniais);
5. darbo drausmė – tai sudėtinė organiška, bet kokios veiklos dalis. Nuo drausmės lygio tiesiogiai priklauso įmonės veiklos rezultatai;
7. kiekvienas darbuotojas turi tiksliai žinoti savo pareigas, jų atlikimo būdus (turi būti parengtos standartinės instrukcijos, kuriose išdėstyti reikalavimai);
8. normuotas darbas. Normos turi būti racionalios: nei didelės, nei mažos;
9. darbo turinys turi atitikti darbuotojo kvalifikaciją, sugebėjimus, polinkius ir kt. (svarbu tinkamai parinkti žmones į tam tikras darbo vietas, sudaryti sąlygas tobulintis, kelti kvalifikacijas)
10. darbas turi būti saugus (administracija privalo rūpintis darbo sauga);
11. atlyginimas turi atitikti darbo sudėtingumą ir bendrą apmokėjimo lygį;
12. veikos rezultatai turi būti pastoviai, tiksliai, pilnai ir patikimai apskaitomi ir įvertinami (jei nėra apskaitos ar ji netiksli, mes ne tik nežinosim, ką esam pasiekę, bet ir negalėsime planuoti ateities);
13. darbas nuolat turi būti kontroliuojamas ir koordinuojamas (kontroliuojami ne žmonės, bet veikla. Kontrolės rezultatas reikalingas pakoreguoti veiklos eigą [5]).

Knygoje jis išdėstė požiūrių sistemą į gamybos racionalizavimą, kaip priemonę prieš, bet kokį išteklių švaistymą, neekonomišką jų panaudojimą. Skirtingai nei F. W. Taylor pasekėjai, nagrinėję atskirų profesijų darbo organizavimą konkrečioje įmonėje, H. Emerson tyrinėjo darbinės veiklos principus apskritai, nepriklausomai nuo jų turinio. Skaidant darbo organizavimo procesą į sudėtingesnes dalis ir jas nagrinėjant kiekvieną atskirai, jo tikslas buvo sutelkti dėmesį į teorinę nagrinėjamos problemos pusę. Tokios analizės pagrindu H. Emerson ir suformulavo minėtus našumo principus, kurie pasak jo garantuoja maksimalų darbo našumą kiekvienoje veiklos sferoje: gamyboje, prekyboje, transporte.

Šie pagrindiniai principai bus įgyvendinti tik tuo atveju, jeigu darbo sąlygos darys darbą ne tik našiu, bet ir maloniu.

1.2. Darbo našumo skaičiavimo būdai

Našumas yra santykis, kuris gali būti išreikštas matavimo vienetais parodančiais, kaip gerai organizacija įmonė išteklius paverčia prekes, gaminius. Norint sužinoti kaip įmonė efektyviai dirba, reikia skaičiuoti našumą. Našumo apskaičiavimui reikalingi matai gali būti labai įvairūs, todėl yra gana sudėtinga charakterizuoti patį našumą. Našumas yra pagaminta produkcija padalinta iš gamybos sąnaudų [12].

$$\text{Našumas} = \frac{\text{pagaminta produkcija}}{\text{gamybos sąnaudos}}$$

Pagaminta produkcija yra pagamintos produkcijos vertė arba gali būti perskaičiuota į kainas. Produkcija paprastai priimta laikyti grynąjį pardavimą. Į gamybos sąnaudas gali būti įtraukiami įvairūs dalykai, priklausomai nuo to, kaip našumas yra skaičiuojamas. Įvairiose šalyse šiek tiek skiriasi našumo skaičiavimo metodikos, todėl toks tarptautinis nesuderinamumas šiek tiek komplikuoja tiksliai palyginti kitų šalių įmonių našumą. Vakarų šalyse našumas dažniausiai reiškia darbo našumą. Gamybos sąnaudos našumo formulėse reiškia arba tiesiogines darbo valandas, arba tiesioginio darbo kainą. Bet yra ir neatitikimas susijęs su darbo našumu, kaip matu. Svarbiausias netikslumas yra tai, kad darbas sudaro tik apie 10 proc., vertės įdedamos įgaminama produktą. Todėl darbo efektyvumas nebūtinai reikš, kad produkcija gaminama efektyviai. Neseniai buvo atrasta, kad padidinus darbo našumą, kai kuriais atvejais gali netgi sumažinti pelningumą, negu padidinti, kaip buvo manoma iš pradžių [12].

$$\text{Našumas} = \frac{\text{gamybos pajamos}}{\text{darbo užmokestis už darbo valandas}}$$

Yra daugybė našumo skaičiavimo būdų. Pavyzdžiui, Japonijoje galime rasti kelis našumo skaičiavimo būdus. Vienas kuriu yra “įdėtos” į gaminį vertės našumas. Šio principo esmė yra gauti, kaip galima didesnę vertę per gamybos procesą.

$$\text{našumas} = \frac{\text{gamybos pajamos}}{\text{gamybos pajamos} - \text{gamybos sąnaudos}}$$

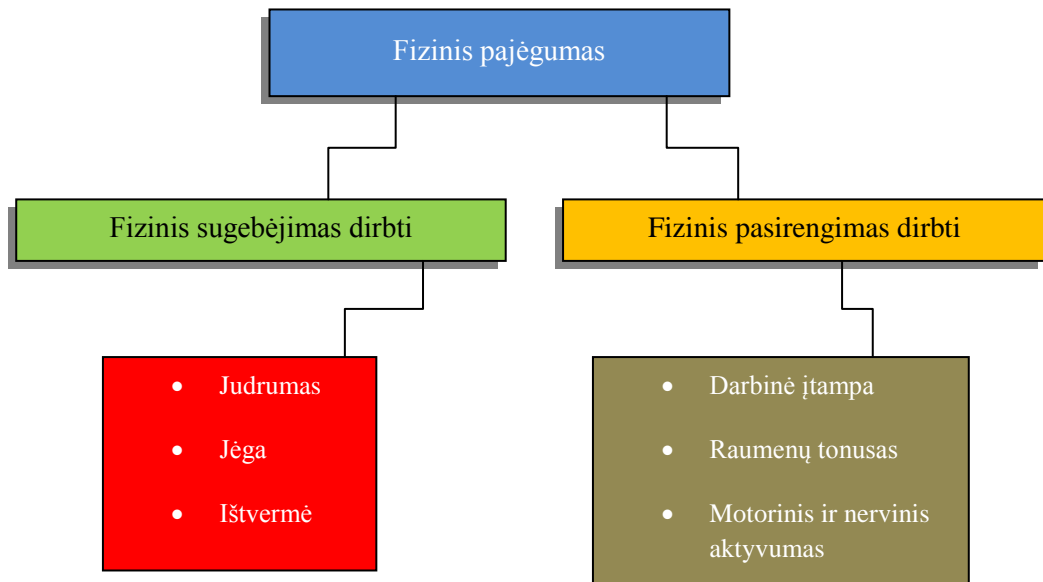
Kitas populiarus našumo matas yra – suminis našumo koeficientas (SNK). SNK yra sudėtingesnis našumo matas, kadangi jį sudaro visi ištekliai įeinantys į gamybos procesą. Pavyzdžiui detalių kaina, įrankių kaina ir net pridėtinės išlaidos būna įtrauktos kartu su darbo kaina. SNK yra vertinamas, kaip tiksliausias skaičiavimo metodas [12].

$$\text{našumas} = \frac{\text{gamybospajamos}}{\text{kaina}(\text{darbo} + \text{medžiagų} + \text{el. energijos} + \text{mašinų})}$$

Vienintelis neigiamas SNK reiškinys yra tai, kad šis metodas reikalauja daug daugiau duomenų, negu tradicinė matavimo sistema (pagaminta produkcija per darbo valandas). Konkrečiai reikia detaliai išnagrinėti apskaitos duomenis lemiančius kainos dalį.

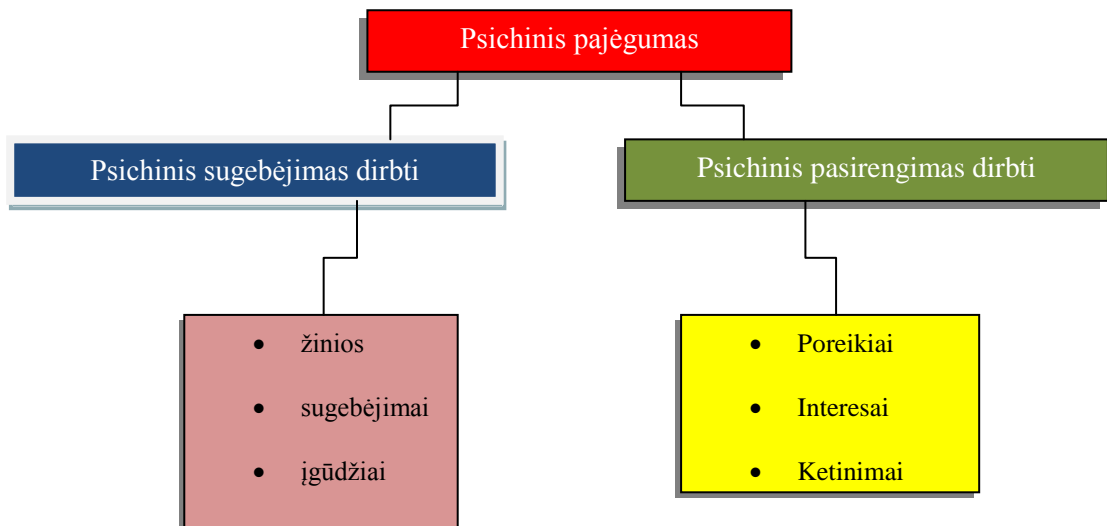
1.3. Veiksniai nuo kurių priklauso darbo efektyvumas

Darbas priklauso nuo jį supančių veiksmu kurių yra labai daug, dauguma jų priklausomi nuo žmogaus, nes žmogus yra pagrindinis veiksnys, kad išgauti darbo rezultatą, todėl labai svarbu sukurti jam geras sąlygas. Dviračių surinkime skirtingų darbo vietų yra daug, ir jos visos viena nuo kitos skiriasi, todėl svarbu, kad žmogus dirbtų tą darbą kurį jis sugebėtų padaryti geriausiai. Vienas iš darbą įtakančių veiksnių yra žmogaus pajėgumas, kiekvienas žmogus yra skirtingai ištvermingas, todėl ilgą laiką dirbti našiai galima tik tada, jei našumo pasiūlai prieš pastatomi našumo reikalavimai. Pajėgumas susideda iš fizinių ir psichinių komponentų. Fizinis pajėgumas, apimantis organizavimo sugebėjimą atlikti fizinius darbus, vizualiai pavaizduotas 2 pav.



2 pav. Žmogaus fizinis pajėgumas

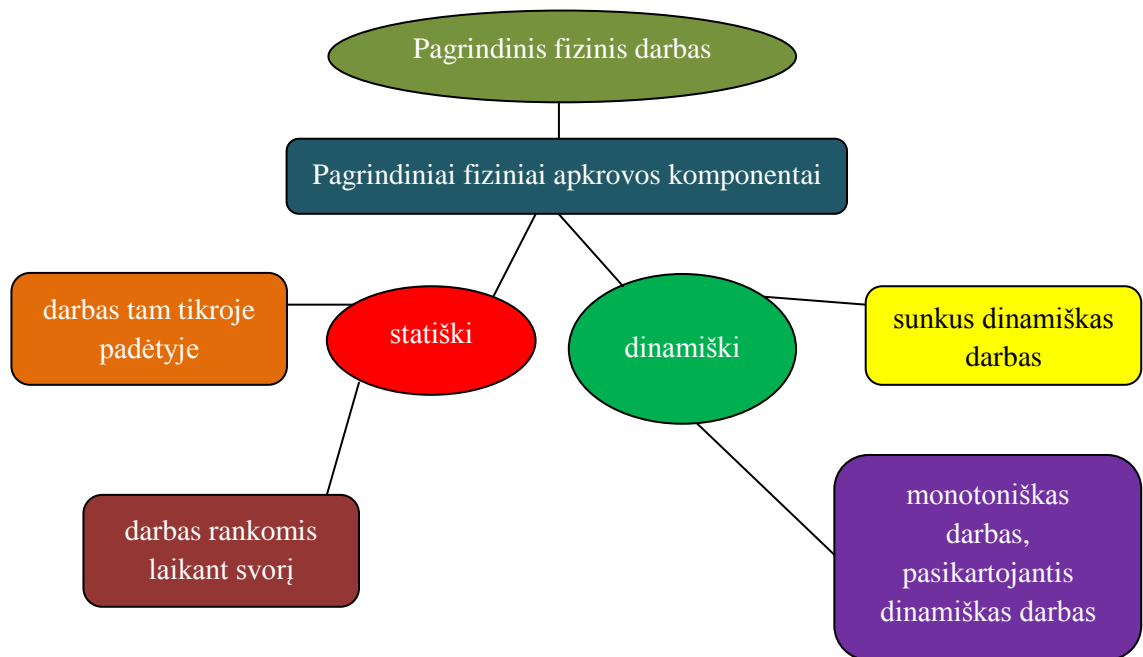
Psichinis sugebėjimas dirbti apima žmogaus protinio darbo potencialą, o jo pasirengimą dirbti apima darbinės pažiūros, motyvaciją. Klausimas, kodėl ir kam žmogus atlieka tam tikrus veiksmus šiomis sąlygomis, turi ypatingą reikšmę. Tyrimai, siekiant išsiaiškinti motyvaciją, pateikia svarbius sprendimų principus darbo saugai bei darbo formavimui.



3 pav. Žmogaus psichinis pajėgumas

Darbo apkrova apima darbo sistemoje žmogų veikiančių suvokiamų įtakų visumą. Darbo apkrova seka iš pačios darbo užduoties ir darbinės aplinkos. Ją būtų galima apibūdinti pagal: rūšį, dydį, trukmę, eiliškumą.

Žmogaus psichinę apkrovą sunku suvokti ir įvertinti, pvz. priimant ir apdorojant informaciją, veikiant emocijoms arba pririšant prie darbo vietos laiko (pamaininis darbas) ir erdvės (darbas ankštose patalpose arba ant darbinių aikštelių). Skirtingai nei psichinę, fizinę apkrovą pamatuoti palyginti paprasta, pasinaudojant fiziniaus darbo parametrais. Tas pats galioja ir fizikinėms aplinkos sąlygoms. Darbo mokslo požiūriu fizinio darbo atveju kalbama apie „fizinį darbą“ nes pačią paprasčiausią kūno veiklą lydi mąstymo procesai.

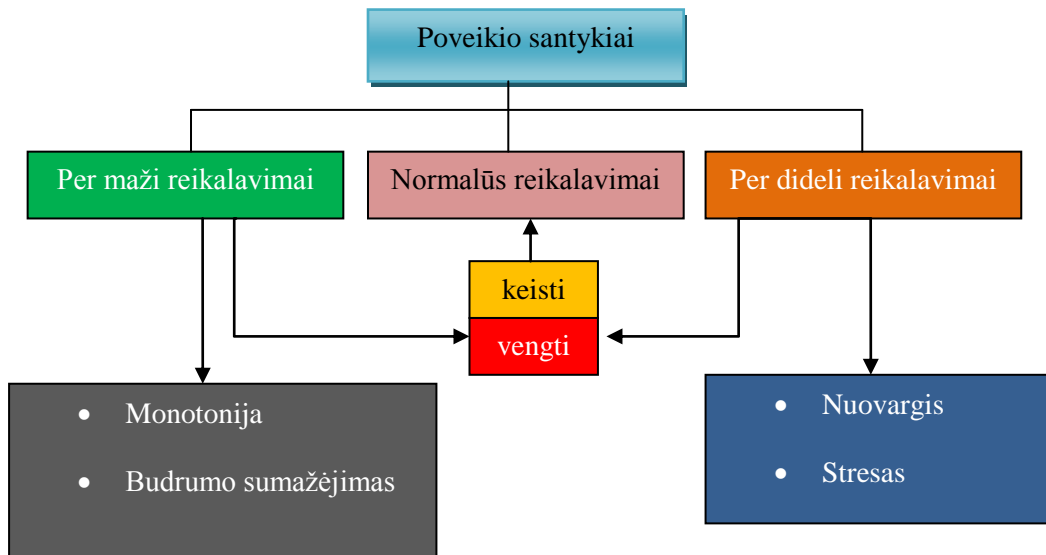


4 pav. Fizinio darbo apkrovimo tipai

Statiškų apkrovos elementų būtina vengti, kadangi neužtikrinama raumenų kraujotaka ir šlakų pašalinimas, todėl energija gaminama netinkamomis sąlygomis, to pasekmė – greitas nuovargis. Dinamiško raumenų darbo metu kraujotaka skatina raumenų susitraukimų ir suglebimo kaitą, tai užtikrina pakankamą aprūpinimą energija.

1.3.1. Darbinės įtampos veiksnys žmogui

Dar vienas iš darbo veiksnių kurie turi įtakos darbo našumui, darbo įtampa – tai darbo apkrovos individualaus poveikio žmogui rezultatas priklausantis nuo jo savybių ir sugebėjimų 5 pav. Darbinės įtampos negalima tiesiogiai pamatuoti, ji apibūdinama atitinkamais reiškiniais (fiziologiniai parametrai, kūno funkcijos).



5 pav. Darbinės įtampos veiksniai

Darbinės įtampos pasekmės:

- monotoniją sąlygoja per maži specifiniai reikalavimai, pvz., vienodi darbai arba akylumo reikalaujantys darbai nedirginančiose situacijose;
- budrumas šiuo atveju reiškia akylumą nedirginančiose situacijose, kuriose retai reikalingi žmogaus veiksmai, kadangi tam nėra būtinybės - našumo sumažėjimas (būklė – panaši į nuovargį) nuolatinio stebėjimo situacijose, kuriose dėmesį atkreipiantys „signalai“ pasitaiko retai, signalams būdinga atsitiktinė seka;
- grįžtamasis našumo ir funkcijų sumažėjimas, kaip fiziologinis apsaugos nuo patologinės būklės mechanizmas (čia skiriamas biologinis nuovargis, nuovargis dėl darbo);
- stiprus dirginimo neatitinkantis aktyvavimas, kaip nuolatinis per didelis reikalavimas (esminis sutrikimas pusiausvyroje tarp reikalavimų iš aplinkos ir organizmo sugebėjimo reaguoti);
- įtampos būklė, panaši į nuovargį, su aiškiu nenoru dėl didėjančios antipatijos tam tikrai veiklai - individualios darbo motyvacijos pasikeitimas.

Taip pat didelę įtaką darbo našumui turi motyvacija kiek žmogus yra suinteresuotas dirbti. Žmogaus pasirengimas pademonstruoti veiksmą ar elgesį, kurie jam žada jo poreikių (motyvų) patenkinimą. Motyvacija yra ne tik individualus dalykas, ji taip pat priklauso nuo situacijos sąlygų, kuriomis žmogus gyvena. Motyvacija visada atsiranda tada, jei siekiamas tikslas meta iššūkį, jei kliūtys apsunkina šio tikslo siekimą, tačiau neužkerta jam kelio. Kuo stipresnis šis iššūkis, tuo didesnės gali būti kliūtys, nes tuo stipresnis bus pasirengimas (motyvacija) nugalėti šias kliūtis. O jei tikslo mestas iššūkis yra silpnas, tada negali būti jokių didelių kliūčių, nes nėra stiprios motyvacijos [8].

1.4. Patogus darbo vietos įrengimas

Neatsiejama didesnio darbo našumo dalis – ergonomiška darbo vieta, šį veiksnį pagrinde įtakoja darbdavys. Darbo vieta daro didelę įtaką žmogaus darbo našumui. Psichologiniai eksperimentai yra parodę, kad žmogaus elgsena priklauso nuo tokių dalykų, kaip: darbo vietos temperatūros, drėgnumo, apšvietimo, triukšmingumo ir net privatumo lygio.

Bendrieji ergonomikos reikalavimai darbo vietoms, yra:

- minimali darbo erdvė ir plotas (turi būti patogų paimti ar pasiekti reikiama įrankį, lengva ir saugu judėti, pernešti ir pervežti, aptarnauti ir eksploatuoti mašinas bei techninius įrenginius);
- darbo priemonių ir įrankių nomenklatūra ir skaičius (turi būti visa, kas reikalinga darbui, ir daugiau nieko, kas galėtų trukdyti atlikti jam paskirtas funkcijas);
- darbo vietos daiktinė – erdvinė struktūra (darbo vietos elementai, darbo priemonės ir technologinė įranga turi būti optimalios veiklos zonoje, atitikti sensorinį ir motorinį žmogaus aktyvumo, laiko, jėgos ir energijos taupymo reikalavimus.
- fizinės erdvės parametrai (tinkamas darbo paviršių apšvietimas, leistinas triukšmo fonas, normalus mikroklimatas, leistina vibracija);
- darbų sauga (fizinių, cheminių, biologinių ir kitų dirgiklių poveikio kontrolė); apsauga nuo nelaimingų atsitikimų ir perkrovų darbų.

1.5. Gaminio kokybės kriterijai

Gaminio kokybė yra jo parametrų visuma teikianti vartotojui pasitenkinimą. Konkurencinės gamybos sąlygomis vartotojas perka tikrai tokius gaminius, kurių kokybė atitinka tam tikrą lygį. Kita vertus, jei vartotojas nusiperka prastos kokybės gaminį, tai jo nepasitenkinimas sumažins tų gaminių paklausą ateityje. Todėl gamybos, surinkimo įmonių išlikimas labai priklauso nuo jų produkcijos kokybės [9].

Didžiausius nuostolius įmonės patiria dėl prastos gaminių kokybės ir nepakankamo patikimumo. Tipiški tokių nuostolių pavyzdžiai yra brokas, garantiniai remontai, gaminių gražinimas gamintojui. Jų priežastis yra ta, kad projektavimo stadijoje nepakankamai dėmesio skiriama gaminio parametrų ir jų veikiančių faktorių sklaidai.

Šiuo metu pasaulyje vyrauja vienalaikė inžinerija. Jos esminis bruožas yra tas, kad pats gaminys ir jo gamybos technologija (technologinis procesas, įranga, įrankiai) projektuojami beveik tuo pačiu metu. Projektuojant gaminį, išnagrinėjamas visas jo gyvavimo ciklas nuo koncepcijos

suformavimo iki gaminio utilizavimo, baigus jį eksploatuoti. Šiuolaikiški geros kokybės gaminiai turi neturėti aplinkos, o tai reiškia, kad baigus eksploatuoti jie turi arba greitai suirti į nekenksmingas sudedamąsias dalis, arba turi būti panaudoti, kaip žaliava kitų technikos objektų gamybai. Didžiausias šios inžinerijos pranašumas yra laiko nuo projektavimo pradžios iki objekto patekimo į rinką sutrumpinimas, labai svarbu, kad tai būtų pasiekama nepakenkiant gaminio kokybei [14].

Gaminio ar paslaugos kokybė gali būti apibūdinama, kaip savybė tenkinti vartotojo reikmes. Akivaizdu, kad vartotojo pasitenkinimas paslauga ar gaminiu priklauso nuo daugiau negu vieno to gaminio ar paslaugos parametro. Taigi, jis yra kelių parametrų funkcija. Standarte LST EN ISO 9004:2010 aprašomi įmonės veiklos gerinimo metodai. Jame pateikiami nurodymai, kaip remiantis procesiniu požiūriu, nuolat gerinti organizacijos veiklą, didinti jos rezultatyvumą ir efektyvumą [4]. Dažnai įvairios produkto savybės skirtingiems vartotojams turi nevienodą reikšmę. Pavyzdžiui, perkant dviratį vieniems svarbiau už kokią kainą, kitiems patvarumas, tretiems grožis ir kt. Dėl to ir kokybės samprata gali skirtis.

Yra dvi gaminio savybių grupės:

1 grupė – geros gaminio techninės charakteristikos: patikimumas, ilgaamžiškumas, paprastumas, galingumas, našumas ir kt. Šios savybės užtikrinamos gaminį projektuojant, ir nuo jų daugiausia priklauso, ar gaminys bus sėkmingai parduotas.

2 grupė – defektų nebuvimas, t.y. vartotojo įsitikinimas, kad objektą projektuojant, gaminant, transportuojant, sandėliuojant ir kt. nebuvo padaryta klaidų ir pažeidimų, kurie būtų pastebėti eksploatacijos metu. Šios objekto savybės užtikrinamos jį gaminant ir turi įtaką jo kainai, t.y. vartotojas pasiryžęs mokėti daugiau, nes yra įsitikinęs, kad perka gerą daiktą [10].

1.5.1. Nekokybiško darbo pasekmės

Gamyboje visada ir visur pasitaiko netikslumų, neatitikimų todėl prastos kokybės gaminiai yra nuostolingi tiek gamintojui, tiek vartotojui. Gamintojas prastos kokybės gaminius turi taisyti, arba jam bus sunku juos parduoti. Vartotojui prastos kokybės gaminys reiškia papildomas išlaidas remontui ir atsarginėms dalims bei laiko nuostolius dėl gaminio gedimų. Gamintojo nuostoliai dėl blogos kokybės gaminių duoti 1 lentelėje.

1 Lentelė. Santykiniai gamintojo nuostoliai dėl blogos gaminio kokybės

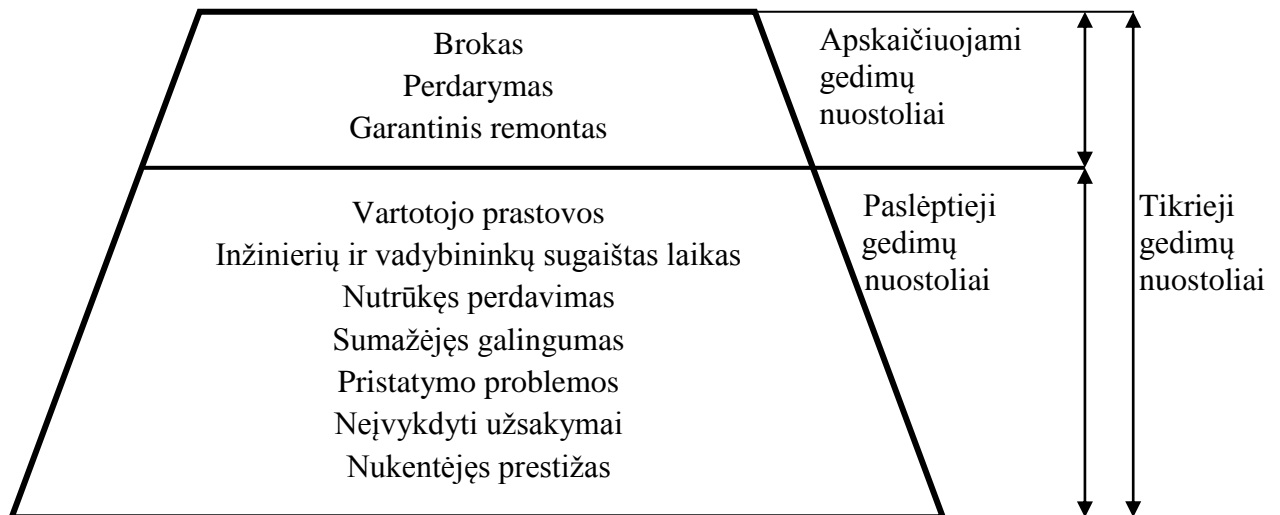
Didžiausi	Mažesni	Mažiausi
Defektą aptinka vartotojas	Defektą aptinka gamintojas arba techninės priežiūros įmonė	Gamintojas atlieka defektų prevenciją

Gamintojas patiria didžiausius nuostolius, jei defektas aptinkamas jau pardavus ar pristačius gaminį vartotojui. Tuomet prie defekto pašalinimo išlaidų prisideda transporto ir vartotojo laiko nuostolių kompensavimo dėl pavėluotai gauto gaminio išlaidos.

Mažiau nuostolių būna, kai defektą aptinka kontrolieriai. Tuo atveju defektą pašalinti kainuoja pigiau, nes tam yra geresnės sąlygos: speciali įranga, įrankiai, kvalifikuotas personalas. Be to, apie defektą nesužino vartotojas, todėl nenukenčia gamintojo prestižas. Mažiausiai nuostolių patiriama, kai yra sudaryta gamyklos kokybės užtikrinimo sistema, kuri gerai organizuota ir veikia taip, kad negalėtų atsirasti defektų. Gamintojas turi nuolatos rūpintis defektų prevencija ir gaminių kokybės gerinimu. Tik tokia gamintojo strategija, kai nuolat gerinama gaminių kokybė, mažinant nuostolius ir gaminio kainą, padeda įsitvirtinti rinkoje. Gerą gaminių kokybę galima pasiekti tik nuolatinio darbu. Kokybės klausimai turi būti keliami ir sprendžiami visos gaminio gyvavimo ciklo stadijose. Gaminio gyvavimo ciklas pradedamas apibendrinus tyrimų rinką ir suformulavus naujo gaminio idėjas, bei pagrindines charakteristikas.

1.5.2. Kokybės užtikrinimas

Kiekvieno produkto gamybos išlaidos gali būti suskirstytos į dvi dalis: išlaidos susijusios su produkto gyvavimo ciklu ir išlaidos su jo kokybės užtikrinimo sistema. Gyvavimo ciklo išlaidos susidaro kuriant ir realizuojant objektą. Prie šių išlaidų priskiriamos projektavimo, gamybos, pardavimo išlaidos. Jos sudaro nuo 85% iki 95% suminių objektų gamybos išlaidų. Kokybės užtikrinimo sistemos tikslas – pasiekti, kad gaminio charakteristikos atitiktų specifikacijas. Šios sistemos išlaikymo išlaidos sudaro nuo 5% iki 15% suminių objekto gamybos išlaidų. Šias išlaidas įprasta skirstyti į pozityviasias ir negatyviasias išlaidas. Pozityviosios išlaidos yra tos, kurios skirtos gaminio kokybės charakteristikoms išlaikyti. Jos dar vadinamos atitikimo išlaidomis, nes jų tikslas – užtikrinti, kad gaminio tikrosios charakteristikos atitiktų tas, kurios nurodytos specifikacijoje. Negatyviosios išlaidos arba neatitikimo išlaidos susidaro šalinant įvairius gaminių defektus ir gedimus. Defekto arba nenumatyto gedimo aptikimas reiškia, kad tikrosios gaminio charakteristikos neatitinka specifikacijoje nurodytų charakteristikų. Apačioje pavaizduoti gamybiniai gedimų nuostoliai 6 pav. [15].



6 pav. Gedimų nuostoliai

1.5.3. Kokybės valdymas įmonėje

Nagrinėjamoje įmonėje, kurioje dirba daugiau nei 400 įvairių kvalifikacijų darbuotojų, labai svarbus kokybės valdymas. Valdymo struktūra suskirstyta trimis lygiais: aukščiausia, vidurinioji ir apatinė grandis. Būtent aukščiausioji grandis priima pagrindinius ir svarbiausius sprendimus dėl efektyvesnio darbo, gaminių kokybės gerinimo, kokybės sąnaudų skaičiavimo ir racionalaus jų panaudojimo, darbo sąlygų gerinimo, darbuotojų skatinimo sistemos nuolatinio tobulinimo ir kt. Tiriamoje įmonėje surinkimo procesų kontrolę gamyboje užtikrina veikiantis kokybės kontrolės skyrius, kurio veiklos pagrindinis uždavinys – numatyti kontrolės schemas visiems procesams įmonėje ir jas vykdyti. Pagrindinius įmonėje vykstančius procesus galima įvardinti taip:

- rinkos analizė, vartotojų poreikių išsiaiškinimas;
- naujos produkcijos planavimas;
- technologinių procesų kūrimas arba naujinimas;
- surinkinėjamų detalių parinkimas;
- klientų pretenzijų analizė;
- surinkimo kokybės analizė;
- išvados ir sprendimai procesų našumui ir kokybei gerinti.

1.6. Gaminio kokybės kontrolės metodai

Kontrolė – neatsiejama dalis nuo gamybos. Įmonė gali dirbti našiai, gaminti kokybiškus gaminius, tačiau norint visą tai išlaikyti reikia nuolatos tikrinti kokybę, ją kontroliuoti. Nesilaikant numatytų standartų, gaminių kokybė greitai gali sumažėti. Nuo to priklauso ir darbo našumas, nes užsakovo gražintus brokuotus ar neatitinkančius kokybės reikalavimų gaminius reikės ištaisyti ar perdaryti. O tai ne tik papildomi kaštai, bet ir sugaištas laikas, per kuri būtų galima pagaminti kitą gaminį ir gauti iš jo pajamas. Galima sakyti, kad įmonė nukenčia dvigubai. Todėl būtina nuolatos tikrinti kokybę.

Apžiūra ir patikrinimas priskiriami prie pasyvios kontrolės metodų, kurių pagrindinė paskirtis – rūšiuoti gaminius į blogus ir gerus, tuo tarpu gamintojo tikslas – klaidų ir defektų bei kitų kokybės pažeidimų prevencija. Tikrinant gaminio kokybę, dažnai nustatoma, kad kiekviena tikrinama pozicija, pranešimas, skaičius ar paslaugos elementas gali panaikinti ar sumažinti paklaidas arba gamybos defektus, kuriuos galėtų pastebėti pirkėjas. Tokia periodiškai pasikartojanti apžiūra, kartais vadinama 100 – procentine apžiūra, paprastai būna šiek tiek mažesnė nei 100 procentų. Monotoniškos užduotys verčia darbo metu pamiršti savo tiesioginį darbą. Tyrimai parodė, kad maždaug 15% nekokybiškų gaminių visos apžiūros metu yra nepastebima todėl matavimų visumos imčių tyrimas leidžia greičiau ir nuosekliau aptikti esamus netikslumus.

Kiekviena kokybės kontrolės sistema, pagrįsta prastos kokybės nustatymu jau pagamintus gaminius yra brangi, neekonomiška ir nepatikima. Ji turi būti pakeista kokybės prevencija, o apžiūros ir patikrinimai gali būti naudojami tik gamybos procesui keisti, o ne gaminio kokybei tikrinti. Tai strategija, nukreipta į proceso kontrolę, – „kaip aš tai darau“ Ją turi atlikti patys vykdytojai (šaltkalviai – surinkėjai), bet ne kokybės kontrolės skyrius, kurio tikslas – aptikti niekalą ar atskirti prastus gaminius.

Kokybės kontrolės sistemos dalį sudaro pradinių duomenų, darbo rezultato ir paties proceso matavimai. Jais sekama produkcijos kokybės būklė, o gauti rezultatai gali būti panaudoti kokybei gerinti. Matavimo metodai įvairūs – nuo paprasčiausio gamybos proceso ar gaminio savybių tikrinimo iki sudėtingesnių metodų, sukeliančių pokyčius nepertraukiamoje duomenų skalėje, pavyzdžiui, gaminio masės, ilgio, surinkimo, užveržimų, dažų padengimo ir pan.

Technikos objektai tikrinami arba bandomi įvairiose jų gamybos stadijose. Bandymų tikslas – įsitikinti, kad objektas atitinka specifikaciją. Kokybės bandymai turi įrodyti, kad gaminio kokybės charakteristika atitinka specifikaciją. Kokybės charakteristikos: našumas, tikslumas, greitis, galia, svoris, energijos sąnaudos, skleidžiamo triukšmo lygis ir t.t. Gaminio charakteristikos turi atitikti specifikaciją visomis iškeltomis sąlygomis kurios numatomos naudoti gaminant gaminį.

1.7. Kokybės ir patikimumo nustatymo būdai

Bandymų tikslas – įrodyti, kad pagamintas objektas atitinka specifikacijoje nurodytus patikimumo reikalavimus esant iškeltoms sąlygoms. Bandymais dažniausiai nustatomos šios patikimumo charakteristikos: konvejerio stabdymo dažnis, vidutinis laikas tarp stabdymų ir stabdymo tikimybė.

Bandymo objektai gali būti įvairūs – tai ne tik gatavas surinktas dviratis, bet ir jo komponentai, detalės, numatomų detalių šablonų pavydžiai. Pagal siekiamą tikslą bandymai skirstomi į kontrolinius, determinuotuosius ir specialiuosius. Visi bandymai atliekami bandymų centre.

Kontroliniais bandymais patikrinama technikos objektų ir jų elementų kokybė ir patikimumas. Šiuos bandymus organizuoja ir atlieka gamintojas. Bandymuose dalyvauja gaminio projektuotojai, o kartais ir užsakovai. Jie gali būti atliekami įvairiose stadijose. Priklausomai nuo to, kokioje gaminio stadijoje atliekami ir kokių tikslų siekiama, šie bandymai gali būti įvertinamieji, preliminarieji, priėmimo – atidavimo, valstybiniai ir kt. Visi šie bandymai turi duoti atsakymą į klausimą: ar tam tikroje gaminio sukūrimo stadijoje pasiektos reikiamos kokybės ir patikimumo charakteristikos; jei taip, tai kiekvienas iš šių bandymų duoda teisę gamintojui pereiti į naują gaminio kūrimo stadiją. Pvz., atliekant priėmimo bandymus, patikrinama ar gaminio kokybės ir patikimumo charakteristikos atitinka specifikaciją. Remiantis šių bandymų rezultatais, nusprendžiama, ar šis objektas būti įtrauktas į serijinę gamybą. Priėmimo – atidavimo bandymuose tikrinami serijiniu būdu gaminami objektai ir pagal šių bandymų rezultatus nustatoma, ar gaminys tinkamas eksploatuoti.

Determinuotųjų bandymų tikslas – tiksliai su iš anksto pasirinkta paklaida nustatyti gaminių kokybę ir jų patikimumą. Bandomi atsitiktinai paimti gaminių pavyzdžiai. Todėl bandymais nustatytos charakteristikos gali skirtis nuo gaminių visumos charakteristikų. Šis skirtumas įvertinamas apskaičiuojant pasikliautinąjį intervalą.

Pagal trukmę bandymai skirstomi į forsuotuosius ir anomaliosius. Forsuotųjų bandymų metu objektų degradacijos (susidėvėjimo, senėjimo, įrimo, nuovargio ir kt.) procesai suintensyvinami, kad objektai greičiau sugestų. Prie šios grupės taip pat priskiriami paspartinamieji bandymai, kurių metu objektų degradacija neintensyvinama, bet bandymų trukmė sutrumpinama mažinant tuščiąsias eigas, prastovas, dirbant be pertraukų ir t.t. Pagal atlikimo vietą bandymai skirstomi į stendinius ir eksploatacinius.

Stendiniai bandymai atliekami specialiuose įrenginiuose – stenduose. Stenduose bandomi dviračiai, dviračių komponentai įvairiausi mechanizmai. Stende stengiamasi sudaryti kuo artimesnes eksploatacines bandymo sąlygas. Stendiniai bandymai pranašesni tuo, kad galima nuolat

stebėti ir matuoti norimus parametrus. Stenduose bandoma tol, kol gaminys sugenda arba išdirba nustatytą laiką.

Eksploataciniais bandymais siekiama nustatyti bandomųjų serijinės gamybos objektų patikimumą. Šitaip bandomi automobiliai, žemės ūkio, kelių ir kt. mašinos. Bandymo sąlygos sudaromos sunkesnės negu įprastos eksploatacijos metu. Tuo siekiama su tam tikra atsarga gauti negendamumo, ilgaamžiškumo ir kitus rodiklius. Bandymai leidžia išsiaiškinti silpniausius, dažniausiai gendančius objekto komponentus dirbant realiomis sąlygomis. Tokių bandymų rezultatas neparodo tikros to tipo objekto ilgaamžiškumo sklaidos.

Kokybės ir patikimumo charakteristikos įvairiomis objekto darbo aplinkos ir apkrovų sąlygomis gali būti nustatytos tikrai atlikus pakankamai daug bandymų. Tai brangiai kainuoja, nes sunaudojama daug gaminių, sugaištama daug laiko, reikia daug personalo, bandymų įrangos, specialių patalpų, energijos, medžiagų ir t.t. Todėl visada stengiamasi gauti norimus rezultatus, atlikus kuo mažiau bandymų. Bandymų skaičius sumažinamas šiais būdais:

- Intensyvinant objektų degradacijos procesus;
- apskaičiuojant objektų charakteristikas ir jų nuokrypius iš mažesnio bandymų skaičiaus;
- mažinant bandymų skaičių ir ilginant jų trukmę;
- panaudojant anksčiau atliktų bandymų ir panašių objektų bei jų elementų eksploatacijos duomenis.

Bendruoju atveju patikimumo bandymais siekiama šių tikslų:

1. išmatuoti darbinę charakteristiką, pvz., vidutinį laiką tarp konvejerio sustojimų, sustojimų dažnį, sustojimų bendrą laiką. Eksploatuojamas gaminys dirba įvairiomis apkrovimo sąlygomis, todėl ir bandymai turi būti atlikti atsižvelgiant į visų eksploatacijos faktorių poveikį.
2. suteikti bandomajam objektui pradinį įdirbį, t.y. paspartinti esamus gedimus, nustatyti jų atsiradimų priežastis ir juos ištaisyti.[16]

1.8. Kokybės kontrolė atrankos būdu

Kokybei tikrinti naudojami įvairūs būdai – anksčiau išvardinti. Tačiau vienas ir pagrindinis – atrankos metodas, kuris naudojamas tiriamoje įmonėje, kadangi gaminami – surenkami dideli kiekiai produkcijos, tam reikalingi taip pat ir dideli kiekiai detalių, todėl jos tikrinamos atrankos metodu priimant jas į sandėlį. Tokia kontrolė yra pigesnė, negu ištisinė, tik jai būdinga tam tikra rizika darant atranką. Praktikoje gamintojas su vartotoju susitaria, kaip bus tikrinama kokybė. Technologijos proceso kontrolei naudojami specialūs lapai, kuriuose gamybos metu pažymimi

proceso parametrai. Šios kontrolės tikslas yra nustatyti momentą, kai technologinis procesas pradeda nukrypti nuo nustatytu režimu. Technologinis procesas paprastai tikrinamas periodiškai.

Kokybė valdoma vadovaujantis keliomis koncepcijomis. Pirmiausia reikia turėti nuolatinę, visapusišką, viską apimančią programą kokybei gerinti. Ši programa turi apjungti tiekėjus, vartotojus, investitorius, projektuotojus ir gamintojus. Šiuo požiūriu dideli vaidmenį vaidina statistinė gaminamo produkto kontrolė. Tačiau norint pasiekti aukštą kokybę ar ją išlaikyti reikia tikrinti ne tik patį gaminį, bet ir visą jo pagaminimo procesą. Nevykdant proceso kontrolės ir atsiradus gaminio defektui, ne visą laiką įmanoma surasti defekto atsiradimo priežastis.

Tik kokybiškai suprojektuoti ir pagaminti gaminį nepakanka. Dar reikia, kad pagamintas produktas pilnai atitiktų suprojektuotą. Tai įgyvendinti padeda nustatyta statistinė proceso kontrolė (statistical process control). Statistinė proceso kontrolė apima statistinius matavimo būdus ir procesų kitimų analizę. Dažniausiai tai naudojama gamybos procese. SPK tikslas yra kontroliuoti gaminio kokybę ir išlaikyti nustatytus rodiklius. Statistinė kokybės kontrolė remiasi statistiniais matavimo metodais ir kokybės procesu tobulinimu. Į SPK įeina ir kitokie metodai, tokie kaip:

- atrankos metodai;
- nukrypimu mažinimas;
- surinkimo pajėgumų analizė ir tobulinimo būdai.

Taip pat šis metodas naudojamas kontroliuoti procesų nuoseklumą gamyboje. Tuo siekiama pasiekti ir išlaikyti procesus nuolatinėje kontrolėje. Nesvarbu, norima ar ne (produkcija) šis metodas gali garantuoti, kad produktas yra pagamintas taip, kaip buvo suprojektuotas ir sumanytas. Taigi, SPK nepagerina prastai suprojektuoto gaminio patikimumo, bet gali būti naudojamas kontroliuoti produkto gamybos nuoseklumą ir todėl pagamintas pats produktas ir pats projektas yra patikimas, tiksliau patikimai įgyvendintas. Svarbiausia priemonė naudojama statistinėje procesu kontrolėje yra kontrolės diagramos, grafikai. Tai grafiškai pavaizduojami specifiniai kiekybiniai gamybos proceso matai. Ši taikomoji (vaizduojamoji) statistika yra pavaizduojama kontrolės grafikuose, kur galima palyginti, pamatyti kontrolės aptinkamų defektų skaičius. Palyginimas atskleidžia, bet kokius neįprastus gamybos proceso pakitimus, kurie gali parodyti atsiradusią problemą. Yra keletas skirtingu taikomosios statistikos metodu naudojamu kontrolės grafikuose ir yra keletas įvairių kontrolės diagramų tipų, kurios gali nustatyti įvairias problemas. Taip pat kontrolės diagramos naudojamos gaminio matmenų analizėje, procesu pajėgumui nustatyti ir nuolatiniame procesų gerinime.

Statistinė procesų kontrolė (SPK) teikiama nauda gamybai:

- numatoma priežiūra ir grįžtamasis ryšys norint kontroliuoti procesus;
- duodamas signalas, kai atsiranda problema;

- tikrinama procesų kontrolė;
- sumažinami apžiūrų reikalavimai ir kt.

SPK galimybės:

- SPK kontrolės diagramos;
- parenkami matavimo matai;
- procesų ir mechanizmų pajėgumų analizė;
- procesų charakterizavimas;
- kokybės problemų išsiaiškinimas ir išsprendimas;
- priežasčių ir padarinių (rezultatų) grafikai.

Įmonėje dažnai vyksta kokybės kontrolierių susirinkimai, kurie reguliariai susirenka aptarti kokybės problemų. Ratelio nariai specialiai mokomi, kad galėtų spręsti kokybės klausimus. Tačiau reikia atsiminti, kad nei statistiniai kontrolės metodai, nei kokybės kontrolierių susirinkimai, nei skatinimo sistemos, nei programos ar bet kuri priemonė, vartojama atskirai neišspręs kokybės ir efektyvumo gerinimo problemų. Šioms problemoms spręsti reikia visų šių priemonių kartu. Svarbu vaidmenį vaidina visų dirbančiųjų įtraukimas į kokybės valdymą. Produkcijos kokybės valdymo klausimai yra aukščiausios valdžios prerogatyva. Organizacijos vadovas negali šio darbo perduoti niekam. Kokybės klausimai turi būti linksniojami visose valdymo lygiuose ir visuose padaliniuose.[11]

2. SURINKIMO PROCESO DARBO EFEKTYVO IR KOKYBĖS TYRIMAS

Dviračio surinkimas yra sudėtingas procesas, kurį galima atlikti keliais variantais, t.y. surinkimas gali būti ir konvejerinis ir vienetinis. Konvejerinis rinkimas – negali būti viskas padaroma konvejeriniu būdu todėl naudojamas ir vienetinis – prieš konvejerinis rinkimas, jie abu tarpusavyje yra susiję. Konvejerio važiavimo taktą kiekvienai partijai nustato meistras t.y. koks numatytas ir išmatuotas.

Pagrindinė problema – takto laikas, devyniolikai darbo vietų ant konvejerio darbai nėra tolygiai paskirstyti. Kadangi per pamainą yra renkama keletas rūšių dviračių kurie kardinaliai skiriasi, todėl skiriasi ir įrankiai ir varžtai. Pasikeitimui (derinimo laikas) įrankiams ir varžtams laikas neduotas, todėl dirbantys prie konvejerio vėl stabdo konvejerį – gaištamas naudingas darbo laikas.



7 pav. Devyniolikos darbo vietų dviračių surinkimo konvejeris

Gamyboje pasitaiko broko, o gaminant pagal duotą taktą žmonės dirba nustatytu tempu – skuba, todėl dažniausiai brokas yra neišvengiamas. Kiekvienas darbuotojas privalo apžiūrėti dviratį ar iki jo darbo vietos nebuvo broko, jei taip atsitiko, konvejeris yra stabdomas dviratis nukeliamas ir paduodamas į broką ištaisyti gaištamas naudingas konvejerio laikas. Ta vieta kur nukėlė dviratį važiuoja tuščia, o tuščia vieta – žmogus stovi be darbo.

Taip pat dviračio surinkimas yra glaudžiai susijęs su dažymo cechu ir detalių sandėliu, darbo planuotojai visada daro taip, kad surinkimo cechas būtų visada pilnai aprūpintas reikiamomis detalėmis, rėmais, bet būna ir taip, kad ir pas juos pasitaiko trukdžių, todėl konvejeris vėl yra stabdomas, Visi čia išvardyti aspektai turi įtakos darbuotojų atlyginimams, nes alga (bazinis + koeficientas) paskaičiuota taip, kad konvejeris dirba be sustojimo, todėl jie yra sukompromituoti, kad kuo daugiau padaryti, todėl tikslas būtų jiems padėti ir padaryti taip, kad konvejeris kuo mažiau stovėtų ir būtų kuo našiau išnaudojamas.

2.1. Darbo našumo analizė

Tyrimo tikslas – ištirti surinkimo proceso efektyvumą, išanalizuoti pasirinktą technologinį numerį (grupės surinkimo technologiją), pateikti pasiūlymus jam tobulinti.

Surinkimas turi 25 technologinius numerius, jie skiriasi dviračio sudėtingumu, tai yra dvidešimt penki būdai, kaip surinkti dviratį greičiau ir geriau priklausomai nuo dviračio sudėtingumo. Technologiniai numeriai yra tobulinami, taisomi.

Išanalizuoti pasirinktas 2 technologinis numeris (gamybos būdas), apačioje pateikti galimi dviračio variantai pagal pasirinktą technologiją:

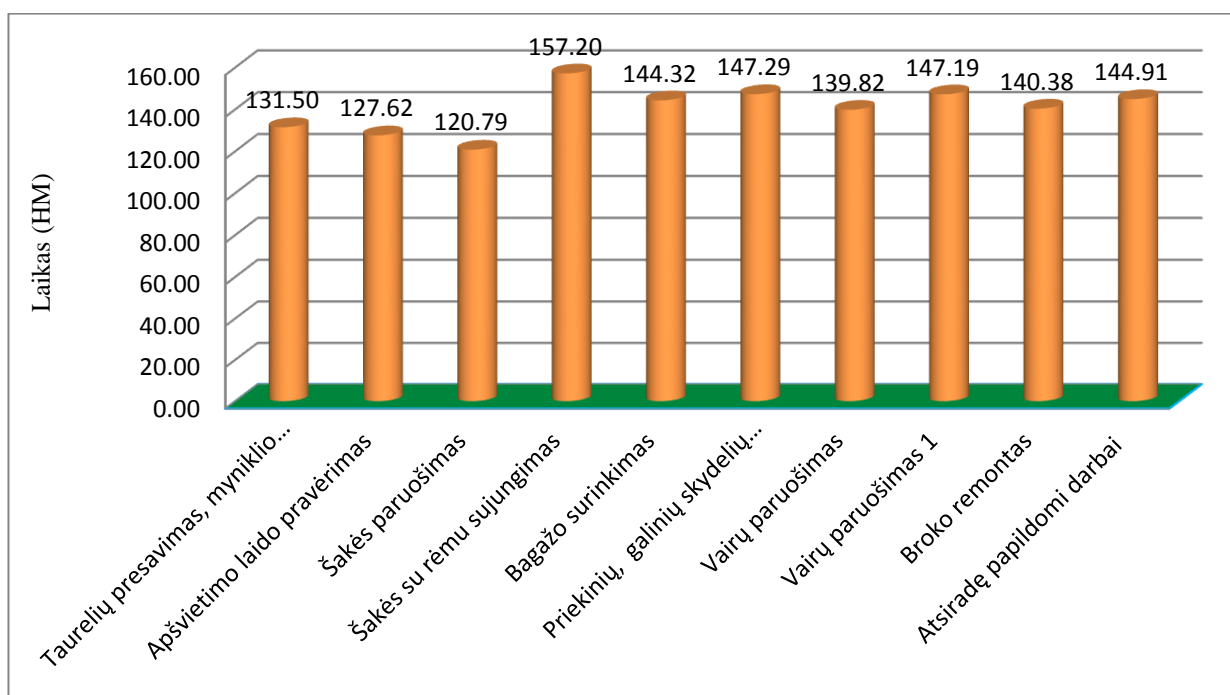
- 18"-28" ratais, 1-8 pavarų, su apšvietimu su galiniais stabdžiais;
- 18"-28" ratais, 1-8 pavarų, su apšvietimu, be galinių stabdžių, spyna arba dėžė;
- 18"-28" ratais, 1-8 pavarų, be apšvietimo, su galiniais stabdžiais dėžė arba spyna;
- 18"-28" ratais, 1-8 pavarų, su apšvietimu, be galinių stabdžių, krepšys.

Ši grupė nėra pati sudėtingiausia, bet nėra ir pati lengviausia surinkimui, bet šios grupės dviračių surenkama daugiausia. 2 lentelėje duotos darbo vietos prieš konvejerį eilės tvarka ir jų laikai. Laikas pateiktas HM (1HM – šimtoji 1 minutės dalis).

2 lentelė. Darbo vietų prieš konvejerių operacijų laikai

Nr.	Darbo vieta	Laikas HM
1	Taurelių presavimas, myniklio korpuso sriegimas	131,50
2	Apšvietimo laido pravėrimas	127,62
3	Šakės paruošimas	120,79
4	Šakės su rėmu sujungimas	157,20
5	Bagazo surinkimas	144,32
6	Priekinių, galinių skydelių paruošimas	147,29
7	Vairų paruošimas	139,82
8	Vairų paruošimas 1	147,19
9	Broko remontas	140,38
10	Atsiradę papildomi darbai	144,91

Šios darbo vietos eilės tvarka nesiskiria nuo kitų technologinių numerių, darbo vietos yra stacionarios, skiriasi tik jų operacijos ir laikai (8 pav.).



8 pav. Darbo vietų prieš konvejerių suminiai laikai

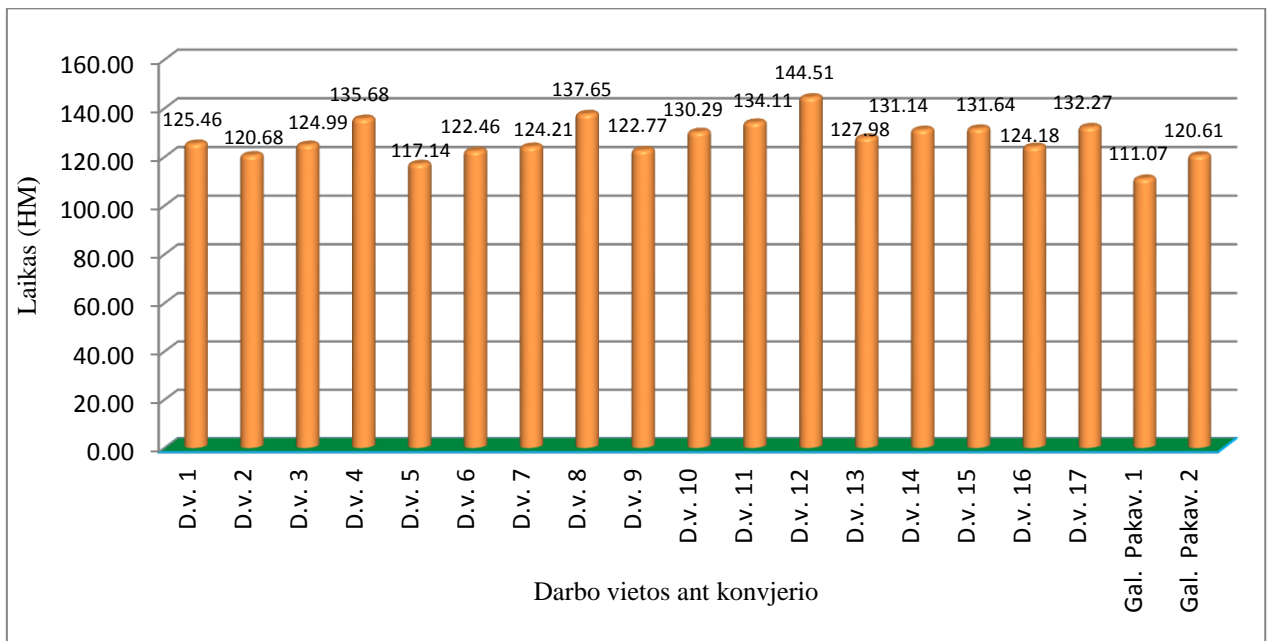
Diagramoje matyti, kad ketvirtoji darbo vieta užima daugiausiai laiko skirtingai nei trečioji, jų laikų skirtumas yra 36,41 arba 23 sekundės. Tai yra labai didelis skirtumas, kurį būtina sumažinti. Nors šie skirtumai didelės įtakos konvejerio darbo našumui neturi, tačiau būtina tobulinti

darbo vietas prieš konvejerį, siekiant, kad jų laikų skirtumai būtų minimalūs. 3 lentelėje ir 4 paveiksle matyti išsidėsčiusios darbo vietos ant konvejerio eilės seka.

3 lentelė. Darbo vietos ir jų operacijos ant konvejerio

Eil. Nr	Operacijos pavadinimas
1	Myniklio veleno tvirtinimas
2	Priekinės žvaigždės tvirtinimas
3	Galinio skydelio ir bagažo tvirtinimas
4	Galinio skydelio ir bagažo suvaržymas
5	Priekinio skydelio, žibinto, vairo tvirtinimas
6	Priekinio skydelio suvaržymas, priekinių stabdžių kaladėlių tvirtinimas
7	Pavarų šarvo pravėrimas
8	Galinio žibinto pajungimas
9	Priekinio žibinto pajungimas
10	Priekinio rato tvirtinimas
11	Galinio rato pajungimas
12	Pavarų pajungimas
13	Galinio stabdžio pajungimas
14	Grandinės apsaugos tvirtinimas
15	Priekinių stabdžių reguliavimas
16	Dviračio apipakavimas lipnia plėvele
17	Dviračio apipakavimas lipnia plėvele, dviračio nukėlimas nuo konvejerio
18	Galutinis pakavimas Nr.1
19	Galutinis pakavimas Nr.2

Šios darbo vietos taip yra išsidėsčiusios daugumoje technologinių numerių tik skiriasi darbo vietose atliekamos operacijos ir jų laikai. Dvi paskutinės darbo vietos t.y. galutinis pakavimas Nr.1 ir galutinis pakavimas Nr.2 yra ne ant konvejerio, dviratis yra nukeliamas ir tada pabaigiama supakuoti, todėl konvejeris dėl šių darbo vietų trikdžių nesustoja. 5 pav. duoti antro technologinio numerio konvejerio darbo vietų laikai.



9 pav. Antro technologinio numerio konvejerio darbo vietų laikai: D.v. – darbo vieta;

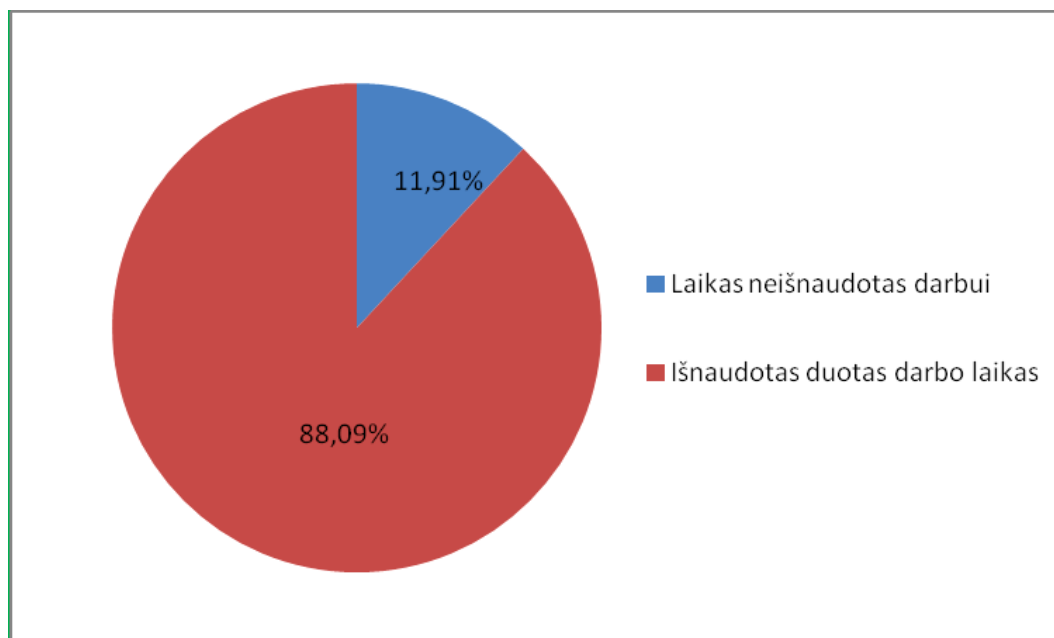
Diagramoje matomi labai dideli skirtumai tarp darbo vietų operacijų laikų. 4 lentelėje pateiktas kiekvienos darbo vietos laikas ir skirtumas kiekvienos darbo vietos laiko tarp maksimaliai užimančios darbo vietos laiko.

4 lentelė. Konvejerio darbo vietų laikų skirtumai

Darbo vieta	Darbo vietos laikas, HM	Skirtumas kiekvienos darbo vietos laiko tarp maksimaliai užimančios darbo vietos laiko, HM
D.v. 1	125,46	19,1
D.v. 2	120,68	23,8
D.v. 3	124,99	19,5
D.v. 4	135,68	8,8
D.v. 5	117,14	27,4
D.v. 6	122,46	22,0
D.v. 7	124,21	20,3
D.v. 8	137,65	6,9
D.v. 9	122,77	21,7
D.v. 10	130,29	14,2
D.v. 11	134,11	10,4
D.v. 12	144,51	0,0
D.v. 13	127,98	16,5
D.v. 14	131,14	13,4
D.v. 15	131,64	12,9
D.v. 16	124,18	20,3
D.v. 17	132,27	12,2
Gal. Pakav. 1	111,07	33,4
Gal. Pakav. 2	120,61	23,9

D.v. – darbo vieta; Gal. Pakav. – galutinis pakavimas.

4 lentelėje matyti, kad dvylikta darbo vieta užima daugiausiai laiko, o galutinio pakavimo 1 darbo vieta užima mažiausiai laiko, palyginus šių dviejų darbo vietų laikų skirtumą kuris yra 33,44 HM t.y. 20,1 s. galime teigti jog konvejerio darbo našumas yra labai mažas. Apačioje pateiktoje 10 pav. pateikta kiek laiko bendrai darbuotojai prastovi neužimti darbu.



10 pav. Darbo efektyvumas

Iš pateiktos diagramos matyti jog daugiau nei dešimtadalis darbui skirto laiko yra neišnaudojama. Apskaičiavus bendrą technologinio numerio laiką t.y. maksimalus darbo vietos laikas ant konvejerio dauginamas iš darbo vietų skaičiaus ant konvejerio ir pridedamas prieš konvejerinių darbo vietų laikų suma, gauta, 35,97min. bendras konvejerio laikas, ir net 11,91% duoto laiko yra neišnaudojama.

Darbo našumo parametrai	Skaičiavimo formulės	Skaičiavimai	Rezultatai
Konvejerio taktas (HM)	$z = \frac{Yk_{max} \cdot \sum Xk + \sum Ypk}{\sum Xk + \sum Xpk}$	$z = \frac{144,51 \cdot 19 + 1401}{10 + 19}$	143
Pagamintų dviračių per pamainą skaičius (vnt.)	$k = \frac{l \cdot 60}{zs}$	$k = \frac{460 \cdot 60}{85,8}$	321
Nenaudingas darbo laikas per pamainą vienai darbo vietai (min.)	$j = \frac{k \cdot zs \cdot y}{60 \cdot 100}$	$j = \frac{321 \cdot 85,8 \cdot 11,91}{60 \cdot 100}$	54,67
Bendras nenaudingas darbo laikas per pamainą (min.)	$jb = j \cdot (\sum Xk + \sum Xpk)$	$jb = 54,67 \cdot 29$	1585,43
Konvejerio bendras darbo laikas (min.)	$jk = l \cdot (\sum Xk + \sum Xpk)$	$jk = 460 \cdot 29$	13340
Darbuotojų skaičius (žm.)	$x = \frac{jk - jb}{460}$	$x = \frac{13340 - 1585,43}{460}$	26

5 Lentelė. Darbo našumo skaičiavimo formulės ir rezultatai

z– konvejeriotaktas

Yk_{max}– maksimalus darbo vietos ant konvejerio laikas;

$\sum Xk$ – darbo vietų skaičius ant konvejerio;

$\sum Xpk$ – darbo vietų skaičius prieš konvejerį;

$\sum Ypk$ – laikų suma darbo vietų prieš konvejerį;

l– darbo laikas minutėmis;

zs– konvejerio taktas išreikštas sekundėmis;

y– laikas neišnaudotas darbui %.

2.2. Darbo vietų ir atliekamų operacijų pakeitimai

Viena pamaina dirba 8 val. atėmus gamybinės pertraukėles, kurios yra kas dvi valandas po 10 min. gautume 460 min. naudingo darbo laiko. Apskaičiavus kiek būtų pagaminta dviračių per pamainą pagal šį vieną technologinį jei būtų gaminama ištiesai viena partija gauta 321 vnt.

Apskaičiuojame kiek skirto laiko per vieną mainą vienai darbo vietai buvo neišnaudota gaminant 321vnt. dviračių. Žinant jog vidutiniškai kiekvienai darbo vietai 11,91% gamybai skirto laiko yra nenaudingai išnaudojama, vienos darbo vietos laikas yra 54,67min.

Apskaičiuojame viso konvejerio kuris dirba per pamainą 460min. bendrą, vidutinį nenaudingą laiką. Gauta 1585,43min. Žinant jog konvejerio bendras darbo laikas yra 13340min. Apskaičiuojame kiek žmonių reikėtų pagaminti numatytą kiekį t.y. 321 vnt. dviračių, jeigu konvejeris dirbtų planingai, be trukdžių ir 100% našiai, bet pagal esama technologinį numerį ir operacijų laikus. Gauta jog 26 žmonių pakaktų surinkti numatytą kiekį.

Taigi paskaičiuotais duomenimis, pagal pasirinktą nagrinėjamą technologinį numerį per pamainą būtų galima pagaminti 321vnt. dviračių, bet tai būtų išnaudojama tik ~88% naudingo darbo, tai reiškia jog patobulinius: darbo operacijas, darbo vietas, jų išplanavimą, sunormavus laikus, būtų galima pagaminti daugiau dviračių.

Mano tikslas patobulinti technologinį numerį, siekiant išvengti darbo nuostolių, bei padidinti darbo našumą. Apačioje pateiktoje lentelėje nurodytos darbo vietos ir šių darbo vietų siūlomi pakeitimai.

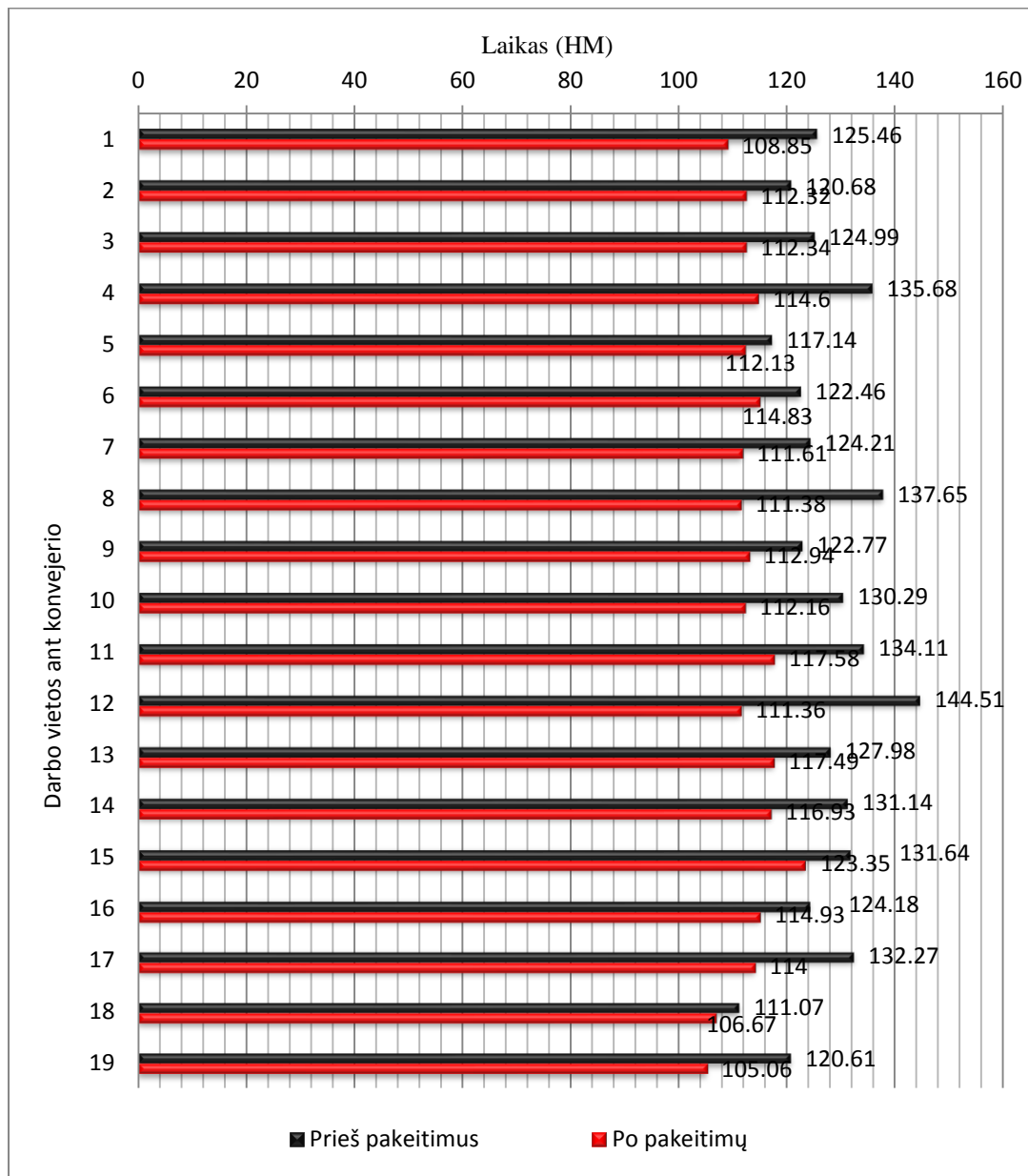
6 lentelė. Darbo vietų operacijų siūlomi pakeitimai

Darbo vietos ant konvejerio			
Darbo vietos nr.	Darbo vieta	Darbo vietos operacija	Darbo vietos tobulinimas
1	Myniklio veleno tvirtinimas	Priveržti veleną pneumatiniu suktuvu	Įdiegti naują elektrinį suktuvą velenui priveržti
2	Priekinės žvaigždės tvirtinimas	Grandinę sujungti replėmis	Grandinę sujungti pneumatiniu plaktuku
3	Galinio skydelio ir багаžo tvirtinimas	Išsikalti skylę skydelyje.	Pritaikyti reples iškirpti skylę skydelyje
4	Galinio skydelio ir багаžo suvaržymas	Priveržti varžtą, veržlę raktu	Įdiegti suktuvą W2210 A
5	Priekinio skydelio, žibinto, vairo tvirtinimas	Panaikinti izoliaciją nuo laidų	Užsakyti paruoštus laidus
6	Priekinio skydelio suvaržymas, priekinių stabdžių kaladėlių tvirtinimas	Užmauti ant šakės stabdžių ašelių stabdžių kaladėles ir jas prisukti	Įdiegti naują suktuvą su didesniu sukimo momentu Pneutec ut 8963
7	Pavarų šarvo pravėrimas	Prikabinti varžtą musytėmis prie rėmo suktuvu	Įdiegti kampinį suktuvą LTV 09 Atlas Copco
8	Galinio žibinto pajungimas	Perkišti apšvietimo laidą per laido šarvą; Perverti apšvietimo laidą per galinį skydelį;	Darbas reikalaujantis kruopštumo, šioje darbo vietoje turi dirbti moteris
9	Priekinio žibinto pajungimas	Panaikinti izoliaciją nuo dviejų laidų	Užsakyti paruoštus laidus
10	Priekinio rato tvirtinimas	Riktuoti dinamos padėtį	Padaryti šabloną riktavimui palengvinti

6 lentelė. Tęsinys.

11	Galinio rato pajungimas	Priveržti galinį ratą.	Įdiegti sukтуvą
12	Pavarų pajungimas	Priveržti galinės įvorės stabdžių svirtį raktu; Susukti stabdžių rankenėles;	Įdiegti sukтуvą Pneutec ut 8963, padaryti šabloną rankenėlių priveržimui
13	Galinio stabdžio pajungimas	Užmauti ant priekinių stabdžių trosų stabdžių lankelį, perkišti trosą per kaladėles	Darbo laiko neatitikimas su atliekama operacija, reikalingas darbo normavimas
14	Grandinės apsaugos tvirtinimas	Eiti kirpti grandinės apsauga (5m)	Karpymo presą įrengti darbo vietoje
15	Priekinių stabdžių reguliavimas	Stabdžių reguliavimas	Darbo laiko neatitikimas su atliekama operacija, reikalingas darbo normavimas
16	Dviračio apipakavimas lipnia plėvele	Paruošti burbulinės plėvelės juostas	Užsakyti jau paruoštas juostas
17	Dviračio apipakavimas lipnia plėvele, dviračio nukėlimas nuo konvejerio	Nuimti dviratį nuo konvejerio	Reikia įrengti aukštesnę pakylą darbo vietoje
18	Galutinis supakavimas Nr.1	Eiti , transportuoti, (laikas 5 m.)	Transportavimo vietą reikia padaryti arčiau
19	Galutinis supakavimas Nr.2	Taurelių presavimas, myniklio korpuso sriegimas	Darbo laiko neatitikimas su atliekama operacija, reikalingas darbo laiko normavimas
Darbo vietos prieš konvejerį			
Darbo vietos nr.	Darbo vieta	Darbo vietos operacija	Darbo vietos tobulinimas
1	Taurelių presavimas, myniklio korpuso sriegimas	Prikabinti šarvą musytėmis galiniam stabdžiui sukтуvu	Įdiegti kampinį sukтуvą LTV 09 Atlas Copco
2	Apšvietimo laido pravėrimas	Perkišti laidą per rėmą	Pritaikyti įrankį (kabliuką) pratraukti laidą per rėmą
3	Šakės paruošimas	Išpakuoti šakę; Užklijuoti 2 lipdukus ant šakės;	Darbo laiko neatitikimas su atliekama operacija, reikalingas darbo laiko normavimas
4	Šakės su rėmu sujungimas	Surinkti šakę su rėmu	Įrengti komplektacinių detalių pasidėjimo lentynėles
5	Bagažo surinkimas	Išpakuoti bagažinę iš maišelio; Išpakuoti vairo lazda iš maišelio; Išpakuoti/ išimti iš maišelio detales;	Darbo laiko neatitikimas su atliekamomis operacijomis, reikalingas darbo laiko normavimas
6	Priekinių, galinių skydelių paruošimas	Į galinį skydelį įstatyti galinį atšvaitą ir priveržti	Įdiegti patogesnę sukтуvą
7	Vairų paruošimas	Priveržti rankenėlę sukтуvu	Įdiegti kitą sukтуvą W2210 A
8	Vairų paruošimas 1	Troselį su fiksatoriumi (7nx) įstatyti į šabloną ir priveržti raktu	Darbo laiko neatitikimas su atliekamomis operacijomis, reikalingas darbo laiko normavimas
9	Broko remontas	Užklijuoti lipduką (1 vnt.) ant grandinės apsaugos	Darbo laiko neatitikimas su atliekamomis operacijomis, reikalingas darbo laiko normavimas
10	Atsiradę papildomi darbai	Papildomų darbų nepastovumas ir apkrova	Darbo laiko neatitikimas su atliekamomis operacijomis, reikalingas darbo laiko normavimas

6 lentelėje surašyti veiksmai – pasiūlymai kurių pagalba bus pasiektas geresnis darbo našumas. Visas technologinis numeris išanalizuotas ir ištirtas. Darbo vietų operacijų laikai sunormuoti įtraukiant pasiūlytus pakeitimus. Apačioje pateiktame 11 pav. matyti, kaip pasikeistų konvejerio darbo vietų laikų diagrama įtraukus aukščiau išvardintus pakeitimus.

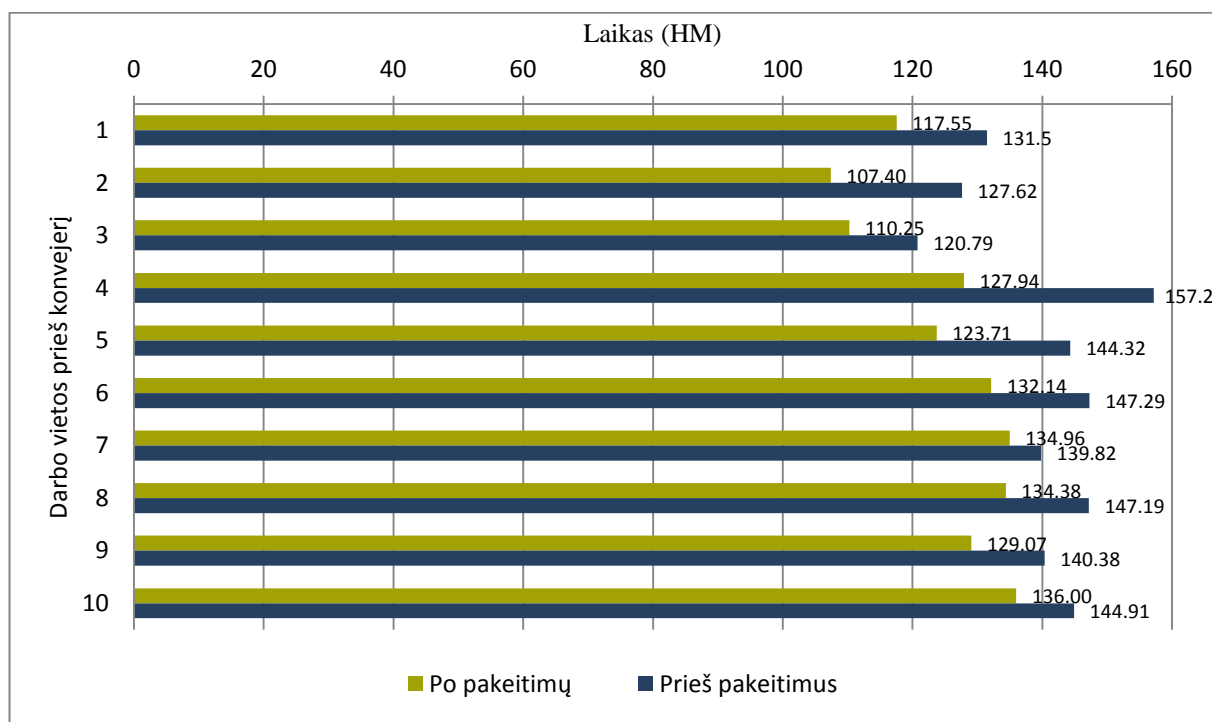


11 pav. Darbo vietų ant konvejerio laikai prieš pakeitimus ir po jų

Iš diagramos matyti, kad sumažintas darbo vietų laikų skirtumas t.y. laiko svyravimai tarp darbo vietų – sumažinti. Žemiau pateiktoje 7 lentelėje pateikti konvejerio darbo vietų laikų skirtumai iki daugiausiai laiko užimančios darbo vietos laiko.

7 lentelė. Darbo vietų ant konvejerio laikai po pakeitimų (12 pav.) ir jų skirtumai

Darbo vieta	Po pakeitimo, HM	Laiko skirtumas, HM
D.v. 1	108,85	14,5
D.v. 2	112,32	11,0
D.v. 3	112,34	11,0
D.v. 4	114,60	8,7
D.v. 5	112,13	11,2
D.v. 6	114,83	8,5
D.v. 7	111,61	11,7
D.v. 8	111,38	12,0
D.v. 9	112,94	10,4
D.v. 10	112,16	11,2
D.v. 11	117,58	5,8
D.v. 12	111,36	12,0
D.v. 13	117,49	5,9
D.v. 14	116,93	6,4
D.v. 15	123,35 (didžiausias laikas ant konvejerio)	0,0
D.v. 16	114,93	8,4
D.v. 17	114,00	9,4
Gal. Pakav. 1	106,67	16,7
Gal. Pakav. 2	105,06	18,3



12 pav. Darbo vietų prieš konvejerį laikai prieš pakeitimus ir po jų

7 lentelėje pateiktais duomenimis penkiolikta darbo vieta užima daugiausiai laiko, o galutinio pakavimo 1 ir 2 darbo vietos užima mažiausiai laiko. Palyginus šių dviejų darbo vietų t.y. daugiausia ir mažiausiai laiko užimančių darbo vietų laikų skirtumas yra 18,3 HM tai yra beveik du kartus mažesnis laiko skirtumas nei iki pakeitimų. 12 pav. pateiktoje diagramoje matyti, kaip išsidėstė laikai prieš konvejerinėse darbo vietose prieš pakeitimus ir po jų. Visi laikai sumažėjo taip pat sumažėjo ir skirtumai tarp laikų, todėl dirbantiems lengviau spėti nustatyti konvejerio taktą. 13 pav. duota, kaip pasikeitė duoto darbo laiko išnaudojimas bendrai ant konvejerio ir prieš konvejerį.



13 pav. Darbo efektyvumo palyginimas: a – prieš pakeitimus; b – po pakeitimų

13 pav. duota jog darbo našumas padidėjo nuo 88,09% efektyviai išnaudoto darbo laiko iki 91,76% t.y. 3,67% padidėjo efektyviai išnaudojamas laikas, kuris yra skirtas darbui. 8 lent. pateikti skaičiavimai kuriuose atsispindi pakeitimų rezultatai.

8 lentelė. Konvejerio darbo našumo skaičiavimai po pakeitimų

Darbo našumo parametrai	Skaičiavimo formulės (5 lentelė)	Rezultatai
Konvejerio taktas (HM)	z	124
Pagamintų dviračių per pamainą skaičius (vnt.)	k	370
Nenaudingas darbo laikas per pamainą vienai darbo vietai (min.)	j	37,8
Bendras nenaudingas darbo laikas per pamainą (min.)	jb	1096,2
Konvejerio bendras darbo laikas (min.)	jk	13340
Darbuotojų skaičius (žm.)	x	26

Žinant naują taktą galima apskaičiuoti kiek būtų pagaminta dviračių per pamainą jei šis dirbtų be trikdžių pagal atnaujintą technologinį numerį.

Apskaičiuota jog pagal naują technologinį numerį būtų pagaminta 370vnt. dviračių tai yra 49 vnt. daugiau nei pagal seną technologinį. Apskaičiuojame kiek skirto laiko vidutiniškai vienai darbo vietai per vieną mainą buvo neišnaudota gaminant 370 vnt. dviračių. Žinant jog vidutiniškai kiekvienai darbo vietai 8,24 % gamybai skirto laiko yra nenaudingai išnaudojamas.

Nenaudingas darbo laikas vidutiniškai vienai darbo vietai yra 37,80 min. Apskaičiuojame viso konvejerio kuris dirba per pamainą 460min. bendrą, vidutinį nenaudingą laiką. Gauname 1096,2 min. Laikas užima kiek daugiau nei 2 darbuotojų vienos mainos darbą.

Atlikus siūlomus pakeitimus technologiniame numeryje matomi laikų skirtumai kurie atneštų gamybai naudą siekiant didesnio darbo našumo, bei didesnio gamybos efektyvumo. Pasieltas tikslas – sumažinti laikų svyravimus tarp darbo vietų laikų – laikai turi būti kuo vienodesni siekiant darbo našumo.

2.3. Gautų kokybės kontrolės rodiklių analizė

Tiriamoje įmonėje yra įsteigtas ir kokybės kontrolės skyrius, nes yra gaminami dideli kiekiai produkcijos, kurią sukontroliuoti ir nustatyti ar ji atitinka standartus yra būtina. Todėl kiekvienas konvejeris turi savo kontrolierių, kuris kruopščiai apžiūri kiekvieną surinktą dviratį, jei yra pastebėti kažkokie tai netikslumai, klaidos surenkant, dviratis yra siunčiamas į broko taisymą arba išbrokuojamas. Jeigu dviratis atitinka konvejerio kontrolieriaus kokybės kriterijus jis yra pakuojamas ir siunčiamas į sandėlį ir iš jo dviratis keliauja į parduotuves. Klientas yra įmonės pagrindinis „kokybės kontrolierius“ ir jeigu dviratyje jis randa kažkokių tai netikslumų ar neatitikimų su dviračio aprašu jis praneša apie tai įmonės atsakingiems asmenims už kokybę. Tai reiškia, kad nukenčia įmonės vardas – kokybės atžvilgiu. Kad viso tai išvengti, konvejerio kontrolieriai kiekvieną užfiksuotą neatitikimą pažymi turimuose kontrolės lapuose, kuriuos perduoda kontrolės skyriaus vadovui, kuris analizuoja iškilusių neatitikimų, klaidų priežastis ir stengiasi jas kuo greičiau pašalinti. Žemiau pateiktose lentelėje pavaizduoti galutinai surinkto dviračio kokybės kontrolės duomenys.

9 lentelėje duoti dviračių surinkimo konvejerio kontrolės penkiolikos darbo savaičių rezultatai, tuščios vietos reiškia jog tą savaitę šiame punkte nebuvo padarytas netikslumas ar klaida surenkant dviratį.

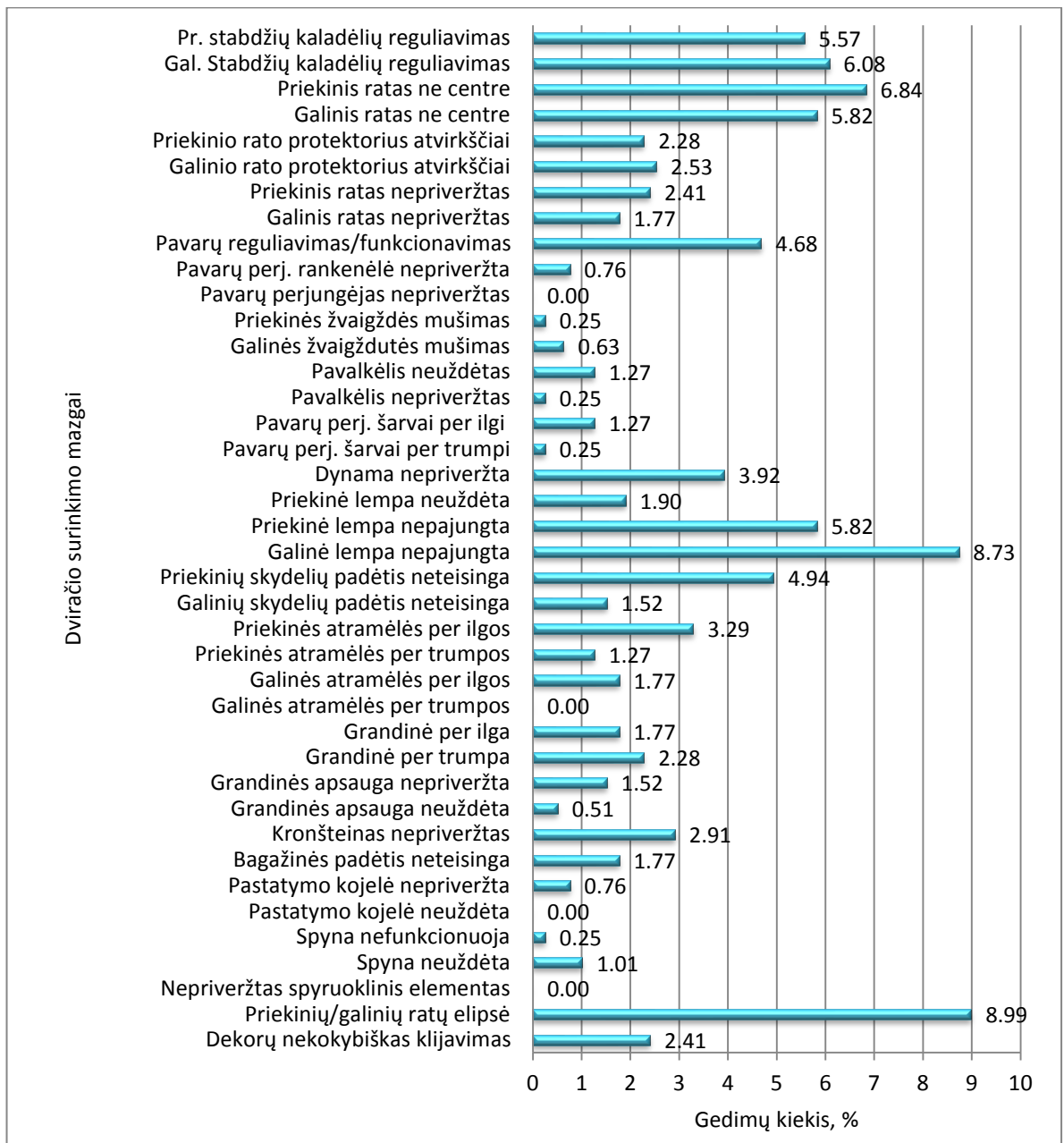
9 lentelė. Dviračių surinkimo mazgų užfiksuotas klaidų skaičius

Nr.	Defekto aprašymas	Klaidų skaičius per 15 darbo savaitių															Klaidų Suma
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	Pr. stabdžių kaladėlių reguliavimas	3		3	5		17	1	3	1	1	2	2		2	4	44
2.	Gal. Stabdžių kaladėlių reguliavimas	2	7	2	7		10	2	3		2	1	2	2	1	7	48
3.	Priekinis ratas ne centre	3	6	4	4	2	7		2	3	6	5	3	2	4	3	54
4.	Galinis ratas ne centre	5	10	2	9	4			3		5	4	3	1			46
5.	Priekinio rato protektorius atvirkščiai	1			1						2	2	7		1	4	18
6.	Galinio rato protektorius atvirkščiai	1			3	2			1		1	6	4			2	20
7.	Priekinis ratas nepriveržtas	3					2	9		1		2		2			19
8.	Galinis ratas nepriveržtas		14														14
9.	Pavarų reguliavimas/ funkcionavimas	4				4	2	5	1		5	2	3	5	4	2	37
10.	Pavarų perj. rankenėlė nepriveržta			1		1	1	1				1	1				6
11.	Pavarų perjungėjas nepriveržtas																0
12.	Priekinės žvaigždės mušimas								1						1		2
13.	Galinės žvaigždutės mušimas					2	3										5
14.	Pavalkėlis neuždėtas						1			1		4	3		1		10
15.	Pavalkėlis nepriveržtas												2				2
16.	Pavarų perj. Šarvai per ilgi															10	10
17.	Pavarų perj. šarvai per trumpi									2							2
18.	Dinama nepriveržta	4		3		4	1		4	2	1	9		3			31
19.	Priekinė lempa neuždėta		1	9	2					1				2			15
20.	Priekinė lempa nepajungta	2		10	1	4	14	2	1			3	3	2	2	2	46
21.	Galinė lempa nepajungta	3		12	2	4	13	3	3	4	5	5	4	2	7	2	69
22.	Priekinių skydelių padėtis neteisinga		9	4		7			3	1	3	1		1	7	3	39
23.	Galinių skydelių padėtis neteisinga			2				4	4							2	12
24.	Priekinės atramėlės per ilgos	3		2		1	3	1	3				6	2	5		26
25.	Priekinės atramėlės per trumpos								4					1	5		10
26.	Galinės atramėlės per ilgos			1	2			7					4				14
27.	Galinės atramėlės per trumpos																0
28.	Grandinė per ilga	2	4					1		2		2	2			1	14
29.	Grandinė per trumpa				2		4	2		3		4	1			2	18
30.	Grandinės apsauga nepriveržta	1				1	2	4						1	1	2	12

9 lentelė. Tęsinys.

31.	Grandinės apsauga neuždėta	1										2	1			4
32.	Kronšteinas nepriveržtas	2		6			1	2		1	1			2	8	23
33.	Bagażinės padėtis neteisinga	3	1				2	1	2	1	1		2		1	14
34.	Pastatymo kojelė nepriveržta									1		5				6
35.	Pastatymo kojelė neuždėta															0
36.	Spyna nefunkcionuoja			2												2
37.	Spyna neuždėta		2	1	2							2		1		8
38.	Nepriveržtas spyruoklinis elementas															0
39.	Priekinių/galinių ratų elipsė	19	7	0			3	15	3		3	6	3	2		71
40.	Dekorų nekokybiškas klįjavimas			3		2			8			6				19

9 lentelėje duota, kad 39 ir 21 punktai surinkę daugiausia klaidų. 39-ajame punkte – priekinių ir galinių ratų elipsė, tai reiškia jog ratų baras surinkinėdamas ratus, pusautomatis blogai išcentravo, todėl gauti tokie dideli netikslumai. 21-ame punkte nepajungta galinė lempa, vadinasi šioje darbo vietoje suklydo darbuotojas (žmogiškasis faktorius), būtinai reikia taisyti šio broko atsiradimo priežastis. 14 pav. duota kontrolės nustatyto broko procentinė diagrama visų surinkimo mazgų.



14 pav. Kokybės kontrolės užfiksuoti gedimai,%

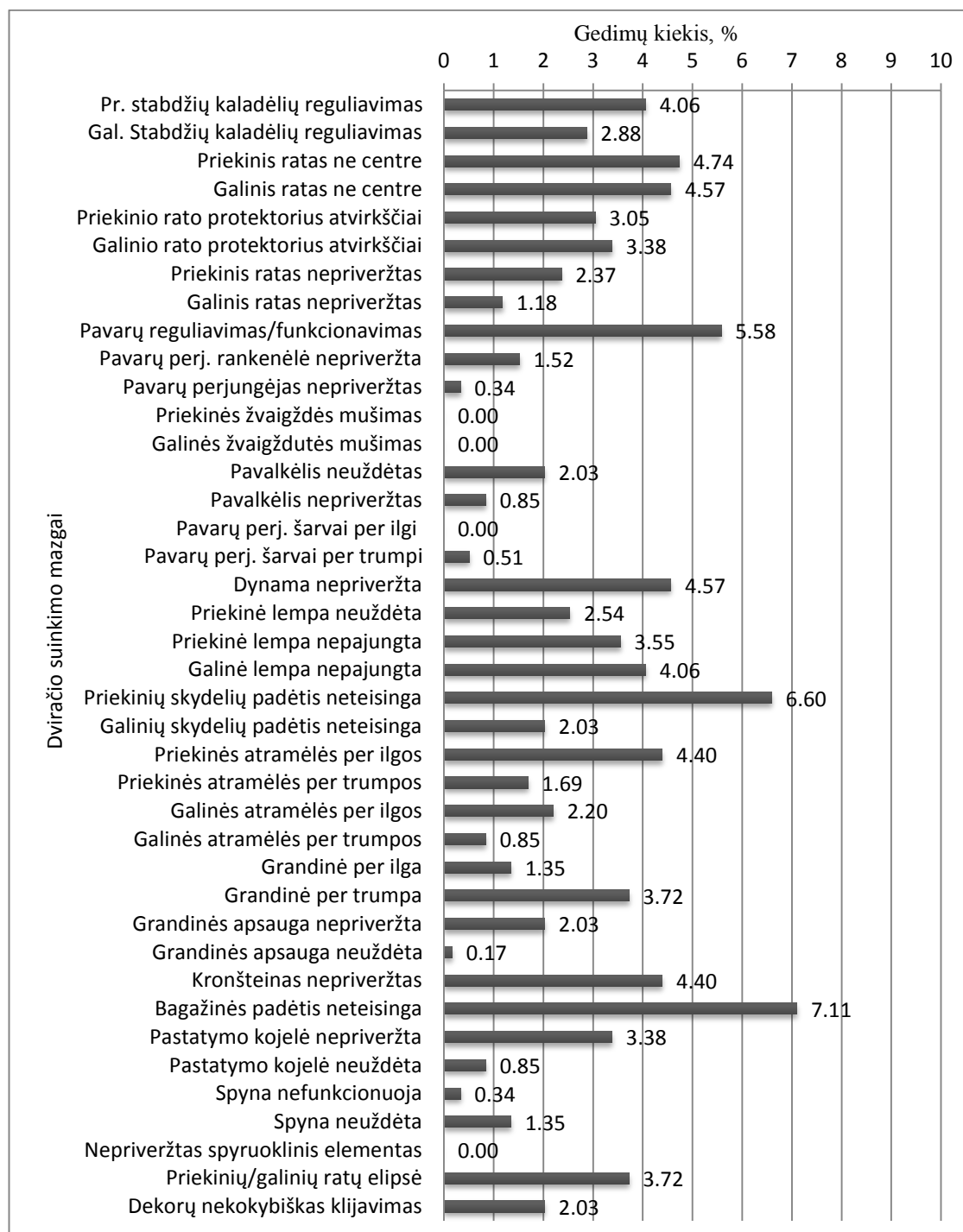
Iš kontrolės gautų duomenų matyti, kad brokas pasitaiko beveik kiekviename iš išvardytų punktų (9 lentelė; 14 pav.).

Siekiant sumažinti broko kiekį buvo įsteigta dar viena konvejerio kontrolieriaus darbo vieta ir po 4 savaitių buvo atliktas tyrimas, kaip pasikeitė dviračio surinkimo klaidų skaičius po pakeitimų (10 lentelė).

10 lentelė. Konvejerio kontrolės išbrokuotų dviračių nustatytų gedimų duomenys

Nr.	Defekto aprašymas	Klaidų skaičius per 15 darbo savaitių															Klaidų Suma
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	Pr. stabdžių kaladėlių reguliavimas	2		3	5		5		3		1	2		1	2		24
2.	Gal. Stabdžių kaladėlių reguliavimas	1		3	1	2		2	4		2	2	2	2	1	7	29
3.	Priekinis ratas ne centre		3	4	3	2	2		2	4		2	1	2		3	28
4.	Galinis ratas ne centre	4	1	2	2	4		1	3	3		3	2	1		1	27
5.	Priekinio rato protektorius atvirkščiai	1			1					2	2	7		1	4		18
6.	Galinio rato protektorius atvirkščiai	1			3	2			1		1	6	4			2	20
7.	Priekinis ratas nepriveržtas	2	1		2		2	1		1		3		2			14
8.	Galinis ratas nepriveržtas		2			1				1			2		1		7
9.	Pavarų reguliavimas/funkcionavimas	2	3			3	3	2	1		2	4	3	4	4	2	33
10.	Pavarų perj. rankenėlė nepriveržta			1			1	1				1	3			2	9
11.	Pavarų perjungėjas nepriveržtas							1							1		2
12.	Priekinės žvaigždės mušimas																0
13.	Galinės žvaigždutės mušimas																0
14.	Pavalkėlis neuždėtas		2	2						1		3	3		1		12
15.	Pavalkėlis nepriveržtas	1	1					1					2				5
16.	Pavarų perj. šarvai per ilgi																0
17.	Pavarų perj. šarvai per trumpi									1					1	1	3
18.	Dinama nepriveržta	2		5		5			2	2	1			4		6	27
19.	Priekinė lempa neuždėta		1	9	2					1				2			15
20.	Priekinė lempa nepajungta	2		2	1	4	1	2	1		1	3			2	2	21
21.	Galinė lempa nepajungta	3			2	4		3	3		5			2		2	24
22.	Priekinių skydėlių padėtis neteisinga		4	4		8			3	1	3	2		4	7	3	39
23.	Galinių skydėlių padėtis neteisinga			2				4	4							2	12
24.	Priekinės atramėlės per ilgos	3		2		1	3	1	3				6	2	5		26
25.	Priekinės atramėlės per trumpos								4					1	5		10
26.	Galinės atramėlės per ilgos			1	2			2						5	3		13
27.	Galinės atramėlės per trumpos	1					1	1	2								5
28.	Grandinė per ilga	2						1		2			2			1	8
29.	Grandinė per trumpa				2		4	2		3		4	5			2	22
30.	Grandinės apsauga nepriveržta	1				1	2	4						1	1	2	12
31.	Grandinės apsauga neuždėta	1															1
32.	Kronšteinas nepriveržtas	2		6	2	5		1	2		4	2			2		26
33.	Bagazinės padėtis neteisinga	3	1	2		5	2	1	2	1	1	8	2		9	1	38

34.	Pastatymo kojelė nepriveržta		4		8	2			1		5					20
35.	Pastatymo kojelė neuždėta							5								5
36.	Spyna nefunkcionuoja			2												2
37.	Spyna neuždėta		2	1	2						2			1		8
38.	Nepriveržtas spyruoklinis elementas															0
39.	Priekinių/galinių ratų elipsė		2	5			1	8			2	2		2		22
40.	Dekorų nekokybiškas klijavimas	1		3		1		2			2			3		12



15 pav. Kokybės kontrolės užfiksuoti gedimai, %

Iš 10 lentelėje gautų duomenų matyti jog aptikti surinkimo operacijų netikslumai, gedimai nėra nepastovūs t.y. broko atsiradimo priežastys yra kaip greičiau išsprendžiamos. Bet tai yra pastoviai besikartojantis procesas. Darbo rezultatus įtakoja žmogiškasis faktorius. Žmogaus darbo pajėgumas susideda iš fizinių ir psichinių komponentų kuriuos įvertinti individualiai sunku. 15 pav. duoti užfiksuoto broko duomenys po pakeitimų.

Suminis klaidų kiekis sumažėjo 25,2 %. Prieš pakeitimus buvo užfiksuota 790 klaidų, po pakeitimų bendras skaičius klaidų buvo 591. Beveik visuose punktuose daugiau ar mažiau išlieka klaidų, didelę dalį darbo kokybės, kaip jau minėta įtakoja žmogiškasis faktorius, kurį sukontroliuoti sunku. Konvejerio kontrolierius apžiūri dviratį tik vizualiai ir patikrina jo funkcionalumą, jo agregatų funkcijas paviršutiniškai – neišmatuoja visų reikiamų nustatytų parametru.

2.4. Dviračio surinkimo mazgų užveržimo statistinė analizė

Dviratis yra surenkamas iš detalių ir visos šios detalės yra suvaržomos. Skirtingų komponentų paprastame dviratyje yra nuo 40 iki 50. Visus varžtų užveržimus yra būtina kontroliuoti, meistras šiuos parametrus nuolat kontroliuoja. Pagrindiniai surinkimo mazgai ir jų užveržimų momentai duoti 11 lentelėje.

11 lentelė. Standartiniai dviračio surinkimo mazgų užveržimų momentai

Myniklio velenas: 25 – 30 Nm – plastikinis, 50 – 70 – metalinis
Priekinė žvaigždė ir švaistiklis (40-45Nm)
Priekinis ratas (20-25Nm)
Galinis ratas (30-35Nm)
Stabdžių kaladėlės (6-7Nm)
Stabdžių kaladėlių trinkelės (6Nm)
Stabdžių kaladėlių trinkelės (6Nm)
Stabdžių rankenėlės (4-5Nm)
Dinama (7-8Nm)
Galinis žvaigždės blokas (30-35 Nm)
Pastatymo kojėlė (26-30Nm)

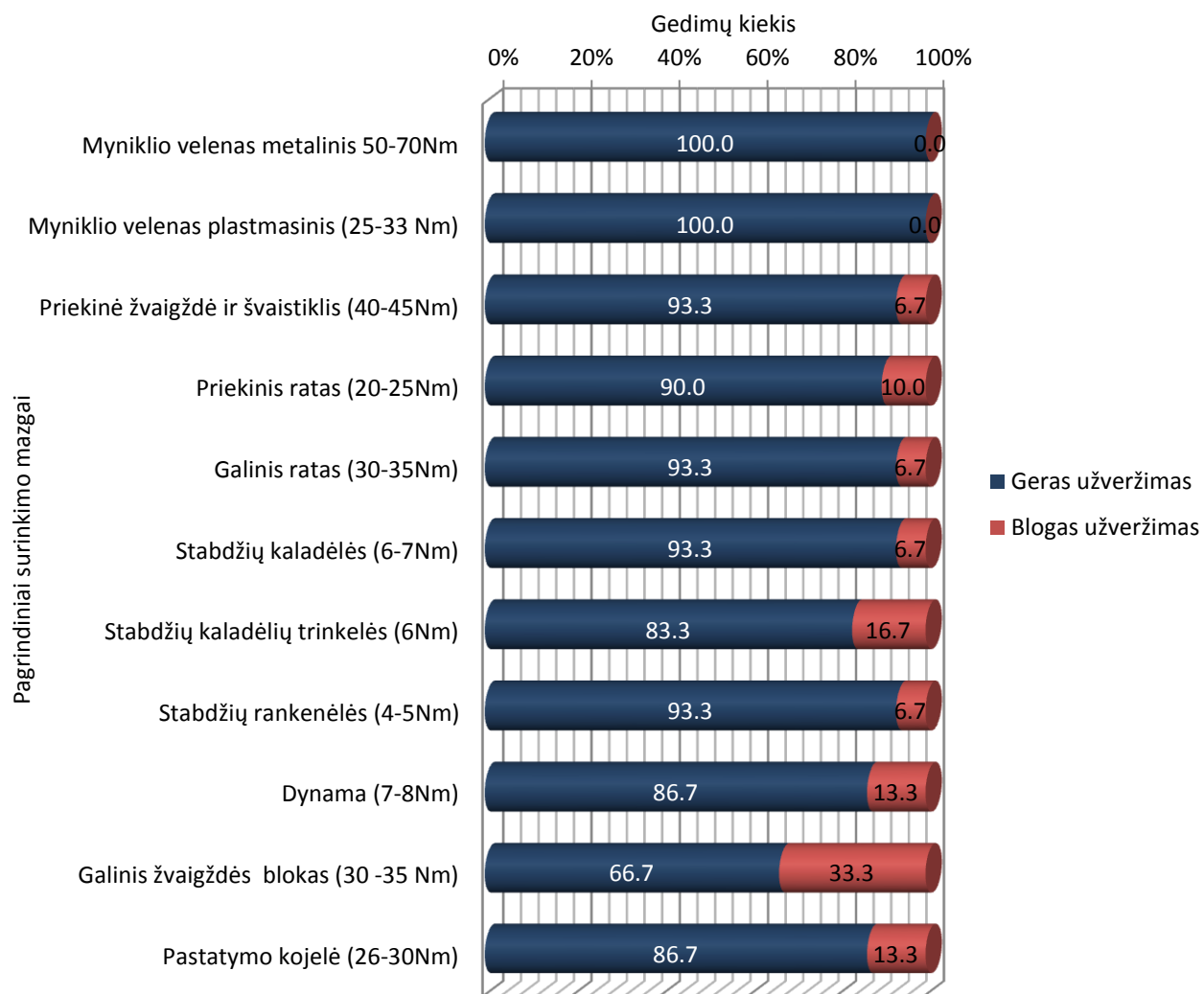


16 pav. Prietaisas skirtas užveržimams matuoti – dinamometras

Buvo atlikta penkiolika tikrinimų pagrindiniuose dviračio surinkimo mazguose kas savaitę. Gautų užveržimo momentų rezultatai duoti 12 lentelėje.

12 lentelė. Užveržimų mazgų duomenys

Nr.	Mini- klio velenas	Priekinė žvaigždė ir švaistik- lis	Prieki- nis ratas	Galinis ratas	Stabdžių kaladėlės	Stabdžių kaladėlių trinkelės	Stabdžių ranken- ėlės	Dinama	Galinis žvaigždės blokas	Pasta- tymo kojelė
1	65	42-40	22-22	35-32	6-6	6-6	5-5	7	35	34
2	30	41-40	24-20	33-30	6-6	6-6	5-4	7	38	33
3	32	44-45	22-25	31-35	7-6	7-6	6-5	8	36	27
4	33	45-45	23-22	35-34	6-6	6-6	5-5	7	33	28
5	30	43-42	25-22	36-35	6-6	7-6	5-5	7	31	28
6	66	42-44	20-22	30-33	7-6	6-6	4-5	8	40	27
7	61	42-42	21-20	33-33	6-6	7-6	4-5	7	35	28
8	60	44-40	20-21	31-35	7-6	6-6	5-5	8	34	24
9	60	42-45	19-22	35-34	6-5	6-7	5-4	6	30	27
10	30	45-44	24-24	35-34	6-6	6-6	4-5	7	36	26
11	33	45-45	20-22	33-32	6-5	6-6	5-5	8	38	32
12	32	41-41	22-18	32-36	6-6	6-7	5-5	8	34	28
13	31	42-38	20-23	30-35	6-6	6-6	5-5	7	34	30
14	33	40-46	21-22	35-33	6-7	6-6	5-6	9	33	26
15	33	44-41	25-26	35-34	7-7	6-6	5-5	8	35	32



17 pav. Pagrindinių surinkimo mazgų užveržimai, %

Kaip matyti iš lentelės, myniklio veleno užveržimai 100 % geri todėl, kad įdiegtas naujas elektrinis suktuvus su reguliuojamu užveržimo momentu. Kitų mazgų užveržimuose užfiksuoti netikslumai jie nėra pastovūs ir vienodi, nes naudojami suktuvai ir veržliasūčiai yra pneumatiniai – jų užveržimas yra reguliuojamas rankiniu būdu, bet tai dar priklauso ir nuo darbuotojo, kaip jis tą suktuvą susireguliuoja, todėl būtina sekti ir tikrinti užveržimus.

IŠVADOS

Našumas ir kokybė yra neatsiejami rodikliai surinkimo procese. Nesant vienam iš šių faktorių, t.y. gaminant našiai, bet nekokybišką produkciją arba priešingai, įmonė dirbs nuostolingai. Todėl būtina šiuos du prioritetus išlaikyti lygiaverčiais ir juos nuolatos tobulinti.

Pagal gautus rezultatus surinkimo proceso darbo efektyvumui, našumui ir kokybės kontrolei gerinti, galima padaryti tokias išvadas:

1. Remiantis dviračių surinkimo pasirinktu 2 technologinio numerio atlikta analize ir konvejerio darbo našumo skaičiavimais, nustatyta, kad 11,91% darbui skirto laiko yra neišnaudojama. Pagal pasiūlytus pakeitimus, konvejerio operacijose neišnaudotas laikas sumažėjo iki 8,24%, t.y. darbui skirto laiko neišnaudota 3,67% mažiau nei buvo prieš tai.
2. Atlikus kokybės kontrolės gautų rezultatų ir grąžinto produkto dėl neatitinkančios kokybės tyrimą, nustatyta, kad per 15 savaičių buvo padaryta 790 klaidų. Įdiegus naujus siūlomus pakeitimus siekiant išlaikyti nustatytą kokybę, gedimų skaičius sumažėjo 25,2 %. Gedimai nėra pastovūs, nes jų atsiradimo pagrindinė priežastis – žmogiškasis faktorius (10 lentelė).
3. Pagrindinių mazgų užveržimo matavimai parodė, kad 10% užveržimų neatitinka nustatytų normų. Pakeitus pneumatinius suktuvus elektriniais, būtų gauti 100% normas atitinkantys užveržimai.
4. Didesnis darbo našumas pasiekiamas keliant personalo darbuotojų kvalifikaciją (kursai, instruktažai, mokymai darbo vietoje ir kt.). Geresnei kokybei užtikrinti reikia vykdyti daugiau kontrolės operacijų ir didinti pačių darbuotojų atsakomybę surinkimo procese.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. DOMARKAS, Vladislovas; MASIONYTĖ, Rita. *Politika ir administravimas. Viešojo administravimo modernizavimo galimybės globalizacijos sąlygomis*. Kaunas, 2005. 21p. ISSN 1648-2603.
2. DOZZI, S. P; ABOURIZK, S. M. *Productivity in construction. National research council*. Ottawa, 1993.
3. International Encyclopedia of Business and Management (second Edition). London: Thomson Learning, 2002.
4. LST EN ISO 9004:2010.[interaktyvus].[žiūrėta 2013m. kovo 1d.]. Prieiga per internetą:<<http://www.irs.lt/lt/ISO/9004/standartas> >.
5. Your gateway to the management world. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. vasario 10d.]. Prieiga per internetą:<<http://vectorstudy.com/management-gurus/emerson-harrington>>.
6. KASSEL, H. *Arbeitszeit. Richtwerte Hochbau*. Frankfurt/M.: ZTV-Verlag, 1982.
7. Kauno technologijos fakulteto duomenų bazė [interaktyvus]. [Kaunas]: KTU [žiūrėta 2012 m. Gruodžio 6d.]. Prieiga per internetą:
<http://distance.ktu.lt/kursai/verslumas/rinkos_aplinkos_tyrimai_II/122744.html>.
8. KUNSTNER, G. *Die Ablauforganisation von Baustellen. Am Beispiel eines Stahlbetonbaus*. – Frankfurt/M.:ZTV-Verlag, 1989. 239p.
9. MAZZEI, Matteo, *Kokybės vadybos sistemos mažoms ir vidutinėms įmonėms*. 2008. 55p.
10. MEDEKŠAS, Henrikas. *Gaminių kokybė ir patikimumas*. Kaunas, 2003. 279p. ISBN 9955-09-091-X.
11. Našumo valdymas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013-03-01]. Prieiga per internetą:
<http://www.straipsniai.lt/articles.php?id=2768>.
12. PLENERT G. *International Operations Management*. Copenhagen, 2002. 483p ISBN-10: 8763000687.
13. Scientific Management [interaktyvus]. [Sydney]: [žiūrėta 2013 m. vasario 10d.]. Prieiga per internetą:<<http://www.skymark.com/resources/leaders/taylor.asp>>.
14. ŠČEMELIOVAS, Jevgenijus. *Pramoninė integruota gamyba*. Vilnius, 2012. 90p. ISBN 978-609-457-131-2.