



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemos projektavimas ir diegimas

Baigiamasis magistro projektas

Vilmantas Dargis
Projekto autorius

Doc. Inga Skiedraitė
Vadovė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemos projektavimas ir diegimas

Baigiamasis magistro projektas
Gamybos inžinerija (6211EX015)

Vilmantas Dargis

Projekto autorius

Doc. Inga Skiedraitė

Vadovė

Prof. Alvydas Kondratas

Recenzentas

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Vilmantas Dargis

Įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemos projektavimas ir diegimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdamas kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasis Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs;
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalintas iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Vilmantas Dargis

Patvirtinta elektroniniu būdu



Kaunas technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Baigiamojo magistro projekto užduotis

Studentui – Vilmantui Dargiui

1. Projekto tema –

Įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemos projektavimas ir diegimas

(Lietuviškai)

Design and Implementation of a System for Sorting Coins of Various Currencies

(Angliškai)

2. Tyrimo hipotezė –

Sumaišytos įvairių valiutų monetos vertės nepraranda.

3. Projekto tikslas ir uždaviniai –

Tikslas: padidinti skirtingų valiutų monetų rūšiavimo darbo našumą sukuriant tam skirtą mechaninę įrangą.

Uždaviniai:

1. apžvelgti egzistuojančius monetų rūšiavimo metodus ir įrenginius;
2. suprojektuoti įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemą;
3. įdiegti suprojektuotą monetų rūšiavimo sistemą bei atlikti eksperimentinį sistemos vertinimą;
4. atlikti ekonominį įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemos įvertinimą.

4. Pradiniai projekto duomenys –

Įvairių monetų skersmenys.

5. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos –

Projektavimui naudojama „Solidworks 2020“ kompiuterinė programa. Įrenginys projektuojamas laikantis ISO 9001:2015 standarto.

Projekto autorius	Vilmantas Dargis <i>(Vardas, Pavardė)</i>	<i>(Parašas)</i>	2021-10-04 <i>(Data)</i>
Vadovė	Inga Skiedraitė <i>(Vardas, Pavardė)</i>	<i>(Parašas)</i>	2021-10-04 <i>(Data)</i>
Krypties studijų programų vadovė	Regita Bendikienė <i>(Vardas, Pavardė)</i>	<i>(Parašas)</i>	2021-10-04 <i>(Data)</i>

Vilmantas Dargis. Įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemos projektavimas ir diegimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. Inga Skiedraitė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Gamybos inžinerija (E10), Inžinerijos mokslai (E).

Reikšminiai žodžiai: monetos, rūšiavimas, monetų rūšiavimas, skirstymas, skirtingos valiutos, rūšiavimo įrenginys, skirstymo įranga.

Kaunas, 2023. 47 p.

Santrauka

Baigiamajame magistriniame darbe atliekamas įvairių valiutų bei nominalų monetų rūšiavimo įrenginio projektavimas bei diegimas. Šis įrenginys padeda sumažinti reikalingo darbo sąnaudas, kurių reikalauja skirtingų valiutų bei nominalų mišinio monetų atskyrimas. Tokie monetų mišiniai daugiausia randami įvairiose populiarių vietų aukų dėžutėse, „laimės fontanuose“, keityklose bei kitose vietose, kur lankosi daug turistų. Suprojektuotas rotacinis išcentrinis įvairių monetų rūšiavimo įrenginys kurį sudaro dvi esminės dalys. Pirmoji – tai viršutinio sieto junginys, kuriame monetos išrūšiuojamos į 6 dalis. Po to monetos nukreipiamuoju vamzdžiu patenka į antrąją esminę rūšiavimo įrenginio dalį – apatinio sieto junginį, kur monetos išskirstomos į kitas 8 dalis. Abi esminės dalys turi savo rėmus ir gali veikti atskirai, nepriklausomai viena nuo kitos. Viso rotacinis monetų rūšiavimo įrenginys įvairių monetų mišinį pagal tų monetų skersmenis išskirsto į 14 atskirų skyrių. Įrenginio kaina – 3200 €. Atlikus eksperimentinį vertinimą nustatyta, jog įrenginys savo funkciją atlieka ir monetas išskirsto į 14 numatytų dalių. Įrenginys įdiegtas monetų rūšiavimu bei jų pardavimu užsiimančioje įmonėje. Įmonėje įrenginys suderintas ir naudojamas kartu su iki tol įmonės veikloje naudotu magnetinių monetų rūšiavimo transporteriu, kuris padeda atskirti magnetines monetas nuo nemagnetinių. Įdiegtas rotacinis monetų rūšiavimo įrenginys leidžia pakeisti iki tol įmonės veikloje taikytą monetų rūšiavimo technologiją. Po to, kai visos monetos išrūšiuojamos įrenginiais, kiekvienos pagal skersmenį atskirtos monetų grupės monetos išrūšiuojamos žmogaus. Galutinis monetų rūšiavimas atliekamas vienu etapu. Baigtinis rezultatas – atskiros monetų grupės, kuriose monetos išrūšiuotos pagal jų kilmę, nominalią vertę, gamybos metus bei kitus parametrus. Toks monetų rūšiavimo principo įdiegimas sutaupo vieno žmogaus darbo indėlį įmonėje pilną darbo dieną, tad skaičiuotina, jog pagamintas įrenginys įmonei atsiperka per apytiksliai 3 mėn. Taip pat numatytos saugos darbo su įrenginiu taisyklės, su kuriomis turi būti supažindintinas kiekvienas su įrenginiu dirbantis darbuotojas.

Dargis, Vilmantas. Design and Implementation of a System for Sorting Coins of Various Currencies. Master's Final Degree Project / supervisor Assoc. Prof. Inga Skiedraitė; Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.
Study field and area (study field group): Production and Manufacturing Engineering (E10), Engineering Sciences (E).

Keywords: coins, sorting, coin sorting, separation, different currencies, sorting machine, sorting equipment.

Kaunas, 2023. 47 p.

Summary

The final master thesis involves the design and implementation of a coin sorting device for different currencies and denominations. This device helps to reduce the labour required for the separation of coins of different currencies and denominations. Such mixtures of coins are mainly found in various donation boxes in popular places, "fountains of fortune", exchange offices and other places frequented by tourists. A rotary centrifugal sorting device for the sorting of different coins has been designed, consisting of two essential parts. The first is the upper screen assembly, where the coins are sorted into 6 parts. The coins are then fed through a diverting tube into the second essential part of the sorting unit, the lower sieve assembly, where the coins are sorted into 8 other parts. Both essential parts have their own frames and can operate independently of each other. In total, the rotary coin sorter separates the mixture of different coins into 14 separate compartments according to the diameters of these coins. The price of the unit is 3200 €. The experimental evaluation has shown that the device fulfils its function and separates the coins into the 14 intended sections. The device has been installed in a company involved in the sorting and sale of coins. The device is combined and used in the company together with a magnetic coin sorting conveyor, previously used in the company, which helps to separate magnetic coins from non-magnetic coins. The introduction of the rotary coin sorter makes it possible to replace the coin sorting technology previously used in the company's operations. After all the coins have been sorted by the machines, the coins of each group separated by diameter are sorted by a human being. The final sorting of the coins is carried out in one step. The result is a series of individual coin groups in which the coins are sorted according to their origin, nominal value, year of production and other parameters. This implementation of the coin sorting principle saves the full-time labour input of one person in the company, so that it can be estimated that the produced device pays for itself in approximately 3 months. There are also safety rules for working with the machine, which must be communicated to every employee who works with the machine.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Įvadas.....	10
1. Monetų rūšiavimo įrenginių ir metodų apžvalga	12
1.1. Monetų rūšiavimo įrenginių tipai	12
1.2. Mechaninio monetų rūšiavimo įrenginiai.....	12
1.3. Monetų rūšiavimas vaizdų apdorojimo sistemomis	16
1.4. Monetų rūšiavimas elektromagnetinio metodo sistemomis	20
2. Monetų rūšiavimo sistemos projektavimas.....	21
3. Monetų rūšiavimo sistemos diegimas	30
3.1. Monetų rūšiavimo įrenginio suderinamumas su esama įranga.....	30
3.2. Įrangos išdėstymas.....	32
3.3. Monetų rūšiavimo įrenginio bandymas	33
3.3.1. Pirmasis eksperimentinis bandymas.....	33
3.3.2. Antrasis eksperimentinis bandymas bei rezultatų palyginimas.....	36
4. Ekonominė dalis.....	39
4.1. Monetų rūšiavimo įrenginio kaina.....	39
4.2. Įvairių monetų rūšiavimo įrenginio atsiperkamumas	41
5. Darbo su įvairių monetų rūšiavimo įrenginių sauga.....	43
6. Papildomos pastabos, patarimai ir išvalgos.....	44
Išvados	45
Literatūros sąrašas	46
Priedai.....	48
1 priedas. Įvairių monetų rūšiavimo įrenginio brėžinys.....	48

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Leistini monetų skersmenys skirtinguose skyriuose	34
2 lentelė. Įvairių nemagnetinių monetų pasiskirstymas pirmojo bandymo metu	35
3 lentelė. Įvairių nemagnetinių monetų pasiskirstymas antrojo bandymo metu.....	37
4 lentelė. Lakštinio plieno AISI 304 išeiga ir orientacinė kaina monetų rūšiavimo įrenginio gamybai	39
5 lentelė. Profilinio plieno AISI 304 išeiga ir orientacinė kaina monetų rūšiavimo įrenginio gamybai	40
6 lentelė. Atskirų komponentų orientacinė sąmata	40
7 lentelė. Orientacinė įvairių monetų rūšiavimo įrenginio sąmata	41

Paveikslų sąrašas

1 pav. Monetų rūšiavimo įrenginio konstrukcija [adaptuota pagal 18]	12
2 pav. Monetų rūšiavimo įrenginys [3]	13
3 pav. Vibracinis (kairėje) ir išcentrinis (dešinėje) monetų rūšiavimo įrenginiai [8]	14
4 pav. Rotacinis monetų rūšiavimo įrenginys [8]	14
5 pav. Dvigubo Archimedo sraigto monetų rūšiavimo įrenginys [11]	15
6 pav. Dvigubo Archimedo sraigto monetų rūšiavimo įrenginio sandara [adaptuota pagal 11].....	16
7 pav. Monetų rūšiavimo ir skaičiavimo įrenginys [12]	17
8 pav. Elektrinė monetų skaičiavimo sistema [12]	17
9 pav. Funkcijos išgavimo procesas naudojant SIFT [adaptuota pagal 12].....	18
10 pav. Monetų pavyzdžiai [14]	19
11 pav. Skirtingų monetų induktyvumo vertės ir fazių skirtumas [adaptuota pagal 17].....	20
12 pav. Bendras suprojektuoto monetų rūšiavimo įrenginio vaizdas	21
13 pav. Viršutinis sietas	22
14 pav. Apatinis sietas	22
15 pav. Viršutinio sieto junginys	23
16 pav. Viršutinio ir apatinio rėmų junginys	23
17 pav. Viršutinis rėmas.....	24
18 pav. Apatinis rėmas.....	24
19 pav. Kampo reguliavimo junginys	25
20 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas pirmoje kampo reguliavimo padėtyje	25
21 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas antroje kampo reguliavimo padėtyje.....	26
22 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas trečioje kampo reguliavimo padėtyje.....	26
23 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas pirmoje kampo reguliavimo padėtyje	26
24 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas penktoje kampo reguliavimo padėtyje	27
25 pav. Rūšiavimo stalčiai	27
26 pav. Stalčiai ir jų pertvarų plokštės	28
27 pav. Užpylimo aikštelė ir piltuvas.....	28
28 pav. Perpylimo vamzdis	29
29 pav. Magnetinių monetų rūšiavimo transporteris	30
30 pav. Magnetinių monetų rūšiavimo transporteris	30
31 pav. Magnetiniame juostiniame transporterio pritvirtinti magnetai.....	31
32 pav. Magnetinis juostinis transporteris pakeltoje padėtyje	31
33 pav. Magnetinis juostinis transporteris pakeltoje padėtyje	32
34 pav. Realus monetų rūšiavimo įrangos išdėstymas.....	32
35 pav. Monetų mišinys supakuotas plastikiniame maiše	33
36 pav. Atsitiktinių monetų skersmenys skirtinguose skyriuose	34
37 pav. Monetų pasiskirstymas pagal masę ir kiekį pirmojo bandymo metu	36
38 pav. Monetų pasiskirstymas skirtinguose skyriuose pirmojo ir antrojo bandymo metu.....	38
39 pav. Žmogaus išrūšiuotos monetos	42
40 pav. Naudojamas darbo saugos ženklavimas [23].....	43
41 pav. Užstrigusios monetos ir papildomos sieto briaunos	44

Įvadas

Senovėje už prekes ar paslaugas žmonės atsiskaitydavo panašios vertės daiktais ar paslaugomis. Tačiau šis atsiskaitymo būdas nebuvo itin patogus, nes pirmasis tokio sandorio dalyvis, kuris nori iškeisti savo turimą prekę, turėjo ne tik rasti kitą žmogų, kuris turės tai, ko reikia pirmajam, bet ir antrajam toks sandoris turi būti naudingas. Pavyzdžiui, jeigu žemdirbys turi daržovių ir nori išsikeisti į odinį apsiaustą, o žmogus, turintis apsiaustą nori ne daržovių, o mėsos, jiems teks ieškoti papildomos sandorio grandies, pavyzdžiui, medžiotojo, kuriam reikia daržovių, o šis gali pasiūlyti mėsos. Net ir užpildžius visą natūrinių mainų grandinę išlieka rizika, jog kažkuri tokių mainų šalis gali likti nepatenkinta, nes nėra aiškios prekių vertės: koks kiekis mėsos atitinka siūlomą odinį apsiaustą, o koks kiekis daržovių atitinka įvertintą mėsos kiekį? Šios problemos pradėtos spręsti tuomet, kai natūriniuose mainuose pradėtos naudoti prekės, kurios turėjo žinomą vertę. Tokiomis prekėmis turėjo būti daiktai, kurie buvo: patvarūs, suskaičiuojami ir padalijami, nesudėtingai iškeičiami bei iš dalies reti. Tokiomis prekėmis tapo bebro kailiai, šilkas, arbata, tabakas, kakavos pupelės, druska, gintaras, sidabras, auksas ar kt. [1,6].

Pinigų samprata ėmė plisti 650 – 600 m. pr. m. e., kai už prekes bei paslaugas imta atsiskaityti iš tauriųjų metalų (aukso ir sidabro) nukaldintomis monetomis. Šios monetos turėjo žinomą vertę, tad prekyba ir mainai tapo daug paprastesni [22]. Bėgant laikui monetos bei jų gamybos technologijos tobulėjo ir monetos tapo tokiomis, kurias esame įpratę matyti šiomis dienomis. Nors dabartinėje modernioje visuomenėje vis populiarėja atsiskaitymas kitomis priemonėmis, tačiau grynieji pinigai išlieka neišvengiama mūsų gyvenimo dalis. Tačiau tai, kas vertinga vienoje aplinkoje, nebūtinai bus vertinga kitoje. Taip yra ir su monetomis. Kiekviena pasaulio valstybė turi savo oficialią valiutą, kuria atsiskaitoma valstybės viduje. Kiekviena iš šių valiutų turi savo vertę, tad net ir to paties nominalo monetos neturi tos pačios reikšmės [21]. Vadinasi, jog 1 Lietuvos euro moneta neturės tos pačios vertės kaip 1 Lenkijos zloto ar 1 JAV dolerio.

Skirtingos valiutos turi savo vertę ir gali būti keičiamos atsižvelgus į valiutos keitimo kursą, tačiau pirmiausia reikia žinoti kiek ir kokio nominalo monetų turima, jog būtų galima žinoti šių monetų sumą ir galutinę vertę. Tai nėra itin sudėtinga, kai monetų kiekis nėra didelis. Tuomet įprasta monetas išrūšiuoti pagal nominalą (1 ct, 2 ct, 5 ct, 10 ct ir t. t.), o vėliau suskaičiuoti šių monetų reikšmes. Taip gaunama galutinė tokių monetų vertė, kurią įvertinus galima atlikti valiutos keitimą. Tokius veiksmus galima atlikti rankų darbu arba naudojant įvairias pagalbines priemones, įrankius ar mašinas. Problema išryškėja, kai norima pakeisti monetas, kurių valiutos yra skirtingos. Įvairių valiutų monetų mišinio vertę nustatyti tampa neįmanoma tol, kol šios monetos nėra išrūšiuotos ne tik pagal nominalią jų vertę, bet ir pagal valiutą [21]. Tai padaryti nėra paprasta, nes pasaulyje egzistuoja tūkstančiai skirtingų monetų, kurios turi skirtingą formą, skersmenį, storį bei medžiagas, tad išskirstyti monetas žmogui tampa itin sudėtinga ir imlu laiko atžvilgiu, o monetų skirstymo mašinos dažnai orientuotos į vienos valiutos monetų rūšiavimą.

Projekto temos pagrindimas. Įvairių valiutų monetų rūšiavimo įrenginio projektavimo ir įdiegimo tema pasirinkta įmonei X pateikus poreikį pagaminti minėtą įrenginį, kuris palengvintų skirtingų monetų rūšiavimo darbą ir pasiūlytų rinkai įrenginį, kuris galėtų išskirstyti įvairias monetas, į skirtingas monetų grupes, nepriklausomai nuo šių monetų kilmės.

Darbo tikslas ir uždaviniai. Baigiamojo magistrinio darbo tikslas – padidinti skirtingų valiutų monetų rūšiavimo darbo našumą sukuriant tam skirtą mechaninę įrangą, kuri sumažintų žmogaus darbo laiką skirstant skirtingas monetas. Uždaviniai:

1. apžvelgti egzistuojančius monetų rūšiavimo metodus ir įrenginius;
2. suprojektuoti įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemą;
3. įdiegti suprojektuotą monetų rūšiavimo sistemą bei atlikti eksperimentinį sistemos vertinimą;
4. atlikti ekonominį įvairių valiutų monetų rūšiavimo sistemos įvertinimą.

Tikslų ir uždavinių įgyvendinimo etapai. Pirmiausia atliekama egzistuojančių monetų rūšiavimo įrenginių apžvalga bei su monetų rūšiavimu susijusios literatūros analizė. Tuomet atliekamas monetų rūšiavimo įrenginio projektavimas. Vėliau atliekamas suprojektuotos sistemos diegimas bei tokios įrangos vertinimas.

Projekto objektas. Projekto objektas – įvairių valiutų monetų mišinys. Projektuojamas gaminys – įranga, skirta palengvinti ir paspartinti sumaišytų monetų išrūšiavimo darbą.

Projekto problema. Sumaišytos skirtingų valiutų ir nominalų monetos nebeturi aiškios vertės.

Problemos sprendinio aktualumas. Įvairių monetų rūšiavimo sistema leistų lengviau bei našiau atlikti skirtingų monetų rūšiavimo darbą. Išrūšiuotos monetas tuomet gali būti gražinamos į apyvartą su pradine savo verte, parduodamos kaip kolekcinės prekės ar žaliava meno projektams.

1. Monetų rūšiavimo įrenginių ir metodų apžvalga

1.1. Monetų rūšiavimo įrenginių tipai

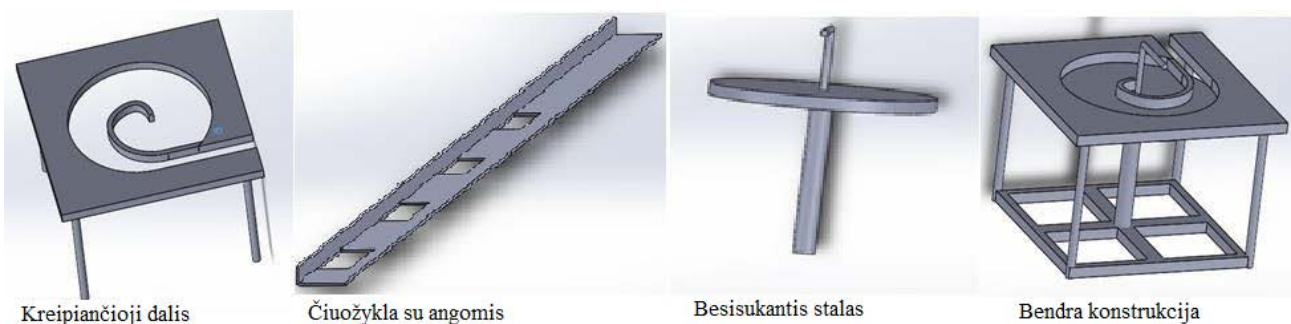
Monetų rūšiavimo įrenginys, tai įrenginys, kuris išskirsto monetas į tam tikras grupes [12]. Rinkoje naudojami skirtingų tipų įrenginiai, kurie skiriasi savo veikimo principu [3,7,15,16]:

- 1) mechaninio metodo sistemos;
- 2) vaizdų apdorojimo sistemos;
- 3) elektromagnetinio metodo sistemos.

Rūšiavimo sistemos pagrįstos mechaninio skirstymo principu monetas į skirtingas grupes atskiria pagal jų fizinius parametrus, tokius kaip monetas skersmuo, storis, masė, magnetiškumas. Vaizdų apdorojimo sistemos veikia nuskaitydamos monetą ir programuojamu loginiu valdikliu palygindamos jos atvaizdo struktūrą su žinomo vaizdo duomenimis duomenų bazėje, taip priskirdamos turimą monetą vienai iš nurodytų grupių. Elektromagnetinio metodo sistemos išskiria tuo, jog gali be monetas nuskaitymo ar tiesioginio kontakto išrūšiuoti monetas pagal medžiagas, iš kurių jos yra pagamintos. Tokiose sistemoje monetas yra praleidžiamos pro tam tikru dažniu kintamos elektros srovės ritę, taip, priklausomai nuo sudėtinių medžiagų, pakeisdamos tekančios srovės amplitudę ir dažnio kryptį.

1.2. Mechaninio monetų rūšiavimo įrenginiai

Įprasti monetų rūšiavimo įrenginiai yra skirti tam tikrai rinkai (šaliai) ir yra pritaikyti tam tikrai valiutai. Tokiu atveju monetas yra suskirstomos pagal jų nominalias vertes [12]. Tokie įrenginiai yra paprasti bei nebrangūs, todėl gana populiarūs transporto sektoriuje, mažmeninėse parduotuvėse ar šventyklose, kur apyvartoje naudojami įvairaus nominalo gryniesi pinigai [18]. 2021 m. A. Paramasivam'as ir kt. sukūrė mechaninį monetų rūšiavimo įrenginį, skirtą išrūšiuoti Indijos rupijų monetas, kurių nominalios vertės yra 1 ₹, 2 ₹, 5 ₹ ir 10 ₹. Įrenginį sudaro monetų išlygiavimo ir rūšiavimo dalys (žr. 1 pav.).

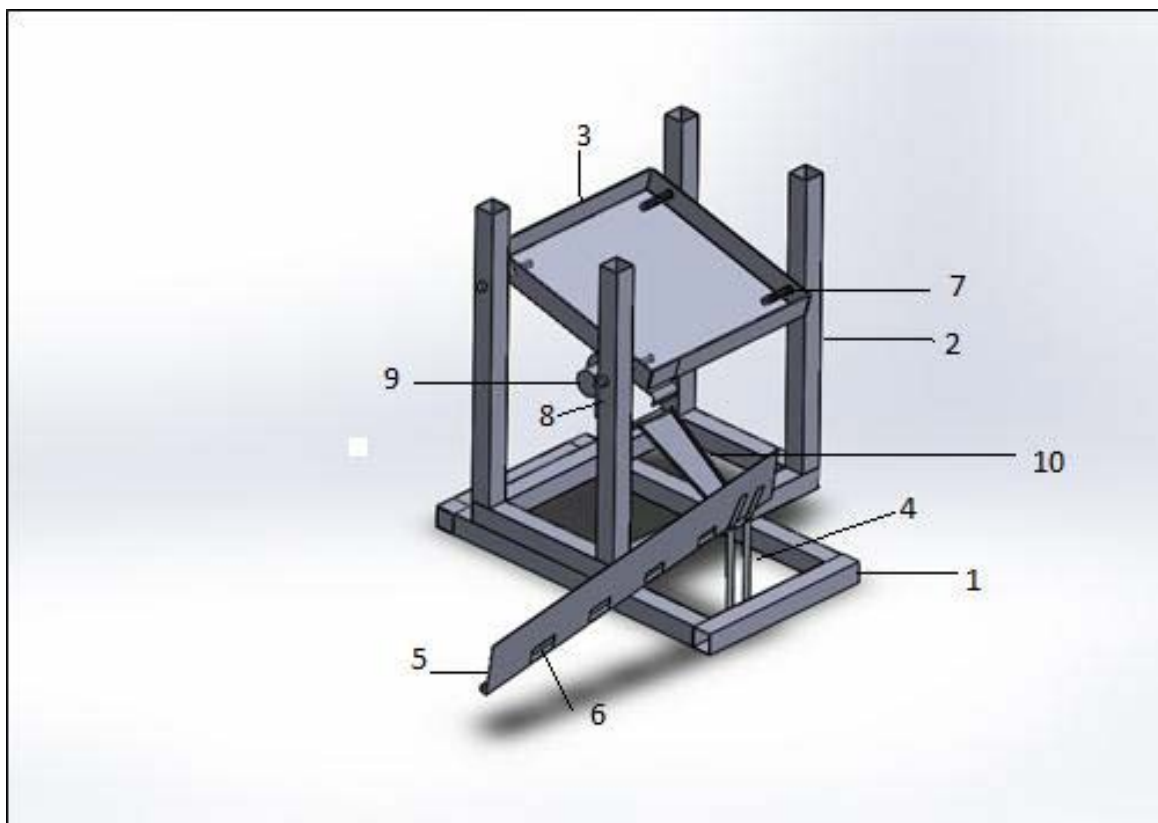


1 pav. Monetų rūšiavimo įrenginio konstrukcija [adaptuota pagal 18]

Sumaišytos rupijų monetas suberiamos ant besisukančio stalo [18]. Stalui besisukant kreipiančioji dalis išlygiuoja monetas į vieną liniją ir nukreipia jas čiuožyklos link. Čiuožykla įmontuota su 20° nuolydžiu stalo atžvilgiu. Čiuožyklos juostoje išpjautos atitinkamai didėjančios angos, kurių plotis ir ilgis priklauso nuo rūšiuojamų monetų skersmens, paliekant 0,06 – 0,53 mm laisvumą skersmens atžvilgiu. Monetas slysta rūšiavimo juosta ir iškrenta pro tai monetai pritaikytą angą. Toks įrenginys gali būti pritaikytas bet kokios valiutos monetoms keičiant rūšiavimo juostą su angomis, pritaikytomis pagal rūšiuojamos valiutos monetas.

Įrenginio trūkumai – subėrus didesnę kiekį monetų jos gali sukristi keliais sluoksniais, tad bečiuožiant rūšiavimo juosta viršuje esanti moneta gali pateikti į didesnio diametro monetų skyrių.

Kitą mechaninio monetų rūšiavimo įrenginį 2020 m. sukūrė A. Dabhade'as ir kt. [3]. Šis įrenginys yra pigesnis nei vaizdų apdorojimo tipo monetų skirstymo įrenginiai, todėl turi didesnę paklausą Indijos rinkoje. Mechaninis monetų rūšiavimo įrenginys pateiktas 2 pav.



2 pav. Monetų rūšiavimo įrenginys [3]

Šis mechaninis monetų rūšiavimo įrenginys sudarytas iš 10 dalių [3]:

- 1) pagrindinis rėmas;
- 2) monetų lovio laikantysis rėmas;
- 3) monetų lovytis;
- 4) monetų rūšiavimo dalies atraminė juosta;
- 5) monetų rūšiavimo juosta;
- 6) monetų kreipiančioji juosta;
- 7) varžtai;
- 8) prispaudėjas;
- 9) vibracinis variklis;
- 10) skardinė monetų kreipiančioji.

Kaip ir pirmajame įrenginyje, monetų rūšiavimas vyksta rūšiavimo juosta, kurioje suformuotos angos pagal rūšiuojamų monetų skersmenis. Tačiau monetų padavimas vyksta ne besisukančiu stalu, o vibraciniu varikliu. Į monetų lovį supiltos monetos dėl gravitacijos ir veikiančios vibracijos keliauja lovyje esančios skylės link ir krenta ant skarinės monetų kreipiančiosios, kuria slysta ant rūšiavimo juostos ir kiekviena moneta iškrenta pro juostoje esančias skylės.

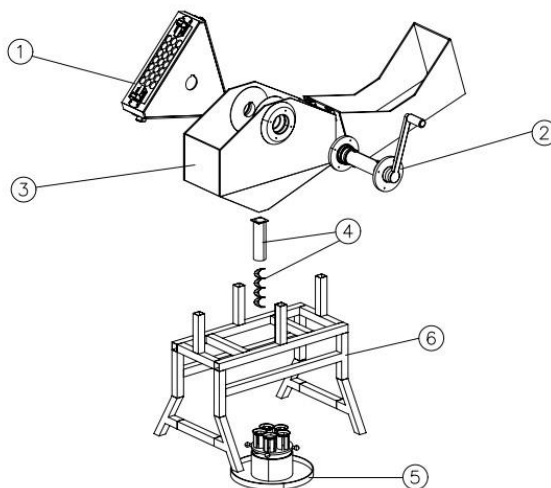
Šis įrenginys turi panašius trūkumus kaip ir prieš tai apžvelgtas įrenginys. Vienu metu pro monetų lovio skylę iškritus keletui monetų ant rūšiavimo juostos monetos gali patekti keliais sluoksniais, todėl rūšiuojamos monetos gali patekti į didesnio skersmens monetų skyrių.

Monetas galima rūšiuoti ne tik jas nukreipiant į rūšiavimo juostą besisukančiu stalu, kaip prieš tai apžvelgtame pavyzdyje, tačiau galima naudoti ir vibracines ar išcentrines mašinas, pavaizduotas 3 pav. [8].



3 pav. Vibracinis (kairėje) ir išcentrinis (dešinėje) monetų rūšiavimo įrenginiai [8]

Tačiau, pasak Z. Han'o ir J. Liu, tokios rūšiavimo priemonės yra netikslios ir mažai naudojamos [8]. Nors ir esant tokioms mašinoms, žmonės dažniau renkasi monetų rūšiavimo darbą atlikti ranka, nepaisant to, jog tai sunkus ir varginantis darbas. Norint palengvinti monetų rūšiavimo darbą Z. Han'as ir J. Liu sukūrė rotacinį monetų rūšiavimo įrenginį (žr. 4 pav.).



4 pav. Rotacinis monetų rūšiavimo įrenginys [8]

Tokį rotacinį monetų rūšiavimo įrenginį sudaro 6 pagrindiniai elementai [8]:

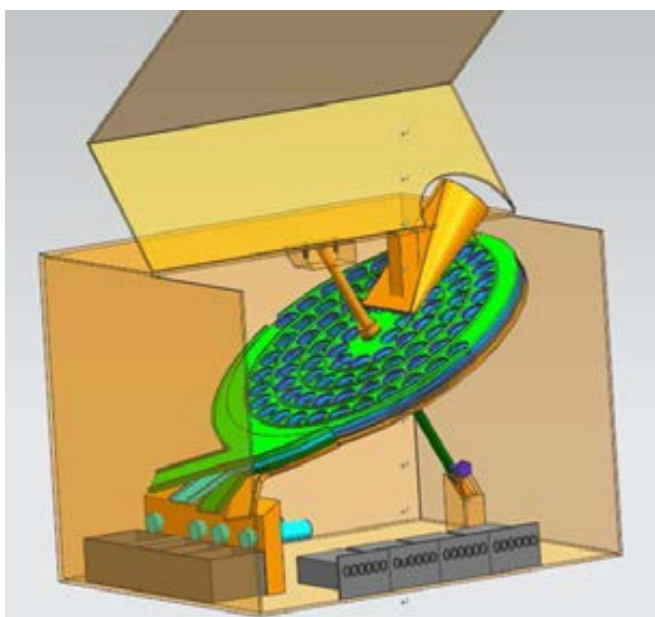
- 1) monetų laikymo dėžė;
- 2) sukimo svirties mechanizmas;
- 3) monetų rūšiavimo dėžė;
- 4) spiralinis padavimo įrenginys;
- 5) monetų skaičiavimo ir pakavimo įrenginys;
- 6) rėmas.

Tokio tipo rotacinio monetų rūšiavimo įrenginio pranašumas lyginant su įrenginiais, kurie sukami elektros varikliais, yra toks, jog sukant įrenginį rankomis galima reguliuoti rūšiavimo greitį, be to, bet kuriuo metu įrenginį galima imti sukti priešinga kryptimi. Lyginant su mažesniais įrenginiais, toks įrenginys yra našesnis, nes vienu metu pro akytą rūšiavimo plokštę gali iškristi keletas monetų. Be to, tokiu įrenginiu galima atskirti ne tik monetas, bet ir kupiūras. Jos pro rūšiavimo plokščių skylės neiškris ir pasiliks monetų laikymo dėžėje.

Esminis tokio monetų rūšiavimo įrenginio trūkumas yra tas, jog vienu metu gali būti rūšiuojamos tik vieno skersmens monetos. Be to, į besisukančią monetų laikymo dėžę sukračius monetas, kurios yra mažesnio skersmens, nei tuo metu įstatytos rūšiavimo plokštės skylių skersmuo, į monetų skaičiavimo ir pakavimo įrenginį pateks ne tik norimos, bet ir mažesnio skersmens monetos, tad atskirtas monetas reikia dar kartą peržiūrėti. Visos didesnio skersmens monetos lieka neišrūšiuotos, o norint jas atskirti, reikia ardyti įrenginį bei pakeisti rūšiavimo plokštes į plokštes, su didesnio skersmens angomis arba likusias monetas rūšiuoti atskirai rankiniu būdu.

Siekiant patobulinti vibracinių monetų rūšiavimo įrenginius 2017 m. A. Bezpalov'as ir kt. pristatė naują monetų rūšiavimo sistemą [2]. Neretai naudojamuose vibraciniuose rūšiavimo įrenginiuose susiduriama su patikimumo ir našumo santykio problema. Rūšiavimas veikia patikimai, jei monetos rūšiavimo paviršiumi keliauja lėtai (iki 0,1 m/s). Jei pasirenkamas didesnis greitis, monetos nebespėja iškristi pro tam skirtas angas ir yra nunešamos tolyn, kur vėliau patenka į kitus skirstymo etapus. Taip pat neišvengiama problema, kai monetos keliauja keliais sluoksniais, ir smulkesnė ant viršaus didesnės esanti moneta yra pernešama toliau, nei numatyta. Tam, jog būtų galima išvengti išvardintų trūkumų, buvo sukurtas elektromagnetinę vibracinę ritę naudojantis rūšiavimo įrenginys. Šis įrenginys be atlieka numatyta monetų skirstymą be klaidų, kai monetų judėjimo neviršija 0,5 m/s, o padidinus greitį iki 1,0 m/s, monetų rūšiavimo patikimumas išlieka 99,5%.

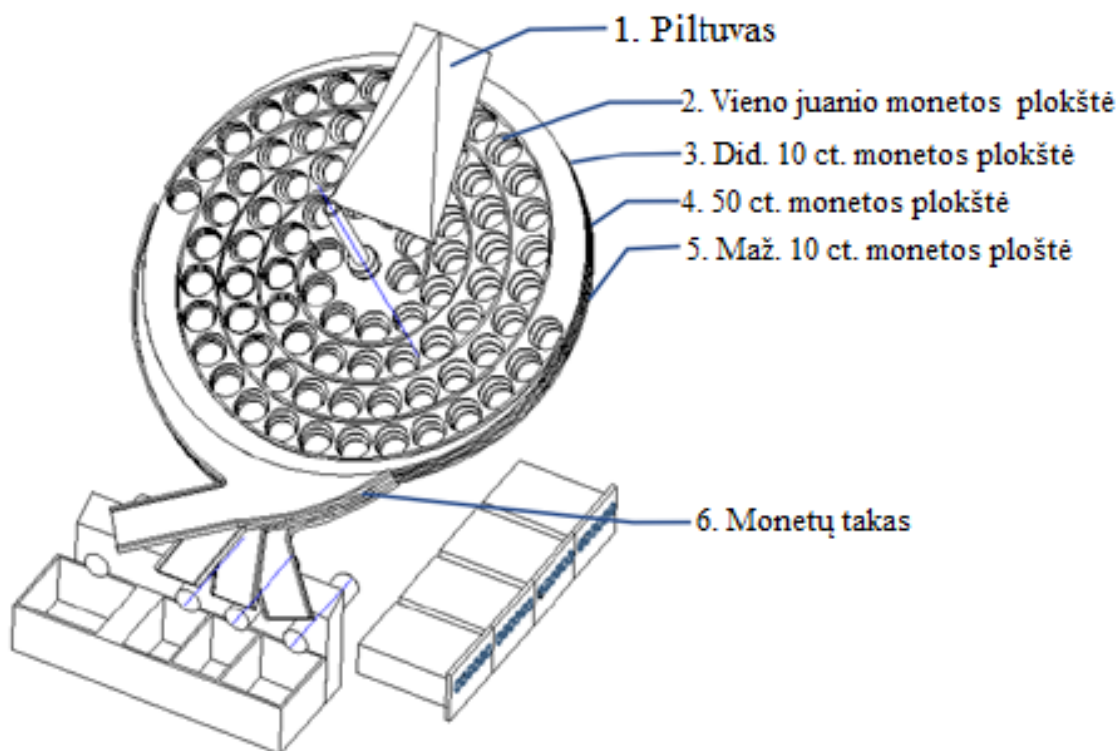
2018 m. P. Yi, Z. Yu ir S. Peiqing'as pasiūlė kūrybingą mechaninio monetų rūšiavimo įrenginį, pritaikant dvigubą Archimedo sraigą [11] (žr. 5 pav.). Atlikus bandymus nustatyta, jog sukurtas įrenginys atskiria keturias skirtingas Kinijos juanių monetas 100 % tikslumu.



5 pav. Dvigubo Archimedo sraigto monetų rūšiavimo įrenginys [11]

Dvigubo Archimedo sraigto sudarytas iš [11] (žr. 6 pav.):

- 1) piltuvo;
- 2) vieno juonio monetų atskyrimo plokštės;
- 3) didžiųjų 10 centų monetų atskyrimo plokštės;
- 4) 50 centų monetų atskyrimo plokštės;
- 5) mažųjų 10 centų monetų atskyrimo plokštės;
- 6) monetų tako.



6 pav. Dvigubo Archimedo sraigto monetų rūšiavimo įrenginio sandara [adaptuota pagal 11]

Viršutinėse trijose plokštėse sudarytos angos, kurios yra šiek tiek didesnio skersmens, nei atskiriamos monetos [11]. Visos plokštės yra sumontuotos viena ant kitos keturiais sluoksniais, tačiau paskutinė mažųjų 10 centų monetų plokštė skylių neturi. Piltuvu 1 monetos paduodamos į dvigubo Archimedo sraigto monetų rūšiavimo įrenginį. Visos plokštės yra sujungtos tarpusavyje bendra ašimi ir yra sukamos elektros variklio per krumplinės perdavos sistemą. Besisukant plokštėms smulkesnės monetos iškrenta ant žemesniame sluoksnyje esančių plokščių ir taip yra išrūšiuojamos pagal skersmenį. Monetos, kurių skersmuo yra didesnis, nei žemiau esančios plokštės angų skersmuo, keliauja sraigto į išorę, kur numatytu monetų taku patenka į skirtingus skyrius. Kaip minėta, tokios monetų rūšiavimo sistemos tikslumas gali pasiekti 100 % tikslumą. Autoriai taip pat pabrėžia, jog sistema veikia tyliau, nei įrenginiai, kurie rūšiavimą atlieka su vibracinėmis plokštėmis.

1.3. Monetų rūšiavimas vaizdų apdorojimo sistemomis

Praktikoje monetoms rūšiuoti naudojami ne tik mechaniniai metodai, bet ir sistemos, grįstos vaizdų apdorojimo metodu. Elektroninės sistemos padeda ne tik atpažinti ir atskirti monetas, tačiau ir jas suskaičiuoti. 2021 m. dr. A. Jayanthi ir kt. sukūrė automatinę monetų rūšiavimo bei skaičiavimo sistemą [12]. Ši sistema sukurta Indijos rupijų skirtingo nominalo monetoms atskirti bei suskaičiuoti.

Tai kombinuota sistema, kurią sudaro mechaninio rūšiavimo metodo elementai bei vaizdų apdorojimo sistema, skirta monetoms rūšiuoti.

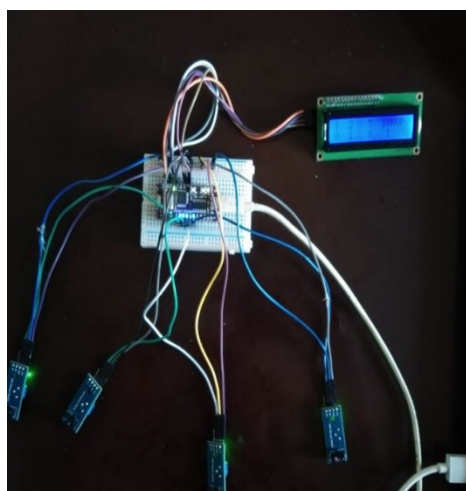
Tokia automatinė rūšiavimo bei skaičiavimo sistema sudaryta iš elektrinės sistemos, skirtos monetoms skaičiuoti bei mechaninės dalies, skirtos monetoms rūšiuoti [12]. Monetos rūšiuojamos naudojant plastikinį rėmą, į kurį subėrus monetas jos atskiriamos pagal jų skersmenį. Į įrenginį įmestos monetos slysta nuožulniai pritvirtinta plokštė. Plokštėje sudarytos angos atsižvelgiant pagal rūšiuojamų monetų dydį. Tokiu būdu monetas iškrenta pro tą angą, pro kurią įtelpa, ir patenka į atskirus skyrius (žr. 7 pav.).



7 pav. Monetų rūšiavimo ir skaičiavimo įrenginys [12]

Elektrinė sistema (žr. 8 pav.), skirta monetoms rūšiuoti, sudaryta iš [12]:

- 1) *Maker NANO* programuojamo mikrokontrolerio;
- 2) LCD monitoriaus;
- 3) infraraudonųjų spindulių jutiklių;
- 4) linijos sekimo jutiklio;
- 5) nuolatinės srovės kištuko adapterio;
- 6) baterijos;
- 7) baterijos laikiklio;
- 8) prototipų maketavimo plokštės.

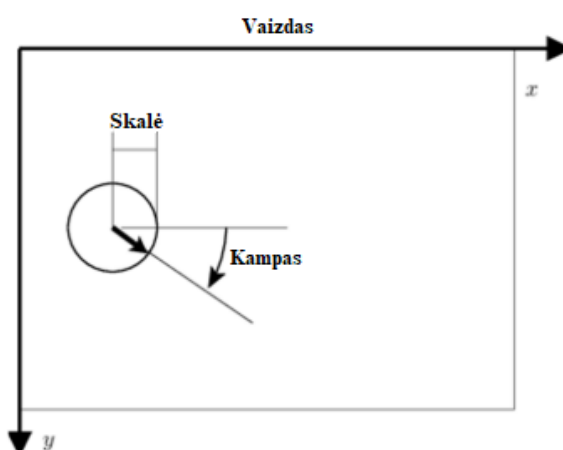


8 pav. Elektrinė monetų skaičiavimo sistema [12]

Dr. A. Jayanthi ir kt. sukurta monetų skaičiavimo sistema yra universali ir gali būti pritaikyta daugeliui mechaninių monetų rūšiavimo įrenginių [12]. Tačiau 2021 m. sukurta automatinė rūšiavimo sistema yra primityvi ir skirta tik vienos valiutos monetoms rūšiuoti pagal jų nominalias vertes.

Kita panašaus principo sistema geba ne tik rūšiuoti ir skaičiuoti monetas, bet ir jas supakuoti po 20 vnt. [20]. Ši sistema skirta Filipinų 1, 5 ir 10 pesų monetoms rūšiuoti. Monetas į sukurta įrenginį metamos ranka po vieną monetą atskirai. Įrenginio viduje tinkamos monetos atskiriamos mechaniniu metodu, o netinkamos – atmetamos. Vėliau skaitmeniniu davikliu skaičiuojama, kiek monetų pateko į atskirus skyrius ir monetas supakuojamos po 20 vnt. Tuo tarpu Y. Yang'as ir X. Si aprašė įrenginio, kuris atlieka mechaninio monetų atskyrimo ir monetų suskaičiavimą naudojant vaizdinio atpažinimo jutiklius, ir sukūrė tokio įrenginio prototipą [10].

Paskutiniuose apžvelgtuose pavyzdžiuose vaizdinio apdorojimo sistemos buvo skirtos monetoms skaičiuoti, tačiau praktikoje naudojamos ir vaizdinio apdorojimo sistemos, kurių pagrindinė paskirtis yra ne tik suskaičiuoti, bet ir išrūšiuoti įvairius monetų mišinius. 2017 m. dr. G. Farooque'as ir kt. sukūrė sistemą, kuri atskiria Pakistano rupijų monetas [5]. Sukurta sistema atpažįsta monetas naudojant dirbtinius neuroninius tinklus. Taikant tokį monetų atpažinimo metodą, pirmiausia atliekamas monetas nuskaitymas vaizdo kamera ar optiniu skaitytuvu. Tuomet gautas monetas vaizdas yra apkarpomamas konvertuojamas iš spalvoto į nespalvotą. Galiausiai suvienodinama visų vaizdų raiška iki 100×100 pikselių dydžio. Dėl to, kad neįmanoma užtikrinti, jog visos nuskaitytos monetos bus išlygiuotos vienodai, gaunami sunkiai algoritmu aprašomi vaizdai, kuriuose nuskaitytos monetos pavaizduotos skirtingais kampais. Tam, jog vėliau apdorojamas vaizdas būtų paprastesnis, naudojama nekintamų mastelio savybių transformacija (angl.: *SIFT*). *SIFT* algoritmas atskiria esminius vaizdo taškus bei įvertina pateiktame vaizde pavaizduoto objekto (šiuo atveju monetas) dydį bei kampą (žr. 9 pav.). Tokiu būdu iš pateikto vaizdo sukuriamos skaitmeninės funkcijos, kurios vėliau naudojamos kaip kitų algoritmų duomenys.



9 pav. Funkcijos išgavimo procesas naudojant *SIFT* [adaptuota pagal 12]

SIFT metodą monetų Indijos rupijų monetoms atskirti taip pat naudojo ir R. S. Prabhu ir kt. [19]. *SIFT* algoritmu gautos funkcijos yra sudėtingos ir didelės, tad jas sudėtinga naudoti vėlesniuose duomenų apdorojimo etapuose, tad siekiant supaprastinti gautus duomenis, atliekama principinė komponentų analizė (angl.: *PCA*) [5]. Supaprastinti duomenys pateikiami dirbtiniam neuroniniam tinklui, kuriame monetas yra atskiriamos pagal apdorotus duomenis. Panašią sistemą 2011 m. aprašė

ir S. Modi bei S. Bawa [15], kurioje imamasi papildomo žingsnio – nuskaitytos monetos šešėlio pašalinimo iš gauto vaizdo. Dr. G. Farooque'as ir kt. sukurtos vaizdinio atpažinimo sistemos tikslumas, atskiriant 1, 2 ir 5 Pakistano Rs monetas yra 84%, o S. Modi bei S. Bawa kurtos sistemos tikslumas rūšiuojant Indijos 1, 2, 5 ir 10 rupijų monetas siekia net 97,74%. Abu aprašyti principai gali būti taikomi įvairioms vaizdinio monetų rūšiavimo sistemoms.

2006 m. mokslininkas A. Khashman'as ir kt. sukūrė vaizdinio monetų atpažinimo sistemą, kuri neuroniniais tinklais atskiria Europos šalių 2 € monetą nuo Turkijoje naudojamos 1 Lyros monetos [14]. Šios monetos yra itin panašios savo dydžiu, svoriu, sudėtinėmis medžiagomis ir bendra išvaizda (žr. 10 pav.). Sukurta rūšiavimo sistema naudoja dirbtinius neuroninius tinklus ir atskiria šias panašias, tačiau skirtingų verčių, monetas 94,04% tikslumu. Sukurtą sistemą galima pritaikyti įvairiuose kavos ar užkandžių aparatuose, kur atsiskaitoma grynaisiais pinigais, taip padedant aparatui atpažinti, jog bandoma atsiskaityti ne 2 € monetomis, o 1 Turkijos lyros monetomis. Tie patys mokslininkai kitame savo darbe aprašė Turkijos 1 lyros monetos atskirimą nuo 2 € monetos panaudojant dirbtinius neuroninius tinklus [13]. Tuomet sistema atskiriant 2 € ir 1 Turkijos lyros monetas pasiektas 95,83% tikslumas.



10 pav. Monetų pavyzdžiai [14]

(a) bendra 2 eurų monetos aversinė pusė, (b) 2 eurų monetos reversinė pusė naudojama Vokietijoje, Prancūzijoje, Ispanijoje ir Olandijoje, (c) 1 Turkijos lyros aversinė pusė, (d) 1 Turkijos Lyros reversinė pusė

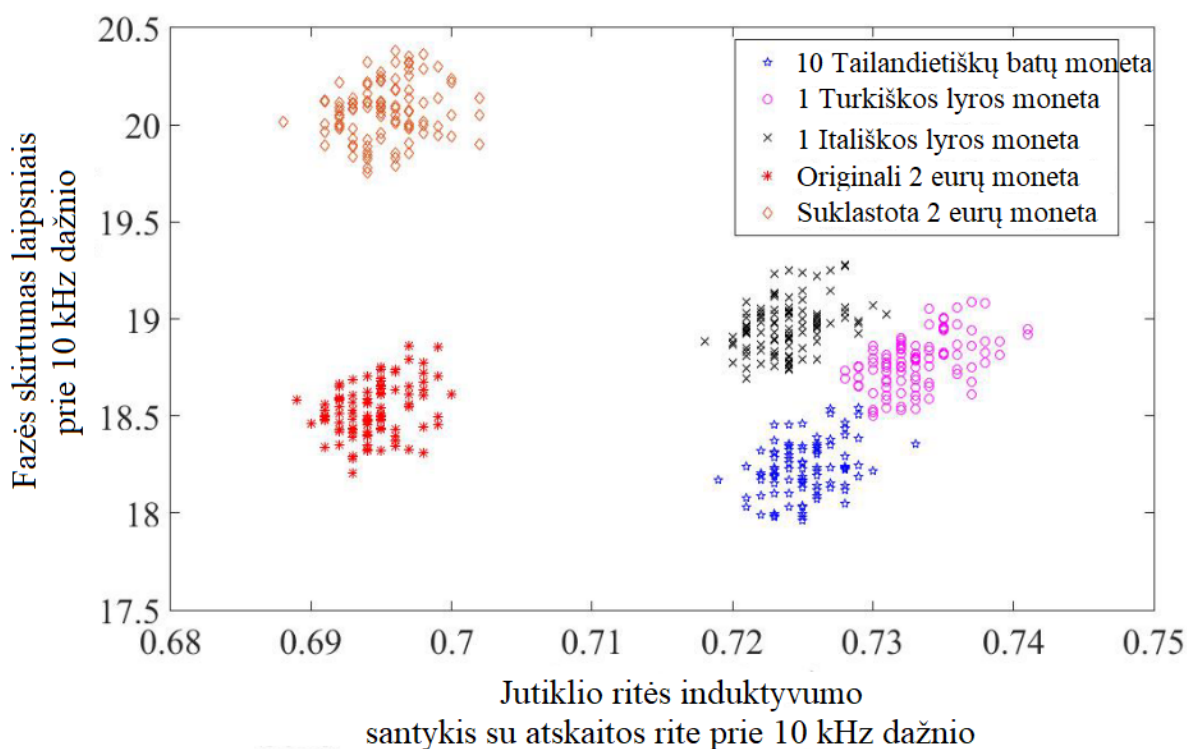
Po to, kai 2002 m. dvylika Europos Sąjungos valstybių įsivedė Eurą, įvairios labdaringos organizacijos skatino žmones aukoti savo turimus grynuosius pinigus labdarintiems tikslams [9]. Vien Austrijos *Licht ins Dunkel* labdaringo projekto metu buvo surinkta per 300 tonų įvairių monetų iš viso pasaulio valstybių. Siekiant išspręsti įvairių valiutų monetų rūšiavimo problemą 2003 m. R. Huber'io ir kt. mokslininkai sukūrė monetų rūšiavimo sistemą, naudojant kombinuotą vaizdų apdorojimo bei kitų daiktų sistemą. Kiekviena moneta yra nuskaityta iš abiejų jos pusių. Taip pat, naudojant papildomą jutiklį, nustatomas monetos storis. Visi gauti duomenys specialiais algoritmais konvertuojami į matematinės lygtis, kurios priskiriamos tam tikrai matricai. Taikant tikrinių verčių lygties metodą, monetos priskiriamos tam tikrai grupei.

R. Huber'io ir kt. sukurta sistema geba atpažinti monetas 93,23% tikslumu, vertinant visų rūšiuotų monetų aibę [9]. Taip pat sistema įvertina kiekvieną monetą atskirai kaip tinkamą ar netinkamą rūšiuoti. Sistema geba atskirti ir rūšiuoti tinkamomis laiko monetas, kurios kilusios iš 30 valstybių. T. y. didžioji dalis Europos valstybių, Kanados, JAV bei Japonijos. Iš atsitiktinai parinktų 11 949 monetų 91,6% buvo tinkamos rūšiuoti. Vertinant tik tinkamų rūšiuoti monetų atskirimo tikslumą, jis siekia 98,27%.

1.4. Monetų rūšiavimas elektromagnetinio metodo sistemomis

Monetų atskyrimas yra būtinas procesas įvairiuose maisto, gėrimų ar kituose aparatuose, kuriuose atsiskaitoma grynaisiais pinigais. Pasak D. Dao ir kt. [4], Taivane populiariu atsiskaityti 50 Taivano naujojo dolerio monetomis. Šios monetos turi didžiausią nominalią vertę iš visų Taivano naujojo dolerio monetų. Visgi susiduriama su problema, jog apyvartoje aptiktos šių monetų klastotės, kurias sudėtinga atskirti įprastais mechaniniais metodais. Monetos gali būti atskiriamos vaizdiniu metodu, tačiau tokios įrangos montavimas į viešai prieinamus aparatus būtų per brangus. Siekiant atpažinti monetų klastotes, D. Dao ir kt. sukūrė įrenginį, kuris atskiria monetas elektromagnetinio akustinio dažnio keitikliu. Tyrimo metu nustatyta, jog padirbtų 50 Taivano naujųjų dolerių monetų natūralus dažnis akivaizdžiai skiriasi nuo tikros monetos, kurios natūralus dažnis yra tarp 16,9 kHz ir 17,4 kHz. Naudojant sukurtą įrenginį suklastota moneta gali būti atskiriama per 30 ms, o sukurta įranga gali būti pritaikoma įvairiems aparatams.

R. Munjal'is ir kt. taip pat tvirtina, jog monetų atskyrimas elektromagnetiniu metodu padeda atskirti tikras monetas nuo jų klastočių [17]. Skirtingos monetos yra pagamintos iš skirtingų medžiagų bei jų junginių, todėl įvairios monetų savybės, tokios kaip monetos magnetiškumas, magnetinė skvarba ar monetos akustinės savybės, skiriasi. Tyrimas orientuotas į padirbtų 2 € monetų, ar monetų, kurios turi panašias magnetines savybes, atpažinimą naudojant sukurtas magnetines sroves. Tyrimo metu atliktas skirtingų monetų induktyvumo matavimas specialiu magnetinių srovių matavimo įtaisu. Įrodyta, jog skirtingų monetų induktyvumas, kai sukuriamas 10 kHz magnetinis dažnis, skiriasi. Gauti rezultatai pateikiami 11 pav.



11 pav. Skirtingų monetų induktyvumo vertės ir fazių skirtumas [adaptuota pagal 17]

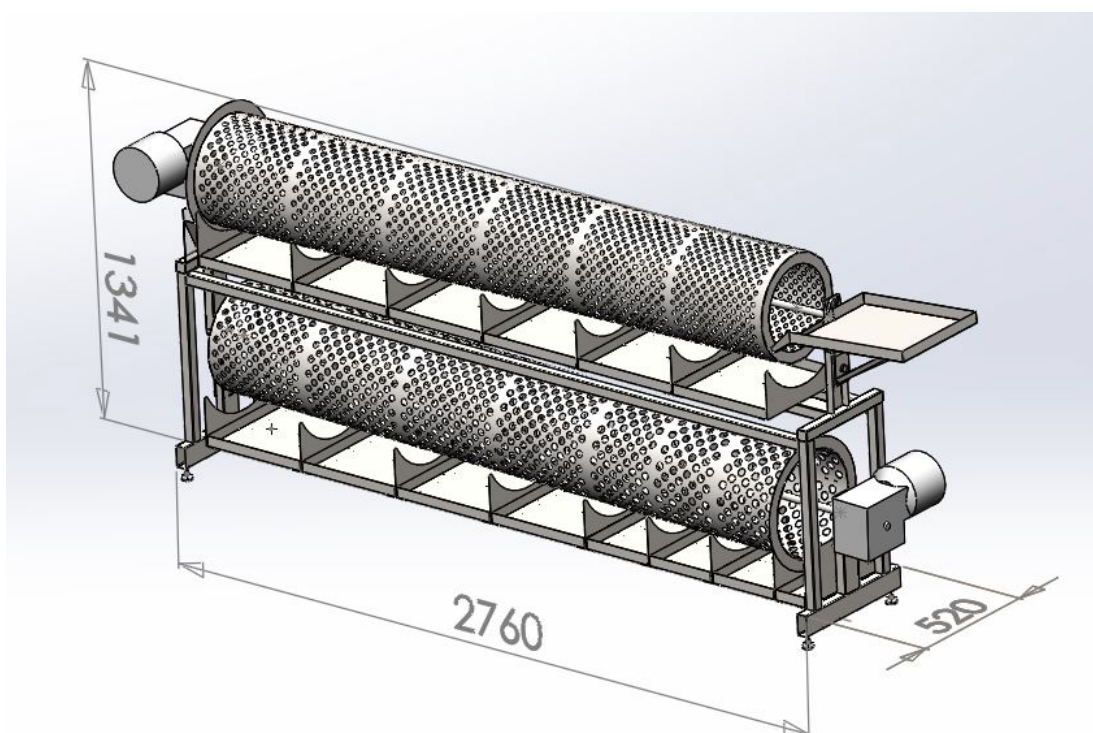
Įvairūs elektromagnetinio principo jutikliai neretai naudojami ne tik monetoms atskirti, bet ir jų kiekiui skaičiuoti [7].

2. Monetų rūšiavimo sistemos projektavimas

Apžvelgus sukurtus monetų rūšiavimo įrenginius nutarta, jog monetoms rūšiuoti naudojama mechaninio monetų atskyrimo sistema, nes mechaninė sistema yra paprastesnė ir pigesnė, lyginant su vaizdinio atpažinimo sistemomis, o elektromagnetinio metodo sistemos orientuotos į specifinių monetų atskyrimą. Elektromagnetiniu metodu skirstant įvairių monetų mišinį, gauti rezultatai persidengtų, tad vien tik toks skirstymo metodas būtų neefektyvus.

Kompiuteriniam projektavimui naudota „DS SolidWorks Corp.“ bendrovės sukurta *SolidWorks 2020*² kompiuterinio projektavimo sistema. Projektavimo metu iškart apsvarstoma ir atskirų detalių ir jų junginių gamyba bei atliekamas ekonominis įvertinimas.

Dėl to, kad rūšiuojamos monetos bus įvairių pasaulio valiutų bei nominalų, nuspręsta monetas rūšiuoti pagal jų skersmenį. Monetoms rūšiuoti naudojamas mechaninis išcentrinis rotacinis įrenginys, kuris geba išrūšiuoti monetas nuo smulkiausio iki stambiausio diametro monetų. Suprojektuotas įrenginys atskiria monetas į 14 skyrių. Į pirmąjį skyrių pakliūva monetos, kurių išorinis skersmuo yra 16 mm ar mažiau. Kituose skyriuose išrūšiuojamos monetos skersmens didėjimo tvarka. Į paskutinį skyrių patenka visos monetos, kurios yra didesnio nei 28 mm skersmens. Bendras suprojektuotos sistemos vaizdas pateikiamas 12 pav.



12 pav. Bendras suprojektuoto monetų rūšiavimo įrenginio vaizdas

Dėl to, jog didžioji rūšiavimo sistemos dalis bus nuolatos veikiamą trinties bei kito kontakto su monetomis, siekiant užtikrinti tinkamą įrenginio utilizavimą, visa sistema gaminama iš tos pačios medžiagos – nerūdijančio plieno AISI 304. Šio plieno gaminiams nebūtinai papildomas paviršiaus padengimas, be to, jam būdingas geras suvirinamumas ir mažas magnetiškumas.

²DS Solidworks Corp. *SolidWorks 2020*. Concord: Dessault Systemes, 2019 [žiūrėta 2022-10-11].

Esminė monetų rūšiavimo sistemos dalis – rūšiavimo sietai. Projektuota sistema sudaryta iš dviejų rūšiavimo sietų:

- 1) viršutinis (smulkusis) rūšiavimo sietas;
- 2) apatinis (stambusis) rūšiavimo sietas.

Abiejų rūšiavimo sietų išorinis skersmuo – 395 mm, o ilgis 2490 mm. Tokio skersmens apšeritimo ilgis apytiksliai lygus 1240 mm. Tokie matmenys pasirenkami atsižvelgiant į standartinius lakštinio plieno matmenis. Sietai gaminami iš standartinio gabarito 2500 mm ilgio ir 1250 mm pločio, 1,0 mm storio AISI 304 plieno lakštų, paliekant užlaidą kraštų atpjovimui. Sietai išpjaunami CNC lazerinio pjovimo staklėmis, vėliau valcuojami valcavimo staklėmis.

Viršutinis sietas sudarytas iš 6 skyrių (žr. 13 pav.). Pirmoje dalyje sudarytos 16 mm skersmens kiaurymės, antroje – 17 mm, trečioje – 18 mm, ketvirtoje – 19 mm, penktoje – 20 mm, šeštoje – 21 mm.



13 pav. Viršutinis sietas

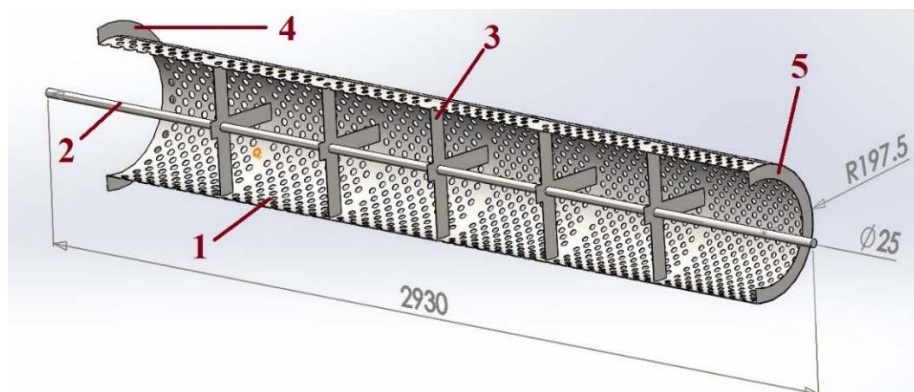
Vėliau likusios monetos nukreipiamos į apatinį sietą (žr. 14 pav.). Šis sudarytas iš 7 skyrių. Paskutiniai 3 skyriai sudaryti trumpesni, nes monetų kiekis, patenkantis iki paskutiniųjų skyrių, yra mažiausias. Antrojo sieto kiaurymės, kaip ir pirmojo, išdėstytos atskiromis dalimis, kur kiaurymių dydis didėja kas milimetrą, nuo 22 iki 28 mm (imtinai).



14 pav. Apatinis sietas

Vieno sieto junginį sudaro keletas atskirų detalių (žr. 15 pav.). Viršutinio sieto junginį sudaro:

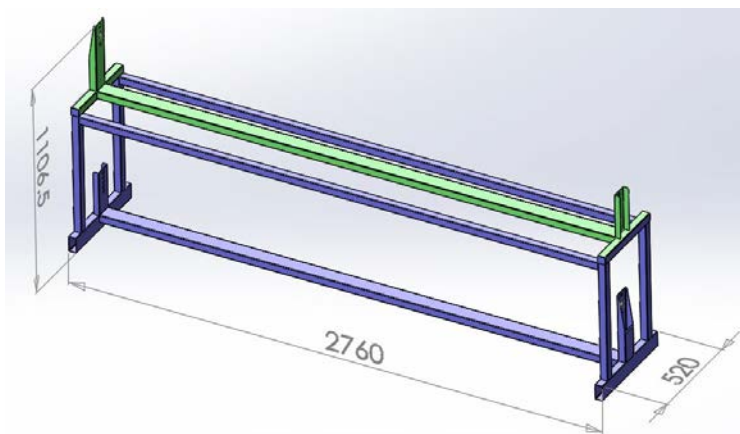
- 1) viršutinis sietas, 1 vnt.;
- 2) ašis, 1 vnt.;
- 3) vidinės pertvaros, 5 vnt.;
- 4) išorinis žiedas, 1 vnt.;
- 5) vidinis žiedas, 1 vnt..



15 pav. Viršutinio sieto junginys

Sietas 1 sutvirtinamas galuose privirinant išorinį žiedą 4, kuris leidžia monetoms iškristi pro sieto galinę angą, bei vidinį žiedą 5, kuris neleidžia monetoms iškristi. Sietas 1 su ašimi 2 sujungiamas vidinėmis pertvaromis 3. Vidinės pertvaros 3 bei žiedai 4 ir 5, kaip ir sietas 1, CNC lazerinio pjovimo staklėmis išpjauti iš 1,5 mm storio lakšto. Ašyje 2 iš anksto išfrezuota vieta pleištui, kuriuo perduodamas sukimo momentas iš reduktoriaus. Taip pat tekinimo staklėmis suformuoti grioveliai fiksavimo žiedeliams, skirtiems užfiksuoti sieto junginio padėtį ašine kryptimi. Tuo pačiu principu pagamintas ir apatinio sieto junginys, tačiau darant prielaidą, jog apatinis sieto junginys mus apkrautas mažesne mase, nes dalis monetų jau bus išrūšiuota, sumažinamas vidinių pertvarų kiekis iki 3 vnt.

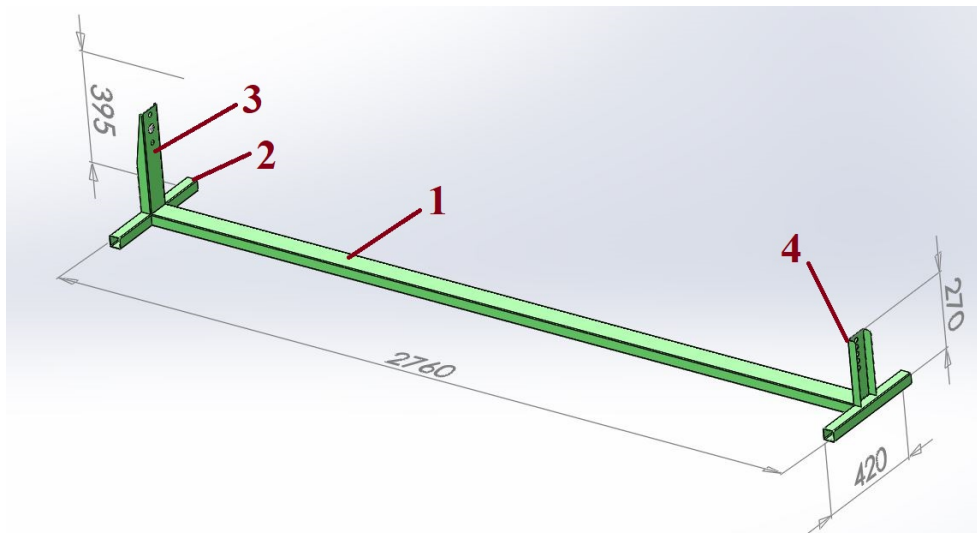
Tiek viršutinis, tiek apatinis sietų junginys turi atskirus rėmus. Tokiu būdu visą monetų rūšiavimo įrenginį tampa paprasčiau transportuoti, be to, tiek apatinė, tiek viršutinė įrenginio dalis turi galimybę veikti nepriklausomai viena nuo kitos. Abu rėmai kartu pavaizduoti 16 pav. Viršutinis rėmas pavaizduotas žalsvai, apatinis – mėlsvai.



16 pav. Viršutinio ir apatinio rėmų junginys

Viršutis rėmas (žr. 17 pav.) sudarytas iš:

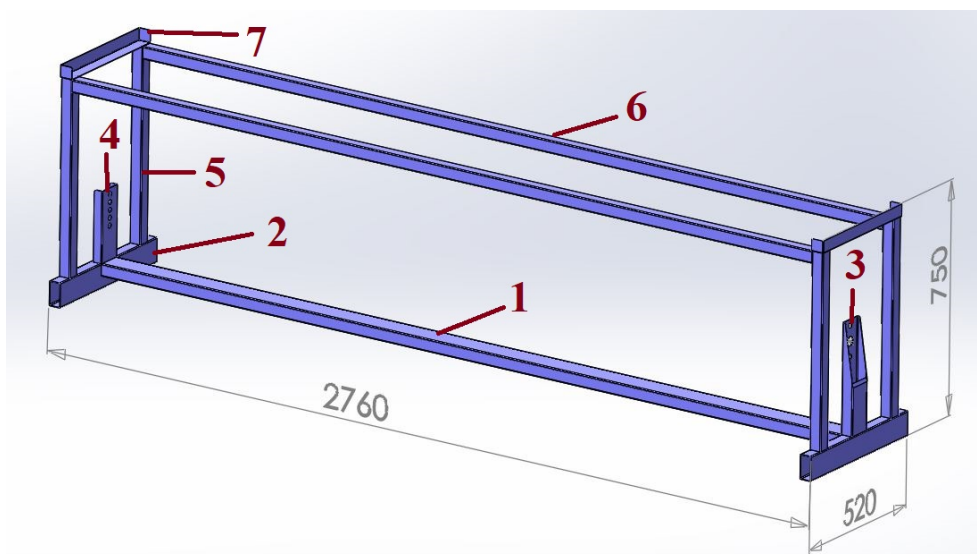
- 1) išilginio vamzdžio $80 \times 40 \times 2$ mm, kurio ilgis 2680 mm, 1 vnt.;
- 2) skersinių vamzdžių $40 \times 40 \times 2$ mm, ilgis 420 mm, 2 vnt.;
- 3) nereguliuojamos guoliavietės vamzdžio $80 \times 40 \times 2$ mm, ilgis 355 mm, 1 vnt.;
- 4) kampo reguliavimo lankstinio, kurio išklotinė 230×137 , storis 3 mm, 1 vnt.



17 pav. Viršutinis rėmas

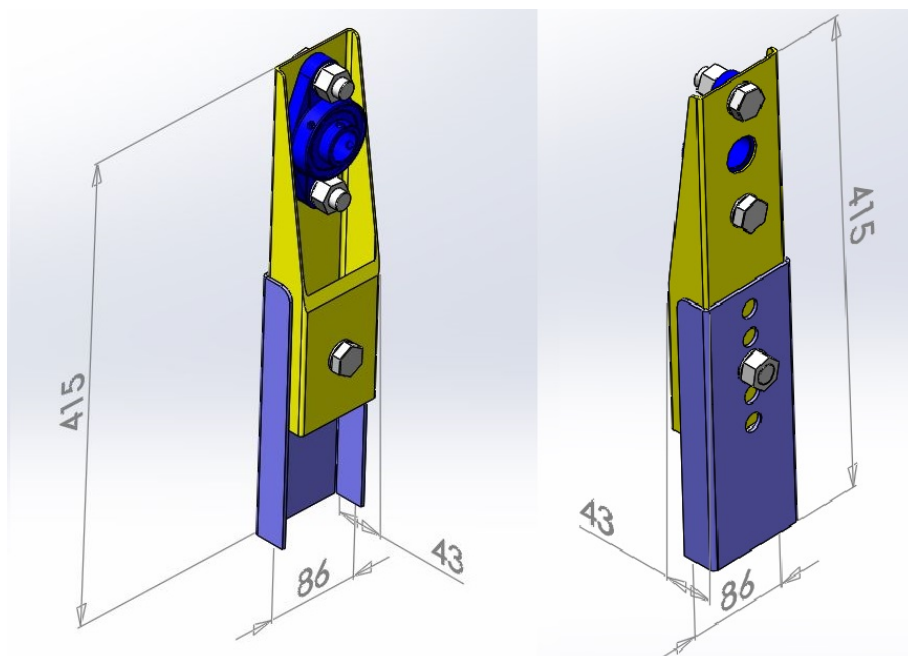
Apatinis rėmas (žr. 18 pav.) sudarytas iš:

- 1) išilginio vamzdžio $80 \times 40 \times 2$ mm, kurio ilgis 2680 mm, 1 vnt.;
- 2) skersinių vamzdžių $80 \times 40 \times 2$ mm, ilgis 520 mm, 2 vnt.;
- 3) nereguliuojamos guoliavietės vamzdžio $80 \times 40 \times 2$ mm, ilgis 355 mm, 1 vnt.;
- 4) kampo reguliavimo lankstinio, kurio išklotinė 230×137 , storis 3 mm, 1 vnt.;
- 5) vertikalinių vamzdžių $40 \times 40 \times 2$, kurių ilgis 630 mm, 4 vnt.;
- 6) išilginių vamzdžių $40 \times 40 \times 2$ mm, ilgis 2680 mm, 2 vnt.;
- 7) sujungimo lankstinių, kurių išklotinė 499×80 mm, storis 1,5 mm, 2 vnt.



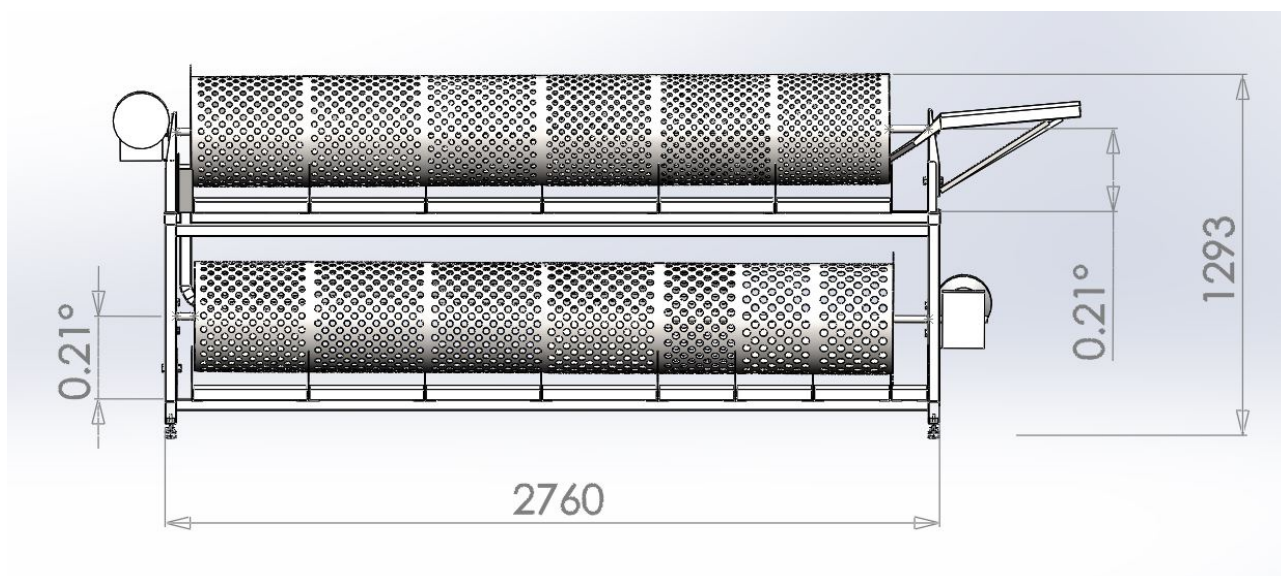
18 pav. Apatinis rėmas

Visos viršutinio ir apatinio rėmo detalės virinamos tarpusavyje. Nereguliuojamos guoliavietės vamzdyje 3 sudarytos kiaurymės, skirtos guolio UCFL 205 tvirtinimui. Kraštinių kiaurymių skersmuo $\text{Ø}16$ mm, skirtos guolių tvirtinimui M16 varžtais, o centrinės kiaurymės skersmuo – $\text{Ø}30$ mm, skirtos ašiai pralįsti. Kampo reguliavimo lankstinyje 4 sudarytos 5 kiaurymės, kurios skirtos prijungti reguliuojamą guoliavietės vamzdį. Kampo reguliavimo lankstinio ir reguliuojamos guoliavietės vamzdžio junginys, kartu su guoliu ir tvirtinimo elementais pavaizduotas 19 pav.

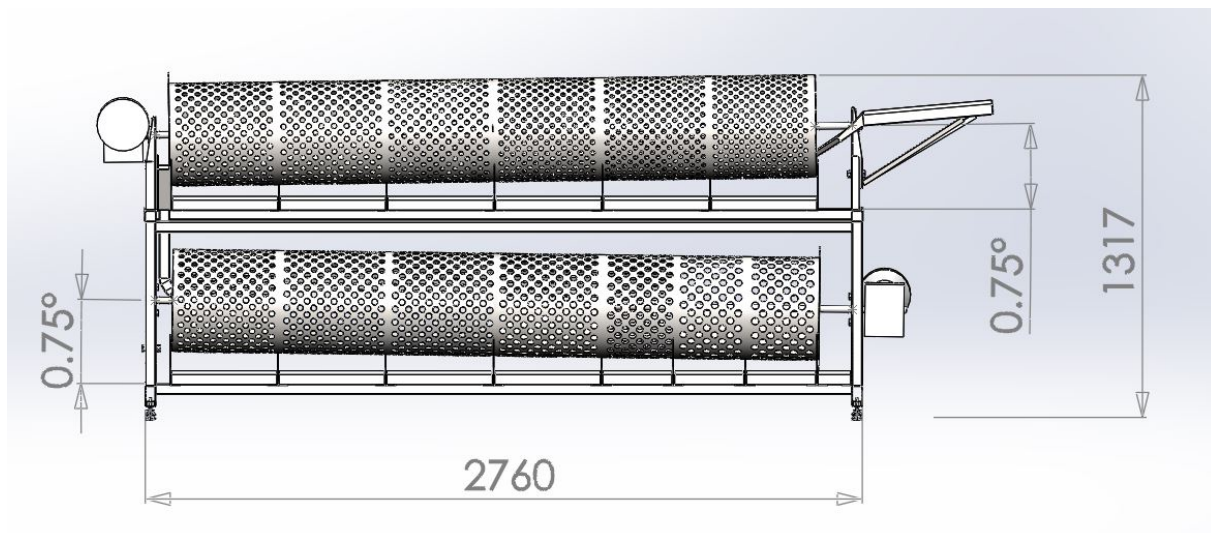


19 pav. Kampo reguliavimo junginys

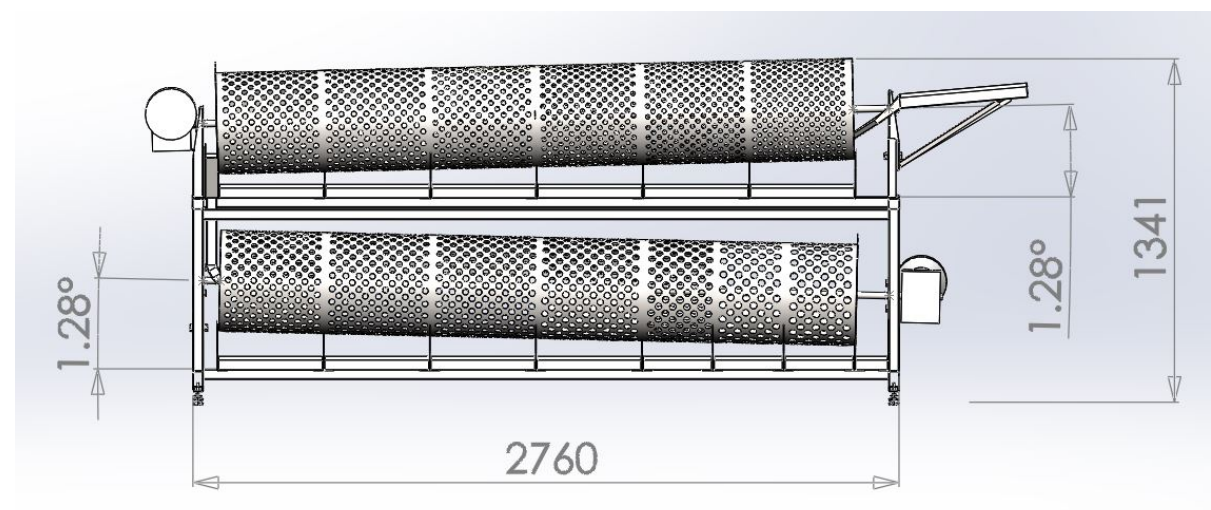
Sujungus reguliuojamos guoliavietės vamzdį su kampo reguliavimo lankstiniu skirtingose padėtyse gaunamas skirtingas sieto junginio kampas. Tokiu būdu šis kampas reguliuojamas nuo $0,21^\circ$ pirmoje padėtyje, iki $2,35^\circ$ penktoje. Vaizdai, kaip atrodo sistema, kai kampas reguliuojamas nuo pirmosios iki penktosios padėties, pateikiami 20-24 pav.



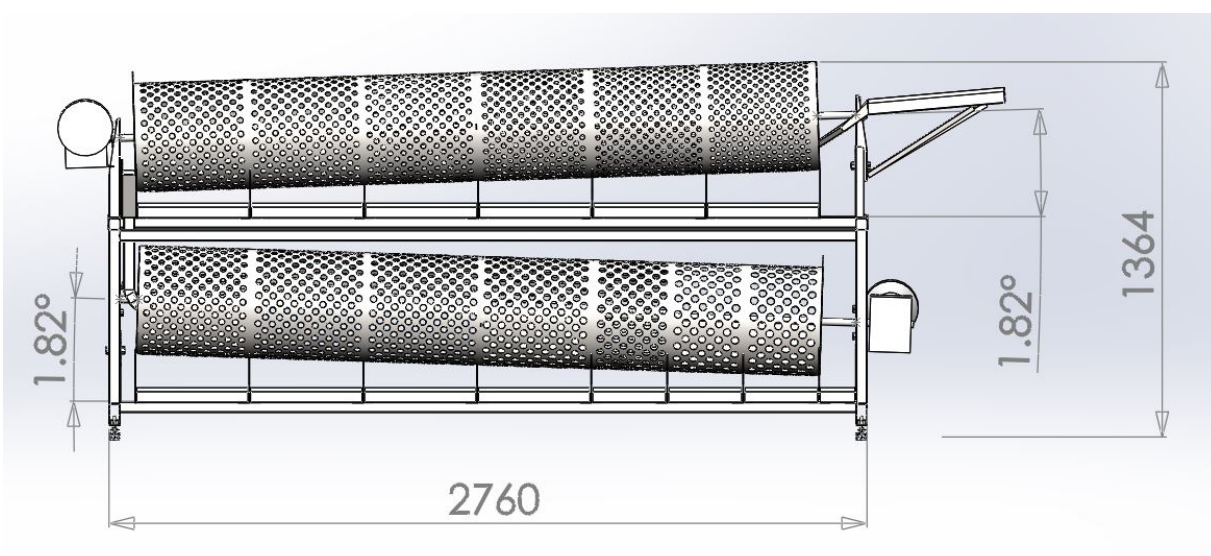
20 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas pirmoje kampo reguliavimo padėtyje



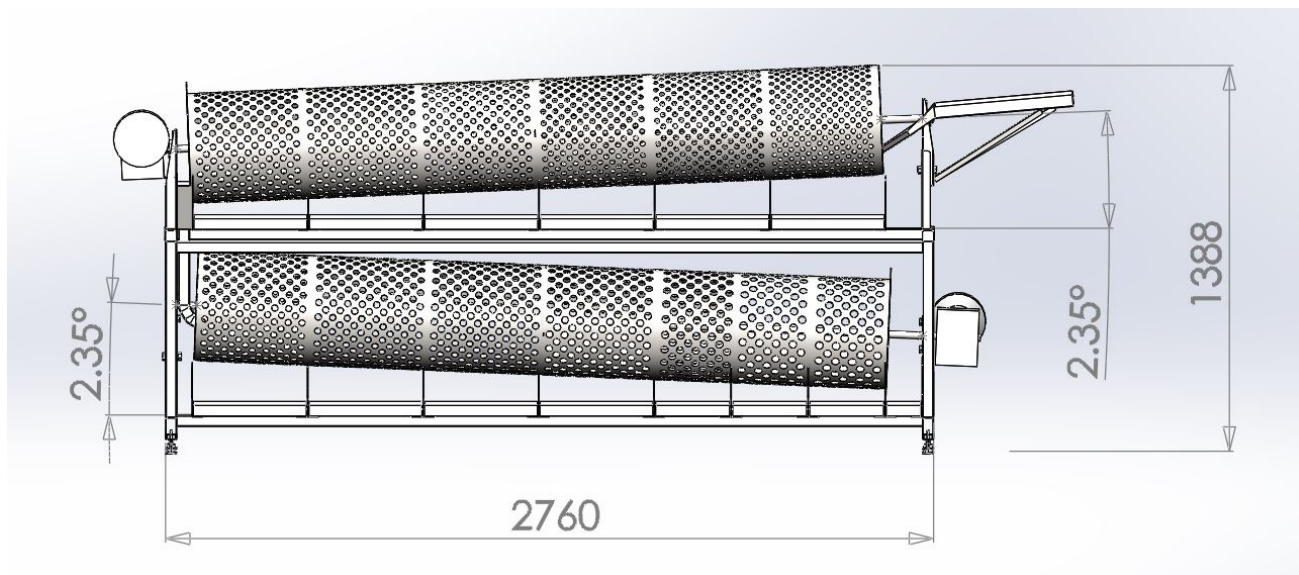
21 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas antroje kampo reguliavimo padėtyje



22 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas trečioje kampo reguliavimo padėtyje



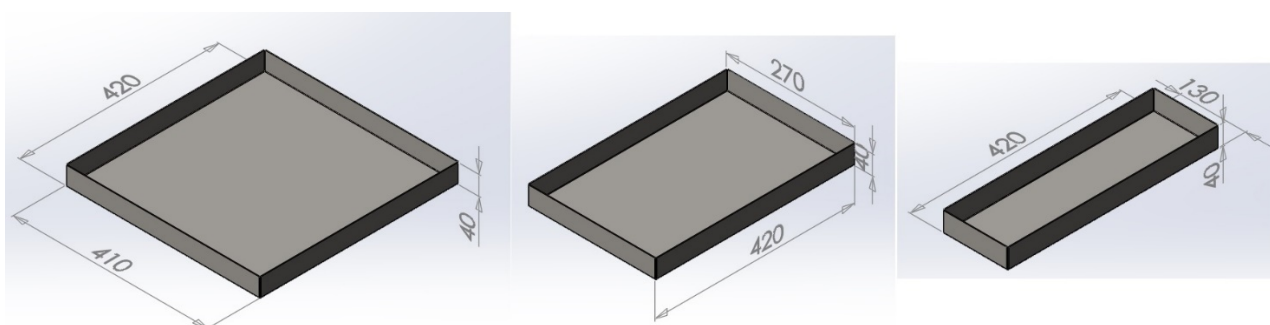
23 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas pirmoje kampo reguliavimo padėtyje



24 pav. Monetų rūšiavimo vaizdas penktoje kampo reguliavimo padėtyje

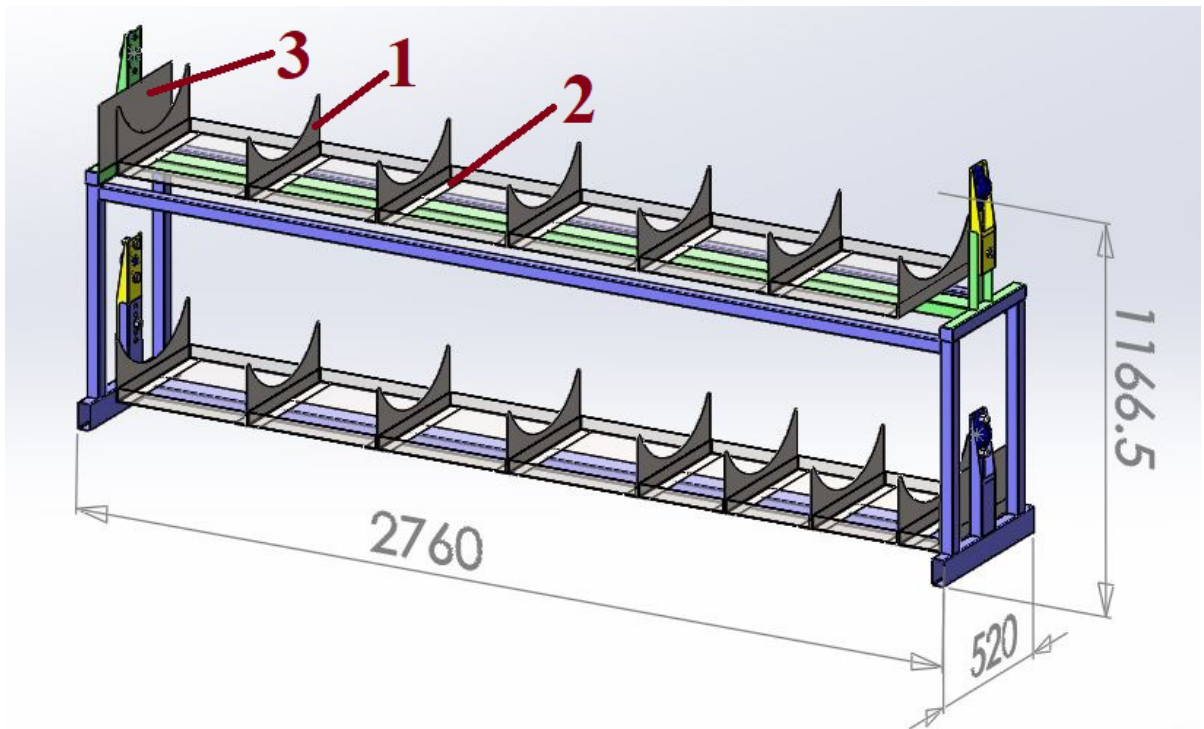
Kaip ir minėta, viršutinė ir apatinė rūšiavimo įrenginio dalis gali veikti nepriklausomai viena nuo kitos, taigi ir sietų junginių kampas gali būti reguliuojamas atskirai vienas nuo kito, pagal praktinį poreikį.

Monetos iškritusios pro sietus patenka į žemiau jų esančius stalčius (žr. 25 pav.). Viso yra 10 didžiųjų bei 3 mažieji stalčiai. Monetos, kurios nepatenka nei į vieną iš šių, patenka į galinį stalčių. Visų jų ilgis yra 420 mm, aukštis 40 mm, o plotis, atitinkamai, 410 mm, 270 mm, 130 mm. Stalčiai pjaunami iš 1,5 mm AISI 304 nerūdijančio plieno lakšto, vėliau briaunos užlenkiamos, o briaunų kampai suvirinami.



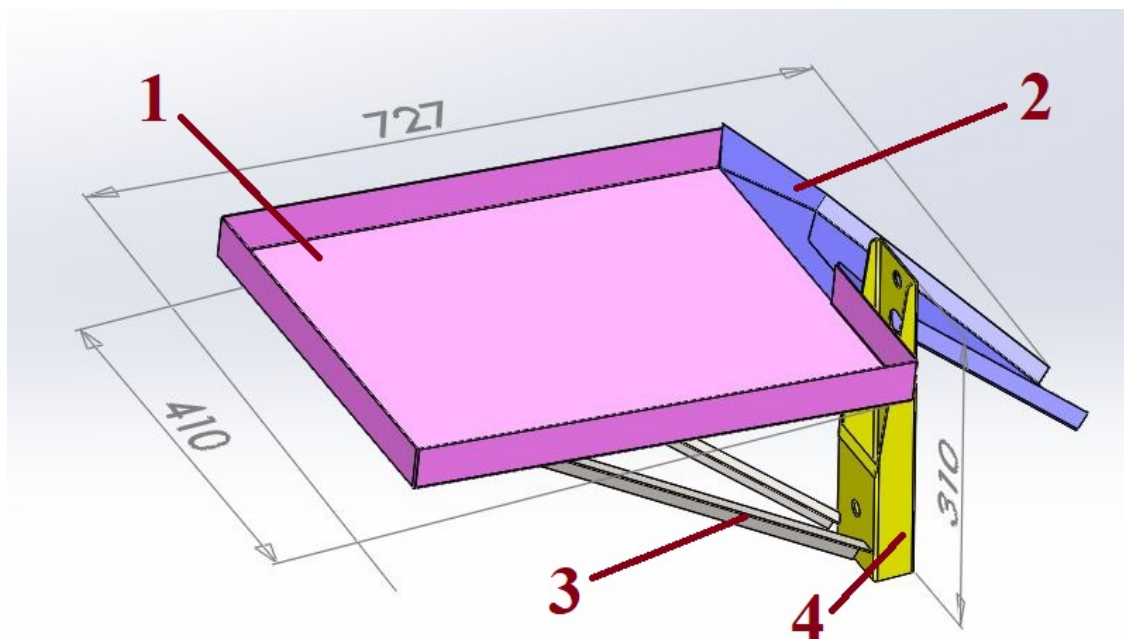
25 pav. Rūšiavimo stalčiai

Stalčiai tarpusavyje atskiriami atskyrimo plokštėmis 1, kurios turi užlenktas briaunas. Prie kai kurių atskyrimo plokščių taip pat privirtos juostos 2, ant kurių vėliau dedami stalčiai. Taip pat, tam, jog monetos neiškristų, rėmų galuose dedamos galinės plokštės 3. Plokštės bei juostos pjaunamos iš AISI 304 1,5 mm storio plieno lakšto. Jos taip pat privirinamos prie rėmų išilginių vamzdžių. Atskirtų stalčių vietų vaizdas pateiktas 26 pav. Viso naudojama 15 atskyrimo plokščių 1, 13 juostų 2 ir 2 galinės plokštės 3.



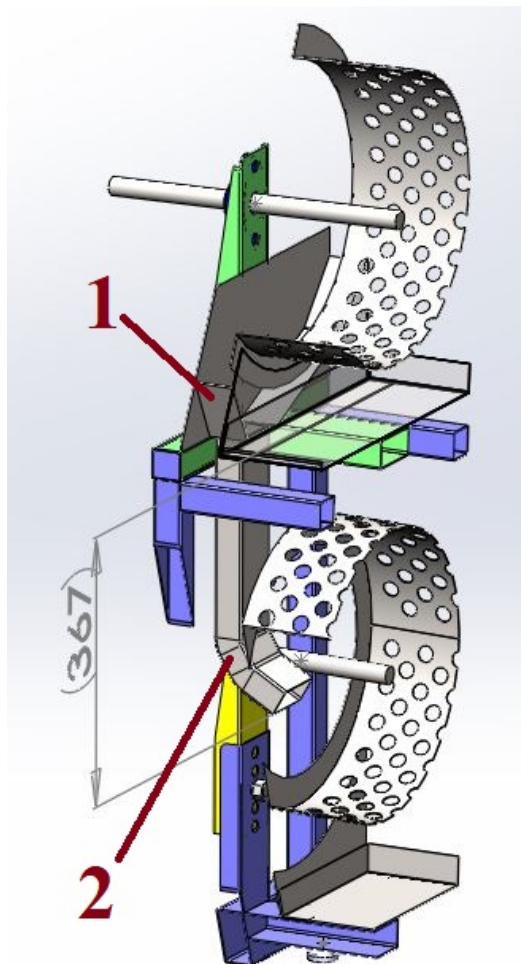
26 pav. Stalčiai ir jų pertvarų plokštės

27 pav. pateiktas užkrovimo aikštelės ir piltuvo vaizdas. Monetas į viršutinį sietą paduodamos per užkrovimo piltuvą 2. Pirmiausia monetų maišas, kibiras ar kita tara padedama ant monetų užkrovimo aikštelės 1, arba supilamos į ją. Tuomet monetos palaipsniui paduodamos į piltuvą ir iš ten patekusio į rūšiavimo sietą pradedamos rūšiuoti. Užkrovimo aikštelė privirinta prie reguliuojamos guoliavietės vamzdžio 4. Aikštelė taip pat sustiprinta keleto kampuočių 3. Aikštelė, piltavas bei kampuočiai pjaunami iš 1,5 mm storio nerūdijančio plieno lakšto, po to lenkiami ir suvirinami tarpusavyje.



27 pav. Užpylimo aikštelė ir piltavas

Iš viršutinio į apatinį sietą monetos patenka per galinę juostą 1, kurioje yra anga. Tuomet monetos šia anga krenta į perpylimo vamzdį 2, kuris nukreipia monetas į apatinį sietą. Galinė juosta pjaunama iš 1,5 mm nerūdijančio plieno AISI 304 lakšto, o perpylimo vamzdis gaminamas iš 80×40×2 tos pačios markės plieno vamzdžio, jį įpjaunant, lenkiant ir suvirinant. Monetų perpylimo sistema pavaizduota 28 pav.



28 pav. Perpylimo vamzdis

Rūšiavimo įrenginiui parenkami sliekiniai reduktoriai *Kacperek MR-50*, kurių perdavos koeficientas lygus 100. Reduktoriai sukomplektuoti kartu su varikliu *Kacperek G-IE1-63M2-6*, kurio galia 0,12 kW, o apsisukimų skaičius – 840 aps/min. Taigi sietai suksis 8,4 aps/min greičiu.

Išorinis sietų spindulys r lygus 197,5 mm ir žinoma, jog sietas vieną kartą pilnai apsisuka per laiką t , lygų 7,14 s, tai jo linijinis sukimosi greitis v skaičiuojamas pagal formulę (1).

$$v = \theta r = \frac{2\pi \text{ (rad)}}{7,14 \text{ (s)}} \times 197,5 \text{ (mm)} = 173,73 \text{ (mm/s)} \quad (1)$$

Čia θ – kampinis greitis, rad/s;

r – spindulys, mm;

v – sukimosi greitis, mm/s.

Tam, jog reduktorius išlaikytų savo poziciją, prie jo pritvirtinamos plokštelės, kurios remiasi į nereguliuojamos guoliavietės vamzdį, taip neleidžiant reduktoriui pasisukti.

3. Monetų rūšiavimo sistemos diegimas

3.1. Monetų rūšiavimo įrenginio suderinamumas su esama įranga

Pagamintas monetų rūšiavimo įrenginys naudojamas kartu su įmonėje esančiu magnetinių monetų rūšiavimo transporteriu (žr. 29 pav.). Tokiu būdu magnetinės monetos atskiriamos nuo nemagnetinių ir pirminiu juostiniu transporteriu *1* tiekiamos į pagamintą monetų rūšiavimo įrenginį, kuriame monetos išskirstomos pagal jų skersmenį.



29 pav. Magnetinių monetų rūšiavimo transporteris

Magnetinių monetų rūšiavimo transporteris sudarytas iš 3-jų pagrindinių elementų:

- 1) pirminio juostinio monetų transporterio;
- 2) magnetinio juostinio transporterio;
- 3) rėmo.

Pirminio juostinio transporterio pradžioje įrengta platforma *1*, skirta rūšiuojamų monetų tarai pasidėti, bei apsauginės sienelės *2* kurios neleidžia monetoms iškristi už transporterio ribų (žr. 30 pav.). Taip pat, po platforma *1* sumontuoti specialūs šepetėliai, kurie išlygina monetų pasiskirstymą, užtikrinant, jog toliau monetos juostiniu transporteriu kelias vienu sluoksniu.

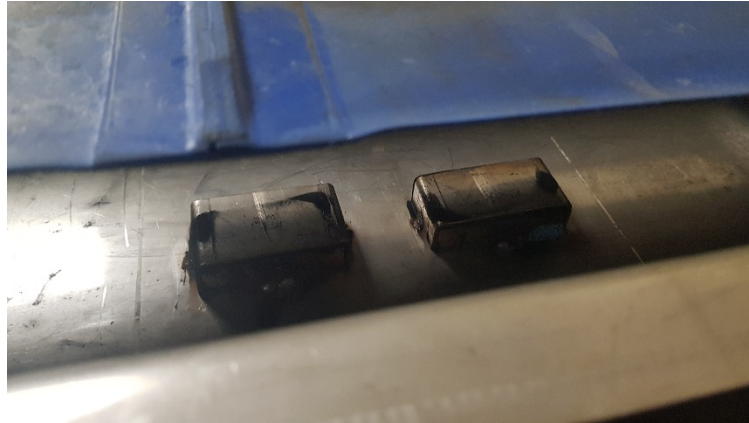


(a)

(b)

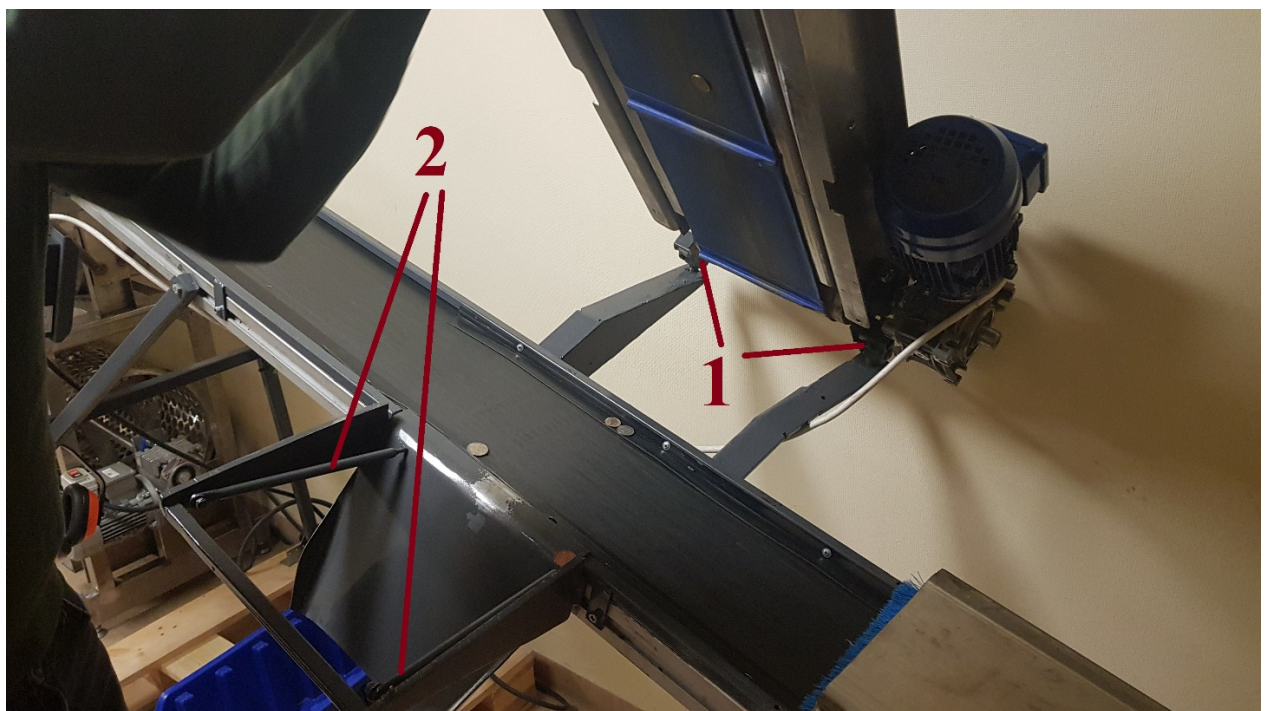
30 pav. Magnetinių monetų rūšiavimo transporteris

Magnetinio juostinio transporterio vidinėje dalyje standžiai pritvirtinti magnetai (žr. 31 pav.). Šie magnetai pritraukia pirminiu juostiniu transporteriu gabenamas magnetines monetas prie magnetinio transporterio juostos apatinės dalies. Tuomet magnetinis transporteris besisukdamas nugabena monetas toliau ir pašalina iš stipraus magnetinio lauko, kur monetas veikdamos gravitacijos krenta žemyn (į atskirą dėžę). Tam, jog pritrauktos monetas neslystų juostos paviršiumi, ant magnetinio transporterio juosta sudaryta su specialiomis briaunomis, priklijuotomis skersai juostos sukimosi atžvilgiu.



31 pav. Magnetiniame juostiniame transporterio pritvirtinti magnetai

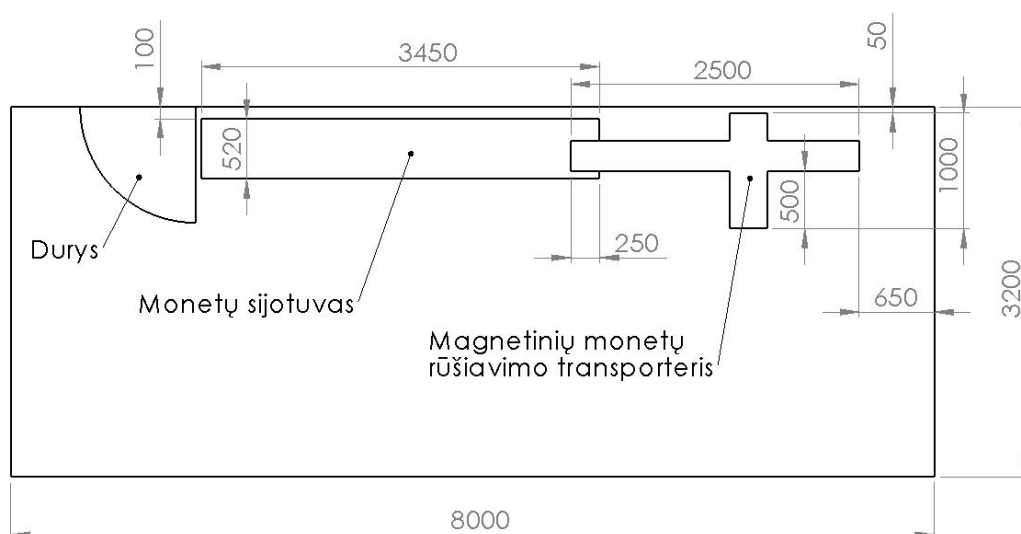
Jeigu poreikio rūšiuoti magnetines monetas nėra, arba pirminiu transporteriu norima transportuoti magnetinėmis savybėmis pasižyminčias monetas, tačiau nenorima, jog jos patektų ant magnetinio transporterio, magnetinis transporteris gali būti pakeliamas į viršų dėl sumontuotų vyrių 1 ir atramų 2 (žr. 32 pav.). Tokiu būdu atitraukiamas magnetinis laukas, tad jis tampa per silpnas, jog pritrauktų pirminiu transporteriu gabenamas monetas.



32 pav. Magnetinis juostinis transporteris pakeltoje padėtyje

3.2. Įrangos išdėstymas

Pagamintas monetų rūšiavimo įrenginys kartu su magnetinio rūšiavimo transporteriu įrengiami patalpoje, kurių dydis 8000×3200 mm. Įrangos išdėstymas pateiktas 33 pav.



33 pav. Magnetinis juostinis transporteris pakeltoje padėtyje

Pagamintas monetų rūšiavimo įrenginys (monetų sijotuvas) nuo sienos atitraukiamas 100 mm. Kraštinė sijotuvo padėtis statoma taip, jog užtikrintų durų atsidarymą bent 90° kampu. Magnetinių monetų rūšiavimo transporteris statomas taip, jog pirminiu transporteriu nešamos monetos kristų ant rūšiavimo įrenginio užpylimo aikštelės, tad transporteris statomas 250 mm perstumiant sijotuvo link. Nuo sienos magnetinis transporteris atitraukiamas 50 mm, užtikrinant sklandžią magnetinio juostinio transporterio eigą į pakeltą padėtį.

Visa įranga yra laisvai pastatoma ir papildomai netvirtinama, tad esant poreikiui atlikti įrangos techninį aptarnavimą ar kitus veiksmus, ją būtų galima atitraukti nuo sienos, užtikrinant tinkamą ir patogų priejimą. Realus įrangos išdėstymo vaizdas pateiktas 34 pav.



34 pav. Realus monetų rūšiavimo įrangos išdėstymas

3.3. Monetų rūšiavimo įrenginio bandymas

Monetų rūšiavimui naudojamos įvairių valiutų ir nominalų monetų mišinys. Mišinį sudaro tiek magnetinės, tiek nemagnetinės monetos. Monetos supakuotos plastikiniuose maišuose, kurių svoris apytiksliai lygus 20 kg. Monetų mišinys pavaizduotas 35 pav.



35 pav. Monetų mišinys supakuotas plastikiniame maiše

Bandymo metu monetos į rotacinę monetų rūšiavimo įrenginį tiekiamos ne tiesiogiai, o per magnetinių monetų rūšiavimo transporterį, tad tuo pačiu metu magnetinės monetos atskiriamos nuo nemagnetinių, todėl rotaciniu monetų rūšiavimo įrenginiu pagal skersmenį rūšiuojamos tik nemagnetinės monetos.

3.3.1. Pirmasis eksperimentinis bandymas

Pirmuoju bandymu į monetų rūšiavimo sistema buvo išrūšiuota viena monetų mišinio pakuotė. Pakuotės masė – 19 880 g. Bendras rūšiavimo laikas – 19 min 10 s, iš kurių monetos į sistema buvo tiekiamos 15 min 30 s. Bandymas sustabdytas, kai rūšiavimo įrenginyje liko mažiau nei 10 monetų. Tad nuo monetų tiekimo nutraukimo iki tol, kol sistemoje liko vos keletas neišrūšiuotų monetų įrenginiai veikė papildomas 3 min 40 s. Tokiomis sąlygomis įrenginio našumas apskaičiuojamas (2) formule.

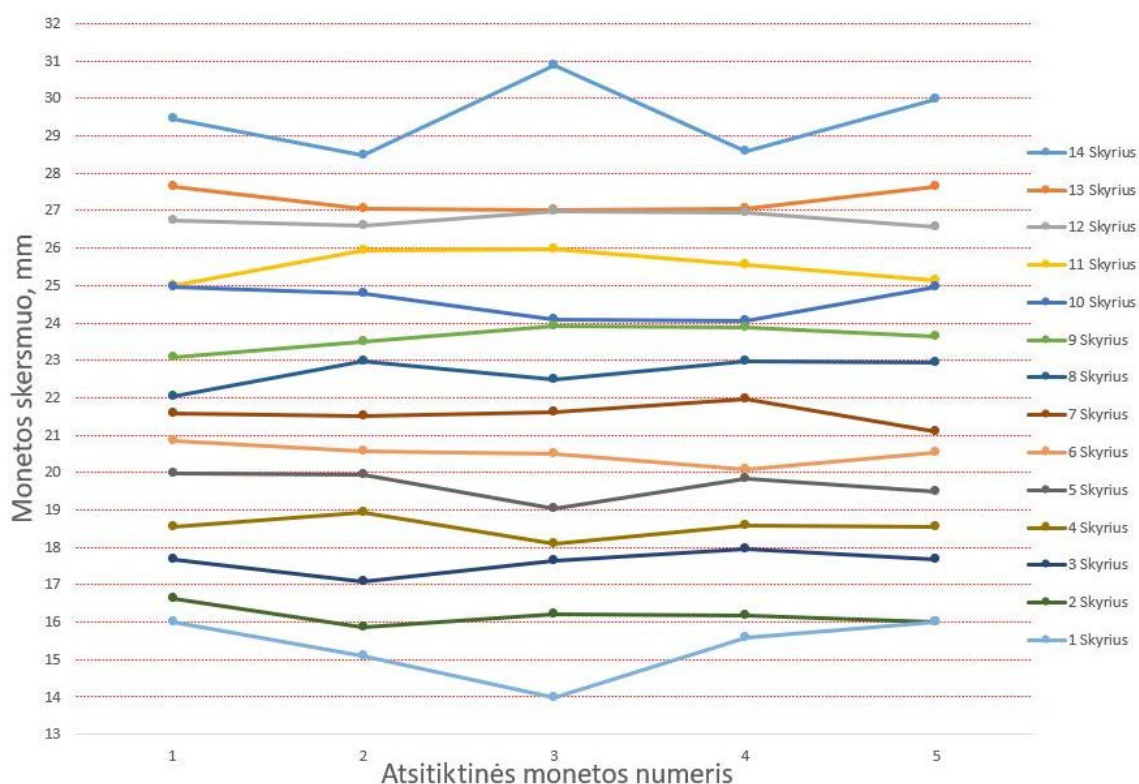
$$\frac{\text{Monetų masė, kg}}{\text{Rūšiavimo laikas, min}} = \frac{19,880 \text{ kg}}{19,167 \text{ min}} = 1,037 \text{ kg/min} \quad (2)$$

Monetų rūšiavimo trukmė nutraukus monetų tiekimą sudaro 19 % viso rūšiavimo laiko.

Po pirmojo bandymo atlikta monetų rūšiavimo pagal skersmenį patikra. Iš kiekvieno stalčiaus paimta po 5 atsitiktines monetas ir naudojant slankmatį išmatuoti į atitinkamą skyrių patekusių monetų skersmenys. Leistini monetų skersmenys skirtinguose skyriuose pateikti 1 lentelėje, o atliktų matavimų rezultatai atvaizduoti linijiniu grafiku (žr. 36 pav.).

1 lentelė. Leistini monetų skersmenys skirtinguose skyriuose

Skyrius	Leistinos ribos, mm	
	Nuo	Iki (imtinai)
1	-	16,00
2	16,00	17,00
3	17,00	18,00
4	18,00	19,00
5	19,00	20,00
6	20,00	21,00
7	21,00	22,00
8	22,00	23,00
9	23,00	24,00
10	24,00	25,00
11	25,00	26,00
12	26,00	27,00
13	27,00	28,00
14	28,00	-



36 pav. Atsitiktinių monetų skersmenys skirtinguose skyriuose

Iš grafike pateiktų rezultatų matoma, jog į antrąjį skyrių patenka monetos, kurios turėtų pakliūti į pirmąjį skyrių. T. y. antrajame skyriuje randama monetų, kurių skersmuo yra mažesnis arba lygus 16 mm. Į kitus skyrius patekusių monetų matmenys atitinka numatytas ribas.

Toliau atliktas išrūšiuotų monetų pasiskirstymo įvertinimas. Visi masės matavimai atlikti svarstyklėmis *Romasas LC*, kurių svėrimo riba – 30 kg, o padalos vertė – 5 g. Pirmiausiai pasvertos atskirtų magnetinių monetų masė. Gautas rezultatas – 9 755 g. Tai sudaro ~ 49 % bendros rūšiuotų monetų masės. Toliau vertinamos tik rotaciniu rūšiavimo aparatu rūšiuotos nemagnetinės monetos. Atliktas pagal skersmenį atskirtų monetų skaičiavimas bei svėrimas skirtinguose išrūšiuotų monetų skyriuose. Taip pat suskaičiuota vidutinė vienos monetos masė atitinkamame skyriuje. Gauti rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

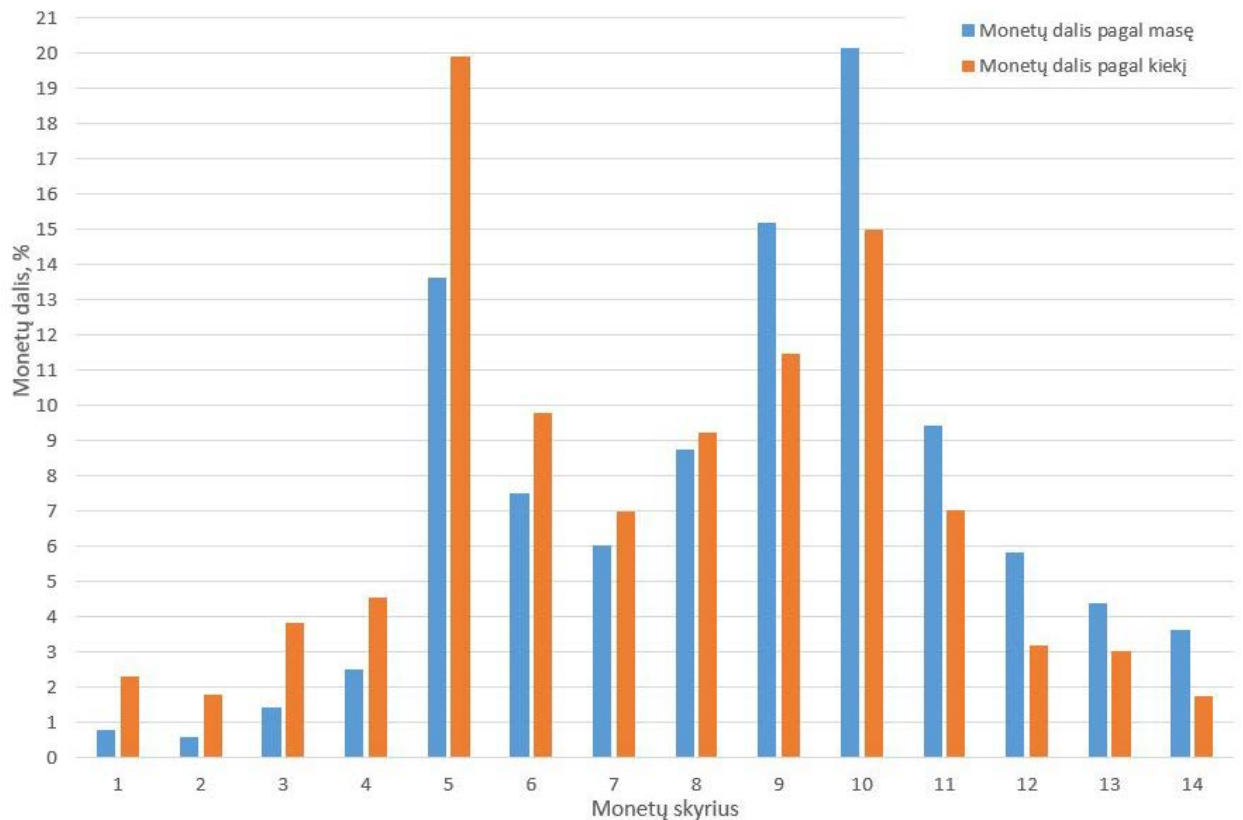
2 lentelė. Įvairių nemagnetinių monetų pasiskirstymas pirmojo bandymo metu

Skyrius	Masė, g	Kiekis, vnt.	Vidut. monetos svoris, g
1	80	56	1,43
2	60	43	1,40
3	145	92	1,58
4	255	109	2,34
5	1375	478	2,88
6	760	235	3,23
7	610	168	3,63
8	885	222	3,99
9	1535	275	5,58
10	2035	360	5,65
11	950	169	5,62
12	590	77	7,66
13	445	73	6,10
14	365	42	8,69
Viso:	10090	2399	4,21

Monetų pasiskirstymas pagal masę ir monetų kiekį pirmojo bandymo metu procentine išraiška vizualiai pavaizduotas stulpeline diagrama (žr. 37 pav.).

Matoma, jog daugiausia iš bandymo metu rūšiuotų monetų imties pakliuvo į 5 ($19 \leq 20$ mm skersmens), 9 ($23 \leq 24$ mm skersmens) ir 10 ($24 \leq 25$ mm skersmens) skyrius. Bendra monetų dalis patekusių į šiuos tris skyrius: masės atžvilgiu – 49,01 %, kiekio atžvilgiu – 45,69 %.

Be to nustatyta, jog net ir didesnio diametro monetų vidutinis svoris gali būti mažesnis už mažesnio diametro monetų vidutinį svorį. Tai priklauso nuo to, iš kokių medžiagų monetos yra pagamintos. Gauti rezultatai nėra pastovūs, nes skirtingose monetų partijose dominuoja skirtingos monetos, kurių medžiagos bei matmenys skiriasi, tad ir gauti rezultatai būtų kitokie.



37 pav. Monetų pasiskirstymas pagal masę ir kiekį pirmojo bandymo metu

3.3.2. Antrasis eksperimentinis bandymas bei rezultatų palyginimas

Dėl to, jo įrenginys skirtas dideliame įvairių monetų kiekiui rūšiuoti, siekiant gauti tikslesnius duomenis, antruoju bandymu atliekamas didesnės imties bandymas. Antruoju bandymu rūšiuojama 115,150 kg monetų. Kaip ir pirmojo bandymo metu, bandymas sustabdomas tuomet, kai sistemoje lieka ne daugiau kaip 10 monetų.

115,150 kg įvairių valiutų bei nominalų monetų mišinį atskirti į magnetines bei nemagnetines, o nemagnetines suskirstyti į 14 skirtingų skyrių pagal jų skersmenį, truko 47 min 00 s. Iš jų – 42 min 40 s monetos buvo paduodamos į sistemą, o 4 min 20 s įranga užtruko, kol išrūšiavo į įrenginius jau pakliuvusias monetas. Šiomis sąlygomis įrenginio našumas apskaičiuojamas (3) formule.

$$\frac{\text{Monetų masė, kg}}{\text{Rūšiavimo laikas, min}} = \frac{115,150 \text{ kg}}{47,00 \text{ min}} = 2,45 \text{ kg/min} \quad (3)$$

Tai 2,36 karto didesnis našumas nei pirmojo eksperimentinio bandymo metu. Tai paaiškinama, nes antrojo bandymo metu monetų rūšiavimo trukmė nutraukus monetų tiekimą sudaro 9 % viso rūšiavimo laiko. Šis rūšiavimo proceso etapas yra apytiksliai 2 kartus mažesnė dalis, nei pirmojo bandymo metu.

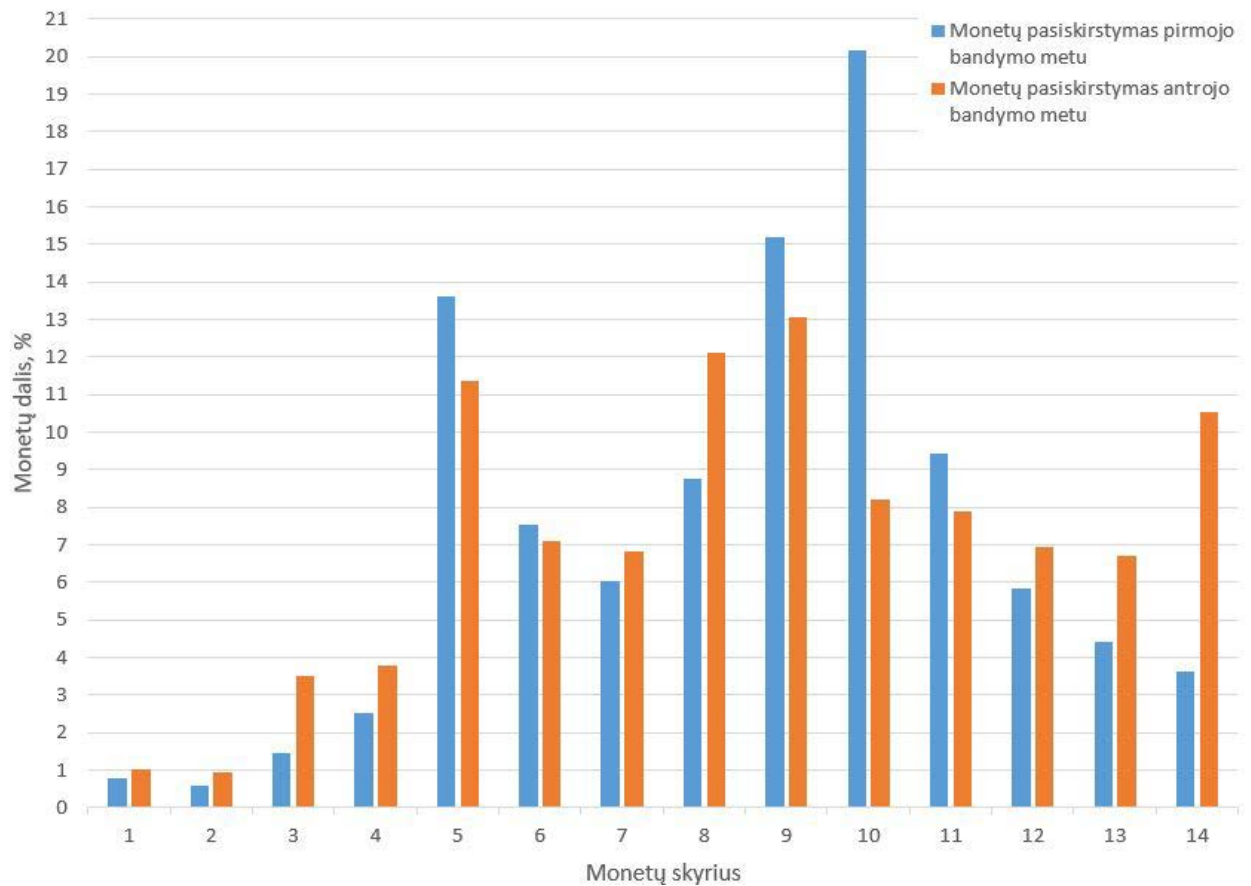
Nutraukus monetų tiekimą, rūšiavimo įrenginys neveikia pilnu naudingumu, nes jis nėra pilnai apkrautas. Monetas palaipsniui keliauja į tolimesnius skyrius, tačiau pirmieji skyriai lieka neapkrauti. Kita priežastis, kodėl gaunami skirtingi rezultatai – monetų padavimo sistema. Analizuojamu atveju monetos į rūšiavimo sistema tiekiamos žmogaus ranka. Žmogus negali užtikrinti monetų tiekimo vienodu tempu.

Antruoju bandymu atliktas išrūšiuotų monetų pasiskirstymas pagal masę. Magnetinių monetų rūšiavimo transporterio atskirtų monetų masė lygi 50 kg 425 g. Tai ~ 48 % bendro monetų mišinio masės. Šis rezultatas yra labai panašus į pirmuoju bandymu gautą rezultatą (~ 49 %), tad tai įrodo, jog monetos yra iš tos pačios partijos ir monetų rūšių kiekis, sudarantis mišinį, yra panašus.

Toliau atliktas monetų rūšiavimo pagal skersmenį monetų pasiskirstymo skirtinguose skyriuose įvertinimas svorio atžvelgiu. Antrojo bandymo rezultatai, kartu su pirmojo bandymo rezultatais, skirtais palyginimui, pateikiami 3 lentelėje. Nemagnetinių monetų pasiskirstymas skirtinguose skyriuose pirmojo ir antrojo bandymo metu taip pat atvaizduotas stulpeline diagrama (žr. 38 pav.).

3 lentelė. Įvairių nemagnetinių monetų pasiskirstymas antrojo bandymo metu

Skyrius	Antrasis bandymas	Pirmasis bandymas
	Masė, g	Masė, g
1	650	80
2	610	60
3	2260	145
4	2450	255
5	7355	1375
6	4585	760
7	4415	610
8	7830	885
9	8440	1535
10	5305	2035
11	5110	950
12	4500	590
13	4330	445
14	6820	365
Viso:	64660	10090



38 pav. Monetų pasiskirstymas skirtinguose skyriuose pirmojo ir antrojo bandymo metu

Lyginant pirmojo ir antrojo bandymo rezultatus pastebimos panašios monetų pasiskirstymo tendencijos, tačiau nustatyta, jog stambiausių monetų, kurios nepatenka į nei vieną iš 13 skyrių ir iškrenta į 14 stalčių įrenginio pabaigoje, pasitaikė beveik 3 kartus daugiau, nei pirmojo bandymo metu, taip pat skiriasi ir kitų monetų pasiskirstymai. Tai įrodo, jog net ir tos pačios partijos monetos, kurių kilmė yra panaši, gali skirtis tarpusavyje, tad negalima atlikti tikslių skaičiavimų ar gauti pastovių rezultatų.

4. Ekonominė dalis

4.1. Monetų rūšiavimo įrenginio kaina

Atlikus projektavimo darbą aiškios reikalingų medžiagų sąnaudos. AISI 304 nerūdijančio plieno tankis lygus 8 000 kg/m³. Skaičiuojant priimta, jog lakštinio plieno įsigijimo kaina yra 4,30 €/kg be PVM, o profilinio – 5,90 €/kg be PVM. Lakštinio plieno išeiga bei orientacinė kaina pateikta 4 lentelėje, o profilinio plieno – 5 lentelėje.

4 lentelė. Lakštinio plieno AISI 304 išeiga ir orientacinė kaina monetų rūšiavimo įrenginio gamybai

Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys, mm	Bendra masė, kg	Suma, Eur
1	Viršutinio sieto junginys				
1.1	Viršutinis sietas	1	2490×1240×1,0	37,051	159,32
1.3	Vidinės pertvaros	5	393×393×1,5	9,267	39,85
1.4	Išorinis žiedas	1	480×480×1,5	2,765	11,89
1.5	Vidinis žiedas	1	393×393×1,5	1,853	7,97
2	Apatinio sieto junginys				
2.1	Apatinis sietas	1	2490×1240×1,0	37,051	159,32
2.3	Vidinės pertvaros	3	393×393×1,5	5,560	23,91
2.4	Išorinis žiedas	1	480×480×1,5	2,765	11,89
2.5	Vidinis žiedas	1	393×393×1,5	1,853	7,97
3	Viršutinis rėmas				
3.4	Kampo reguliavimo lankstinys	1	137×230×1,5	0,378	1,63
4	Apatinis rėmas				
4.4	Kampo reguliavimo lankstinys	1	137×230×1,5	0,378	1,63
4.7	Sujungimo lankstinys	2	499×80×1,5	0,958	4,12
6	Rūšiavimo stalčiai				
6.1	Didysis rūšiavimo stalčius	10	484×494×1,5	28,692	123,38
6.2	Mažasis stalčius	3	344×494×1,5	6,118	26,31
6.3	Galinis stalčius	1	204×494×1,5	1,209	5,20
7.1	Atskyrimo plokštė	15	219×420×1,5	16,556	71,19
7.2	Atskyrimo plokštės juosta	13	40×420×1,5	2,621	11,27
7.3	Galinė plokštė	2	200×420×1,5	2,016	8,67
8.1	Užpylimo aikštelė	1	488×578×1,5	3,385	14,56
8.2.1	Viršutinė užkrovimo piltuvo dalis	1	130×317×1,5	0,495	2,13
8.2.2	Apatinė užkrovimo piltuvo dalis	1	201×343×1,5	0,827	3,56
8.3	Atraminis kamputis	2	37×500×1,5	0,444	1,91
9.1	Galinė juosta	1	55×569×1,5	0,376	1,62
	Suma:			162,618	699,26
	Pataisos koeficientas 1,20				
	Galutinė suma:			195,141	839,11

Visoms lakštinio plieno detalėms taikomas medžiagos išėigos pataisos koeficientas, kuris lygus 1,2. Pataisos koeficientas įvertina tai, jog neįmanoma užtikrinti 100 % medžiagos panaudojimo. Be to, plieno lakštai perkami standartiniais vienetais, tad ne visada galima įsyti konkretų reikiamą kiekį. Profilinio plieno išėigai taikomas pataisos koeficientas lygus 1,1.

5 lentelė. Profilinio plieno AISI 304 išėiga ir orientacinė kaina monetų rūšiavimo įrenginio gamybai

Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Profilio matmenys, mm	Ilgis, mm	Bendra masė, kg	Suma, Eur
1.2	Viršutinio sieto ašis	1	Ø25	2930	11,510	67,91
2.2	Apatinio sieto ašis	1	Ø25	2930	11,510	67,91
3.1	Išilginis vamzdis	1	80×40×2	2680	9,950	58,71
3.2	Skersinis vamzdis	2	40×40×2	420	2,040	12,04
3.3	Nereguliuojamos guoliavietės vamzdis	1	80×40×2	355	1,320	7,79
4.1	Išilginis vamzdis	1	80×40×2	2680	9,950	58,71
4.2	Skersinis vamzdis	2	80×40×2	520	3,860	22,77
4.3	Nereguliuojamos guoliavietės vamzdis	1	80×40×2	355	1,320	7,79
4.5	Vertikalus vamzdis	4	40×40×2	630	6,120	36,11
4.6	Išilginis vamzdis	2	40×40×2	2680	13,080	77,17
5.1	Reguliuojamos guoliavietės vamzdis	2	80×40×2	310	2,300	13,57
9.2	Perpylimo vamzdis	1	80×40×2	410	1,520	8,97
	Suma:				74,480	439,43
	Pataisos koeficientas 1,10					
	Galutinė suma:				81,928	483,38

Be nerūdijančio plieno detalių įrenginio konstrukciją sudaro ir kiti komponentai. Bendra šių komponentų orientacinė sąmata pateikta 6 lentelėje.

6 lentelė. Atskirų komponentų orientacinė sąmata

Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt. / m	Vieneto kaina, Eur	Suma, Eur
1	Elektros variklis <i>Kacperek G-IE1-63M2-6</i>	2	46,85	93,70
2	Sliekinis reduktorius <i>Kacperek MR-50</i>	2	113,73	227,46
3	A4 plieno kaištis DIN6885A 8×7×36	2	1,04	2,08
4	Fiksacinis žiedas DIN471 25	4	1,47	5,88
5	Varžtas DIN933 A2 M16×40	8	0,86	6,88
6	Varžtas DIN933 A2 M16×60	2	1,12	2,24
7	Veržlė DIN985 A2 M16	10	0,40	4,00
8	Poveržlė DIN125 A2 16	20	0,11	2,20
9	Kabelis gumine izoliacija 5×1.5mm ²	10	1,73	17,30
10	Kištukas trifazis 16A 5p IP44	2	2,80	5,60
	Suma:			367,34

Visi įvairių monetų rūšiavimo įrenginio gamybos ir paleidimo darbai atlikti užsakius paslaugą plataus profilio įmonėje, kurios pagrindė veikla – metalo apdirbimo darbai. Visos reikalingos žaliavos ir komponentai perkami įrenginį gaminančios įmonės. Bendra įrenginio kaina – 3200 € be PVM. Į šią kainą įeina visos medžiagos bei darbai, įskaitant metalo apdirbimo, surinkimo, elektros instaliacijos sujungimo ir paleidimo darbus. Orientacinė įrenginio sąmata pateikta 7 lentelėje.

7 lentelė. Orientacinė įvairių monetų rūšiavimo įrenginio sąmata

Nr.	Pavadinimas	Kiekis	Vienetai	Kaina, Eur	Suma, Eur
1	Lakštinis plienas AISI 304	195,141	Kg	4,3	839,11
2	Profilinis plienas AISI 304	81,928	Kg	5,9	483,38
3	Atskiri įrangos komponentai	-	-	-	367,34
4	Gamybos, surinkimo ir paleidimo darbai	-	-	-	1510,17
	Suma:				3200

Dėl to, kad įvairių monetų rūšiavimo įrenginį užsakiusi įmonė dirba pelningai ir yra mokesčių mokėtoja Lietuvoje, tai valstybei sumokami mokesčiai (PVM) nėra vertinami.

Daroma prielaida, jog monetų rūšiavimo įrenginys veiks 5 valandas per darbo dieną. Įrenginys nedirbs pasiruošimo darbui metu, ar susitvarkymo po darbo metu. Taip pat įrenginys turi būti sustabdomas kai tuštinami išrūšiuotų monetų stalčiai. Parinktų *Kacperek G-IE1-63M2-6* elektros variklių galia – 0,12 kW. Viso sumontuoti 2 elektros varikliai. Skaičiavimuose naudojama elektros kaina – 0,28 €/kW. Tokiu atveju įrenginio elektros sąnaudos per dieną apskaičiuojamos (4) formule.

$$n \times P \times t \times k = 2 \times 0,12 \times 5 \times 0,28 = 0,34 \text{ €/d. d.} \quad (4)$$

Čia: n – variklių kiekis, vnt.;

P – variklių galia, kW;

t – darbo laikas per 1 d. d., val.;

k – elektros kaina, €/kWh.

4.2. Įvairių monetų rūšiavimo įrenginio atsiperkamumas

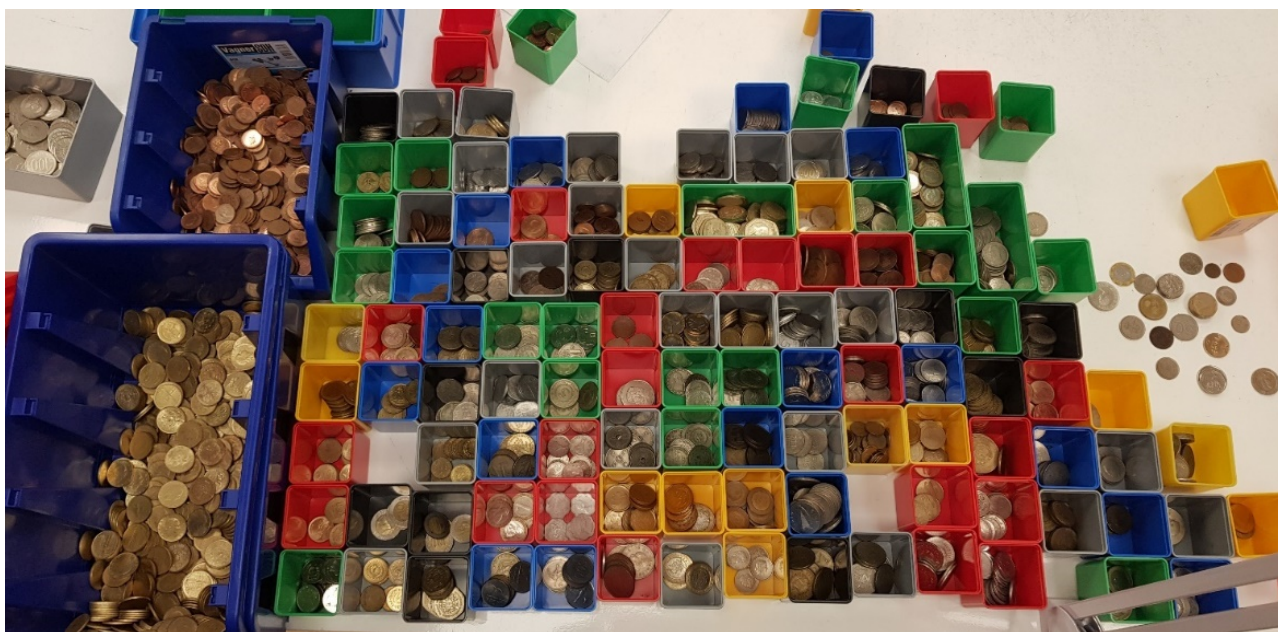
Monetų rūšiavimu ir jų pardavimo įmonėje įdiegtas pagamintas rūšiavimo įrenginys suteikė galimybę pakeisti iki tol buvusią monetų rūšiavimo ir sandėliavimo sistemą. Įmonės direktoriaus teigimu, iki tol, kol į monetų rūšiavimo sistemą buvo įdiegtas įrenginys, galintis išrūšiuoti monetas pagal jų skersmenį, monetas buvo skirstomas pagal jų kilmės šalį.

Tai buvo daroma todėl, nes žmogaus akiai per daug sudėtinga iš įvairių monetų mišinio atskirti monetas į šimtus grupių, jei monetas skirstomos pagal jų kilmės šalį, nominalą, gamybos metus, atvaizdą ant reversinės monetas pusės ir kitus išskirtinumus. Be to, žmogus ilgainiui pavargsta ir ima daryti klaidas. Siekiant supaprastinti monetų rūšiavimą, šios buvo skirstomos tik pagal kilmės šalį. Tokiu būdu sumažinamas pirmojo rūšiavimo grupių skaičius, tad toks pirminio rūšiavimo metodas yra paprastesnis, greitesnis, bei patikimesnis.

Tokia rūšiavimo sistema nėra optimali, nestar įmonei gavus specifinių monetų užsakymą reikalingas papildomas antrinis rūšiavimas, kai iš pirminiu rūšiavimu atskirtų monetų imties atliekamas papildomas rūšiavimas, siekiant atskirti tuo metu reikalingas monetas.

Įdiegus pagamintą įvairių monetų rūšiavimo įrenginį ir sujungus jį kartu su magnetinių monetų rūšiavimo transporteriu, pakeistas įmonėje taikomas monetų rūšiavimo metodas. Iki tol monetos buvo atskiriamos į magnetines bei nemagnetines, tačiau šių dviejų grupių monetų mišinius sudarydavo daug skirtingų rūšių grupių. Pritaikius monetų rūšiavimą pagal jų skersmenį, monetos išrūšiuojamos į 14 skirtingų grupių mechaniniu įrenginiu. Sujungus jį kartu su magnetinių monetų rūšiavimu, pirmiausia į 14 grupių suskirstomos nemagnetinės monetos, o vėliau, pakėlus magnetinį juostinį transporterį, į 14 grupių suskirstomos ir magnetinės monetos. Viso gaunamos 28 skirtingos grupės, kurios išrūšiuotos rūšiavimo įrenginiais.

Atskyrus monetas į 28 grupes sumažėja vienoje grupėje esančių skirtingų monetų rūšių skaičius. Išskirtiniais atvejais vienoje grupėje esančių monetų rūšių gali būti vos keletas. Tai leidžia žmogui efektyviau ir greičiau atskirti monetas, o sutaupytas laikas skiriamas monetoms rūšiuoti į skirtingas grupes pagal jų nominalią vertę, kilmę, gamybos metus bei kitus parametrus. Taip monetos pilnai išrūšiuojamos bei sandėliuojamos vienu žmoniškųjų išteklių rūšiavimo etapu (žr. 39 pav.).



39 pav. Žmogaus išrūšiuotos monetos

Įmonės vadovo teigimu įdiegtas monetų rūšiavimo įrenginys bei pakeista rūšiavimo metodika leidžia išvengti papildomo antrinio rūšiavimo. Tokiu būdu bendrame monetų rūšiavimo bei pardavimo procese sutaupomos 8 darbo valandos per pamainą. Vadinasi, jog žmogus, kuris iki tol užsiimdavo antriniu monetų rūšiavimu, gali užsiimti kitu darbu ir kurti papildomą pridėtinę vertę. 8 darbo valandos per pamainą yra pilnas vieno dirbančiojo etatas.

Antrinio rūšiuotojo mėnesinis darbo užmokestis su mokesčiais – 1050 €. Įvairių monetų rūšiavimo pagal skersmenį įrenginio kaina – 3200 €. Skaičiuojant, jog vidutinis darbo dienų per mėnesį skaičius yra 21 d. d. galima teikti, kad sutaupytas žmogaus darbas per vieną darbo dieną vertinamas apskaičiavus jo vienos darbo dienos užmokestį, kuris lygus (1050 €/ 21 d. d.) 50 €/ d. d. Elektros sąnaudų kaštai palyginamai maži (0,34 € / d.d.), todėl skaičiuojant įrenginio atsiperkamumą jie nėra vertinami. Tokiu būdu įrenginio atsiperkamumą galima įvertinti įrenginio kainą padalinus iš sutaupyto išlaidų. Vadinasi, jog įrenginys atsiperks per (3200€/ 50 €/d. d.) 64 darbo dienas.

5. Darbo su įvairių monetų rūšiavimo įrenginių sauga

Siekiant užtikrinti saugų darbą su įvairių monetų rūšiavimo įrenginiu privalu laikytis šių saugaus darbo reikalavimų:

- prieš kiekvieną įrenginio naudojimą būtina atlikti vizualią įrenginio apžiūrą ir atlikti įrenginio elementų įvertinimą;
- draudžiama naudoti įrenginį, jei pastebėti įrenginio konstrukcijos ar elektrinės grandinės pažeidimai;
- draudžiama naudoti įrenginį be įstatytų stalčių;
- draudžiama naudoti įrenginį, kai stalčiai yra perpildyti. Monetų sankaupas stalčiuose galima pašalinti arba išsklaidyti tik sustabdžius įrenginį;
- draudžiama liesti besisukančius įrenginio elementus, kai įrenginys yra įjungtas;
- darbo metu būtina dėvėti apsaugines nuo triukšmo apsaugančias ausines;
- su įrenginiu dirbti draudžiamą dėvint palaidus drabužius ar papuošalus;
- darbo metu reikalinga įsitikinti, jog į įrenginį nepaklius pašaliniai, į monetas nepanašūs, objektai. Ypatingą dėmesį atkreipti, jog į įrenginio vidų nepakliūtų pailgi daiktai (strypai, vamzdžiai, tušinukai ir pan.);
- išgirdus pašalinius garsus ar pajutus pašalinę vibraciją būtina kiek įmanoma greičiau išjungti stakles. Atgal įjungti negalima tol, kol nėra išsiaiškinama ir pašalinama pašalinio garso priežastis.

Apsauginės nuo triukšmo apsaugančios ausinės turi būti arti darbo vietos. Jų vieta turi būti aiškiai matoma, o su įrenginiu dirbantys asmenys turi būti supažindinti su darbo apsaugos priemone, jų naudojimu ir jų laikymo vieta. Dirbantys asmenys privalo būti supažindinti su visomis darbo saugos taisyklėmis.

Tam, jog saugaus darbo reikalavimai būtų užtikrinti, darbo vieta turi būti pažymėta specialiais ženklais.



40 pav. Naudojamas darbo saugos ženklavimas [23]

Naudotas darbo saugos ženklavimas (žr. 40 pav.):

- 1) būtina apsaugoti klausą;
- 2) pavojinga elektros srovė;
- 3) pavojinga, besisukantys elementai.

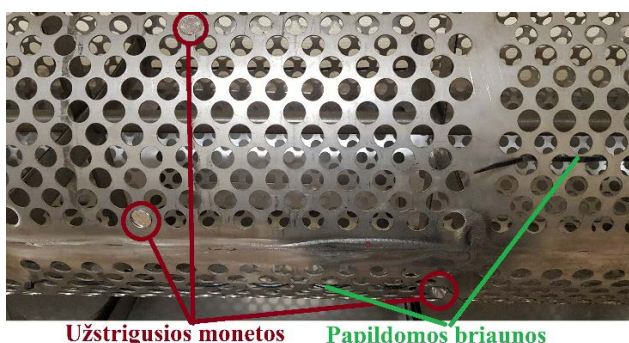
6. Papildomos pastabos, patarimai ir išvalgos

Pagaminus ir įdiegus įvairių monetų rūšiavimo įrenginį bei išbandžius jį praktiškai nustatyta, jog įrenginys savo funkciją atlieka ir įvairių monetų mišinį išskirsto į 14 skirtingų dalių pagal monetų skersmenį. Atlikus matavimus nustatyta, kad dalis smulkesnių monetų, kurios turėtų pakliūti į pirmąjį skyrių patenka ir į antrąjį. Atlikus stebėjimą nustatyta, jog galima to priežastis – per trumpas pirmojo skyriaus rūšiavimo ilgis. Pro pirmąjį skyrių praeina absoliučiai visos į įrenginį patekusios monetos, todėl apkrova šiame skyriuje didžiausia. Dėl šios priežasties monetos šioje dalyje praeina keliais sluoksniais, t. y., jog smulkesnės monetos užkrenta ant didesnio skersmens monetų ir neiškrenta pro tam skirtas kiaurymes siete. Taip šios monetos pernešamos į tolimesnį skyrių.

Kita išvelgta problema – monetų tiekimo nepastovumas. Tyrimo metu monetos į rūšiavimo aparatą tiekiamos žmogaus rankomis, tad žmogus negali užtikrinti vienodo monetų tiekimo. Rekomenduojama monetų tiekimui naudoti papildomą vibracinį tiekimo įrenginį, kuris kiek įmanoma suvienodintų monetų tiekimo srautą bei panaikintų žmogaus darbo poreikį monetų rūšiavimo procese.

Gaminant naują įrenginį rekomenduojama patobulinti monetų stalčius. Stalčiuose rekomenduojama sudaryti mažas kiaurymes (atlikti perforaciją). Monetos ne visada yra švarios ir dalis jų apkibusios dulkėmis bei kitomis smulkiomis apnašomis. Patekusios į rūšiavimo įrenginį, dėl monetų kontakto tarpusavyje ir kontakto su pačiu įrenginiu, šios apnašos atsiskiria nuo monetų ir patenka į stalčius. Vėliau šia apnašas iš stalčių pašalinti tampa sudėtinga. Stalčiuose sudarytos kiaurymės leistų apnašoms iškristi ant žemės, nuo kurios jas surinkti būtų paprasčiau.

Taip pat nustatyta, jog rotacinio tipo rūšiavimo įrenginys pateisino savo lūkesčius ir papildomo žmogaus įsikišimo dėl sieto kiaurymėse užtrikusių monetų beveik nereikia. Monetų mišinyje pasitaiko monetų, kurios nebūtinai yra apvalios formos, arba turi tam tikrų mechaninių pažeidimų, tad yra linkusios užstrigti sieto kiaurymėse. Dėl sieto sukimosi monetos veikdamos trinties šiek tiek pakyla nuo sieto apatinės dalies ir tam tikru momentu ima slysti sieto sienelės paviršiumi, arba krenta žemyn. Dėl tokio kontakto užstrigusios monetos yra išmušamos iš sieto kiaurymės, ir kiaurymė atlaisvinama tad išlaikomas sieto naudingumas. Siekiant padidinti krentančių monetų kiekį bei geresnį monetų maišymą bei pasiskirstymą rūšiavimo įrenginyje rekomenduojama papildomai sumontuoti briaunas vidinėje sieto dalyje išilgine kryptimi. Keletas užstrigusių monetų bei papildomos briaunos pavaizduotos 41 pav.



41 pav. Užstrigusios monetos ir papildomos sieto briaunos

Šio monetų rūšiavimo įrenginio tikslumą nustatyti sudėtinga, nes įrenginys skirtas rūšiuoti įvairių monetų mišinius. Monetų valiutos bei nominalios vertės neapibrėžtos, o rūšiuojamų monetų mišiniai nuolat skiriasi. Galutinis monetų rūšiavimas bei pašalinių elementų atskyrimas atliekamas žmogaus.

Išvados

1. Darbo metu apžvelgti įvairūs monetų rūšiavimo įrenginiai. Nustatyta, jog monetas gali būti rūšiuojamos mechaniniu būdu, kai monetas tarpusavyje atskiriamos pagal mechanines savybes, tokias kaip skersmuo, storis ar masė. Taip pat monetas gali būti rūšiuojamos naudojant vaizdų apdorojimo sistemas, kurios veikia nuskaitydamos monetą ir programuojamu loginiu valdikliu palygindamos jos vaizdą su žinomu vaizdu duomenų bazėje, taip priskirdamos turimą monetą vienai iš nurodytų grupių. Trečiasis monetų skirstymo būdas – monetų skirstymas elektromagnetiniu metodu. Elektromagnetinio metodo sistemos išsiskiria tuo, jog gali be monetas nuskaitymo ar tiesioginio kontakto išrūšiuoti monetas pagal medžiagas, iš kurių jos yra pagamintos.
2. Išskirta ir suprojektuota mechaninio metodo įvairių monetų rūšiavimo sistema, kuri išskirsto įvairių valiutų ir nominalų monetų mišinį į 14 skirtingų dalių. Monetas išskirstomos jų išorinio skersmens atžvilgiu, kur į pirmąjį skyrių patenka visos monetas, kurių skersmuo yra mažesnis ar lygus 16 mm, nuo antrojo iki 13-to skyriaus monetas rūšiuojamos vieno milimetro tikslumu nuo 16 mm iki 28 mm (imtinai), o į paskutinį 14-tą skyrių patenka visos likusios monetas, kurių išorinis skersmuo didesnis nei 28 mm.
3. Suprojektuota sistema pagaminta ir įvertinta praktiškai. Nustatyta, jog sistema atlieka numatytą funkciją ir išskirsto monetas į 14 dalių. Taip pat nustatytas vienas praktinis neatitikimas – dalis monetų, kurios turėtų patekti į 1-mąjį skyrių, nespėjamos išrūšiuoti ir patenka į antrąjį skyrių. Tačiau kituose skyriuose monetas išrūšiuojamos pagal nustatytus kriterijus. Bandymo metu rotacinis įvairių monetų rūšiavimo įrenginys pasiekė našumą, kuris lygus 2,45 kg/min. Tačiau nustatyta, kad sistemos našumas didėja, kai didinama rūšiuojamų monetų imtis, tad šis įrenginys turi galimybę pasiekti ir didesnę našumą.
4. Pagaminto įvairių monetų rūšiavimo įrenginio kaina – 3200 €. Šis įrenginys įdiegtas į įmonės, užsiimančios monetų rūšiavimo ir pardavimo, veiklą. Įdiegtas įrenginys sukombinuotas su įmonėje naudotu magnetinių monetų rūšiavimo įrenginiu, tad abu įrenginiai gali veikti vienu metu ir būti valdomi vieno darbuotojo. Įmonės vadovo teigimu, rotacinis rūšiavimo įrenginys leido pakeisti iki tol įmonės veikloje taikytą monetų rūšiavimo technologiją. Po to, kai visos monetas išrūšiuojamos įrenginiais, kiekvienos pagal skersmenį atskirtos monetų grupės monetas išrūšiuojamos žmogaus. Galutinis monetų rūšiavimas atliekamas vienu etapu. Baigtinis rezultatas – atskiros monetų grupės, kuriose monetas išrūšiuotos pagal jų kilmę, nominalią vertę, gamybos metus bei kitus parametrus. Tokiu būdu atsisakyta iki tol taikyto monetų antrinio žmogaus monetų rūšiavimo. Paskaičiuota, jog įrenginio atsiperkamumo laikas lygus 64 darbo dienoms.

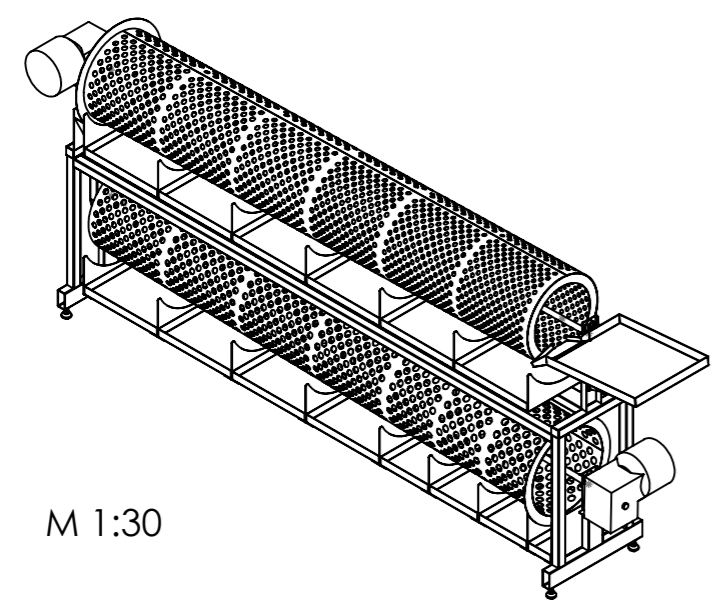
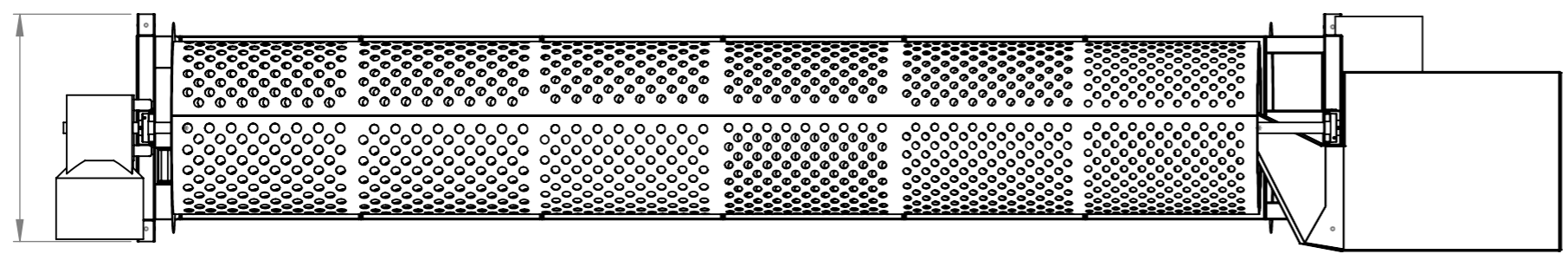
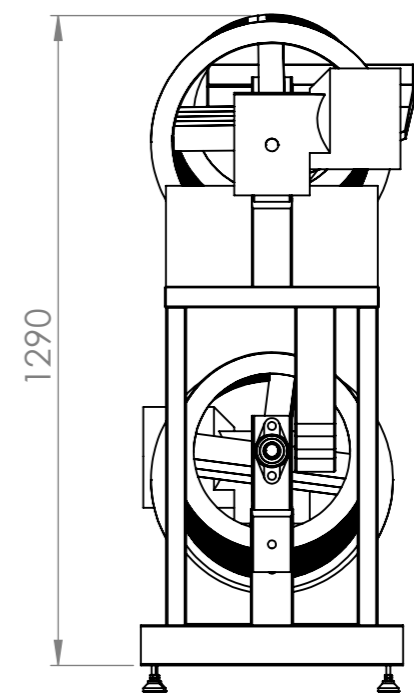
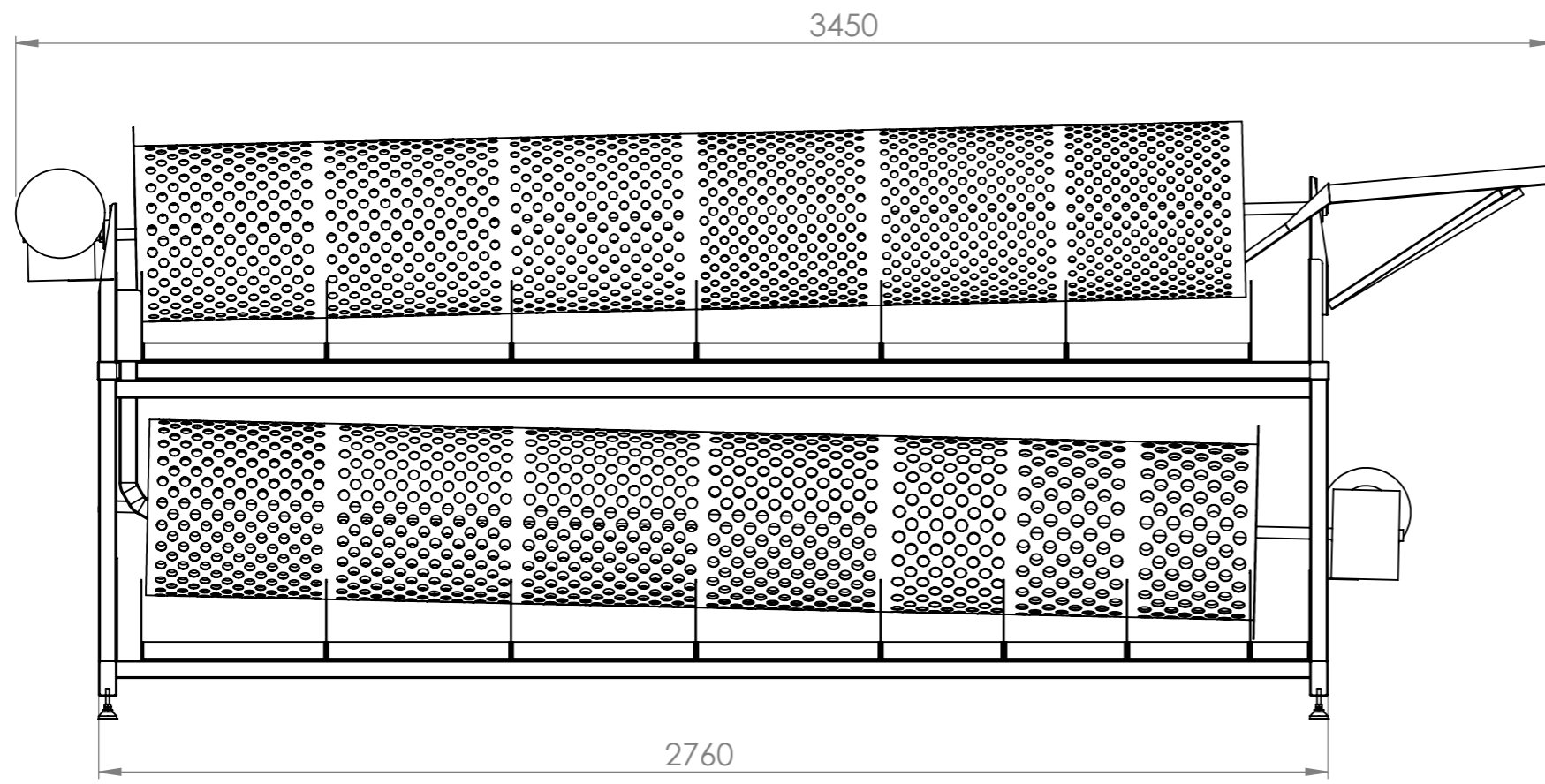
Literatūros sąrašas

1. ANDREI, L.C. - ANDREI, D. Some Science of Money Updates. In *SSRN Electronic Journal*. 2016 no. June 2016.
2. BEZPALOV, A. ir kt. Optimization of Structure of Sorting Vibratory Separators. In *Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science*. 2017. Vol. 3, no. 1, p. 97–106.
3. DABHADE, A. ir kt. Coin Sorting Machine by Mechanical Method. In *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 2020. Vol. 07, no. 10, p. 1649–1651.
4. DAO, D.-V. ir kt. Development of Electromagnetic Acoustic Transducer System. In *Sensors*. 2022. Vol. 22, no. 9055.
5. FAROOQUE, G. ir kt. Coin Recognition with Reduced Feature Set SIFT Algorithm Using Neural Network. In *Proceedings - 14th International Conference on Frontiers of Information Technology, FIT 2016*. 2017. no. August 2020, p. 93–98.
6. GLYN, D. *History of Money*. [interaktyvus] (žiūrėta 2022-10-17). 2016. p. 808. Prieiga per internetą: <<https://cutt.ly/S1ZoZhY>>.
7. GUAN, G.C. *Design and Implementation of an Automatic Coin Sorting and Counting Machine*. 2019. ISBN 9781119130536.
8. HAN, Z. - LIU, J. Research and manufacture of a rotational coin sorting machine. In *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 83, no. 1, p. 125–134.
9. HUBER, R. ir kt. Classification of coins using an eigenspace approach. In *Pattern Recognition Letters*. 2005. Vol. 26, no. 1, p. 61–75.
10. YANG, Y. - SI, X. Design of coin sorter counter based on MCU. In *AIP Conference Proceedings*. 2018. Vol. 1955, no. April, p. 1–5.
11. YI, P. ir kt. A Kind of Creative Design for Coin Sorting Mechanism based on Archimedes Double Helix. In *2nd International Conference on Systems, Computing, and Applications* . 2018. no. Systca, p. 180–184. .
12. JAYANTHI, A.N. ir kt. Automatic Coin Sorting and Counting System. In *Technology*. 2021. p. 1137–1140.
13. KHASHMAN, A. ir kt. Coin Identification Using Neural Networks. In *Proceedings of 5th WEAS International Conference on Signal Processing*. 2006. Vol. 2006, p. 88–92.
14. KHASHMAN, A. ir kt. ICIS: A Novel Coin Identification System. In *Lecture Notes in Control and Information Sciences*. 2006. Vol. 345, p. 913–918.
15. MODI, S. - BAWA, S. Automated Coin Recognition System using ANN. In *International Journal of Computer Applications*. 2011. Vol. 26, no. 4, p. 13–18.
16. MODI, S. - BAWA, S. Image Processing based Systems and Techniques for the Recognition of Ancient and Modern Coins. In *International Journal of Computer Applications*. 2012. Vol. 47, no. 10, p. 1–5.
17. MUNJAL, R. ir kt. Coin Sorting using Multi Frequency Inductive Sensor Systems. In *IEEE Workshop 2019*. 2019. Vol. 4, no. 3, p. 75–76.
18. PARAMASIVAM, A. ir kt. Design and Modelling of Coin Sorting Machine. In *Volatiles & Essent. Oils*. 2021. Vol. 8, no. 4, p. 8202–8208.
19. PRABHU, R.S. ir kt. Indian Coin Detection and Sorting using SIFT Algorithm. In *IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering*. 2016. Vol. 2, no. 10, p. 601–603.
20. SPEK, R.J. Van der ir kt. Money, Silver and Trust in Mesopotamia. In *Money, Currency and Crisis*. 2018. p. 30. ISBN 9780080453705.

21. SEQUERA, M.S. ir kt. Microcontroller Based Coin Counter with Segregator and Packing System. In *International Journal of Engineering and Techniques*. Vol. 3, no. 4.
22. SILVA, R.C.B.A. Da ir kt. Coin Separator , Sorter and Counting System. In *23rd ISPE International Conference on CAD/CAM Robotics and Factories of the Future*. 2007. no. August.
23. Valstybinė darbo inspekcija. *Darbovietėse naudojami saugos ir sveikatos ženklai* [interaktyvus]. (Žiūrėta: 2022-11-03). Prieiga per internetą: <https://bit.ly/35LbNJW>

Priedai

1 priedas. Įvairių monetų rūšiavimo įrenginio brėžinys



M 1:30

1. *Nenurodytos matmenų ribinės nuokrypos pagal LST EN 22768.*
2. *Užapvalinti visas aštrias briaunas bei kampus.*

	Bylos Nr.	Papildoma informacija	Medžiaga	Mastelis 1:15
Atsakinga žinyba	Konsultantas	Dokumento tipas Surinkimo brėžinys	Dokumento statusas	
Savininkas	Rengė Vilmantas Dargis Tvirtino	Antraštė Įvairių monetų rūšiavimo įrenginys	MRS.00.000	
			Lapas A3	Data 06/12/2022
			Kalba lt.	Lapas 1/1