

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Tomas Poderis

AUTOMATINIŲ GREŽIMO IR KNIEDIJIMO STAKLIŲ
DARBO NAŠUMO TYRIMAS

Magistro baigiamasis darbas

Šiauliai, 2014

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

AUTOMATINIŲ GREŽIMO IR KNIEDIJIMO STAKLIŲ
DARBO NAŠUMO TYRIMAS

Magistro baigiamasis darbas

Autorius –Tomas Poderis (MM-12 gr.)

Vadovas – doc. Dr. A. Sabaliauskas

Konsultantas – UAB „Bageta” inžinierius A. Lukošius

Recenzentas – doc. Dr. R. Šniuolis

Katedros vedėjas – doc. Dr. A. 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 _____ Tomui Poderiui _____

Darbo tema: _____ Automatinių gręžimo ir kniedijimo staklių darbo našumo tyrimas _____

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

1. Darbo tikslas

Atlikti gręžimo ir kniedžių įspraudimo staklių darbo našumo teorinį ir praktinį tyrimą prieš iš ir po staklių automatizavimo.

2. Darbo struktūra

Įvadas. Veiksniai sąlygojantys įrengimo našumą. Projektuojamos automatizuoto įrenginio analitiniai skaičiavimai. Automatizuotų staklių praktinis taikymas. Išvados. Literatūros šaltiniai.

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

Užduotį gavau Tomas Poderis
(magistranto vardas, pavardė)

_____ 2013 02 04
(parašas, data)

Vadovas doc.dr. Artūras Sabaliauskas
(pareigos, vardas, pavardė)

_____ 2013 02 04
(parašas, data)

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	8
ĮVADAS.....	9
1 VEIKSNIAI SĄLYGOJANTYS ĮRENGIMO NAŠUMĄ	10
1.1 Veiksniai sąlygojantys neautomatizuoto įrengimo našumą.....	10
1.2 Veiksniai sąlygojantys automatizuotą įrengimo našumą.....	10
2 PROJEKTUOJAMO AUTOMATIZUOTO ĮRENGINIO ANALITINIAI SKAIČIAVIMAI.....	12
2.1 Neautomatizuoto įrengimo apžvelgimas	12
2.2 Automatizuotas įrengimas	13
2.3 Pneumatinių pavarų parinkimas	14
2.4 Pneumatinės sistemos teorinio veikimo laiko skaičiavimas.....	16
3 AUTOMATIZUOTŲ STAKLIŲ PRAKTINIS TAIKYMAS.....	23
3.1 Realių staklių pneumatinės sistemos analizė.....	24
3.2 Automatinių gręžimo ir kniedžių įspaudimo staklių vartotojo sąsaja	28
IŠVADOS	36
LITERATŪROS ŠALTINIAI.....	37

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Tomas Poderis AUTOMATINIŲ GRĘŽIMO IR KNIEDIJIMO STAKLIŲ DARBO
NAŠUMO TYRIMAS. Magistro baigiamasis darbas / vadovas doc. Dr. A. Sabaliauskas

SANTRAUKA

Įmonei siekiant išlikti konkurencingai privalu ne tik užtikrinti maksimalų įrenginių panaudojimo lygį, bet ir didinti gamybos našumą. Šiame magistro baigiamajame darbe aprašomas automatinių gręžimo ir kniedijimo staklių našumo didinimo galimybės. Skaičiuotini rezultatai palyginami realiais.

ŠIAULIAI UNIVERSITY
FACULTY OF TECHNOLOGY AND NATURE SCIENCE
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

Tomas Poderis. PRODUCTIVITY CALCULATION OF AUTOMATIC DRILLING AND RIVET INSERTING MACHINE. Master final work / research advisor Assoc. doc. Dr. A. Sabaliauskas.

SUMMARY

The company in order to remain competitive must not only ensure maximum equipment utilization levels, but increase productivity. This master project – “Productivity calculation of automatic drilling and rivet inserting machine “, describes theoretical calculations of productivity. The theoretical results are compared with reals.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Pneumatinės pavaros nagrinėjamame įrengime	16
2.2 lentelė. Cilindrų oro sąnaudos 10 mm eigai.....	17
2.3 lentelė. Pneumatinių pavarų oro sąnaudos	18
2.4. lentelė. Pneumatinių vamzdelių pralaidumas.....	19
2.5 lentelė. Kitų pneumatinių elementų pralaidumas [1].	19
2.6 lentelė. Pneumatinių pavarų suveikimo laikai nesat apkrovai	20
2.7 lentelė. Naudojamų pneumatinių pavarų suveikimo laikai nesat apkrovai.....	21
3.1. lentelė. Skaičiuotų ir realių pneumatinių pavarų veikimo laikų palyginimas.....	25
3.2 lentelė. Skaičiuotų ir sumažintų pneumatinių pavarų veikimo laikų palyginimas.....	27

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

2.1 pav. Rankinio valdymo gręžimo – įspraudimo staklės	12
2.2 pav. Automatinio valdymo gręžimo-įspraudimo staklės	13
2.3 pav. Pneumatinių pavarų ciklograma esant nuosekliam pavarų veikimui	21
2.4 pav. Pneumatinių pavarų ciklograma esant mišriam pavarų veikimui	22
3.1 pav. Automatinės gręžimo-įspraudimo staklės	23
3.2. pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių programos dalis	24
3.3 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas	24
3.4 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių ciklograma su realiais laikais	25
3.5 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas	26
3.6 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas	27
3.7 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas	28
3.8 pav. Valdymo prietaisų jungimo schema	29
3.9 pav. Darbo saugos taisyklės	30
3.10 pav. Pagrindinis valdymo langas.....	30
3.11 pav. Laikų nustatymo langas.....	31
3.12 pav. Variklių valdymo langas	32
3.13 pav. Pneumatikos valdymo langas	32
3.14 pav. Daviklių valdymo langas.....	33
3.15 pav. Techninės priežiūros valdymo langas	33
3.16 pav. Panelės parametrų nustatymo langas.....	34
3.17 pav. Darbo našumo atvaizdavimo langas.....	34
3.18 pav. Pneumatikos atvaizdavimo langas.....	35

IVADAS

Šių dienų rinkos ekonomikos sąlygomis bendrovės norėdamos išlikti, užimti didesnę rinkos dalį ar padidinti pelną privalo nuolat tobulinti gamybinius procesus, kad sumažintų gamybinius kaštus ir pagerintų produkto kokybę. Todėl įmonės vis dažniau gamybos procesus automatizuoja, taip padidindamos našumą, sumažindamos aptarnaujančio personalo kiekį ir pagerindamos darbo kokybę.

Šiandieną automatizuoti įrengimai – tai mechatroninės sistemos, kuriose kokybišką, pigų ir paprastą darbą užtikrina mechanikos, elektronikos ir programinės dalies sinergija.

Šiame darbe siekiama nustatyti ar įmanoma suprojektuoti automatines gręžimo ir kniedžių įspaudimo stakles, kurios užtikrintų 1 lent. per 3 sekundes darbo našumą.

Šio darbo tikslas – atlikti gręžimo ir kniedžių įspaudimo staklių darbo našumo teorinį ir praktinį tyrimą prieš iš ir po staklių automatizavimo.

Tikslui pasiekti, darbo atlikimo metu, keliami uždaviniai:

1. išskirti ir nurodyti svarbiausius veiksnius sąlygojančius neautomatizuoto įrengimo ir automatizuotos sistemos našumą;
2. atlikti skaičiavimus ir parinkti mechanizmus realaus įrengimo našumui padidinti;
3. palyginti teorinius skaičiavimus su realiais duomenimis

Neautomatizuotų, t. y. rankinio valdymo, gręžimo ir kniedžių įspaudimo staklių automatizavimas leistų padidinti jų darbo našumą, užtikrinti gaminių kokybę. Siekiant suprojektuoti tokias stakles svarbu tiksliai atlikti skaičiavimus ir parinkti tinkamus mechanizmus.

1 VEIKSNIAI SĄLYGOJANTYS ĮRENGIMO NAŠUMĄ

Įrenginio našumas suprantamas kaip – pagamintos produkcijos ir tam sunaudoto laiko santykis. Padidinti jo našumą dažniausiai galima pagreitinus atliekamus gamybos procesus, ciklus. Įmonės yra suinteresuotos mažesnėmis sąnaudomis pagaminti daugiau produkcijos. Šiam tikslui pasiekti jos neretai pasirenka turimo įrengimo parko atnaujinimą ar tobulinimą.

Dažniausiai sutinkami dviejų tipų įrenginiai: neautomatizuoti ir automatizuoti. Šių įrengimų skirtingos konstrukcijos lemia veiksniais sąlygojančių jų našumą. Toliau bus išskiriami svarbiausi veiksniai.

1.1 Veiksniai sąlygojantys neautomatizuoto įrengimo našumą

Neautomatizuotas įrengimas dažniausiai suprantamas kaip įrengimas, kurio našumui daug įtakos turi operatorius. Toks įrengimas sudarytas iš įvairių sudėtingų detalių tokių kaip: krumpliaračiai, skriemuliai, diržinės pavaros, reduktoriai, ekscentriniai velenai, kumšteliai.

Tokio įrenginio konstrukcijos sudėtingumas priklauso nuo jo paskirties ir atliekamų operacijų skaičiaus, t. y. kuo daugiau operacijų turi atlikti įrengimas tuo sudėtingesnė jo konstrukcija. Norint užtikrinti sklandų tokio įrengimo darbą reikia tiksliai apdirbti naudojamą detales, paskaičiuoti apkrovas veikiančias įvairias mechanizmo detales, numatyti kompleksinius judesius. Visa tai lemia įrengimo kainos augimą. Įrengime sudėtinga diagnozuoti gedimus.

Didžiausią įtaką neautomatizuoto įrengimo našumui turi operatorius. Operatoriaus klaidos, jo fizikinė ir psichologinė būseną stipriai įtakoja įrengimo našumą.

1.2 Veiksniai sąlygojantys automatizuotą įrengimo našumą

Automatizuoti įrenginiai – tai įrengimai kurie sugeba savarankiškai atlikti tam tikras operacijas be žmogaus, vadovaujantis jutikliais ir iš anksto užprogramuotais judesiais. Šių įrenginių sugebėjimas tam tikras užduotis atlikti savarankiškai lemia ir santykinai aukštą jų kainą, lyginant su neautomatizuotais.

Automatizuotą įrengimą sudaro mechaninės, elektrinės ir programinės dalies sinergija, todėl norint sukonstruoti našų ir nebrangų įrengimą svarbu sugebėti išsirinkti reikiamus mechanizmus. Automatizuoto įrengimo našumą sąlygoja mechaninės, elektrinės ir programinės dalies veikimo greitis.

Automatizuotame įrengime reikia siekti kuo labiau supaprastinti judesius taip užtikrinant sklandų įrengimo darbą ir maksimaliai išnaudojant mechanizmus. Judesiam atlikti naudojamos

varikliai, reduktoriai, pneumatiniai įrengimai. Standartinių mechanizmų charakteristikos aprašomos gamintojo, todėl nesunku parinkti reikiamo galingumo ir veikimo greičio mechanizmą.

Parinkant elektrinius komponentus svarbu atsižvelgti į jų reakcijos laiką, galingumą, tarnavimo laiką. Pagrindinę informaciją taip pat pateikia gamintojai, kitus duomenis galima nesunkiai pasiskaičiuoti. Automatizuotame įrengime didelę įtaką turi jutikliai, kurie sugeba nusakyti įrengimui apie ruošinių ir mechanizmų padėtį, diagnozuoti gedimus, užtikrinti kokybę.

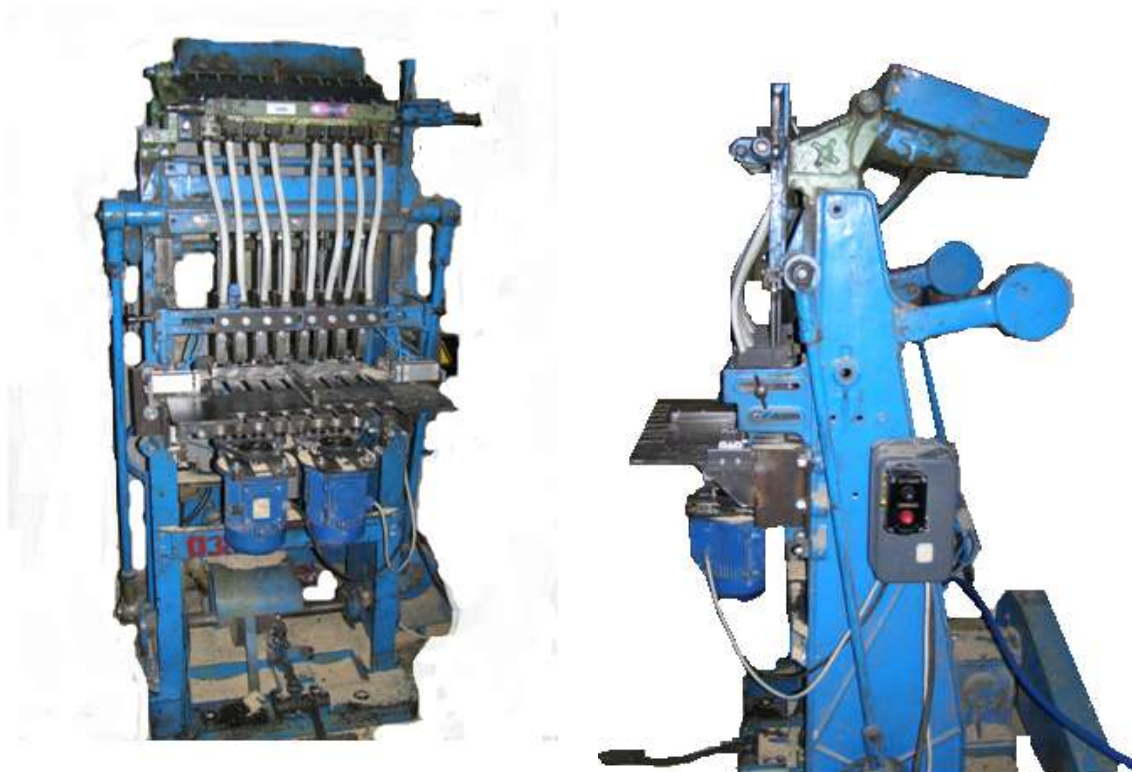
Siekiant našiausio įrengimo darbo pirma reikia suplanuoti ir numatyti įrengimo judesius. Naudojant valdiklius nesudėtinga įrengimą priversti užduotis atlikti ne tik nuosekliai bet ir lygiagrečiai, kai kelios operacijos atliekamos vienu metu.

Apibendrinant galima pastebėti, kad pagrindiniai skirtumas tarp automatizuotų ir neautomatizuotų įrengimų – jų valdymo sudėtingumas. Tai lemia ir veiksmų sąlygojančių jų našumą skirtumus.

2 PROJEKTUOJAMO AUTOMATIZUOTO ĮRENGINIO ANALITINIAI SKAIČIAVIMAI

2.1 Neautomatizuoto įrengimo apžvelgimas

2.1 paveiksle pateikiamas įmonėje naudojamų neautomatizuoto įrenginio pavyzdys – rankinio valdymo gręžimo ir kniedžių įspraudimo staklės.



2.1 pav. Rankinio valdymo gręžimo – įspraudimo staklės

Šių staklių našumas labiausiai sąlygojamas žmogus. Pagaminamos produkcijos kiekis priklauso nuo darbininko įgudimo, reakcijos laiko, nuovargio, fizinio pasirengimo. Darbininkui reikia atlikti kompleksinius veiksmus:

1. paimti ruošinį ir jį įstatyti į įrengimą;
2. ruošinius prilaikant rankomis, koja nuspausti pedalą, kad būtų atliktas gręžimo operacija;
3. koja nuspausti kitą pedalą kad būtų atliktas kniedžių įspaudimo operacija;
4. apsukti ruošinius ir pakartoti operaciją.

Operacijos atliekamos paeiliui, todėl nepilnai išnaudojamas mechanizmo potencialas – kol atliekama gręžimo operacija, išpaudimo operacija negalima, ruošinio įstatymo ir nuėmimo metu įrengimas nedirba.

Dėl įrengimo specifinės konstrukcijos jį sudėtinga automatizuoti – padaryti automatinį ruošinių pastatymą į apdirbimo zoną ir ruošinių pašalinimą iš jos taip likviduojant žmogiškąjį faktorių.

Remiantis vidutiniais duomenimis, nustatyta, kad šiomis staklėmis vidutinis darbo našumas siekia apie 10 s vienai lentai.

2.2 Automatizuotas įrengimas

Atsiradus gamybiniam ir ekonominiam būtinumui tobulinti naudojamas rankines stakles, kaip alternatyva joms projektuojamos automatinio valdymo gręžimo – kniedžių išspaudimo staklės. Jų prototipo brėžinys pateikiamas 2.2 paveiksle.



2.2 pav. Automatinio valdymo gręžimo-įspaudimo staklės

Atsižvelgiant į naudojamų neautomatizuotų staklių problemas ir trūkumus, kuriant įrengimą išskelti reikalavimai:

- našumo, lyginant su rankinio apdirbimo staklėmis, padidėjimas. Įvertinus numatomą įrengimo kainą, apskaičiuota, kad vienos lentos apdirbimo laikas turi būti apie 3 sekundes, kad staklių gamyba atsipirktu per vienerius metus;
- įrenginio universalumas. Siekiama, kad projektuojamas įrengimas turėtų būti universalus ir būtų įmanomą apdirbti skirtingų išmatavimų produkciją, 550mm, 750mm, 950mm ir 1150mm ilgio lentas;
- patogus, paprastas ir saugus naudoti.

Numatoma, kad įrengime bus atliekamos sekančios operacijos:

- ruošinio (lentos) numetimas iš kaupiklio;
- ruošinio prispaudimas prie bazinio paviršiaus;
- ruošinio fiksavimas plokštumoje;
- ruošinio perstūmimas iš A pozicijos į B ir iš B pozicijos į C;
- skylių gręžimas;
- kniedžių įspaudimas į paruošas skylės;
- kniedžių rūšiavimas;
- ruošinio ilgio koregavimas;

Siekiant didesnio našumo, kai kurios operacijos yra atliekamos vienu metu, pvz. kniedžių rūšiavimas – jis nepriklauso nuo įrenginio darbo eigos ir atliekamas visą laiką.

Įrengime panaudota 27 pneumatinės pavaros, kurios atlieka slenkamąjį judesį ir 9 varikliai.

Didžiausią įtaką projektuojamo įrengimo našumui turi pneumatinių pavarų veikimo greitis. Kuo pneumatinės pavaros cilindro skersmuo mažesnis tuo greičiau suveiks pavara tačiau sumažės jos sukuriama jėga, todėl svarbu parinkti reikiamas pneumatines pavaras.

2.3 Pneumatinių pavarų parinkimas

Ruošinio numetimas iš kaupiklio:

Skaičiavimams naudojame didžiausią galimą ruošinį – 1150x200x20 mm, kurio vidutinis svoris 1,6 kg (svoris gali skirtis priklausomai nuo medžio rūšies ir drėgmės). Projektavimo metu numatyta, kad lentų kaupiklyje didžiausias galimas lentų kiekis – 50 vnt.

Dėtuvėje esančių lentų svoris:

$$m_{\text{dėt.}} = m_{\text{vid.}} \cdot x;$$

čia: $m_{dēt.}$ – didžiausias lentų svoris dėtuvėje;
 $m_{vid.}$ – vidutinis vienos lentos svoris;
 x – lentų kiekis dėtuvėje.

$$m_{dēt.} = 1,6 \cdot 50 = 80 \text{ kg.}$$

Trinties koeficientai:

Medis – medis (sausas lygus) – 0,25-0,5. [6]

Medis – metalai – 0,2-0,6. [6]

Randame statinės trinties jėgą tarp metalo ir lentos paviršių:

$$F_{tr.1} = \mu_{met.} \cdot N_1; [7]$$

čia μ - trinties koeficientas (medis-metalas) = 0,6;
 N - normalinė jėga, atsirandanti tarp paviršių (veikianti statmenai paviršiui);
 F_{tr} - trinties jėga arba didžiausia galima trinties jėga;

$$N_1 = m_{dēt.} \cdot g;$$

čia g – laisvo kritimo pagreitis = $9,81 \frac{m}{s^2}$;

$$N_1 = 80 \cdot 9,81 = 784,8 \text{ N};$$

$$F_{tr.1} = 0,6 \cdot 784,8 = 470,88 \text{ N.}$$

Randame statinės trinties jėgą tarp lentos ir virš jos esančios lentos paviršių:

$$F_{tr.2} = \mu_{med.} \cdot N_1;$$

čia μ - trinties koeficientas (medis-medis) = 0,5;

$$F_{tr.2} = 0,5 \cdot 784,8 = 392,4 \text{ N.}$$

Randame bendrą trinties jėgą:

$$F_{tr.} = F_{tr.1} + F_{tr.2};$$

$$F_{tr.} = 470,88 + 392,4 = 863,88 \text{ N.}$$

Įvertiname nenumatytas priežastis, dėl kurių gali prireikti galingesnės pneumatinės pavaros – tai galėtų būti drėgnesni medžio ruošiniai (didesnis svoris), medžio atplaišos ir t. t. Įvedame atsargos koeficientą $k = 2$. Įvertinus atliktus skaičiavimus, ir priimtas prielaidas, nustatoma kad reikalingas cilindras, kurio generuojama jėga būtų artima 1727 N, toks ir ieškomas kataloge. Artimiausios pneumatinės pavaros skersmuo būtų 63mm, pneumatinė pavara generuoja 1925,6 N jėgą.

Analogiškai apskaičiuojamos ir parenkamos ir kitos pneumatinės pavaros. Atliktų skaičiavimų duomenys pateikiami 2.1. lentelėje.

2.1 lentelė. Pneumatinės pavaros nagrinėjamame įrengime

Nr.	Pneumatinės pavaros kodas	Stūmoklio skersmuo, mm	Stūmoklio eiga, mm	Pneumatinių pavarų kiekis įrengime, vnt.	Papildoma informacija.
1	61M2P025A0050	25	50	1	Matmenys atitinka DIN/ISO 6431 standartą
2	61M2P032A0050	32	50	4	Matmenys atitinka DIN/ISO 6431 standartą
3	61M2P032A0020	32	20	8	Matmenys atitinka DIN/ISO 6431 standartą
4	61M2P032A0400	32	400	2	Matmenys atitinka DIN/ISO 6432 standartą
5	61M2P040A0025	40	25	2	Matmenys atitinka DIN/ISO 6432 standartą
6	61M2P050A0050	50	50	4	Matmenys atitinka DIN/ISO 6432 standartą
7	61M2P063A0050	63	50	2	Matmenys atitinka DIN/ISO 6432 standartą
8	61M2P063A0300	63	300	2	Matmenys atitinka DIN/ISO 6432 standartą
9	61M2P100A0075	100	75	2	Matmenys atitinka DIN/ISO 6432 standartą

2.4 Pneumatinės sistemos teorinio veikimo laiko skaičiavimas

Pneumatinių pavarų generuojama jėga priklauso nuo suspausto oro slėgio ir stūmoklio diametro, o veikimo greitis nuo oro srauto.

Teorinis veikimo greitis.

Pneumatinės pavaros veikimo greitis stūmoklio išstūmimo ir sutraukimo kryptimis skiriasi dėl skirtingų stūmoklio tūrių – išstūmimo metu slėgis veikia visą stūmoklio plotą, sutraukimo metu stūmoklio paviršiaus plotas mažesnis ir tūris mažesnis, nes yra kotas. Iš gamintojo katalogo

surandame ir 2.2 lentelėje pateikiame pneumatinių pavarų kurių eiga 10mm. oro sąnaudas esant 6, 7 ir 8 barų slėgiui [2].

2.2 lentelė. Cilindrų oro sąnaudos 10 mm eigai

Nr.	Cilindras	Sąnaudos prie 6 bar.	Sąnaudos prie 7 bar.	Sąnaudos prie 8 bar.
1	61M2P025A0050	0,034 – 0,029	0,039 – 0,033	0,044 – 0,037
2	61M2P032A0010	0,056 – 0,048	0,064 – 0,055	0,072 – 0,062
3	61M2P040A0010	0,088 – 0,074	0,1 – 0,084	0,113 – 0,095
4	61M2P050A0010	0,137 – 0,115	0,157 – 0,132	0,177 – 0,148
5	61M2P063A0010	0,218 – 0,196	0,249 – 0,224	0,208 – 0,252
6	61M2P100A0010	0,55 – 0,515	0,628 – 0,589	0,707 – 0,662

Numatoma, kad penumo pavaros dirbs esant 7 bar. slėgiui. Skaičiuojama pneumatinių pavarų oro sąnaudas.

61M2P032A0050 pneumatinės pavaros oro sąnaudos:

$$x_a = \frac{x_1 \cdot l}{10} = \frac{0,064 \cdot 50}{10} = 0,32 \text{ l/min}$$

Čia x_a - oro sąnaudos pneumatinei pavarai išstumiant kotą visa eiga;
 x_1 - oro sąnaudos 10mm eigos pneumatinei pavarai išstumiant kotą;
 l – pneumatinės pavaros eiga.

$$x_b = \frac{x_2 \cdot l}{10} = \frac{0,055 \cdot 50}{10} = 0,275 \text{ l/min}$$

Čia x_b - oro sąnaudos pneumatinei pavarai sustumiant kotą visa eiga;
 x_1 - oro sąnaudos 10mm eigos pneumatinei pavarai sustumiant kotą;
 l – pneumopavaros eiga.

Analogiškai skaičiuojamas ir kitų pneumatinių pavarų oro sąnaudos. Skaičiavimų duomenys pateikiami 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Pneumatinių pavarų oro sąnaudos

Nr.	Kodas	Kiekis, <i>vnt</i>	Pavaros oro sąnaudos stūmoklio ištraukimo kryptimi, <i>Nl</i>	Pavaros oro sąnaudos stūmoklio sutraukimo kryptimi, <i>Nl</i>
1	61M2P025A0050	1	0,195	0,165
2	61M2P032A0020	4	0,128	0,11
3	61M2P032A0050	8	0,32	0,275
4	61M2P032A0400	2	2,56	2,2
5	61M2P040A0025	2	0,25	0,213
6	61M2P050A0050	4	0,785	0,66
7	61M2P063A0050	2	1,245	1,12
8	61M2P063A0300	2	7,47	6,72
9	61M2P100A0075	2	4,71	4,418

Skaičiuojamas pneumatinių vamzdelių oro pralaidumas (Su „TLV – A Steam Specialist Company“ internetine skaičiuokle [4]) esant 7 bar. slėgiui. Skaičiavimų duomenis surašomi į 2.4 lentelę.

$$\frac{(p_1 - p_2)}{p_1} < F_\gamma \cdot x_T \rightarrow$$

$$Q_a = 4.17 \cdot C \cdot \left(\frac{d_o}{4.654}\right)^2 \cdot p_1 \cdot \left(1 - \frac{p_1 - p_2}{3F_\gamma \cdot x_T}\right) \cdot \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{p_1}} ;$$

$$\frac{(p_1 - p_2)}{p_1} \geq F_\gamma \cdot x_T \rightarrow$$

$$Q_a = 0.667 \cdot 4.17 \cdot C \cdot \left(\frac{d_o}{4.654}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{F_\gamma \cdot x_T}{T_a + 273.15}} .$$

Čia: T_a - oro temperatūra (°C);

p_1 – Įvado slėgis (kPa);

p_2 – Išvado slėgis (kPa);

d_o – vamzdelio vidinis skersmuo (mm);

c – oro išmetimo koeficientas;

Q_a – oro srautas (Nm³/min);

F_γ – specifinis šilimo faktorius;

x_T – slėgio diferencialo faktorius.

$T_a = 20^\circ\text{C}; \quad p_1 = 801,325 \text{ kPa}, \quad p_2 = 101,325 \text{ kPa}; \quad d_o = 12 \text{ mm}; \quad C = 0,7$ [4]; $F_\gamma = 1.401$ [5]; $x_T = 0,72$ [4].

$$\frac{(801,325 - 101,325)}{801,325} < 1,4 \cdot 0,7;$$

$$0,8736 < 1,008.$$

$$Q_a = 4,17 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{12}{4,654}\right)^2 \cdot 801,325 \cdot \left(1 - \frac{801,325 - 101,325}{3 \cdot 1,4 \cdot 0,72}\right) \cdot \sqrt{\frac{801,325 - 101,325}{20 + 273,15}} =$$

$$= 8,56739 \text{ Nm}^3/\text{min}$$

2.4. lentelė. Pneumatinių vamzdelių pralaidumas

Vidinis pneumatinio vamzdelio skersmuo, mm	Pralaidumas S, Nm ³ /min	Pralaidumas S, l/min	Pralaidumas S, l/s
12	8,56739	8567	142,8
11	7,19899	7199	120
10	5,94957	5950	99,2
9	4,81916	4819	80,3
8	3,80773	3808	63,5
7	2,91529	2915	48,6
6	2,14185	2142	35,7
5	1,48739	1487	24,8
4	0,951932	952	15,9
3	0,535462	535	8,9
2	0,207773	208	3,5
1	0,0519433	52	0,87

2.5 lentelė. Kitų pneumatinių elementų pralaidumas [1].

r.	Kodas	Pavadinimas	Pralaidumas	Darbinis slėgis
		Įvadas	5950 l/min	
	HZE2C15GM	Slėgio regulatoriaus ir oro tepimo blokas	2500 l/min	
	BDF-4220	Skirstytuvas	1250 l/min	2,5...10 bar

Palyginę į 2.4 ir 2.5 lentelių duomenis matoma, kad pneumatiniams pavarams sujungti neapsimoka naudoti pneumatinių žarnelių, kurių vidinis skersmuo didesnis kaip 5mm., nes daugiau oro nepraleidžia pneumatinis skirstytuvas. Pneumatinių pavaru veikimo greičių didesnio kaip 5mm. skersmens vamzdeliai nepadidins.

Remiantis tuo, toliau atliekami skaičiavimai pneumatinių pavaru veikimo greitis naudojant įvairaus skersmens pneumatinius vamzdelius.

61M2P032A0400

$$t_1 = \frac{O_1}{S};$$

$$t_2 = \frac{O_2}{S}.$$

Čia t_1 – pavaros suveikimo laikas stūmoklio išstūmimo kryptimi (s);

O_1 – pneumatinės pavaros oro sąnaudos stūmoklio išstūmimo kryptimi (Nl);

S – pneumatinių vamzdelių pralaidumas (Nl/s);

t_2 – pavaros suveikimo laikas stūmoklio sutraukimo kryptimi (s);

O_2 – pneumatinės pavaros oro sąnaudos stūmoklio sutraukimo kryptimi (Nl).

$$t_1 = \frac{0,195}{8,9} = 0,022 \text{ s};$$

$$t_2 = \frac{0,165}{8,9} = 0,019 \text{ s}.$$

Analogiškai skaičiuojame ir kitų pavarų suveikimo laikus. Duomenis surašome į 2.6 lentelę.

2.6 lentelė. Pneumatinių pavarų suveikimo laikai nesat apkrovai

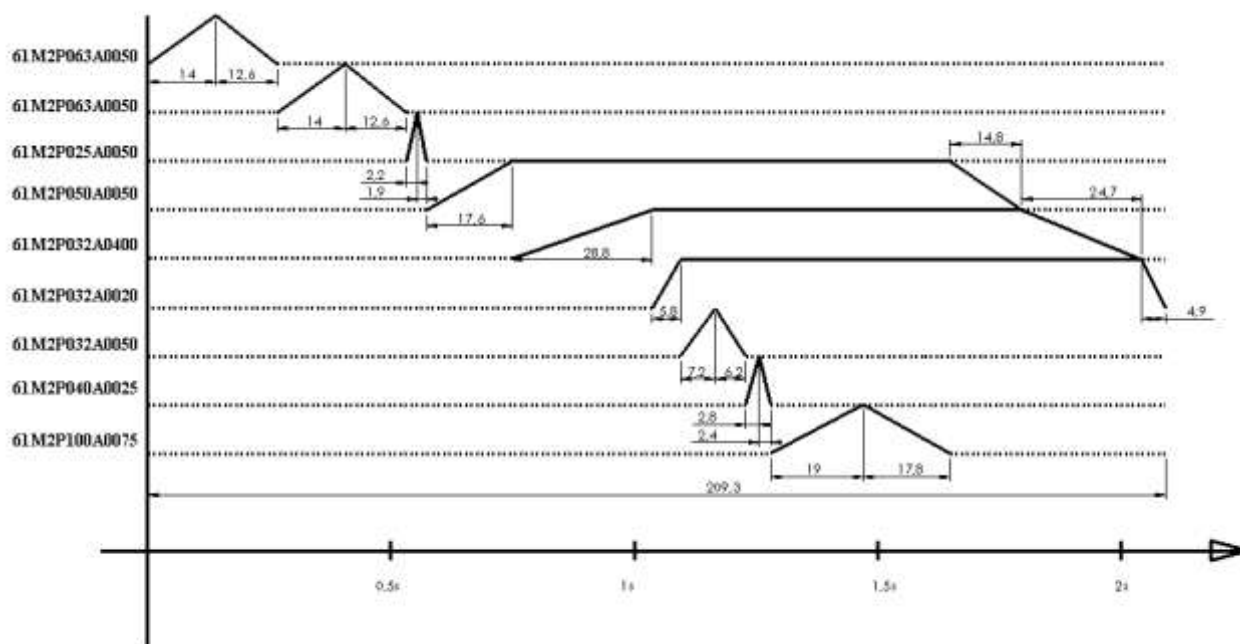
Standartinės pneumo pavaros	Vidinis pneumatinio vamzdelio skersmuo, mm									
	1		2		3		4		5	
61M2P025A0050	0,224	0,190	0,056	0,047	0,022	0,019	0,012	0,010	0,008	0,007
61M2P032A0020	0,589	0,506	0,146	0,126	0,058	0,049	0,032	0,028	0,021	0,018
61M2P032A0050	0,736	0,632	0,183	0,157	0,072	0,062	0,040	0,035	0,026	0,022
61M2P032A0400	2,943	2,529	0,731	0,629	0,288	0,247	0,161	0,138	0,103	0,089
61M2P040A0025	0,287	0,245	0,071	0,061	0,028	0,024	0,016	0,013	0,010	0,009
61M2P050A0050	1,805	1,517	0,449	0,377	0,176	0,148	0,099	0,083	0,063	0,053
61M2P063A0050	1,431	1,287	0,356	0,320	0,140	0,126	0,078	0,070	0,050	0,045
61M2P063A0300	8,586	7,724	2,134	1,920	0,839	0,755	0,470	0,423	0,301	0,271
61M2P100A0075	5,414	5,078	1,346	1,262	0,529	0,496	0,296	0,278	0,190	0,178

Iš 2.6 lentelės duomenų matoma, kad pneumatinių pavarų poslinkio laikas, pavarai esant neapkrovai, yra nedidelis. Vis dėlto, reikia atsižvelgti į įrengimo konstrukciją ir įvertinti galimas apkrovas, kurios galėtų sulėtinti pavaras. Iš 2.6 lentelės duomenų pasirenkami pneumatinių vamzdelių skersmenys, kurie bus naudojami projektuojamame įrengime. Pasirinkimai pateikti į 2.7 lentelę.

2.7 lentelė. Naudojamų pneumatinių pavarų suveikimo laikai nesat apkrovai

Standartinės pneumo pavaros	Pneumatinių pavarų veikimo laikai		Vamzdelio vidinis skersmuo, mm
61M2P025A0050	0,022	0,019	3
61M2P032A0020	0,058	0,049	3
61M2P032A0050	0,072	0,062	3
61M2P032A0400	0,288	0,247	3
61M2P040A0025	0,028	0,024	3
61M2P050A0050	0,176	0,148	3
61M2P063A0050	0,140	0,126	3
61M2P063A0300	0,839	0,755	3
61M2P100A0075	0,190	0,178	5

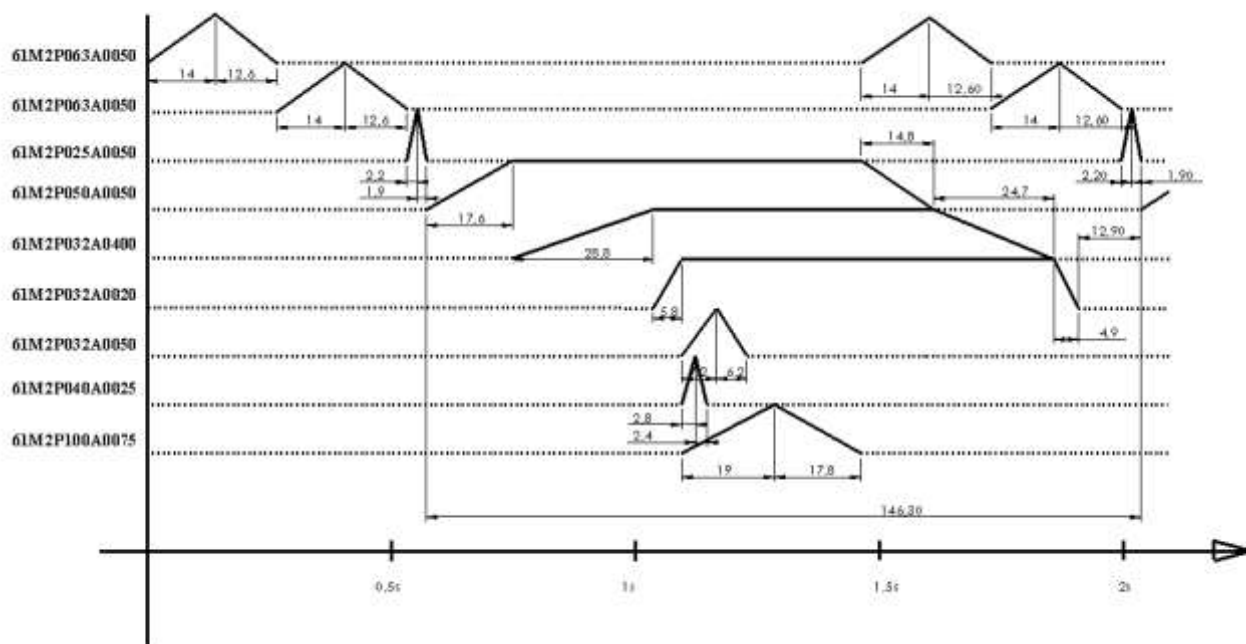
Sudaromas nuoseklus pavarų veikimo ciklas, kai vienu metu signalas keičiamas vienam pneumatiniam skirstytuvui (žr. 2.3 pav.).



2.3 pav. Pneumatinių pavarų ciklograma esant nuosekliam pavarų veikimui

$$t = 0,14 + 0,126 + 0,14 + 0,126 + 0,022 + 0,019 + 0,176 + 0,288 + 0,058 + 0,072 + 0,062 + 0,028 + 0,024 + 0,19 + 0,178 + 0,148 + 0,247 + 0,049 = 2,093sec$$

2,093 s < 3 s, sąlyga patenkinta, tačiau dėl pasipriešinimo realus laikas gali būti didesnis dėl to projektuojame ciklą su mišriu skirstytuvų valdymu (žr. 2.4 pav.).



2.4 pav. Pneumatinių pavarų ciklograma esant mišriam pavarų veikimui

$$t = 0,176 + 0,288 + 0,058 + 0,19 + 0,178 + 0,148 + 0,247 + 0,049 + 0,129 = 1,463 \text{ sec}$$

1,463 s < 3 s, sąlyga patenkinta. Gauname optimaliausią veikimo greitį.

Remiantis 2.7 lentelės duomenimis suskaičiuojama kiek litrų oro sunaudos visi cilindrai atlikdami ruošinio apdirbimo ciklą ir patikriname ar tiek oro praleis slėgio reguliatorius:

$$\begin{aligned} Or &= 1 \cdot (0,194 + 0,165) + 4 \cdot (0,128 + 0,11) + 8 \cdot (0,32 + 0,275) + 2 \cdot (2,56 + 2,2) + \\ &\quad \cdot (0,25 + 0,213) + 4 \cdot (0,785 + 0,66) + 2 \cdot (1,245 + 1,12) + 2 \cdot (7,47 + 6,72) \\ &\quad + 2 \cdot (4,71 + 4,418) = 52,45 \text{ l} \end{aligned}$$

Per 1 minutę įrengimas sunaudos $\frac{60}{t} \cdot Or = \frac{60}{1,463} \cdot 52,45 = 2151 \text{ l}$ oro. Slėgio reguliatoriaus pralaidumas 2500 l/min todėl galime teigti, kad tokiu tempu dirbti įrengimas pajėgs.

Atlikti skaičiavimai leido nustatyti, kad teoriškai pasirinkta pneumatinė sistema gali pasiekti norimą projektuojamo įrengimo našumą. Todėl tolesniame etape tokią pneumatinę sistemą diegsime praktiškai.

3 AUTOMATIZUOTŲ STAKLIŲ PRAKTINIS TAIKYMAS

Remiantis ankstesniais skaičiavimai suprojektuotos automatinės gręžimo ir kniedžių įspaudimo staklės pavaizduotos 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Automatinės gręžimo-įspraudimo staklės

Rėmas surinktas iš lankstinių, lazerinėmis staklėmis pjautų plokščių ir standartinių metalo vamzdžių. Poslinkiam atlikti pasirinktos „Camozzi“ gamintojo 61 serijos pneumatinės pavaros, kurių matmenys atitinka DIN/ISO 6431 standartą, todėl nesunku pakeisti kito gamintojo produktais. Pneumatinėms pavaroms valdyti pasirinkta „Univer“ gamintojo pneumatinė sala su BDF-4220 pneumatiniams skirstytuvams. Skirstytuvams valdyti pasirinkti BDE elektromagnetinės ritės dėl jų reakcijos laiko (14 – 37 ms) ir nedidelės galios poreikio (2,5W), kas suteikia galimybę elektromagnetines rites jungti tiesiogiai prie valdiklio. Staklių valdymui pasirinktas „Schneider“ gamintojo „Twido“ valdiklis su tranzistoriniais išėjimais ir HMI valdymo panele [3].

3.1 Realių staklių pneumatinės sistemos analizė

Staklių programoje numatyta stebėti tam tikrų cilindrų veikimo greiti, kad būtų galima tiksliau sureguliuoti įrengimą, nustatyti susidėvėjusius cilindrus ar tam tikrus gedimus. Pneumatinių pavarų veikimo greitis nustatomas nuo to momento, kai duodamas signalas skirstytuvui daryti pastūmą iki tos akimirkos kai daviklis pajaučia pavaros stūmoklyje esantį magnetą galinėje pavaros dalyje.



3.2. pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių programos dalis

3.3 paveiksle pavaizduoti realūs pagrindinių pneumatinių pavarų veikimo greičiai milisekundėmis. 3.1 lentelėje lyginami skaičiuoti ir realūs pneumatiniai pneumatinių pavarų veikimo laikai.

	Iešun.	Sitrauk.
Magnetinis d.	2	
Magnetinis k.	2	
Fiksavimas d.	2	
Fiksavimas k.	2	
Greitluvas d.	8	0.00 - 0.10
Greitluvas k.	8	0.00 - 0.10
Grežimas d.	2	0.00 - 0.10
Grežimas k.	2	0.00 - 0.10
Knie. Įspaudimas d.	8	0.00 - 0.10
Knie. Įspaudimas k.	8	0.00 - 0.10

3.3 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas

3.1. lentelė. Skaičiuotų ir realių pneumatinių pavarų veikimo laikų palyginimas

Skaičiuotos reikšmės			Realios reikšmės			Pastabos	
	s	s	=	s	s		
61M2P063A0050	0,14	0,126	=	0,2	-	Numetimas d.	
61M2P063A0050	0,14	0,126	=	0,2	-	Numetimas k.	
61M2P050A0050	0,176	0,148	=	0,2	0,2	Fiksavimas d.	
61M2P050A0050	0,176	0,148	=	0,2	0,2	Fiksavimas k.	
61M2P032A0400	0,288	0,247	=	0,3	0,3	Griebtuvas d.	Reikalingas srauto reguliatorius
61M2P032A0400	0,288	0,247	=	0,3	0,3	Griebtuvas k.	Reikalingas srauto reguliatorius
61M2P032A0050	0,072	0,062	=	0,2	0,2	Grėžimas d.	Reikalingas srauto reguliatorius
61M2P032A0050	0,072	0,062	=	0,2	0,2	Grėžimas k.	Reikalingas srauto reguliatorius
61M2P100A0075	0,19	0,178	=	0,3	0,3	Knie. įspaudimas d.	
61M2P100A0075	0,19	0,178	=	0,3	0,3	Knie. įspaudimas k.	

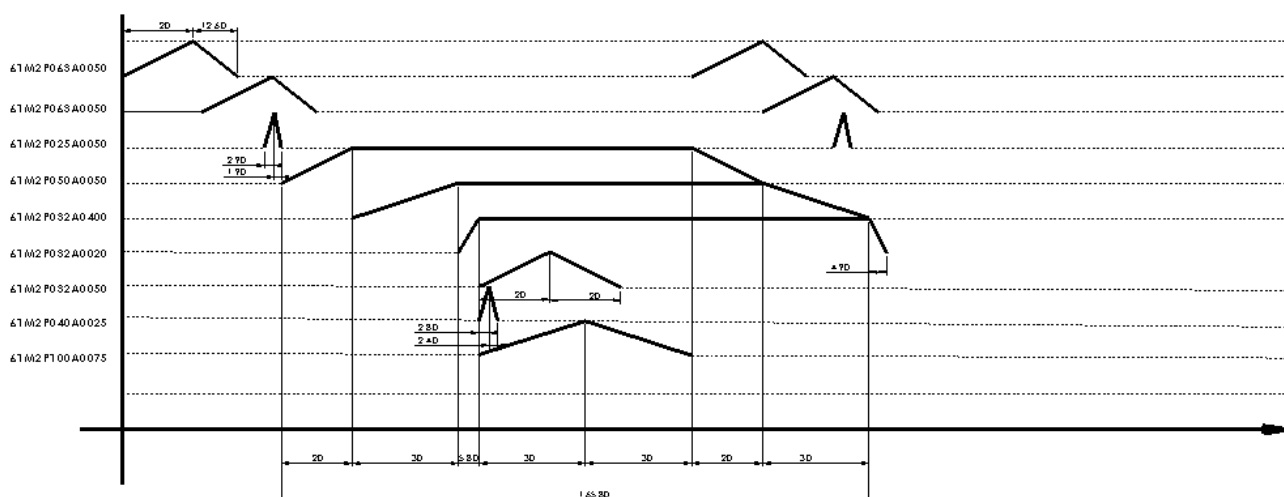
Lyginant dešimtosios sekundės tikslumu skaičiuotus ir realius pavarų laikus gauname:

$$\frac{0,14 + 0,176 + 0,148 + 0,288 + 0,247 + 0,072 + 0,062 + 0,19 + 0,178}{9} = \frac{0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3}{9};$$

$$0,1667 s = 0,255 s.$$

Gauname, kad skaičiuoti rezultatai atitinka realius 65,4 %

Pagal 3.1 lentelės, realius pneumatinių pavarų laikus sudarome ciklogramą 3.4 pav. ir suskaičiuojame vienos lentos apdirbimo laiką.



3.4 pav. Automatinių grėžimo-įspaudimo staklių ciklograma su realiais laikais.

$$t = 0,2 + 0,3 + 0,058 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,3 = 1,658 \text{ sec}$$

Iš 3.1 lentelės duomenų matoma, kad skaičiuoti pneumatinių pavarų veikimo laikai panašūs į gautas veikiančiame įrengime, todėl galime teigti skaičiavimo metodiką tikslinga naudoti siekiant nustatyti būsimą įrengimo našumą.

Bandant realų įrengimą pastebėta, kad pneumatinės pavaros veikia per greitai, nes atsiranda smūgiai galinėse pavarų pozicijose, todėl nuspręsta jas sulėtinti. Norint sumažinti pavarų greitį galima sumažinti slėgį sistemoje arba sumažinti oro srautą į pavaras. Sumažinus slėgį sistemoje sumažėtų ir pavarų sukuriama jėga, todėl nuspręsta mažinti oro srautą naudojant srauto reguliatorius ir greito numetimo vožtuvus. 3.5 pav. pavaizduoti automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas naudojant oro srauto reguliatorius.

	Isstun.	Sutruk.
Monetas d.	4	
Monetas k.	2	
Fiksavinas d.	3	3
Fiksavinas k.	3	3
Grębtuvas d.	10	28
Grębtuvas k.	11	7
Grežinas d.	15	3
Grežinas k.	2	3
Knie. įspaudinas d.	4	3
Knie. įspaudinas k.	5	3

3.5 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas

Su srauto reguliatoriais sulėtinama pneumatinių pavarų veikimo greitis tiek, kad penumo pavaros nepatirtų nepageidaujamų smūgių ir vibracijų. Suvienodinamas lygiagrečiai veikiančių pavarų greičius.



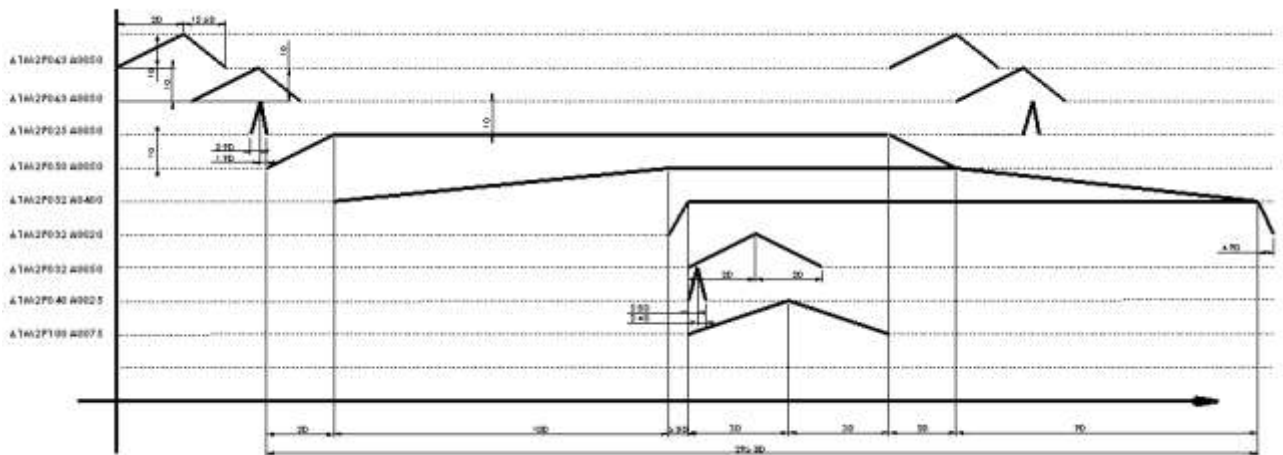
3.6 pav. Automatinių gręžimo-įspraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas

Pagal gautus duomenis nustatoma artimiausią vamzdelio vidinį skersmenį, jeigu būtų nuspręsta nenaudoti srauto reguliatorių.

3.2 lentelė. Skaičiuotų ir sumažintų pneumatinių pavarų veikimo laikų palyginimas

Realios reikšmės			Skaičiuotos reikšmės				Pastabos
	s	s	=	s	s		Vamzdelio vidinis diametras, mm
Numetimas d.	0,2	-	=	0,140	0,126	61M2P063A0050	3
Numetimas k.	0,2	-	=	0,140	0,126	61M2P063A0050	3
Fiksavimas d.	0,2	0,2	=	0,176	0,148	61M2P050A0050	3
Fiksavimas k.	0,2	0,2	=	0,176	0,148	61M2P050A0050	3
Griebtuvas d.	1	0,9	=	0,731	0,629	61M2P032A0400	<u>2</u>
Griebtuvas k.	1	0,9	=	0,731	0,629	61M2P032A0400	<u>2</u>
Grežimas d.	0,2	0,2	=	0,183	0,157	61M2P032A0050	<u>2</u>
Grežimas k.	0,2	0,2	=	0,183	0,157	61M2P032A0050	<u>2</u>
Knie. išpaudimas d.	0,3	0,3	=	0,296	0,278	61M2P100A0075	5
Knie. išpaudimas k.	0,3	0,3	=	0,296	0,278	61M2P100A0075	5

Pagal 3.2 lentelės, realius pneumatinių pavarų laikus sudarome ciklogramą 3.7 pav. ir suskaičiuojame vienos lentos apdirbimo laiką.



3.7 pav. Automatinių gręžimo-įsraudimo staklių pneumatinių pavarų našumas

$$t = 0,2 + 1 + 0,058 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,9 = 2,958sec$$

Realus norimas staklių našumas didesnis už siektą - $2,958 s < 3 s$. Našumas 44% mažesnis nei galimas, tačiau jį įmanoma padidinti, išsprendus problemas su pneumatinių pavarų smūgiais galinėse padėtyse.

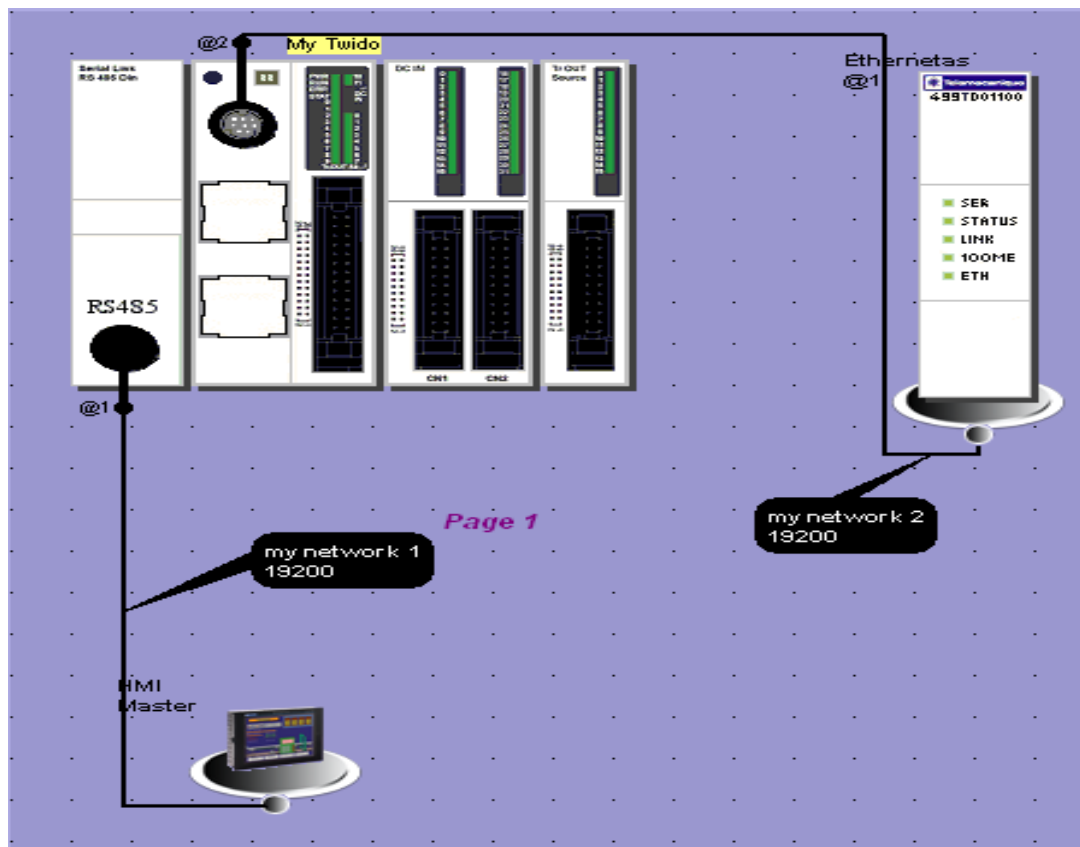
3.2 Automatinių gręžimo ir kniedžių įspaudimo staklių vartotojo sąsaja

Įrengimo procesams valdyti pasirinktas „Twido“ valdiklis su interneto moduliu ir HDMI lietimui jautria pianele.

Išskiriami šie valdiklio privalumai: greitas reakcijos laikas, paprastas programavimas – „Ladder“ kalba, nemokama programinė įranga, paprastas montavimas ir pajungimas, galimybė duomenis pateikti internetu.

Lietimui jautrios panelės privalumai: galimybė pateikti vaizdinę informaciją, nedideli gabaritai, galimybė pateikt animuotą informaciją, nemokama programinė įranga. Trūkumai – nėra galimybės naudoti lietuviškus simbolius.

Prietaisų jungimo schema pavaizduota 3.8 pav.



3.8 pav. Valdymo prietaisų jungimo schema

Sauga

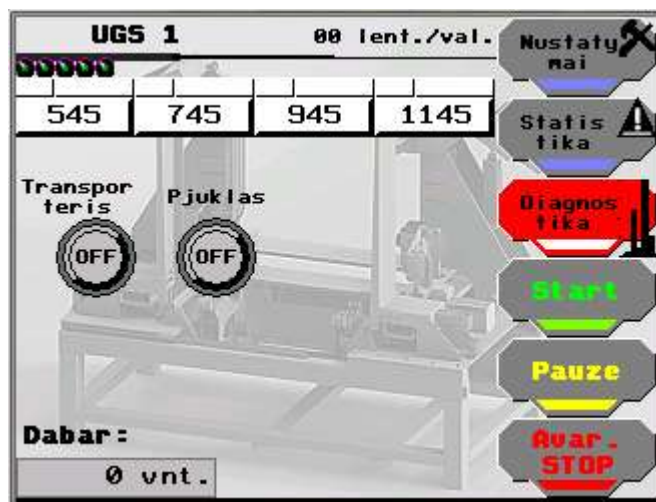
Vienas iš staklės keliamų reikalavimų buvo – saugumo jas valdančiam darbuotojui užtikrinimas. Kiekvieną kartą įjungus įrengimą arba pasikeitus darbuotojams, staklės supažindina darbuotoją su saugaus elgesio su įrengimu taisyklėmis (3.9 pav.). Taisyklės surašytos keturiuose puslapiuose, vartotojas gali vaikščioti tarp puslapių ir tik paspaudęs mygtuką, kad susipažino su taisyklėmis turi galimybę paleisti įrengimą. Nuspaudus avarinio stabdymo mygtuką įrengimas sustoja esamoje pozicijoje – iš pneumatinės sistemos pašalinamas oras.

<p align="center">Darbo Saugos Taisyklės:</p> <p>0. Su įrengimu dirbti gali tik instruktuotas Personalas.</p> <p>1. Prieš Pradedant dirbti su įrengimu:</p> <p>I - Patikrinti ar nėra nePritvirtintu detaliu.</p> <p>II - Patikrinti ar ant įrengimo nėra Pasaliniu daiktu.</p> <p>III - Isitikinti kad darbo vietoje yra Pakankamai erdves saugiam darbui.</p> <p>IV - Isitikinti kad Prie įrengimo nėra žmoniu kuriuos įrengimas gali suzeisti Paleidimo momentu.</p> <p align="right">Kitas</p>	<p align="center">Darbo Saugos Taisyklės:</p> <p>2. Darbo metu:</p> <p>I - Išgirdus Pasalini triuksma įrengima sustabdyti ir apie Ji Pranesti meistruui.</p> <p>II - Pastebejus blogai Pritvirtintas detales įrengima sustabdyti ir Pranesti meistruui.</p> <p>III - Veikiant įrengimui galimas tik lentu detuves Pildymas.</p> <p>IV - Veikiant įrengimui DRAUDZIAMA atlikti betkokius remonto darbus.</p> <p>V - DARBO METU ELGTIS SAUGIAI IR ATSAKINGAI !</p> <p align="left">Atgal</p> <p align="right">Kitas</p>
<p align="center">Darbo Saugos Taisyklės:</p> <p>3. Po darbo:</p> <p>I - SUSTABDYTI ĮRENGIMA - nuspausti avarinio stabdymo mygtuka (uzfiksuoti).</p> <p>II - Susitvarkyti darbo vieta: baigus dirbti su įrengimu ant jo ir jo darbo zonoje neturi buti:</p> <p>Pjuvenu kniedziu kitokiu Pasaliniu daiktu.</p> <p align="left">Atgal</p> <p align="right">Kitas</p>	<p align="center">Darbo Saugos Taisyklės:</p> <p>Remonto metu:</p> <p>I - Atjungti stakliu elektros maitinima.</p> <p>II - Atjungti oro tiekimo zarna.</p> <p>III - Atlikti remonto darbus.</p> <p>IV - Prijungti elektros maitinima ir oro tiekima.</p> <p>V - Po remonto istestuoti.</p> <p>VI - Su irengi leisti dirbti tik isitikinus kad dabas bus saugus.</p> <p align="left">Atgal</p> <p align="right">Susipazinau.</p>

3.9 pav. Darbo saugos taisyklės

Pagrindinis langas

Vartotojui susipažinus su saugaus darbo taisyklėmis panelė pateikia pagrindinį ekraną (3.10 pav.), kuriame pateikiamas pagrindinis valdymas ir pavaizduojama pagrindinė informacija. Naudotojas gali įeiti į nustatymų, statistikos ir diagnostikos langus. Gali perstatyti įrengimą kito ilgio ruošinio apdirbimui, matyti kiek ruošinių apdirbo, matyti esamą įrengimo našumą.



3.10 pav. Pagrindinis valdymo langas

Naudotojui prilietus „Nustatymai“ mygtuką, vartotojui suteikiama galimybė valdyti ir nustatyti tam tikrus parametrus.

Laiko nustatymai

Laiko nustatymo lange (3.11 pav.) operatoriui suteikiama galimybė nustatyti tam tikrų prietaisų veikimo laikus:

- Užspaudimas prieš galinį prispaudimą – nurodomas laikas po kurio staklės bazuos ruošinį prie bazinio paviršiaus. Šis parametras tiesiogiai sąlygoja staklių našumą, todėl operatorius gali nusistatyti sau patogų darbo tempą.
- Uždelsimas prieš fiksavimą – nurodomas laikas po kurio staklės užfiksuos lentą po jos bazavimo.
- Kniedžių dėžės įjungimo ir išjungimo laikai, tai laikai kuriais apibrėžiamas kniedžių dėžės sūpavimas – laikas kurį staklės laikys dėžę pakelta arba nuleistą.
- Transporterio įjungimo ir išjungimo laikai – numatyta, kad apdirbtos lentos nuo staklių kris ant transporterio, kuris dirbs cikliška. Šiuo parametru apibrėžiamas laikas kurį transporteris bus įjungtas ir išjungtas paleidus įrengimą.
- Variklių įjungimo uždelsimas ir pjūklo įjungimo uždelsimas. Šiuo parametru suteikiama galimybė įrengimo variklius įjungti paeiliui praėjus tam tikram laiko tarpui, taip sumažinant momentinį srovės šuolį paleidimo metu.



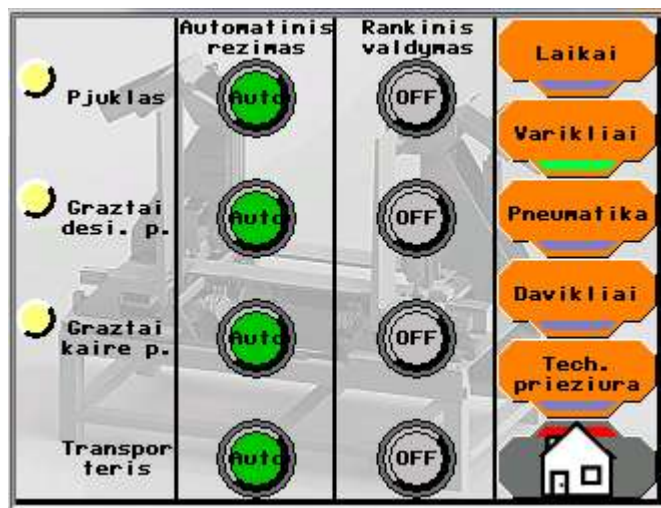
3.11 pav. Laikų nustatymo langas

Šių laiko nustatymų reguliavimas leidžia ne tik maksimaliai išnaudoti įrenginio galimybes atsižvelgiant į naudojamo ruošinio savybes, bet ir dirbančio operatoriaus turimus įgūdžius. Taip užtikrinamas sklandus ir saugus darbas įrenginiu.

Variklių nustatymai

Variklių nustatymo lange (3.12 pav.) suteikiama galimybė variklių valdymą pakeisti iš automatinio į rankinį, įjungti ir išjungti variklius, matyti ar veikia variklis ekrane (dažnio keitiklis duoda signalą jeigu variklis sėkmingai pasileido).

Funkcija aktuali norint įrengimą išbadyti be ruošinių, kai variklių darbas nebūtinai, kai nereikalingas lentos ilgio koregavimas arba produktai pašalinami nuo staklių rankiniu būdu.



3.12 pav. Variklių valdymo langas

Pneumatikos valdymas

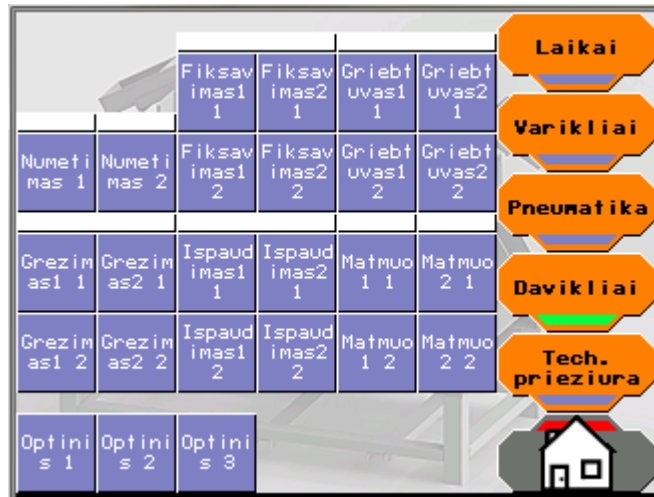
Pneumatikos valdymo lange (3.13 pav.) suteikiama galimybė priverstinai suveikti norimą cilindrą. Ši funkcija svarbi įrengimą testuojant, sprendžiant iškilusias problemas remonto metu.



3.13 pav. Pneumatikos valdymo langas

Daviklių valdymas

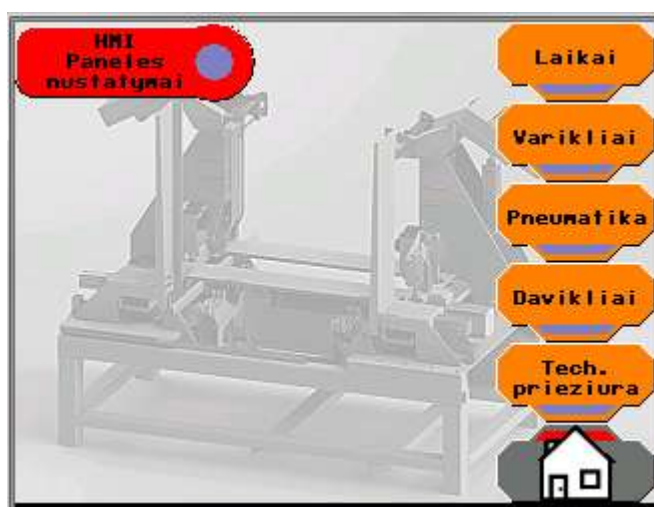
Daviklių valdymo lange (3.14 pav.) suteikiama galimybė matyti kuriai pneumatinei pavarai duotas signalas suveikti ir ar jos daviklis signalizuojantis pneumatinės pavaros padėtį suveikęs. Galimybė virtualiai simuliuoti daviklio signalą. Funkcijos patogios diagnozuojant problemas rankiniu būdu.



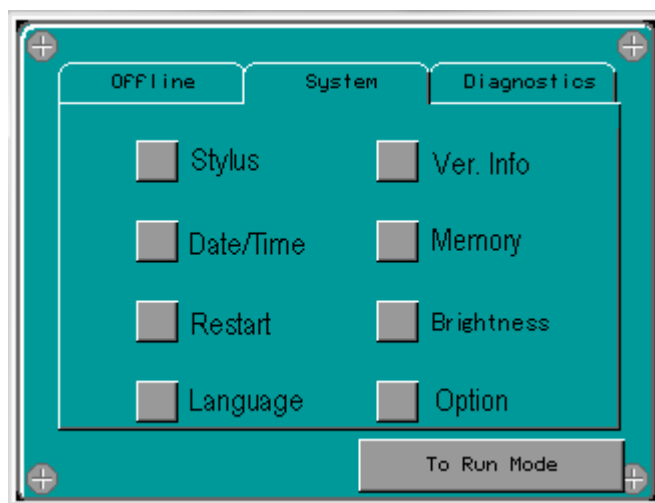
3.14 pav. Daviklių valdymo langas

Techninės priežiūros valdymas

Techninės priežiūros valdymo lange (3.15 pav.) suteikiama galimybė įeiti į panelės valdymo langą (3.16 pav.) kuriame galima pakeisti apšvietimą, datą ir laiką.



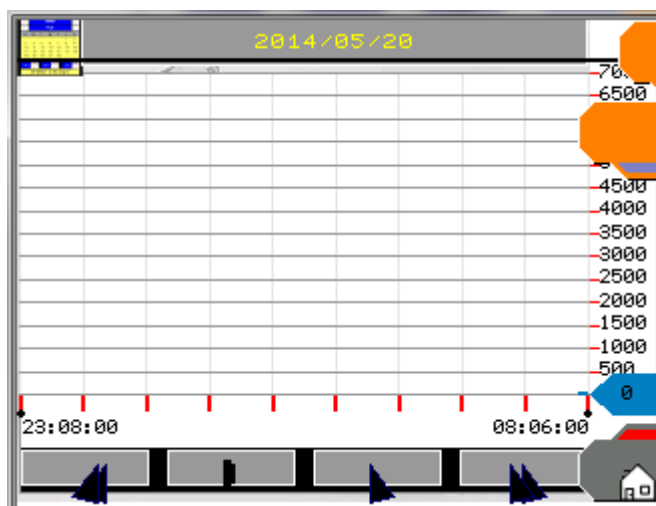
3.15 pav. Techninės priežiūros valdymo langas



3.16 pav. Panelės parametų nustatymo langas

Darbo našumo atvaizdavimas

Darbo našumo atvaizdavimo lange (3.17 pav.) braižoma schema, kurioje vaizduojamas pagamintų lentų kiekis laiko atžvilgiu. Įrenginys taip pat saugo darbo istoriją, todėl yra galima ankstesnių duomenų peržiūra. Šiame lange patogiu stebėti staklių našumo pokytį, taip pat galima stebėti kaip įrenginio darbo našumą sąlygoja naudojamų ruošinių skirtumai, įrenginio operatorius darbas.



3.17 pav. Darbo našumo atvaizdavimo langas

Pneumatikos našumo atvaizdavimo lange (3.18 pav.) pateikiami pneumatinių pavarų veikimo laikai. Pagal pateiktus duomenis patogiu sureguliuoti įrengimą, pastebėti, kuri pneumatinė pavara pradėjo dirbti lėčiau. Visa tai leidžia, pastebėti galimus gedimus.

	Isstun.	Sutrauk.	
Nuėtinias d.	0		Darbo našumas
Nuėtinias k.	0		
Fiksavimas d.	0	0	Pneumatikos našumas
Fiksavimas k.	0	0	
Griebtuvas d.	0	0	
Griebtuvas k.	0	0	
Grežinias d.	0	0	
Grežinias k.	0	0	
Knie. Ispaudimas d.	0	0	
Knie. Ispaudimas k.	0	0	

3.18 pav. Pneumatikos atvaizdavimo langas

Pritaikius stakles gamyboje, nustatyta, kad teoriniai skaičiavimai atitinka praktinius rezultatus (staklės leidžia pasiekti 1 lentos per 3 sekundes darbo našumą). Tačiau taip pat pastebėta, kad pneumatinės pavaros veikia su smūgiais, ko nebuvo galima numatyti iš anksto. Dėl šios priežasties teko mažinti oro srautą. Įrengime įdiegtos vartotojo sąsajos, kuri turėtų palengvinti staklių operatoriaus, gamybos planavimo ir remonto darbus.

IŠVADOS

Remiantis neautomatinių ir automatinių įrengimų skirtumais išskirta, kad ir veiksniai sąlygojantys jų našumą skiriasi. Neautomatinių įrenginių vienas pagrindinių faktorių yra įrenginio operatorius, t. y. jį valdantis žmogus. Tuo tarpu automatinėse staklėse našumą labiausiai įtakoja mechanizmai.

1. Magistro baigiamajame darbe buvo atliktas darbo našumo teorinio skaičiavimo palyginimas su praktiniais darbo našumo parametrais. Palyginus duomenis nustatyta, kad apskaičiuotos reikšmės sutapo 65,4%.

2. Palygintas neautomatizuotų ir automatizuotų staklių darbo našumas. Nustatyta, kad automatizuotas įrengimas yra šešis kartus našesnis už neautomatizuotą.

3. Sukonstravus projektuojamą įrengimą nustatyta, kad buvo sudėtinga teoriškai įvertinti pneumatinių pavarų generuojamą smūgio jėgą galinėse pavaros padėtyse. Siekianti sumažinti smūgius, pneumatines pavaros buvo priverstinai sulėtintos mažinant oro srautą. Atlikus koregavimus (t. y. pailginus veikimo laiką) nustatyta, kad staklės stabiliai gali dirbti pagamindamos 1200 lentų per valandą, tai yra 1 lentą per 3 sekundes 44 % mažiau nei be apribojimų.

4. Suprojektuotas įrengimas taip pat atitinka ir kitus išsikeltus reikalavimus: juo patogiau dirbti, paprasta nustatyti gedimus, lengva integruoti į gamybinę liniją. Taip pat pasiekta, kad operatoriaus įtaka darbo našumui yra maža.

LITERATŪROS ŠALTINIAI

1. „Univer“ internetinis tinklalapis [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. balandžio 3d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.univer-group.com/en/>>.
2. „Camozzi“ internetinis tinklalapis [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. balandžio 3d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.camozzi.com/en/camozzigroup/automation/home>>.
3. „Schneider-electric“ internetinis tinklalapis [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. balandžio 3d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/lt/>>.
4. TLV. A Steam Specialist Company. Air Flow Rate through an Orifice. [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. balandžio 3d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.tlv.com/global/UK/calculator/air-flow-rate-through-orifice.html>>.
5. Resources, Tools and Basic Information for Engineering and Design of Technical Applications. Specific heat ratio. [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. balandžio 3d.]. Prieiga per internetą: <http://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-ratio-d_602.html>.
6. Tribologija, trinties koeficientai. [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. balandžio 4d.] Prieiga per internetą: <http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Tribology/co_of_frict.htm>.
7. Trintis. [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. balandžio 4d.]. Prieiga per internetą: <http://lt.wikipedia.org/wiki/Trintis_j%C4%97ga>.