

**ŠIAULI UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

Aurimas Jasmontas

**V DINIMO AGREGATO KOMPONENT CHARAKTERISTIK
TAKOS SURINKTO GAMINIO KOKYBEI TYRIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Šiauliai, 2013

**ŠIAULI UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

**V DINIMO AGREGATO KOMPONENT CHARAKTERISTIK
TAKOS SURINKTO GAMINIO KOKYBEI TYRIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Autorius – Aurimas Jasmontas (MM-11 gr.)

Vadovas – doc. dr. D. Likotien

Recenzentas – prof. habil. dr. A. Bargelis

Katedros ved. jas – doc. dr. A. Sabaliauskas

Šiauliai, 2013



ŠIAULIŲ
UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS
FAKULTETAS

**ŠIAULI UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

TVIRTINU _____
(parašas, data)

(vardas, pavard)

**MAGISTRANT ROS STUDIJ BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS
Studij programa MECHANIKOS INŽINERIJA**

Išduota magistrantui (-ei) _____

Darbo tema _____

Patvirtinta 20__m. _____ m n. __d. fakulteto dekanı potvarkiu Nr. _____.

1. Darbo tikslas

2. Darbo struktūra

Darbo pateikimo terminas 20__m. _____ m n. __d.

Užduotį gavau _____
(magistranto vardas, pavard)

(parašas, data)

Vadovas _____
(pareigos, vardas, pavard)

(parašas, data)

TURINYS

SANTRAUKA	6
SUMMARY	7
LENTELI S RAŠAS	8
PAVEIKSL S RAŠAS	9
VADAS	10
1. GAMYBOS PROCESO KOKYB S VERTINIMO METOD APŽVALGA.....	12
1.1. Reikalavim gaminio kokyb s parametrams formulavimas.	12
1.2. Konstrukcini veiksniai ir gaminio charakteristik tika gaminio kokybei.....	12
1.2.1. Gaminio kokyb	12
1.2.2. Projektavimo stadij kokyb	13
1.3. Kokybi s vertinimo metodai bei j taikymas.....	16
1.3.1. Statistinis proceso kontrol (SPK).....	17
1.3.2. Duomen , vartojam kokybi s tobulinimo procese, r šys ir j pateikimo b dai	18
1.3.3. Kontrol s diagrama.....	19
2. GAMINIO CHARAKTERISTIK TYRIMAS STATISTIN S PROCES KONTROL S METODU.....	20
2.1. V dinimo sistem konstrukcija	20
2.1.1. Gyvenam j ir viešosios paskirties pastat v dinimo sistem ypatumai	20
2.1.2. Gyvenam j pastat v dinimo sistemos	20
2.2. V dinimo agregato konstrukcija.....	21
2.2.1. Bendras v dinimo sistem veikimas	21
2.2.2. V dinimo agregatams keliami reikalavimai	21
2.2.3. Oro tiekimo agregatas „Rekuperatorius 350“	22
2.3. Gaminio charakteristikos, lemian ios rekuperatori našumo užtikrinim	23
2.3.1. Ventilatoriai.....	23
2.3.1.1. Konstrukcija	24
2.3.1.2. Ventilatori parinkimas	26
2.3.1.3. Išcentriniai ventilatoriai su atgal lenktomis darbo rato ment mis ir j montavimo s lygos	27
2.3.2. Elektriniai kaloriferiai.....	29
2.3.2.1. Valdymas ir reguliavimas.....	29
2.3.3. Sukamieji regeneraciniai šilumokai iai.....	29
2.3.3.1. Oro apdorojimo procesai regeneraciniame šilumokaityje.....	31

2.3.3.2. Sukam j šilumokai i apsauga	33
2.3.4. Narveliniai (r miniai) filtrai	34
2.3.4.1. Filtr klasifikacija.....	34
2.4. Statistinio proceso nepastovumo tyrimo principai	36
2.4.1. Valdym grafik paskirtis ir tipai.....	36
2.4.2. Valdymo grafik sudarymo principai.....	36
2.4.3. Vidurki valdymo grafikai - \bar{x} grafikai	37
3. V DINIMO AGREGATO, SUDARYT IŠ KELI SURINKIMO VIENET , CHARAKTERISTIK TIKSLUMO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS.....	40
3.1. Duomen apdorojimas ir viršutin s bei apatin s rib nustatymas.	40
3.2. Statistinis proceso kontrol s metodu gaut reikšmi vidurkio diagram vertinimas.....	42
3.3. Gaminio prototipo, atitinkan io kokyb s reikalavimus, k rimas.....	46
3.4. Gaminio kokyb ir patikimumas	50
PUBLIKACIJA BEI DALYVAVIMAS KONFERENCIJOJE	52
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS.....	53
LITERAT RA.....	54
PRIEDAI	55
I PRIEDAS. Ventilatorius RH19V-2EP.W6.1R	55
II PRIEDAS. Ventilatorius R3G 133-RA01-03	56
III PRIEDAS. Ventilatorius RH22V-2EP.WA.1R.....	57
IV PRIEDAS. Flanšo tipai	58
V PRIEDAS. Koeficient d_2 , D_1 , D_2 , D_3 ir D_4 reikšm s	59
VI PRIEDAS. Filtr klas s ir sulaikymo/efektingumo rodikliai.....	60
VII PRIEDAS. Dalyvavimas konferencijoje.....	61

ŠIAULI UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Aurimas Jasmontas. V DINIMO AGREGATO KOMPONENTŲ CHARAKTERISTIKŲ TAKOS SURINKTO GAMINIO KOKYBEI TYRIMAS. Magistranto baigiamasis darbas / vadov. doc. dr. D. Ikiotienė.

SANTRAUKA

Gaminio paklausa šiuolaikinėje rinkoje apibrėžiama optimaliu gaminio kokybe ir kainos santykiu. Gaminys turi atitikti standartuose apibrėžtus bei vartotojo suformuluotus reikalavimus saugumui, tikslumui, patikimumui, o reikiama gaminio kokybė turi būti užtikrinama kuo mažesniais išlaidomis. Taikant statistinį proceso kontrolės metodiką darbe tiriama vadinamoji agregatas „Rekuperatorius 350“. Tyrimo metu nustatytos vadinamoji agregato oro srauto valdymo grafiko ribos. Pateiktos prielaidos, dėl kurių komponento vadinamoji agregato charakteristikos parametrai neatsitinka apskaičiuotose ribose. Darbe aprašomas tyrimo procesas, akcentuojamas gaminiam gaminiui ir kuriam agregatui kokybės gerinimas, ir patikimumas.

Reikšminiai žodžiai: vadinamoji agregatas; statistinis proceso kontrolė; valdymo grafiko ribos.

ŠIAULIAI UNIVERSITY
FAKULTY OF TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

Aurimas Jasmontas. EVALUATION OF THE INFLUENCE OF VENTILATION UNIT COMPONENTS CHARACTERISTICS ON THE QUALITY OF THE ASSEMBLED PRODUCT.
Master final work/ research advisor doc. dr. D. Mikotienis.

SUMMARY

Demand of the product in the contemporary market is defined by the optimal ratio between the quality of the product and the price. The product must correspond to requirements, defined and formed in standards as well as by the user for safety, accuracy, reliability and the desired quality of the product must be ensured by the lowest possible input. The article presents methodology of the statistical process control for the analysed ventilation unit "Rekuperatorius 350". Limits of managing airflows were determined during the survey. Reasons were given affecting the fact that characteristics parameters of the ventilation unit do not fit into calculated limits of control chart. This work describes the process of the survey, stressing the improvement and reliability of produced units and developed sets.

Keywords: ventilation unit, statistical process control, limits of control chart.

LENTELI S RAŠAS

3.1 lentel . Matavim rezultatai	41
3.2 lentel . Paduodamo oro srauto kiekis patalp	41
3.3 lentel . Paduodamo oro srauto valdymo grafiko ribos	42
3.4 lentel . Ištraukiamo oro srauto kiekis patalp	42
3.5 lentel . Ištraukiamo oro srauto valdymo grafiko ribos	42
3.6 lentel . Matavim rezultatai	47
3.7 lentel . Paduodamo oro srauto kiekis patalp	47
3.8 lentel . Paduodamo oro srauto valdymo grafiko ribos	48
3.9 lentel . Ištraukiamo oro srauto kiekis patalp	48
3.10 lentel . Ištraukiamo oro srauto valdymo grafiko ribos	48
1 lentel . Parametrai	55
2 lentel . Parametrai	56
3 lentel . Parametrai	57
4 lentel . Koeficiento reikšmi lentel	59
5 lentel . Filtr klas s ir sulaikymo/efektingumo rodikliai priklauso nuo daleli dydžio	60

PAVEIKSL S RAŠAS

1.1 pav. Proceso valdymas pagr stas SPK.....	18
1.2 pav. Kontrol s diagrama, S-standartinis matuojamo parametro nuokrypis nuo vidurkio	19
2.1 pav. Rekuperatorius 350	23
2.2 pav. Ventilatoriai: a – mažo sl gio švariam orui, b – užterštam orui.....	25
2.3 pav. Radiali j ventilatori darbo ratai: a – priek lenktomis ment mis, b – atgal lenktomis ment mis, c – tiesiomis radialiomis ment mis, d – tiesiomis atgal lenktomis ment mis.	25
2.4 pav. Darbo rato charakteristikos: a – su priek lenktomis ment mis, b – su atgal lenktomis ment mis.....	26
2.5 pav. a) Ventilatoriaus ir siurbimo flanšo tvirtinimo schema, b) Ventilatoriaus pad ties taka	28
2.6 pav. a) Ventilatoriaus ir siurbimo flanšo tvirtinimo schema, b) Ventilatoriaus pad ties taka	28
2.7 pav. Regeneracinio šilumokai io bendrasis vaizdas ir schema	30
2.8 pav. Sl gis sukamajame utilizatoriuje	31
2.9 pav. Oro apdorojimo procesai nehigroskopiškame rotoriuje	31
2.10 pav. Oro apdorojimo procesai higroskopiškame rotoriuje	32
2.11 pav. Sukamojo utilizatoriaus apšalimo galimyb s nustatymas	33
3.1 pav. Paduodamo oro srauto kiekio valdymo grafikas	43
3.2 pav. Ištraukiamo oro srauto valdymo grafikas	44
3.3 pav. Ventilatoriaus mazgo pj vio vaizdas.....	44
3.4. pav. Ventilatoriaus mazgas.....	45
3.5 pav. Ventilatoriaus atrama.....	46
3.6 pav. Paduodamo oro srauto kiekio valdymo grafikas.	49
3.7 pav. Ištraukiamo oro srauto kiekio valdymo grafikas.	49
1 pav. Ventilatorius RH19V-2EP.W6.1R.....	55
2 pav. Ventilatorius R3G 133-RA01-03.....	56
3 pav. Ventilatorius RH22V-2EP.WA.1R.....	57
4 pav. Flanšo tipas - 1	58
5 pav. Flanšo tipas - 2	58

VADAS

Darbo aktualumas. V dinimas, kaip mokslo ir technikos sritis, atsirado XIV a. pabaigoje išmokus gaminti vamzdžius ir oraptes, o vėliau – ir elektros variklius. Pirmosios mechaninės vadinimo sistemos buvo rengtos šachtose, kur nepakankamai dulkinama ir tvanku, gvardijos kareivinėse. Pirmoji XX a. pusė buvo sunki – du pasauliniai karai, trisdešimtį metų ekonominė depresija, todėl labiau tobulėjo vadinimo organizavimas, o ne renginiai. Pradėti normuoti patalpų ir lauko oro parametrai, nustatytos kaimedžiag didžiausios leidžiamos koncentracijos, sudarytos saugaus darbo taisyklės.

XX a. antroje pusėje didelis griežtesnis technologinis ir sanitarinis reikalavimas vadinimo mokslo ir technikos lygis gerokai pakilo. Skaitmeninio mašinos, tiksliosios optikos, precizinis staklės, aukštos kokybės poligrafijos, kino ir fotografiniai priemonių gamyba ir daug kitų dalykų yra neįmanomi, atitinkamai rengus vadinimo, laiduojančio technologiškai optimalius oro parametrus. Tai kas vadinama bendru terminu vadinimas, apima dvi sritis – vadinimą (siaurąją prasme), kai oras tik pašildomas, bei reguliuojamas jo judrumas ir švarumas patalpose, ir oro kondicionavimą, kai dar reguliuojama santykinis oro drėgmė ar oras vadinamas vasarą.

Galima išskirti kelerias vadinimo funkcijas:

- sukuriama palankios žmonių veiklai mikroklimato sąlygos, didėja darbo našumas;
- reguliuojama oro kokybė, ypač jo užterštumas (tai būtina sąlyga sveikatos apsaugai ir gaminant tikslią technologijų produkciją);
- tai gaisras, sprogimai ir nelaimingi atsitikimai profilaktikos priemonės, nes mažinama sprogiųjų ar degiųjų priemaišų koncentracija;
- pailginama atitvarų eksploatavimo trukmė [2].

Tyrimo objektas. Vadinimo agregatas „Rekuperatorius 350“

Tyrimo tikslas. Taikant statistinius proceso kontrolės metodus nustatyti vadinimo agregato komponentų charakteristikų tokio surinkto gaminio kokybei bei pasiūlyti pakeitimus, kurie sumažintų neatitikimus bei užtikrintų gaminio kokybę.

Tyrimo uždaviniai:

- Apžvelgti gamybos proceso kokybės vertinimo metodus bei išnagrinėti konstrukcinius veiksnius ir gaminio charakteristikų tokio gaminio kokybei;
- Išanalizuoti tiriamo agregato konstrukciją;
- Ištyti agregato komponentų charakteristikų tokio surinkto gaminio kokybei taikant statistinius proceso kontrolės metodus;
- Rasti charakteristikų neatitikimus bei nustatyti jų atsiradimo priežastis;

- Pasiūlyti pakeitimus, galinčius padėti sumažinti neatitikimus bei užtikrinti gaminio kokybę.

Darbo struktūra:

Pirmame skyriuje pateikta gamybos proceso kokybės vertinimo metodų apžvalga. Trumpai aprašyti pagrindiniai faktoriai lemiantys gaminio kokybę, kuriais remiantis gamins ir jį gaminanti kompanija lengviau gali patekti rinką ir joje konkuruoti.

Antrame skyriuje pateikiama medžiaga susijusi su tiriamu gaminiu. Apžvelgiami keliami reikalavimai rekuperatoriams, pateiktas gaminio eskizas, aprašomi gaminį einantys komponentai kurie turi tokios gaminio našumui. Pateiktas statistinis proceso kontrolės atlikimo metodologija.

Trečiame skyriuje aprašomas atliktas rekuperatoriaus našumo tyrimas, pritaikant statistinį proceso kontrolės metodiką. Iš atliktų tyrimo duomenų nustatytas optimaliausias agregatas, su kokiais komponentais turėtų būti komplektuojamas ir siūlomas šiandieninėje rinkoje. Pateiktos išvados apie tyrime aptiktus neatitikimus bei pateiktos jo atsiradimo priežastys.

1. GAMYBOS PROCESO KOKYBĖS VERTINIMO METODŲ APŽVALGA

1.1. Reikalavimų gaminių kokybės parametrų formulavimas

Vartotojų poreikiams patenkinti būtina paaisyti kokybės visais gaminių egzistavimo etapais: užduoties parengimo; projektavimo; medžiagų; detalių; gamybos; technologijų; kontrolės metodų; kontrolės priemonių; kontrolės; pardavimo; eksploataavimo priežiūros; remonto.

Visi šie elementai glaudžiai tarpusavyje susiję. Atsiradus defektams vienoje grandyje, nukenia kita grandis, o gal net visa sistema.

Defektiniu gaminyje tampa dėl ypatingų priežasčių, kurias reikia nustatyti ir pašalinti. Tik tada galima išvengti nekokybiškos produkcijos.

Dauguma mano, kad defektai neišvengiami, o defektų atsiradimo priežastys labai įvairios. Tačiau nepaisant produkcijos vairovės, defektų atsiradimo priežastys yra universalios.

Viena pagrindinių priežasčių – kitimas. Sumažinus kitimą, sumažėja ir blogų gaminių atsiradimo tikimybė.

Gaminio kokybė priklauso nuo įvairių veiksnių. Priklausomai nuo to, ar visi veiksniai parinkti tinkamai, ar ne, pagaminta produkcija bus arba kokybiška, arba nekokybiška.

Vertinant gamybos proceso kokybės užtikrinimo požymius, galima žiūrėti kaip tam tikrų priežasčių visumos kitimą. Šios priežastys ir sukelia gaminių kokybės pokyčius, padalija juos gerus ir blogus.

Priežastis, lemiančių gaminių kokybę, yra labai daug. Kokybės galima labai pagerinti šalinant pagrindines kitimo priežastis, kuri, kaip rodo praktika, yra nedaug.

Siekiant sumažinti defektinių gaminių atsiradimo tikimybę, pirmiausia būtina nustatyti teisingą diagnozę ir surasti tikrąsias defektų priežastis [3].

1.2. Konstrukciniai veiksniai ir gaminių charakteristikos – taktiniai gaminių kokybei

1.2.1. Gaminio kokybė

Gaminio kokybė nagrinėjama kvalimetrija. Kvalimetrija – mokslo sritis, apimanti įvairių objektų kokybės kiekybinį vertinimą. Pagrindiniai kvalimetrijos uždaviniai yra:

- pagrįsti produkcijos ir paslaugos kokybės rodiklius;
- sudaryti produkcijos kokybės rodiklių nustatymo metodiką projektavimo metu;
- optimizuoti objektų kokybės lygį;
- gaminių tipų ir parametrinių eilių optimizavimas;

- sudaryti apibendrintą kokybės rodiklių nustatymo principus ir pagrįstą naudojimo sąlygų standartais ir kokybės valdymu.

Kvalimetrijos objektais gali būti varūs gaminiai, paslaugos, kuriems taikytinas terminas kokybė. Tai yra:

- gamybos procesas, technologinis procesas, technologinė sistema arba jos elementai (technologinis kompleksas, technologinė ranga ir t. t.);
- mašinos, lengvosios, maisto pramonės gaminiai ir kt.;
- medžiagos, chemijos produktai ir kt.;
- paslaugos – gamybos, materialinės, nematerialinės (socialinės, kultūrinės);
- intelektiniai produktai;
- programiniai produktai;
- mokslo produkcija;
- kiti nematerialūs produktai [3].

1.2.2. Projektavimo stadijų kokybė

Projektas yra vartotojų reikalavimų išraiška tokia forma, kuri tinkama naudoti. Projektavimo metu vartotojų reikalavimai transformuojami konkrečius inžinerinius sprendimus. Projektavimo procesui būdingas tyrimas ir tobulinimas.

Tyrimas yra naujų idėjų, metodų, principų ir kt. atskleidimas.

Tobulinimas yra žinomų idėjų, metodų ir sistemų pagerinimas.

Projekto kokybę apibūdina suprojektuoto gaminių, proceso ar paslaugos charakteristikos: našumas, patikimumas, ekonomiškumas ir t. t. Kai kuriems gaminiams ir daugeliui paslaugų lemiamą reikšmę turi ne pagrindinės, o antrinės charakteristikos. Tokių antrinių charakteristikų pavyzdžiai yra pakavimas, priežiūros darbdarbių dažnis ir pobūdis, monos garantijų vykdymo tvarka, apsipirimas atsarginėmis dalimis ir pan. Antrinės projekto charakteristikos yra svarbus projektavimo uždavinys, kurio reikšmės negalima pervertinti.

Geras projektas turi vertinti visus vartotojo reikalavimų aspektus, skaitant kainą, gamybos būdą, saugumą ir patogų naudojimą, paprastą priežiūrą ir t. t.

Labai svarbu projekto kokybę. Projektavimo metu padaryti sprendimai gali daryti ilgalaikį poveikį visos organizacijos veiklai. Pavyzdžiui, blogai suprojektuotus gaminius bus sunku parduoti, nors jie būtų pagaminti ir labai gerai. Tarkime klientui renkantis rekuperatorių vienas iš esamų kriterijų yra našumas. Jei šis parametras vartotojo netenkina ar tiesiog rinkoje bus panašus agregatas vartotojas tiesiog pasirinktų savo kriterijus atitinkantį gaminį.

Pagrindinis suprojektuoto objekto savybės surašomos specifikacijose. Specifikacijos turi būti parašytos taip, kad joms nebūt galima vairiai interpretuoti. Vartotojo reikalavimai, o kartu ir projekto kokybė, turi būti išreikšti objekto specifikacijose.

Gaminys bus geros kokybės tik tada, jei jo kokybė numatyta projekte. Projektuojant gaminį būtina išnagrinėti jo kokybės, patikimumo, našumo, pataisomumo ir kitas charakteristikas ir numatyti specialias priemones bei konstrukcinius sprendimus, kad šios charakteristikos atitiktų vartotojo poreikius ir viltis.

Visoms projektavimo stadijoms būtina inžinerinė analizė. Inžinerinė analizė tikslas – kiekybiškai apibūdinti sprendžiamą problemą. Ji turi pateikti ne bendro pobūdžio problemos apibrėžimą, o kiekybinę charakteristiką. Šiuo etapu sudaromas projektuojamo objekto matematinis modelis, atliekami stiprumo, patikimumo, našumo ir kiti skaičiavimai, optimizuojamos kai kurios charakteristikos.

Be tradicinės inžinerinės analizės uždaviniai, šiuo metu daug reikšmės teikiama koncepcijos gyvendinimo analizei.

Koncepcijos gyvendinimo analizė turi būti atlikta pradiniu projektavimo etapu. Ši analizė atliekama keliais aspektais: techniniu ir technologiniu, finansiniu, rinkos paklausos ir utilizavimo.

Technologiškai gyvendinti projektą, vadinasi nustatyti pagrindines technines objekto charakteristikas, kurios gali būti pasiektos tuo technikos raidos etapu. Taip pat vertinami technologiniai procesai, į galimybes pasiekti norimą kokybę.

Galimybė finansiškai gyvendinti projektą labai svarbus daugumai jų, nes pinigų niekada nebūna per daug. Analizuojant projektą šiuo aspektu, numatomi finansavimo šaltiniai, išryškunami nauji gaminio bruožai, kurie gali būti patraukli vartotojui.

Rinkos paklausa yra labai svarbi projekto gyvendinimo sąlyga. Todėl atidžiai tiriama, nagrinėjamos panašios objektų charakteristikos ir projektuojamo objekto konkurencingumas, kurio pagrindinis požymis – gera kokybė.

Objekto utilizavimas – labai aktualus uždavinys. Naudotas numatytas laikas gaminyje turi greitai natūraliai suirti arba turi būti numatytas būdas jam perdirbti.

Svarstant technines charakteristikas numatymo etape analizuojami vartotojų pageidavimai ir stengiamasi juos patenkinti, atitinkamai parenkant technines objekto charakteristikas. Tam taikomi specialūs metodai. Tiriama rinka ir preliminariai apskaičiuojamos projekto išlaidos.

Ekspertinis projektas sudaromas, kai nagrinėjama sudėtinga problema, susijusi su didele parametrų sklaida. Projekto tikslas – vertinti šios sklaidos taktines charakteristikoms. Tam taikomi statistiniai analizės metodai.

Rengiant projekto eskizą apibrėžiama objekto koncepcija, t. y. principiniai projekto veikimo ir konstrukcijos pranašumai ir skirtumai palyginami žinomais tos paskirties objektais. Sudaromi

svarbiausi objekto sistem eskiziniai br žiniai. Remiantis tais br žiniais atliekama objekto ir jo gamybos proceso gedim ir pasekmi analiz .

Atliekama projekto pirmin perži ra, kurios tikslas – sitikinti, kad objektas gali b ti pagamintas ir atitiks techninius reikalavimus.

Techninis projektas viena laik s gamybos s lygomis apima ne tik visus reikalingus objekto br žinius, technines s lygas, technines charakteristikos, detali darbo br žiniai, bet ir detali apdirbimo bei objekto surinkimo technologij . Po šio etapo v l atliekama projekto prieži ra, kurios tikslas – nustatyti, ar suprojektuoti technologiniai procesai gal s užtikrinti numatytas objekto technines charakteristikas.

Objekto patikimumas turi b ti išsamiai išnagrin tas rengiant projekt . Patikimumo klausimai turi b ti nagrin jami visais projektavimo etapais. Bendru atveju projektuojant reikia vadovautis šiais principais:

1. Parinkti tinkam objekto strukt r .

Atsižvelgiant projektuojamo objekto svarb gali b ti parinktos strukt rin s schemas su lygiaver iais elementais, su vienodomis atsargin mis sistemomis, su vienodomis skirtingu principu veikian iomis sistemomis.

2. Taikyti parametr rezervavimo princip .

Jeigu lygiagre iai jungti elementus neracionalu arba ne manoma, taikomas parametr rezervavimo principas. Parametr rezervavimo principas pla iusiai taikomas mechanin se sistemose. Šio principo esm – pagerinti parametrus, lemian ius elemento ar detal s patikimum . Parametr rezervavimo principas taikomas ne vien mechanin ms sistemoms, bet ir kitiems technikos objektams.

Parametr rezervavimo principas kartais vadinamas nukrovimo principu, kas iš esm s yra tas pats. Jeigu padidiname vienos pertvaros skersmen , vadinasi, padidiname jo stiprum arba sumažiname jame kylan ius tempius.

3. Parinkti elementus ir detales.

Naudotini tik tokie elementai ir detal s, kuri patikimumas gana gerai iširtas ir nustatytos patikimumo charakteristikos (gedim dažnis, išdirbis tarp gedim ir pan.). Reikia atkreipti d mes tai, kad tas pa ias funkcijas atliekantys, bet skirtingos konstrukcijos ar veikimo principo elementai turi skirtingas patikimumo charakteristikas (ried jimo kinematin s poros patikimesn s už slydimo poras ir t. t.). Pasirenkami patikimesni elementai, jei kitos j charakteristikos tenkina projekto reikalavimus.

4. Atsižvelgti aplinkos s lygas.

Gedim dažnis priklauso nuo aplinkos s lyg , t. y. nuo temperat ros ir kit aplinkos veiksn . Apskai iuojant gedim dažn elemento darbo s lygos vertinamos pataisos koeficientu.

Projektuojant būtina tiksliai vertinti aplinkos sąlygas ir pasirinkti šio koeficiento vertę. Agresyviojoje aplinkoje reikia naudoti geresnės kokybės, patikimus elementus. Žinotina, kad ne visi elementai turi vienodą taką objekto patikimumui. Greitai gendanieji elementai, kurie nulemia objekto patikimumą, reikia vengti, juos tikslinga parinkti geresnės kokybės.

5. Mažinti elementų skaičių.

Objekto patikimumas mažėja, didėjant elementų skaičiui. Nuosekliojo jungimo sistemos gedimų dažnis lygus atskirų elementų gedimų sumai. Todėl sistemos elementų skaičius turi būti minimalus, t. y. tiek, kiek būtina, kad objektas atliktų savo funkcijas. Mechaninėse sistemose rekomenduojama mažinti detalių skaičių. Užuot naudojus didelį skaičių paprastos formos detalių, reikia naudoti mažesnių skaičių sudėtingesnės formos detalių.

6. Vairumas.

Sudarytos iš vienodo veikimo principo elementų sistemos gali būti nepatikimos, nes visi sistemos elementai gali sugesti dėl tos pačios priežasties. Todėl ypač svarbiuose objektuose rekomenduojama naudoti analogiškas sistemas, kurių veikimo principas yra skirtingas.

7. Apskaičiuoti projektuojamo objekto patikimumą.

Sudėtingi objektai gali būti labai nepatikimi, jei nesiimama speciali priemonė patikimumui padidinti. Objekto patikimumas būtina apskaičiuojamas projektuojant objektą. Svarbiausi sprendimai optimizuojami. Projektiniai sprendimai tikrinami atliekant statistinius eksperimentus ir gyvendinami tinkamai suprojektuojant technologinius procesus ir rangų bei kitus rankius, taip pat atliekant statistinį procesų kontrolę ir valdymą. Projektuojant ypač daug dėmesio reikia skirti tam, kad objektas būtų patikimas. Projekte būtina numatyti planinį techninį kontrolę ir remontus, jų turinį ir periodiškumą, taip pat atsarginę dalį gamybei bei galimybes atlikti planinius techninius remontus [3].

1.3. Kokybės vertinimo metodai bei jų taikymas

XX-ojo amžiaus pradžioje, besivystant masinei gaminių gamybai ir atsirandant vis daugiau tarpusavyje konkuruojančiųmonių, gaminančių tos pačios paskirties gaminius, susidarė aplinkybės, skatinančios gerinti gaminių kokybę, mažinti savikainas, didinti gamybos našumą. Didėjo poreikis metodams ir priemonėms, užtikrinančioms gaminių patenkančią rinką, stabilią kokybę. Tam buvo pasitelkta matematinė statistika, pagrįsta tikimybių teorija. Buvo suprasta, jog patenkančią gaminių nuolat gerai kokybei užtikrinti būtina vesti gaminių kokybės inspektavimą pačioje gamyboje. Kodėl buvo reikalingi statistiniai kokybės kontrolės metodai? Tai galima paaiškinti tuo, kad gaminių kokybė priklauso nuo daugelio faktorių, kurie nėra griežtai apibrėžti ir turi atsitiktinį charakterį. Todėl galutinio produkto kokybę taip pat yra veikiama šių pokyčių ir gauna

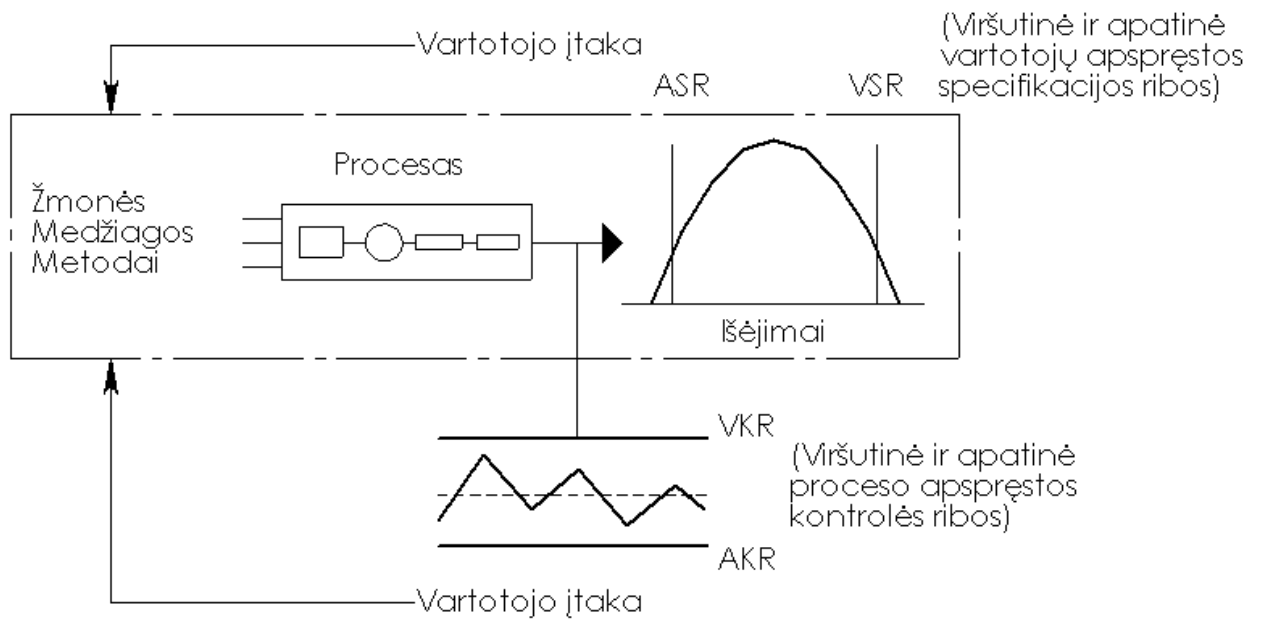
taip pat atsitiktin charakter. Tam, kad analizuotume tok proces, būtina taikyti statistikos metodus.

Pirmasis tyrimas, kuris pasiūlytų statistinius metodus naudoti gaminių kokybei inspektuoti, buvo Valteris Ševartas (Walter A. Shewart, 1891- 1967). Tai buvo statistikas, dirbęs Belo laboratorijoje 1920-1930 m. tarpsnyje. Jo parašyta knyga „Ekonominių pagamintų gaminių kokybės kontrolė“ (The Economic Control of Quality of manufactured Products) statistikai buvo pripažinta kaip žymus našas pastangas pagaminti gaminių kokybei gerinti. V. Ševartas tvirtino, jog bet kuriame gamybos etape egzistuoja nuokrypiai, kitimai (variations), kurie gali būti suprasti per paprastus statistinius rankius, tokius kaip atranka bei tikimybių analizė. Ševartas mokė, kad darbo procesas gali būti valdomas (kontroliuojamas) apibrėžiant, kada procesas turėtų būti paliktas be sikišimo ir kada turėtų būti sikišama. Jis sugebėjo apibrėžti atsitiktinių kitimų ribas vykstant kokiam nors procesui ir kad turėtų būti sikišama, kai tos ribos viršijamos. Jis išrado „Kontrolės grafikus“, kad galima būtų sekti konkrečių proceso grandies veikimą laike, kartu suteikiant darbininkui galimybę stebėti savo darbo kokybę bei numatyti (nuspėti), kada matuojami parametrai gali viršyti ribas [1].

1.3.1. Statistinis proceso kontrolis (SPK)

Jau pats metodo pavadinimas „Statistinis proceso kontrolis“ pasako, jog procesas yra kontroliuojamas, t.y. valdomas atsižvelgiant į proceso vyksmo kokybės atspindinį, statistiniais metodais gauti parametrai verš kitimo dinamiką ar tendencijas. Esant diegtai statistinei proceso kontrolei, monokiekvienoje gamybinėje darbo vietoje turi dokumentą, kuriame yra proceso kontrolės lapas, rodantis visus kokybės patikrinimus. Kokybės patikrinimai teikia SPK duomenis, kurie operatoriams padeda suprasti natūralius darbo proceso svyravimus, o esant reikalui laiku siterpti procesą reguliuojant esminius proceso taškus, tam kad atstatyt procesą leistinas tolerancijų ribas. Vaizdžiai šis procesas pavaizduotas 1.1 paveiksle.

Kaip matome iš šio paveikslo, viršutinę ir apatinę specifikacijų ribas, nulemtos vartotojo reikalavimų (vartotojo balsas), nustato proceso išėjimo (proceso balsas) viršutinę ir apatinę kontrolės ribas, kuriose turi tilpti mūsų gaminamo gaminio kokybės atspindinį parametrų vertės. Proceso statistinis kontrolinis modelis turi būti sutvarkytas taip, kad proceso išėjimo numatyti parametrai nuolat būtų palaikomi nominaliame verš koridoriuje, atitinkančiame vartotojo reikalavimus. Taigi, siauriant vartotojo reikalavimų diapazonui, automatiškai turi būti siaurinamas ir proceso išėjimo kokybės apibrėžiantis parametrų verš diapazonas. O tai ir yra proceso tobulinimas, kadangi šio koridoriaus susiaurinimas veršia didinti gaminio tikslumą (tobulinti kokybę) tam, kad patenkintume augančius vartotojo poreikius [1].



1.1 pav. Proceso valdymas pagrįstas SPK

1.3.2. Duomenų, vartojamų kokybės tobulinimo procese, rinkimas ir pateikimo būdai

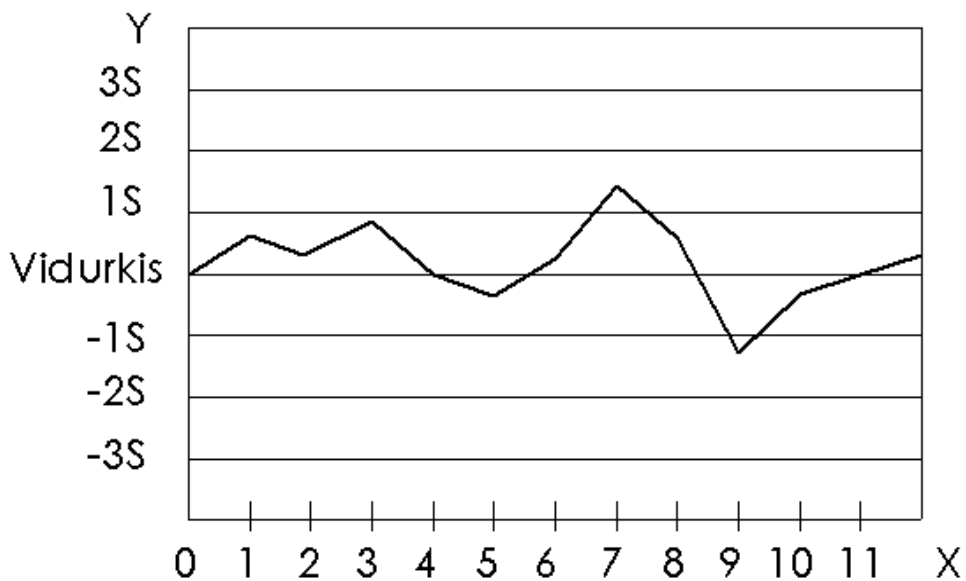
Tam, kad gautume duomenis apie mūsų dominantų procesų, be abejonų, reikia išmatuoti parametrus, vienaip ar kitaip charakterizuojant šio proceso kokybę. Ši informatyvi parametru išmatuotų verčių, kintančių matavimo metu, visuma ir sudarys duomenų bazę, kuri apdorodami ir vaizdžiai pateikdami, galime turėti reikšmingos medžiagos apie šio proceso eigybę bei apie kelius jiems tobulinti. Yra dvi rūšys duomenų - tai kokybiniai ir kiekybiniai. Kiekybiniai duomenys yra tie, kurių vertės gali būti išreikštos skaitmeniniu pavidalu. Visi kintantys duomenys paprastai kvalifikuojami kaip kiekybiniai. Kokybiniai duomenys yra išreikšti ne skaitmeniniu pavidalu. Jie surenkami žodine ar rašytine kalba. Renkant duomenis tokiu būdu, paprastai stengiamasi juos transformuoti skaitmeniniais išreikštus duomenis, naudojantis tam tikra skale. Duomenys surenkami gyventojų surašymo metu transformuojant skaitmeninius duomenis ir naudojant 0-1 skalę ar 0-5 skalę. Tokie duomenys vadinami atributiniais. Mokydamiesi statistikos mes išmokstame, kaip analizuoti kiekybinius ar atributinius duomenis.

Taigi periodiškai atlikdami kokio nors, mūsų dominantio, proceso kokybę apibūdinančio parametro matavimą ir išreikšdami jo vertę skaitmeniniu pavidalu, gausime eilskaitmeninius, kuriuos surašius registravimo lapelį gavimo tvarka, sunkiai pastebime kok nors dingsnumą. Tam, kad jį pastebėtume, reikia atlikti duomenų analizę. Analizuoti visada patogiau turint prieš akis duomenų priklausomybės grafiniu pavidalu. Todėl, pasinaudojant matematinėmis statistikos žinomais būdais, buvo pasiūlyti tokie duomenų pateikimo būdai, kaip antai: kontrolės diagramos, histogramos,

Par to diagramos, tendencij diagramos, taškin s diagramos. Kadangi darbe naudoju tik vien iš ši reikšmi pateikim b d j panagrinsiu atskirai [1].

1.3.3. Kontrol s diagrama

Tai duomen pateikimo b das, pirmiausiai naudotas gamyboje. Jis dažnai naudojamas kartu su statistin s proces kontrol s programa. Tai XY tipo grafikas, kur ant Y ašies yra pažym ta viršutin kontrol s riba ir apatin kontrol s riba (VRL – viršutin ribib linija ir ARL – apatin ribin linija), o X ašis sudalinta lygiais tarpais, atitinkan iais laiko intervalus tarp matavim ar pirmini ver i gavimo moment eil s tvarka. Nesigilinant smulkmenas, X ašis yra sutapatinama su išmatuot ver i vidurkio reikšme, o Y ašyje atidedamos VRL ir ARL ir tarpas tarp ši reikšmi padalinamas 6 juostas, kur vienos juostos plotis savo skaitine verte yra lygus matuojamo parametro standartiniam nuokrypiui nuo vidurkio. Taigi matuojamojo parametro kitimo tolerancijos ribos šiuo atveju yra lygios 6 standartiniams nuokrypiams arba taip vadinamoms 6 sigmoms. B dingas tokios kontrol s diagramos pavyzdys parodytas 1.2 paveiksle. Laužtine linija yra matuoti taškai, sujungti ties s atkarpomis. Šios diagramos naudojimas yra nesud tingas. Tod l apmokytas darbuotojas, darbo vietoje tur damas reikiamas priemones, gali rinkti duomenis ir, suvesdamas duomenis kompiuter , kontroliuoti matuojamo parametro kitimo tendencij . Parametro reikšm ms tendencingai art jant link VRL= 3S ar ARL= -3S, darbininkas, žinodamas parametro koregavimo b dus, gali stabilizuoti jam patik t proceso dal [1].



1.2 pav. Kontrol s diagrama, S-standartinis matuojamo parametro nuokrypis nuo vidurkio

2. GAMINIO CHARAKTERISTIK TYRIMAS STATISTINIS PROCES KONTROLIS METODU

2.1. Vadinamoji sistema konstrukcija

2.1.1. Gyvenamajai ir viešosios paskirties pastatų vadinamoji sistema ypatumai

Statybos higienos normos kelia tam tikrus būdingų tipų pastatų (gyvenamajai namai, teatrai, viešbučiai, mokyklai, ligoniniai ir t.t.) vadinamoji reikalavimus. Kadangi šiuose pastatuose pagrindinis teršalų šaltinis yra žmogus, tai apskritai vadinamoji sistemos yra paprastesnės negu pramoniniai pastatai. Iš viešosios paskirties pastatų sudėtingumu išsiskiria gydymo staigų vadinimas, tačiau tai lemia ne apsinuodijimo ar gaisro pavojus, o būtinai patalpose sukurti itin švari aplinka [2].

2.1.2. Gyvenamajai pastatų vadinamoji sistema

Sandarūs pastatai turi būti vadinami mechanškai. Sandariname pastate natūraliosios traukos reikiamam oro kiekiui patalpas siurbti nepakanka. Natūralios oro kaitos kartotinumai būstui – apie $0,2\text{h}^{-1}$, o pagal higienos reikalavimus pakankama oro kaita laikoma $0,5\text{h}^{-1}$.

Sandariuose pastatuose natūrali oro kaita neužtikrina norminio oro švarumo, todėl tampa svarbūs tokie teršalų šaltiniai, kuriuos nesandariame pastate galima buvo nekreipti dėmesio. Būdingi teršalų šaltiniai:

- apdailos medžiagos, baldai, iš jų nežymiai, bet nuolat garuoja cheminės medžiagos;
- žmonių gyvybinės veiklos produktai – vandens garai, CO_2 , kvapai. CO_2 koncentracija viešosios paskirties pastatuose dažnai yra oro kokybės rodiklis, pagal ją reguliuojamas vadinamoji oro kiekis;
- buitiniai procesai, ypač maisto ruošimas ant atviros ugnies – be vandens garų ir CO_2 , dar išsiskiria nuodingosios CO dujos. Būsto oro kokybės indikatoriai - CO_2 ir oro drėgnumas.

Kadangi būstui išsiskiriančių teršalų kiekis labai kinta, turi būti galimybė pagal poreikį žymiai keisti vadinamoji intensyvumą – atverti langus, ruošiant maistą jungti viryklę su gaubtu ir pan. Jei nekeliama ypatingos švaros reikalavimai, kiekvienoje patalpoje privalo būti atveriamas langas ar kitokia anga patalpai greitai pravedinti.

Oras būstui šalinamas iš tualetų, vonių ir virtuvių. Leistina sujungti vieno buto vadinamoji kanalus: gyvenamajai kambariui, tualetui ir vonios, vonios ir virtuvės. Plytų sienoje mažiausias vidinis kanalas yra $1/2 \times 1/2$ plytos, jo sienelių storis ne mažesnis kaip $1/2$ plytos. Kai negalima rengti

kanal sienose, daromi pristatomieji kanalai. Oro ištraukimo angos patalpose išdėstomos per 0,2-0,5 m žemiau lubų.

Oras šalinamas virš stogo tokiose vietose ir tokiam aukštyje, kad neatsidurtų viršuje. Patalpų padidėjimo slėgio zonoje, ne žemiau kaip norm reikalaujame krosnių kaminių aukštyje. Lauko oro mimos vietos pageidautinos kuo aukščiau ir toliau nuo teršalų židinių (gatvių, atliekų surinkimo vietų, pakuotų skleidžiančių augalijos).

Paprastai atveju turi būti centrinė ištraukiamoji sistema arba atskiros sistemos iš butų. Vien šalinant orą, kartu prarandama visa jame pašildyti sunaudota šiluma. Racionaliai suprojektuotame pastate šalinamo oro šiluma panaudojama tiekiamam orui pašildyti.

Sistemos konstrukcija, ranga ir valdymas turi būti paprasti ir aiškūs. Kai sistemos labai sudėtingos, joms eksploatuoti reikia kvalifikuoto techninio personalo, jo trūkstant sistemos naudojamos ne tada, kai reikia, ar visai išjungiamos. Ypač tai svarbu viešosios paskirties pastatuose, pavyzdžiui, mokyklose ir pan. [2].

2.2. Vėdinimo agregato konstrukcija

2.2.1. Bendras vėdinimo sistemos veikimas

Vėdinimo, šildymo, aušinimo ir kt. sistemos tikslas yra vienas – patalpose sukurti higienos ir technologinių norm reikalavimus atitinkant mikroklimatą. Patalpoje veikiančių technologinių renginių skleidžiamos šilumos, drėgmės, dujų ir dulkių kiekis kinta. Vėdinimo ir šildymo sistemos veikimas turi būti suderintas ne tik tarpusavyje, bet ir su technologinių renginių procesu.

Viešosios paskirties patalpoms keliami kiti reikalavimai, pavyzdžiui, ta pati salė turi tiktai koncertams, parodoms, sporto varžyboms ar renginiams ant ledo. Tai žymiai apsunkina rasti visiems atvejams tinkamą sprendimą. Jis manomas tik išanalizavus visą pastato inžinerinį sistemų kompleksą.

Kiekvienos paskirties patalpoms būdingas savitas darbo organizavimo ir šildymo bei vėdinimo režimas. Visas jas sieja tai, kad, norint taupiomis priemonėmis sukurti optimalų mikroklimatą, šildymas turi būti susietas su vėdinimu, o šios abi sistemos – su pastato šiluminėmis charakteristikomis, darbo organizavimu ir technologiniu procesu [2].

2.2.2. Vėdinimo agregatams keliami reikalavimai

Vėdinimo agregatas, kaip ir kiekvienas gaminytis, turi atitikti tam tikrus saugos reikalavimus. Šie reikalavimai aprašyti standartuose. Lietuvoje vėdinimo projektavimą reglamentuoja standartas: STR

2.09.02 „Šildymas, vadinamas ir oro kondicionavimas“. Kitose šalyse, Vokietijos (žymimi santrumpa DIN), Didžiosios Britanijos (BS) ir JAV (ANSI/ASHRAE) šildymo ir vadinamo standartai, Rusijos šios normos (SNiP). Ši normatyvini dokument turinys nėra vienodas ne tik dėl savit kiekvienos šalies slyg, bet ir dėl skirtingo norm aiškinimo. Kai kuri šali normose pateikiama visa projektavimui reikalinga informacija, išskyrus konkre i reikinius skai iavimo duomenis; kit – normose aptariama tik tikslas, kur reikia pasiekti, pavyzdžiui, komfortinio mikroklimato veiksniai, pagrindiniai vadinamo sistem s kmingo veikimo principai ir pan.

Stengiamasi suvienodinti vairi šali standartus. Tuo rpinasi Europos standart komitetas (CEN), tarptautin standart organizacija (ISO) ir kitos organizacijos [2].

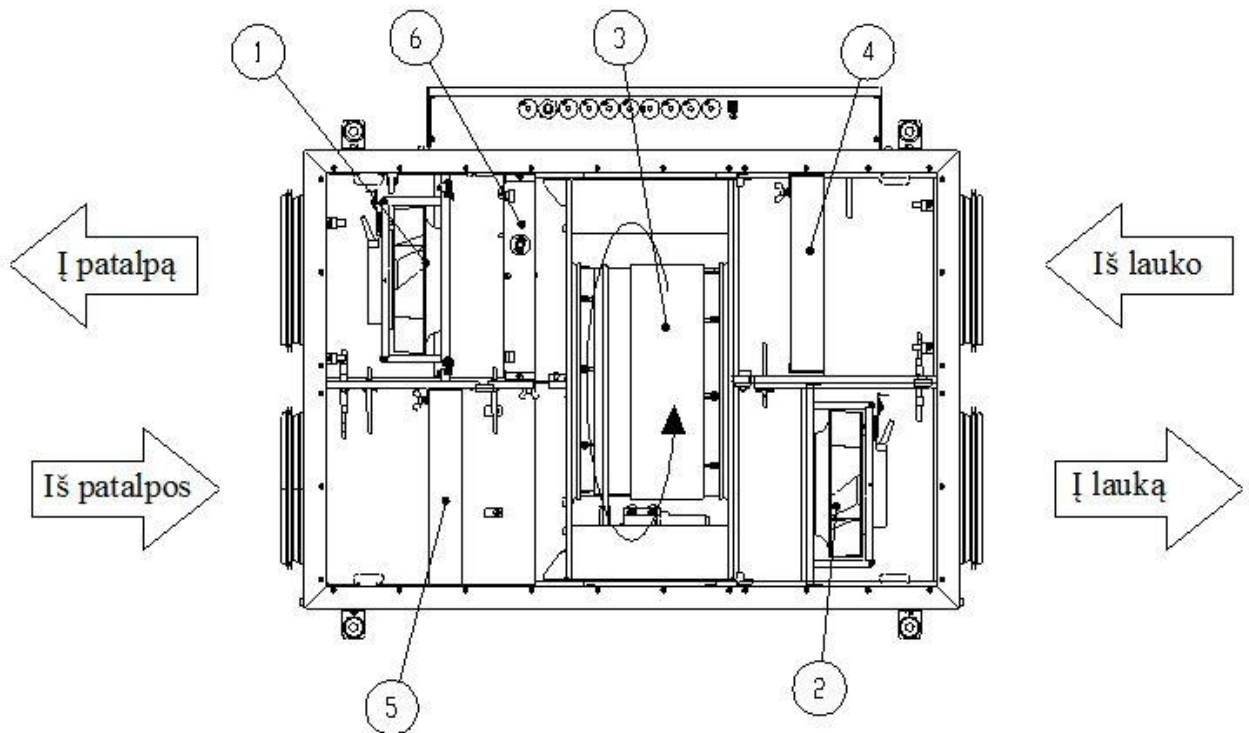
2.2.3. Oro tiekimo agregatas „Rekuperatorius 350“

Tiekimo sistem oro paruošimo ranga jungiama vien agregat , vadinam oro tiekimo agregatu.

Mano atveju tiriamas agregatas yra horizontalus, ta iau gali bti ne tik horizontalus, bet ir vertikalus. Horizontali agregat konstrukcija montavimo atžvilgiu gana paprasta, montuotojui tereikia pritvirtinti agregat per montavimo kilpas prie lub (sienos) ir prijungti vamzdynus bei automatikos prietaisus. Apži rai, remontui ar kai reikia pakeisti, kalorifieriai, filtrai, ventiliatoriai yra ištraukiami kaip stal iai. Prijungus dar dr kinimo arba v sinimo sekcijas, oro tiekimo agregatas virsta kondicionieriumi.

Patalpose statom agregat sekcij sienel se esanti apie 25 mm storio šilumin izoliacija apsaugo nuo triukšmo.

Bendrasis vaizdas oro tiekimo agregato, kuriame šalinamo oro šiluma panaudojama tiekiamam orui pašildyti, vaizdas matyti 2.1 pav. Šis agregatas, ištraukia or iš patalp bei tiekia „švieži “ lauko or , pašildydamas j naudojant išmetamo oro šilum . Tokiu bdu 77- 95% sumažinamos šilumos išlaidos, reikalingos lauko oro pašildymui.



2.1 pav. Rekuperatorius 350: 1, 2 – Ventiliatoriai; 3 – regeneracinis šilumokaitis; 4, 5 – narveliniai filtrai; 6 – elektrinis kaloriferis

2.3. Gaminio charakteristikos, lemian ios rekuperatori našumo užtikrinim .

2.3.1. Ventiliatoriai

Ventiliatoriai yra skirti oro jud jimui agregate ir ortakyje sukelti. Jiems sukti sunaudojama didžioji dalis elektros energijos; jie yra pagrindinis v dinimo agregato keliamo triukšmo ir vibracij šaltinis, tod l netinkamai parinkto arba prastos kokyb s ventiliatoriaus tr kumai yra akivaizd s.

Pagal veikimo princip ventiliatoriai yra radialieji (išcentriniai) ir ašiniai. Gaminami vaarios paskirties ventiliatoriai: vieni skirti švariam orui (kurio užterštumas artimas patalp oro užterštumui, o temperat ra 40-80 °C), kiti dulktam orui, aukštos temperat ros dujoms; special s ventiliatoriai naudojami pneumatinio transporto sistemose, laivuose; taip pat gaminami ner dijantys, nesukeliantys sprogimo pavojaus, žemo triukšmo lygio ventiliatoriai ir pan.

Medžiag , iš kurios gaminamas ventiliatorius, lemia paskirtis. Bendrosios paskirties ventiliatoriai esti plieniniai; dulktam orui p sti, pneumatiniam transportui – taip pat plieniniai, bet atsparesni – kad ne taip greitai sudilt , gaminami iš storesni plieno lakšt . Ner dijantys ventiliatoriai gaminami iš plastik , plastik u padengto plieno, titano, aliuminio, sprogiesiems mišiniams – iš aliuminio bei plastik u dengto plieno.

Ašiniai ir radialieji ventiliatoriai paprastai montuojami taip, kad jų darbo rato (sparnuotasis) ašis būtų horizontali. Taip pat gaminami ašiniai ir radialiniai ventiliatoriai, pritaikyti tvirtinti vertikaliai kryptimi.

Pagal sukuriama pilnutinį slėgį ventiliatoriai laikomi: mažo slėgio (iki 1 kPa), vidutinio (1-3 kPa) ir didelio slėgio – iki 12 kPa. Radialieji ventiliatoriai būna vairo slėgio, ašiniai – dažniausiai tik mažo. Tokių pat matmenų ašiniai ventiliatoriai sukuria mažesnį slėgį, bet yra našesni už radialiuosius (išcentrinčius), todėl jie tinka, jei vėdinimo agregato sistemos aerodinaminiai nuostoliai yra maži.

Ventiliatoriaus konstrukciją apibūdina jo tipas, matmenis – darbo rato skersmuo. Standartinio darbo rato skersmenų seka: 20, 25, 31, 40, 50, 63, 71, (80), 90, (100), 112, 125, 140... cm. Darbo rato skersmuo rašomas plokštelyje, tvirtinamoje prie ventiliatoriaus, pavyzdžiui, kai skersmuo 50 cm, tarp skaičių ir raidžių rašime 050, 500 ar Nr. 5.

Ventiliatoriams galioja slėgio ir debito kitimo dėsningumai kintant skaičiais:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2, \quad (2.1)$$

čia: $p_{1,2}$ – slėgis, kPa; $L_{1,2}$ – oro srauto našumas (debitas), m³/h; $n_{1,2}$ – apsisukimų skaičius, aps/min.

Pakeitus ventiliatoriaus skaičių reikalaujama galia labai kinta:

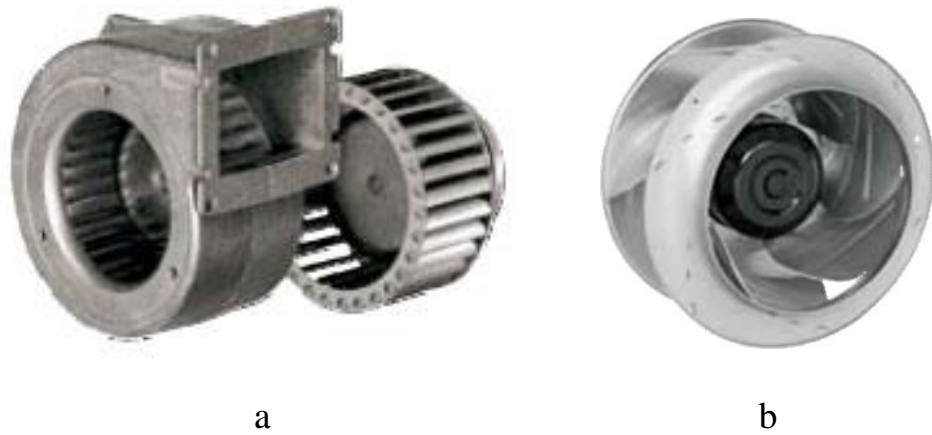
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{L_1 \cdot p_1}{L_2 \cdot p_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3, \quad (2.2)$$

čia: $N_{1,2}$ – galia, kW.

Kai oro tankis skiriasi nuo 1,2 kg/m³, proporcingai pakinta ventiliatoriaus sukuriamas slėgis [2].

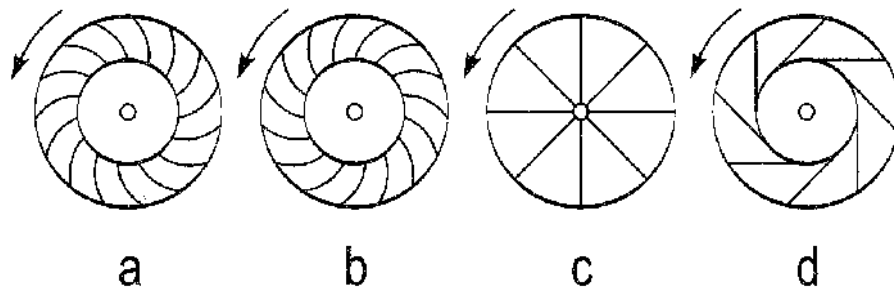
2.3.1.1. Konstrukcija

Radialieji ventiliatoriai. Ventiliatoriaus formos matyti 2.2 pav., o darbo rato tipai – 2.3 pav.



2.2 pav. Ventiliatoriai: a – mažo slėgio švaram orui, b – užterštam orui

Radialusis ventiliatorius veikia taip: sukantis darbo ratui, išcentrinį ga numeta oro daleles nuo menio, todėl ties menio galais oro slėgis padidėja, o rato centre sumažėja. Darbo rato centre susidariusio vakuomo veikiamas oras siurbiamas ventiliatori vietoj „numestojų“ gaubtu. Spiraliname gaubte susikaupęs oras iš ventiliatoriaus išeina pro išmetamą angą.



2.3 pav. Radialieji ventiliatorių darbo ratai: a – prieklenktomis mentėmis, b – atgal lenktomis mentėmis, c – tiesiomis radialiomis mentėmis, d – tiesiomis atgal lenktomis mentėmis

Ventiliatori su atgal išlenktomis mentėmis naudingumo koeficientas didžiausias, y_{\max} - iki 86 %, todėl naudojami ten, kur svarbus žemas triukšmo lygis, mažos eksploatacavimo išlaidos. Ventiliatoriai su išlenktomis priekinėmis mentėmis, esant tam pačiam našumui ir skaičiui, yra mažesni, jų naudingumo koeficientas mažesnis, y_{\max} - 72 %, bet sukuria didesnį slėgį. Jei ventiliatoriaus mentės tiesios, naudingumo koeficientas mažiausias - y_{\max} - 67 %, bet prie menio ne taip limpa dulks, mentės iliau dyla, todėl tokie darbo ratai montuojami dulks ir lašeliais užteršto oro, pneumatinio transportavimo ventiliatoriuose.

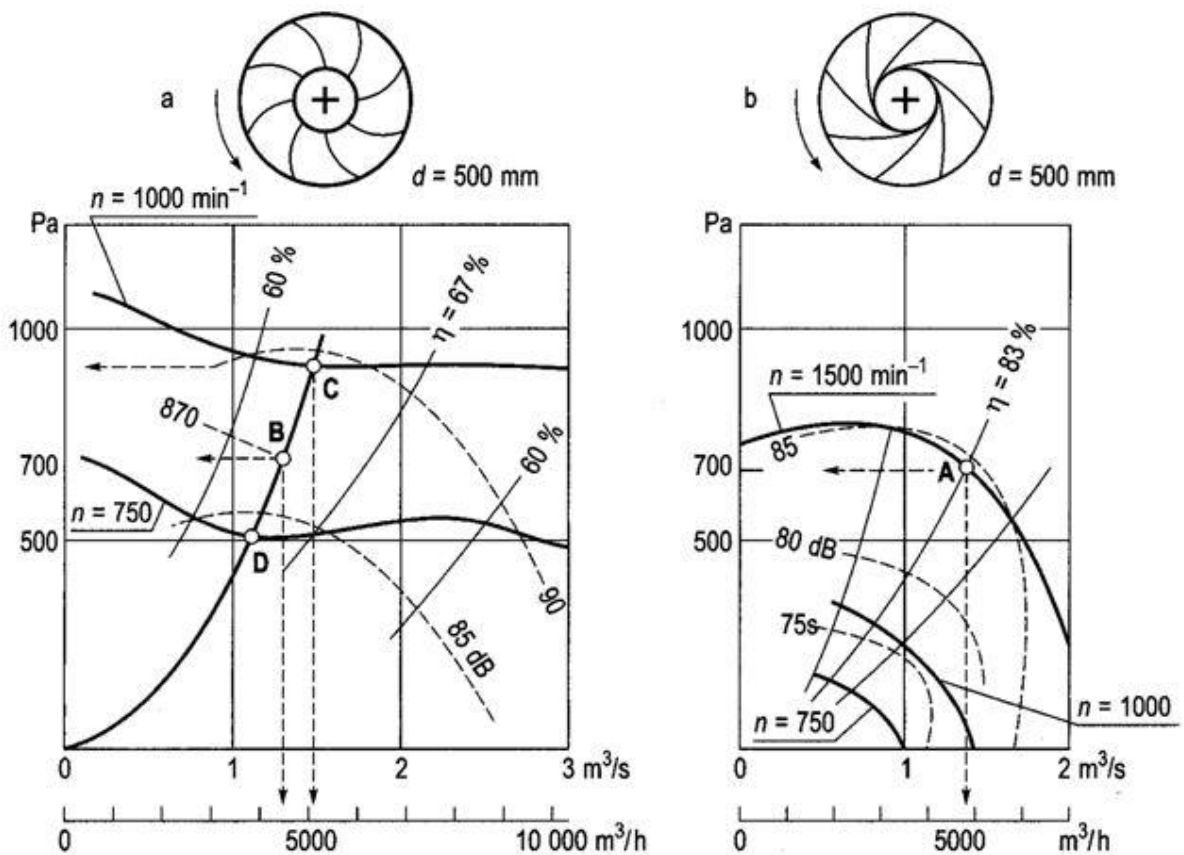
Iš paži ros ventiliatoriai skiriasi spiralinio gaubto plo iu: pla iausias mažo sl gio ventiliatori gaubtas, siauriausias – didelio. Didesniam sl giui pasiekti ventiliatorius turi spar iai suktis – susidaro didesn išcentrin j ga. Mechaniskai atsparesnis yra siauras darbo ratas (2.2 pav.) [2].

2.3.1.2. Ventiliatori parinkimas

Norint parinkti ventiliatori , reikia žinoti oro temperat r , dr gm , priemaiš pob d ir koncentracij , v dinimo sistemos debit , aerodinamin pasipriešinim ir ventiliatoriaus charakteristikas.

Svarbiausioji iš ventiliatoriaus charakteristik – sukuriamo sl gio ir našumo priklausomyb $p = f(L)$, taip pat naudojamos galios ir naudingumo koeficiento priklausomyb s $\Phi = f(p, L)$ ir $y = f(p, L)$ bei triukšmo lygis.

Šias charakteristikas lemia darbo ratas. Palyginimui 2.4 pav. Parodytos dviej ventiliatori , kuri darbo ratas $d=500$ mm, tokiame gaubte charakteristikos, tik vieno ment s išlenktos priek , kito – atgal.



2.4 pav. Darbo rato charakteristikos: a – su priek lenktomis ment mis, b – su atgal lenktomis ment mis

Charakteristikos nustatomos standartinomis lygomis: oro temperatūra 20 °C, oro tankis – 1,2 kg/m³, oras švarus. Kitomis lygomis charakteristikos keičiasi. Ventilatorius sukuriamas slėgis priklauso nuo „numetamo“ nuostolio oro dinaminio slėgio, todėl kai temperatūra t, tikrasis ventilatoriaus slėgis, esant tam pačiam našumui, m³/h, yra:

$$p = p_{20^{\circ}} \frac{293}{273 + t}, \quad (2.3)$$

Ventilatoriaus galios poreikis, ne vertinus nuostolius variklyje (kW):

$$W = \frac{L \cdot p}{3600 \eta_v \eta_p}, \quad (2.4)$$

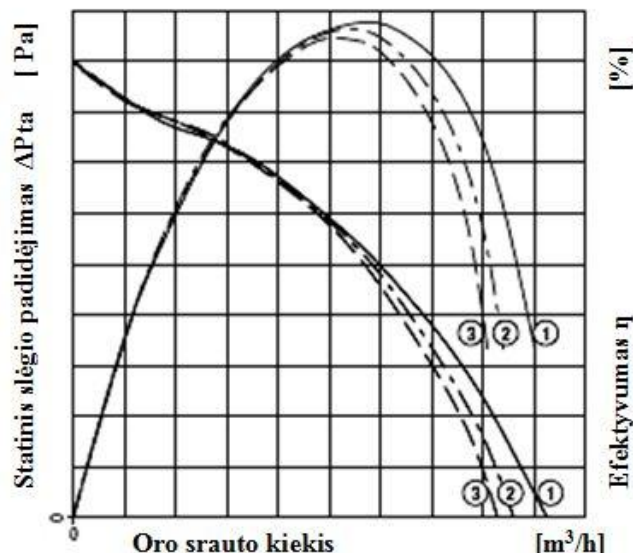
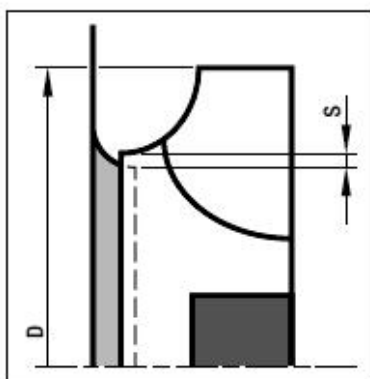
čia: L – ventilatoriaus našumas (m³/h); p – ventilatoriaus sukuriamas slėgis (kPa); η_v, η_p – ventilatoriaus ir pavaros naudingumo koeficientai.

Kataloguose vaizduojama tik ta ventilatoriaus charakteristikos dalis, kuri atitinka didžiausias naudingumo koeficientas. Tai daroma ne vien skatinant taupyti energiją, bet ir dėl nestabilaus pulsuojančio darbo pavojaus mažo debito srityje. Svyruojant sukuriama slėgiui, ventilatorius pradeda stipriai vibruoti, veikia triukšmingai. Yra dvi pagrindinės nestabiliaus režimo priežastys: su kuriais tarpiniais ir ventilatoriaus charakteristikos pobūdis [2].

2.3.1.3. Išcentriniai ventilatoriai su atgal lenktomis darbo rato mentėmis ir jų montavimo sąlygos

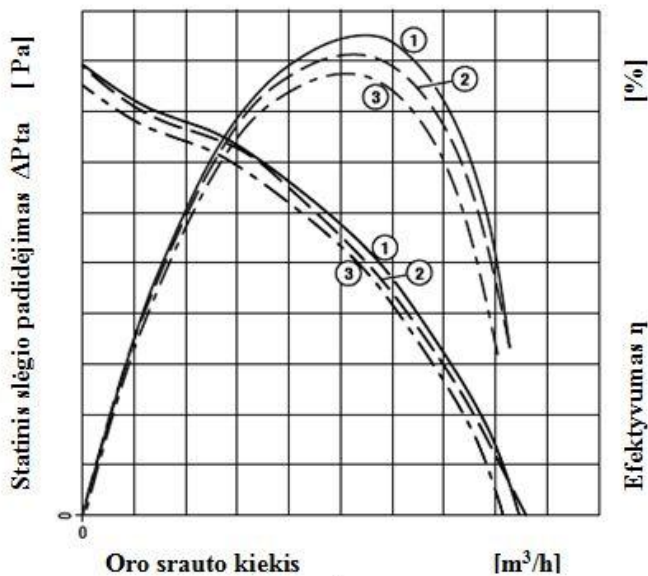
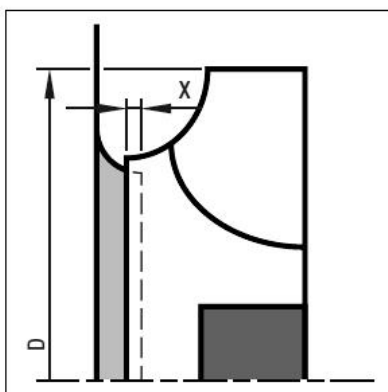
Ventiliatori tinkamam naudojimui didelį taką turi siurbimo flanšo padėtis ventilatoriaus padėčiai [5], t.y. kokių atstumų ventiliatorius pastatytas prie siurbimo flanšo. Daugelis gamintojų rekomenduoja tam tikrus atstumus pagal kuriuos remiantis agregatas veikia optimaliausiai. Manoma tiriamo agregato ventiliatori tvirtinimo schemas pateiktos prieduose. (žr. I priedą, II priedą ir III priedą).

Išcentrinio ventilatoriaus oro tarpas tarp siurbimo flanšo ir ventilatoriaus taką oro išcentrinio ventilatoriaus našumui ir efektyvumui. Tai matyti iš žemiau pateiktos diagramos.



2.5 pav. a) Ventilatoriaus ir siurbimo flanšo tvirtinimo schema b) Ventilatoriaus pad ties taka: $1 - s/D = 0,4\%$;
 $2 - s/D = 1,0\%$; $3 - s/D = 1,4\%$

2.5 pav. a pateikta ventilatoriaus ir siurbimo flanšo tvirtinimo schema. Jame matyti koki tak galutiniam variante patiriame sumontuodami ventiliatori neišlaikant atstumo s (2.5 pav. b). Efektyviausiai ir pilnai išnaudojami ventilatoriaus parametrai kai išlaikomas santykis artimas $0,4\%$. Tokiu b du ventiliorius dirbs nekeldamas papildom triukšmo, neatsiras oro srauto s kuri . Analogiški procesai gali vykti, kai n ra išlaikomas x atstumas. 2.6 paveiksle a pateikta ventilatoriaus ir siurbimo flanšo tvirtinimo schema. Efektyviausiai ventiliorius dirba kai išlaikomas santykis artimas $0,6\%$ (2.6 pav. b).



2.6 pav. a) Ventilatoriaus ir siurbimo flanšo tvirtinimo schema b) Ventilatoriaus pad ties taka: $1 - x/D = 0,6\%$;
 $2 - x/D = 0\%$; $3 - x/D = -0,8\%$

2.3.2. Elektriniai kaloriferiai

Gaminami lygi ir briaunuoti vamzdžiai elektriniai kaloriferiai. Vamzdyje taisyta varža kaista tekant elektros srovei ir pro išorinį vamzdžio ir briaunų pavirši atiduoda šilumą orui. Briaunuoti vamzdžiai elektriniai oro šildytuvai iš išorės primena vandens kaloriferius. Vamzdžiai ir briaunos daromi iš aliuminio.

Elektriniai kaloriferiai patogiai reguliuojami, greitai reaguoja aplinkos oro parametrų kitimui, tačiau turi pavojingas ypatybes – negali šildyti netekant orui, nes, sutrikus apsauginei automatikai, perkaitę kaitinimo elementai išsilydo. Kad vamzdeliai, atiduodami nepakankamai šilumos, kurioje nors vietoje neperkaist, oro srautas turi būti tolygesnis negu vandens arba garo kaloriferiuose. Pageidautina, kad elektrinis kaloriferis stovėtų už pertvaros ne arčiau kaip per du vamzdžio skersmenis, o nuo ventiliatoriaus išmetamosios angos – ne arčiau kaip per 4 skersmenis. Elektros kaloriferiai statomi, kai nėra kito patogaus oro šildymo būdo arba šildymo išlaidos nelabai svarbu [2].

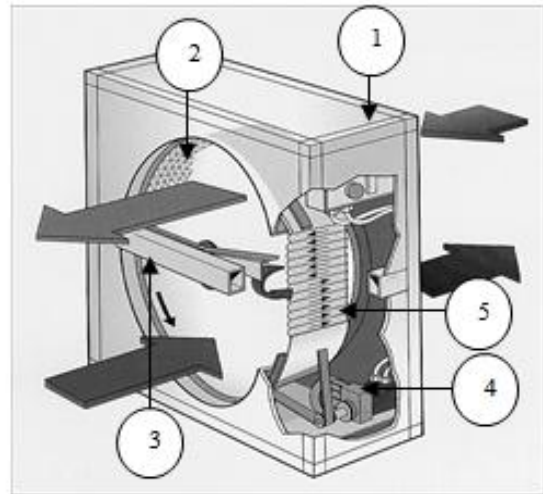
2.3.2.1. Valdymas ir reguliavimas

Turi būti rengta apsauga nuo perkaitimo. Nenormaliai kylant temperatūrai, kaloriferis išjungiamas. Kaloriferis sublokuojamas su ventiliatoriumi taip, kad išjungtą sustojus ventiliatoriui ir išjungtą tik jam veikiant. Kiekvienam elektriniam kaloriferiui yra atitinkamas minimalus perėjimas galintis tekėti oro srautas.

Šildymo galia pagal temperatūros jutiklio signalą keičiama pakopomis arba tolygiai. Šildymo varžos sujungtos įvairios galios grupės, todėl jas vairiai derinant galima orą pašildyti iki norimos temperatūros. Pašildymo tikslumas priklauso nuo varžų grupių skaičiaus. Pavyzdžiui, kai yra 4 grupės – 1, 2, 4 ir 8 kW galios (iš viso 15 kW), ir pašildomas 40 °C, oro temperatūros reguliavimo tikslumas yra $40:15=2,7$ °C. Jei reguliavimas pakopomis nepakankamai tikslus, reguliuojama tiristoriumi tolygiai keičiant galią [2].

2.3.3. Sukamieji regeneraciniai šilumokaičiai

Sukantis utilizatoriaus rotoriumi, šaliname ore šilumą krova patenka į sausą lauko oro srautą ir jam atiduoda sukauptą šilumą. Atvėrusi krova vėl patenka šilto oro srautą, šyla ir t.t. Tam, kad krovos šiluminė inercija būtų mažesnė, krova daroma iš 0,3-0,5 mm storio lygi arba lankstytas aliuminio lakštų. Sukimo dažnis – iki 10-20 min⁻¹.



2.7 pav. Regeneracinio šilumokai io bendrasis vaizdas ir schema: 1 – korpusas, 2 – rotorius, 3 – prap timo segmentas, 4 – variklis, 5 – rotoriaus vamzdeliai

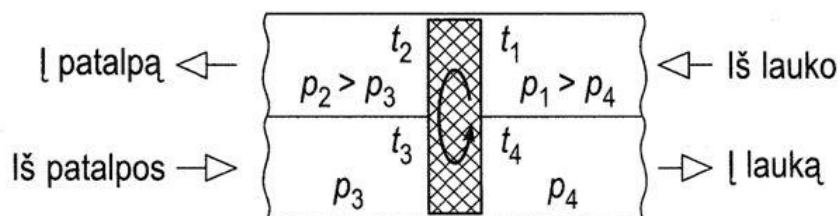
V dinimo tikslams skirtuose šilumokai iuose leidžiamoji šalinamo oro temperat ra turi b ti ne didesn kaip +50 °C.

Kai rotorius sausas, tarp šildomojo ir šildan iojo srauto vyksta tik šilumos mainai. Kritus lauko oro temperat rai, pradeda kondensuotis šalinamojo oro garai. Pasisukus rotoriumi, dr gna krova patenka kit kanal , ir dr gm šildomajame sraute ima garuoti. Vyksta šilumos ir dr gm s mainai. Jei norima, kad dr gm s mainai vykt ir sausame rotoriume, krovos paviršius apdorojamas, kad ant jo esantis oksid sluoksnis tapt kor tas ir higroskopiškas.

Rotoriai gaminami su nehigroskopiška arba higroskopiška krova. Higroskopiška krova pageidautina ten, kur patalp or reikia dr kinti ir šildyti, aušinti ir sausinti. Nauda abejotina, kai kondensuojasi žmoni išskirta dr gm . Kondensate gali b ti vandenyje tirpstan i nemalonaus kvapo medžiag . Šios medžiagos garuoja tiekiam j or . Visos medžiagos, kuri buvo šaliname ore, daugiau ar mažiau prikimba prie krovos, pavyzdžiui, virtuv s kvapai, mikroorganizmai, tod l sukamieji šilumokai iai draudžiami gyvenamiesiems namas, mokykloms, gydymo staigoms.

Pro plyšius tarp rotoriaus ir korpuso, taip pat ir su krova oras gali pertek ti iš vieno kanalo kit .

Užteršto šalinamo oro pertek jimas švaraus tiekiamojo oro sraut nepageidautinas. Kad taip neatsitikt , švariame sraute palaikomas didesnis sl gis (2.8 pav.), ir rotoriaus dalis uždengiama prap timo segmentu. Kol rotorius prasisuka pro š segment , švarus oras išpu ia iš krovos užteršt . Segmentas užima 1-6°, tod l, kuo jis siauresnis, ir didesnis s ki dažnis, tuo didesnis turi b ti sl gi skirtumas švaraus ir užteršto oro kanaluose (apytiksliai apie 300 Pa). Sl gi skirtumas reguliuojamas balansiniu vožtuvu. Nuteka apie 3% švaraus oro.



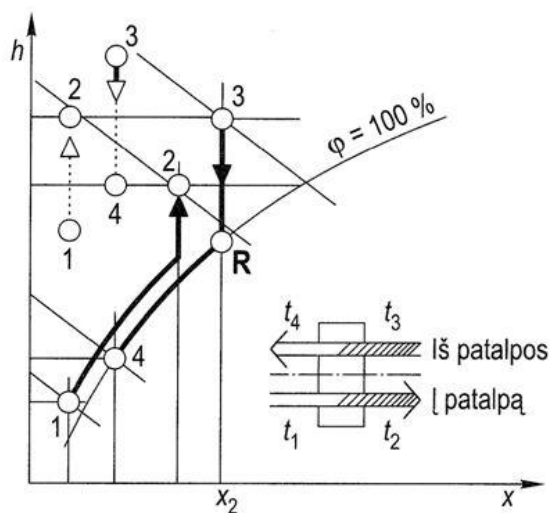
2.8 pav. Sl gis sukamajame utilizatoriuje

Sukamieji regeneraciniai šilumokai iai sud tingesni, bet energetiškai efektyvesni už plokštinius. Gaminama 100 t kst. m³/h ir didesnio našumo šilumokai iai. V dinimo sistemose naudojam rotorį skersmuo – 0,2-5m. Temperat rinis efektyvumas didžiausias iš vis šilumos utilizatori – 65-85% [2].

2.3.3.1. Oro apdorojimo procesai regeneraciniame šilumokaityje

Nehigroskopiška krova (2.9 pav.). Galimi du atvejai:

- šildomojo oro pradin temperat ra pakankamai aukšta, šildantis oras neatv sta žemiau jo rasos taško;
- pradin šildomojo oro temperat ra žema, šildantis oras atv sta žemiau jo rasos taško, rotoriuje kondensuojasi dr gm (šildymo sezono r žimas).



2.9 pav. Oro apdorojimo procesai nehigroskopiškame rotoriuje

Kai dr gm nesikondensuoja, tarp šildan iojo ir šildomojo oro vyksta tik šilumos mainai, dr gm neperduodama. Šildan iojo ir šildomojo oro parametr kitimo linijos eina lygiagre iai (2.9 pav., kreiv s). Šildantysis oras ataušta (linija x=const) nuo pradini parametr (3) iki 4 taško

parametr . Šildomasis pašyla (linija $x=\text{const}$) nuo taško 1 iki taško 2. Žinant temperatrinio efektyvumo koeficient , pašildyto oro temperat ra:

$$t_2 = y_t(t_3 - t_1) + t_1, \quad (2.5)$$

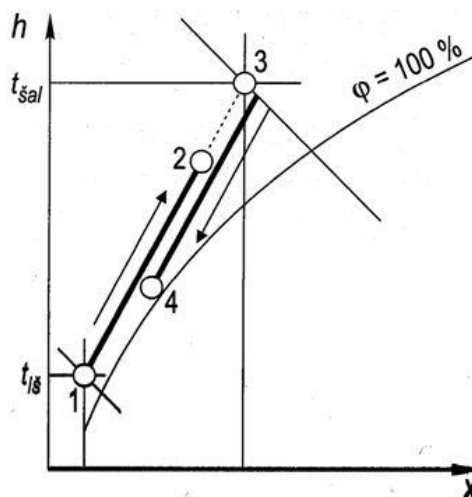
Atv susio šalinamo oro temperat ra t_4 randama iš šalinamo ir tiekiamo oro šilumos balanso.

Išraiška (2.5) leidžia apskaičiuoti, iki kokios temperatros pašilo tiekiamas oras, tačiau nežinoma, iki kokios absoliučio drėgnumo jis sudrėks. Vandens garų kiekis ore x_2 nustatomas pagal analogišką (2.5) formulę.

Kondensuojantis drėgmi, šildantysis oras virsta (2.9 pav., ištisinė linija nuo taško 3 iki rasos taško R ir toliau), kondensuojantis jo drėgmi (linija $w = 100\%$, iki taško 4). Susikondensavusi drėgmi, krovai jus šildomojo oro kanal, garuoja. Vyksta šilumos ir drėgmi s mainai. Tiekiamas (šildomasis) oras šyla ir drėksta (linija 1-2). Laikoma, kad temperatrinio ir drėgmi s main efektyvumo koeficientai yra vienodi, $y_x = y_t$. Radus x_2 ir t_2 , nustatomas pašildyto oro parametrai taškas (2).

Higroskopiškoji krova (2.10 pav.). krovos paviršius sugeria drėgmi, todėl šilumos ir drėgmi s mainai vyksta esant bet kuriai oro temperatrai. Šildomas oras šyla ir drėksta. Pašildytas oro parametrai taškas (2) ir atv susio šildančio oro parametrai taškas (4) yra pradiniai parametrai (1 ir 3) jungiančioje tiesėje.

Žinant temperatrinio efektyvumo koeficient , randami pašildyto oro parametrai (taške 2). Kritus šalinamojo oro temperatrai žemiau rasos taško, procesai vyksta panašiai, kaip ir esant nehigroskopiškai krovai. Supaprastintoje schemoje galutiniai parametrai yra pradiniai parametrai (1 ir 3) jungiančioje tiesėje, taip pat kaip ir be drėgmi s kondensacijos.



2.10 pav. Oro apdorojimo procesai higroskopiškame rotoriuje

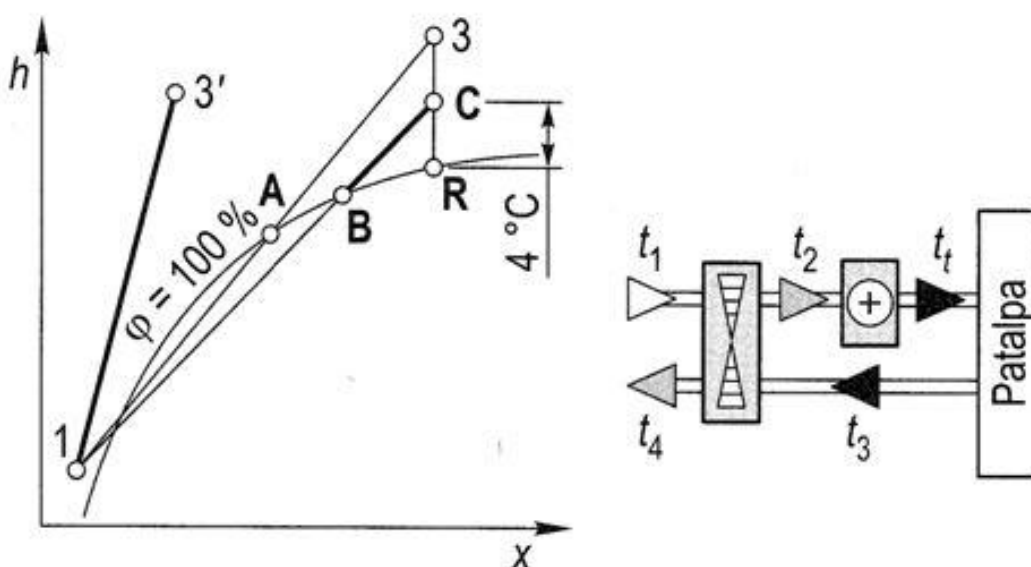
Apsauga nuo apšalimo. Visi toliau išvardinti veiksmai, leidžiantys išvengti apled jimo padarini , atliekami:

- pagal pavieni jutikli signalus, pavyzdžiui, atitirpinti pradeda, kai šilumokai io aerodinaminis pasipriešinimas padid ja 50 %; pagal iš utilizatoriaus ištekan io šalinamo oro temperat r ;
- pagal laiko rel s program , pavyzdžiui, kai lauko temperat ra žemesn nei 0 °C, tirpdomas kas 4 valandas, netikrinant, ar yra šerkšno;
- optimizuojant darbo r žim ir tirpinimo eig mikroprocesoriumi, pvz., parenkant tokius šilumneši grei ius, tirpinimo b d ir moment , kad b t sutaupoma daugiausiai l š .

Apšalimo pavojus visiškai išvengiama, jei lauko oras pašildomas prieš jam patenkant rotorį . Šis b das netaikytinas, nes kelis kartus sumaž ja atgaunamos šilumos kiekis [2].

2.3.3.2. Sukam j šilumokai i apsauga

Kai lauke temperat ra žemesn nei 0 °C, rotorius ne visada paled ja, nes šerkšnas gali išgaruoti tiekiamo oro pus je, kol rotorius apsisuka. Tad, kad rotorius apled t , jame turi kondensuotis tiek dr gm s, kad ji nebsp t išgaruoti. Apš la paprastai per kelias ar keliolika valand , tod l apsaug palengvina tai, kad šilumokaitis veikia ne ištis par . Normaliai veikiant rotorį pradeda aptraukti ledas, kai lauko temperat ra tampa žemesn nei – 10 °C. Tiksliau nustatoma pagal h-x diagram (2.11 pav.).



2.11 pav. Sukamojo utilizatoriaus apšalimo galimybi s nustatymas

Pavojingai lauko temperatūrai nustatyti šalinamo oro parametrų taškas (3') sujungimas su pradinio lauko oro parametrų tašku (1). Atkarpa 1-3' nekerta soties kreivės, vadinasi, rotorius neapleids.

Tegu 3 yra pradinio šalinamo oro parametrų taškas. Atkarpa 1-3 kerta soties kreivę taške A. Jei rotorius higroskopiškas, kai temperatūra žemesnė nei šio taško, gali susidaryti šerkšnas. Kai rotoriaus krova nehigroskopiška, patariama jungti pradinio tiekiamo oro parametrų tašką su 3 tašku, o su C. Šiame taške $x_C = x_3$, $t_C = t_R + 4^\circ C$.

Ištirpinama per 5 – 10 min. Tai daroma keliais būdais:

- rotoriaus sukimo dažnis lėtinamas iki $0,5 \text{ min}^{-1}$;
- lauko oras pašildomas bent iki $-5^\circ C$;
- per rotorį tiekiamas oras recirkuliuojamas taip, kad šalinamo oro temperatūra būtų ne žemesnė kaip $+5^\circ C$.

Atšildyti pradeda, kai tiekiamo oro kanale slėgio jutiklis signalizuoja apie padidėjusį aerodinaminį rotoriaus pasipriešinimą [2].

2.3.4. Narveliniai (r miniai) filtrai

Tai mažesnis ar didesnis dulkų su tam tikru užpildu. Užpildas – gofruojanti filtruojanti medžiaga. Dažniau naudojami priminiams filtravimui esant ypač dulkų aplinkai, deginimui tiekiamam orui valyti ir pan. [2]

2.3.4.1. Filtrų klasifikacija

Lauko oras yra užterštas šimtus kartų mažiau nei vadinamoje sistemoje šalinamas oras. Skiriasi ne tik teršalų koncentracija, bet ir savybėmis, taip pat ir patalpų tiekiamo bei atmosferos šalinamo oro valymo efektyvumo reikalavimai. Dėl šių priežasčių šalinamajam ir tiekiamajam orui valyti naudojami skirtingi renginiai. Tiekiamojo oro valytuvai vadinami filtrais.

Pagrindiniai tiekiamojo oro filtrų parametrai: valymo efektyvumas, aerodinaminis pasipriešinimas, filtro sukauptų dulkių masė iki jo pakeitimo arba regeneravimo, oro kiekis, kurį galima išvalyti 1 m^3 filtravimo ploto arba filtravimo greitis. Visi šie parametrai yra tarpusavyje susiję. Kad filtrai būtų mažesni ir pigesni, pageidautina didesnis filtravimo greitis, bet tada prastėja valymo kokybė, didėja aerodinaminis filtro pasipriešinimas, t.y. energijos sušaudos.

Yra kelios filtrų klasifikavimo pagal valymo efektyvumą sistemos: Europoje populiarius Eurovent standartas (žymimas EU), JAV standartas (žymimas ASHRAE). Šios sistemos nėra visai tapatinamos, nes filtrai bandomi skirtingais būdais ir naudojant skirtingas dulkes.

Filtr paskirtis dvejopa: apsaugoti patalpos orą, kad ji nepatekt teršal iš aplinkos, ir apsaugoti vadinamojo rango (šilumokaičius), kad ji neužsiteršt, neužsikimšt dulėmis. Tiekiamojo oro filtrai pagal sulaikomo dulkių dydį ir bandymo metodus gali būti:

- rupieji (grubaus valymo), skirti stambesnei mas kaip 5 μm dalelės sulaikyti, žymimi EU1-EU4 (paprastai nurodomas jų efektyvumas sulaikant 10 μm dulkes);
- smulkieji, skirti 0,5, ..., 5 μm dulkelėms sulaikyti, žymimi EU5-EU9 (efektyvumas nurodomas sulaikant 1 μm dulkeles);
- efektyvūs ir ypač efektyvūs filtrai HEPA* (H10-H14) ir ULPA** (U15,...), skirti smulkiausioms dulkelėms sulaikyti.

Filtravimo efektyvumas nustatomas šiais metodais:

- svoriniu dulkių sulaikymo efektyvumo nustatymo metodu, panaudojant pažemius (kelio) dulkes panašų dulkių mišinį;
- optiniu dulkių dms metodu, panaudojant dulkių mišinį, panašų atmosferoje plevenančias dulkes (apie filtro efektyvumą sprendžiama pagal filtro patams jį d l nus dūsi dulkių). Dulkių dms metodas nėra pakankamai griežtas, todėl plinta mažiausio efektyvumo vertės metodas (MERV*). MERV charakteristika atspindi, kiek 0,3-10 μm didumo dulkių prasmunka pro filtrą blogiausiu atveju;
- skaičiuojant prasmukusias pro filtrą dulkes, panaudojant dioktilftalato dūmus – DOP metodu, taip pat ir natrio chlorido liepsnos metodu.

Tiekiamojo oro filtrai pagal konstrukciją yra narveliniai, kišeniniai („maišiniai“), ruloniniai, elektriniai.

Valymo efektyvumą lemia filtravimo terpė. Labiausiai paplitę plaušiniai, kuriuose oras skverbiasi pro audinį ar neaustines medžiagas.

Tiekiamojo oro filtrai gali būti naudojami ir šalinamajam orui valyti, ypač tada, kai jį reikia išvalyti labai švariai.

Bet kurie filtrai, kuriuose dulkes sulaikomos filtravimo medžiagoje ir ant jos susikaupusi dulkių sluoksnyje, yra palanki terpė daugintis mikroorganizmams. Tai svarbu valant tiekiamą orą. Narveliniai filtrai neregeneruojami, naudojami tol, kol slėgio nuostoliai juose pasiekia tam tikrą ribą, rodančią, kad filtras jau pakankamai užsiteršęs, ir jį reikia keisti. Tai trunka kelis mėnesius, pusmetį, t. t. trunka lemia lauko oro švarumas. Jei filtrai nekeičiami, kaip nurodyta jų naudojimo instrukcijose, jie gali tapti ligų sukėlėjų veisykla, žmonėms tenka kvėpuoti, tarkime, šiuokšlyno ore. Plačiau apie filtrų klases, sulaikymo bei efektingumo rodiklius atlikt bandymų metu pateikiama prieduose (žr. VI pried) [2].

2.4. Statistinio proceso nepastovumo tyrimo principai

2.4.1. Valdymo grafik paskirtis ir tipai

Statistinis technologijos proceso reguliavimas – tai technologijos proceso koregavimas gamybos proceso eigoje, pasitelkus vadinamuosius valdymo grafikus. Šio proceso diegimas reikalauja nemažo parengiamojo darbo, siekiant nustatyti technologijos proceso tikslumo ir stabilumo parametrus, jų reguliavimo ribas ir pagrindinius rodiklius [6,7].

Vienas efektyviausių reguliavimo metodų – valdymo grafik panaudojimas. Valdymo grafikai objektyviai atspindi proceso eigą, jo istoriją ir laiku parodo proceso pažeidimus arba nukrypimus.

Valdymo grafikai – tai technologijos proceso tikslumo ir suderinimo lygio kitimo grafinis vaizdavimas. Valdymo grafikai dažniausiai braižomi popieriaus lape arba kompiuterio ekrane, kur horizontalioje ašyje atidedamas imties numeris, o vertikalioje – kokybės rodiklio reikšmė.

Priklausomai nuo valdymo tipo skiriamos dvi valdymo grafikų grupės: 1) valdymo grafikai pagal kiekybinį požymį; 2) valdymo grafikai pagal kokybinį (alternatyvų) požymį.

Paprastaisiais ir populiariausiais valdymo grafikai pagal kiekybinį požymį yra šie:

- individualių reikšmių valdymo grafikai – x grafikai;
- vidurkių valdymo grafikai – \bar{x} grafikai;
- standartinio nukrypimo valdymo grafikai – S grafikai;
- reikšmių intervalo (mojaus) valdymo grafikai – R grafikai;

Paprastaisiais ir populiariausiais valdymo grafikai pagal kokybinį (alternatyvų) požymį yra šie:

- defektingumo lygio valdymo grafikai – q grafikai;
- defektingų gaminių kiekio valdymo grafikai – nq grafikai;
- defekto skaičiaus grafikai – c grafikai;
- santykinio defektų skaičiaus valdymo grafikai – u grafikai, kur $u=c/n$, o n – produkcijos vienetų skaičius [8].

2.4.2. Valdymo grafik sudarymo principai

Paprastai valdymo grafike vaizduojama:

- kokybės rodiklio techniškai leistiną nukrypimą horizontalios linijos (T_v – viršutinė; T_a – apatinė);
- kokybės rodiklio reguliavimo horizontalios linijos (VRL – viršutinė reguliavimo linija, ARL – apatinė reguliavimo linija);

- kokybės rodiklio signalinės horizontalios linijos (VSL – viršutinė signalinė linija, ASL – apatinė signalinė linija);
- kokybės rodiklio centrinė (vidurkio) horizontali linija – CL;
- kokybės rodiklio faktiškų reikšmių taškai (arba kryžiuokai).
Sudarant valdymo grafikus, būtina laikytis šių rekomendacijų :
 - valdymo grafikas turi būti pakankamai ilgas;
 - taškai, išeinantys už reguliavimo ribas, turi būti pažymėti rodyklėmis (arba kitaip);
 - prie valdymo grafiko turi būti palikta vietos vairiems paaiškinimams (pvz.: kas ir kada padaryta rodiklio gerinanti).

Paruošiamasis etapas. Šiame etape būtina išnagrinėti gamybos technologijos procesą. Čia reikia paimti ne mažiau kaip 100 – 150 (kartais užtenka 20-50) stebėjimo reikšmių ir pagal jas apskaičiuoti reguliavimo ribas. Jeigu ribos išsitenka nurodytose parametro normose [T_v ir T_a], vadinasi analizės metu procesas vyko pagal visus reikalavimus (t.y. nėra išsiderinęs), todėl apskaičiuotomis ribomis galima vadovautis ir toliau.

Jeigu apskaičiuotos reguliavimo ribos VRL ir ARL viršija T_v ir T_a , daroma išvada, kad technologijos procesas yra išsiderinęs, t.y. procesas veikia kai kurie destabilizuojantys faktoriai. Juos būtina išsiaiškinti ir pašalinti, ir tik tada vėl skaičiuoti reguliavimo ribas.

Valdymo (reguliavimo) procesas. Gamybos metu užfiksuoti rezultatai pagal pasirinktą metodiką atidedami valdymo grafike. Jei stebėjimo reikšmių išsitenka skaičiuotuose signalinėse ribose (tarp VSL ir ASL), daroma išvada, kad procesas vyksta normaliai ir su pakankama atsarga. Jei stebėjimo reikšmių neišsitenka VRL ir ARL reguliavimo ribose, būtina priimti sprendimą procesą sustabdyti. Sustabdyti rekomenduojama tik tuo atveju, kai ankstesnės stebėjimo reikšmės buvo artimos reguliavimo riboms. Priešingu atveju (išsišokusi tik viena reikšmė, o kitos toli nuo ribos) stabdyti nebūtina. Tada reikėtų išsiaiškinti priežastis ir jas šalinti.

2.4.3. Vidurkių valdymo grafikai - \bar{x} grafikai

Kontrolui atliekama, remiantis nedideliu iminiu (3 – 10 vietų) išmatavimu ir kontroliuojamo parametro vidurkio apskaičiuavimu. Parengiamajame etape rekomenduojama išmatuoti ne mažiau kaip 20 iminių kurių kiekvienos dydis $n \geq 5$.

Norint nustatyti reguliavimo ribas reikia apskaičiuoti vidutinį matavimų reikšmių vidurkį \bar{x} :

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^k \frac{\tilde{x}_i}{k}, \quad (2.6)$$

ia k – imi skaičius, ji komplektuojama iš 4-12 individuali bandini; μ_i – i-tosios imties matavimų vidurkis.

Surandame kitimų intervalo ribas:

$$R = u_{\max} - u_{\min}, \quad (2.7)$$

ia $u_{\max}; u_{\min}$ – didžiausia ir mažiausia vertės imtyje.

Proceso nepastovum tirti galima matuojant ir apskaičiuojant imties sklaidos plotis R . Reikšmi vidurkis R yra vis pavyzdžių matavimų vidurkis ir gali būti apskaičiuojamas:

$$R = \sum_{i=1}^k \frac{R_i}{k}, \quad (2.8)$$

ia R_i – kiekvienos imties, susidedančios iš n individuali bandini, sklaidos plotis;

k – imi skaičius.

Visos populiacijos standartinis nuokrypis gali būti apskaičiuojamas pagal reikšmi vidurk R :

$$\sigma = \frac{R}{d_2}, \quad (2.9)$$

ia d_2 - Hartley koeficientas (žr. V pried).

Kai žinomi visi generalinės aibės parametrai centrinė linija (CL), reguliavimo (VRL, ARL) ir signalinės (VSL, ASL) ribos randamos [9]:

Centrinė linija:

$$CL = \bar{x}, \quad (2.10)$$

Viršutin s reguliavimo linija:

$$VRL = \bar{x} + \frac{3\bar{\sigma}}{\sqrt{n}}, \quad (2.11)$$

Apatin reguliavimo linija:

$$ARL = \bar{x} - \frac{3\bar{\sigma}}{\sqrt{n}}, \quad (2.12)$$

Viršutin signalin linija:

$$VSL = \bar{x} + \frac{2\bar{\sigma}}{\sqrt{n}}, \quad (2.13)$$

Apatin signalin linija:

$$ASL = \bar{x} - \frac{2\bar{\sigma}}{\sqrt{n}}. \quad (2.14)$$

3. V DINIMO AGREGATO, SUDARYT IŠ KELI SURINKIMO VIENET , CHARAKTERISTIK TIKSLUMO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

Nor damas išsiaiškinti v dinimo agregato komponent charakteristik tak surinkto gaminio kokybei statistin s proceso kontrol s metodik pritaikiau vienoje „Y mon je“. Kadangi rekuperatorius yra pagrindin efektyvios v dinimo sistemos dalis, kurios svarbiausios funkcijos – užtikrinti reikiam oro apykait , filtruoti tiekiam ir šalinam or bei sugr žinti šilum . Projektuojant rekuperatori pagrindiniai faktoriai, lemiantys renginio ir po to visos v dinimo sistemos efektyvum bei gyventoj komfort yra šie:

- rekuperatoriaus našumas (galingumas),
- šilumokaitis,
- ventiliatoriai,
- rekuperatoriaus triukšmo izoliacija,
- filtrai,
- rekuperatoriaus valdiklis.

Žinoma visi šie faktoriai turi b ti vertinti prieš pradedant projektuoti, pagal atskir klient gali b ti sukuriamas individualiai jam pritaikytas agregatas. Šiuo atveju tiriamas „Rekuperatorius 350“, kuris detaliau aprašytas 2 skyriuje, jo sudedamosios dalys pateiktos prieduose. Pritaikant statistin s proceso kontrol s metodik atliekamas rekuperatoriaus našumo (galingumo) tyrimas, kuris turi b ti optimaliai parinktas pagal projektinius oro kiekius. Kadangi rekuperatoriams n ra apibr žta joki oro sraut kiekio standart , pagal kuriuos tam tikri dydžiai tur t atitikti ar kitaip b t klasifikuojami. Taigi vadovaujam s prielaida, kad renginio galingumas negali b ti mažesnis ir neturi b ti gerokai didesnis už reikiam .

3.1. Duomen apdorojimas ir viršutin s bei apatin s rib nustatymas

Tyrimas atliekamas pagal Europos standart EN ISO 5801:2008 kuris turi Lietuvos standarto LST EN ISO 5801:2009 status [11]. Tyrimo eigoje rekuperatorius paleidžiamas maksimaliu galingumu. Duomenys kuriuos naudoju skai iavimuose yra paimti prie 100 Pa sukurto sl gio. 3.1 lentel je pateikiami duomenys gauti tyrimo pradžioje.

3.1 lentel . Matavim rezultatai

Var. Nr.	Filtro klas s		Ventil. tipas	Ventiliatoriaus pavadinimas	Šilumokaitis	Flanšo tipas*	Ištrauk. oras	Paduod. oras
	Padavimo	Ištraukimo					m ³ /h	m ³ /h
					Ø, mm			
1	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	1	385	365
2	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	2	380	355
3	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	1	383	360
4	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	2	375	350
5	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	1	365	365
6	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	2	355	355
7	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	1	360	360
8	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	2	350	350
9	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	300	1	365	355
10	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	300	2	360	345
11	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	300	1	360	355
12	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	300	2	355	345
13	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	250	1	350	355
14	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	250	2	346	345
15	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	250	1	345	355
16	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	250	2	340	345
17	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	1	375	350
18	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	2	365	340
19	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	1	355	350
20	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	2	350	340
21	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	1	360	350
22	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	2	350	340
23	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	1	335	350
24	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	2	330	340

* - flanšo tipai pateikti prieduose (žr. IV pried).

3.2 lentel je pateikti duomenys paduodamo oro srauto kiekis prieš proceso korekcij .

3.2 lentel . Paduodamo oro srauto kiekis patalp

Eil. Nr.	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis	Matmen visumos vidutin reikšm
1	365	365	355	355	350	350	
2	355	355	345	345	340	340	
3	360	360	355	355	350	350	
4	350	350	345	345	340	340	
μ	357,5	357,5	350	350	345	345	350,83
R	15	15	10	10	10	10	11,67
	7,29	7,29	4,86	4,86	4,86	4,86	5,67

Iš formul s 2.6 apskai iuotas vidutinis matavim reikšmi vidurk ~ . Kitimo intervalo ribas randame iš formul s 2.7. Surad kitimo ribas iš formul s 2.9 apskai iuojamas standartinis nuokrypis . Kai žinomi visi generalin s aib s parametrai galime apskai iuoti reguliavimo ir signalines ribas (3.3 lentel).

3.3 lentel . Paduodamo oro srauto valdymo grafiko ribos

Valdymo grafiko parametrai	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis
VRL	359,33	359,33	359,33	359,33	359,33	359,33
VSL	356,50	356,50	356,50	356,50	356,50	356,50
CL	350,83	350,83	350,83	350,83	350,83	350,83
ARL	342,33	342,33	342,33	342,33	342,33	342,33
ASL	345,17	345,17	345,17	345,17	345,17	345,17

3.3 lentel je pateiktus valdymo grafiko parametrus randame iš 2.10 – 2.14 lyg i . Pasinaudodami ankš iau pateiktomis formul mis sudarome tas pa ias lenteles su ištraukiamu oro srautu.

3.4 lentel . Ištraukiamo oro srauto kiekis patalp

	Eil. Nr.	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis	Matmen visumos vidutin reikšm
	1	385	365	365	350	375	360	
	2	380	355	360	346	365	350	
	3	383	360	360	345	355	335	
	4	375	350	355	340	350	330	
	μ	380,75	357,5	360	345,25	361,25	343,75	358,08
	R	10	15	10	10	25	30	16,67
		4,86	7,29	4,86	4,86	12,14	14,57	8,09

Lentel je 3.4 pateiktos ištraukiamo oro srauto valdymo grafiko parametrai.

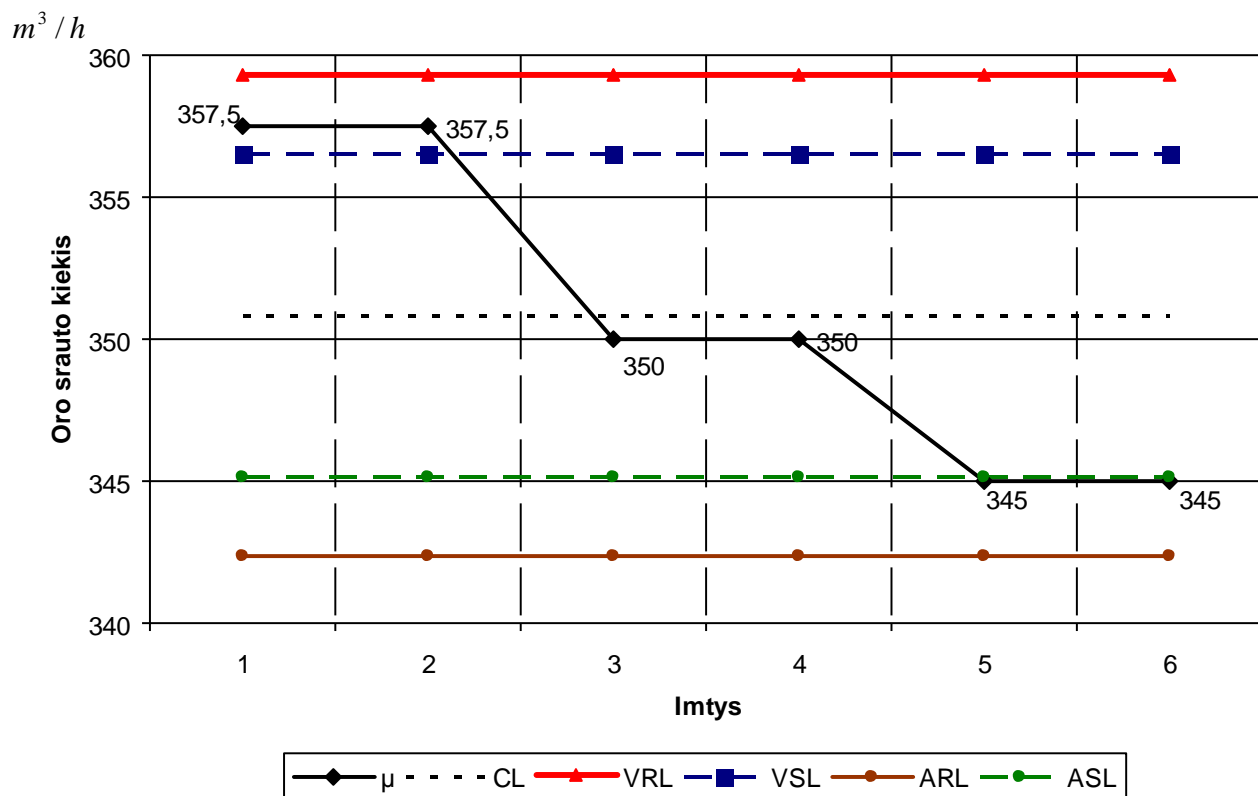
3.5 lentel . Ištraukiamo oro srauto valdymo grafiko ribos

Valdymo grafiko parametrai	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis
VRL	370,23	370,23	370,23	370,23	370,23	370,23
VSL	366,18	366,18	366,18	366,18	366,18	366,18
CL	358,08	358,08	358,08	358,08	358,08	358,08
ARL	345,94	345,94	345,94	345,94	345,94	345,94
ASL	349,99	349,99	349,99	349,99	349,99	349,99

3.2. Statistinis proceso kontrol s metodų gaut reikšmi vidurkio diagram vertinimas

Iš lenteli 3.2 ir 3.3 sukuriamas paduodamo oro srauto valdymo grafikas (3.1 pav.). Iš grafiko matyti, kad procesas n ra statistiškai kontroliuojamas. Matome, kad viršutin signalin linij kerta

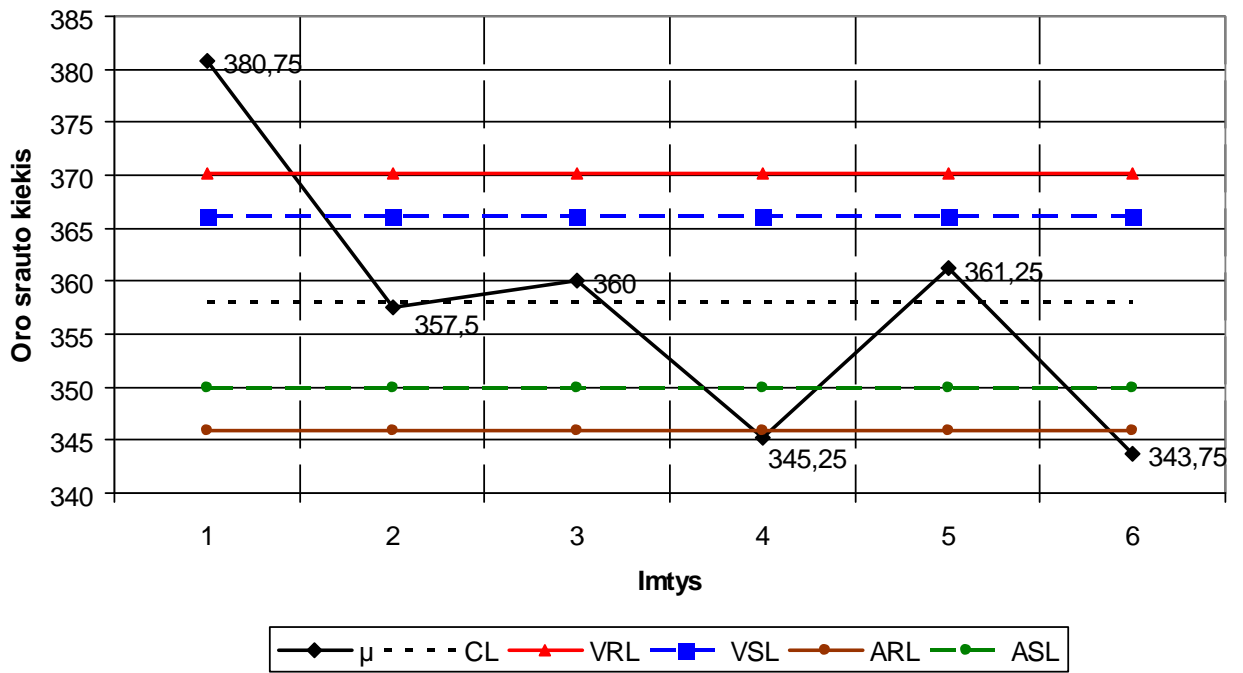
1-oje ir 2-oje imtyse naudojam komponent gauti duomenys. 5 – oje ir 6 – oje imtyse taip po gi naudojami duomenys kerta apatin signalin linij .



3.1 pav. Paduodamo oro srauto kiekio valdymo grafikas

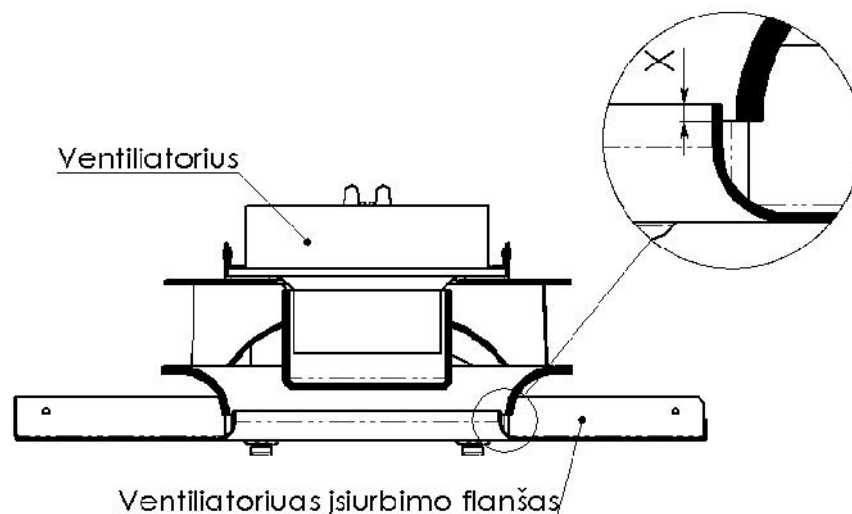
Iš lenteli 3.4 ir 3.5 sukuriamas ištraukiamo oro srauto valdymo grafikas (3.2 pav.). Jame tai po gi išlieka ta pati tendencija, kad procesas n ra statiškai kontroliuojamas. Matome, kad 1 – oje imtyje naudojami komponent charakteristik parametrai kerta viršutin reguliavimo linij , o 4 – oje ir 6 – oje imtyje apatin reguliavimo linij . Taip gal jo nutikti d l netinkamai parinkto ventiliatoriaus, ar tiesiog netinkamai sumontuotos konstrukcijos. Netinkamai sumontuoti ventiliatoriai sukelia nevienod oro sraut , atsiranda oro srauto svyravimai kurie sukelia vibracijas, triukšmus. Atsirad papildomi svyravimai ventiliatori apsunkina, taip padid ja sunaudojama elektros energijos nei dirbdamas tolygiu oro srautu.

m^3/h



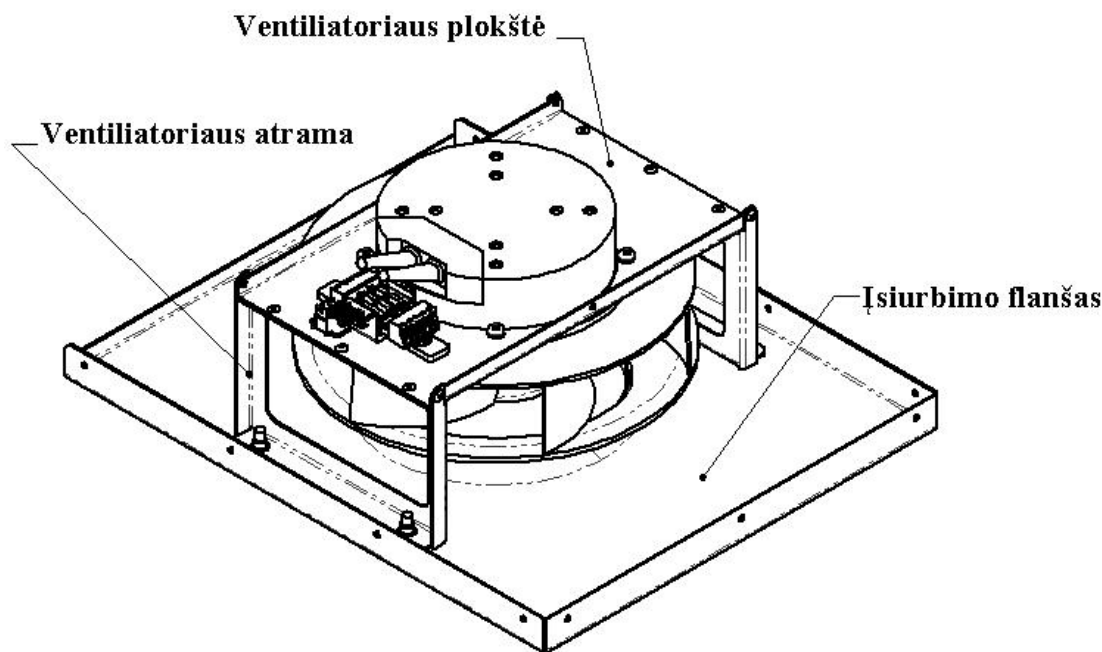
3.2 pav. Ištraukiamo oro srauto valdymo grafikas

Darome prielaid, kad procesas būtų statiškai kontroliuojamas turi sėkmingai paskaičiuotas ribas. Vertinant gautus grafikus, suprantame, kad šiuos komponentus reikėtų peržiūrėti ar tinkamai yra sumontuoti, t.y. atitinka gamintojo (konstruktoriaus) duotus reikalavimus, ar nėra surinkimo metu padaryto broko ir pan. Šiuo atveju pastebėjau, kad ventiliatoriaus mazgo komponentų matmenys ne visais atvejais buvo išlaikyti. Taip galėjo nutikti dėl daugelio priežasčių, tiek nuo žmogiškojo faktoriaus tiek nuo netinkamai suderintų staklių. 3.3 pav. matyti kuris matmuo mums yra itin svarbus.



3.3 pav. Ventiliatoriaus mazgo pjūvio vaizdas

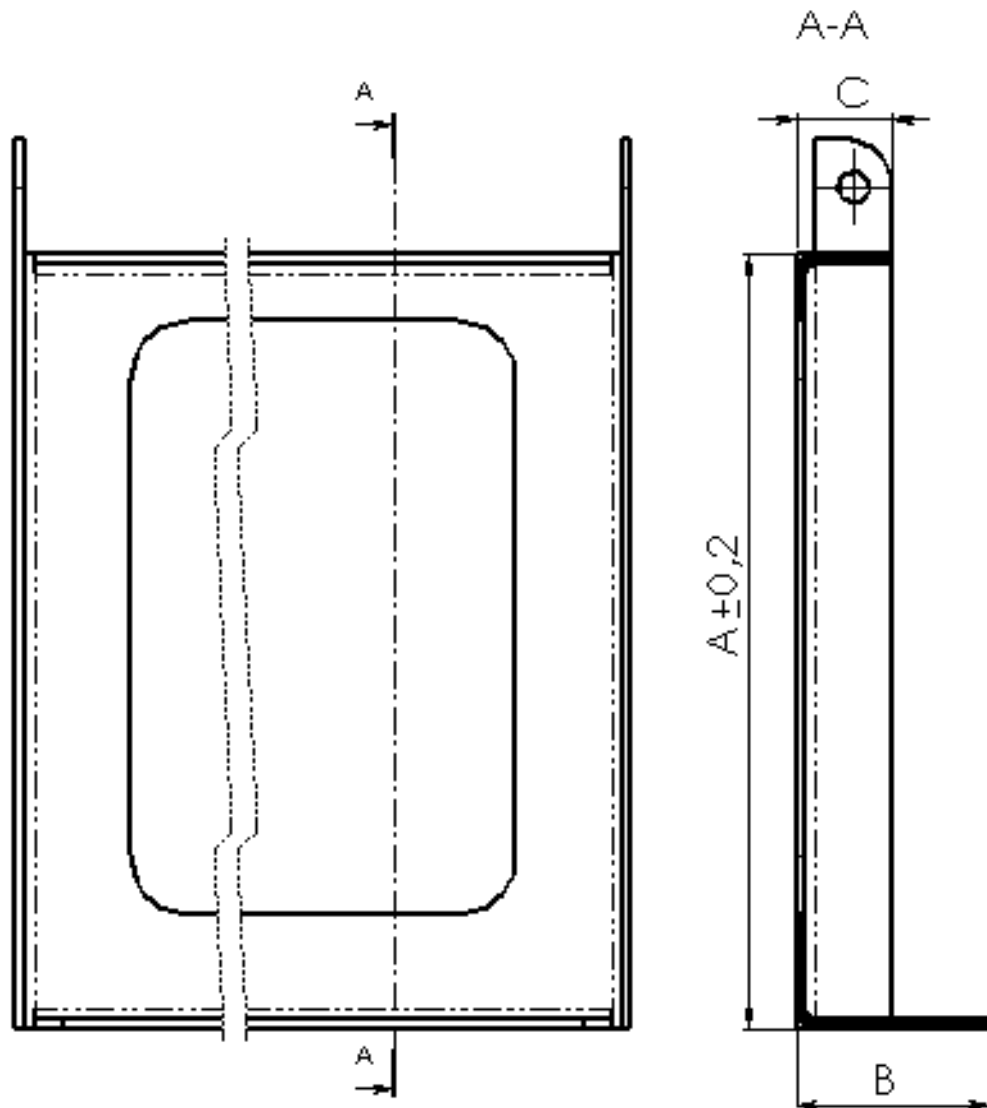
Paveiksl lyje 3.3 pavaizdavau bendr vis 3 – j ventilatori pasteb t matmen , kuris mano nuomone daugiausiai ir tur jo takos šiam tyrimui atlikti. Kad suprasti kod l taip atsitiko reikia pasigilinti ventilatoriaus mazgo konstrukcij . Ventilatoriaus mazgas 3.4 pav. susideda iš trij detali : ventilatoriaus siurbimo flanšo; ventilatoriaus tvirtinimo plokšt s ir dviej ventilatoriaus atram .



3.4. pav. Ventilatoriaus mazgas

M s ieškomas neatitikimo dydis X gali sudaryti dvi netinkamai pagamintos detal s: siurbimo flanšas ir ventilatoriaus atramos. Šiuo atveju neatitikimas aptiktas ventilatoriaus atramose (3.5 pav.). Ventilatoriaus atramose svarbiausias dydis kuris turi b ti išlaikytas yra pažym tas raide A. Šis dydis priklauso nuo atlenkt briaun B ir C. Lenkiamam dydžiui A rasti taip pat turi takos nuo:

- lenkimo technologijos;
- medžiagos atsparyuokliavimo;
- medžiagos plastin s deformacijos;
- lenkimo j gos;
- netinkamo parinkto lenkimo koeficiento [12].



3.5 pav. Ventiliatoriaus atrama

3.3. Gaminio prototipo, atitinkančio kokybės reikalavimus, kriterijai

vertin aptiktus lenkiamo dydžio A detales atsiradimo priežastis priimame, kad konstruktorius, pagal tai kokią b du bus lankstoma detalė netinkamai parinko lenkimo koeficientą, kuris ir turėjo didžiausią takumą sulenkiant detalei. Pašalinimo surinkimo metu aptiktus neatitikimus, t.y. parenkamas lenkimo koeficientas suderintas su lenkimo technologija, bandym atliekame vis su visomis kombinacijomis ir gautas reikšmes surašome 3.6 lentelėje.

3.6 lentel . Matavim rezultatai

Var. Nr.	Filtro klas s		Ventil. tipas	Ventiliatoriaus pavadinimas	Šilumokaitis	Flanšo tipas*	Ištrauk.	Paduod.
	Padavimo	Ištraukimo					oras	oras
					m ³ /h		m ³ /h	
1	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	1	370	365
2	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	2	365	355
3	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	1	368	360
4	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	300	2	361	350
5	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	1	365	365
6	F7	F5	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	2	355	355
7	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	1	355	360
8	F7	F6	EC	RH19V-2EP.W6.1R	250	2	345	350
9	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	300	1	370	365
10	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	300	2	365	355
11	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	300	1	365	355
12	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	300	2	360	345
13	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	250	1	360	365
14	F8	F5	EC	R3G 133-RA01-03	250	2	355	355
15	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	250	1	355	355
16	F8	F6	EC	R3G 133-RA01-03	250	2	350	345
17	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	1	375	355
18	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	2	370	342
19	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	1	360	351
20	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	300	2	355	342
21	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	1	365	355
22	F9	F5	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	2	355	342
23	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	1	355	351
24	F9	F6	EC	RH22V-2EP.WA.1R	250	2	350	342

* - flanšo tipai pateikti prieduose (žr. IV pried).

3.7 lentel je pateikti duomenys paduodamo oro srauto kiekis po proceso korekcijos.

3.7 lentel . Paduodamo oro srauto kiekis patalp

	Eil. Nr.	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis	Matmen visumos vidutin reikšm
	1	365	365	365	365	355	355	
	2	355	355	355	355	342	342	
	3	360	360	355	355	351	351	
	4	350	350	345	345	342	342	
	μ	357,5	357,5	355	355	347,5	347,5	353,33
	R	15	15	20	20	13	13	16
		7,29	7,29	9,71	9,71	6,31	6,31	7,77

Pasinaudodami ankš iau min tomis formul mis apskai iuojamas vidutinis matavim reikšmi vidurkis \bar{x} , kitimo intervalo ribos R ir standartinis nuokrypis σ . Kai žinomi nauji generalin s aib s parametrai turime perskai iuoti reguliavimo ir signalines ribas (3.8 lentel).

3.8 lentel . Paduodamo oro srauto valdymo grafiko ribos

Valdymo grafiko parametrai	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis
VRL	364,99	364,99	364,99	364,99	364,99	364,99
VSL	361,10	361,10	361,10	361,10	361,10	361,10
CL	353,33	353,33	353,33	353,33	353,33	353,33
ARL	341,68	341,68	341,68	341,68	341,68	341,68
ASL	345,56	345,56	345,56	345,56	345,56	345,56

3.8 lentel je pateikus paduodamo oro srauto valdymo grafiko parametrus turime atlikti tuos pa ius veiksmus su ištraukiamu oro srautu.

3.9 lentel . Ištraukiamo oro srauto kiekis patalp

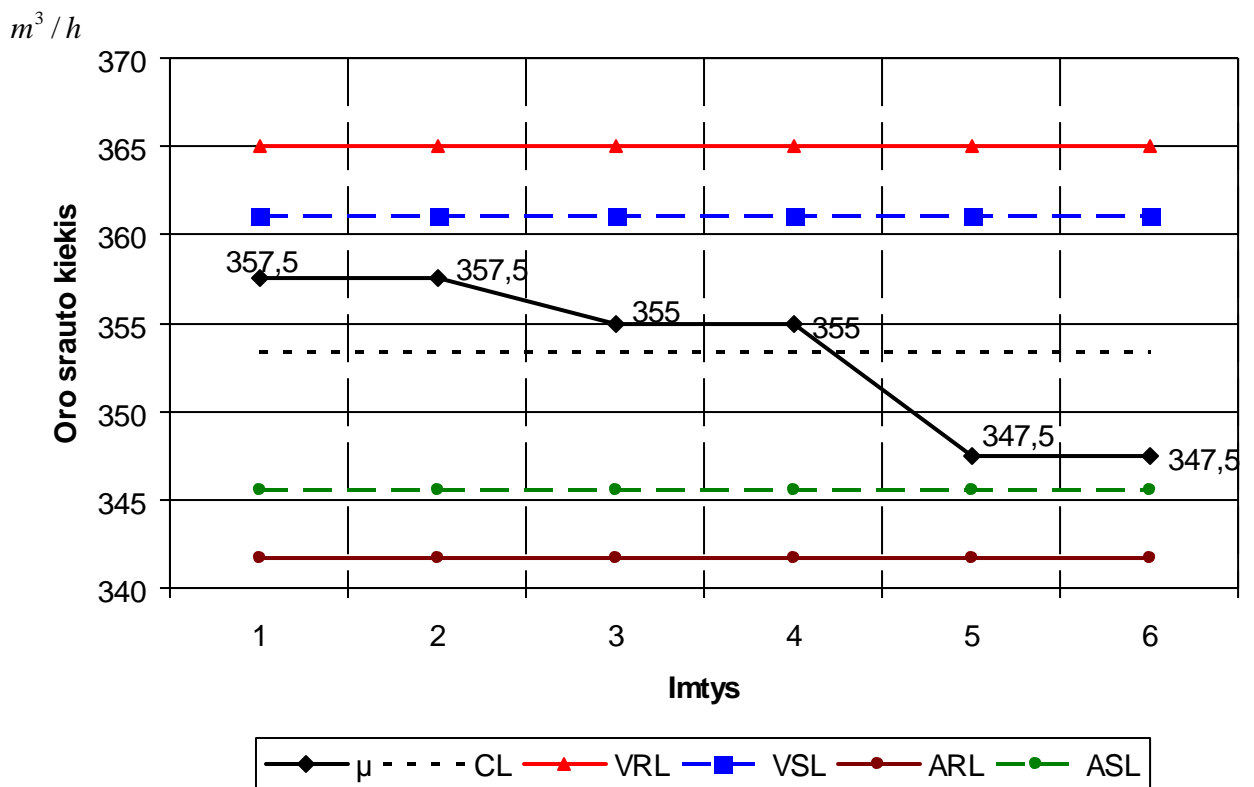
Eil. Nr.	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis	Matmen visumos vidutin reikšm
1	370	365	370	360	375	365	
2	365	355	365	355	370	355	
3	368	355	365	355	360	355	
4	361	345	360	350	355	350	
μ	366	355	365	355	365	356,25	360,38
R	9	20	10	10	20	15	14
	4,37	9,71	4,86	4,86	9,71	7,29	6,80

3.10 lentel je pateikiamas ištraukiamo oro srauto kiekio valdymo grafiko parametrai.

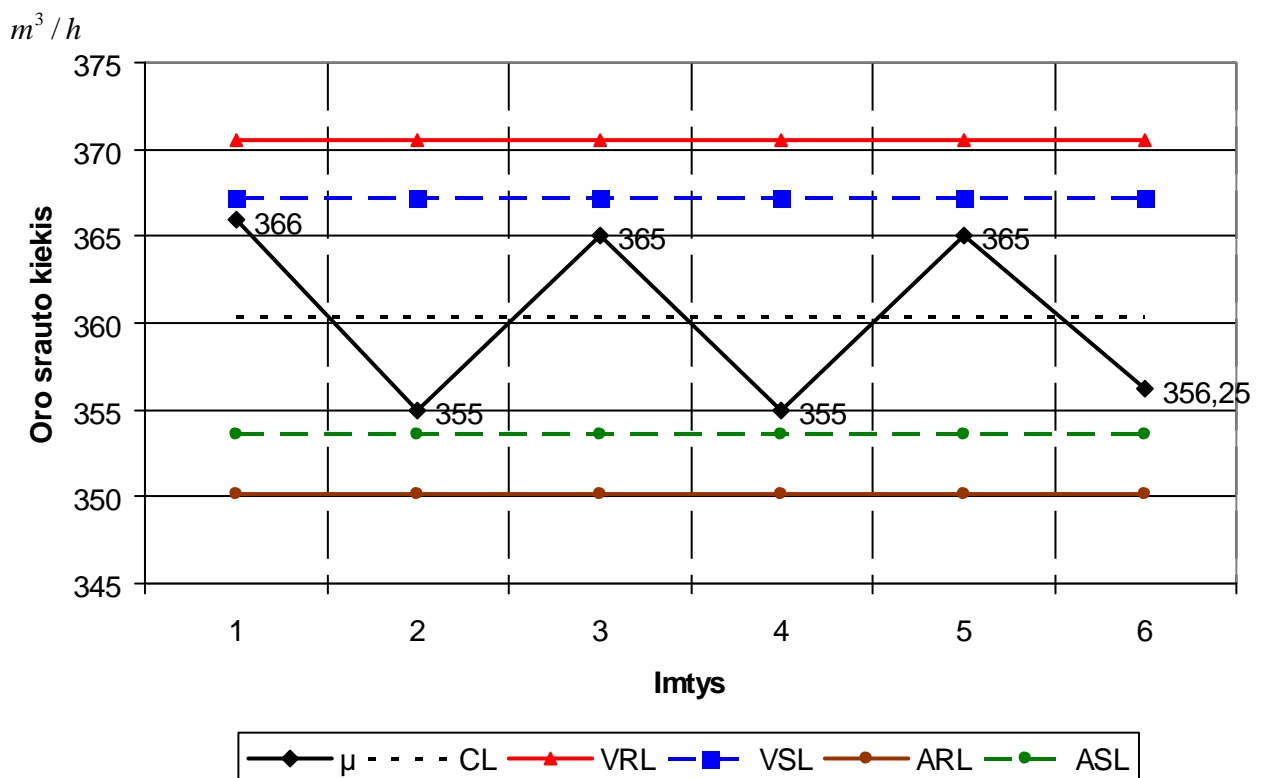
3.10 lentel . Ištraukiamo oro srauto valdymo grafiko ribos

Valdymo grafiko parametrai	1 imtis	2 imtis	3 imtis	4 imtis	5 imtis	6 imtis
VRL	370,57	370,57	370,57	370,57	370,57	370,57
VSL	367,17	367,17	367,17	367,17	367,17	367,17
CL	360,38	360,38	360,38	360,38	360,38	360,38
ARL	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18	350,18
ASL	353,58	353,58	353,58	353,58	353,58	353,58

Pasinaudodami 3.7 ir 3.8 lenteli gautomis reikšm mis sudarome paduodamo oro srauto kiekio valdymo grafik (3.6 pav). Iš lenteli 3.9 ir 3.10 sudaromas ištraukiamo oro srauto kiekio valdymo grafikas (3.7 pav.).



3.6 pav. Paduodamo oro srauto kiekio valdymo grafikas



3.7 pav. Ištraukiamo oro srauto kiekio valdymo grafikas

Iš grafik 3.6 ir 3.7 pav. matyti, kad procesas sitenka m s apskai iuotas ribas. Tai reiškia, kad procesas yra statistiškai kontroliuojamas ir dabar galime rinktis su koku variantu reiktu komplektuoti m s tirt agregat . Toliau reiktu lyginti tyrimo metu gautus elektros energijos suvartojimo kiekius. Ta iau šiuo atveju pasiklausime informacija kuri skelbia ventiliatori gamintojai ir pam ginsime nustatyti kuris variantas pagal m s paskai iuotas reikšmes b t optimaliausias. Prieduose pateiktoje informacijoje matome, koks ventiliatorius kiek suvartoja elektros energijos:

- ventiliatorius RH22V-2EP.WA.1R - 0,10/0,14 kW,
- ventiliatorius RH19V-2EP.W6.1R – 0,06/0,08 kW,
- ventiliatorius R3G 133-RA01-03 – 0,027 kW.

Pagal tai galime teigti, kad ventiliatorius R3G 133-RA01-03 tur t sunaudoti mažiausiai elektros energijos. Šis variantas manau daugeliui klient tur t b ti priimtinausias, kadangi kaip matome iš duomen lentel s kuriuos gavome po korekcijos (3.6 lentel) duomenys apytikriai prie 100 Pa sl gio siekia 350 m³/h oro srauto. Aišku reiktu atkreipti d mes , kad duomenys yra lyginti prie 100 Pa sukurto sl gio, o prie didesnio sl gio šie parametrai ženkliai gali pasikeisti ir m s parinktas variantas gali nebeb ti pats tinkamiausias.

3.4. Gaminio kokyb ir patikimumas

Dabartin is ekonomin is s lygomis gamintojai turi b ti pasiryž nuolatos gerinti kokyb ir didinti našum . Kiekviena mon turi nuolatinio kokyb s gerinimo strategij , kuri vadinama kokyb s valdymo sistema. B dingas šios sistemos bruožas yra tai, kad kiekvienas mon s darbuotojas detalai supažindinamas su gamybos procesais ir j statistin s kontrol s rezultatais; kiekvienas darbuotojas turi b ti imlus naujov ms, t.y turi b ti pasiryž s nuolatos keisti, tobulinti gamybos procesus [4].

Kaip pasteb ta tyrimo eigoje gamybos procesuose ne manoma išvengti vairi paklaid ir pašalini veiksni poveikio, ir d l to gaminio charakteristikos gali neatitikti reikalavim . Suprantama, kad tokie gaminiai neturi patekti vartotojui. Prastos kokyb s gaminiai yra nuostolingi tiek gamintojui, tiek vartotojui. Gamintojas prastos kokyb s gaminius turi taisyti arba jam bus sunku juos parduoti. Vartotojui prastos kokyb s gaminys reiškia papildomas išlaidas bei laiko nuostolius d l gaminio neatitikimo [10].

Gera gamini kokyb gali b ti pasiekta atliekant, bei kontroliuojant gaminio gyvavimo cikl . Kokyb s klausimai turi b ti keliami ir sprendžiami visuose gyvavimo ciklo stadijose. Kokyb s sistem sudaro visuma priemoni , kuriomis vairiuose ciklo stadijose siekiama pagerinti galutinio gaminio kokyb [4].

Atlikto tyrimo metu nustatėme, kuriuo atveju vartotojui optimaliausiai tiktų agregatas. Tyrimas parodė, kokius nukrypimus gauname kai nėra stengiamasi išlaikyti duotą gamintojo parametrą (šiuo atveju ventiliatorius). Taip po šio tyrimo padėsime sukurti konkurencingą gaminį lyginant su kitais gamintojais. Žinodami rinkoje vyraujančią agregatą prie 100 Pa sukurtos slėgio duomenis galime lyginti su mūsų tyrimo metu gautais duomenimis.

Tyrimo metu pastebėtas neatitikimas leido užkirsti kelią blogam gaminiui patekti į rinką. Taip sumažinama tikimybė, kad monei gaminausiai šiuos agregatus bus mažesnis pelnas. Ypač, kad dabartinėje rinkoje yra didelė konkurencija. Taigi, pagerėjus gaminio kokybei, gali padidėti pardavimo kaina ir parduotų gaminių skaičius o kartu ir pelnas. Visa tai galime matyti 2.15 formulėje:

$$P = (K - S) N, \quad (2.15)$$

čia: P – pelnas; K - pardavimo kaina; S – gamybos išlaidos; N – parduotų gaminių skaičius [4].

PUBLIKACIJA BEI DALYVAVIMAS KONFERENCIJOJE

Geguž s 15 d. vyko Technologijos fakulteto organizuota 8-oji tarptautin konferencija „Student moksliniai darbai“.

Keturiuose konferencijos sekcijose (Aplinkos inžinerija ir Aplinkotyra; Elektros ir Elektronikos inžinerija; Informatikos inžinerija ir Informatika; Mechanikos inžinerija ir Statybos inžinerija) perskaityti 45 pranešimai. Savo tyrimus pristat student s iš Latvijos Daugpilio universiteto, KTU Panev žio instituto studentai, taip pat ŠU gamtos moksl , matematikos ir informatikos, technologijos fakultet studentai. Iš viso konferencijoje užsiregistravo per 80 dalyvi .

Geriausi pranešim autoriams yra suteikta galimyb publikuoti savo straipsnius ŠU žurnale „Jaun j mokslinink darbai“. Tarp geriausi j pateko ir mano pristatytas pranešimas „V dinimo agregato komponent charakteristik takos surinkto gaminio kokybei tyrimas“ (žr. VII pried).

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Išvados:

1. Pagal tyrimo metu gautus duomenis nustatytos vadinamo agregato oro srauto valdymo grafiko ribos prie 100 Pa.
2. Tyrimo metu nustatyta, kad dėl netinkamos ventiliatoriaus mazgo konstrukcijos vadinamo agregato charakteristikos parametrai ne itin apskaičiuotose ribose.
3. Pateikiamos 5 – ios priežastys, dėl kurių kriterijai gali būti netinkamai pagaminta ventiliatoriaus atrama.
4. Vartotojui pateiktas vienas iš galimų optimalių vadinamo agregato komplektavimo variantų su „R3G 133-RA01-03“ ventiliatoriumi prie 100 Pa slėgio.
5. Tyrimo metu gauti duomenys „Yra geresni“ užtikrins konkurencingą gaminių rinkoje.

Rekomendacijos:

1. Skatinti SPK atlikti tyrimus, netik renkant agregato komplektaciją, tačiau gaminant agregatui reikalingas detales, nuo kurių priklauso kiti agregato parametrai.
2. Vadovai ir darbuotojai turėtų domėtis SPK metodais visais gaminių gyvavimo ciklais, taip užtikrins geresnę gaminių kokybę.

LITERAT RA

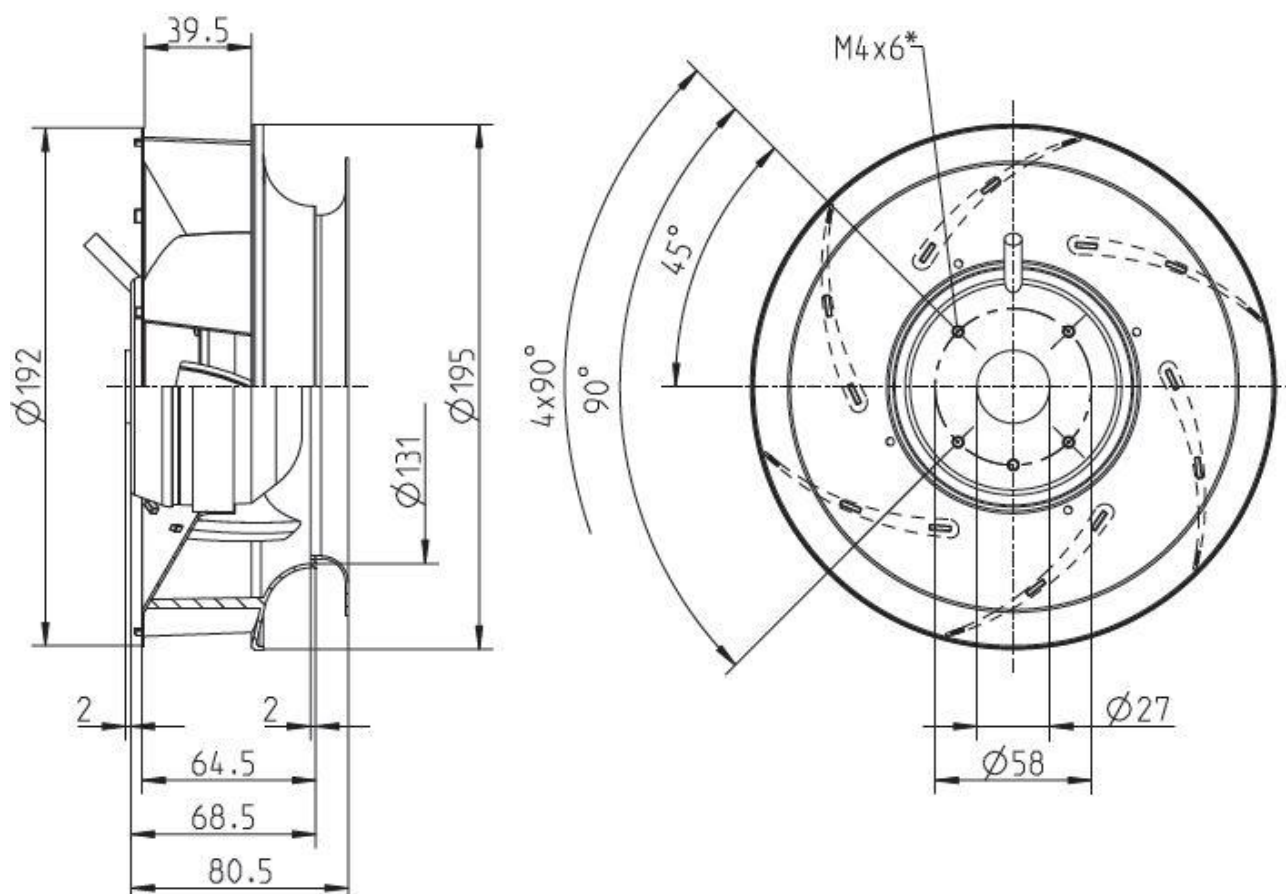
1. DIKAVI IUS, Vidmantas; STOŠKUS, Stasys. *Visuotinis kokybės vadyba. Mokomoji knyga*. Kaunas, 2003. 126 p.
2. JUODIS, Egidijus. *Vadinimas. Vadovėlis*. Vilnius, 2009. 397 p.
3. EREŠKA, Audrius; PAUŽA, Vytautas. *Kokybės analizė ir valdymas. Mokomoji knyga*. Vilnius, 2005. 134 p.
4. MEDEKŠA, Henrikas. *Gaminių kokybės ir patikimumas. Vadovėlis*. Kaunas, 2003. 279 p.
5. Ebmpapst [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 gruodžio 6 d.]. Prieiga per internet : <http://www.ebmpapst.in/downloads/08_Tech_Centrifugal_EN_mini_071004.pdf>.
6. MOTORCU, Ali Riza; GULLU, Abdulkadir. *Statistical process control in machining, a case study for machine tool capability and process capability. Materials and design*. 2006, no. 27. p. 364-372.
7. GULLU, A.; MOTORCU, A. R. *Elimination of the quality problems encountered during mass production by using statistical quality control. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*. 2003, no. 27. p. 83-93.
8. EVANS, J.R.; LINDSAY, W.M. *The management and control of quality*. West publishing company, St Paul, MN. 1989.
9. SETIJONO, Djoko; DAHLGAARD, Jens. *The value of quality improvement. International journal of quality and reliability management*. 2008, vol. 25, no 3. p. 292-312.
10. COOPER, R.G.; KLEINSCHMIDT, E.J. *New products: what separates winners from losers? The journal of product innovation management*. 1987, vol. 4, no. 3. p. 169-184.
11. LST EN ISO 5801:2009. *Pramoniniai ventiliatoriai. Eksploataciniai charakteristik bandymai naudojant standartizuotus ortakius* (tapatus ISO 5801:2007). Vilnius, 2009. 244 p.
12. WILLEMSSEN, Hans. *Press breke productivity guide* [CD-ROM]. Netherlands, 2007. 203 p.
13. FEINGENBAUM, A.V. *Total quality control, 3rd ed.*, McGraw-Hill, New York. 1991.
14. SCHLLICKMAN, Jay. *ISO 9001-2000 Quality management system design*. Artech House. Boston-London. ISBN 1-58053-256-7. p 402.
15. CUNHA, C.Da; AGARD, B.; KUSIAK, A. *Data mining for improvement of product quality. International journal of product research*. 2006, vol. 44, nr. 18-19. p. 4027-4041.
16. OAKLAND, J.S. *Total Quality management*. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford OX2 8DP, 1989. p. 316.
17. OAKLAND, J.S. *Statistical process control*. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford OX2 8DP, 1999. p. 428.

PRIEDAI

I PRIEDAS. Ventilatorius RH19V-2EP.W6.1R

1 lentel . Parametrai

1	Galia (kW)	0,06/0,08
2	tampa (V)	230V, 50/60Hz
3	Srov (A)	0,48
4	Apsisukimai (x/min)	2500/2700
5	Triukšmo lygis (dB)	70
6	Svoris (kg)	1,5

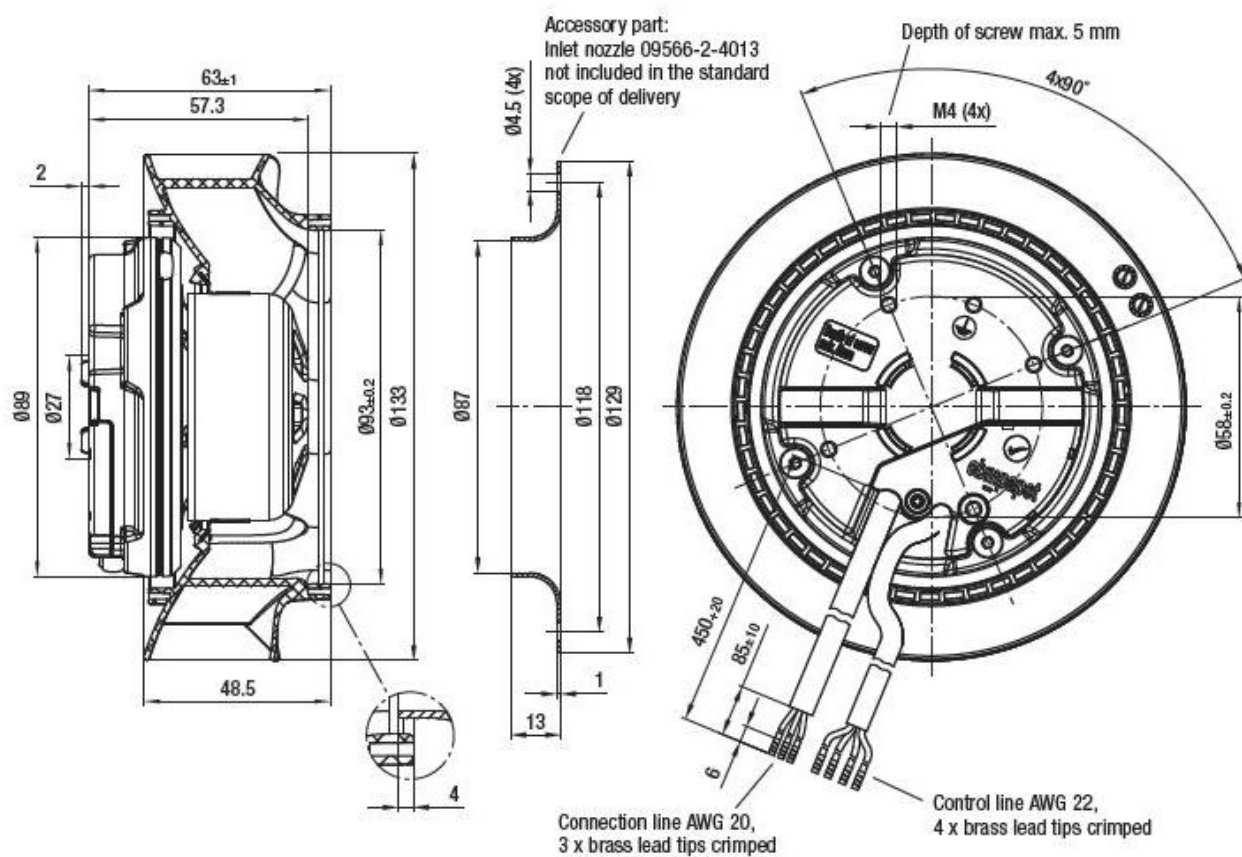


1 pav. Ventilatorius RH19V-2EP.W6.1R

II PRIEDAS. Ventilatorius R3G 133-RA01-03

2 lentel . Parametrai

1	Galia (kW)	0,027
2	tampa (V)	200/240V, 50/60Hz
3	Srov (A)	0,26
4	Apsisukimai (x/min)	3730
5	Triukšmo lygis (dB)	66
6	Svoris (kg)	0,5

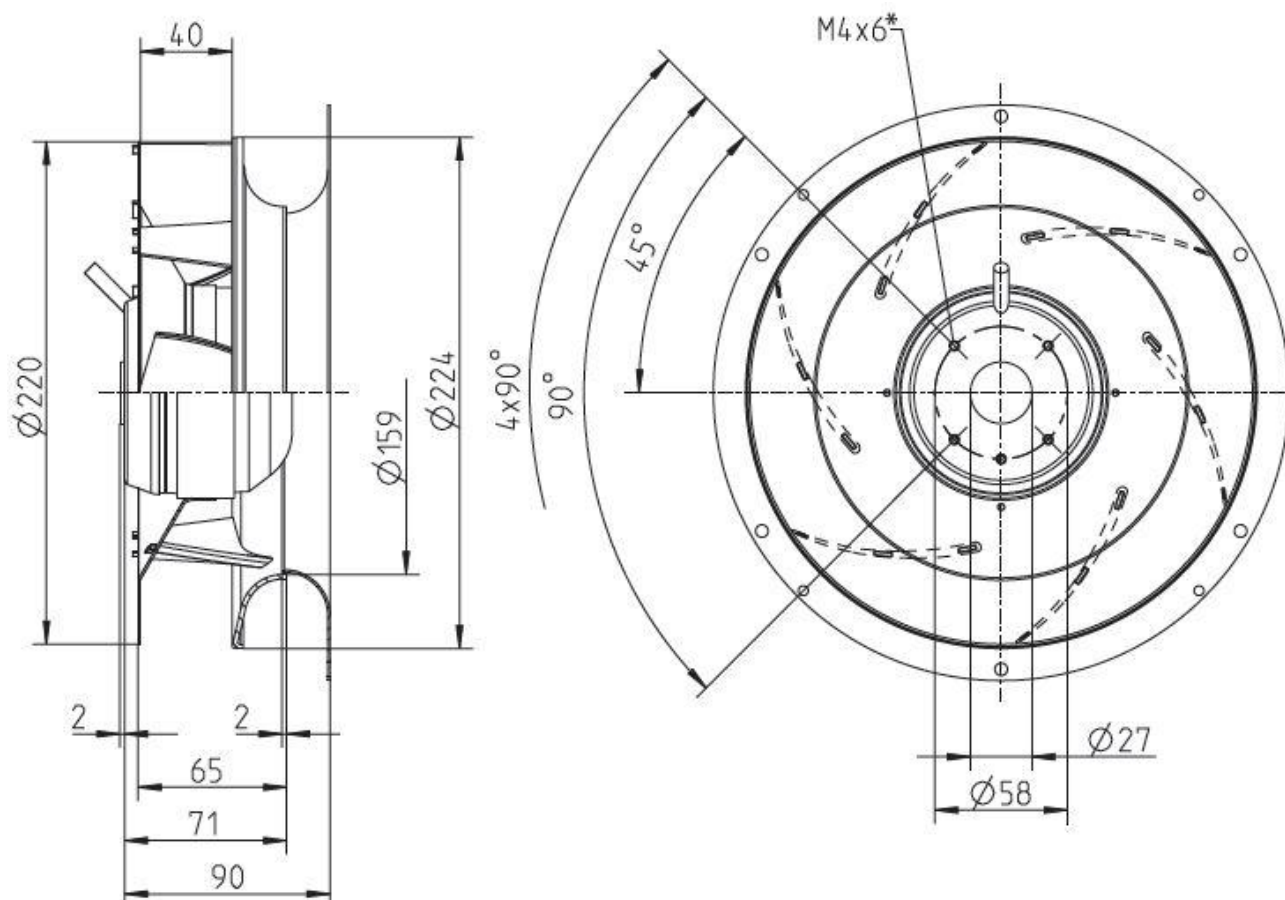


2 pav. Ventilatorius R3G 133-RA01-03

III PRIEDAS. Ventilatorius RH22V-2EP.WA.1R

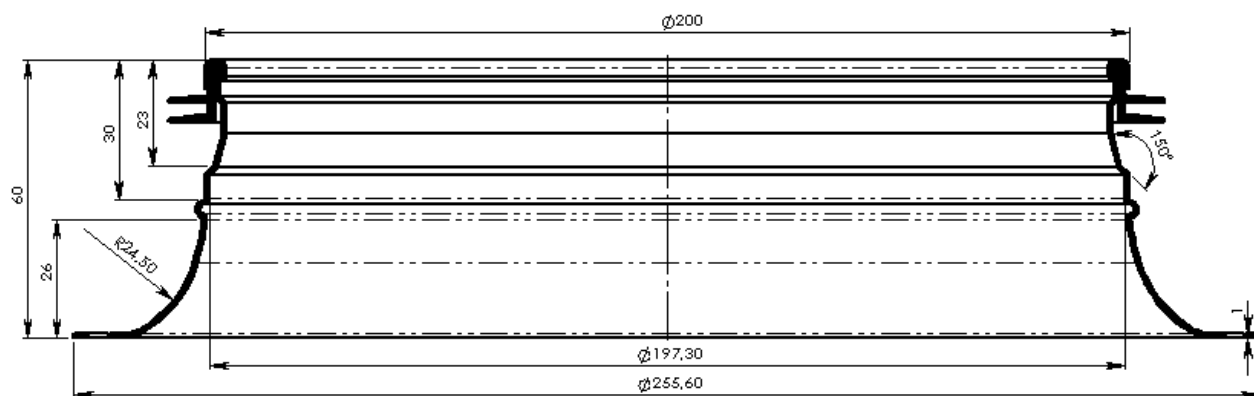
3 lentel . Parametrai

1	Galia (kW)	0,10/0,14
2	tampa (V)	230V, 50/60Hz
3	Srov (A)	0,45/0,61
4	Apsisukimai (x/min)	2560/2510
5	Triukšmo lygis (dB)	74
6	Svoris (kg)	2,0

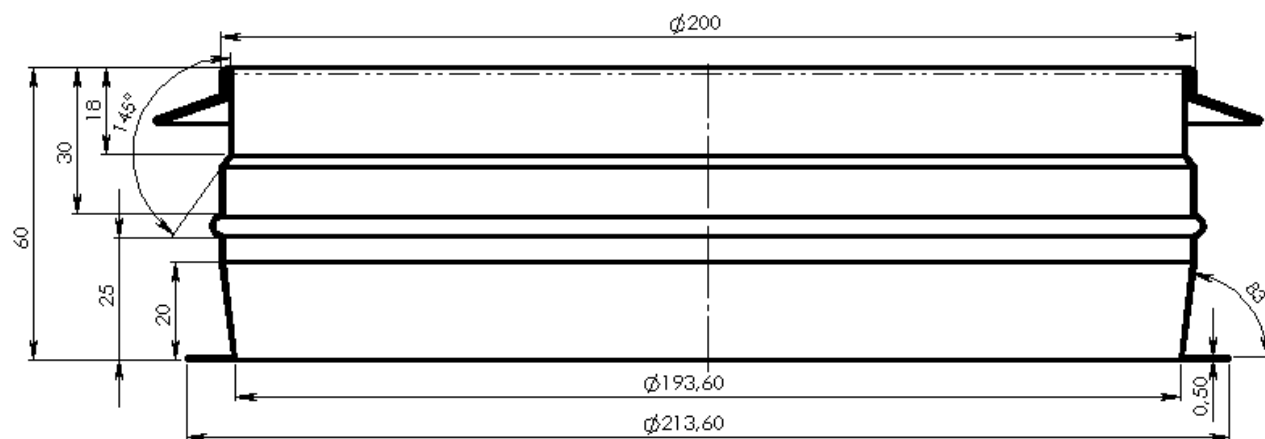


3 pav. Ventilatorius RH22V-2EP.WA.1R

IV PRIEDAS. Flanšo tipai



4 pav. Flanšo tipas - 1



5 pav. Flanšo tipas - 2

V PRIEDAS. Koeficient d_2 , D_1 , D_2 , D_3 ir D_4 reikšmės

4 lentelė. Koeficiento reikšmės lentelė

Pavyzdži kiekis imtyje (n)	d_2	D_1	D_2	D_3	D_4
2	1,128	0	3,687	0	3,269
3	1,693	0	4,357	0	2,574
4	2,059	0	4,699	0	2,282
5	2,328	0	4,918	0	2,114
6	2,534	0	5,078	0	2,004
7	2,704	0,205	5,208	0,076	1,924
8	2,847	0,387	5,307	0,136	1,864
9	2,970	0,546	5,394	0,184	1,816
10	3,078	0,687	5,469	0,223	1,777
11	3,173	0,812	5,534	0,256	1,744
12	3,258	0,924	5,592	0,284	1,716
13	3,336	1,026	5,646	0,308	1,692
14	3,407	1,121	5,693	0,329	1,671
15	3,472	1,207	5,737	0,348	1,652
16	3,532	1,285	5,779	0,364	1,636
17	3,588	1,359	5,817	0,379	1,621
18	3,640	1,426	5,854	0,392	1,608
19	3,689	1,490	5,888	0,404	1,596
20	3,735	1,548	5,922	0,414	1,586
21	3,778	1,606	5,950	0,425	1,575
22	3,819	1,659	5,979	0,434	1,566
23	3,858	1,710	6,006	0,443	1,557
24	3,895	1,759	6,031	0,452	1,548
25	3,931	1,804	6,058	0,459	1,541

VI PRIEDAS. Filtrų klasės ir sulaikymo/efektingumo rodikliai

5 lentelė. Filtrų klasės ir sulaikymo/efektingumo rodikliai priklauso nuo dalelių dydžio

Filtrų grupės	Klasė pagal	Sulaikymo	Naudingumo	Dalelių dydis μm				
	EN 779	Lygis %	Lygis %	< 0,3	0,3 – 0,5	0,5 – 1	1 – 5	> 5
G	G1	60	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	70
	G2	70	~ 10	~ 0	~ 0	~ 0	~ 10	80
	G3	85	~ 25	~ 0	~ 0	~ 0	~ 20	90
	G4	95	~ 35	~ 0	~ 5	~ 10	~ 35	95
F	F5	~ 97	50	~ 10	20	30	65	98
	F6	~ 98	70	~ 15	30	50	80	99
	F7	~ 98	83	~ 25	50	70	90	~ 100
	F8	~ 99	92	~ 35	70	90	95	~ 100
	F9	~ 100	96	~ 50	80	95	98	~ 100

Filtruojam medžiag pavyzdžiai:

G1, G2 – lapai, vabzdžiai, tekstilės pluoštai, smelis, vandens lašai, plaukai;

G3, G4 – gėlių ir kitos žiedadulkių, migla;

F5 – sporos, cemento dulkių (grubioji frakcija), dulkių sluoksnis sukuriantis daleles;

F6 – didelės bakterijos, mikrobai ar jų nešiotų dalelės, PM 10 dulkių;

F7, F8 – suodžiai, „plaukų papuolančių dulkių“, PM 2,5 dulkių, cemento dulkių (smulkioji frakcija);

F8, F9 – tabako dūmai (grubioji frakcija), metalo oksidų dūmai (grubioji frakcija), tepalų dūmai, bakterijos.



SERTIFIKATAS

Reg. Nr. TFP-05

2013 gegužės 15 d.
Šiauliai

Aurimas Jasmontas

dalyvavo

Šiaulių universiteto Technologijos fakulteto 8-oje Tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „Jaunųjų mokslininkų darbai“ ir skaitė pranešimą tema

Vėdinimo agregato komponentų charakteristikų įtakos surinkto gaminio kokybei tyrimas

Dekanas



dr. Sergėjus Rimovskis

Organizacinio komiteto pirmininkas

dr. Nerijus Ramanauskas