



**Kauno technologijos universitetas**  
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Žuvies žaliavos plovimo įrenginio kūrimas ir fluideo dalelių  
pašalinimo mazgo tyrimas**

Baigiamasis magistro studijų projektas

---

**Arminas Jatkauskas**  
Projekto autorius

**Doc. Dr. Sigitas Kilikevičius**  
Vadovas

---

**Kaunas, 2018**



**Kauno technologijos universitetas**  
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Žuvies žaliavos plovimo įrenginio kūrimas ir fluideo dalelių  
pašalinimo mazgo tyrimas**

Baigiamasis magistro studijų projektas  
Mechanikos inžinerija (621H30001)

---

**Arminas Jatkauskas**  
Projekto autorius

**Doc. Dr. Sigitas Kilikevičius**  
Vadovas

**Lekt. Dr. Linas Paukštaitis**  
Recenzentas

---

**Kaunas, 2018**



**Kauno technologijos universitetas**  
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas  
Arminas Jatkauskas

## **Žuvies žaliavos plovimo įrenginio kūrimas ir fluideo dalelių pašalinimo mazgo tyrimas**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Armino Jatkausko, baigiamasis projektas tema „Žuvies žaliavos plovimo įrenginio kūrimas ir fluideo dalelių pašalinimo mazgo tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

---

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

---

(parašas)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Studijų programa: Mechanikos inžinerija (621H30001)

## **MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS**

Studentui Arminui Jatkauskui

### 1. Baigiamojo projekto tema

Žuvies žaliavos plovimo įrenginio kūrimas ir fluideo dalelių pašalinimo mazgo

tyrimas/Development of raw fish washing equipment and research of fluid particles exhaust unit

(Tema patvirtinta dekanu potvarkiu 2018-04-12 Nr. V25-11-6)

### 2. Projekto tikslas ir uždaviniai

*Tikslas:* Suprojektuoti perdirbamos žuvies plovimo įrenginį, kuris galėtų mažinti bendrąjį mikroorganizmų skaičių (*BMS*) ir neutralizuoti listeriją, nustatyti *BMS* rodiklių pokyčius realiu eksperimentu ir atlikti oro srauto priklausomybės nuo statinio slėgio tyrimą plovimo įrenginio aspiracinei sistemai.

*Uždaviniai:*

- 1) apžvelgti literatūrą, susijusią su darbo tema ir išanalizuoti rinkoje esančius žuvies plovimo įrenginius. Tuo remiantis suformuluoti reikalavimus, keliamus maisto pramonės įrenginiams ir, specifiskai, žuvies plovimo įrenginiams;
- 2) atlikti teorinę skysčio srauto analizę į produktą ir realų eksperimentą. Gautus rezultatus pritaikyti kuriant žuvies plovimo įrenginį;
- 3) nustatyti bendrąjį mikroorganizmų skaičių (*BMS*) po žuvies apiplovimo;
- 4) atlikti teorinę oro srauto analizę aspiracinės sistemos dalyje ir realų eksperimentą oro srauto priklausomybės nuo statinio slėgio pokyčio kreivei nustatyti;
- 5) suprojektuoti žuvies plovimo įrenginį.

### 3. Pradiniai Projekto duomenys

### 4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos

- 1) Plaus žuvies (lašišos) abu šonus, nugarinę dalį, papilvę ir vidinę išskrostąją dalį;
- 2) Plaunama bus ne tik vandeniu, bet ir cheminiu tirpalu;
- 3) Bus sukonstruotas iš atsparių medžiagų (nerūdijančio plieno markės *AISI 316*) ir sintetinių, plastmasinių detalių;
- 4) Turės aspiracinę sistemą, ištraukiančią pavojingus garus, kylančius nuo plovimo;
- 5) Įrenginys turės nemažą detalių pakeičiamumą;
- 6) Tenkins sanitarijos ir higienos reikalavimus;

### 5. Projekto aprašomosios dalies struktūra

Įvadas, literatūros apžvalga, plovimo mazgo kūrimas ir tyrimas, technologinio transporto kūrimas, aspiracinės sistemos kūrimas, bendroji įrenginio sudėtis, išvados.

### 6. Grafinės Projekto dalies sudėtis

1 PRIEDAS. Žuvies žaliavos plovimo įrenginio skysčio magistralės schema;

2 PRIEDAS. Žuvies žaliavos plovimo įrenginio surinkimo brėžinys MBP - 00.00.000 SB ir detalių sąrašas.

### 7. Projekto konsultantai

Magistrantas: .....  
(vardas, pavardė, parašas, data)

Projekto vadovas.....  
(vardas, pavardė, parašas, data)

Krypties studijų programos vadovas.....  
(vardas, pavardė, parašas, data)

## TURINYS

ĮVADAS.....	14
1. LITERATŪROS APŽVALGA .....	15
1.1. Temos aktualumas ir įrenginio vartojimui skirtas objektas.....	15
1.2. Plovimo įrenginio skirtingose žuvies produkto stadijose tipai ir jų veikimo principas.....	16
1.3. Rinkoje esantys plovimo įrenginiai. Plovimo kokybės rodiklis .....	18
1.3.1. Apžvelgiami įrenginiai.....	18
1.3.2. Plovimo kokybės rodiklis .....	21
1.4. Bendrieji reikalavimai keliami maisto pramonės įrengimams .....	21
1.5. Listerijos ir bendrojo mikroorganizmų skaičiaus dezinfekavimui naudojami neutralizatoriai ir jų veikiamą aplinką.....	24
1.6. Plovimo procesas ir bendrinė sistema .....	25
1.7. Literatūros apžvalgos išvados.....	27
2. ĮRENGINIO PLOVIMO MAZGO KŪRIMAS IR TYRIMAS .....	29
2.1. Plovimo sistemos projektavimas .....	29
2.2. Purkštuko parinkimas .....	30
2.2.1. Purškiamos struktūros tipas .....	30
2.2.2. Purškiamosios struktūros objekto padengiamumas .....	33
2.2.3. Purkštuko pajėgumas .....	34
2.2.4. Poveikio apskaičiavimas .....	35
2.2.5. Purkštuko medžiaga ir dėvėjimasis.....	37
2.2.6. Purškimo magistralės kūrimas .....	37
2.3. Žuvies plovimo sistemos tyrimas .....	45
2.3.1. Bandymo tikslas.....	45
2.3.2. Bandymo objektas.....	46
2.3.3. Ieškomi dydžiai ir tyrimo metodas .....	46
2.3.4. Bandymo rezultatai .....	50
3. TECHNOLOGINIS TRANSPORTAS .....	52
4. ASPIRACINĖS SISTEMOS KŪRIMAS .....	56

4.1. Uždaros kameros kūrimas .....	56
4.2 Aspiracinės sistemos tyrimas.....	63
4.2.1 Bandymo konstrukcija .....	63
4.2.2 Tyrimo įranga.....	64
4.2.3 Tyrimo eiga.....	65
4.2.4 Tyrimo rezultatų palyginimas .....	69
5. ŽUVIES PLOVIMO ĮRENGINYS .....	71
IŠVADOS.....	73
LITERATŪROS ŠALTINIAI.....	75
PRIEDAI.....	78

## Paveikslų sąrašas

1.1.1 pav. Švaraus ledo dėžė, kurioje transportuojama žuvis .....	15
1.2.1 pav. Žuvies žaliavos plovimo įrenginio iliustracija [7].....	17
1.2.2 pav. Žuvies pusgaminio plovimo įrenginio iliustracija [8] .....	17
1.2.3 pav. Galutinio gaminio plovimo įrenginio iliustracija [7, 9].....	18
1.3.1 pav. „UNI-FOOD De-Slimer Tunnel Model 701 RW“ įrenginys [8].....	19
1.3.2 pav. „Marel Deslimer CT1612.10“ įrenginys [7].....	20
1.3.3 pav. „Peruza Salmon Deslimer/Fillet Washing Machine“ [9] .....	20
1.3.4 pav. Mikrobiologiniai kriterijai žuvų produktams [10].....	21
1.4.1 pav. Fotoelektrinio jutiklio veikimo schema.....	24
1.5.1 pav. ISO standarto korozijos diagrama 0,1mm/metus yrančio metalo. ....	25
1.6.1 pav. Principinė vandens plovimo sistemos schema .....	26
1.6.2 pav. Purkštukų sukuriamų lašų dydžių pavyzdžiai [18].....	26
1.6.3 pav. Purškimo struktūros pavyzdžiai [18].....	26
1.6.4 pav. Transporterio principinė schema .....	27
2.1.1 pav. Tipinės energijai pernešti naudojamos hidraulinės pavaros struktūrinė schema ir joje vykstantys energijos virsmai [20] .....	29
2.1.2 pav. Kuriamos hidraulinės sistemos komponentai .....	29
2.2.1 pav. Plokščiosios purškiamos struktūros tipas [18] .....	30
2.2.2 pav. Kūginės purškiamos struktūros tipas [18] .....	31
2.2.3 pav. Purkštukai: a) <i>HB-1/4VV-316SS95065</i> ; <i>HB-1/4VV-316SS6501</i> ; b) <i>1/8 HH – 316SS-2.8W</i> ..	31
2.2.4 pav. Purkštuko purškiamo slėgio – debito charakteristika $p(Q)$ : <i>HB-1/4VV-316SS95065</i> ; <i>HB-1/4VV-316SS6501</i> [18].....	32
2.2.5 pav. Purkštuko purškiamo slėgio – debito charakteristika $p(Q)$ : <i>1/8 HH – 316SS-2.8W</i> .....	32
2.2.6 pav. Produkto gabaritiniai matmenys.....	33
2.2.7 pav. Pradinė skysčio magistralės konfigūracija .....	33
2.2.8 pav. Purškiamosios struktūros teorinis objekto padengiamumas [18] .....	34
2.2.9 pav. Poveikio priklausomybės nuo slėgio grafikas I ( $p$ ): <i>HB-1/4VV-SS95065</i> , <i>HB-1/4VV-316SS6501</i> , <i>1/8 HH – 316SS-2.8W</i> .....	36
2.2.10 pav. Poveikio priklausomybės nuo debito grafikas I ( $Q$ ): <i>HB-1/4VV-SS95065</i> , <i>HB-1/4VV-316SS6501</i> , <i>1/8 HH – 316SS-2.8W</i> .....	37
2.2.11 pav. Skystį nešanti magistralė: a) – izometrinis vaizdas, b) vaizdas iš priekio.....	38
2.2.12 pav. Kraštinės sąlygos Flow Simulation modeliavimui .....	40
2.2.13 pav. Plovimo sistemos simuliacijos rezultatai: šoniniai produkto paviršiai.....	41
2.2.14 pav. Plovimo sistemos simuliacijos rezultatai: apatiniai produkto paviršiai .....	41



2.2.15 pav. Plovimo sistemos (II tipas) simuliacijos rezultatai: šoniniai produkto paviršiai.....	42
2.2.16 pav. Plovimo sistemos (II tipas) simuliacijos rezultatai: apatiniai produkto paviršiai.....	42
2.2.17 pav. Atlikto modeliavimo metu gautos srauto trajektorijos ir slėgis.....	43
2.2.18 pav. Slėgio pokytis vandens sistemos išėjime. a)- viršutinio purškimo lanko purkštukas; b) – apatinio purkštuko purkštukas.....	44
2.2.19 pav. Tiriamo produkto reakcijos į kintančią sistemos geometriją kraštinės sąlygos .....	44
2.2.20 pav. $F_{max}(x)$ grafikas .....	45
2.2.21 pav. Bandymų objekto atlantinės laišos matmenys .....	46
2.2.22 pav. Tyrimo stendo iliustracija.....	47
2.2.23 pav. Surinktas tyrimo stendas.....	48
2.2.24 pav. Pirminis bandymas sklaidos perdengimui vizualiai įvertinti.....	48
2.2.25 pav. Eksperimento metu nustatytos konfigūracijos plovimo lanko svarbiausieji matmenys.....	50
3.1 pav. Kuriamo transporterio schema. ....	52
3.2 pav. Transporterio juostos fragmentas [23].....	52
3.3 pav. Pozicionavimo kabliukas.....	53
3.4 pav. Įrenginio transportavimo dalis.....	53
3.5. Produkto nešamosios dalies sprendimas .....	53
4.1.1 pav. Cheminių medžiagų koncentracijos kriterijai [24] .....	56
4.1.2 pav. Kamerų pagrindas (rėmelis pažymėtas raudona spalva) .....	57
4.1.3 pav. Kamerų pagrindas (dangtis pažymėtas raudona spalva) .....	57
4.1.4 pav. Plokštė plovimo procesų kamerų atskyrimui .....	58
4.1.5 pav. Bendras kameros vaizdas .....	58
4.1.6 pav. Kolektorius garams surinkti .....	59
4.1.7 pav. Kolektoriaus ir kamerų sistemos kraštinės sąlygos .....	60
4.1.8 pav. Ašinio ventiliatoriaus „AirAP HC-400-9-960“ slėgio pokyčio nuo debito kreivė $\Delta p(Q)$ .....	61
4.1.9 pav. Srauto greičio pasiskirstymas aspiracinėje sistemoje.....	62
4.1.10 pav. Oro srauto ir vandens garų srauto trajektorijų linijos.....	62
4.2.1 pav. Aspiracinės sistemos bandymo suprojektuota konstrukcija.....	63
4.2.2 pav. Ašinis ventiliatorius.....	64
4.2.3 pav. Ašinio ventiliatoriaus slėgio pokyčio nuo debito kreivė $\Delta p(Q)$ .....	64
4.2.4 pav. Kameros ir ortakių konstrukcija .....	65
4.2.5 pav. Anemometras ir manometras.....	65
4.2.6 pav. Matavimo prietaisų montavimo vietų schema.....	66
4.2.7 pav. Teorinio modeliavimo kameros konstrukcija ir kraštinės sąlygos .....	66
4.2.8 pav. Teorinio modeliavimo slėgio skirtumo nuo srauto grafikas $\Delta p(Q)$ .....	67

4.2.9 pav. Realus eksperimento aspiracinės sistemos bandymo konstrukcija.....	68
4.2.10 pav. Realus eksperimento slėgio skirtumo nuo srauto grafikas $\Delta p(Q)$ .....	69
4.2.11 pav. Realus eksperimento ir teorinio modeliavimo slėgio skirtumo nuo srauto grafikas $\Delta p(Q)$ .....	69
5.1. pav. Žuvies žaliavos plovimo įrenginys .....	71

## Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Purškiamosios skysčio struktūros padengimas [18] .....	34
2.2 lentelė. Poveikio skaičiavimo rezultatai. ....	36
2.3 lentelė. Produkto reakcija į kintančią plovimo sistemos geometriją. ....	45
2.4 lentelė. Pirminio bandymo pakartojimų konfigūracijos. ....	49
2.5 lentelė. Pakartotinio bandymo pakartojimų konfigūracijos. ....	49
2.6 lentelė. Žuvies mikrobiologijos tyrimų rezultatai. ....	50
4.1 lentelė. Teorinio modeliavimo srauto bandymo rezultatai. ....	67
4.2 lentelė. Realaus eksperimento srauto bandymo rezultatai. ....	68
4.3 lentelė. Teorinio modeliavimo ir realaus eksperimento srauto dydžių palyginimas.....	70

Jatkauskas Arminas. Žuvies žaliavos plovimo įrenginio kūrimas ir fluideo dalelių pašalinimo mazgo tyrimas. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Sigitas Kilikevičius; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Mechanikos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: žuvis, plovimas, maisto pramonė, įrenginys.

Kaunas, 2018, 76 p.

## **Santrauka**

Šis projektas – baigiamasis magistro studijų darbas. Jo tikslas – sukurti žuvies žaliavos plovimo įrenginį, kuris gebėtų panaikinti kuo daugiau mikroorganizmų, įskaitant ir žmogui pavojingą listerijos patogeną. Projektas susideda iš penkių pagrindinių dalių: 1) literatūros apžvalgos, 2) plovimo mazgo kūrimo ir tyrimo, 3) technologinio transporto, 4) aspiracinės sistemos kūrimo ir 5) sukurtos žuvies plovimo įrenginio apžvalgos.

Pirmojoje, literatūros apžvalgos, dalyje yra nustatomos priežastys, dėl ko reikalingi šie įrenginiai, taip pat apžvelgiami rinkoje esantys plovimo įrenginiai bei nustatomas kokybinis nuplovimo rodiklis, kuris yra kontroliuojamas higieninės priežiūros institucijų valstybiniu lygmeniu. Antrojoje dalyje kuriama speciali purškimo sistema pritaikyta vienai iš mėgstamiausių pagal statistiką *ES* žuvų apdirbti – lašišai. Taip pat, nagrinėjamos purkštukų charakteristikos bei purkštukų plovimo efektyvumo priklausomybė nuo atstumo ir kampo iki produkto. Trečioje dalyje akcentuojami klasikinio transporterio sprendimai, kurie būtini šiam įrenginiui, kad žuvies apdirbimo metu jos padėtis būtų teisingai nustatyta. Ketvirtojoje dalyje, kuriama aspiracinė sistema, kuria siekiama pašalinti pavojingas cheminių medžiagų garų daleles, galinčias dirbančiajam sukelti ilgalaikį neigiamą poveikį sveikatai. Atliekamas teorinis ir realus eksperimentas, siekiant įsitikinti ar išsiurbimo sistema pajėgi pakeisti orą uždaroje plovimo kameroje. Paskutinėje dalyje apibūdinamas sukurtas įrenginys ir akcentuojami įvykdyti išskelti reikalavimai maisto pramonės įrenginiui.

Galiausiai, pateikiamos projekto išvados.

Jatkauskas Arminas. Development of raw fish washing equipment and research of fluid particles exhaust unit. Master's Final Degree Project/ supervisor Associate Professor Sigitas Kilikevičius; Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Mechanical Engineering.

Keywords: fish, washing, food industry, equipment.

Kaunas, 2018. 76 pages.

### Summary

This is the final project of Master's degree. Its purpose is to develop fish washing equipment, who can repeal bacteria and microorganisms, including *listeria monocytogenes*. Project consists of five main chapters: 1) Overview of literature, 2) Development and research of washing unit, 3) Technological transport, 4) Development of fluid particles exhaust unit and 5) Overview of developed equipment.

Firstly, in overview of literature, there are determination of reasons, why this washing equipment has demand in food industry. Also, qualitative indicator of washing is investigated, who is under control of state's hygienic institutions. In the second chapter there is development of washing system for one of the most favourable fish products to process in *EU* – a salmon. Moreover, research of nozzle characteristics are made and effectiveness dependency of distance and angle between top of the nozzle and fish surface. In 3) part classic conveyor parts are highlighted, which are vital for this machine. Next chapter consists of development of exhaust unit. Two investigations, theoretical and real conditions were performed to confirm, if this unit will be able to eliminate dangerous chemical fumes from food processing cameras. In the last chapter, there is detailing of developed equipment highlighting the requirements which was done to it.

Finally, conclusions are presented of this work.

## IVADAS

Pramoninėje maisto gamyboje svarbiausias veiksnys – maisto higiena. Tai sąlygos ir priemonės, užtikrinančios maisto saugą bei tvarkant maistą padedančios išsaugoti jo tinkamumą žmonių mitybai [1]. Šis apibrėžimas teigia, jog galutiniame maisto produkte cheminės, biologinės ar kitokios kilmės teršalai – nepageidaujami.

Užtikrinus švarią maisto tvarkymo vietą, kai nėra teršalų, matomų operatoriaus akiai, o *bioplėvelės* (mikronų lygio, plonos, slidžios bakterijų ir mikroorganizmų plėvelės), susidariusios ant darbo paviršių, yra nuplautos suplanuotų dezinfekcinių procesų metu, maisto produkto perdirbimo etape ant jo paviršių koncentruojasi biologinės kilmės teršalai – mikroorganizmai, pirmuonys. Žuvies pramonėje didžiausias dėmesys skiriamas *aerobinių* ir *listerijos* bakterijų kolonijoms. Pastaroji bakterijų rūšis – patogeninė, gali sukelti virškinamojo trakto ligą – *listeriozę* galutinio produkto vartotojui – žmogui, todėl labai svarbu bakterijas *listeria monocytogenes* neutralizuoti.

Kompanijos, siekdamos apsaugoti galutinį produktą nuo minėtųjų parazitinių mikroorganizmų, stengiasi jį kontroliuoti visose produkto perdirbimo stadijose: žaliavos, pusgaminio ir galutinio produkto. Kadangi operatoriaus rankinis žuvies plovimas būtų nenašus ir nekontroliuojamas, kuriami žuvies plovimo įrenginiai, galintys mažinti bendrąjį mikroorganizmų skaičių ir neutralizuoti listeriją.

*Darbo tikslas* – suprojektuoti perdirbamos žuvies plovimo įrenginį, kuris galėtų mažinti bendrąjį mikroorganizmų skaičių (*BMS*) ir neutralizuoti listeriją, nustatyti *BMS* rodiklių pokyčius realiu eksperimentu ir atlikti oro srauto priklausomybės nuo statinio slėgio pokyčio tyrimą plovimo įrenginio aspiracinei sistemai.

*Uždaviniai:*

- 1) apžvelgti literatūrą, susijusią su darbo tema, ir išanalizuoti rinkoje esančius žuvies plovimo įrenginius. Tuo remiantis suformuluoti reikalavimus, keliamus maisto pramonės įrenginiams ir, specifiskai, žuvies plovimo įrenginiams.
- 2) atlikti teorinę skysčio srauto analizę į produktą ir realų eksperimentą. Gautus rezultatus pritaikyti kuriant žuvies plovimo įrenginį;
- 3) nustatyti bendrąjį mikroorganizmų skaičių (*BMS*) po žuvies apiplovimo;
- 4) atlikti teorinę oro srauto analizę aspiracinės sistemos dalyje ir realų eksperimentą oro srauto priklausomybės nuo statinio slėgio pokyčio kreivei nustatyti;
- 5) suprojektuoti žuvies plovimo įrenginį.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1. Temos aktualumas ir įrenginio vartojimui skirtas objektas

*Listerija*, tai patogeninių bakterijų rūšis. Jų *monocitogenas* gali sukelti ligą – *listeriozę*. Listerijos bakterijos pavojingos tuo, jog dauginasi užkrėsto organizmo ląstelėse ir taip gali plisti ne paviršiais, o audiniais. Natūralioji aplinka: žemė, augalija, gyvūnija, vanduo yra šių bakterijų gyvavimo terpė. Jų aptinkama paviršiniuose vandenyse [2,3]: ežeruose, upėse, pakrantėse, kanaluose, tačiau beveik neaptinkama – jūrose, vandenynuose, būtent ten, kur vyksta didžiausia pramoninė žvejyba. Net jei ir pagauta žuvis minėtųjų bakterijų neturi, jomis užsikrečia transportuojant iki perdirbimo fabrikų.

Higienos požiūriu, listerijos plitimo problema nėra tokia opi didžiųjų žuvies, pavyzdžiui, lašišos, šalių augintojų: Norvegijos, Čilės, Škotijos pramonei (lašišos išauginama pasauliniu mastu šiose šalyse atitinkamai: 53%, 23%, 10% [5]). Taip yra todėl, kad iš ūkių, kuriuose žuvis auginama, iki vietinių perdirbimo fabrikų ji keliauja trumpiausią atstumą, o į parduodamas antrines rinkas, tokias kaip Lietuvos ar Ukrainos, jos turi įveikti tūkstančius kilometrų. Dėl to transportuojant net ir pagautai švariai žuviai, ant jos gleivių, pilvo ir vidinių audinių yra didelė tikimybė atsirasti pavojingiems mikrobams ir listerijai. Pristabdyti patogeno plitimą transportuojant galima gabenant žuvį higieniškuose induose – plastikinėse švaraus ledo ir švaraus vandens dėžėse (žr. 1.1.1 pav.) [2]. Tai užtikrins ne tokį greitą listerijos plitimą, tačiau visiškai nuo jos neapsaugos.



1.1.1 pav. Švaraus ledo dėžė, kurioje transportuojama žuvis

Nepavykus neutralizuoti listerijos patogeno žuvyje jos perdirbimo metu, iki patekimo į pakuotę ir ant valgomąjo stalo, vartotojas gali apsinuodyti. Pradedama karščiuoti, dehidratuoti, apima galvos ir raumenų skausmai [4], atsiranda galimybė susirgti ligomis – listerioze, meningitu ar gastroenteritu. Visame pasaulyje higienos institucijos, o Lietuvoje *Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba* stebi maisto perdirbimo įmones ir tiria dėl listerijos patogeno, bendrojo mikroorganizmų skaičiaus ir kitų

bakterijų šaltinių. Siekiant išvengti šių bakterijų atradimo ir išsaugoti produkto švarą, be jokios užkrato galimybės, žuvies pramonės įmonės investuoja į žuvies higienizaciją jų perdirbimo metu.

Jau praeitame amžiuje žmonių rankinį darbą pramonėje pradėjo keisti automatizuoti technologiniai įrenginiai. Jie mažina perdirbimo proceso kainą, žmogiškosios klaidos tikimybę, yra efektyvesni bei sukuria standartizuotas ir patrauklios išvaizdos galutinį produktą. Iki pastarosios stadijos produktas perdirbimo procese dar skirstomas į pusgaminį ir žaliavą. Žuvies higienizacijai vykdyti kuriami plovimo įrenginiai. Plovimas gali vykti visose produkto stadijose. Projektuojamo įrengimo objektu parenkama viena iš mėgstamiausių vartotojų žuvų Europos Sąjungoje – lašiša (paklausos kriterijumi užima 3-iąją vietą visų suvartojamų žuvų rūšių) [6]. Kaip žaliava perdirbimui ši žuvis tiekama išskrotais viduriais plastikinėse dėžėse su ledu (žr. 1.1.1 pav.) Didžiausios mikroorganizmų sankaupos yra ant jos šonų ir pilvo srityje. Šioms dviem kūno dalims reikėtų skirti didesnę dėmesį plaunant.

## **1.2. Plovimo įrenginio skirtingose žuvies produkto stadijose tipai ir jų veikimo principas**

Žuvies plovimo įrenginiai yra naudojami visuose maisto produkto gamybos etapuose: žaliavos, pusgaminio ir galutinio produkto. Pavyzdžiui, šalta rūkytos lašišos gamybos procese:

- žaliava – tai žuvis, išimta iš 1.1. skyrelyje minėtų transportavimo dėžių. Išimta ji iš karto yra sveriama. Po svėrimo žuviai nupjaunama galva, gali būti ir nulupama oda. Praėjus šį procesą žaliava tampa pusgaminiumi;
- pusgaminio stadijoje lašiša yra perpjauama išilgai į kelias dalis, iš jos pašalinami kaulai, nupjaunamas perteklinis riebalinis sluoksnis – ji tampa filė;
- galutinio produkto stadijoje lašišos filė taip pat yra sveriamą, po to rankiniu būdu apžiūrima, ar atitinka nustatyta kokybę. Galiausiai prieš rūkymą, į žuvį yra išvirkščinama maisto priedų.

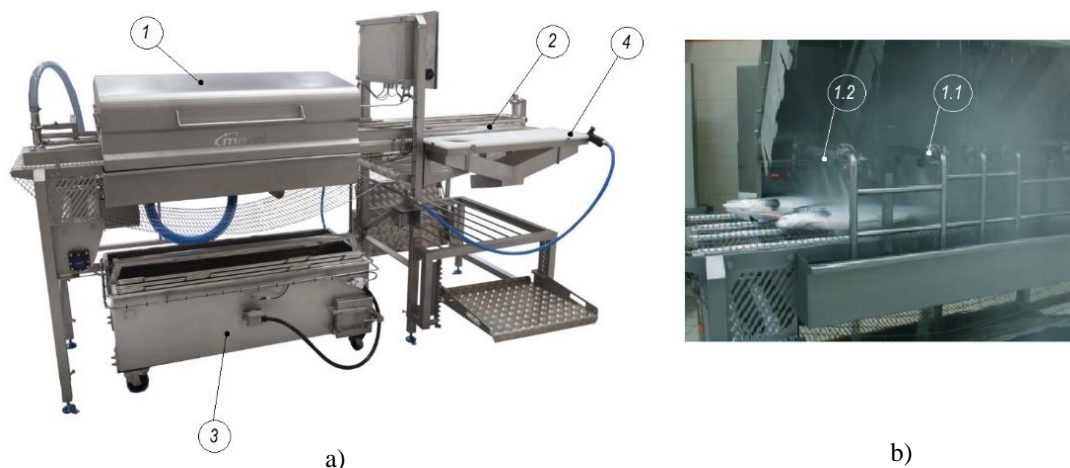
Plovimo įrenginių naudojimas priklauso nuo įmonės politikos ir požiūrio į gaminio higieną. Vienose perdirbimo įmonėse, pavyzdžiui, tos kurios yra tolimu atstumu nuo žvejybos vietos ar žuvies tiekėjo, gali būti naudojami trys skirtingi įrenginiai kiekviename produkto gamybos procese, kitose, esančiose arčiau nuo tiekėjo, arba kurios pačios vykdo pramoninę žvejybą ar auginimą – tik pusgaminio ar galutinio produkto. Apžvelgsime visų žuvies produkto stadijų plovimo įrenginius. Jie visi turi būdingus technologinius mazgus: transportavimo dalis, plovimo kamerą.

### *Žuvies žaliavos plovimo įrengimas*

*Veikimo principas.* Žaliava padedama ant transportavimo dalies grandinės *I* (žr. 1.2.1 pav. a) [7]). Grandinė neša žuvį iki plovimo kameros *I*. Plovimo kameros (žr. 1.2.1 pav. b) [7]) svarbiausios dalys



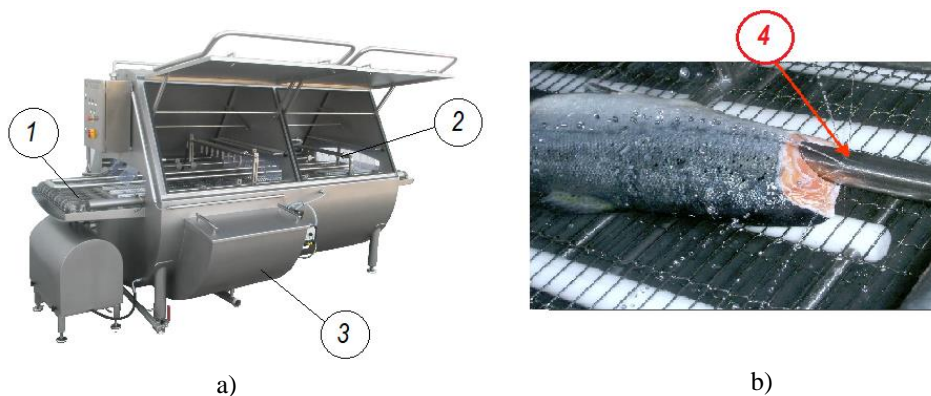
yra vamzdynas 1.1 ir purkštukai 1.2. Į vamzdyną gali būti tiekiamas vanduo arba cheminis tirpalas. Vanduo dažniausiai tiekiamas siurbliu iš vandentiekio. Siurblys sudaro reikiamą statinį slėgį sistemoje. Vanduo ar cheminis tirpalas aukštu slėgiu išpurškiamas ant žuvies pro purkštukus 1.2, esančius purkštukų linijoje.(žr. 1.2.1 pav. a)) parodytame pavyzdyje papildomai gali būti pridėtas stalas 4, ant kurio darbininkai nupjautų žuviai galvą ir paverstų ją į pusfabrikatį. Taip pat įrenginio apačioje yra vonelė 3 su filtravimo sistema, į kurią subėga išpurkštųjų skysčių nuotekos.



1.2.1 pav. Žuvies žaliavos plovimo įrenginio iliustracija [7]

#### *Pusgaminio plovimo įrengimas*

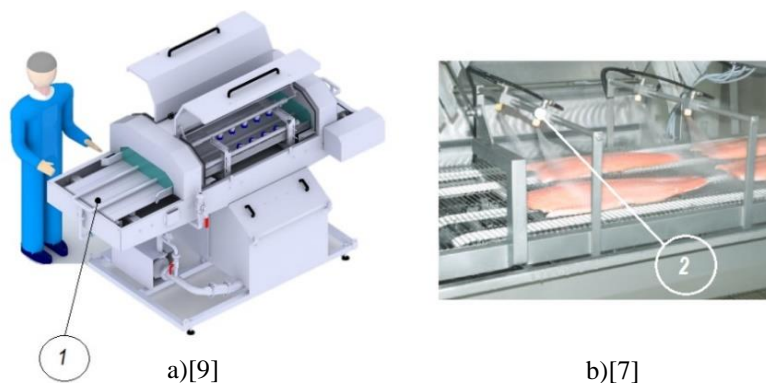
*Veikimo principas.* Žuvies pusgaminis dedamas ant transportavimo grandinės 1 (žr. 1.2.2 pav. a) [8]), o jo išskrotoji dalis įvelkama į plovimo sistemos vamzdį 4 (žr. 1.2.2 pav. b) [8]). Vamzdyje yra išgręžtos skylės, pro kurias yra purškiamas vanduo arba cheminis tirpalas į žuvies pilvo sritį. Iš viršaus ir apačios ant žuvies kūno vanduo arba cheminis tirpalas purškiamas kaip ir žuvies žaliavos plovimo įrenginio atveju, pro purkštukus, sumontuotus vamzdyje 2. Įrenginyje yra vandens filtravimo sistema 3.



1.2.2 pav. Žuvies pusgaminio plovimo įrenginio iliustracija [8]

### *Galutinio gaminio plovimo įrengimas*

*Veikimo principas.* Galutinio gaminio plovimo įrenginio veikimas yra identiškas jau anksčiau aprašytiems. Žuvies filė (galutinis produktas) dedamas ant transporterio grandinės 1 (žr. 1.2.3 a) pav. [9]) Čia ji transportuojama į plovimo kamerą, kur purkštukais 2 (žr. 1.2.3 b) pav. [7]) apiplaunama ir toliau trauklės pagalba gabenama ant kitos gamybos proceso linijos. Pastarasis įrenginys taip pat turi nuotekų surinkimo indą 3, kuris geba perfiltruoti panaudotą vandenį.



**1.2.3 pav. Galutinio gaminio plovimo įrenginio iliustracija [7, 9]**

Visuose pateiktuose įrenginiuose žuvis transporterine dalimi transportuojama gulomis. Tai leidžia vienam šonui (tas kuris guli ant transporterio juostos) būti nevisiškai išplautam, nes atsiranda trikdžiai. Taip pat vidiniai audiniai plaunami tik pusgaminuose ir galutiniuose produktuose, o žaliavoje – ne.

## **1.3. Rinkoje esantys plovimo įrenginiai. Plovimo kokybės rodiklis**

Norint suprojektuoti gamybinį įrenginį, pirmiausia, reikia palyginti rinkoje jau esamus potencialių konkurentų įrenginius, įvertinti jų pranašumus ir trūkumus bei padaryti išvadą, kuo galėtų būti geresnis kuriamas įrenginys.

### **1.3.1. Apžvelgiami įrenginiai**

„UNI-FOOD De-Slimer Tunnel Model 701 RW“ [8]



1.3.1 pav. „UNI-FOOD De-Slimer Tunnel Model 701 RW“ įrenginys [8]

Techninės charakteristikos:

*Vandens pompos galia:* 11 kW;

*Maksimalus vandens suvartojimas:* 30 l/min prie 3 bar slėgio;

*Gaminio transportuojamos dalies plotis:* 400mm, 700mm, 1100 mm;

*Trauklės greitis:* 6 – 20 m/min (0,1 – 0,34 m/s);

*Maksimalus našumas:* 50 žuvų/min;

*Variklio galingumas (maksimaliai):* iki 12kW;

Privalumai: Didelis plovimo įrenginio našumas ir transportuojamosios dalies plotis lemia, jog vienu metu galima išplauti iš esmės daug gaminių. Automatinis vandens tiekimo ir transporterio stabdymas, kai nėra apdirbamo objekto, tausoja įmonės vandens, cheminių tirpalų ir energijos resursus. Sandari plovimo kamera.

Trūkumai: Cheminių tirpiklių maišyklė ir jų tiekimas galimas tik kaip specialus priedas, nėra atskiro pajungimo kito tipo skysčiams, išskyrus vandenį. Centrinis plovimo vamzdis (žr. 1.2.2 pav. b)) neturi purkštukų, tai veiktų beveik nekontroliuojamą vandens suvartojimą, įrenginio neekonomiškumą ir taip pat problematišką statinio slėgio sukėlimą šiame mazge. Neturi aspiracinės sistemos.

„Marel Deslimer CT1612.10“



### 1.3.2 pav. „Marel Deslimer CT1612.10“ įrenginys [7]

Techninės charakteristikos:

*Maksimalus vandens suvartojimas:* 28l/min prie 2 bar slėgio;

*Gaminio transportuojamos dalies plotis:* 610 mm;

*Maksimalus našumas* 30 žuvų/min;

*Įrenginio matmenys:* 2015x1150x1900 mm;

Privalumai: Įrenginys pasižymi universalumu: plauti galima tiek žaliavą, tiek pusgaminį. Gali būti pridėti galvų nupjovimo stalai, operatoriams, produkto pavertimui iš žaliavos į pusgaminį. Turi vandens perfiltravimo sistemą.

Trūkumai: Lyginant su konkurentu „UNI-FOOD“ (50 žuvų/min), nedidelis našumas (30 žuvų/min) Reikia prižiūrėti nuotekų dėžę ir ją nuolat nupilti. Neturi aspiracinės sistemos.

„Peruza Salmon Deslimer/Fillet Washing Machine“



### 1.3.3 pav. „Peruza Salmon Deslimer/Fillet Washing Machine“ [9]

Techninės charakteristikos:

Maksimalus našumas plaunant pusfabrikatį: 30 žuvų/min;

Maksimalus našumas plaunant filė: 40 žuvų/min;

Privalumai: Įrenginio universalumas. Be purkštukų plovimo iš viršaus ir apačios, kurie skirti galutinio gaminio plovimo procesui, galima primontuoti vamzdžių sistemą ir plauti pusfabrikačio pilvo ertmę, taip, kaip paminėta 1.2 skyrelyje (žr. 1.2.2 pav. b)). Taip pat, įrenginys turi sandarią plovimo kamerą. Siekiant pašalinti perteklinį vandens kiekį nuo žuvies paviršiaus ji apipučiama oro pūstukais.

Trūkumai: Našumas nėra didelis lyginant su „UNI-FOOD“ gaminiu. Nedidelės plovimo kameros ertmės. Plovimo įrenginį aptarnaujančiam personalui gali būti sudėtinga pasiekti visas užterštas vietas plovimo kameroje ir teisingai higienizuoti, bei palaikyti tvarkingą maisto tvarkymo higieną. Plačiau šį įrenginį sunku įvertinti, kadangi gamintojas neteikia daug informacijos.

### 1.3.2. Plovimo kokybės rodiklis

Visų 1.3.1 skyrelyje minėtų įrengimų pagrindinis tikslas yra neutralizuoti ar sumažinti patogeninių listerijos ir kitų rūšių bakterijų skaičių žuvies, pavyzdžiui, lašišos apdirbimo procese prieš rūkymą. Galutiniams žuvies produktams bakterijų kriterijus Lietuvos Respublikoje nustato *Valstybinė Maisto ir Veterinarijos Tarnyba*, o aprašo Lietuvos higienos norma *HN26:2006* „Maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai“ [10]. Kriterijai nurodyti higienos normos IV.9.3 lentelėje (žr. 1.3.4 pav.). Faktu laikoma, jog neplautoje, transportuojamoje žuvies žaliavoje bendrasis mikroorganizmų skaičius (*BMS*) bendrinio atveju yra  $N = 10^5$  ksv/g (ksv/g - kolonijų vienetų skaičius grame). Nors pačiame žuvies žaliavos apdirbimo procese nėra visiškai apibrėžtų produkto higienos ir produkto kokybės tiriamų reikalavimų kriterijų, tačiau įmonių vykdančių tokią veiklą, bendroje praktikoje, pirminiame etape po žaliavos nuplovimo yra tiriamas antroje (žr. 1.3.4 pav.) lentelės skiltyje *BMS* ir jame esantis *Listeria monocytogenes* patogenas.

3 lentelė. Žuvininkystės produktų mikrobiologiniai kriterijai

Maisto produkto pavadinimas	Mikroorganizmai	Mėginio vienetų skaičius		Užterštumo riba	
		n	c	m	M
1	2	3	4	5	6
1. Rūkyti žuvininkystės produktai	Bendras mikroorganizmų skaičius	5	3	10000 ksv/g	100000 ksv/g
	<i>E. coli</i>	5	3	10 ksv/g	500 ksv/g
	<i>V. parahaemolyticus</i>	5	0	< 100 ksv/g	
2. Vytinti žuvininkystės produktai	<i>C. perfringens</i>	5	1	10 ksv/g	100 ksv/g
Dažniausiai pasitaikantys patogeniniai mikroorganizmai – <i>L. monocytogenes</i>					

### 1.3.4 pav. Mikrobiologiniai kriterijai žuvų produktams [10]

*BMS* tyrimo tikslas yra nustatyti bakterijų, kurios gali turėti įtakos žmonių sveikatai, buvimą žuvyje bei parodyti pačios žuvies kokybę arba galimą perpardavėjų piktnaudžiavimą temperatūrinėmis ar transportavimo sąlygomis.

## 1.4. Bendrieji reikalavimai keliami maisto pramonės įrengimams

„Be svarbiausių bendrųjų reikalavimų, kaip standumas, atsparumas, atsparumas virpesiams, maisto pramonės įrenginiams keliami specialiuji reikalavimų...“ (Paulauskas, 2010) [11]. Pagal toliau išskirtus specialiuosius reikalavimus, detaliau bus apžvelgiamas 1.3.1 skyrelyje minėtas įrenginys

„UNI-FOOD De-Slimer Tunnel Model 701 RW“ , kadangi jis išsiskiria savo privalumais ir technologiškumu.

Specialieji reikalavimai:

1. Pažangios maisto produktų technologijos reikalavimai [11].

Nagrinėjamas plovimo įrenginys turi automatinę plovimo sistemą, kurioje naudojami purkštukai. Pastaroji – aukšto slėgio. Purkštukų naudojimas yra didelis privalumas, kadangi gali būti reguliuojamas slėgis, kontroliuojamas vandens suvartojimas ir plaunamų paviršių vandens ar cheminių tirpalų sklaida bei pačios sklaidos kampas.

2. Didelis techninis ekonominis efektyvumas [11].

Šiam punktui priskiriamas užimamas plotas, svoris ir energijos sąnaudos. Užimamo ploto dydis yra svarbus tik tuo atveju, kai yra užsakovo pateikiama jo konkreti vertė. Vandens suvartojimas (30l/min arba  $1,8m^3/h$  prie 3 bar slėgio) nedaug skiriasi nuo konkurento „Marel Deslimer CT1612.10“, kurio sąnaudos siekia 28l/min arba  $1,68m^3/h$  prie 3 bar slėgio. Tai nedideli vandens nuostoliai, nes dažniausiai praktikoje suvartojimo riba pateikiama kaip  $3,5m^3/h - 4m^3/h$ .

3. Darbinių organų atsparumas susidėvimui – ištrupėjimui, išlūžimui [11].

Maisto pramonėje egzistuoja agresyvi aplinka, o ypač žuvies perdirbimo pramonėje, kurioje neskaitant cheminių tirpalų, dar veikia didelis drėgnumas ir druskingumas (jūros vandens). Dėl šios priežasties metalinėse detalėse vyksta elektrocheminė korozija [12]. Metalas oksiduojasi, yra. Todėl maisto pramonės įrengimuose pageidautina naudoti *AISI 304* markės plieną. Kaip matyti iš 1.3.1 pav. „UNI-FOOD Deslimer“ pagrindiniai mazgai pagaminti iš nerūdijančio plieno [8].

4. Racionalus aspiracinės sistemos išdėstymas ir patikimas jos sandarumas [11].

Šis įrenginys neturi dujų, garų siurbimo prietaisų. Plovimo kamera yra uždengta sandariais dangčiais, taigi vandens garai su bakterijomis, maisto atliekų dalelėmis ar cheminio tirpalo garais, kurie susidaro aukšto slėgio plovimo metu, yra sukaupti didelėje plovimo kameros vonioje ir pašalinami per nuotekas. Dalis šių medžiagų gali išsiveržti į gamybos cechą pro kameros ertmių užuolaidėles.

5. Įrenginio ir atskirų jos dalių technologiškumas, unifikavimas, detalių pakeičiamumas [11].

Nagrinėjamame įrenginyje daug pakeičiamų detalių nėra, kadangi dauguma įrenginio mazgų, pavyzdžiui, kaip vonia, filtravimo sistema, plovimo kamera turi būti sandarūs. Pakeičiamos detalės galėtų būti varančiosios grandinės segmentai, kreipiančiosios, purškimo sistemos vamzdžiai bei patys purkštukai.

6. Sintetinių, plastmasinių dalių panaudojimas [11].

Sintetinės plastmasinės detalės naudojamos įrengimuose, skirtuose maisto pramonei, dažniausiai būna pagamintos iš tokių techninių plastikų: poliacetalio *PA*, poliamido *POM* ir polietileno *PE*. Kaip matyti 1.3.1 pav. [8], šiame įrenginyje plastikai naudojami varančiosios grandinės kreipimui, prilaikymui. Drėgnoje aplinkoje, kaip ši, kur dirba plovimo mašina, geriau naudoti *POM* ir *PE* plastikus, kadangi jie yra antihigroskopiški (atitinkamai vandens įsisavinimas 0,3% ir 0,01%), dėl to išlaiko savo formą ir matmenis. Jie taip pat atsparūs rūgštims, druskoms, šarmams, yra kieti ir pasižymi geromis slydimo savybėmis.

7. Maisto pramonės įrenginiai turi būti sudaryti iš atskirų lengvai sujungiamų modulių bei mechanizmų. [11]

Šis įrenginys nėra surenkamas iš atskirų dalių. Šio požymio priežastis yra ta, kad įrenginiui buvo iškeltas reikalavimas būti kiek įmanoma sandaresniu.

8. Jie turi tenkinti saugumo technikos bei pramoninės sanitarijos reikalavimus [11].

Svarbiausia sąlyga – pramoninei sanitarijai yra periodiniai plovimai. Šiais plovimais siekiama užtikrinti, jog produkto apdirbimo procese bus palaikoma maisto higiena.

Plovimui smulkių detalių sancaupose turi būti paliekami dideli tarpai, o uždaros vietos turi būti lengvai prieinamos higieninio plovimo įrenginio purkštuvui. Pažiūrėjus į 1.3.1 pav. „*UNI-FOOD De-Slimer Tunnel Model 701 RW*“ įrenginys yra aptakių formų, skirtas greitam vandens nubėgimui. Plovimo kamera yra sudaryta iš dviejų didelių dangčių, kuriuos atidarius valytojas gali pasiekti išvalyti ir išplauti svarbią įrengimo procesinę dalį.

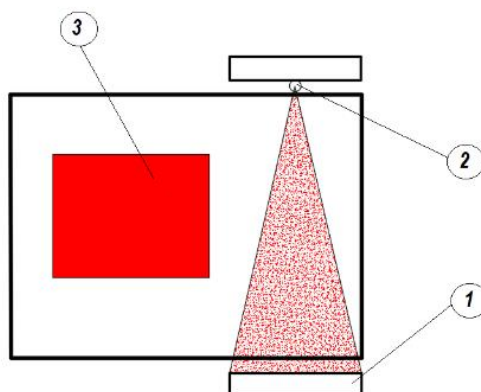
9. Įrenginiai turi dirbti tyliai [11].

Veikianti detalių visuma sudaro bendrąjį įrenginio veikimą tylų. Pavyzdžiui, plastikinės detalės yra pagamintos iš *PE* plastiko, kuris laikomas tyliu [13]. Sklandus transporterio juostos perėjimas nuo varančiojo elemento ant kreipiančiosios, laikančiosios dalies.

10. Turi būti automatizuota darbo procesų kontrolė ir reguliavimas [11].

Nagrinėjamas plovimo įrenginys turi žuvies apiplovimo sistemą, su automatine sustojimo sistema, naudojant fotoelektrinius jutiklius. Pastarieji yra iš šono apšviečiami emiterio šviesa 2 (žr. 1.4.1 pav.). Kai žuvis nuolatos nešama konvejerio 3, emiterio šviesa užstojama ir jutiklis mato objektą tarp emiterio 2 ir daviklio 1. Kai šviesa atidengiama, fotoelektrinis jutiklis gauna signalą ir stabdo plovimo sistemą ir konvejerį. Kiti parametrai reguliuojami rankinio paspaudimo mygtukais ant priekinio skydo.





1.4.1 pav. Fotoelektrinio jutiklio veikimo schema. 1- daviklis, 2 – šviesos šaltinis, 3 -produktas

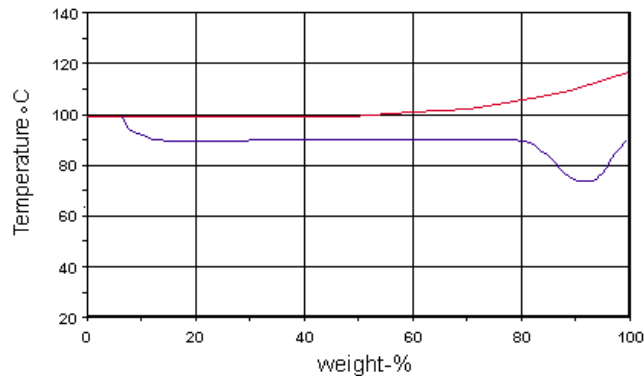
## 1.5. Listerijos ir bendrojo mikroorganizmų skaičiaus dezinfekavimui naudojami neutralizatoriai ir jų veikama aplinka

Listerijos ir bendrojo mikroorganizmų skaičiaus neutralizavimui yra naudojamas cheminių preparatų mišinys. Jis susideda iš acto rūgšties  $CH_3COOH$  (koncentracija 3-5%), jodo  $I$ , peroksido  $H_2O_2$  ir chloro  $Cl$ . Konkrečių santykinų dalių iš kiekvienos medžiagos nėra žinoma, tačiau jos maišomos su vandeniu ir tirpalas užpilamas ant objekto, šiuo atveju, laišos.

Tai vienas iš atskirų plovimo etapų, kurie šiuo metu yra taikomi. Neskaitant vandens. 1.3 skyrelyje išnagrinėtos mašinos gali turėti funkciją tokiam tirpalui paduoti į purškimo sistemą, kadangi kaip papildoma įranga, keliuose iš jų yra galimas dozatorius chemijai dozuoti. Visas šis cheminių elementų junginys į drėgną ir druskingą aplinką įneša dar daugiau cheminių elementų, kurie gali reaguoti su naudojamomis medžiagomis. Pramoninio įrenginio gamybai svarbiausia medžiaga - nerūdijantis plienas.

Didžiausias agresorius nerūdijančiam plienui yra koncentruota acto rūgštis  $CH_3COOH$ . Maisto pramonės įrenginiams gaminti dažniausiai naudojami *AISI 304* arba *AISI 316* markės plienai. [14] pažymima, jog įrenginių gamybai verčiau naudoti *AISI 316* markės nerūdijantįjį plieną. Pastarosios markės plienas geriau atsilauko prieš acto rūgštį (žr. 1.5.1 pav.). Sąlygose pateikiama įvairios temperatūros ir įvairios koncentracijos acto rūgštis. Matome, kad korozijos rodiklis *mm/metus* *AISI 304* markės plieno yra daug didesnis negu *AISI 316*, jau nuo 5% koncentracijos rūgšties, esant didesnei nei 90°C temperatūrai. Tai reiškia, jog tose pačios sąlygose *AISI 304* plienas greičiau suirs.





**1.5.1 pav. ISO standarto korozijos diagrama  $0,1\text{mm}/\text{metus}$  yrančio metalo. Raudona linija *AISI 316* plienas, mėlyna – *AISI 304*. Plieno atsparumas esant acto rūgšties koncentracijai % prie nurodytos temperatūros °C**

Šio skyrelio pradžioje minėta, jog listerijos neutralizavimo tirpalas susideda iš acto rūgšties, jodo, peroksido. Nuolatos prie įrenginio dirbantiems žmonėms šios medžiagos gali kelti pašalinių efektų. Nors ir medžiaga ant žmogaus patektų neužpilta, o garų pavidalu, kuriuos sukelia purškiantys purkštukai, panagrinėkime, kokie būtų tie pašaliniai efektai.

Ilgiau būnant prie acto rūgšties šaltinių [15], jie gali sukelti akių graužimą, odos dermatitą ir alergiją, kvėpavimo takų graužimą. Peroksidas taip pat gali sukelti alerginę reakciją odai, o įkvėpus garų - kosulį ir skrandžio sutrikimus [16].

Atsižvelgus į visas šias priežastis, naudojant tokio tipo cheminį tirpalą būtina sandari aspiracinė sistema.

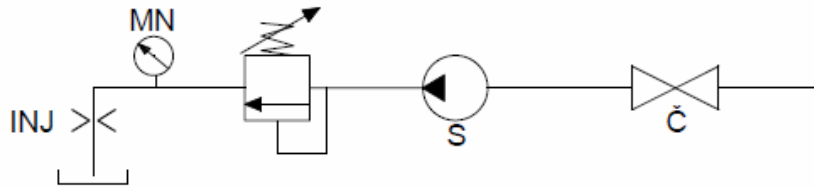
## 1.6. Plovimo procesas ir bendrinė sistema

1.3.1 skyrelyje išnagrinėtų įrenginių pagrindines mechanines sistemas sudaro plovimo sistema ir traukos – judesio mechanizmas arba kitaip technologinis transportas.

Plovimo sistemą sudarančios dalys ir jos veikimo principas yra toks: iš vandentiekio pro čiaupą  $\check{C}$  vanduo paduodamas į hidraulinį siurblių  $S$ . Prie hidraulinio siurblio prijungta vamzdinė sistema (magistralė), kurioje tam tikrose vietose yra išdėstyti purkštukai  $INJ$ , išpurškiantys vandenį ar kitokį skystį. Siurblys magistralėje palaiko reikalingą slėgį purkštukams  $MN$  (žr. 1.6.1 pav.). Tokioje hidraulinėje sistemoje susidarys nusistovėjęs skysčio tekėjimas, t. y. laikui bėgant hidrodinaminės charakteristikos – greitis  $u$  ir slėgis  $p$  bet kuriame tėkmės taške bus pastovūs. Tai reiškia, kad šie dydžiai yra tik taško koordinatų funkcija [17]:

$$(1.6.1)$$

$$\begin{cases} u = f_1(x, y, z); \\ p = f_2(x, y, z). \end{cases}$$



1.6.1 pav. Principinė vandens plovimo sistemos schema

Purkštuko poveikis (žr. 1.6.2 pav. [18]), jo purškiamo skysčio struktūros lašo dydis (žr. 1.6.2 pav. [18]) ir skysčio srauto dengiamas plotas bei jo forma (žr. 1.6.3 pav. [18]) priklauso nuo purškimo slėgio  $p$  ir debito  $Q$ . Purkštuko poveikis, tai matmuo nusakantis jėgos poveikį į paviršių, kurį (1.6.2) sukuria purkštuko purškiamą struktūra tam tikru atstumu iki objekto [18]:

$$I = K \cdot Q \cdot \sqrt{P},$$

čia  $K = 0.024$  – konstanta,  $Q$  – debitas [l/min],  $P$  – slėgis [ $kg/cm^2$ ].

ACTUAL DROP SIZES

- 500  $\mu m$
- 1200  $\mu m$
- 5500  $\mu m$

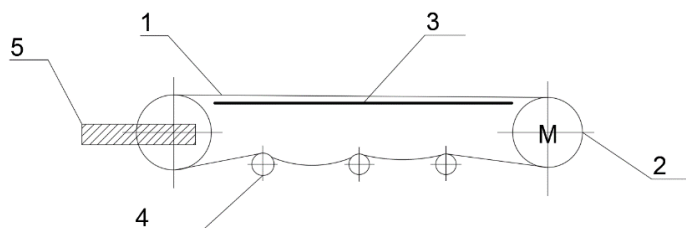
One inch = 25,400  $\mu m$   
 One millimeter = 1,000  $\mu m$   
 $\mu m$  = micrometers

1.6.2 pav. Purkštukų sukuriamų lašų dydžių pavyzdžiai [18]

Spray pattern	General Spray Characteristics	Comments	Spray pattern
	<b>FLAT SPRAY (TAPERED)</b> A tapered-edge flat spray pattern nozzle is usually installed on a handle to provide uniform coverage over the entire work as a result of overlapping distributions.	Designed to be used on a spray manifold or handle for uniform, overall coverage across the impact area.	Spray angles: 10° to 110°
	<b>FLAT (EVEN)</b> Provides even distribution throughout the entire flat spray pattern. Produces medium-sized drops. Ideal where high and uniform spray impact is required.	The flat rectangular pattern of this nozzle provides uniform coverage in market use; the nozzle are carefully positioned for edge-to-edge pattern contact. Designed primarily for high-impact applications.	Spray angles: 20° to 60°
	<b>FLAT SPRAY (DEFLECTED-TYPE)</b> Produces a normally even flat spray pattern of medium-sized drops. The spray pattern is formed by liquid flowing over the deflector surface from a round orifice.	Large flow passage design through the round orifice reduces clogging. Narrow spray angle provides higher impact, while the wide-angle variation produces a lower impact.	Spray angles: 10° to 130°
	<b>SOLID STREAM</b> Solid stream nozzles provide the highest impact per unit area.	Ideal whenever a very high spray impact is required.	Spray angles: 0°
	<b>ATOMIZING (HYDRAULIC, FINE MIST)</b> A hydraulic, finely atomized, low capacity spray in a hollow cone pattern.	Used to produce finely atomized sprays when compressed air is not desirable.	Spray angles: 20° to 100°
	<b>AIR ATOMIZING AND AIR ASSISTED</b> Atomization produced by a combination of air and liquid pressure. An assisted nozzle feature internal impingement atomization to assist fine drop formation.	The most widely used nozzle group for producing finely atomized sprays in a wide range of capacities.	Spray angles: 20° to 180° Cone and flat spray patterns

1.6.3 pav. Purškimo struktūros pavyzdžiai [18]

Kita svarbi įrenginio sudedamoji dalis – transporteris, transportuojantis žuvį. Jis lemia patį proceso efektyvumą, kiek žuvies bus nutransportuota ir kiek nuplauta. Tai tolydaus veikimo įrenginys, kadangi žaliava pakraunama nestabdant įrenginio ir juda kreipiančiųjų ir rėmo nustatyta trasa. Technologinio transporto pagrindinės dalys: traukos elementas 1, pavara 2, atramos 3, palaikantieji elementai 4, įtempimo mechanizmas 5 (žr. 1.6.4 pav.) [19].



1.6.4 pav. Transporterio principinė schema

## 1.7 Literatūros apžvalgos išvados

Apžvelgus literatūrą paaiškėjo, jog žuvies plovimo įrenginys – reikalingas technologinis prietaisas maisto pramonėje. Jis vykdo prevenciją prieš mikroorganizmus ir listerijos patogeną, kurie ne tik gali sugadinti perdirbamą produktą, bet užkrėsti ir susargdinti produkto vartotojus listerioze, meningitu ar gastroenteritu. Taip pat įrenginys prisideda prie higienos normų atitikimo įmonėje.

Visi rinkoje, esantys įrenginiai gali plauti produktą jam esant visose gamybos stadijose: žaliavos, pusgaminių, galutinio produkto, pavyzdžiui, prieš rūkymą, tačiau visi jie plauna paguldytą žuvį, kas įtakoja kontaktuojančio šono su pagrindu (transporterio juosta) neteisingą nuplovimą. Taip pat dėl šios pozicionavimo priežasties žaliavos plovimo įrenginiuose nėra plaunami vidiniai audiniai. Pagrindinės įrenginių sudedamosios dalys, tai plovimo sistema, konvejerinė dalis ir filtravimo sistema. Plovimo sistema siūloma su vandeniu, o chemijos dozavimas tik kaip papildoma įranga. Tai nėra gerai, kadangi dezinfekcija 1.5 skyrelyje minėtu tirpalu efektyvesnė, bet pavojingesnė detalių medžiagoms, kurių pagaminimui reikia naudoti brangesnės markės nerūdijantįjį plieną *AISI 316*. Taip pat minėtieji cheminiai junginiai pavojingi žmonių sveikatai, todėl reikalinga efektyvi aspiracinė sistema, kurios nei vienas apžvelgtas įrenginys neturėjo. Filtravimo prietaisas, esantis (žr. 1.3.2 pav. [7]) pavaizduotame įrenginyje, nors ir skatina ekologiją, taupo energijos resursus, tačiau sukuria tikimybę, jog jau nuplautas bakterijas ir patogenus grąžinti ant produkto. Nagrinėjant įrenginius buvo pastebėta, jog nei vienas neplauna produkto žaliavos iš visų reikalingų pusių, kuriose yra gleivės: šonai su nugara, pilvo dalis, vidiniai audiniai. Žaliava apžvalgoje, pateiktuose įrenginiuose dažniausiai plaunama tik iš abiejų šonų.

Iš 1.6 skyrelio matyti, jog pagrindinės plovimo įrengimo dalys turi būti transportavimo ir plovimo dalys. Transportuojanti dalis apsprendžia įrenginio efektyvumą, kiek žuvų per minutę bus nuplaunama,

o plovimo – kaip pašalinti kuo daugiau gleivių, kuriose yra bakterijos ir patogenai. Čia būtinas teisingas hidraulinio siurblio, purkštukų parinkimas, plaunamosios sistemos apskaičiavimas.

Atsižvelgus į išvadas ir 1.4 skyrelyje pateiktus specialiuosius reikalavimus bus kuriamas žuvies žaliavos plovimo įrenginys. Jis pasižymės tokiomis savybėmis:

- 1) Plaus žuvies (lašišos) abu šonus, nugarinę dalį, papilvę ir vidinę išskrostąją dalį;
- 2) Plaunama bus ne tik vandeniui, bet ir cheminiu tirpalu;
- 3) Bus sukonstruotas iš atsparių medžiagų (nerūdijančio plieno *AISI 316*) ir sintetinių, plastmasinių detalių;
- 4) Turės aspiracinę sistemą, ištraukiančią pavojingus garus, kylančius nuo plovimo;
- 5) Įrenginys turės nemažą detalių pakeičiamumą;
- 6) Tenkins sanitarijos ir higienos reikalavimus;

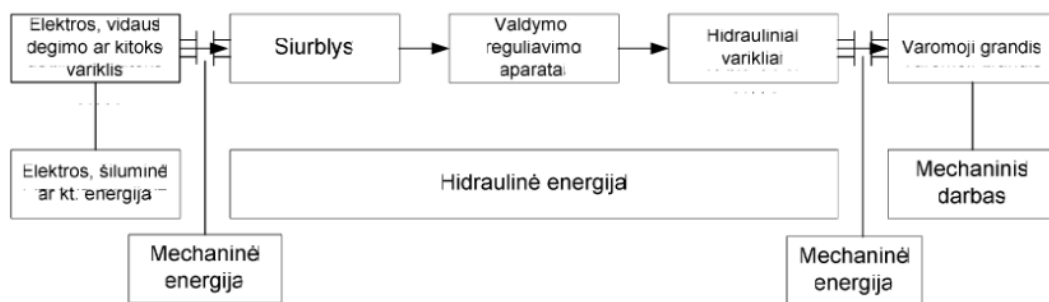
Siekiant sukurti efektyvią plovimo ir aspiracinę sistemą reikia atlikti teorinius modeliavimus ir eksperimentinius tyrimus.

## 2. ĮRENGINIO PLOVIMO MAZGO KŪRIMAS IR TYRIMAS

### 2.1. Plovimo sistemos projektavimas

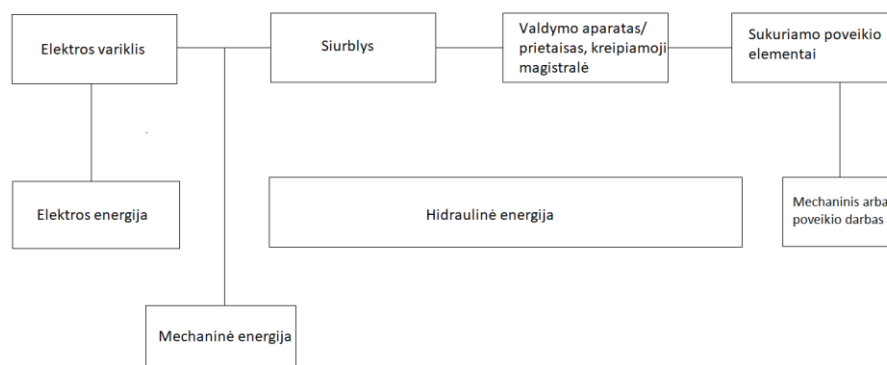
Hidraulinė sistema, tai tarpusavyje sujungtų komponentų visuma, kuriuose, reguliuojant skysčio parametrus, tokius kaip srauto debitą, slėgį, greitį, galima skysčio energiją paversti į mechaninę arba poveikio energiją. Planuojamoje hidraulinėje sistemoje bus pernešama skysčio srauto energija, kuri tiesiogiai veiks produktą.

Kaip teigiama [20] parodytame 2.1.1 pav. tipinės hidraulinės mašinos schema tokia:



2.1.1 pav. Tipinės energijai pernešti naudojamos hidraulinės pavaros struktūrinė schema ir joje vykstantys energijos virsmai [20]

1.6.1 pav. pavaizduotoje kuriamoje hidraulinėje sistemoje 2.1.1 pav. pateiktą schemą galima būtų perdaryti kaip parodyta 2.1.2 pav.



2.1.2 pav. Kuriamos hidraulinės sistemos komponentai

Žiūrint į 2.1.2 pav. vienas iš svarbiausių elementų yra tas, kuris sukurs poveikį į produktą arba sukuriamo poveikio elementas, tai – purkštukas.

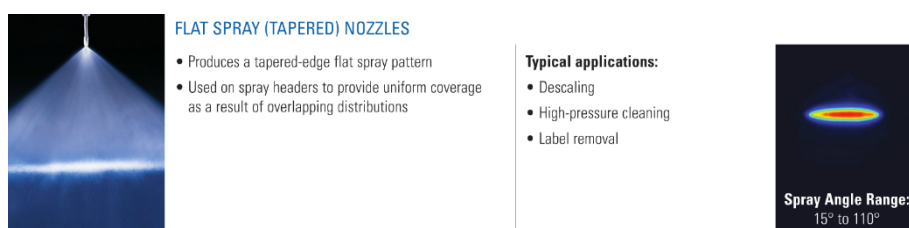
Pirmiausia, parenkami purkštukai. Purkštukai bus parenkami iš *Spraying Systems Co.* [18]. Renkantis purkštukus pagal gamintojo rekomendacijas reikia atsižvelgti į šias jų charakteristikas:

- Purškiamosios struktūros tipas;
- Purškiamos struktūros objekto padengiamumas;
- Purkštuko pajėgumas;
- Poveikio apskaičiavimas;
- Purkštuko medžiaga ir dėvėjimasis.

## 2.2. Purkštuko parinkimas

### 2.2.1. Purškiamos struktūros tipas

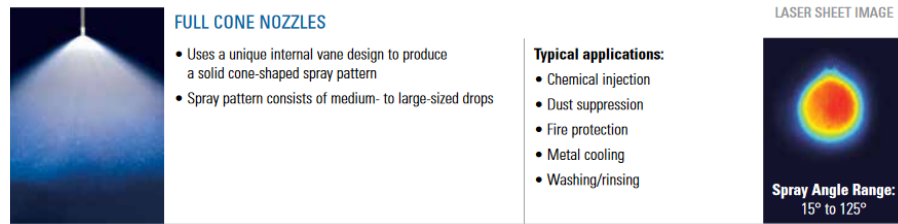
Numatoma žuvies plovimo koncepcija tokia, kad aukšto slėgio  $p_{v1} = 50 \text{ bar}$  vandens srautas (lyginant su vandentiekio slėgiu  $p_v \approx 3,5 \text{ bar}$ ) skutimo būdu nuplautų žuvies gleives ir jose esančius mikroorganizmus bei listeriją nuo jos šonų, o  $p_{v2} = 20 \text{ bar}$  nuo vidinių audinių (vidiniams audiniams slėgis mažesnis, kad stipri srovė jų neardytų). Viršutiniams paviršiams parenkamas plokščiojo purškimo tipas (žr. 2.2.1 pav. [18]) Tai leis tolygiai „apgauti“ plaunamąjį produktą, be to, atsiras galimybė sudaryti purškiamosios struktūros perdengimą visame purškimo kontūre. Bendru atveju, tai veikimo būdas, pagrįstas pavyzdžiu, matomu aukšto slėgio plovimo stotelėse, kurios skirtos nuplauti, nuskusti, pavyzdžiui, dažus nuo paviršiaus.



2.2.1 pav. Plokščiosios purškiamos struktūros tipas [18]

Cheminio tirpalo srautas nėra skirtas plauti žuvies, o tik ją apipurkšti, todėl bus naudojamas  $p_{ch} = 3 \text{ bar}$  slėgis. Tirpalas veikia mikroorganizmus, dezinfekuoja žuvies paviršius nuo jų. Šonams apipurkšti bus naudojamas tas pats plokščiojo purškimo struktūros tipas.

Žuvies vidiniams audiniams nuplauti išskrostų vidurių vietoje nėra pakankamai erdvės, kad būtų išnaudotas plokščiosios purškimo struktūros padengimo efektyvumas, todėl, kad galima būtų kuo labiau apiplauti vidinius audinius, šiame mazge yra parenkama kūginė purškimo struktūra (žr. 2.2.2 pav. [18]).



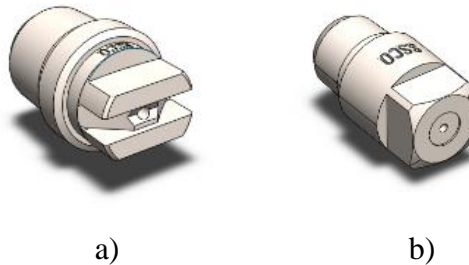
### 2.2.2 pav. Kūginės purškiamos struktūros tipas [18]

Vandens plovimo sistemai pasirenkami purkštukai:

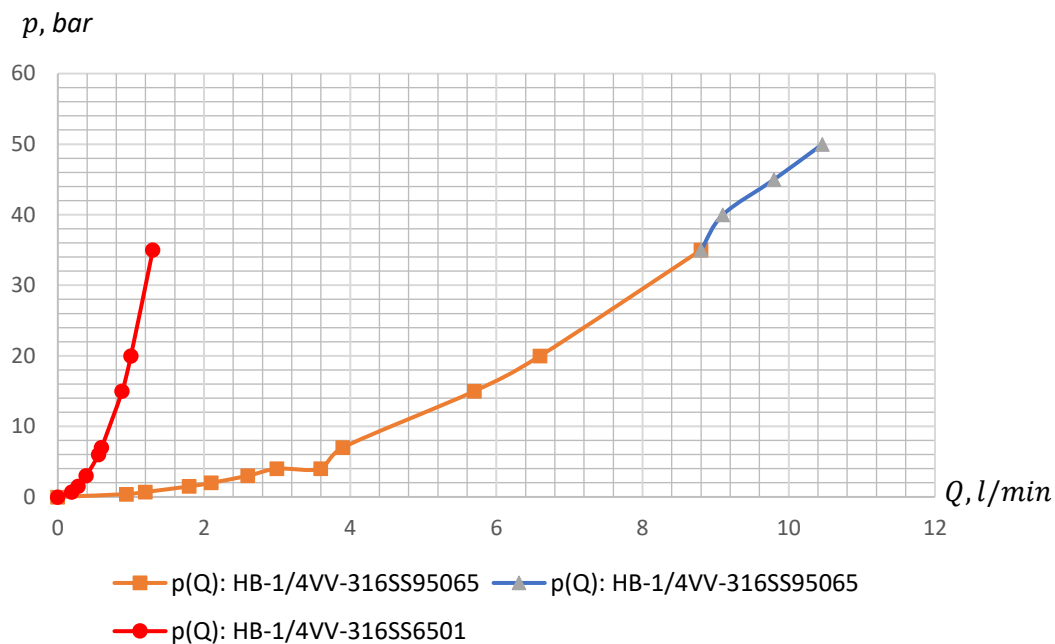
- *HB-1/4VV-316SS95065* – skysčio srautą gali skleisti plokščiąja struktūra 95° kampu, esant  $p = 3 \text{ bar}$ ;
- *1/8 HH – 316SS-2.8W* – skysčio srautą gali skleisti kūginė struktūra 102° kampu, esant  $p = 0,7 \text{ bar}$ ;

Chemijos apipurškimo sistemai pasirenkami purkštukai:

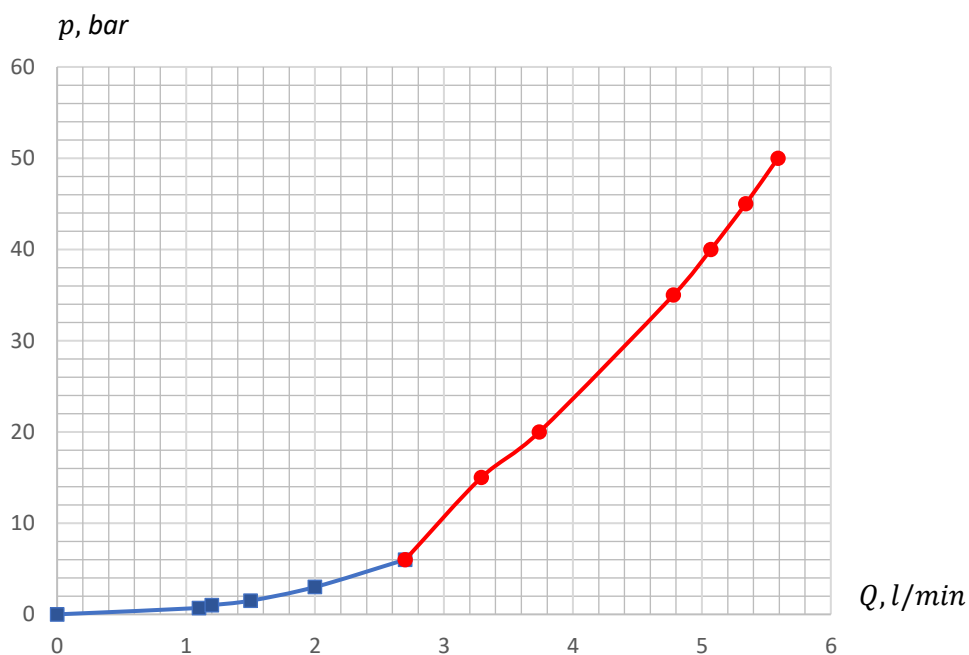
- *HB-1/4VV-316SS6501* – skysčio srautą gali skleisti plokščiąja struktūra 65° kampu, esant  $p = 3 \text{ bar}$ ;
- *1/8 HH – 316SS-2.8W* – skysčio srautą gali skleisti kūginė struktūra 102° kampu, esant  $p = 0,7 \text{ bar}$ ;



2.2.3 pav. Purkštukai: a) *HB-1/4VV-316SS95065*; *HB-1/4VV-316SS6501*; b) *1/8 HH – 316SS-2.8W*



2.2.4 pav. Purkštuko purškiamo slėgio – debito charakteristika  $p(Q)$ : *HB-1/4VV-316SS95065* (grafike žymima mėlyna-oranžine spalva); *HB-1/4VV-316SS6501* (grafike žymima raudona spalva) [18]

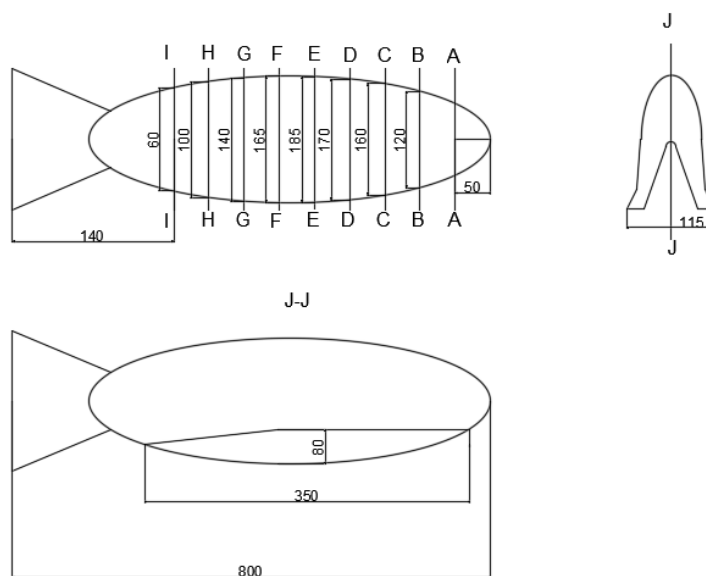


2.2.5 pav. Purkštuko purškiamo slėgio – debito charakteristika  $p(Q)$ : *1/8 HH - 316SS-2.8W*



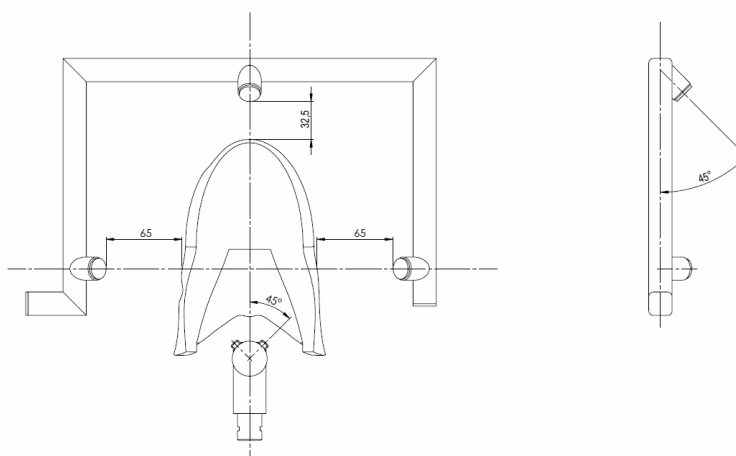
## 2.2.2. Purškiamosios struktūros objekto padengiamumas

Norint pereiti prie kito purkštukų parinkimo etapo, reikia žinoti jų išsidėstymą produkto atžvilgiu. Atsiranda poreikis sukurti dalinę magistralę, aprūpinančią purkštukus vandeniu arba chemija. 2.2.7 pav. pateikiama pradinė magistralės konfigūracija atsižvelgiant į produkto gabaritinius matmenis (žr. 2.2.6 pav.)

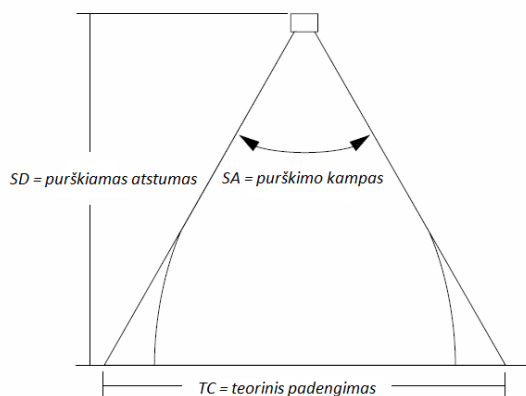


2.2.6 pav. Produkto gabaritiniai matmenys

Purkštukai parenkami pasukti  $45^\circ$  kampu, pagal faktą, jog tai atskaitos taškas bandymams, koku kampu bus geriausiai plaunama žuvis.



2.2.7 pav. Pradinė skysčio magistralės konfigūracija



### 2.2.8 pav. Purškiamosios struktūros teorinis objekto padengiamumas [18]

2.1 lentelėje ir 2.2.8 pav. parodyti purškimo kampai iliustruoja purškiamosios struktūros padengimą į netaikytą paviršių. Padengimo parodymai paremti vandens pasiskirstymu. Skysčiai, kurių paviršiaus įtempimai yra mažesni nei vandens, sugeneruotų platesnius kampus. Parinktųjų konkrečiųjų purkštukų: *HB-1/4VV-SS95065*, *HB-1/4VV-316SS6501*, *1/8 HH – 316SS-2.8W* nominalieji purškimo kampai yra atitinkamai  $SA = 95^\circ; 65^\circ; 120^\circ$ . Jų padengiamas plotas pateikiamas 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Purškiamosios skysčio struktūros padengimas [18]

TC	SD											
SA	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	1000
95°	109	218	327	437	546	655	873	1090	1310	1530	1750	2180
65°	64	127	191	255	319	382	510	637	765	892	1020	1270
120°	173	346	520	693	866	1040	1390	1730	2080	2430	-	-

### 2.2.3. Purkštuko pajėgumas

Purkštuko pajėgumas (*angl. nozzle capacity*) kinta nuo slėgio. Bendru atveju, ryšys tarp debito  $Q_i$  ir slėgio  $p_i$ :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(p_1)^n}{(p_2)^n}; \quad (2.1)$$

Čia:  $n$  – koeficientas, priklausantis nuo purkštuko tipo. Šiuo konkrečiu atveju, kai purkštukas yra *HB-1/4VV-SS95065*, o jo sklaida plokščiojo tipo, tai  $n = 0,6$  [18];  $Q_1$  – purkštuko debitas;  $p_1$  – purkštuko slėgis;  $Q_2$  – sistemos debitas;  $p_2$  – sistemos slėgis.

Kadangi, minėtojo purkštuko dalis šios charakteristikos nurodyta 2.2.4 grafike iki  $35 \text{ bar}$  slėgio, o maisto pramonėje tokio tipo produktų apiplovimui technologai slėgį keičia nuo  $20 - 50 \text{ bar}$  iš (2.1)

apskaičiuojame dar tris dydžius tai yra, kai  $p_1 = 40\text{bar}; 45\text{bar}; 50\text{bar}$ . Sistemos slėgis ir debitas dar nežinomas, nes tik žinant purkštukų charakteristikas galima bus spręsti apie šiuos dydžius, taigi (2.1) formulė perdaroma į (2.2):

$$Q_1 = (p_1)^n; \quad (2.2)$$

$$Q_1 = (40)^{0,6} = 9,1 \text{ l/min};$$

$$Q_1 = (45)^{0,6} = 9,8 \text{ l/min};$$

$$Q_1 = (50)^{0,6} = 10,5 \text{ l/min};$$

Visi  $Q_1$  skaičiavimai pateikiami  $p(Q)$  2.2.4 grafike (pažymėta mėlyna linija). Šie skaičiavimai pagal [18] šaltinį atitinka ne tik *HB-1/4VV-SS95065*, bet ir *HB-1/4VV-316SS6501*, dėl vienodo koeficiento  $n = 0,6$ , tačiau taip negali būti, nes šių purkštukų pateikiamos pradinės charakteristikos, o taip pat ir jų purškimo skylės dydis skirtingos, todėl tikėtina, jog prie užduotų slėgių  $p_1 = 40; 45; 50 \text{ bar}$  jų purškimo charakteristikos bus skirtingos.

Pagal tą pačią metodiką debitas apskaičiuojamas ir *1/8 HH – 316SS-2.8W* purkštukui; koeficientas  $n = 0,44$ ;

$$Q_1 = (15)^{0,44} = 3,29 \text{ l/min};$$

$$Q_1 = (20)^{0,44} = 3,74 \text{ l/min};$$

$$Q_1 = (35)^{0,44} = 4,78 \text{ l/min};$$

$$Q_1 = (40)^{0,44} = 5,07 \text{ l/min};$$

$$Q_1 = (45)^{0,44} = 5,34 \text{ l/min};$$

$$Q_1 = (50)^{0,44} = 5,59 \text{ l/min};$$

Šie  $Q_1$  skaičiavimai, pateikiami 2.2.5 grafike, raudona linija.

## 2.2.4. Poveikio apskaičiavimas

Poveikis arba atsitrenkimas į norimą paviršių yra išreiškiamas kaip purkštuko veikimo dydis [ $\text{N/cm}^2$ ]. Jis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$I = K \cdot Q \cdot \sqrt{p}; \quad (2.3)$$

$K = 0,24$  – koeficientas, kurio dydis priklauso nuo naudojamos matavimo sistemos, metrinės arba imperinės.

$I$  dydis apskaičiuojamas visoms turimoms slėgio  $p$  ir debito  $Q$  reikšmėms, kaip pateikta 2.2.9 pav. ir 2.2.10 pav. grafikuose.

$$I = K \cdot Q \cdot \sqrt{p}$$

$$I_{0,4} = 0,24 \cdot 0,94 \cdot \sqrt{0,4} = 0,14 \text{ N/cm}^2;$$

$$I_{0,7} = 0,24 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{0,7} = 0,24 \text{ N/cm}^2;$$

$$I_{1,5} = 0,24 \cdot 1,8 \cdot \sqrt{1,5} = 0,53 \text{ N/cm}^2;$$

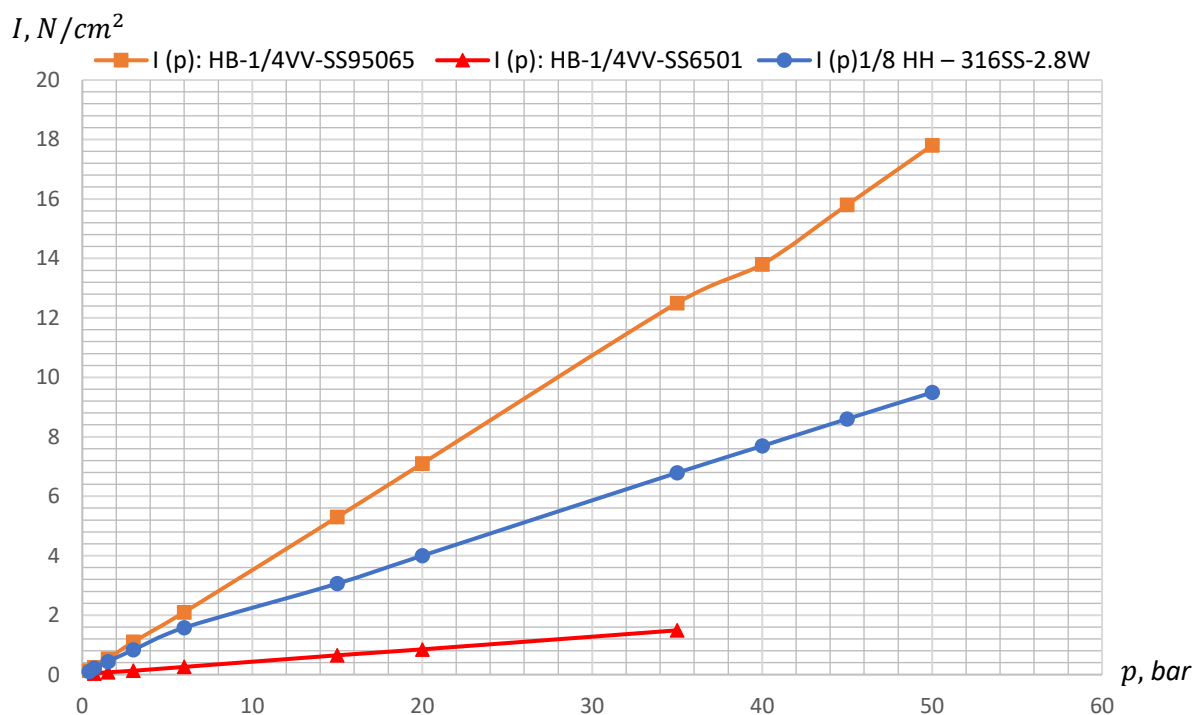
...

Kiti rezultatai pateikiami 2.2 lentelėje.

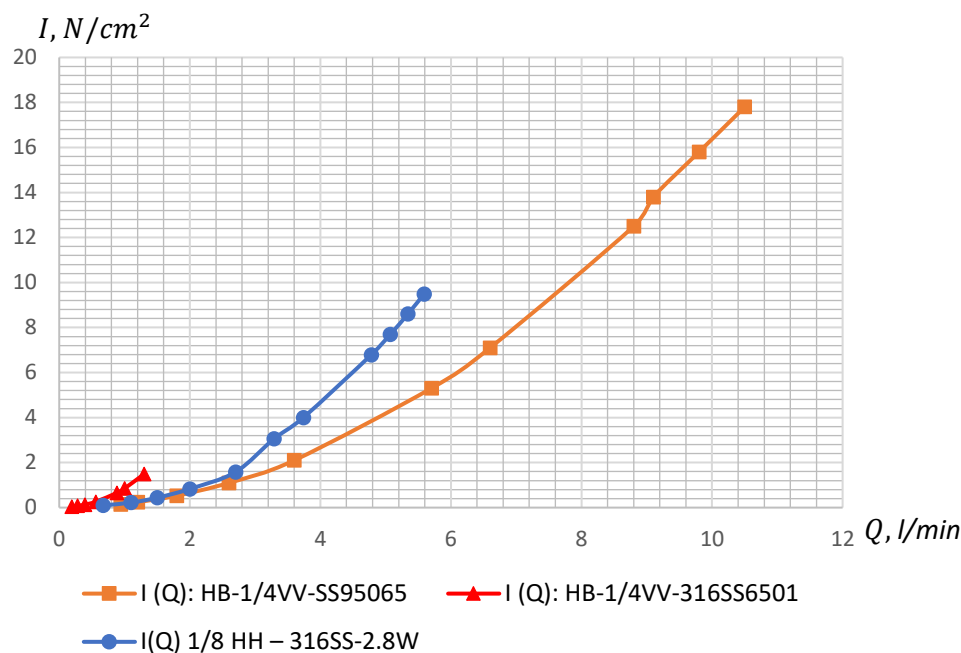
2.2 lentelė. Poveikio skaičiavimo rezultatai.

<i>Poveikio skaičiavimas</i>												
<i>p, bar</i>	0,4	0,7	1,5	3	6	15	20	35	40	45	50	
<i>Purkštukas</i>	<i>HB-1/4VV-SS95065</i>											
<i>Q, l/min</i>	0,94	1,2	1,8	2,6	3,6	5,7	6,6	8,8	9,1	9,8	10,5	
<i>I, N/cm<sup>2</sup></i>	0,14	0,24	0,53	1,1	2,1	5,3	7,1	12,5	13,8	15,8	17,8	
<i>Purkštukas</i>	<i>HB-1/4VV-316SS6501</i>											
<i>Q, l/min</i>	-	0,19	0,28	0,39	0,56	0,88	1	1,3	-	-	-	
<i>I, N/cm<sup>2</sup></i>	-	0,04	0,08	0,13	0,26	0,65	0,85	1,49	-	-	-	
<i>Purkštukas</i>	<i>1/8 HH – 316SS-2.8W</i>											
<i>Q, l/min</i>	0,67	1,1	1,5	2	2,7	3,29	3,74	4,78	5,07	5,34	5,59	
<i>I, N/cm<sup>2</sup></i>	0,1	0,22	0,44	0,83	1,58	3,06	4	6,79	7,69	8,6	9,49	

Kaip matyti iš 2.2 lentelės, didėjant slėgiui  $p$  ir debitui  $Q$  didėja purkštuko poveikis. Visa tai iliustruojama grafikais 2.2.9 pav. ir 2.2.10 pav.



2.2.9 pav. Poveikio priklausomybės nuo slėgio grafikas  $I(p)$ : *HB-1/4VV-SS95065* – oranžinė linija, *HB-1/4VV-316SS6501* – raudona linija, *1/8 HH – 316SS-2.8W* - mėlyna linija



2.2.10 pav. Poveikio priklausomybės nuo debito grafikas  $I(Q)$ : HB-1/4VV-SS95065 – oranžinė linija, HB-1/4VV-316SS6501 – raudona linija, 1/8 HH – 316SS-2.8W - mėlyna linija

## 2.2.5. Purkštuko medžiaga ir dėvėjimasis

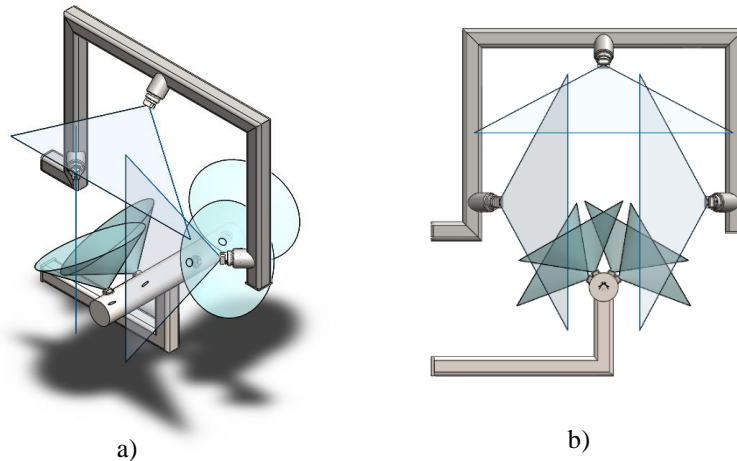
Purkštuko dėvėjimasis tipiška nusakomas padidėjusiu vandens debitu ir kritusiu slėgiu, kurie įtakoja degraduojančią purškimo struktūrą ir jos sklaidą. Plokščiojo tipo purkštukai su eliptiška turinčiomis skylėmis siaurina purškimo kampą ir mažina sklaidą.

Kaip nurodyta 1.5 skyrelyje agresyviai aplinkai su cheminėmis medžiagomis tokiomis kaip: acto rūgštis  $CH_3COOH$  (koncentracija 3 – 5%), peroksido  $H_2O_2$  ir chloro  $Cl$  dėl antikoroziinių savybių geriausia naudoti AISI 316 markės plieną. Toks plienas [18 p. A10] šaltinyje įvertintas 10 – 15 antikoroziiniu koeficientu, kur lyginant AISI 304 markės plienas 4-6, o Aliuminis Al, tik 1.

Taigi, bus naudojami AISI 316 markės nerūdijančio plieno purkštukai.

## 2.2.6. Purškimo magistralės kūrimas

Parinkus purkštukus, pagal jų deklaruojamą sklaidą (2.2.2 skyrelis), suprojektuojama skystį nešanti magistralė (žr. 2.2.11 pav.), panaši į parodytą 2.2.7. pav. schemeje.



2.2.11 pav. Skystį nešanti magistralė: a) – izometrinis vaizdas, b) vaizdas iš priekio

Purkštukų poveikį, apgaubiant produktą, galima patikrinti, vaizdžiai įvertinant jų sukuriama slėgi į žuvies paviršių naudojant *Solidworks Flow Simulation* programą.

*Flow Simulation* modeliavimas paremtas Navjė-Stoukso lygtimis, kurios aprašo, kaip priklauso judančių fluidų srautų greitis, slėgis, tankis ir temperatūra.

Ši programa baigtinių elementų metodu skaičiuoja fluido elgseną ir jo parametrus nustatytose kraštinėse sąlygose. Skaičiavimai yra paremti Navjė – Stoukso (*Navier – Stokes*) lygtimis, kurios nusako nespūdžiųjų skysčių tėkmę.

*Flow Simulation* leidžia modeliuoti tiek laminarinį, tiek turbulentinį fluido tekėjimą. Kriterijus, pagal kurį sprendžiama apie skysčio tekėjimo režimą, yra *Reinoldso* skaičius *Re*. *Reinoldso* skaičius – tai bedimensinė konstanta, parodanti inercinių ir klamos jėgų skystyje santykį. Kai  $Re < 2300$  – tekėjimas laminarinis, kai  $Re > 4000$  – tekėjimas turbulentinis, kai  $2300 < Re < 4000$  tai tekėjimo režimas bus nepastovus.

Inžinerinėje praktikoje dauguma srautų yra turbulentiniai, todėl *Flow Simulation* modeliavimas iš esmės sukurtas modeliuoti ir analizuoti šio režimo srautus. Prognozuoti turbulentinius srautus naudojamos suvidurkintos *Navje – Stokso* lygtys. Šiuo atveju lygtyse įvedamas papildomas narys – *Reinoldso* įtempiai. Tam, kad uždaryti lygčių sistemą, naudojamos pernešimo lygtys, aprašančios turbulencijos kinetinę energiją ir dicipaciją. (k-ε turbulencijos modelis) [21].

Suvidurkintos *Navje – Stoukso* lygtys [21]:

$$\frac{\delta \rho}{\delta t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0; \quad (2.4)$$

$$\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i u_j) + \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{\partial p}{\partial x_j} (\tau_{ij} + \tau_{ij}^R) + S_i \quad i = 1, 2, 3; \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial \rho H}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_i H}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} (u_j (\tau_{ij} + \tau_{ij}^R) + q_i) + \frac{\partial p}{\partial t} - \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \rho \varepsilon + S_i u_i + Q_H \quad H = h + \frac{u^2}{2}; \quad (2.6)$$

Čia:  $u$  – skysčio greitis,  $\rho$  – skysčio tankis,  $S_i$  – impulso šaltinis,  $h$  – šiluminė entalpija,  $Q_H$  – šilumos šaltinis,  $\tau_{ij}$  – klamos šlyties įtempių tenzorius,  $q_i$  – difuzinis šilumos srautas.

Klamos šlyties įtempių tenzorius aprašomas:

$$\tau_{ij} = \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \right); \quad (2.7)$$

*Reinoldso* įtempių tenzorius:

$$\tau_{ij}^R = \mu_t \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij}; \quad (2.8)$$

Čia:  $\delta_{ij}$  – *Kronekerio* delta funkcija (ji yra lygi vienetui, kai  $i = j$ , ir kai netenkinama ši sąlyga lygi nuliui),  $\mu$  – dinaminės klamos koeficientas,  $\mu_t$  – turbulentinės klamos koeficientas,  $k$  – turbulentinė kinetinė energija.  $\mu_t$  ir  $k$  lygūs nuliui kai srauto tekėjimas yra laminarinis.

$k$ - $\varepsilon$  turbulencijos modelyje,  $\mu_t$  apibrėžiama naudojant du pagrindinius turbulencijos parametrus, kaip  $k$  – turbulentinė kinetinė energija ir  $\varepsilon$  – turbulencijos dicipacija.

$$\mu_t = f_\mu \frac{C_\mu \rho k^2}{\varepsilon}; \quad (2.9)$$

kur  $f_\mu$  – turbulentinio klampumo koeficientas, kuris apibrėžiamas išraiška:

$$f_\mu = [1 - \exp(-0,025R_y)]^2 \left( 1 + \frac{20,5}{R_T} \right); \quad (2.10)$$

Atstumai iki sienos:

$$R_T = \frac{\rho k^2}{\mu \varepsilon}; \quad R_y = \frac{\rho \sqrt{k} y}{\mu}; \quad y;$$

$k$ - $\varepsilon$  turbulencijos modelio lygtys [21]:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i k) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + S_k; \quad (2.11)$$

$$\frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) + S_\varepsilon; \quad (2.12)$$

kur  $S_k$  ir  $S_\varepsilon$  aprašomi:

$$S_k = \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \rho \varepsilon + \mu_t P_B \quad (2.13)$$

$$S_\varepsilon = C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \left( f_1 \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \mu_t C_B P_B \right) - C_{\varepsilon 2} f_2 \frac{\rho \varepsilon^2}{k}; \quad (2.14)$$

kur  $P_B$  – turbulencijos generavimas dėl plūdrumo jėgų:

$$P_B = - \frac{g_i}{\sigma_B} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x_i}; \quad (2.15)$$

kur  $g_i$  – komponento gravitacijos pagreičio komponentė  $x_i$  kryptimi. Konstanta  $\sigma_B = 0,9$ , konstanta  $C_B = 1$  kai  $P_B > 0$ ,  $C_B = 0$ , kai  $P_B < 0$ .

$$f_1 = 1 + \left(\frac{0.05}{f_\mu}\right)^3; \quad (2.16)$$

$$f_2 = 1 - \exp(-R_T^2); \quad (2.17)$$

Konstantos  $C_\mu$ ,  $C_{\varepsilon 1}$ ,  $C_{\varepsilon 2}$ ,  $\sigma_k$ ,  $\sigma_\varepsilon$  yra nustatomos eksperimentiškai. *Flow Simulation* programiniame pakete naudojamos tipinės vertės:

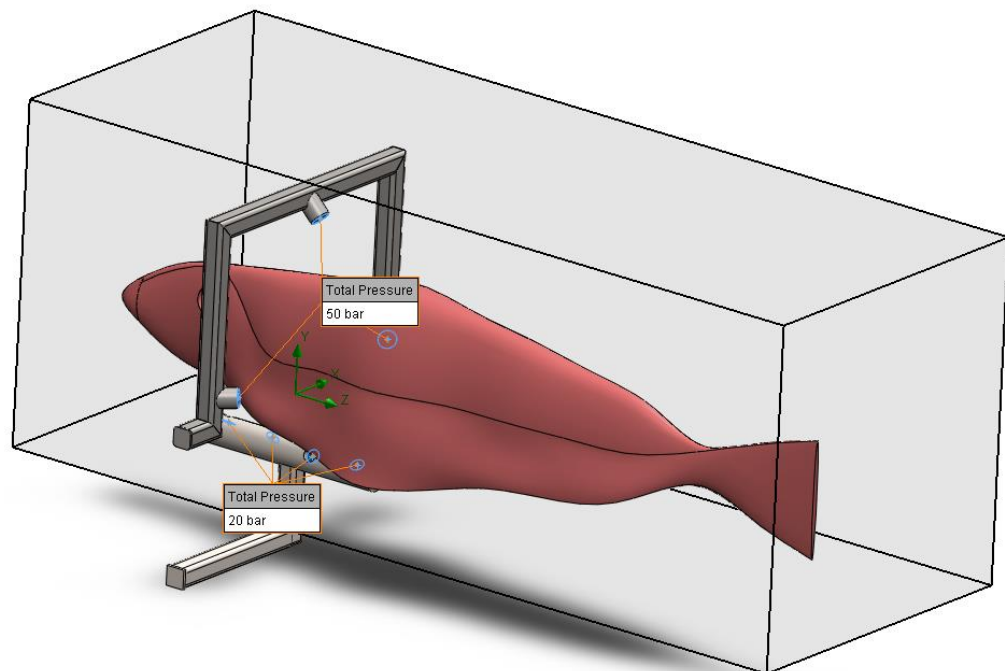
$$C_\mu = 0,09; C_{\varepsilon 1} = 1,44; C_{\varepsilon 2} = 1,92; \sigma_k = 1; \sigma_\varepsilon = 1,3;$$

Čia *Leviso* skaičius = 1, difuzijos šilumos srautas aprašomas:

$$q_i = \left(\frac{\mu}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_c}\right) \frac{\partial h}{\partial x_i}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (2.18)$$

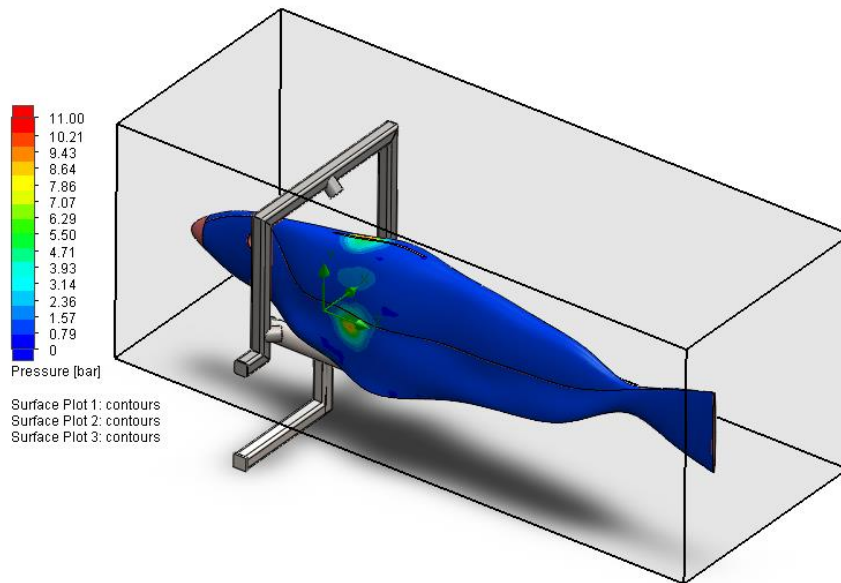
Čia konstanta  $\sigma_c = 0,9$ ,  $Pr$  – *Prandtlio* skaičius.

Kaip buvo minėta 1.6 skyrelio pradžioje modeliuojamoje hidraulinėje sistemoje susidarys nusistovėjusi skysčio tėkmė (1.6.1). Tariama, kad plovimo sistemos viršutinėje magistralės dalyje nusistovėjęs faktinis slėgis yra pastovus ir maksimalus naudojamas tokio tipo produkto plovimo operacijai  $p_{virš} = const = 50 \text{ bar}$ , o apatinės magistralės slėgis, turi būti mažesnis, kad srovė neardytų apatinių žuvies audinių, tokiu atveju,  $p_{apat} = const = 20 \text{ bar}$ . Tada 2.2.12 pav. nurodomos kraštinės sąlygos, jog produktas ir magistralė yra oro aplinkoje, kurios slėgis  $p_{atm} = 1 \text{ bar}$ , o iš vietų kur būna įsukti purkštukai paduodamas vanduo iš  $p_{virš} = const.$  ir  $p_{apat} = const.$  slėgio sistemų.

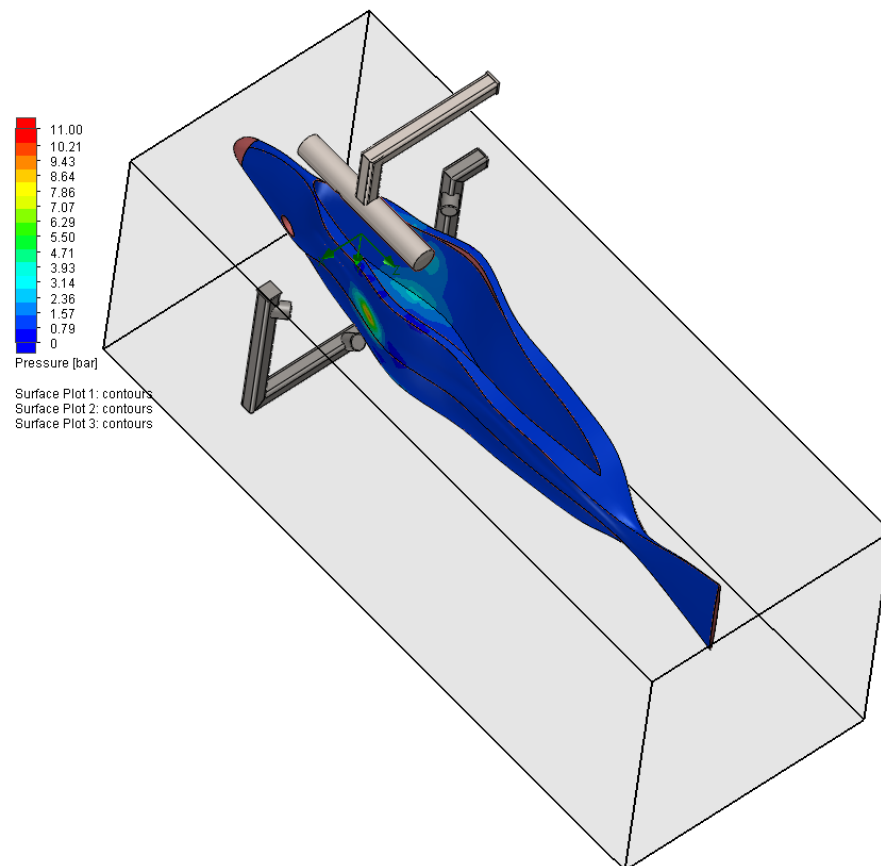


2.2.12 pav. Kraštinės sąlygos *Flow Simulation* modeliavimui



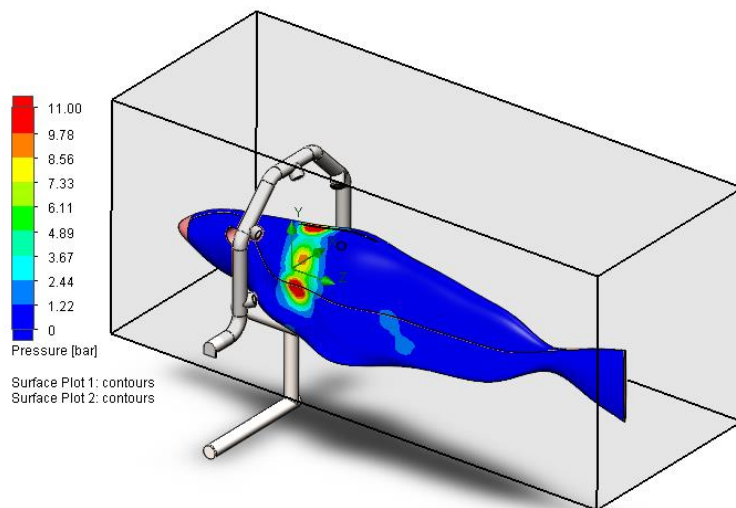


**2.2.13 pav. Plovimo sistemos simuliacijos rezultatai: šoniniai produkto paviršiai**

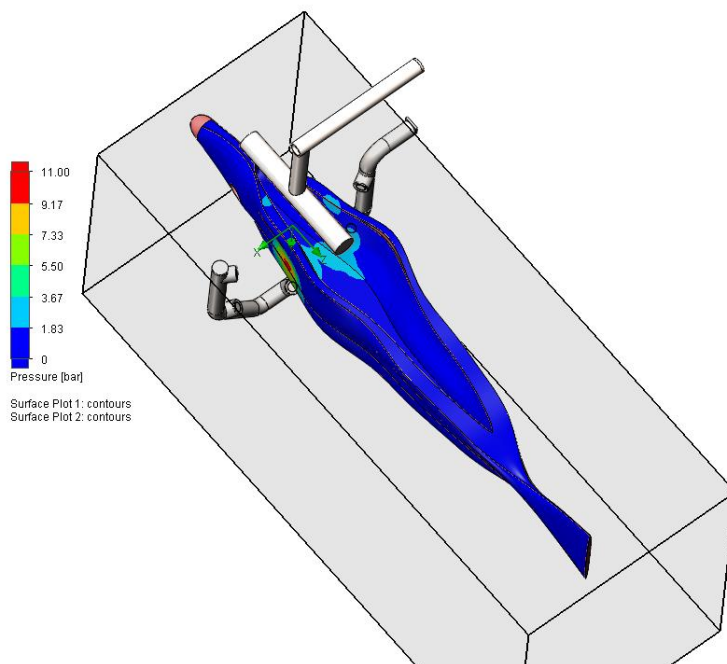


**2.2.14 pav. Plovimo sistemos simuliacijos rezultatai: apatiniai produkto paviršiai**

Nors 2.2.13 pav. ir 2.2.15 pav. yra rodomas kiekybinis parametras, t. y. slėgimas į paviršių, ši parametą galima laikyti kaip ir kiekybiniu, parodančiu kokį plotą apima purkštuko purškiamoji sklaida. 2.2.14 pav. pavaizduotoje iliustracijoje sklaida apgaubia vidinius audinius, o 2.2.13 pav. viršutiniuose paviršiuose, pagal slėgimo laukus, įstriži paviršiai, nėra pakankamai apipurškiami vandenių aukšto slėgio srove, todėl sukuriamas dar vienas skystį nešančios magistralės tipas 2.2.15 pav.



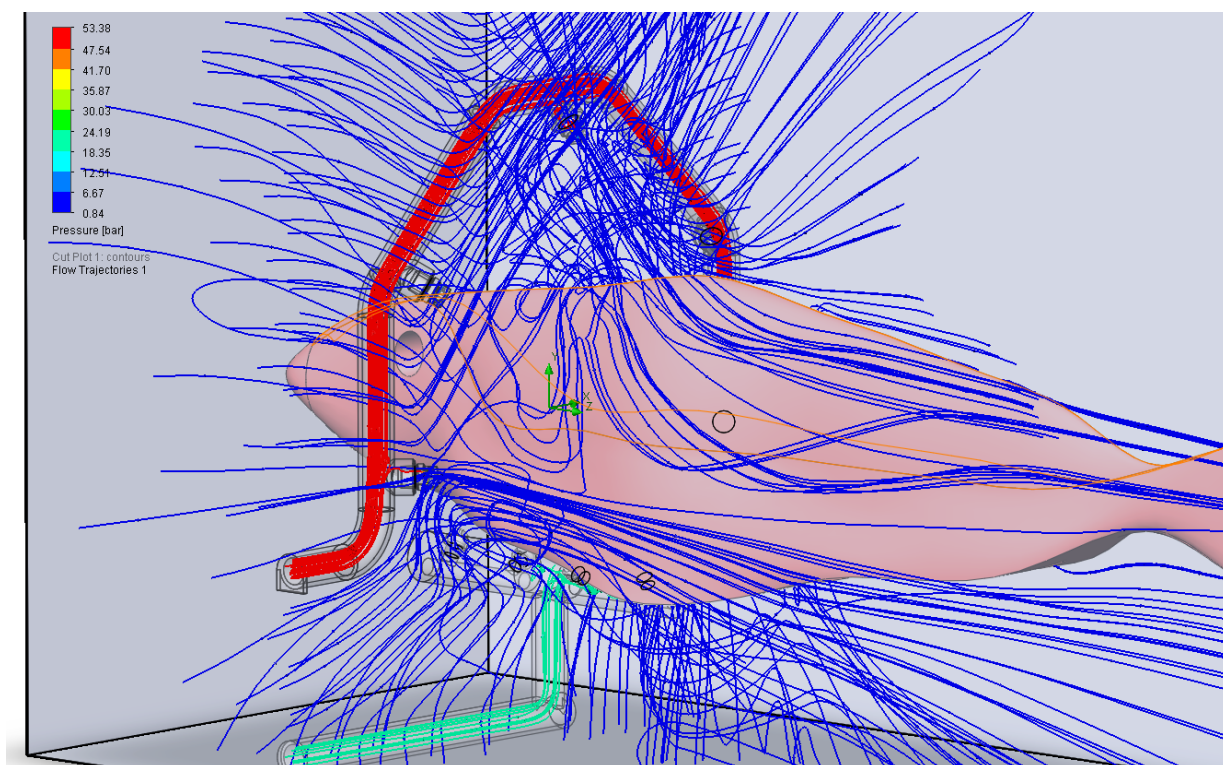
**2.2.15 pav. Plovimo sistemos (II tipas) simuliacijos rezultatai: šoniniai produkto paviršiai**



**2.2.16 pav. Plovimo sistemos (II tipas) simuliacijos rezultatai: apatiniai produkto paviršiai**

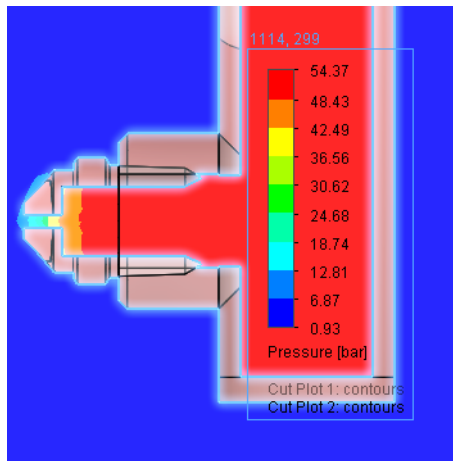
Esant toms pačioms sąlygoms *II*-tipo skystį nešančios magistralės sistema bepurškiant apgaubia daugiau produkto, tai matoma iš 2.2.15 pav. ir 2.2.16 pav. Todėl tolimesniam plovimo įrenginio kūrimui, bus pasirinkta *II*-tipo purškimo magistralė.

Dėl nusistovėjusios skysčio tėkmės teiginio priėmimo taip pat galima atlikti simuliaciją ir ją patikrinti. Tam viršutiniame magistralės įėjimo vamzdyje paduodamas pastovus  $p_{virš} = 50 \text{ bar}$  slėgis, o apatiniame  $p_{apat} = 20 \text{ bar}$  (žr. 2.2.17 pav.). Magistralė su produktu patalpinama į teorinę atmosferos aplinką – dėžę, kurioje  $p_{atm} = 1 \text{ bar}$ . Kadangi parinkto purkštuko gamintojas nepateikia jo skersinio pjūvio, jo geometrinės charakteristikos nežinomos. Dėl šios priežasties imituojama tik purkštuko išėjimo skylė, t. y.  $D = 1,6 \text{ mm}$ . (2.2.18 pav.).

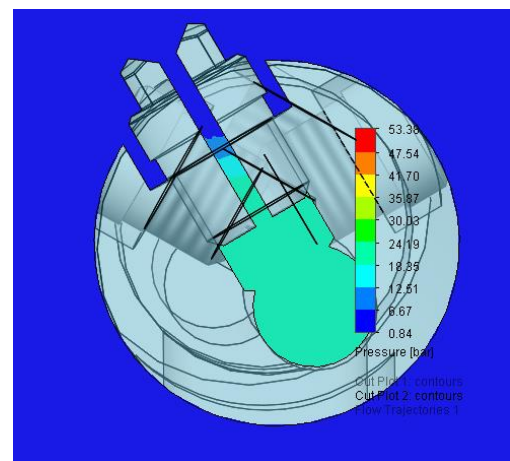


**2.2.17 pav. Atlikto modeliavimo metu gautos srauto trajektorijos ir slėgis**

Atlikus bandymą (žr. 2.2.17 pav.) matyti, jog purškimo magistralėje slėgis visoje sistemoje išlieka pastovus (parodyta raudona spalva) ir tik ties vandens išėjimo anga krenta (žr. 2.2.18 pav.).



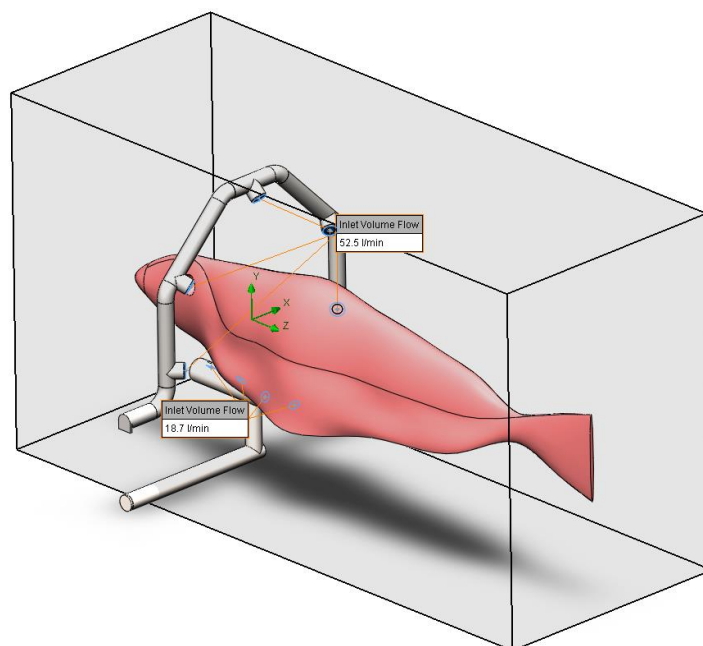
a)



b)

**2.2.18 pav. Slėgio pokytis vandens sistemos išėjime. a)- viršutinio purškimo lanko purkštukas; b) – apatinio purkštuko purkštukas**

Dar atliekamas modeliavimas, kaip produktas reaguoja keičiant plovimo sistemos geometriją. Numatomuose purkštukų antgaliuose, viršutinėje skystį nešančioje magistralėje užduodamos debito charakteristikos pagal (2.2) formulės skaičiavimą prie  $p = 50\text{bar}$ , apatinėje magistralėje –  $p = 20\text{bar}$ . Šie dydžiai atvaizduojami ir 2.2.4 pav. grafike. Į viršutinę sistemą jungiamų purkštukų vieno antgalio debitas  $Q_1 = 10,5\text{ l/min}$ . Kadangi, naudojami 5 tokie antgaliai o kraštinėms sąlygoms yra reikalingas bendras sistemos debitas, tai skaičiuojama  $5Q_1 = 52,5\text{ l/min}$ . Į apatinę sistemą jungiamų purkštukų vieno antgalio debitas  $Q_2 = 3,74\text{ l/min}$ ; tai  $5Q_2 = 18,7\text{ l/min}$ . Kraštinių sąlygų uždavimas parodomas 2.2.19 pav.

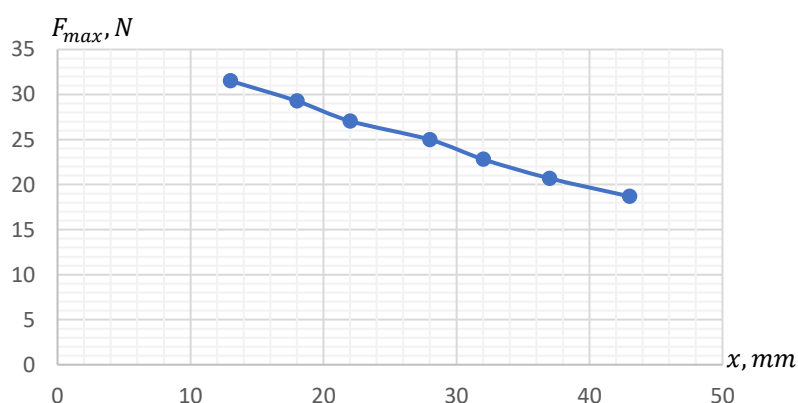


**2.2.19 pav. Tiriama produkto reakcijos į kintančią sistemos geometriją kraštinės sąlygos**

Simuliacijos išėjimo dydis nurodomas maksimalia jėga į produkto paviršių  $F_{max}$ , darant prielaidą, jog kuo didesnė jėga į paviršių, tuo geriau ardys srovė mikroorganizmų skaičiaus kiekį, o įėjimo dydis – produkto (žuvies) atstumas  $x$  iki purkštuko. Atlikus simuliaciją gauti rezultatai pateikiami 2.3 lentelėje ir 2.2.19 pav. grafike

2.3 lentelė. Produkto reakcija į kintančią plovimo sistemos geometriją.

Atstumas iki produkto $x, mm$	13	18	22	28	32	37	42
Maksimali jėga į paviršių, $F_{max}, N$	31,52	29,28	27,06	24,99	22,82	20,7	18,7



2.2.20 pav.  $F_{max}(x)$  grafikas

Kaip matyti iš 2.2.20 pav. grafiko ir 2.3 lentelės, didėjant atstumui  $x$  tarp produkto ir purkštuko, jėga į paviršių  $F_{max}$  mažėja. Čia galima vystyti prielaidą, jog didėjant produkto atstumui iki purkštuko jis blogiau nuplaunamas. Iš čia galima sudaryti įėjimo dydžius eksperimentui, nustatant, koks geriausias atstumas  $x$  ir kampas  $\alpha$  turi būti, jog geriausiai būtų nuplaunamas produktas.

## 2.3. Žuvies plovimo sistemos tyrimas

### 2.3.1. Bandymo tikslas

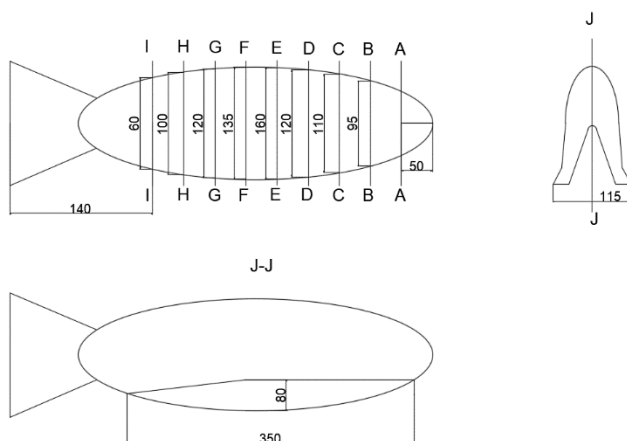
Kaip buvo minėta 1.3.2 skyrelyje galutiniams žuvies produktams po žaliavos apdirbimo bakterijų kriterijus aprašo ir nustato Lietuvos higienos norma *HN26:2006* „Maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai“ [1] IV.9.2. lentelė (žr. 1.3.4 pav.). Faktų laikoma, jog *bendrasis mikroorganizmų skaičius (BMS)* neplautoje, transportuojamoje, tiekiamoje žaliavoje įmonių reikalaujamas yra  $N = 5 \cdot 10^5$

ksv/g. Pagal tai keliamas eksperimentinio tyrimo tikslas: bandymų būdu nustatyti plovimo sistemos tokias purkštukų pozicijas, kad jiems plaunant, kaip įmanoma, būtų sumažintas kuo didesnis *BMS*, ant žuvies šoninių paviršių.

Vidiniai audiniai nebus tiriami, nes nėra sąlygų tinkamai nustatyti žuvies padėties.

### 2.3.2. Bandymo objektas

Bandymo objektas kaip produktas – atlantinė lašiša. Tiekiamos perdirbimo įmonėms, jos dažniausiai būna trijų standartinių dydžių, apibrėžiamų jų mase, atitinkamai mažiausia 3-5kg, vidutinė 6-7kg, ir didžiausia 8-9kg. Detalesni objekto matmenys, pateikiami 2.2.20 pav. Eksperimentui bus naudojamas mažiausias dydis.



2.2.21 pav. Bandymų objekto atlantinės lašišos matmenys

### 2.3.3. Ieškomi dydžiai ir tyrimo metodas

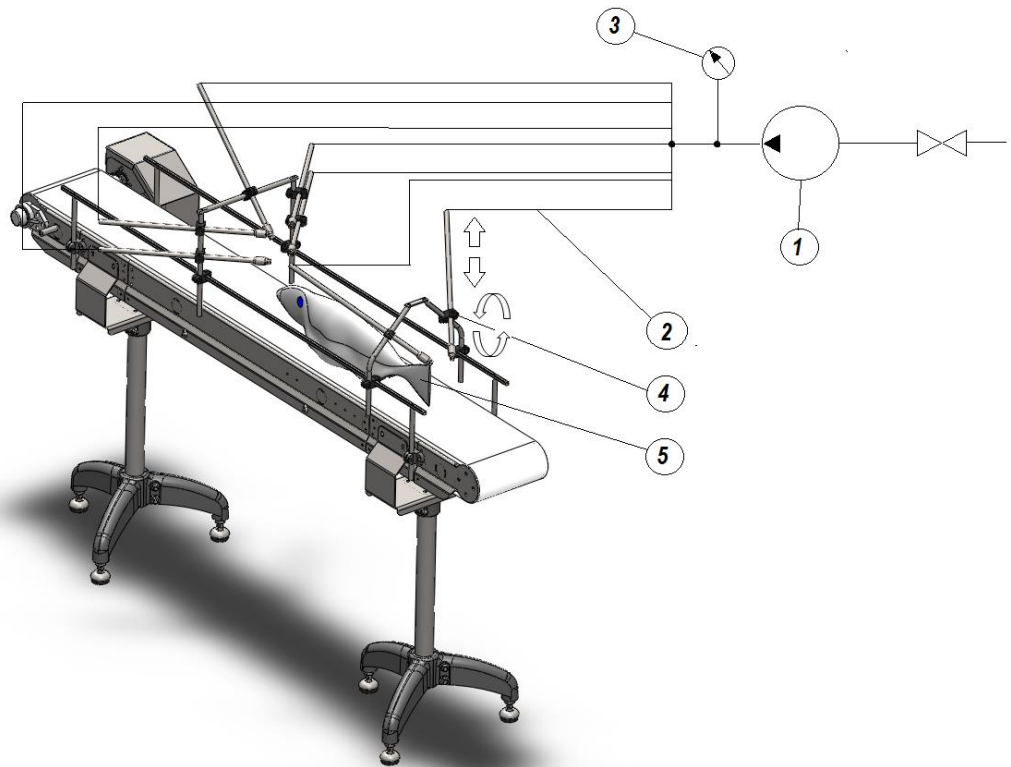
Bandymų metu bus ieškoma atstumo iki produkto  $x$  ir purkštuko kampo  $\alpha$ , su kuriais daugiausia pašalina *BMS* nuo produkto. Šie dydžiai leis teisingai sukurti plovimo sistemos lanką, kurio faktinės reikšmės aprašytos 2.2.2. skyrelyje.

Bandymui atlikti reikalinga įranga ir inventoriūs:

- Siurblys arba aukšto slėgio plovimo stotelė („Karcher HDS 798C ECO“);
- Manometras slėgiui matuoti;
- Tyrimo stendas, susidedantis iš transporterio, purkštukų laikiklių, purkštukų (5 vnt.), aukštą slėgį atlaikančių žarnų.
- Žuvis (lašiša) - 6 vnt.;

- Sterilūs maišeliai;
- Sterilios vienkartinės pirštinės;
- Gesintų kalkių tirpalas;

Tyrimas bus atliekamas imitaciniu metodu [22]. Prie purkštuko įėjimo magistralės pritvirtinamos žarnos 2 (žr. 2.2.22 pav. ir 2.2.23 pav.), kuriomis paduodamas vanduo iš aukšto slėgio plovimo stotelės 1. Manometru matuojamas slėgis 3, kad atitiktų norimą užduotą. Purkštuko 4 padėtis žuvies atžvilgiu reguliuojama norimais kintamais dydžiais, atstumu ir kampu. Tuo tarpu žuvis 5 nešama konvejeriu pro purkštukų purškiamo skysčio sklaidą norimu greičiu. Tuomet patalpinama į sterilų vakuuminį maišą ir gabenama į tyrimų laboratorija ištirti *BMS*. Laboratorijoje išpjaunami produkto gabalai ir sumalami nustatyti *BMS*. Vienam produktui reikalingi trys, keturi tokie mėginiai, iš kurių vėliau nustatomas vidutinis *BMS*.



2.2.22 pav. Tyrimo stendo iliustracija





**2.2.23 pav. Surinktas tyrimo stendas**

Kadangi produktas bandymams yra brangus, daugybę kampo ir atstumo variacijų įvykdyti nepavyks. Iš pradžių vizualiniam įvertinimui, ar sklaida pakankamai perdengia žuvies paviršius, paimamas vienas produktas. Tada nutepamas kalkių tirpalu ir leidžiamas bandymo stendu (žr. 2.2.24 pav.)



**2.2.24 pav. Pirminis bandymas sklaidos perdengimui vizualiai įvertinti**

Pirminio vieno produkto bandymo metu pakartojimai daryti, atsižvelgiant į kampą ir atstumą, taip kaip pateikta 2.4 lentelėje.



2.4 lentelė. Pirminio bandymo pakartojimų konfigūracijos.

<i>Pakartojimo Nr.</i>	<i>Kampas <math>\alpha</math></i>	<i>Atstumas <math>x</math>, mm [<math>\Delta \pm 2mm</math>]</i>
1	45°	80
2	45°	55
3	45°	35
4	60°	80
5	60°	55
6	60°	35
7	30°	80
8	30°	55
9	30°	35

Po pirminio bandymo ir vizualios maisto technologo apžvalgos dėl riboto bandinių skaičiaus nutarta išskirti šias pakartojimų konfigūracijas, pateiktas 2.5 lentelėje. Kai kurie 30° ir 45°kampų atstumai buvo atmesti, nes vizualiai, tinkamai nenuplovė kalkių tirpalo nuo žuvies paviršiaus. Taip pat  $\alpha = 60^\circ$  ir purkštuko mažiausias atstumas nukreiptas šiuo kampu  $x = 35\text{ mm}$  nebuvo nurodyti, kad pamatyti labiau ženklų *BMS* skirtumą.

2.5 lentelė. Pakartotinio bandymo pakartojimų konfigūracijos.

<i>Pakartojimo Nr.</i>	<i>Kampas <math>\alpha</math></i>	<i>Atstumas <math>x</math>, mm [<math>\Delta \pm 2mm</math>]</i>
1	60°	55
2	45°	55
3	45°	35
4	30°	55
5	30°	35

Galutinis atstumas pasirinktas  $x = 35\text{ mm}$ , nes purškimo sklaida išlaiko struktūra iki produkto, taip pat užtikrina, jog žuvis nekliūna už purkštukų.

Bandymo metu transporterio juostos greitis buvo  $v = 0,25\text{ m/s}$ , o slėgis sistemos atšakoje  $p = 28\text{ bar}$ .

Atlikus eksperimentą galima būtų išskirti jo pranašumus ir trūkumus. Taigi, metodo pranašumai:

- bandymas atliekamas realiomis sąlygomis;
- užtikrinamas plovimo įrenginio tikrasis veikimo principas.

Metodo trūkumai:

- sudėtingas įrangos montavimas;
- neįvertinama aplinkos veiksnių įtaka – dulkės, nehigieniška patalpa ir t.t.;
- bandymas užima daug laiko;
- daug įėjimo veiksnių, turint daug bandinių galima keisti ne tik purkštukų konfigūracijas atstumu ir kampu, bet ir keisti sistemos slėgį, variklio dažnį, kuris keistų transportuojančios juostos greitį;
- brangūs bandiniai.

### 2.3.4. Bandymo rezultatai

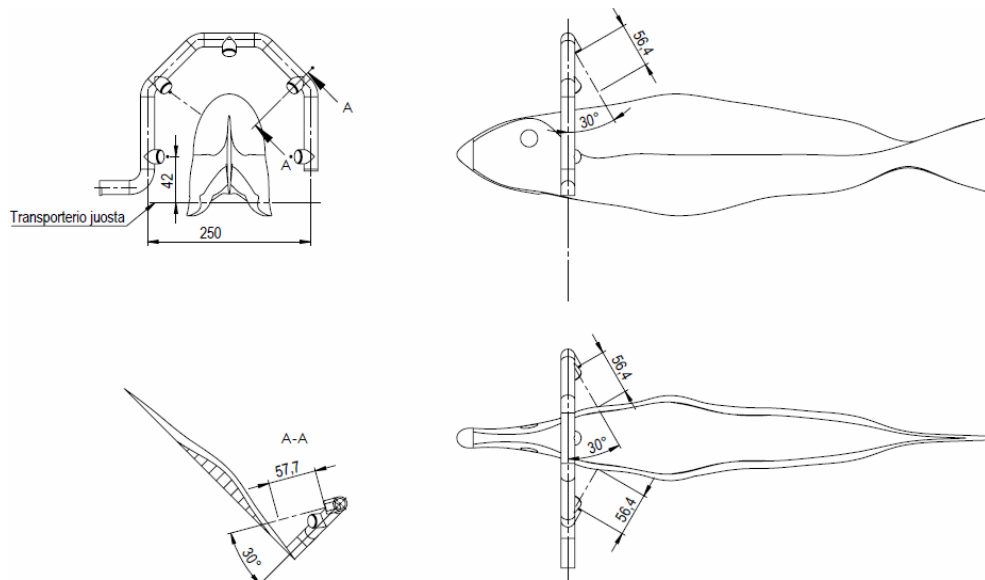
Ištirus žuvį, rezultatai pateikiami 2.6 lentelėje.

2.6 lentelė. Žuvies mikrobiologijos tyrimų rezultatai.

<i>Pakartojimo Nr.</i>	<i>Kampas <math>\alpha</math></i>	<i>Atstumas <math>x</math>, mm [<math>\Delta \pm 2mm</math>]</i>	<i>BMS, ksv/g</i>
Neplauta produkto žaliava			$4,2 \cdot 10^5$
1	60°	55	$1,4 \cdot 10^5$
2	45°	55	$9,7 \cdot 10^4$
3	45°	35	$9,1 \cdot 10^4$
4	30°	55	$6,3 \cdot 10^4$
5	30°	35	$4,6 \cdot 10^4$

Iš gautų rezultatų matyti, kad purkštuko įsukamas lizdas kuriamame lanke turi būti nustatytas 30° kampas, o atstumas iki produkto turi būti 35mm. Tokia vandens plovimo lanko konfigūracija nuplauna daugiausia mikroorganizmų (pagal 2.6 lentelėje pateiktus rezultatus  $4,6 \cdot 10^4$  ksv/g). BMS rodiklis  $M = 4,6 \cdot 10^4$  ksv/g atitinka higienos normą HN26:2006, nes įvykdo reikalavimą, kai  $M < 10^5$ . 30° kampas nuo vertikalės rodė geriausius rezultatus ir vizualiniame įvertinime, kadangi kėlė ir dalinai lupo žvynus nuo žuvies odos. Šis požymis parodo, kad slėgis vandens purškimo sistemoje neturėtų būti ženkliai didesnis nei eksperimento metu  $p = 28$  bar. Kuriamame įrenginyje, galima būtų priimti  $p_k = 30 - 35$  bar, nes esant didesniai slėgiui bus nulupama oda.

Pagal 2.6 lentelę sukonfigūruojamas plovimo lankas, kurio konstrukciniai sprendimai bus panaudoti kuriamame plovimo įrenginyje ir pateikiamas 2.2.25 pav.

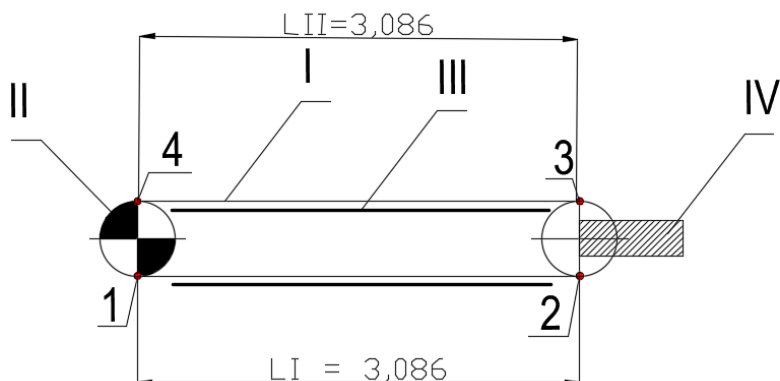


2.2.25 pav. Eksperimento metu nustatytos konfigūracijos plovimo lanko svarbiausieji matmenys

Purkštukų įsukimo lizdų atstumas iki produkto varijuoja  $\sim 57\text{ mm}$ , o ne nustatytas 2.6 lentelėje  $x = 35\text{ mm}$ , nes įvertinamas įsukto purkštuko ilgio gabaritas, kurio dydis yra apie  $15\text{ mm}$ . Taigi  $57\text{ mm} - 15\text{ mm} = 42\text{ mm}$  paliekamas galutinis atstumas.  $\Delta = 7\text{ mm}$  paklaida nuo atstumo  $x$  priimama, kaip laisvė produkto formos neapibrėžtumui, kurį gali varijuoti dešimčių milimetrų eilės diapazone. Pirmasis purkštukas nuo transporterio juostos turės būti  $45\text{ mm}$  atstumu.

### 3. TECHNOLOGINIS TRANSPORTAS

Žaliavos transportavimui kuriamas klasikinis transporteris, kurio schema pateikta 3.1 pav.



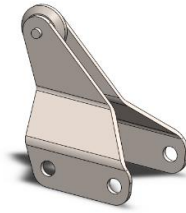
**3.1 pav. Kuriamo transporterio schema. I – traukos elementas, II – motoreduktorius, III – palaikymo elementas, IV – įtempimo elementas**

Svarbiausia šios konstrukcijos dalis plovimo įrenginyje yra transportavimo juosta. Tarp jos jungiamųjų dalių privalo būti dideli tarpai purškiamiems skysčiams nubėgti, kad į skysčių surinkimo lataką kaip įmanoma lengviau patektų nuo produkto nuplauti nešvarumai ir bakterijos. Juosta turi būti iš atsparaus nerūdijančio plieno *AISI 316*. Plovimo įrenginyje numatomos juostos iliustracija pateikiama 3.1 pav.

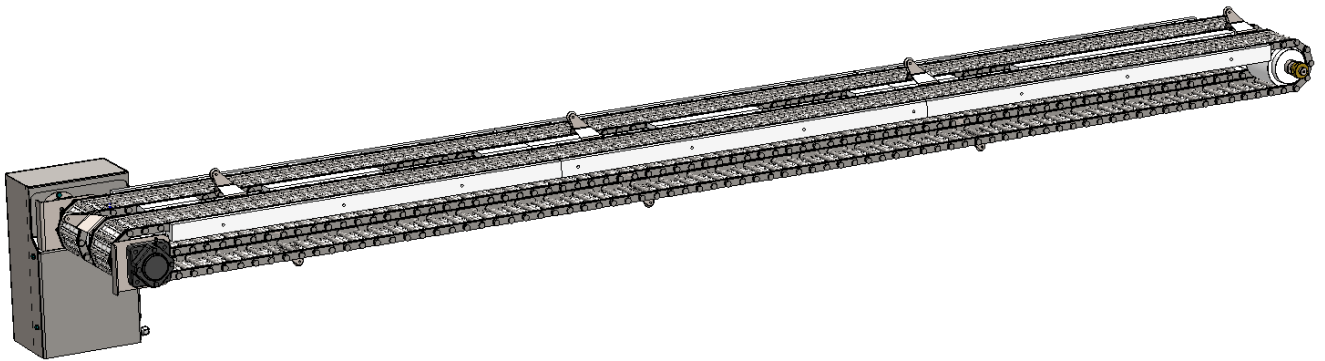


**3.2 pav. Transporterio juostos fragmentas [23]**

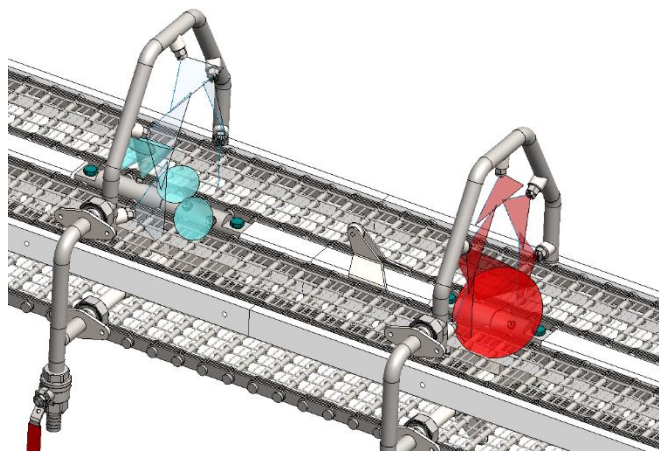
Siekiant, jog transporterio juosta neužstotų purkštukų purškiamo skysčio srauto, ji padalijama į dvi dalis, paliekant tarpą apatinio purkštuko montavimui. Dvi juostos sujungiamos (žr. 3.5 pav.) integruotu specialiu kabliuku (žr. 3.3 pav.), kuris leis vertikaliai palaikyti lašišos žaliavą ir tinkamai ją pozicijuoti. Kabliukas sukurtas pagal lašišos išskrosto pilvo matmenis.



**3.3 pav. Pozicionavimo kabliukas**



**3.4 pav. Įrenginio transportavimo dalis**



**3.5. Produkto nešamosios dalies sprendimas**

Veikiant transporteriui, judesį suteikiantį elementą (pavyzdžiui, motoreduktorių) veikia pasipriešinimo jėga. Jai apskaičiuoti taikomas kontūro apėjimo metodas [24]. Kontūro žymėjimas pradedamas nuo tos konvejerio dalies, kurioje juostos įtempis pats mažiausias. Šiuo atveju, tai 1 numeriu pažymėta vieta (žr. 3.1 pav.), kai juosta be apkrovimo nuvažiuoja nuo žvaigždės. Pagal kontūro apėjimo metodą įtempimo jėga kitame pagal kontūrą taške 2 yra lygi įtempimo jėgai, prieš jį esančiame taške, ir pasipriešinimo jėgų ruože tarp šių taškų sumai, t. y. [24]:

$$F_{i+1} = F_i + F_{W_{i-(i+1)}}; \quad (3.1)$$

Kontūro žymėjimas nuo pirmojo taško tęsiamas prieš transporterio judėjimo kryptį. 1 tašku pažymėtoje dalyje pasipriešinimo jėga  $F_1$  lygi:

$$F_1 = F_{min}; \quad (3.2)$$

$F_{min}$  - minimali jėga, lygi grandinės pradiniams užtempimui.

Tiesiojoje technologinio transporto dalyje pasipriešinimo jėga skaičiuojama taip:

$$F_W = qL\mu; \quad (3.3)$$

Čia:  $q$  – transporterio vieno ilginio metro apkrova;  $L$  – tiesiojo ruožo ilgis;  $\mu$  – bendras pasipriešinimo koeficientas.

$$F_2 = F_1 + q_{gr} \cdot L_I \cdot \mu = F_1 + (m_{gr} \cdot g) \cdot L_I \cdot \mu;$$

$$F_2 = F_1 + (11,34 \cdot 9,81) \cdot 3,086 \cdot 0,33 = 113,29 + F_1;$$

Čia:  $m_{gr}$  – grandinės masė. Vienos grandinės 1 m ilgio masė 5,67 kg. Kadangi naudojamos dvi grandinės, tai  $m_{gr} = 2 \cdot 5,67 = 11,34 \text{ kg}$ ;  $q_{gr}$  – grandinės sunkio jėga, tenkanti 1 metrui;  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  – laisvojo kritimo pagreitis;  $\mu$  – pasipriešinimo trinties koeficientas tarp plastikinių prilaikymo kreipiančiųjų, kuriomis slysi nerūdijančio plieno grandinė.  $\mu = 0,33$ .  $L_I$  – atkarpos ilgis.

Transporterio juostai užbėgant ant žvaigždutės ar ritinio, jėga apskaičiuojama taip:

$$F_{nub} = \xi \cdot F_{užb}; \quad (3.4)$$

Čia:  $\xi$  – pasipriešinimo jėga įvertinantis koeficientas. Kai žvaigždutė gaubiamą 90° kampu  $\xi_{90^\circ} = 1,03$ .

$$F_3 = 1,03 \cdot F_2 = 1,03 \cdot (113,29 + F_1) = 116,69 + 1,03F_1;$$

$$F_4 = F_3 + (q_{gr} + q_{kr}) \cdot L_{II} \cdot \mu = F_3 + ((m_{gr} + m_{kr}) \cdot g) \cdot L_{II} \cdot \mu = \\ = F_1 + ((11,34 + 9) \cdot 9,81) \cdot 3,086 \cdot 0,33 = 203,2 + F_3 = 319,89 + 1,03F_1;$$

$m_{kr}$  – krovinio masė. Ant 1 m ilgio transporterio grandinės atkarpos telpa viena didžiausia laiša, kurios ilgis  $L_Z = 0,8 \text{ m}$ . Jos masė 9 kg.  $q_{kr}$  – krovinio sunkio jėga, tenkanti 1 metrui.  $L_{II}$  – atkarpos ilgis.

Surandama  $F_1$  jėga. Ji apskaičiuojama iš [25] pateiktos formulės:

$$F_s = F_G \cdot \frac{\sin(\alpha + \rho)}{\cos \rho}; \quad (3.5)$$

$\alpha$  – transporterio palenkimo kampas; Šiuo atveju, kai transporteris horizontalus  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\rho = \arctg \mu$ ;  $\mu$  – pasipriešinimo koeficientas tarp grandinės ir jos pagrindo (slystančiųjų);  $\mu = 0,33$ ;  $F_G$  –

bendra apkrova, kurią sudaro viso transporterio krovinio sunkio jėga ir grandinės dalies, kuria važiuoja krovinys sunkio jėga;

$$F_1 = F_S = F_G \cdot \frac{\sin \rho}{\cos \rho} = F_G \cdot \frac{\sin(\arctg \mu)}{\cos(\arctg \mu)} = \left( 9 \cdot 3 \text{ kg} + \left( \frac{11,34 \text{ kg}}{m} \cdot 3,086 \text{ m} \right) \right) \cdot 9,81 \cdot \frac{\sin(18,3^\circ)}{\cos(18,3^\circ)} = 201,13 \text{ N};$$

Žinant  $F_1$  reikšmę galima rasti kitų jėgų reikšmės:

$$F_2 = 113,29 + F_1 = 113,29 + 201,13 = 314,42 \text{ N};$$

$$F_3 = 116,69 + 1,03F_1 = 323,85 \text{ N};$$

$$F_4 = 319,89 + 1,03F_1 = 319,89 + 1,03 \cdot 201,13 = 527,05 \text{ N};$$

Bendra pasipriešinimo jėga:

$$F_{pasipr.} = F_4 - F_1 = 527,05 - 201,13 = 325,92 \text{ N};$$

Apskaičiuojama apskritiminė jėga  $F_t$ :

$$F_t = K_p \cdot F_{pasipr.} = 1,07 \cdot 325,92 = 348,73 \text{ N};$$

$K_p$  – koeficientas, įvertinantis pasipriešinimą dėl trinties guoliuose ir grandinės standumo. Kai grandinė gaubia žvaigždę  $\alpha = 180^\circ$ , tai  $K_p = 1,07$ .

Apskaičiuojamas reikiamas variklio galingumas technologinio transporto sukimui  $P_s$ :

$$P_s = \frac{K \cdot F_t \cdot v}{\eta} = \frac{1,2 \cdot 348,92 \cdot 0,25}{0,9} = 116,3 \text{ W} = 0,18 \text{ kW}; \quad (3.6)$$

$K$  – 1,1 ar 1,2 – atsargos koeficientas dėl galimų neįvertintų pasipriešinimų;

$\eta$  – naudingumo coef. Priimamas 0,9;

Apskaičiuojamas reikiamas sukimo momentas technologinio transporterio veikimui:

$$M_s = \frac{F_t \cdot v \cdot 9550}{n_v} = \frac{348,73 \cdot 0,25 \cdot 9550}{34 \cdot 1000} = 24,48 \text{ Nm}; \quad (3.7)$$

Rekomenduojamas variklis parinkimui *NORD SKISM40AZ-IEC71\_71L/4*.

Variklio galia  $P_v = 0,37 \text{ kW}$ , o perduodamas sukimo momentas  $M_v = 66 \text{ Nm}$ . Tiek variklio galia tiek momentas už apskaičiuotus didesni, todėl transporteris veiks tinkamai  $P_v > P_s$  ir  $M_v > M_s$ .

## 4. ASPIRACINĖS SISTEMOS KŪRIMAS

### 4.1. Uždaros kameros kūrimas

Kaip minima 1.5 skyrelyje, plovimo įrenginiui būtina aspiracinė sistema, siekiant apsaugoti arti jo dirbančių darbuotojų sveikatą nuo cheminių medžiagų, tokių, kaip acto rūgštis, poveikio ir išgryninti patį produkto plovimo procesą, kad vandens garai kuo mažiau maišytųsi su cheminių medžiagų garais. Būtinybę pašalinti cheminių medžiagų garus iš darbuotojo darbo zonos aprašo *Lietuvos higienos norma HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“* [26]. Ilgalaikio poveikio ribinis dydis, kurio negalima viršyti pateikiamas [26] 1 – jo priedo 1 – joje lentelėje (žr. 4.1.1 pav.)

1 lentelė. Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai

Cheminė medžiaga			Ribinis dydis						Poveikio sveikatai ypatumų žymenys	Pastabos
			Ilgalaikio poveikio ribinis dydis (IPRD)		Trumpalaikio poveikio ribinis dydis (TPRD)		Neviršytinas ribinis dydis (NRD)			
Eil. Nr.	Pavadinimas	CAS Nr.	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13.	Acto rūgštis	64-19-7	25	10	-	-	-	-	-	

#### 4.1.1 pav. Cheminių medžiagų koncentracijos kriterijai [24]

Cheminės medžiagos koncentracijos dinaminis svertinis vidurkis apskaičiuojamas pagal formulę:

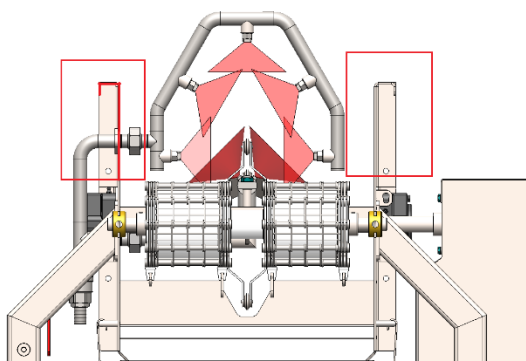
$$C_{DSV} = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + C_3 t_3 + \dots + C_n t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}; \quad (4.1)$$

Čia  $C_1, C_2, C_3, C_n$  – koncentracijos dydis atskirais laiko tarpais tais pačiais matavimo vienetais (mg/m<sup>3</sup> arba ppm);  $t_1, t_2, t_3, t_n$  – atskirų oro ėminių paėmimo trukmė minutėmis.

Atsižvelgus į faktus, kad cheminių medžiagų garų, kiek įmanoma mažiau turi pakliūti į aplinką, ir pageidautina, kad pastarieji nesimaišytų su vandens garais, susidarančiais purkštukui juos išpurškiant aukštu slėgiu į produktą, priimamas sprendimas kurti uždaras kameras atskiroms plovimo stadijoms: plovimu cheminėmis medžiagomis ir plovimu vandeniu.

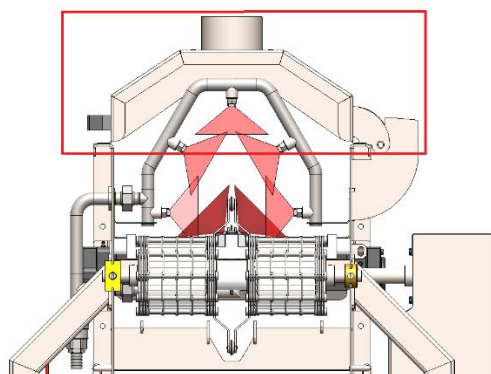
Plovimo kameros kuriamos kaip įmanoma kompaktiškesnės aplink plovimo sistemos lanką (žr. 4.1.2 pav.). Tai leis ne tik nereikalingai didinti įrenginio gabaritinių matmenų, bet ir nesudaryti didelio tūrio pačioje kameroje.





**4.1.2 pav. Kamerų pagrindas (rėmelis pažymėtas raudona spalva)**

Atsižvelgus į kameros reikalingumą bei higienos reikalavimą maisto pramonėje, kad būtų įvykdoma patogaus įrenginio išplovimo sąlyga, kamera kuriama iš dviejų dalių: pirmoji – integruota į rėmą (žr. 4.1.2 pav.), antroji privalės būti sandari ir lengvai nuimama dirbančiųjų. Dėl pastarosios priežasties kuriamas atidaromas dangtis (4.1.3 pav.). Taip sujungus abi dalis susidaro apribota patalpos atmosferos erdvė.

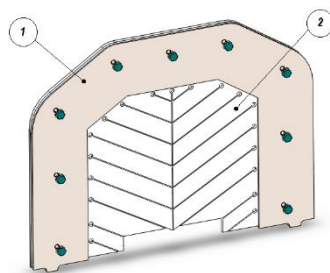


**4.1.3 pav. Kamerų pagrindas (dangtis pažymėtas raudona spalva)**

Dabar jau atviros – priekinė ir galinė angos. Jos turi būti taip pat uždaros. Joms keliamos dvi sąlygos:

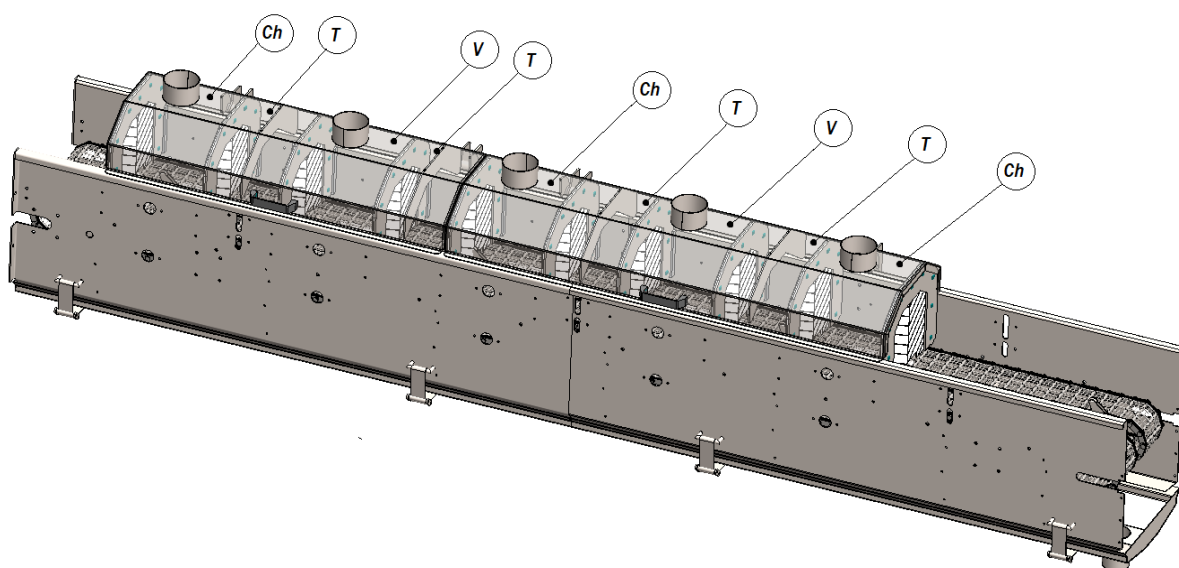
- 1) jos turi būti pralaidžios produktui – žuviai;
- 2) turi užsandarinti kamerą ir kaip įmanoma mažiau praleisti cheminių dalelių.

Siekiant įvykdyti pastaruosius reikalavimus angoms uždengti sukuriama įdedama plokštė į įdėklus, kuri susideda iš: 1 – silikoninės užuolaidėlės, 2 – metalinių rėmelių (žr. 4.1.4 pav.).



4.1.4 pav. Plokštė plovimo procesų kamerų atskyrimui

Taigi, bendras kameros vaizdas, kuri atskiria vykdomą procesą nuo aplinkos, pateikiamas 4.1.5 pav.



4.1.5 pav. Bendras kameros vaizdas

4.1.5 pav. raidėmis pažymėtos kameros, kuriose vyks skirtingi procesai: *Ch* raidėmis pažymėtoje kameroje bus išpurškiamas cheminis junginys, *V* – pažymėtoje kameroje bus išpurškiamas vanduo, o *T* – pažymėta kamera yra atskiriamoji. Ji kiek įmanoma sumažins skysčių dalelių (garų) susimaišymo tikimybę.

Šios kameros tūris  $V = 0,2461 \text{ m}^3 = 246 \text{ l}$ . Priimama, jog maksimalus vandens plovimo sistemos slėgis  $p_{V1max} = 50 \text{ bar}$  ir  $p_{V2max} = 50 \text{ bar}$ , o cheminių medžiagų sistemos slėgis  $p_{Cmax} = 3 \text{ bar}$ . Kaip parodyta 2.2 lentelėje purkštuko *HB-1/4VV-SS95065*, esant  $p_{Vmax}$  slėgiui debitas  $Q_{v1} = 10,5 \text{ l/min}$ , o *1/8 HH – 316SS-2.8W*  $Q_{v2} = 5,59 \text{ l/min}$ .  $Q_{v1}$  charakteristikos purkštukų, viename purškimo lanke yra 5 *vnt.*, o  $Q_{v2}$  sistemoje 4 *vnt.* Iš viso įrenginyje yra 2 tokios sistemos. Vadinasi, bendras vandens sistemos debitas:

$$(4.5)$$

$$\Sigma Q_V = 5 \cdot 2 \cdot Q_{v1} + 4 \cdot 2 \cdot Q_{v2} = 10 \cdot 10,5 + 8 \cdot 5,59 = 149,72 \text{ l/min};$$

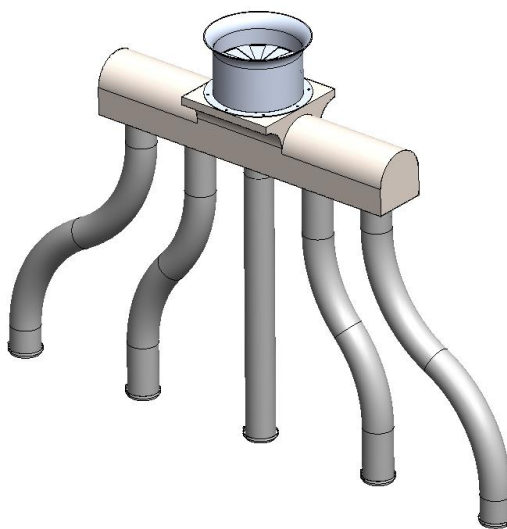
Cheminiams junginiams skirto purkštuko *HB-1/4VV-316SS6501*, esant  $p_{Cmax}$  slėgiui debitas  $Q_{C1} = 0,4 \text{ l/min}$ , o *1/8 HH-316SS-2.8W*  $Q_{C2} = 2 \text{ l/min}$ .  $Q_{C1}$  charakteristikos purkštukų, viename purškimo lanke yra 5 vnt., o  $Q_{C2}$  sistemoje 2 vnt. Iš viso įrenginyje yra 3 tokios sistemos. Bendras cheminių medžiagų sistemos debitas:

$$\Sigma Q_C = 5 \cdot 3 \cdot Q_{C1} + 2 \cdot 3 \cdot Q_{C2} = 15 \cdot 0,4 + 6 \cdot 2 = 18 \text{ l/min};$$

Bendras skysčių sistemos debitas:

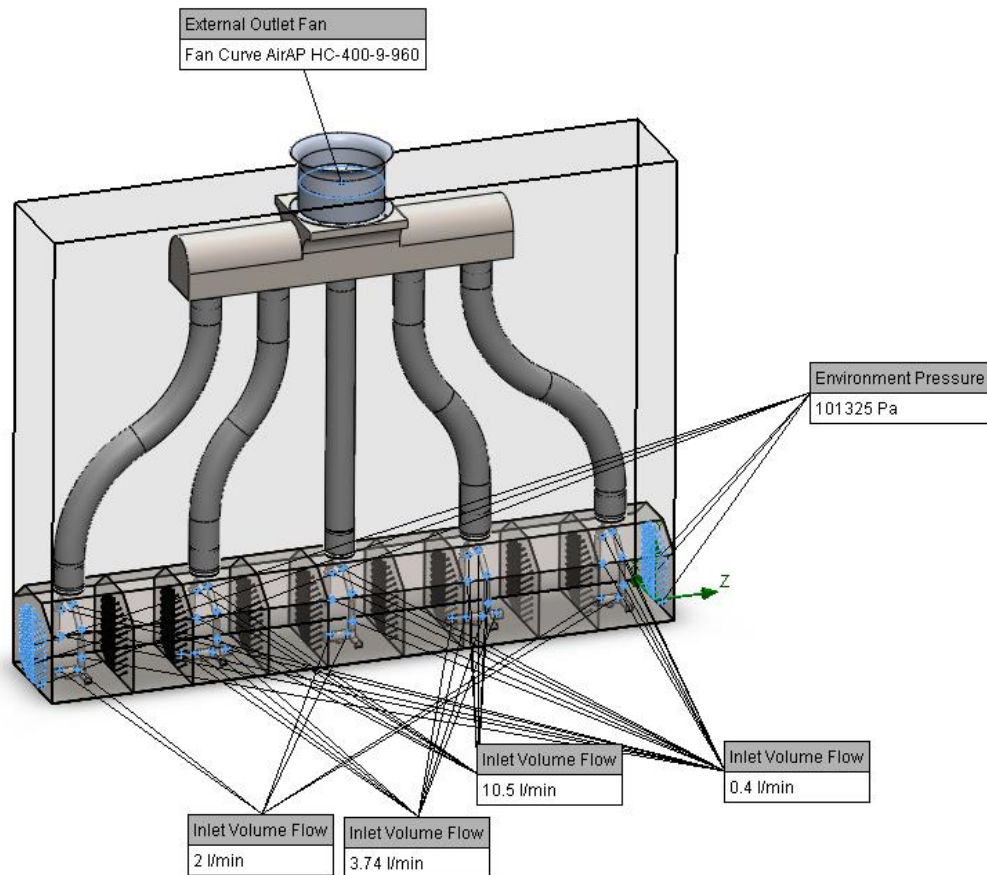
$$\Sigma Q = \Sigma Q_V + \Sigma Q_C = 149,72 + 18 = 167,72 \text{ l/min};$$

Teoriškai tariant, didžioji dalis šių skysčių nutekės pro transportavimo grandinės kiaurymes į skysčių surinkimo lataką, tačiau vanduo ir chemija garų pavidalu užpildys savo uždaras kameras. Taigi, norint, jog kameros viduje oras vis pasikeistų, t. y. ištrauktų skysčių garus, reikia ištraukimo prietaiso, kad kas minutę panaikintų kameros tūrį  $V = 246 \text{ l}$  pripildančius garus. Tam projektuojamas kolektorius su ašiniu ventiliatoriumi viršuje jo. Kolektorius žarnomis sujungiamas su kameros viršutinio dangčio atvamzdžiais. Jungimui pasirenkamos žarnos, kadangi jungiamoji dalis turi būti lanksti dėl dangčio atidarymo galimybės. Kolektorius pavaizduotas 4.1.6 pav.



**4.1.6 pav. Kolektorius garams surinkti**

Kolektoriaus viršuje pajungiamas ventiliatorius, kuris gebės ištraukti kas minutę po minėtą tūrį garų. Imituojamas teorinis modeliavimas, pateiktas 4.1.7 pav.

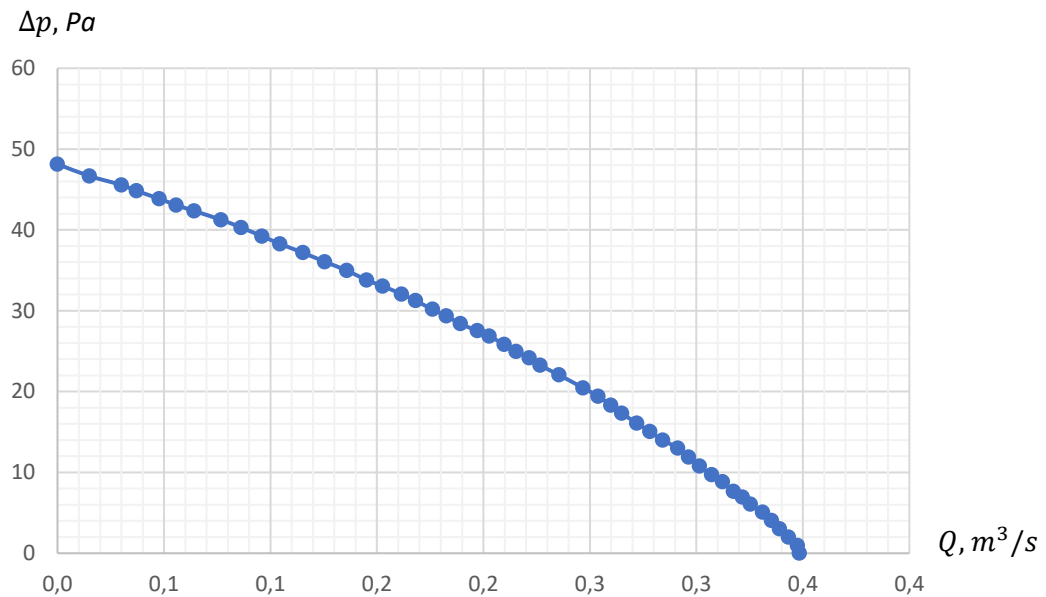


4.1.7 pav. Kolektoriaus ir kamerų sistemos kraštinės sąlygos

Kraštinės sąlygos (žr. 4.1.7 pav.) yra tokios:

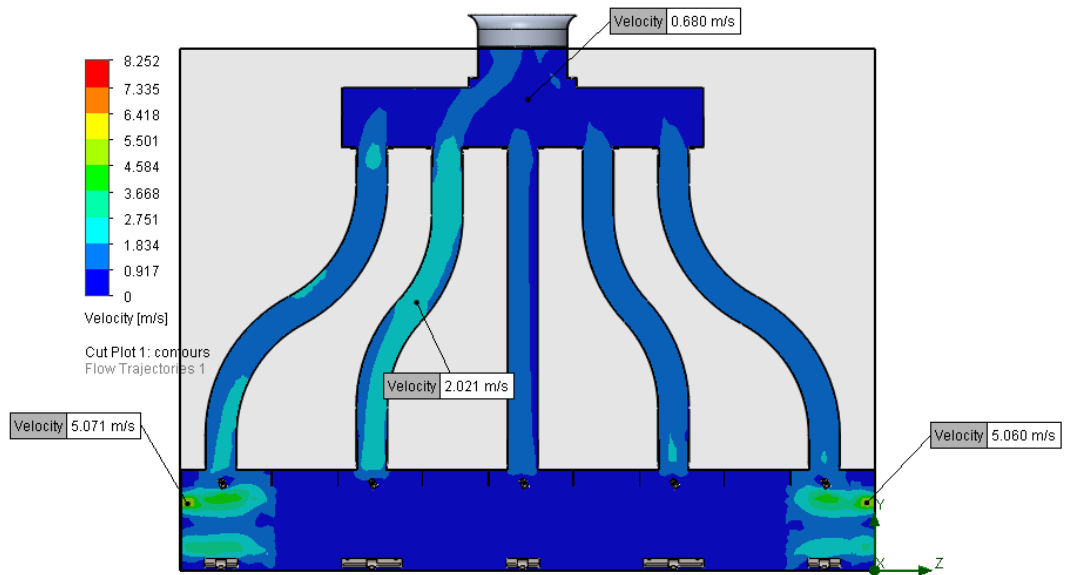
- įdedamų plokščių (žr. 4.1.4 pav.), sąveikaujančių su aplinka, tarpeliai į plovimo kameras įleidžia atmosferos slėgį  $p_{atm} = 101325 Pa$ ;
- iš vandens purškimo sistemos lanko purkštukų vietų paduodamas vandens srautas  $Q_{v1} = 10,5 l/min$ , numatant, kad slėgis  $p_{Vmax} = 50 bar$  (pagal 2.2 lentelę);
- iš chemijos purškimo sistemos lanko purkštukų vietų, paduodamas vandens srautas  $Q_{C1} = 0,4 l/min$ , numatant, kad slėgis  $p_{Cmax} = 3 bar$  (pagal 2.2 lentelę);
- iš apatinių purkštukų tiek vandens, tiek chemijos paduodamas srautas pagal slėgį yra atitinkamai:  $p_{Vapat} = 20 bar$   $Q_{v2} = 3,74 l/min$ ;  $p_{Cmax} = 3 bar$   $Q_{C2} = 2 l/min$ ;
- ventiliatoriaus vietoje nurodoma įstatomo ventiliatoriaus kreivė (4.1.8 pav.). Ventiliatorius parenkamas „AirAP HC-400-9-960“. Kadangi dauguma pramoninių ventiliatorių gebėtų ištraukti garus iš kameros, kurios tūris  $V = 0,2461 m^3 = 246 l$ , ventiliatorius renkamas kaip kompaktiškiausias ir kuo mažesnių matmenų iš siūlomų pramoninių ventiliatorių;
- sienelių ekvivalentinį šiurkštumą įrašome  $30 \mu m$ , kuris priskiriamas guminiams žarnoms, nes didžioji dalis srauto tekės guminiemis žarnomis.

- Vietoje acto rūgšties garų nurodomi vandens garai, kadangi negalima buvo rasti informacijos, reikiamos įvesti į modelio duomenų bazę: dinaminės klampos, specifinės šilumos ir terminio laidumo priklausomybių nuo temperatūros.

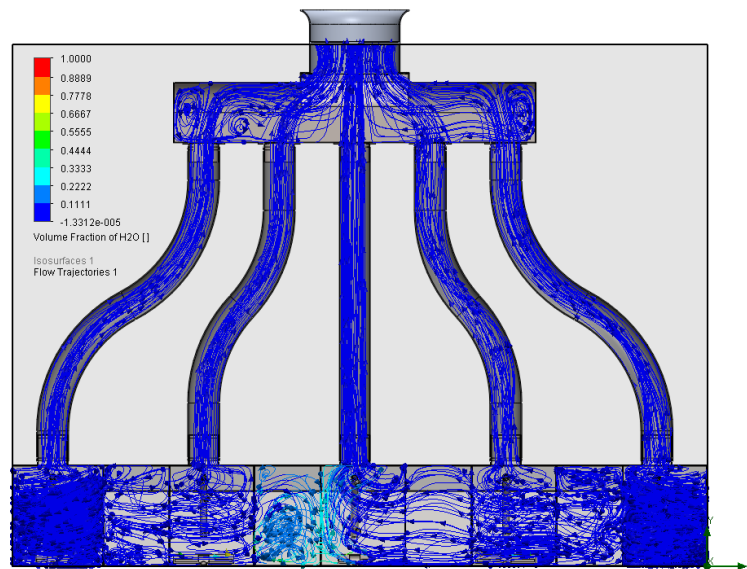


**4.1.8 pav. Ašinio ventiliatoriaus „AirAP HC-400-9-960“ slėgio pokyčio nuo debito kreivė  $\Delta p(Q)$**

Atlikus teorinį modeliavimą (žr. 4.1.9 pav.) matyti, kad didžiausias srauto greitis  $v_{max1} = 5,071 m/s$  ir  $v_{max2} = 5,060 m/s$  susidarys kraštinėse kamerose, kurios yra sąlytyje su atmosfera. Tai galima paaiškinti tuo, kad kraštinėse kamerose susidarys didesnis slėgio skirtumas su kolektoriaus viršūne prieš ventiliatorių, nei vidurinės kameros. Mažiausias srauto greitis  $v_{min} = 0,680 m/s$  susidarys sistemos išėjime prieš ventiliatorių. Tai įtakoja sūkuriai (4.1.10 pav.), susidarantys surinkimo kolektoriuje. Tokioje sistemoje vandens garų srautas vidutiniškai  $Q_{H_2O} = 191,087 l/min$ , o oro srautas  $Q_{O_2} = 9948,519 l/min$ . Palyginimui su  $\Sigma Q < Q_{H_2O}$  arba  $167,72 l/min < 191,087 l/min$ , taigi aspiracinės sistemos efektyvumas yra tenkinantis.



4.1.9 pav. Srauto greičio pasiskirstymas aspiracinėje sistemoje

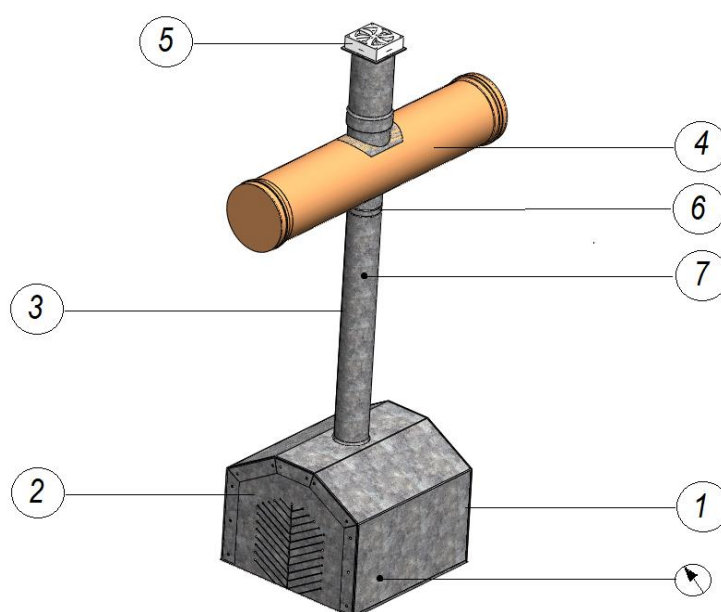


4.1.10 pav. Oro srauto ir vandens garų srauto trajektorijų linijos

## 4.2 Aspiracinės sistemos tyrimas

Bus atliekamas 4.1 skyrelyje sukurtos skysčių dalelių nutraukimo kameros tyrimas eksperimentiniu ir teorinio modeliavimo būdu. Bandymų tikslas yra išsiaiškinti, ar artimoms realioms sąlygomis galima tikėtis reikalaujamo oro tūrio nusiurbimo, t. y.  $Q_R = 246l/min$  ir rezultatus palyginti su teorinio modeliavimo bandymais.

### 4.2.1 Bandymo konstrukcija



4.2.1 pav. Aspiracinės sistemos bandymo suprojektuota konstrukcija

4.2.1 pav. pavaizduotas stendas kuriamas atsižvelgiant į visos uždarnos kameros konstrukciją. Stendo dydis gaminamas kaip vienos procesinės kameros dydžio ir tuščiosios kameros dydžio atitinkmuo  $l$  (žr. 4.2.6 pav.). Įmaunami įdėklai su silikoninėmis užuolaidėlėmis keičiami metaline plokšte su lazeriu išpjautomis  $1mm$  pločio angelėmis, kad būtų atkartotos, kaip įmanoma, tokios pačios ertmės 2. Lanksčioji žarna keičiama  $D = \emptyset 100 mm$  atitinkmens vamzdžiu 3. Kolektorius 4 parenkamas kaip  $\emptyset 200 mm$  vamzdis, kadangi galima įbrėžti  $\emptyset 200 mm$  apskritimą į esamos realios konstrukcijos kolektorių. Viršuje kolektoriaus pritvirtinamas ventiliatorius 5, kuris iš kameros trauks orą (žr. 4.2.2. pav.). 3 pozicijos vamzdyje yra montuojama diafragminė sklendė. Ja galima bus keisti praeinamo oro kiekį ir imituoti pasipriešinimą srautui. Pasipriešinimą galima argumentuoti dėl realioje konstrukcijoje esančių lanksčių žarnų posūkių ir lenkimo spindulių. Taip pat bus siurbiamos ne tik cheminių medžiagų,

bet ir žuvies atliekų ar nuo jos nuplautų riebalų dalelės, todėl yra tikimybė, jog vidinės žarnų sienelės pradės sluoksniuotis šiukšlėmis ir žarnų kanalai susiaurės. 7 pozicijos vietoje, vamzdyje išgręžiama skylė, srauto greičiui pamatuoti anemometru, o  $I$  konstrukcijos komponente prijungiamas manometras, slėgio skirtumui matuoti tarp kameros ir atmosferos.

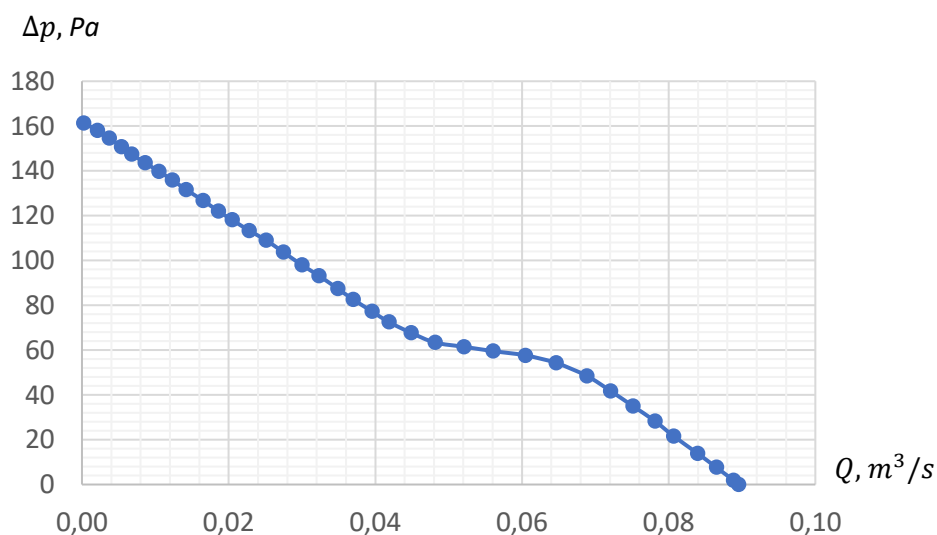
#### 4.2.2 Tyrimo įranga

- Ašinis ventiliatorius *SUNON PMD1212PMB1-A*



4.2.2 pav. Ašinis ventiliatorius

Ventiliatoriaus kreivė pateikiama 4.2.3 pav.



4.2.3 pav. Ašinio ventiliatoriaus slėgio pokyčio nuo debito kreivė  $\Delta p(Q)$



- Kameros ir ortakių konstrukcija



4.2.4 pav. Kameros ir ortakių konstrukcija

- Manometras ir anemometras

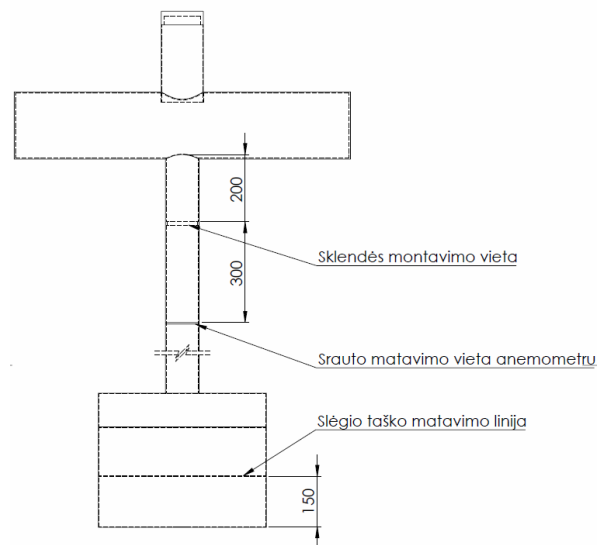


4.2.5 pav. Anemometras ir manometras

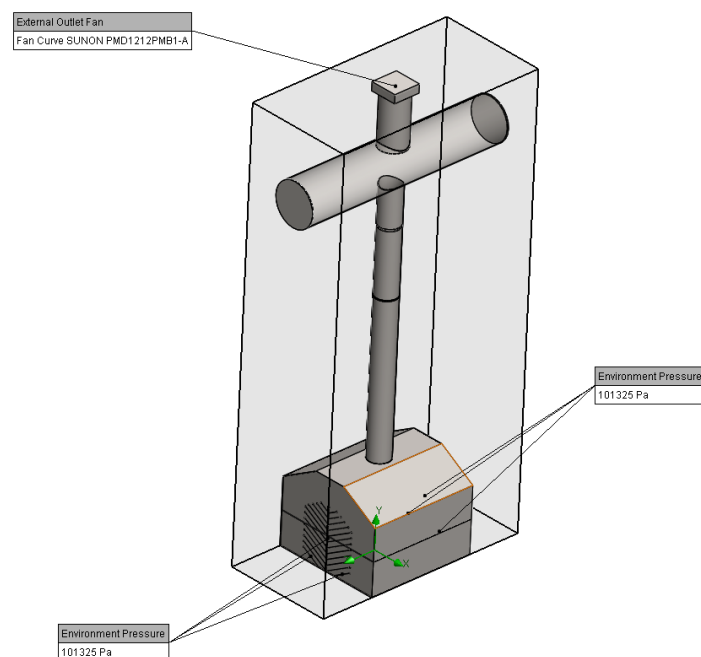
### 4.2.3 Tyrimo eiga

Pirmiausia, bandymas atliekamas teoriškai, modeliavimo būdu su *Solidworks Flow Simulation*. Statinio slėgio pokyčio matavimas atliekamas kameroje  $150\text{ mm}$  atstumu nuo dugno (žr. 4.2.6 pav.). Sklendė privalo būti montuojama  $[27] \geq 2D$  nuo pirmosios kliūtis srautui. Laikantis rekomendacijų sklendė iki kolektoriaus montuojama  $2D = 2 \cdot 100 = 200\text{ mm}$  atstumu. Likus iki sklendės  $300\text{ mm}$  bus

matuojamas oro srauto greitis anemometru. Matavimai pakartojami 9 kartus, keičiant oro srauto kliūtis, t. y. sklendės diametrą tokiais dydžiais  $d = 6; 14; 19; 40; 50; 55; 72; 90; 100 \text{ mm}$ . Kraštinės sąlygos nurodomos tokios (4.2.7 pav.): iš užuolaidėlių imitacinių angų patenka atmosferos slėgis, kuris standartiškai yra  $p_{atm} = 101325 \text{ Pa}$ , o oro temperatūra  $T = 22^\circ\text{C}$ , o kolektoriaus viršuje veikia ventiliatorius, kurio kreivė yra kaip parodyta 4.2.3 pav. Taip pat nurodomas bendras sienelių šiurkštumas. Stendo vamzdžiai ir kamera pagaminti iš cinkuoto lakšto, taigi  $R_z = 150 \mu\text{m}$ . Atlikus bandymus rezultatai pateikiami 4.1 lentelėje.



4.2.6 pav. Matavimo prietaisų montavimo vietų schema



4.2.7 pav. Teorinio modeliavimo kameros konstrukcija ir kraštinės sąlygos

4.1 lentelė. Teorinio modeliavimo srauto bandymo rezultatai.

Skylės $d$ , mm	Srauto greitis $v$ , m/s	Srautas $Q$ , l/min	Statinis slėgis $\Delta P_s$ , Pa
6	0,06	28,26	-1,82
14	0,327	154,02	-1,90
19	0,691	325,46	-2,10
40	2,265	1066,82	-5,47
50	3,363	1583,97	-9,78
55	4,046	1905,67	-13,17
60	4,604	2168,48	-16,51
72	5,815	2738,87	-23,90
90	6,830	3216,93	-31,12
100	7,028	3310,12	-37,15

4.1 lentelėje srautas  $Q$  apskaičiuotas pagal debito formulę:

$$Q = v \cdot S \cdot 60000;$$

(4.6)

Čia:  $S$  – skerspjūvio plotas.

Šiuo atveju  $S = \pi r^2 = 3,14 \cdot 0,05^2 = 0,00785 \text{ m}^2$ ;

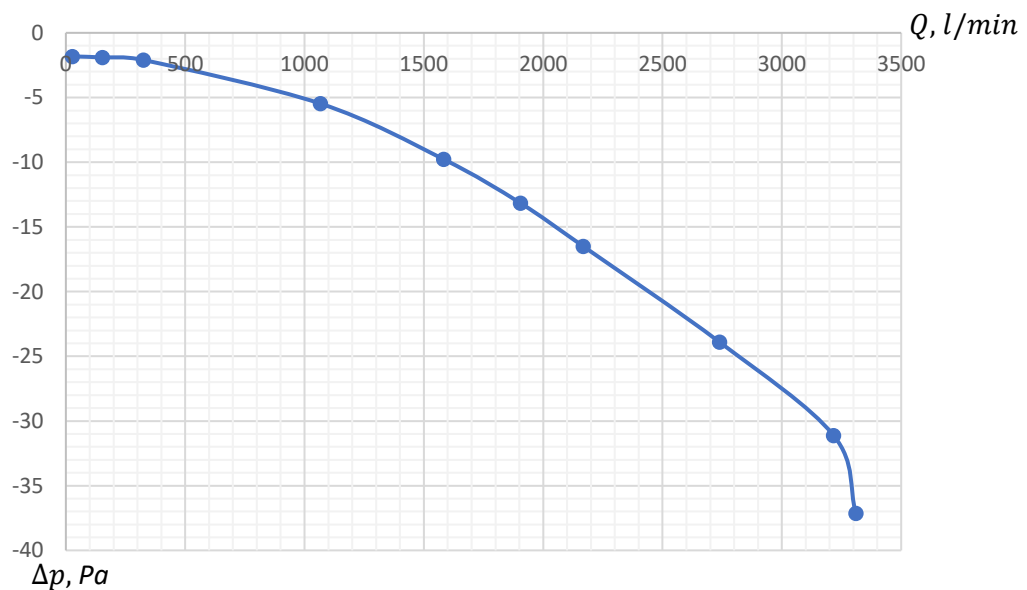
Tuomet:

$$Q_1 = v_1 \cdot S \cdot 60000 = 0,06 \cdot 0,00785 \cdot 60000 = 28,26 \text{ l/min};$$

$$Q_2 = v_2 \cdot S \cdot 60000 = 0,129 \cdot 0,00785 \cdot 60000 = 154,02 \text{ l/min};$$

...

Iš 4.1 lentelės rezultatų gaunama tokia statinio slėgio skirtumo nuo srauto kiekio kreivė:

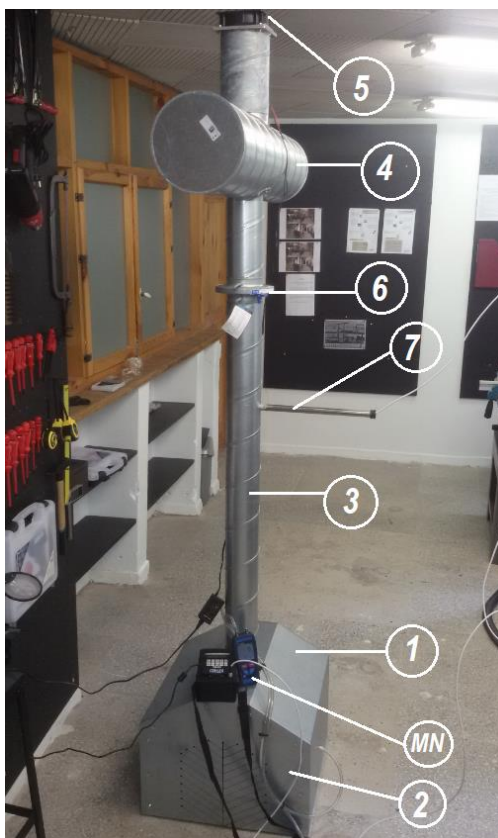


4.2.8 pav. Teorinio modeliavimo slėgio skirtumo nuo srauto grafikas  $\Delta p(Q)$

Realaus eksperimento atveju (žr. 4.2.8 pav.) tyrimo eiga tokia pati, kaip ir teorinio modeliavimo. Gauti rezultatai pateikiami 4.2 lentelėje.

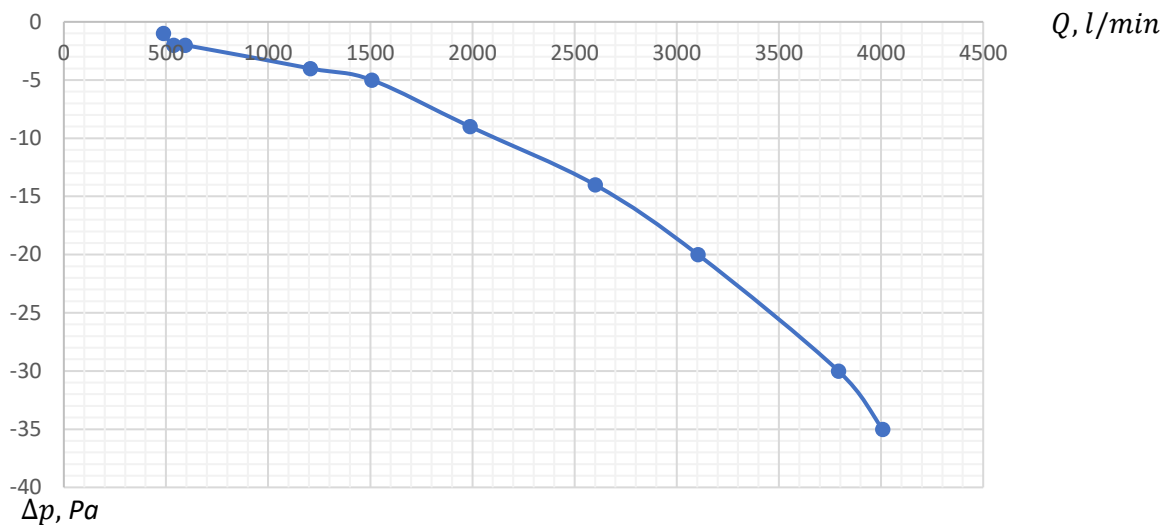
4.2 lentelė. Realaus eksperimento srauto bandymo rezultatai.

Skylės $d$ , mm	Srauto greitis $v$ , m/s	Srautas $Q$ , l/min	Statinis slėgis $\Delta P_s$ , Pa
6	1,034	487,014	-1
14	1,14	536,94	-2
19	1,26	593,46	-2
40	2,56	1205,76	-4
50	3,2	1507,2	-5
55	4,22	1987,62	-9
60	5,52	2599,92	-14
72	6,59	3103,89	-20
90	8,05	3791,55	-30
100	8,51	4008,21	-35



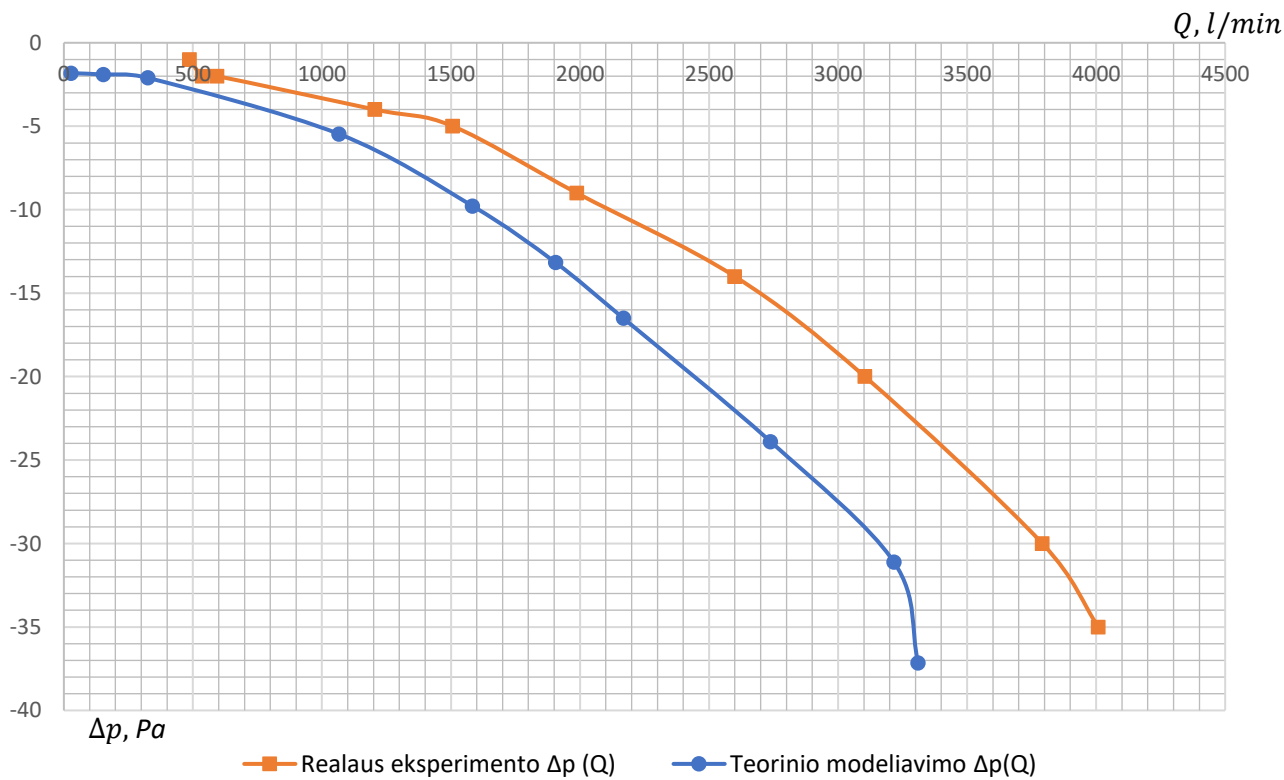
4.2.9 pav. Realaus eksperimento aspiracinės sistemos bandymo konstrukcija

Iš 4.2 lentelės rezultatų gaunama tokia statinio slėgio skirtumo nuo srauto kiekio kreivė:



4.2.10 pav. Realaus eksperimento slėgio skirtumo nuo srauto grafikas  $\Delta p(Q)$

#### 4.2.4 Tyrimo rezultatų palyginimas



4.2.11 pav. Realaus eksperimento (oranžinė kreivė) ir teorinio modeliavimo (mėlyna kreivė) slėgio skirtumo nuo srauto grafikas  $\Delta p(Q)$

Analizuojant rezultatus matyti, kad tikslas išsiurbti per minutę kameros tūrio dydžio srautą  $Q_R = 246 \text{ l/min}$  tiek teoriniam modeliavime tiek realiame eksperimente yra įvykdomas, jau viršijant slėgio pokytį  $\Delta = 2 \text{ Pa}$ . Didėjant slėgio skirtumui, mažėja ir atotrūkis tarp abiejų išsiurbiamo oro srautų lyginant teorinį modeliavimą ir realų eksperimentą. Teorinio modeliavimo ir realaus eksperimento srauto dydžiai palyginami 4.3 lentelėje. Kadangi vykdant pasipriešinimo imitavimą, modeliavimo ir eksperimento metu buvo gautos nevienodos slėgio skirtumo reikšmės prie atitinkamo dydžio sklendės pravėrimo, tai teorinio modeliavimo srauto reikšmės  $Q_{teor.}$  bus nustatomos iš 4.2.10 pav. parodyto grafiko.

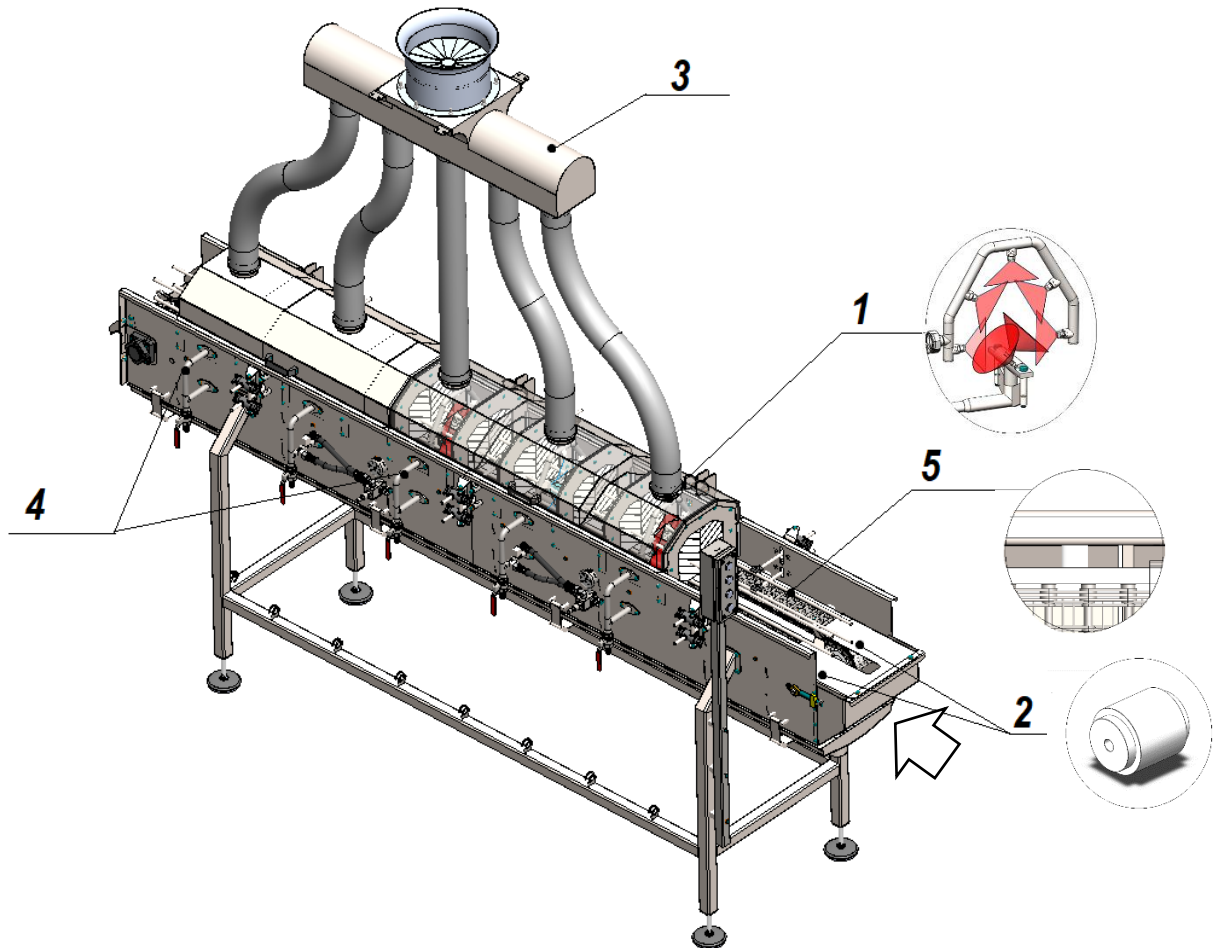
4.3 lentelė. Teorinio modeliavimo ir realaus eksperimento srauto dydžių palyginimas

Eilės Nr.	Statinis slėgis $\Delta P_s, Pa$	Teorinio modeliavimo srautas $Q_{teor.}, l/min$	Realaus eksperimento srautas $Q_{real.}, l/min$	Santykinė paklaida $\Delta, \%$
1	-1	154,0	487,1	68,4
2	-2	325,5	593,4	45,1
3	-4	768,3	1205,7	36,3
4	-5	1066,8	1507,2	41,3
5	-9	1510,4	1987,6	31,6
6	-14	1982,3	2599,9	23,7
7	-20	2443,6	3103,8	21,3
8	-30	3163,4	3791,5	16,5
9	-35	3298,1	4008,2	17,7

Iš palyginamosios rezultatų lentelės matyti, jog santykinė paklaida yra iki  $\Delta = 33,5 \%$ .

## 5. ŽUVIES PLOVIMO ĮRENGINYS

Atlikus suplanuotus eksperimentus ir išnaginėjus vykstančius procesus sukuriamas žuvies plovimo įrenginys, atitinkantis literatūros išvadose iškeltus reikalavimus. 5.1 pav.



5.1. pav. Žuvies žaliavos plovimo įrenginys

Įrenginys turi penkių kamerų plovimo sistemą. Kiekvienoje kameroje yra išdėstytas plovimo sistemos lankas *1*, kuriame įsukti purkštukai leidžia plauti žuvies viršutinius paviršius (vandeniu  $p_{v1} = 35 \text{ bar}$ , o chemija  $p_{ch} = 3 \text{ bar}$ ) ir apatinę papilvę (vandeniu  $p_{v2} = 20 \text{ bar}$ ). Lankai išdėstyti tokia skysčių užpildoma tvarka, pradedant rodyklės kryptimi, rodančios žuvies padėjimo kryptį (žr. 5.1 pav.): pirmoje kameroje žuvis apiplaunama cheminėmis medžiagomis, nešama grandinės toliau praeina pro tuščią kamerą, kurį atskiria procesus. Tada ji įnešama į aukšto slėgio purškimo vandens kamerą. Taip procesas kartojasi dar kartą, kol paskutinėje kameroje ji vėl nupurškiama cheminiais junginiais iš minėtųjų pusių.

Įrenginio metalinės detalės pagamintos iš atsparesnio cheminėms medžiagoms nerūdijančiojo plieno – *AISI316* markės 2 (kaip paminėta 1.5 skyrelyje). Aparatas turi daugybę sintetinių detalių 2,

pavyzdžiui, pasyvios ašies ritinėlis. Jo medžiaga *poliacetalis*. Tai yra kieta, tvirta medžiaga, turinti geras slydimo savybes, atspari druskoms, šarmams ir kitoms cheminėms medžiagoms [28].

Atlikus teorinį modeliavimą ir tyrimą, įrenginiui sukurta aspiracinė sistema, kuri išsiurbia reikalingą kiekį fluido dalelių ir taip sumažina tikimybę joms patekti į darbo zoną bei daryti neigiamą įtaką ten dirbantiems darbuotojams.

Įrenginys turi daugybę pakeičiamų detalių, yra technologiškas. Pavyzdžiui, jo purškimo sistemos lankai – kartotinio surinkimo mazgai. Purkštukai taip pat vienodi. 5 punktu pažymėta iliustracijoje (žr. 5.1 pav.) parodo jog, plovykla yra higieniška, t. y. lengvai plaunama. Tarp surenkamų detalių palikti dideli tarpai, kad periodiniu plovimu metu būtų galima lengvai išplauti ir išvalyti nešvarumus darbuotojams, atsakingiems už higieną.

Įrenginio transportavimo greitis  $v = 0,25 \text{ m/s}$ . Vandens suvartojimas  $Q = 4,5 \text{ m}^3/h$ .



## IŠVADOS

- 1) Atlikus literatūros apžvalgą, buvo išsiaiškinta, kad žuvies plovimo įrenginiai turi naikinti mikroorganizmus, esančius ant produkto paviršiaus, kurių higieniškumas tikrinamas ir griežtai prižiūrimas *VMVT* pagal *Lietuvos higienos normą HN26:2006*. Produkto bendrasis mikroorganizmų skaičius (*BMS*) neturi viršyti  $M < 100000 \text{ ksv/g}$ . Apžvelgus rinkoje esančius įrenginius ir maisto pramonei gaminamų įrenginių ypatybes, sudaryti kuriamo plovimo įrenginio reikalavimai.
- 2) Teoriškai modeliuojant įrenginio plovimo sistemos svarbiausiąją dalį – purškimo lanką nustatyta, kad kartotinės žuvies formos lankas su penkiais purkštukais geriau padengia ir plauna produktą nei apverstos *U* formos lankas su trimis purkštukais. Taip pat, mažėjant atstumui tarp purkštuko ir produkto didėja jėga į veikiamą paviršių. Palyginimui, kai atstumas minimalus  $x_{min} = 13 \text{ mm}$ , jėga  $F_{max} = 31,52 \text{ N}$ , kai atstumas maksimalus  $x_{max} = 42 \text{ mm}$ , tai jėga  $F_{min} = 18,7 \text{ N}$ .

Eksperimentinio tyrimo metu, nustatyta, kad geriausiai žuvį plauną t. y. daugiausia *BMS* panaikina purškimo lankas, kuriame purkštukai vertikalės atžvilgiu pasukti  $30^\circ$  kampų į produktą, o atstumas iki produkto  $x_{exp} = 35 \text{ mm}$ . Pastebėta tendencija, kad esant statesniam kampui produkto atžvilgiu ir mažėjant atstumui tarp produkto ir purkštuko nuplaunama vis daugiau *BMS*. Tai galima pagrįsti tuo, kad čiurkšlės slėgimo energija į paviršių didėja, mažėjant atstumui.

- 3) Plovimo eksperimento metu, plovimo įrenginį imituojanti sistema nuplovė *BMS*  $\Delta_{BMS} = 3,74 \cdot 10^5 \text{ ksv/g}$  ir galutinai pasiekė mikroorganizmų skaičių  $M = 4,6 \cdot 10^4 \text{ ksv/g}$ . Tai atitinka *Lietuvos higienos normas HN26:2006* reikalavimus pagal kurį produkto užterštumas bendroju mikroorganizmų skaičiumi turi būti  $M < 10^5 \text{ ksv/g}$ , tai  $4,6 \cdot 10^4 < 10^5$ .
- 4) Sumodeliavus aspiracinę sistemą, nustatyta, kad sistema reikalavimą kas minutę nusiurbti kameros tūrį  $V = 246 \text{ l}$  įvykdo ir maksimaliai neturint pasipriešinimo viršija 40,4 karto. Modeliavimo metu pasiektas pajėgumas  $Q_{O_2} = 9948,15 \text{ l/min}$ .

Atlikus aspiracinės sistemos kameros dalies teorinį modeliavimą ir realų eksperimentą pasiektas sistemos dalies pajėgumas yra  $Q_{exp} = 4008,21 \text{ l/min}$ . Palyginus teorinio modeliavimo ir realaus eksperimento rezultatus, matyti, kad jų santykinė paklaidą yra iki  $\Delta = 33,5 \%$ .

- 5) Sukurtas plovimo įrenginys, kuris atitinka iškeltus reikalavimus ir plaunant žuvį sumažina jos bendrąjį mikroorganizmų skaičių  $\Delta_{BMS} = 3,74 \cdot 10^5 \text{ ksv/g}$  bei kas minutę ištraukia procesinio plovimo metu susidariusias daleles iš viso kameros tūrio  $V = 246 \text{ l}$ . Visos sistemos teorinio modeliavimo metu pasiektas pajėgumas  $Q_{O_2} = 9948,15 \text{ l/min}$  Eksperimento metu, nustatytos aspiracinės sistemos kameros dalies pasiektas pajėgumas  $Q_{exp} = 4008,21 \text{ l/min}$ .

## LITERATŪROS ŠALTINIAI

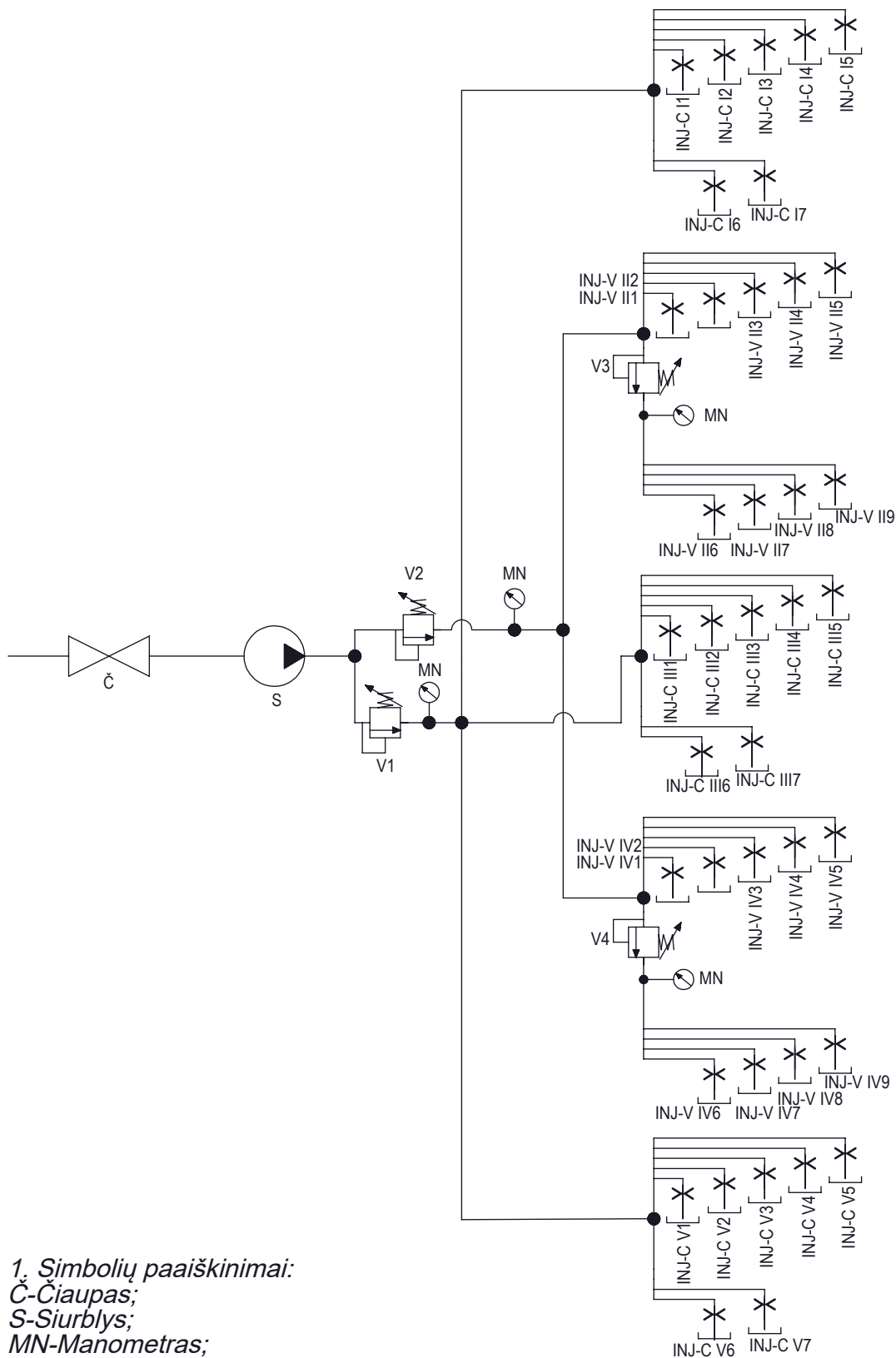
1. Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba. *Lietuvos Respublikos maisto įstatymas*: 2000 m. balandžio 4 d. Nr. VIII-1608 [interaktyvus] [žiūrėta 2018-04-07]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.5B99A78DA6C7>
2. HUSS, Hans Henrik; JORGENSEN, Lasse Vigel, VOGEL, Birte Fonnesbech. Control options for *Listeria monocytogenes* in seafoods. *International Journal of Food Microbiology* 62 [interaktyvus]. Lyngby: Elsevier, 2000, 267-274 [žiūrėta 2018-04-09]. ISSN: 0168-1605. Prieiga per: Science Direct.
3. KUZMANOVIČ, J., AŠANIN, R. ir kt. Presence of *Listeria* SPP in fish samples, fish products and sea products. *Acta Veterinaria (Beograd)* [interaktyvus]. 2010, Vol. 61, No. 2-3, 193-203 [žiūrėta 2018-04-09]. Prieiga per doi: 10.2298/AVB1103193K
4. OOI TAT, S; LORBER, B. Gastroenteritis Due to *Listeria monocytogenes*. *Clinical Infectious diseases* [interaktyvus], 2005, Vol. 40, Issue 9, 1327-1332 [žiūrėta 2018-04-09]. Prieiga per doi: 10.1086/429324
5. ROTARIU, O., THOMAS, D. J. I., GOODBURN, E. K, ir kt. Smoked Salmon industry practices and their association with *Listeria monocytogenes*. *Food Control* 35 [interaktyvus]. Aberdeen, Wolverhampton, Kettering: Elsevier, 2014, 289-292 [žiūrėta 2018-04-10]. ISSN: 0956-7135. Prieiga per: Science Direct.
6. *European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products*. The EU Fish Market [interaktyvus] 2017, 2 p, 23 p. [žiūrėta 2018-04-10]. Prieiga per doi: 10.2771/455963.
7. *Salmon Desliming and Fillet Washing Brochure* (ilustracija) [interaktyvus]. Marel, 2018. [Žiūrėta 2018-04-12]. Prieiga per: <https://marel.com/files/pdf/salmon-desliming-filletwashing-marel.pdf?ind=fish>
8. *Brochure: DE-SLIMER 700* (ilustracija) [interaktyvus]. Uni-Food Technic, 2018. [Žiūrėta 2018-04-12] Prieiga per: [https://unifood.tech/media/27174/de-slimer\\_700.pdf](https://unifood.tech/media/27174/de-slimer_700.pdf)

9. *Salmon deslimer/Fillet washing machine catalogue* (ilustracija) [interaktyvus]. Peruza, 2018. [Žiūrėta 2018-04-12] Prieiga per: [http://peruza.com/wp-content/uploads/PERUZA\\_deslimer.pdf](http://peruza.com/wp-content/uploads/PERUZA_deslimer.pdf)
10. Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba. *Lietuvos higienos norma HN26:2006 „Maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai“* 2006 m. kovo 9 d. Nr. V-168 [interaktyvus] [žiūrėta 2018-04-14]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.1795EC045C7B>
11. PAULAUSKAS, Lionginas. *Maisto pramonės įrenginiai – I: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2010 (7-8 p.). ISBN 9789955253396.
12. ŠULČIUS, A., GRIŠKONIS, E. *Metalių korozija ir jų sauga nuo korozijos: laboratoriniai darbai*. Kaunas: Technologija, 2011 (19 p.). ISBN 9955097418.
13. *Plastena – polietilenas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-14]. Prieiga per <http://www.plastena.lt/techniniai-plastikai-pramonei-polietilenas-pe>
14. *Selection of stainless steels for handling acetic acid (CH<sub>3</sub>COOH)* [interaktyvus]. British Stainless Steel Association, 2018. [Žiūrėta 2018-04-14]. Prieiga per <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=29>
15. DART C. Richard. *Medical Toxicology* (3rd ed.). Filadelfija: Lippincott Williams & Wilkins, 2004 (1298 p.). ISBN 978-0781728454.
16. *Agency for Toxic Substances & Disease Registry - Hydrogen Peroxide* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-14]. Prieiga per <https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=304&tid=55>
17. VAIDAKAVIČIUS A., MACEVIČIUS J. *Hidraulika ir hidraulinės mašinos*. Vilnius: Mokslas, 1984 (33 p.)
18. Spraying Systems Co. – „Industrial Spray Products 75M (interaktyvus). JAV, Iliojaus valstija, 2018. [Žiūrėta 2018-04-14]. Prieiga per [www.spray.com](http://www.spray.com).

19. SPRUOGIS, Bronislovas. *Krovos darbu mašinos. Konvejeriai*. Vilnius: Technika, 2012 (21 p.). eISBN 978-609-457-242-5.
20. ŽIEDELIS, Stanislovas. *Hidraulinės ir pneumatinės sistemos*. Kaunas: Technologija, 2011 (5 p.). ISBN 978-9955-25-624-3.
21. Solidworks Flow Simulation 2012. Technical Reference. –Solidworks Corporation, 2012
22. EITUTIS, Andrius. *Eksperimentinė mechanika*. Kaunas: Technologija, 1998. ISBN 9986-13-X.
23. *Cambridge Engineered Solutions* (ilustracija) [interaktyvus]. [Žiūrėta 2018-05-17]. Prieiga per <http://cambridge-es.com/products/straight-line-positive-drive-belts/eyelink>
24. VOBOLIS, Jonas. *Technologinis transportas*. Kaunas: Technologija, 2001 (73 – 79 p). ISBN 9986-13-968-6
25. *SEW Eurodrive* variklių katalogas [interaktyvus]. [Žiūrėta 2018 05 27]. Prieiga per [download.sew-eurodrive.com/download/pdf/16795202.pdf](http://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/16795202.pdf)
26. Teisės aktų registras. *Lietuvos higienos norma HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“* 2011 m. rugsėjo 1 d. Nr. V-824/A1-389 [interaktyvus]. [Žiūrėta 2018-05-12]. Prieiga per <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.8012ED3EA143>
27. *Continental Fan* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2018-05-26]. Prieiga per <https://continentalfan.com/e-catalog/oem/iris-dampers/>
28. *Plastena* – poliacetalis [interaktyvus]. [Žiūrėta 2018-05-17]. Prieiga per <http://plastena.lt/techniniai-plastikai-pramonei-poliacetalis-pom>

## **PRIEDAI**

### **1 PRIEDAS. Žuvies žaliavos plovimo įrenginio skysčio magistralės schema**



1. Simbolių paaiškinimai:

Č-Čiaupas;


S-Siurblys;

MN-Manometras;

Vi- Vožtuvas, i-vožtuvo nr.

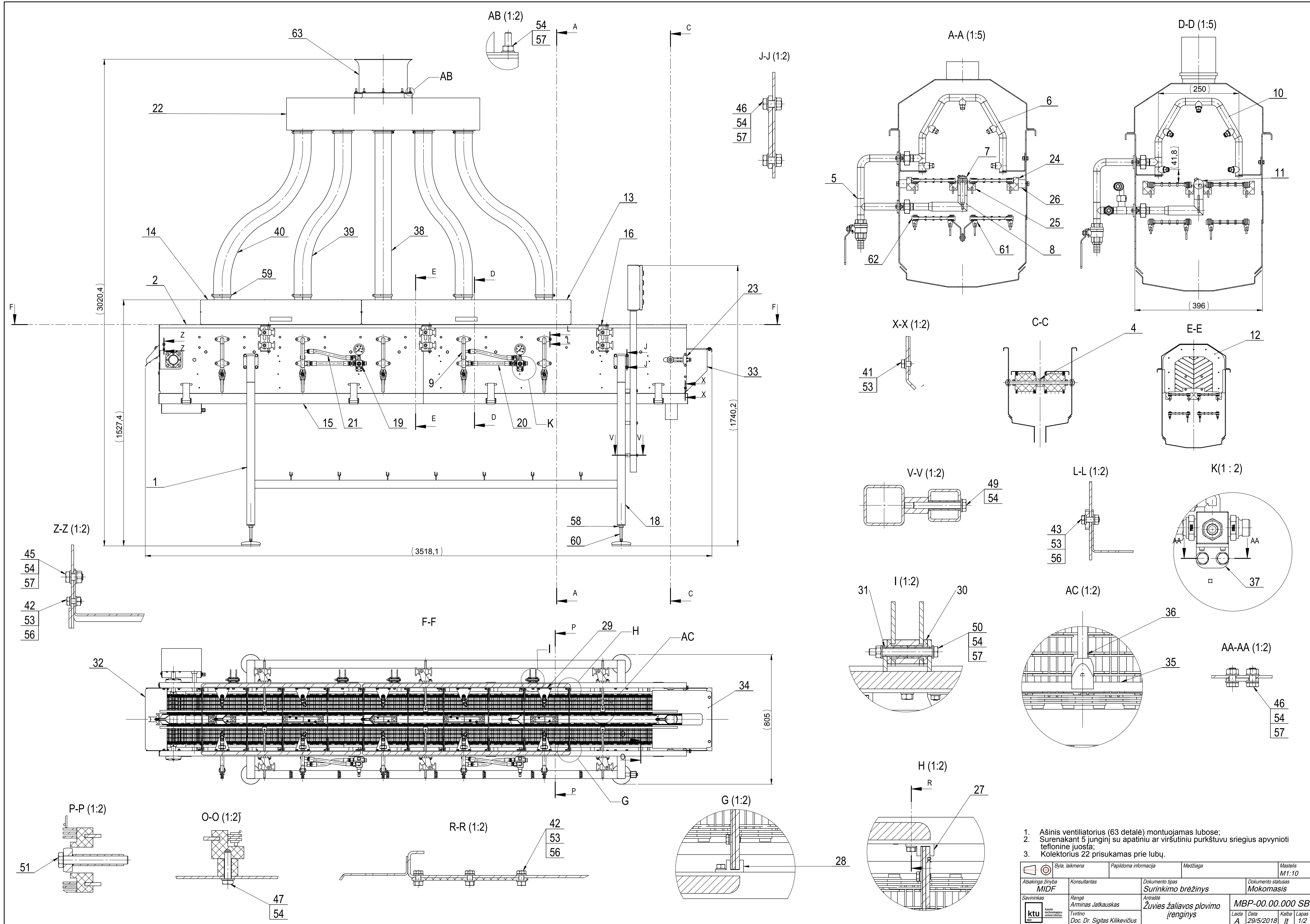
INJ-C ij - Cheminis purkštukas, i - skysčio linijos nr, j - purkštuko nr.

INJ-V ij - Vandens purkštukas, i - skysčio linijos nr, j - purkštuko nr.

Atsakinga žinyba <b>MIDF</b>	Konsultantas	Dokumento tipas <b>Hidraulinė schema</b>	Dokumento statusas <b>Mokomasis</b>			
Savininkas  <small>kauno technologijos universitetas</small> 1922	Rengė <b>Arminas Jatkauskas</b>	Antraštė <b>Žuvies žaliavos plovimo įrenginio skysčio magistralės schema</b>	Žymuo <b>MBP-00.00.000 HS</b>			
	Tvirtino <b>Doc. Dr. Sigitas Kilikevičius</b>		Laida <b>A</b>	Data <b>2018-05-29</b>	Kalba <b>lt.</b>	Lapas <b>1/1</b>

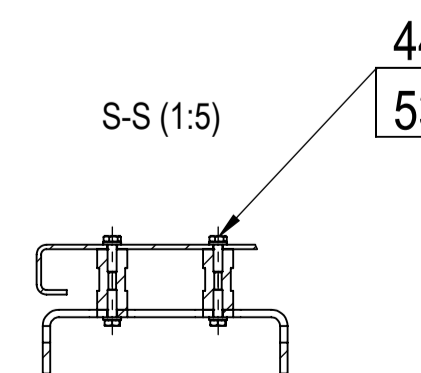
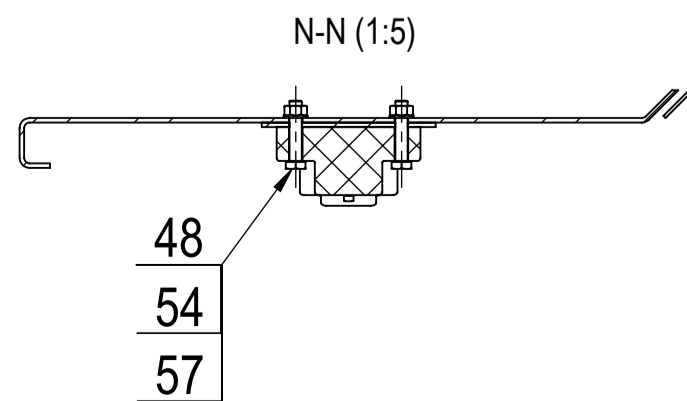
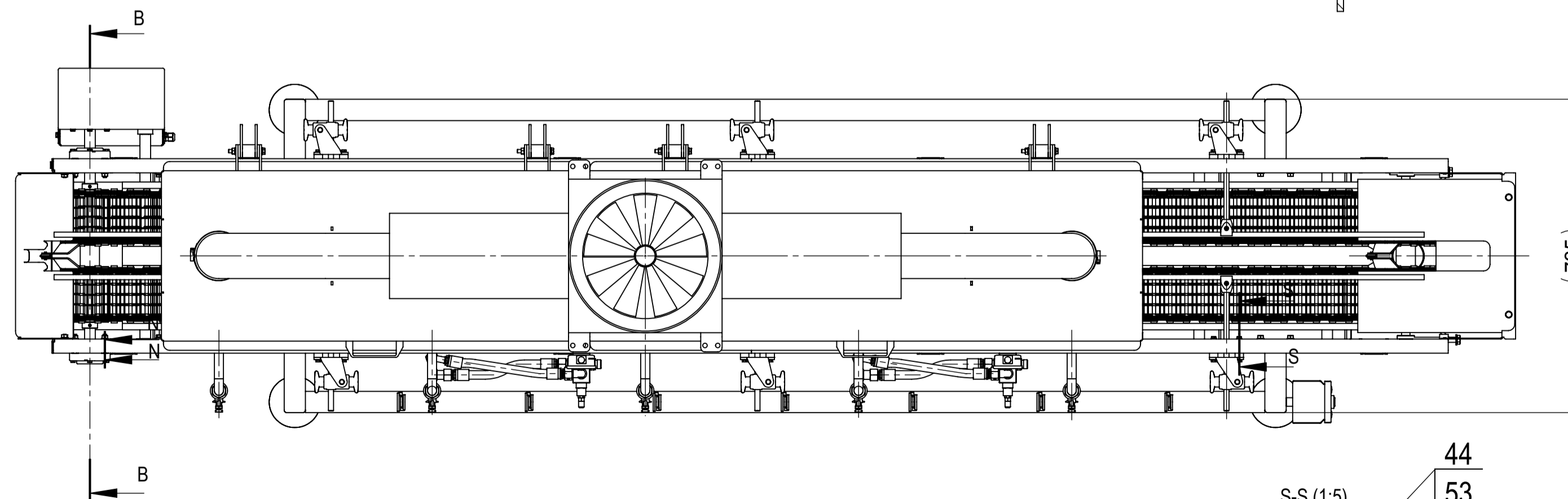
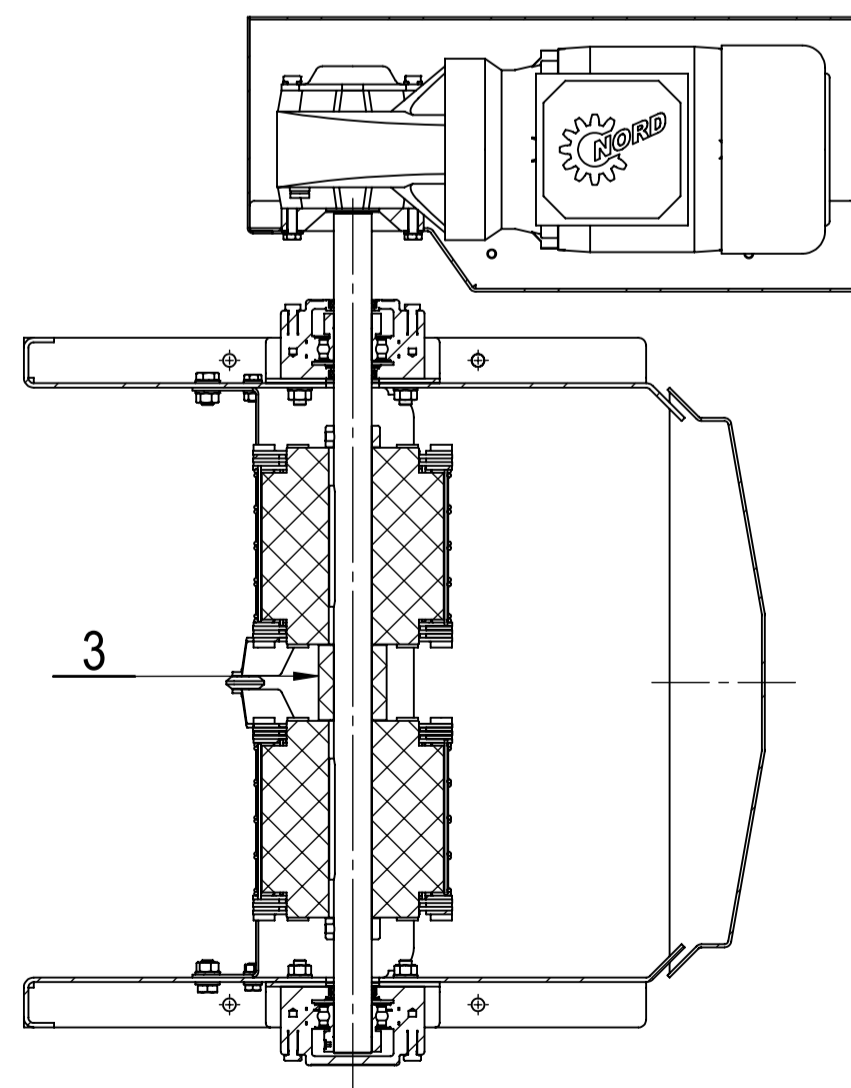
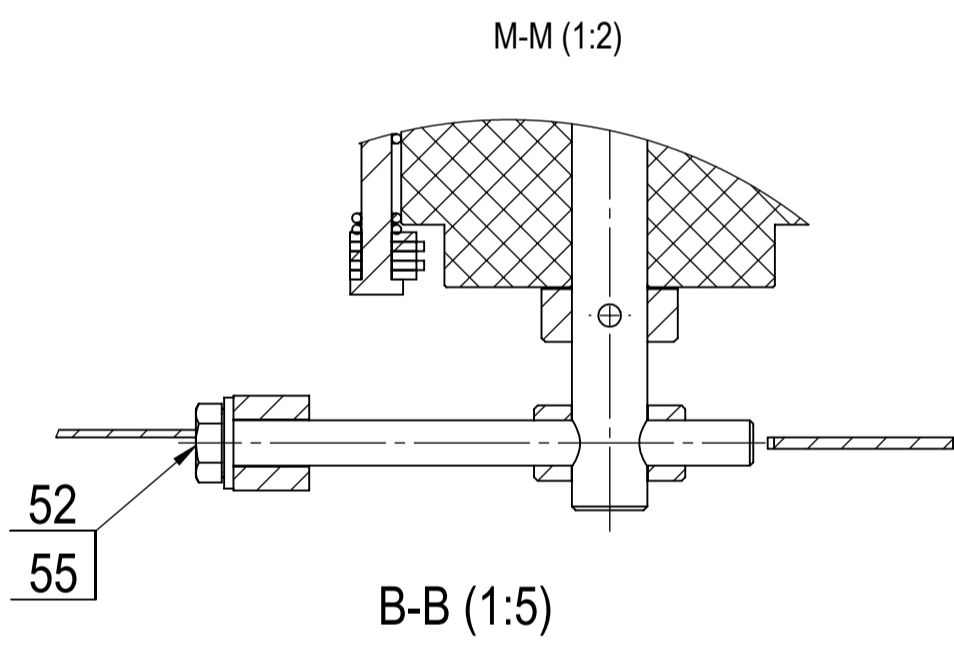
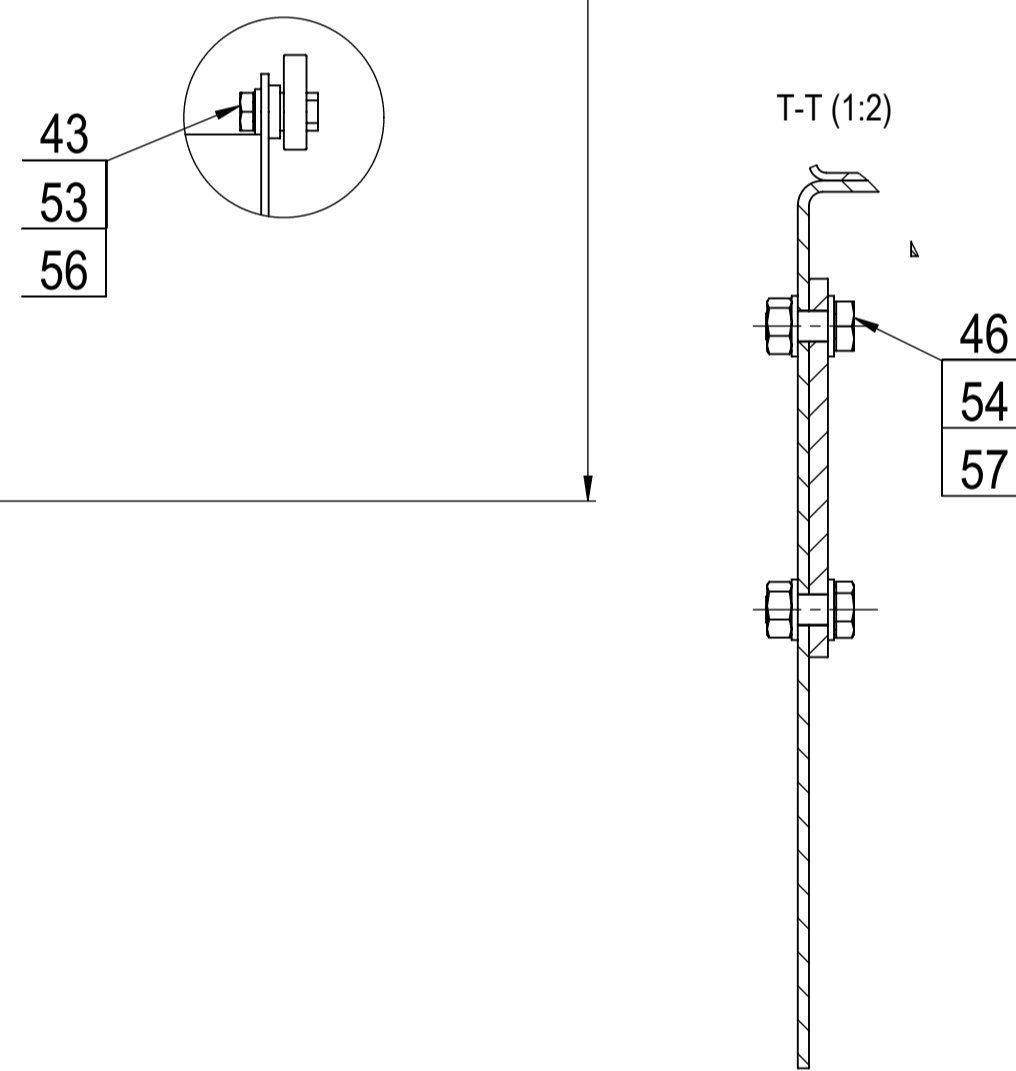
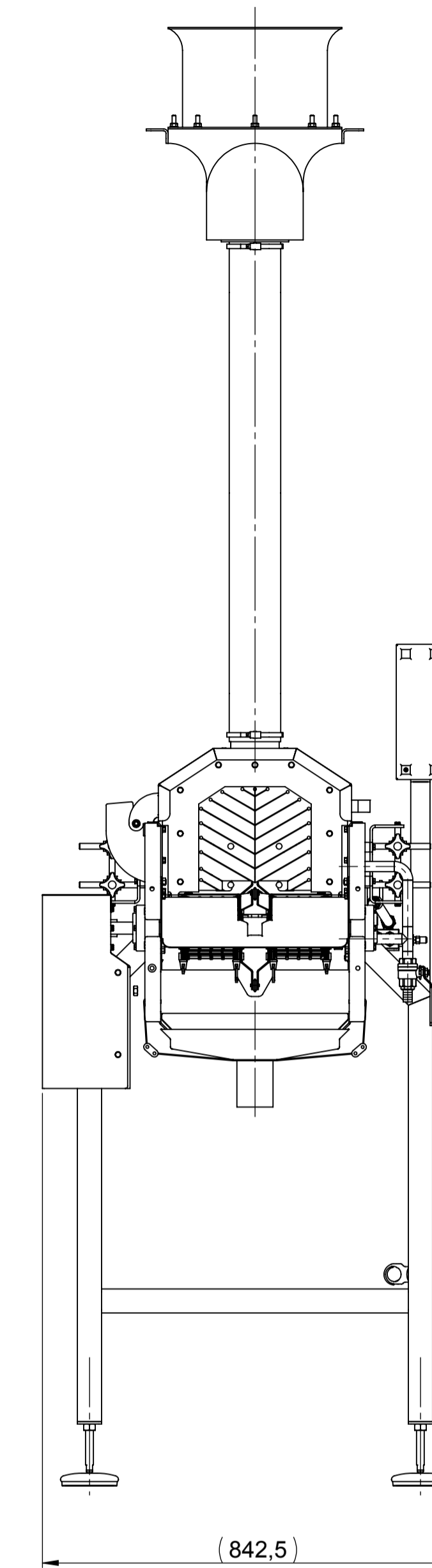
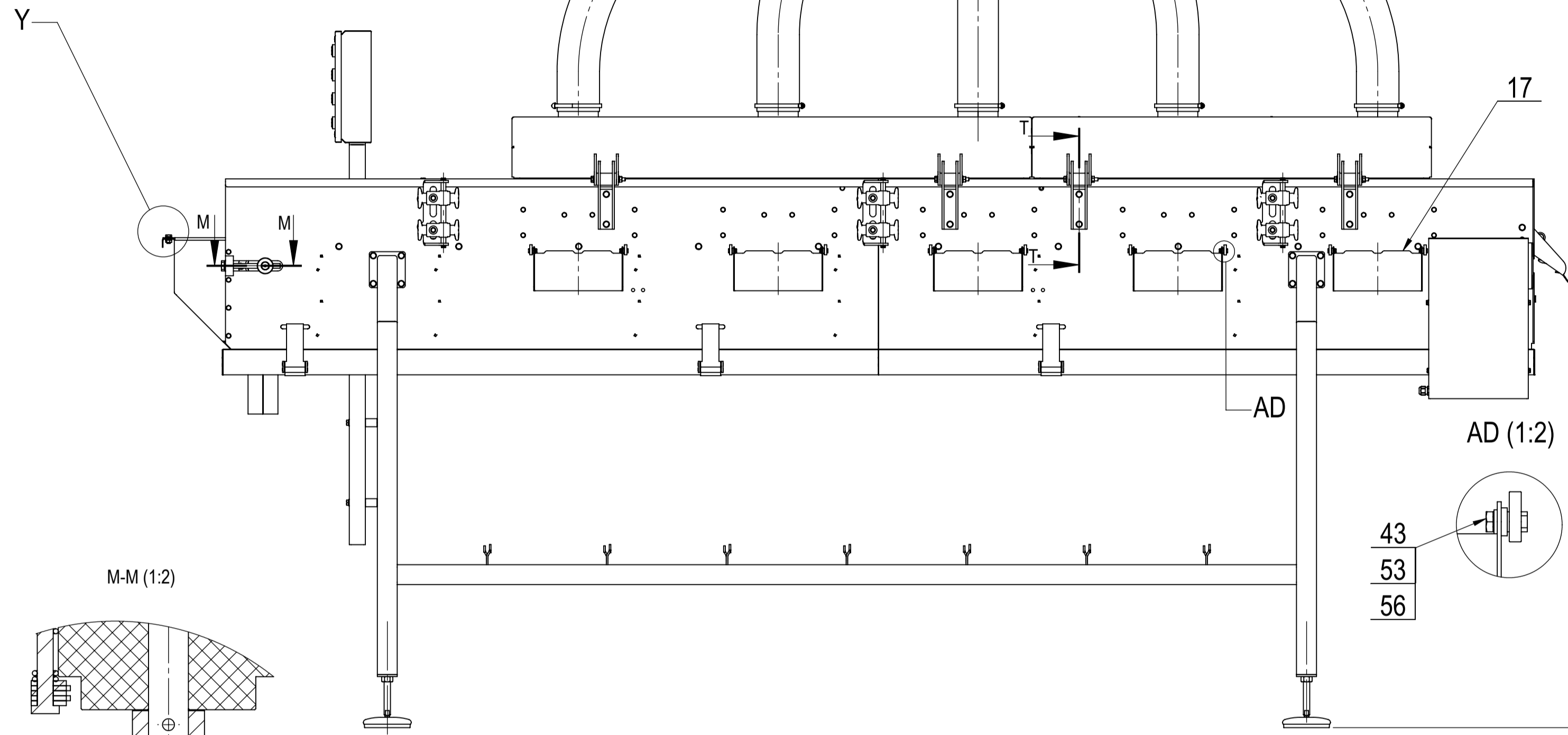
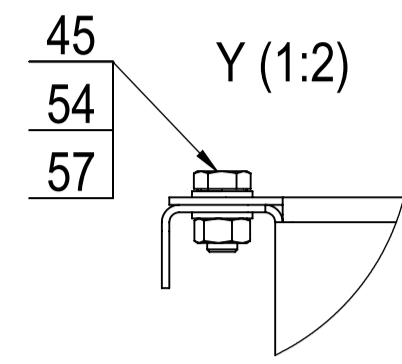
**2 PRIEDAS. Žuvies žaliavos plovimo įrenginio surinkimo brėžinys MBP-00.00.000 SB ir  
detalių sąrašas**






1. Ašinis ventiliatorius (63 detalė) montuojamas lubose;
2. Surenkant 5 junginį su apatiniu ar viršutiniu purkštuvu sriegius apvynioti teflonine juosta;
3. Kolektorius 22 prisukamas prie lubų.

Byla laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga	Mastelis M1:10
Atsakinga žinyba MIDF	Konsultantas	Dokumento tipas Surinkimo brėžinys	Dokumento statusas Mokomasis
Savininkas	Rengė Arminas Jatkauškas	Antraštė Žuvies žaliavos plovimo įrenginys	MBP-00.00.000 SB
ktu	Tvirtino Doc. Dr. Sigitas Kilikevičius	Laida A	Data 29/5/2018 Kalba lt Lapas 1/2




		Byla laikmena		Papildoma informacija		Medžiaga		Mastelis M1:10	
Savininkas		Konsultantas		Dokumento tipas		Dokumento statusas			
Rengė Aminas Jatkauskas		Antraštė Žuvies žaliavos plovimo įrenginys		Surinkimo brėžinys		Mokomas		MBP-00.00.000 SB	
Tvirtino Doc. Dr. Sigitas Kilikevičius		Leida A		Data 29/5/2018		Kalba lt		Lapas 2/2	

FORMATAS	ZONA	POZICIJA	ŽYMĖJIMAS	PAVADINIMAS	SKAIČIUS	PASTABA	
				<u>Dokumentacija</u>			
A1			MBP – 00.00.000 SB	Surinkimo brėžinys			
				<u>Junginiai</u>			
A3	1		MBP - 01.00.000	Karkasas	1		
A3	2		MBP - 02.00.000	Latako rėmas	1		
A3	3		MBP - 03.00.000	Varančioji ašis	1		
A3	4		MBP - 04.00.000	Pasyvioji ašis	1		
A3	5		MBP - 05.00.000	Ch. Padavimo šoninė magistralė	3		
A3	6		MBP - 06.00.000	Viršutinis chemikalų purkštuvas	3		
A3	7		MBP – 07.00.000	Apatinis chemikalų purkštuvas	3		
A4	8		MBP – 08.00.000	Apatinių purkštuvų magistralė	5		
A3	9		MBP – 09.00.000	V. Padavimo šoninė magistralė	2		
A3	10		MBP – 10.00.000	Viršutinis vandens purkštuvas	2		
A3	11		MBP – 11.00.000	Apatinis vandens purkštuvas	2		
A4	12		MBP – 12.00.000	Kamerų atskyrimo plokštė	10		
A4	13		MBP – 13.00.000	Ilgesnis įrenginio dangtis	1		
A4	14		MBP – 14.00.000	Trumpesnis įrenginio dangtis	1		
A3	15		MBP – 15.00.000	Atliekų vonia	1		
A4	16		MBP – 16.00.000	Kreipiančiųjų reguliatorius	6		
A4	17		MBP – 17.00.000	Langinė	5		
A4	18		MBP – 18.00.000	Pultas	1		
A3	19		MBP – 19.00.000	Vožtuvas V0700 VMP	2		
A4	20		MBP – 20.00.000	Žarna presuotais tiesiais antgaliais	2		
A4	21		MBP – 21.00.000	Žarna presuotais kampiniais antgaliais	2		
A3	22		MBP – 22.00.000	Kolektorius	1		
Atsakinga žinyba <b>MIDF</b>		Konsultantas		Dokumento tipas <b>Detalių sąrašas</b>		Dokumento statusas <b>Mokomasis</b>	
Organizacija  <small>kauno technologijos universitetas</small>		Rengė A. Jatkauskas Tvirtino Doc. Dr. S. Kilikevičius		Antraštė <b>Žuvies žaliavos plovimo įrenginys</b>		MBP-00.00.000	
				Laida A	Data 2018-05-29	Kalba lt.	Lapas 1/3

FORMATAS	ZONA	POZICIJA	ŽYMĖJIMAS	PAVADINIMAS	SKAIČIUS	PASTABA
				<u>Detalės</u>		
A4		23	MBP – 00.00.001	Tempimo varžto atrama	2	
A3		24	MBP – 00.00.002	Šoninis kreipiklis	2	
A3		25	MBP – 00.00.003	Vidurinis kreipiklis	1	
A4		26	MBP – 00.00.004	Kreipiklio distancinė įvorė	20	
A3		27	MBP – 00.00.005	D.p. kamerų atskyrimo plokštės laikiklis	10	
A3		28	MBP – 00.00.006	K.p. kamerų atskyrimo plokštės laikiklis	10	
A4		29	MBP - 00.00.007	Viršutinio purkštuvo laikiklis	10	
A4		30	MBP - 00.00.008	Įpresuojama slydimų įvorė	8	
A4		31	MBP - 00.00.009	Vyrų įvorė	4	
A4		32	MBP - 00.00.010	Galinis snapelis	1	
A4		33	MBP - 00.00.011	Transporterio nugarėlė	1	
A4		34	MBP – 00.00.012	Padėklas	1	
A4		35	MBP – 00.00.013	Kreipiantis strypas	4	
A4		36	MBP – 00.00.014	Horizontalus strypo laikiklis	12	
A4		37	MBP – 00.00.015	Vožtuvo laikiklis	2	
A4		38	MBP – 00.00.016	Vidurinė kolektoriaus žarna	1	NETTUNO PU FF
A4		39	MBP – 00.00.017	Tarpinė kolektoriaus žarna	1	NETTUNO PU FF
A4		40	MBP – 00.00.018	Kraštinė kolektoriaus žarna	1	NETTUNO PU FF
				<u>Standartiniai gaminiai</u>		
				<u>Varžtai</u>		
		41		M6x8 DIN 933 - A4	8	
		42		M6x14 DIN 933 - A4	62	
		43		M6x18 DIN933	20	
Organizacija				<b>MBP-00.00.000 SB</b>		Lapas 2/3
 ktu 1922 kauno technologijos universitetas						



FORMATAS	ZONA	POZICIJA	ŽYMĖJIMAS	PAVADINIMAS	SKAIČIUS	PASTABA
		44		M6x20 DIN 933 - A4	40	
		45		M8x16 DIN 933 - A4	4	
		46		M8x18 DIN 933 - A4	28	
		47		M8x35 DIN 933 - A4	20	
		48		M8x40 DIN 933 - A4	8	
		49		M8x60 DIN 933 - A4	3	
		50		M8x80 DIN 933 - A4	4	
		51		M10x80 DIN 933 - A4	10	
		52		M12x140 DIN 933 - A4	2	
				<i>Poveržlės</i>		
		53		6 DIN125 - A4	236	
		54		8 DIN125 - A4	92	
		55		12 DIN125 - A4	2	
				<i>Veržlės</i>		
		56		M6 DIN 934 - A4	93	
		57		M8 DIN 934 - A4	44	
		58		M16 DIN 934 - A	4	
		59		Sąvarža DIN 3017	8	D100-120
				<i><u>Pirkiniai</u></i>		
		60		Kojelė L - 0109 - 83564	4	TECOM
		61		Slydimo profilis S0634	4	Rexnord
		62		Juosta DL-LK 24-38,1-2,5-8	1	ATM Machinery
		63		Ventiliatorius HC-400-9-960	1	AirAP
Organizacija				MBP-00.00.000 SB		Lapas 3/3
 ktu 1922 kauno technologijos universitetas						