



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Greta Kalvėnaitė

SKIRTINGŲ DIACETILCELIULIOZĖS ŽALIAVŲ SAVYBIŲ
TYRIMAS IR DIACETILCELIULIOZĖS TIRPALO GAMYBOS
LINIJOS PROJEKTAVIMAS

Vadovas
Dr. Ramūnas Lygaitis

Baigiamasis magistro projektas

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

**SKIRTINGŲ DIACETILCELIULIOZĖS ŽALIAVŲ SAVYBIŲ
TYRIMAS IR DIACETILCELIULIOZĖS TIRPALO GAMYBOS
LINIJOS PROJEKTAVIMAS**

Baigiamasis magistro projektas
Chemijos inžinerija (kodas 621H81004)

Vadovas

Dr. Ramūnas Lygaitis

Recenzentas

Doc. dr. Birutė Sapijanskaitė

Projektą atliko

Greta Kalvėnaitė

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Greta Kalvėnaitė

Chemijos inžinerija, (kodas 621H81004)

„Skirtingų diacetilceliuliozės žaliavų savybių tyrimas ir diacetilceliuliozės tirpalo gamybos
linijos projektavimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Gretos Kalvėnaitės**, baigiamasis projektas tema „Skirtingų diacetilceliuliozės žaliavų savybių tyrimas ir diacetilceliuliozės tirpalo gamybos linijos projektavimas“ 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
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:

Cheminės technologijos fakulteto dekanas

Prof. E.Valatka

Dekano įsakymas ST18-F-02-1

2016 m. balandžio 26 d

Suderinta:

Polimerų chemijos ir technologijos katedros

vedėjas

prof. dr. Juozas Vidas Gražulevičius

2016m. vasario mėn. 02 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui (-ei) **Gretai Kalvėnaitei**

1. **Darbo tema:** Skirtingų diacetilceliuliozės žaliavų savybių tyrimas ir diacetilceliuliozės tirpalo gamybos linijos projektavimas
2. **Darbo tikslas:**
 - 2.1. Palyginti skirtingų diacetilceliuliozės žaliavų savybes ir suprojektuoti diacetilceliuliozės tirpalo gamybos liniją, kurios našumas 500 t pluošto per metus.
3. **Darbo uždaviniai:**
 - 3.1. Palyginti žaliavų reologines, filtracines savybes;
 - 3.2. Nustatyti žaliavose esančių priemaišų prigimtį ir kiekį;
 - 3.3. Parinkti filtravimo medžiagas ir filtpresų darbo režimą;
 - 3.4. Suprojektuoti diacetilceliuliozės tirpalo gamybos liniją.
4. **Darbo sudėtinės dalys:**
 - 4.1. Įvadas;
 - 4.2. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai;
 - 4.3. Tiriamoji dalis;
 - 4.4. Technologinė dalis;
 - 4.5. Statybiniai ir santechniniai sprendimai;
 - 4.6. Darbo sauga ir sveikata;
 - 4.7. Finansinis ekonominis projekto įvertinimas;
 - 4.8. Aplinkosaugos projektuojamo objekto vertinimas;
 - 4.9. Literatūros sąrašas.

Užduoties išdavimo data: 2016 m. vasario mėn. 02 d.

Užbaigto darbo pateikimo terminas: 2016 m. birželio 7 d.

Vadovas: dr. Ramūnas Lygaitis 2016-02-02
(vardas, pavardė)

(parašas, data)

Užduotį gavau: Greta Kalvėnaitė 2016-02-02
(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

Kalvėnaitė G. Properties of cellulose diacetate feedstock obtained from different suppliers and design of cellulose diacetate stock solution production line.

Chemical engineering's Master's thesis. Scientific advisor: Dr. Ramūnas Lygaitis, Kaunas University of Technology. Faculty of Chemical Technology, Department of Polymers Chemistry and Technology

Research area and field: Chemical and Process Engineering, Technology Studies

Key words: *cellulose diacetate, manufacturing line, insoluble particles characterization*

Kaunas, 2016. 88 p.

SUMMARY

The object of the research – analysis of properties of cellulose diacetate feedstock obtained from different suppliers. The main attention paid on the quality of the solutions and on the nature of insoluble particles. In order to decrease the amount of insoluble particles the new filtration materials were selected and studied. Cellulose diacetate stock solution manufacturing line designed using the raw material which showed lowest amount of insoluble particles and new filtering materials in order to optimise the process.

Manufacturing process consist of two main stages – dissolution of cellulose diacetate and filtration.

In this research work production line designed, which will be capable to acquire such amount of cellulose diacetate solution in order to produce 500 tonnes of yarns per year.

The production stages were designed as well as calculations on production equipment, productivity and expenses were done and presented.

The new production line will be assembled in the reconstructed building which is located in Kaunas city, Pramonės street 4. The transportation system around this place is very well developed thus all raw materials could be delivered by motor as well as by railway transport.

Master thesis consist of these parts: introduction, general description of the work, research part, technological part, environmental assessment, health and safety of the production, economic calculations and construction solutions. There are 80 tables and 17 illustrations, 5 appendixes: technological scheme of production, industrial facilities design and plant layout, incisions of production facilities, construction site plan and lightening protection scheme.

Kalvėnaitė G. Skirtingų diacetilceliuliozės žaliavų savybių tyrimas ir diacetilceliuliozės tirpalo gamybos linijos projektavimas.

Chemijos inžinerijos baigiamasis magistro darbas. Darbo vadovas: dr. Ramūnas Lygaitis, Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Polimerų chemijos ir technologijos katedra

Mokslo kryptis ir sritis: Chemijos ir procesų inžinerija, Technologijos mokslai

Reikšminiai žodžiai: *diacetilceliuliozė, gamybos linija, netirpių dalelių charakterizavimas*

Kaunas, 2016. 88 p.

SANTRAUKA

Tyrimo objektas yra dvi skirtingų tiekėjų diacetilceliuliozės žaliavos. Analizuotos skirtingų žaliavų reologinės ir filtracinės savybės. Didžiausias dėmesys skirtas tirpalų švarumo ir teršalų prigimties nustatymui. Tolimesniam projektavimui pasirinkta mažiausiu teršalų kiekiu pasižyminti žaliava. Teršalų problemai spręsti parinkta nauja filtravimo medžiaga, parinktas filtravimo režimas.

Rekonstruojamas pastatas yra įsikūręs Kaune, Pramonės pr. 4. Sklypas yra strategiškai patogioje vietoje, kadangi čia yra išvystytas patogus susisiekimas automobiline, viešuoju transportu. Visos žaliavos atgabenamos automobiline transportu, yra galimybė naudotis geležinkelio bėgiais, kurie galėtų būti naudojami žaliavų pristatymui.

Projektuojamą gamybos liniją sudaro du pagrindiniai etapai – acetilceliuliozės tirpinimas ir filtracija.

Darbe projektuojama gamybos linija, kuri paruoštų reikalingą acetilceliuliozės tirpalo kiekį 500 t siūlų pagaminti, aprašomos būtinosios gamybos operacijos, technologiniai režimai. Parinktas reikalingas įrenginių kiekis, našumas ir sąnaudos.

Projektą sudaro šios dalys: bendras darbo apibūdinimas, įvadas, tiriamoji dalis, technologinė dalis, projektuojamo objekto aplinkosaugos vertinimas, darbuotojų sauga ir sveikata, ekonominiai skaičiavimai, statybiniai sprendimai. Darbe pateikta 80 lentelių ir 17 paveikslėlių. Pateikti 5 priedai: sklypo planas, žaibolaidžio schema, gamybinių patalpų planas, gamybinių patalpų plano pjūviai ir technologinė acetilceliuliozės tirpalo gamybos schema.

Turinys

Trumpinių sąrašas	9
Lentelių sąrašas.....	10
Paveikslų sąrašas	13
1. Įvadas.....	14
1.1 Cheminės žaliavų savybės	15
1.2 Filtracija.....	16
2. Bendras darbo apibūdinimas	17
3. Tiriamoji dalis.....	18
3.1 Aparatūra	18
3.2 Naudotos medžiagos.....	19
3.3 Spektrinė žaliavų analizė	20
3.4 Reologinės savybės.....	20
3.5 Mikroskopinė acetilceliuliozės žaliavų analizė	21
3.6 Žaliavų filtracinės savybės ir filtravimo režimo parinkimas	23
4. Technologinė dalis.....	31
4.1 Acetilceliuliozės sandėliavimas.....	31
4.2 Acetilceliuliozės transportavimas.....	32
4.3 Tirpinimas.....	35
4.4 Filtracija.....	37
4.5 Produkcijos asortimentas ir gamybos apimtys	41
4.6 Medžiagų balansas.....	42
4.7 Įrenginių parinkimas	47
4.8 Technologiniai režimai	52
4.9 Įrenginių kiekio paskaičiavimas	54
5. Aplinkosaugos projektuojamo objekto vertinimas	60
5.1 Projektuojamo objekto sąlygojama biologinė ir fizikinė tarša	61
5.2 Atliekų tvarkymas.....	61
6. Darbuotojų sauga ir sveikata	63
6.1 Projektuojamo objekto charakteristika	63
6.2 Profesinės rizikos vertinimas.....	63
6.3 Saugi gamyba.....	65
6.4 Įrangos žymėjimas, esančios sprogiuose ir degiose vietose	66

6.5 Apsauga nuo žaibo.....	66
6.6 Darbo higiena.....	68
6.7 Gaisrinė sauga.....	70
7. Statybiniai sprendimai	71
7.1 Bendri duomenys	71
7.2 Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara	71
7.3 Bendrosios statinio inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai.....	72
7.4 Sklypo planas.....	72
7.5 Orientacinės statinio rekonstrukcijos kainos paskaičiavimas.....	73
8. Ekonominiai skaičiavimai	74
8.1 Bendrieji duomenys	74
8.2 Gamybos apimtis ir gautinos pajamos	74
8.3 Projekto investicijos ir jų finansavimas.....	76
8.4 Ilgalaikio turto vertė	76
8.5 Trumpalaikio turto – apyvartinio kapitalo vertė.....	77
8.6 Gamybos sąnaudos	77
8.7 Veiklos sąnaudos	81
8.8 Pelno (nuostolių) prognozė.....	82
8.9 Piniginiai srautai	84
Pagrindiniai rezultatai ir IŠVADOS	86

Trumpinių sąrašas

[1]	-	Literatūros šaltinis
(1)	-	Įrenginio numeris technologinėje scheme
CA	-	Acetilceliuliozė
DAC	-	Diacetilceliuliozė
TAC	-	Triacetilceliuliozė
M_w	-	Vidutinė masinė molekulinė masė
M_n	-	Vidutinė skaitinė molekulinė masė
P_d	-	Polidispersiškumas
P1, P2, P3	-	Filtravimo medžiagų pavadinimai
F1, F2	-	Filtravimo komplektų pavadinimai
SARK	-	Surištos acto rūgšties kiekis

Lentelių sąrašas

3.1 lentelė. CA1 ir CA2 žaliavų reologinės savybės.....	20
3.2 lentelė. Nefiltruotų tirpalų nuotraukos	21
3.3 lentelė. Netirpių dalelių analizė.....	22
3.4 lentelė. Neorganinių priemaišų kiekis ir netirpių dalelių dydis ir kiekis	23
3.5 lentelė. Žaliavų filtracijos indeksas ir netirpių dalelių pasiskirstymas.....	24
3.6 lentelė. Filtravimo komplektų sudėtis	24
3.7 lentelė. Filtravimo medžiagų vieno sluoksnio charakteristikos	25
3.8 lentelė. Filtravimo medžiagos	25
3.9 lentelė. Mikroskopinė tirpalų analizė, naudojant skirtingus filtravimo medžiagų kompleksus	27
4.1 lentelė. Acetilceliuliozės žaliavos kokybiniai rodikliai.....	32
4.2 lentelė. Sraigtinio transporterio parametrai	33
4.3 lentelė. Kaušinio elevatoriaus parametrai	34
4.4 lentelė. Paruošimo tirpinimui talpų parametrai.	35
4.5 lentelė. Tirpinimo talpų parametrai	37
4.6 lentelė. Filtravimo plotas atskiruose filtracijos etapuose	39
4.7 lentelė. Filtravimo etapų komplektai.....	40
4.8 lentelė. Gamybos planas.....	41
4.9 lentelė. Darbo grafikas	41
4.10 lentelė. Grįžtamos žaliavos kiekis metams, parai	41
4.11 lentelė. Žaliavų poreikis 500 t siūlų pagaminti	41
4.12 lentelė. Žaliavų procentinis kiekis acetilceliuliozės tirpalo ruošimo receptūroje	42
4.13 lentelė. Žaliavų kiekis 1 000 kg produkcijos pagaminti.....	42
4.14 lentelė. Žaliavų kiekis, reikalingas metų bėgyje	43
4.15 lentelė. Žaliavų kiekis, reikalingas parai	44
4.16 lentelė. Tirpalo užimamas tūris per parą	44
4.17 lentelė. Žaliavų procentinė sudėtis grįžtamos žaliavos tirpalo ruošimo receptūroje.....	45
4.18 lentelė. Grįžtamųjų žaliavų kiekis 500 000 kg produkcijoje ir reikalingas tirpiklio kiekis apdorojimui	45
4.19 lentelė. Žaliavų kiekis, reikalingas parai	46
4.20 lentelė. Grįžtamųjų atliekų tirpalo užimamas tūris per parą	46
4.21 lentelė. Tirpintuvų parametrai	47
4.22 lentelė. Tirpintuvo specifikacija	48
4.23 lentelė. Filrpreso charakteristikos	48

4.24 lentelė. Reikalingų tarpinių talpų kiekiai	49
4.25 lentelė. „Cemline” tarpinės talpos charakteristikos.....	49
4.26 lentelė. Reikalingi tirpalų kiekiai per parą	50
4.27 lentelė. Minimalus siurblių našumas	50
4.28 lentelė. „Technobaltic“ firmos krumpliaratinio siurblio V60-2 charakteristika	51
4.29 lentelė. Verpimo mašinos charakteristika	51
4.30 lentelė. Acetilceliuliozės tirpalo parametrai	52
4.31 lentelė. Tirpinimo trukmės nustatymas, esant nepašildytam tirpikliui.....	52
4.32 lentelė. Tirpinimo trukmės nustatymas, esant šiltam tirpikliui	53
4.33 lentelė. Įrenginių darbo režimo duomenys	55
4.34 lentelė. Bendras įrenginių kiekis	56
4.35 lentelė. Patalpų plotai, norminė apšvieta ir reikalinga apšvietimo galia.....	57
4.36 lentelė. Projektuojamos gamybos elektros įrenginiai.....	57
4.37 lentelė. Vandens sąnaudos.....	58
4.38 lentelė. Įrenginių aptarnavimo ir remonto trukmė	58
5.1 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavą	60
5.2 lentelė. Sunaudojama elektros energijos kiekis	60
5.3 lentelė. Triukšmo šaltiniai	61
5.4 lentelė. Atliekų tvarkymas.....	62
5.5 lentelė. Naudojamo vandens balansas	62
6.1 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas	64
6.2 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai.....	65
6.3 lentelė. Patalpų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų.....	65
6.4 lentelė. Projektuojamo baro matmenys	67
6.5 lentelė. Patalpų šiluminės aplinkos vertinimas	68
6.6 lentelė. Naudojamų cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai.....	69
6.7 lentelė. Pavojingų cheminių medžiagų žymėjimas	69
6.8 lentelė. Gaisro klasė ir ugnį gesinanti medžiaga	70
7.1 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai	71
7.2 lentelė. Orientacinė statinio rekonstrukcijos kaina	73
8.1 lentelė. Gamybos ir pardavimų apimtys.....	74
8.2 lentelė. Įrenginių sąmata	75
8.3 lentelė. Suvestinė rekonstrukcijos ir įrenginių kaina	75
8.4 lentelė. Ilgalaikio turto vertės suvestinė	76
8.5 lentelė. Apyvartinio kapitalo poreikis	77

8.6 lentelė. Projekto investicijų paskirstymas ir jų finansavimo šaltiniai	77
8.7 lentelė. Tiesioginės išlaidos žaliavoms	78
8.8 lentelė. Išlaidos energijai.....	78
8.9 lentelė. Išlaidos tiesioginiam darbo užmokesčiui.....	79
8.10 lentelė. Materialaus turto vertė ir nusidėvėjimas	79
8.11 lentelė. Gamybos kaštai.....	80
8.12 lentelė. Veiklos sąnaudos	81
8.13 lentelė. Veiklos sąnaudų paskirstymas.....	81
8.14 lentelė. Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudos.....	82
8.15 lentelė. Gaminio kainos skaičiavimas	82
8.16 lentelė. Pelno-nuostolių ataskaita.....	82
8.17 lentelė. Prognozuojamo pelno-nuostolių pasiskirstymas	83
8.18 lentelė. Prognozuojami piniginiai srautai.....	84
8.19 lentelė. Diskontuoto atsipirkimo skaičiavimas.....	84

Paveikslų sąrašas

1.1 paveikslas. Pluošto formavimas sausuoju būdu.....	14
3.1 paveikslas. Filtracijos įrenginio schema	19
3.2 paveikslas. Filtracijos našumas, naudojant filtravimo medžiagų komplektus F1 ir F2... ..	26
3.3 paveikslas. Netirpių dalelių pasiskirstymas atskiruose filtracijos etapuose	28
3.4 paveikslas. Netirpių dalelių dydžio ir kiekio priklausomybė nuo recirkuliacijos darbo valandų	29
3.5 paveikslas. Netirpių dalelių kiekio priklausomybė nuo filtrpreso darbo laiko	29
4.1 paveikslas. Acetilceliuliozės transportavimas ir sandėliavimas	31
4.2 paveikslas. Sraigtinis transporteris	32
4.3 paveikslas. Kaušinis elevatorius	34
4.4 paveikslas. Acetilceliuliozės paruošimo tirpinimui schema	35
4.5 paveikslas. Periodinio veikimo tirpintuvas	36
4.6 paveikslas. Tirpinimo technologinė schema	36
4.7 paveikslas. Filtracijos technologinė schema	38
4.8 paveikslas. Filtravimo plokštė (a), filtravimo rėmas tuščiaviduris (b)	38
4.9 paveikslas. „Pfaudler“ įmonės tirpintuvas, BE Series, talpa 10 m ³	48
4.10 paveikslas. „Cemline“ įmonės tarpinė talpa	49
6.1 paveikslas. Žaibolaidžio apsaugos zona	68
7.1 paveikslas. Projektuojamo pastato sklypo planas	72
8.1 paveikslas. Būsimieji pinigų srautai.	85

1. ĮVADAS

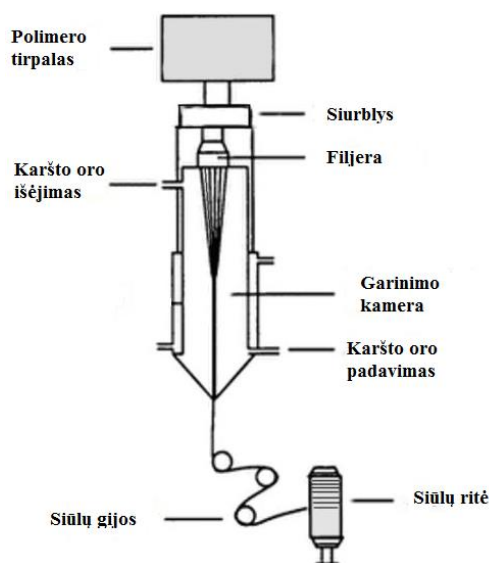
Acetatas – tai dirbtinis pluoštas, pagamintas iš natūralaus polimero – medienos celiuliozės. Šiuo metu daugiausia acetato naudojama tekstilėje ir cigarečių filtrų gamyboje. Acetatiniai siūlai pasižymi natūraliu blizgumu, geromis antistatinėmis savybėmis. Šių dienų tekstilėje iš acetatinių siūlų pagamintas audinys neretai prilyginamas natūraliam šilkui, kadangi jis yra švelnus ir malonus liesti. Pagrindiniai acetatinio pluošto trūkumai – prastas atsparumas dilimui ir cheminiam poveikiui.

Acetilceliulioziniai pluoštai sudaro maždaug dešimtadalį visų gaminamų dirbtinių pluoštų. Iš acetilceliuliozinių kompleksinių siūlų mezgamas trikotažas, pamušalinis audinys ir kt. Apie 80 % cigarečių filtrų yra gaminami iš acetatinio pluošto (cigarečių filtrams sunaudojama daugiau pluošto nei tekstilėje).

Cheminiai pluoštai gali būti formuojami arba iš polimerų tirpalų, arba lydalų. Iš lydalų dažniausiai formuojami – poliesteriniai, poliamidiniai, poliolefininiai pluoštai, o iš tirpalų – acetilceliulioziniai, viskoziniai.

Iš tirpalų pluoštai gali būti formuojami šlapiuoju ir sausuoju būdu.

Acetatinių siūlų verpimui plačiausiai yra naudojamas sausasis formavimas. Sausuoju būdu galima formuoti tuos polimerų pluoštus, kurių lydymosi temperatūra yra artima jų terminio skylimo temperatūrai ($t_{lyd} = 230-300^{\circ}\text{C}$, o $t_{sk} = 200-250^{\circ}\text{C}$ [1]). Sausojo formavimo metu, prieš patekdamas į formavimo įrenginį polimeras yra ištirpinamas. Patekęs į formavimo įrenginį, polimero tirpalas, praėjęs pro filjerę yra veikiamas karšto oro, vyksta tirpiklio išgarinimas. Suformuotų siūlų gijos yra vyniojamos į rites. [2]



1.1 paveikslas. Pluošto formavimas sausuoju būdu.

1.1 Cheminės žaliavų savybės

Acetilceliuliozės gamybos metu, celiuliozė yra veikiamą acto rūgšties anhidridu, kaip reakcijos katalizatorius, yra naudojama H_2SO_4 . Todėl, nedideli kiekiai sieros yra randami ir acetilceliuliozėje. Padidėjęs sieros kiekis acetilceliuliozėje, turi neigiamos įtakos tiek cheminėms, tiek fizikinėms savybėms. Siera, esanti acetilceliuliozėje, sumažina terminį stabilumą bei skatina hidrolizę. Norint sumažinti sieros kiekį, gautas produktas yra plaunamas vandeniniais Ca ir Mg druskų tirpalais. Čia kalcio ir magnio katijonai pakeičia sieros rūgštyje esančius vandenilio jonus, susidarant druskoms. Vyksta neutralizacija. Tokiu būdu pagerinamas acetilceliuliozės terminis stabilumas. [3] Esant Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonų pertekliui tirpale, jie gali pakeisti makromolekulėje $-COOH$ grupės vandenilio joną, ir su gretima makromolekule sudaryti tinklą, dėl to stipriai gali išaugti tirpalo klampa.

Paprastai po acetilinimo reakcijos gauta acetilceliuliozė yra išplaunama Ca, Mg vandeniniais druskų tirpalais norint pašalinti sieros rūgštį. Sieros rūgštis pasižymi skatinančiu gelių susidarymui poveikiu acetilceliuliozėje. SO_4^{2-} jonas smarkiai desolvatoja, pajengvina makromolekulių tarpusavio susijungimą bei struktūrinio tinklo susidarymą.[4]

Nors žaliavose aptinkami tik sieros rūgšties pėdsakai, tačiau sieros rūgštis – stipri rūgštis, padidėjęs jos kiekis mažina žaliavos terminį stabilumą, skatina greitesnę hidrolizę, taip pat, gali būti vamzdinių korozijos priežastimi.

Dažniausiai diacetilceliuliozėje randami teršalai – triacetilceliuliozės likučiai. Labai svarbus teršalų dydis: mažesni už $15\ \mu m$ teršalai sunkiausiai nusifiltruoja ir gali sukelti daugiausia problemų, kadangi jie gali agreguoti sudarydami didesnes daleles arba kauptis filjerės kanalėliuose. [5]

Surištos acto rūgšties kiekis (SARK) - tai vienas iš pagrindinių acetilceliuliozės kokybinių rodiklių nusakantis acetilceliuliozės priklausomybę triacetilceliuliozei, diacetilceliuliozei ar monoacetilceliuliozei. Acetilceliuliozė, turinti SARK daugiau nei 58-60%, priskiriama triacetilceliuliozei, o 53-56% SARK – priskiriama diacetilceliuliozei.

1.2 Filtracija

Acetatinių siūlų formavimui labai svarbus tirpalų švarumas. Paruoštas acetilceliuliozės tirpalas turi būti filtruojamas. Esant aukštam tirpalo užterštumui, filtracija vyksta sunkiai, tenka dažnai keisti filtravimo medžiagas. Tirpalų filtracinės savybės yra glaudžiai susijusios su tirpale esančių netirpių dalelių dydžiu – esant didesniam kiekiui stambių dalelių, jie lengvai nusifiltruoja, esant smulkesnėms dalelėms – jos pereina filtravimo medžiagas, kaupiasi filjerės kanalėliuose, sudaro sambūrius, kurie gali iššaukti gijų, siūlų nutrūkimą ar suplonėjimą.

Acetilceliuliozės tirpalai yra filtruojami filtrpresuose. Bet kokios tirpale esančios netirpios priemaišos gali stipriai padidinti defektiškumą siūlų formavimo metu. Todėl turi būti skiriamas didelis dėmesys tinkamų filtravimo medžiagų parinkimui ir tirpalų švarumo įvertinimui.

Yra galimi du filtrpresų darbo režimai:

1. Recirkuliacija
2. Filtracija.

Dirbant recirkuliacijos režimu, tirpalas praėjęs filtravimo medžiagas yra gražinamas atgal į tos pačios filtracijos tarpinę talpą. Dirbant filtracijos režimu, nufiltruotas tirpalas yra iš karto tiekiamas tolimesniam perdirbimui: paduodamas į galutinę tirpalo kaupimo talpą (iš III-ios filtracijos filtrpresų) arba į sekančios filtracijos tarpinę talpą.

Apie tinkamų filtravimo medžiagų parinkimą galima spręsti iš kelių parametrų – tai filtravimo medžiagų tankis, storis, porų dydis, vandens pralaidumas. Tačiau vaizdingiausias spręsti apie filtravimo medžiagų tinkamumą – vykdyti nufiltruotų tirpalų vaizdų analizę. Tada aiškiai galima matyti ir spręsti apie tirpaluose likusių teršalų kiekį, formą ir dydį.

2. BENDRAS DARBO APIBŪDINIMAS

Darbo tikslas: palyginti skirtingų gamintojų acetilceliuliozės žaliavų savybes, jose esančių teršalų prigimtį, dydį ir kiekį. Parinkti optimalių savybių žaliavą gamybai ir suprojektuoti acetilceliuliozės tirpalo gamybos liniją. Parinkti filtravimo medžiagas, filtrpresų darbo režimą, siekiant išgauti kuo švaresnį acetilceliuliozės tirpalą.

Suprojektuoti acetilceliuliozės tirpalo gamybos liniją, kuria būtų pagaminta 500 t acetilceliozės siūlų per metus.

3. TIRIAMOJI DALIS

3.1 Aparatūra

Molekulinių sietų chromatografinė analizė

Molekulinių masių pasiskirstymas gautas naudojant molekulinę sietų chromatografinę sistemą „Malvern/Viscotek“, kaip tirpiklį naudojant tetrahidrofuraną.

Mikroskopinė vaizdų analizė

Mikroskopinės nuotraukos užfiksuotos konfokaliniu mikroskopu Olympus FV1000 (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas), didinimas x100, nuotraukų apdorojimui – programa „ImageJ“, naudota filtracija – Gaussian Blur, Sigma 2°.

Infraraudonoji spektrometrija

FTIR spektrai užregistruoti iš plėvelių, spektrometru „FSM-1201“ (Infraspek, Monitoring), diapazonas $400-4000\text{cm}^{-1}$, skanavimo greitis $25\text{cm}^{-1}/\text{s}$.

Rentgeno spinduliuotės fluorescensinė analizė (RSFA)

Bandinių cheminė analizė atlikta rentgeno spinduliuotės fluorescensiniu spektrometru Bruker X-ray S8 Tiger WD. Naudotas rodžio (Rh) vamzdelis, anodinė įtampa U_a iki 60 kV, srovės stipris I iki 130 mA. Bandiniai matuoti helio atmosferoje. Matavimai atlikti naudojant SPECTRA Plus QUANT EXPRESS metodą.

Acetilinio skaičiaus nustatymas

Acetilinis skaičius nustatytas pagal FTIR spektrą, diapazonas $2200-4400\text{cm}^{-1}$, skanavimo greitis $25\text{cm}^{-1}/\text{s}$.

Dinaminės klampos nustatymas

Dinaminei 26,3% tirpalo (acetonas:vanduo) klampa nustatyta viskozimetru, leidžiant į tirpalą metalinį rutuliuk ir fiksuojant jo kritimo laiką per 10 cm tirpalo sluoksnį. Dinaminė klampa nustatyta 25°C temperatūroje.

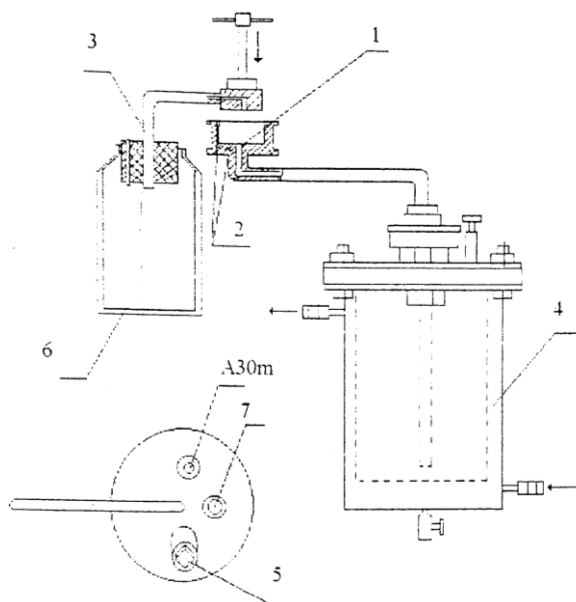
Santykinės klamos nustatymas

Santykinė klampa nustatoma naudojant viskozimetrą VPŽ-4, kapiliaro diametras $0,37 \pm 0,2$ mm, 25°C temperatūroje. Naudojant 0,25% koncentracijos acetilceliuliozės tirpalą acetone.

Filtracijos indeksas

Filtracijos indeksas nustatomas filtruojant 6% koncentracijos tirpalą, paruoštą tirpinant sausą diacetilceliuliozę, acetono:vandens (95,5:4,5) tirpiklyje ir skaičiuojant nufiltruoto tirpalo kiekį gramais, praėjusį pro filtravimo komplektą (1 sluoksnis poliamido ir 30 sluoksnių alignino, kurio šviesos pralaidumas 7-14%) per $1 \pm 0,02 \text{ cm}^2$ paviršiaus plotą, esant $1,4 \pm 0,2 \text{ atm}$ slėgiui, 25°C temperatūrai.

Filtracijos įrenginio schema pateikta 3.1 paveiksle.



3.1 paveikslas. Filtracijos įrenginio schema

1-anga, 2 – viršutinė ir apatinė filtruojamojo elemento dalys, 3 – išėjimas, 4 – talpa, 5 – pakrovimo anga, 6 – tirpalo surinkimo indas, 7 – spaudimo apsaugos kaištis.

3.2 Naudotos medžiagos

Tiriamajame darbe naudotos dviejų skirtingų gamintojų diacetilceliuliozės žaliavos CA1 (Daicel, L-50EX, Japonija) ir CA2 (Pacetati, NC0, Kinija, $>95\%$), acetonas ($>99\%$).

Filtravimo medžiagų parinkimui naudotos filtravimo medžiagos P1 („Frac”, 100% celiuliozė, Grigiškės), P2 („Fanoia”, 1516P, celiuliozė, Ispanija) ir P3 („Fanoia”, 140W, celiuliozė, Ispanija).

Netirpių dalelių prigimties analizei: ledinė acto rūgštis (100%, „Sigma aldrich”), metilenchloridas, etanolis (96,2-96,8%, „Jaunpagasts“)

3.3 Spektrinė žaliavų analizė

FTIR (CA1), (cm⁻¹): ν(-OH): 3489, ν(-CH₃): 2944, ν(-CH₂-): 2889, 1431, ν(C=O): 1740, γ (C-CH₃): 1370, ν(C-C-O): 1163, ν(C-O-C): 1029.

FTIR (CA2), (cm⁻¹): ν(-OH): 3489, ν(-CH₃): 2943, ν(-CH₂-): 2889, 1431, ν(C=O): 1741, γ (C-CH₃): 1368, ν(C-C-O): 1165, ν(C-O-C): 1024.

3.4 Reologinės savybės

Didelę įtaką tirpalų kokybei turi molekulinė masė ir tirpalų klampa. Šie dydžiai yra tarpusavyje surišti. Augant žaliavų molekulinei masei, didėja ir tirpalų klampa. Esant padidėjusiai tirpalų klampai pasunkėja tirpalų filtracijos procesas, siūlų formavimas. Nustatyta žaliavų CA1 ir CA2 molekulinė masė ir klampa. Duomenys pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. CA1 ir CA2 žaliavų reologinės savybės

Žaliava	Vidutinė masinė molekulinė masė M _w , Da	Vidutinė skaitinė molekulinė masė M _n , Da	P _d	Santykinė klampa	Dinaminė klampa η, Pa·s
CA1	177 120	60 630	2,92	0,330	104
CA2	438 650	59 000	7,43	0,388	110

Polidispersiškumas skaičiuotas pagal formulę:

$$P_d = \frac{M_w}{M_n} \quad (1)$$

Pastebėta, kad žaliava CA2 išsiskiria ypač aukšta molekuline mase M_w ir polidispersiškumu P_d. Vadinasi žaliavos CA2 makromolekulės nėra tolygaus dydžio, t.y., vyrauja įvairaus dydžio makromolekulės.

Acetatinų pluoštų tirpalų klampa užima tarpinę padėtį lyginant su kitų pluoštų tirpalų klampa, čia CA 24-26% tirpalų klampa acetono:vandens tirpiklyje gali svyruoti 80-120 Pa·s, celiuliozės ksantogenato 7-10 % koncentracijos tirpalas NaOH tirpiklyje 8-20 Pa·s, o celiuliozės 7-10% koncentracijos tirpalas tetraamoniako vario hidroksido tirpiklyje klampa 120-200 Pa·s. [6]

Pastebėta, kad žaliava CA2 pasižymi aukštesne klampa (110 Pa·s). Tai susiję su didesne žaliavos CA2 molekuline mase. Esant aukštesnei molekulinei masei, tirpale daugėja makromolekulinių asociatų, atsiranda daugiau tarmolekulinių ryšių sujungtų makromolekulių, jos lėčiau juda tirpale, dėl to stipriai išauga tirpalo klampa.[7]

Dėl mažesnio žaliavos polidispersiškumo, mažesnės klamos, CA1 žaliava yra labiau tinkama siūlų formavimui.

3.5 Mikroskopinė acetilceliuliozės žaliavų analizė

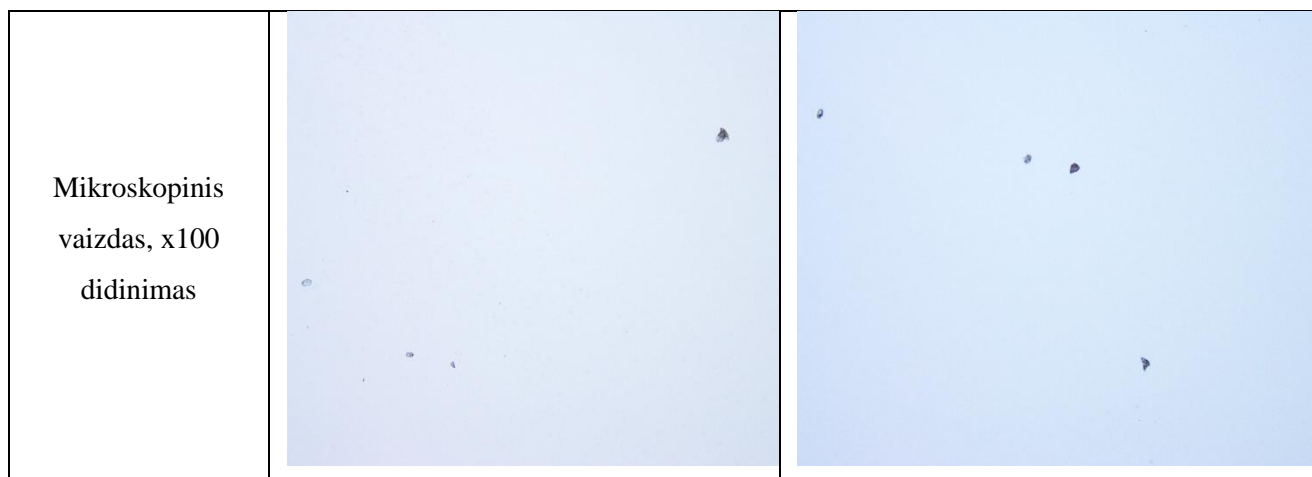
Ypač svarbus acetilceliuliozės žaliavų palyginamasis parametras – žaliavų švarumas. Nuo tirpalų švarumo priklauso siūlų kokybė ir išeiga. Padidėjęs teršalų kiekis sukelia visišką ar dalinius filjerės kanalėlių užsikimšimus, dėl to padidėja siūlų nutrūkimo ar defektų atsiradimo tikimybė.

Norint palyginti ir nustatyti CA1 ir CA2 žaliavose esančių teršalų kiekį buvo atlikta mikroskopinė CA1 ir CA2 26,3% gamybinių nefiltruotų tirpalų tirpiklyje acetonas:vanduo (9,4:0,6) analizė, siekiant nustatyti žaliavoje esančių teršalų kiekį ir dydį.

Ši analizė parodė, kad žaliava CA1 pasižymi didesniu kiekiu smulkesnių teršalų, o žaliava CA2 pasižymi mažesniu kiekiu teršalų, tačiau jų diametras yra didesnis. Nefiltruotų tirpalų nuotraukos pateiktos 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Nefiltruotų tirpalų nuotraukos

	CA1	CA2
Vidutinis netirpių dalelių kiekis, vnt	16	9
Vidutinis netirpių dalelių dydis, μm	6,74	9,52



Acetilceliuliozėje aptinkami teršalai gali būti skirtingos prigimties:

1. triacetilceliuliozės likučiai;
2. dėl padidėjusios molekulinės masės ar padidėjusio žaliavos rūgštingumo susiformavę diacetilceliuliozės makromolekuliniai dariniai;
3. dėl padidėjusio neorganinių druskų kiekio susiformavusios makromolekulinės diacetilceliozės tinklinės struktūros.

Norint išsiaiškinti netirpių dalelių prigimtį buvo atlikta 10% CA1 ir CA2 žaliavų tirpalų skirtinguose tirpikliuose mikroskopinė vaizdų analizė.

Triacetilceliuliozė geriausiai tirpsta metilenchlorido:etanolio mišinyje (8:2) mišinyuose, tačiau visiškai netirpsta acetono-vandens mišinyje.

Esant padidėjusiam Na, Ca, Mg druskų kiekiui, jos lengvai pašalinamos praskiestomis rūgštimis. [8]

Remiantis šiomis diacetilceliuliozės tirpumo savybėmis, paruošti nefiltruoti acetilceliuliozės CA1 ir CA2 10% žaliavų tirpalai tirpikliuose: acetonas:vanduo (9,6:0,4), acto rūgštis (5%), metilenchloridas:etanolis (8:2). Rezultatai pateikti 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Netirpių dalelių analizė

Žaliava	Tirpiklis	Netirpių dalelių kiekis, vnt	Netirpių dalelių diametras, μm	SARK, %
CA1	Acetonas: Vanduo	14	11,07	54,3
	Acto rūgštis	8	12,08	
	Metilenchloridas:etanolis	3	9,65	
CA2	Acetonas: Vanduo	10	15,03	54,1
	Acto rūgštis	7	10,25	
	Metilenchloridas:etanolis	5	9,59	

Pastebėta, kad daugiausia netirpių dalelių kiekis sumažėjo tirpinant CA1 ir CA2 žaliavas praskietame metilenchlorido:etanolio tirpiklyje. Žaliavoje CA1 netirpių dalelių kiekis sumažėjo nuo 14 iki 3, o CA2 žaliavoje nuo 10 iki 5. Tai galima paaiškinti didesniu triacetilceliuliozės kiekiu CA1 žaliavoje, kadangi esant didesniai triacetilceliuliozės kiekiui, žaliavos tirpumas metilenchlorido:etanolio mišinyje pagerėja. Tai patvirtina ir žaliavose nustatytas surištos acto rūgšties kiekis: CA1 žaliavoje – 54,3%, o žaliavoje CA2 54,1%.

Celiuliozės acetilinimo reakcijoje kaip katalizatorius yra naudojama sieros rūgštis. Todėl acetilceliuliozėje gali būti aptinkami nedideli sieros kiekiai. Padidėjęs sieros kiekis gali būti priežastimi netirpių darinių susidarymui, kadangi desolvatavęs SO_4^{2-} jonas palengvina makromolekulių tarpusavio susijungimą bei struktūrinio tinklo susidarymą. [9]

Padidėjęs Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonų kiekis tirpale, pakeičia makromolekulėje $-COOH$ esantį vandenilio joną, ir su gretima makromolekule sudaro tinklą, dėl ko gali padidėti netirpių dalelių kiekis.

Nustatyta priklausomybė tarp sieros, metalų kiekio, esančio acetilceliuliozės žaliavoje, ir 26,3 % nefiltruotame gamybiniame tirpale esančio netirpių dalelių skaičiaus ir jų dydžio. Rezultatai pateikti 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Neorganinių priemaišų kiekis ir netirpių dalelių dydis ir kiekis

Žaliava	Netirpių dalelių dydis, μm	Netirpių dalelių kiekis, vnt	S, %	Ca, %	Mg, %
CA1	6,74	16	0,006	0,021	-
CA2	9,52	9	0,004	0,017	-

Tiek žaliava CA1, tiek CA2 pasižymi nedideliu kiekiu neorganinių priemaišų. Šiek tiek didesniu sieros kiekiu pasižymi CA1 žaliava (0,006%), didesniu Ca kiekiu taip pat pasižymi CA1 žaliava (0,021%). Didesnis sieros ir metalų (Ca) kiekis žaliavoje CA1 galėtų būti didesnio netirpių dalelių kiekio (16) susidarymo priežastimi.

3.6 Žaliavų filtracinės savybės ir filtravimo režimo parinkimas

Esant padidėjusiam netirpių dalelių kiekiui, acetilceliuliozės tirpalas turi būti filtruojamas. Esant aukštam tirpalo užterštumui, filtracija vyksta sunkiai, tenka dažnai keisti filtravimo medžiagas.

Svarbi žaliavų filtracinė savybė – filtracijos indeksas. Jis parodo koks tirpalo kiekis pereina per filtravimo medžiagų ploto vienetą. Tirpalų filtracijos indeksas yra glaudžiai susijęs su tirpale esančių netirpių dalelių dydžiu – esant didesniam kiekiui stambių dalelių, tirpalas sunkiau filtruojasi, didesnis kiekis netirpių dalelių lieka ant filtravimo medžiagų – nustatomas mažesnis filtracijos indeksas. Esant smulkesnėms dalelėms tirpalas lengvai nusifiltruoja – didesnis filtracijos indeksas.

Žaliavų CA1 ir CA2 filtracinės savybės pateiktos 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. Žaliavų filtracijos indeksas ir netirpių dalelių pasiskirstymas

Žaliava	Filtracijos indeksas, g/cm ²	Netirpių dalelių dydis, µm	Netirpių dalelių skaičius,vnt
CA1	27,8	6,74	16
CA2	27,4	9,52	9

Pastebėta, kad žaliava CA1 pasižymi geresniu filtracijos indeksu, gautas filtracijos indeksas 27,8 g/cm² (CA2 žaliavos 27,4g/cm²), čia netirpių dalelių vidutis diametras yra mažesnis (6,74 µm) , nei žaliavoje CA2 (9,52 µm), tačiau dalelių kiekis didesnis: CA1 žaliavoje 16 netirpių dalelių, o CA2 – 9. Vadinasi smulkesnės acetilceliuliozėje esančios netirpios dalelės per filtravimo medžiagas pereina lengviau, jos nėra sulaikomos. Didesnės netirpios dalelės yra sulaikomos filtravimo medžiagose, dėl to nustatomas mažesnis filtracijos indeksas.

Dėl mažesnio teršalų diametro ir aukštesnio filtracijos indekso tolimesniam projektavimui pasirenkama žaliava CA1. Didesnis netirpių dalelių kiekis mažinamas naujų filtravimo medžiagų parinkimu.

Norint parinkti tinakamas filtravimo medžiagas, siekiant maksimalaus tirpalų švarumo buvo analizuoti dviejų rūšių filtravimo medžiagų komplektai F1 ir F2 su skirtingomis filtravimo medžiagomis.

3.6 lentelė. Filtravimo komplektų sudėtis

Filtravimo medžiagų komplektas	Sluoksnių skaičius, vnt			
	Medvilninis audinys	P1	P2	P3
F1	2	36	-	-
F2	2	-	3	4


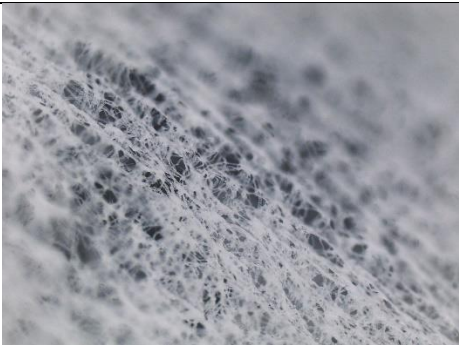
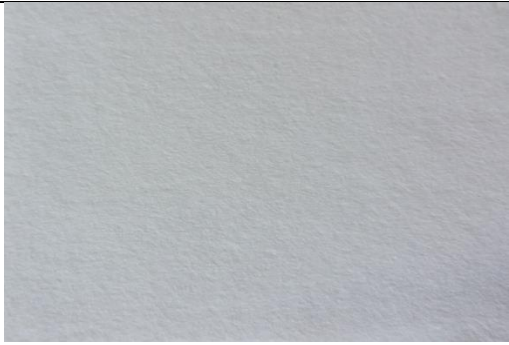
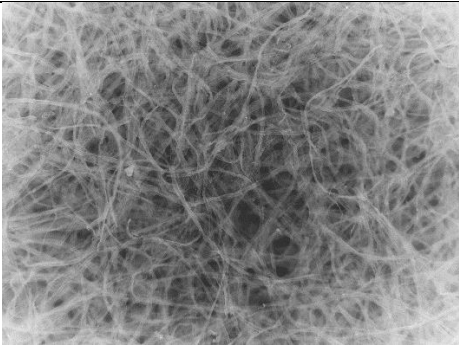

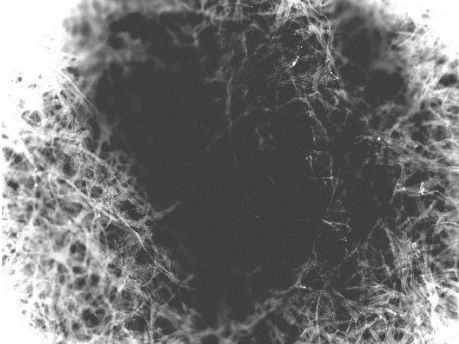
Medvilnis audinys filtravimo komplekte atlieka tik pagalbinę funkciją, t.y. neleidžia prie filtravimo plokščių prilipti filtravimo medžiagoms dėl to, filtravimo medžiagų keitimo metu lengviau pašalinti atidirbusias filtravimo medžiagas.

Atskirų filtravimo medžiagų vieno sluoksnio charakteristikos pateiktos 3.7 lentelėje, o filtravimo medžiagų vaizdas – 3.8 lentelėje.

3.7 lentelė. Filtravimo medžiagų vieno sluoksnio charakteristikos

Filtravimo medžiaga	Vid. porų dydis, μm	Tankis, g/m^2	Storis, mm	Tirpumas acetone, %	Kapiliarinis įgeriamumas, mm
P1	17,3	21	-	0	80
P2	12,0	375	0,98	0	190
P3	13,4	132	0,55	0	90

3.8 lentelė. Filtravimo medžiagos

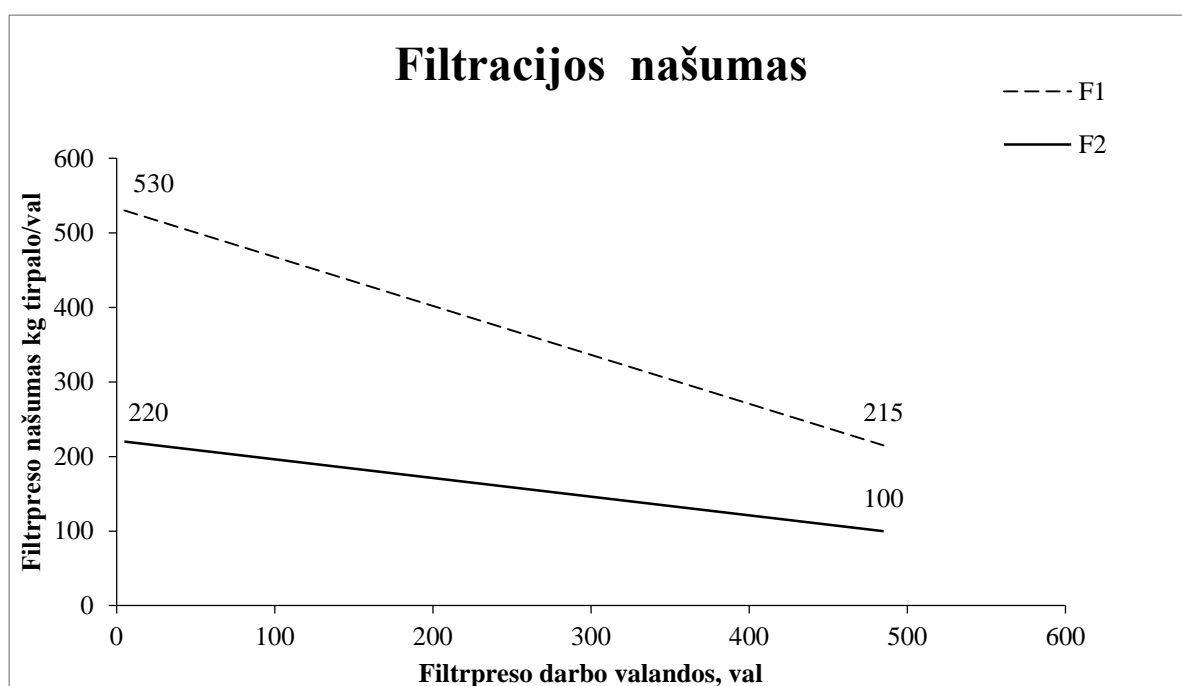
Filtravimo medžiaga	Išorinis vaizdas	Mikroskopinis vaizdas, didinimas x40
P1		
P2		
P3		

Filtracijos našumas

Be sulaikomų dalelių dydžio labai svarbus parametras – filtrpreso našumas. Naudojant didesnio tankio filtravimo medžiagų kompleksus sumažėja filtrpreso našumas.

Buvo atliktas gamybinis bandymas naudojant skirtingus filtravimo medžiagų kompleksus F1 ir F2. Bandyminiai filtravimo medžiagų komplektai F1 ir F2 įdėti į II-os filtracijos etapo filtrpresus. Filtrpresų našumas matuotas per atvazdį, esantį ant išėjimo vamzdžio iš filtrpreso. Slėgis filtrprese, naudojant filtravimo medžiagų komplektą F1 kito nuo 9 iki 12atm, naudojant filtravimo medžiagų komplektą F2 nuo 12 iki 17 atm.

3.2 paveikslas. Filtracijos našumas, naudojant filtravimo medžiagų kompleksus F1 ir F2



Iš grafiko galima pastebėti, kad naudojant filtravimo medžiagų komplektą F1, yra išlaikomas aukštas filtrpreso našumas, pradėjus dirbti filtrpreso našumas siekia 530 kg tirpalo/valandą (esant 9 atm), po 500 darbo valandų nukrenta iki 215 kg tirpalo/valandą (esant 12 atm), o tuo tarpu naudojant filtravimo medžiagų komplektą F2, pradinis filtrpreso našumas siekia tik 220 kg tirpalo/valandą (esant 12 atm), o po 500 valandų nukrenta iki 100 kg tirpalo per valandą (esant 17 atm). Tai galima sieti su filtravimo medžiagų savybėmis, komplekto F1 suminis filtravimo medžiagų tankis 756 g/m^2 , o komplekto F2 – 1653 g/m^2 (pagal 3.7 lentelę). Dėl mažo našumo filtrprese, dirbant filtravimo medžiagų komplektui F2, reikėtų įvertinti filtrpresų skaičių ir linijos apkrovimą.

Netirpių dalelių analizė, naudojant skirtingus filtravimo medžiagų kompleksus

Gamybinai tirpalai netirpių dalelių analizei paimami tik iš dirbančių filtrpėsų, pro specialiai įrengtą kranelį, esantį ant išėjimo vamzdžio iš filtrpės. Vadinasi iš filtrpės paimtas tirpalas jau yra nufiltruotas tame etape. Atsukus kranelį, tirpalas yra nuleidžiamas į kitą talpą (tam, kad nebūtų paimtas užsistovėjęs tirpalas, esantis atvamzdyje prieš kranelį). Nuleidžiama apie 5 kg tirpalo. Tuomet, į švirkštą prileidžiama tirpalo. Paimtas tirpalas, švirkštu yra išspaudžiamas ant švariai nuvalyto stikliuko ir užspaudžiamas antru tokiu pačiu stikliuku, tada stikliukai atskiriami vienas nuo kito ir leidžiama plėvelei išdžiūti. Atlikta mikroskopinė tirpalų analizė, rezultatai pateikti lentelėje.

3.9 lentelė. Mikroskopinė tirpalų analizė, naudojant skirtingus filtravimo medžiagų kompleksus

Filtravimo medžiagų kompleksas	Filtrpės darbo valandos, val	Filtrpės slėgis, atm	Netirpių dalelių skaičius, vnt	Netirpių dalelių diametras, μm
F1	395	10	19	8,82
F2	495	12	7	7,24

Iš lentelės matyti, kad naudojant filtravimo medžiagų kompleksą F1, filtruotuose tirpaluose nustatytas didesnis netirpių dalelių kiekis, nei naudojant filtravimo medžiagų kompleksą F2. Vidutinis netirpių dalelių diametras skiriasi nežymiai, filtravimo medžiagų komplekte F2 vidutinis dalelių diametras mažesnis tik $\sim 1,5 \mu\text{m}$.

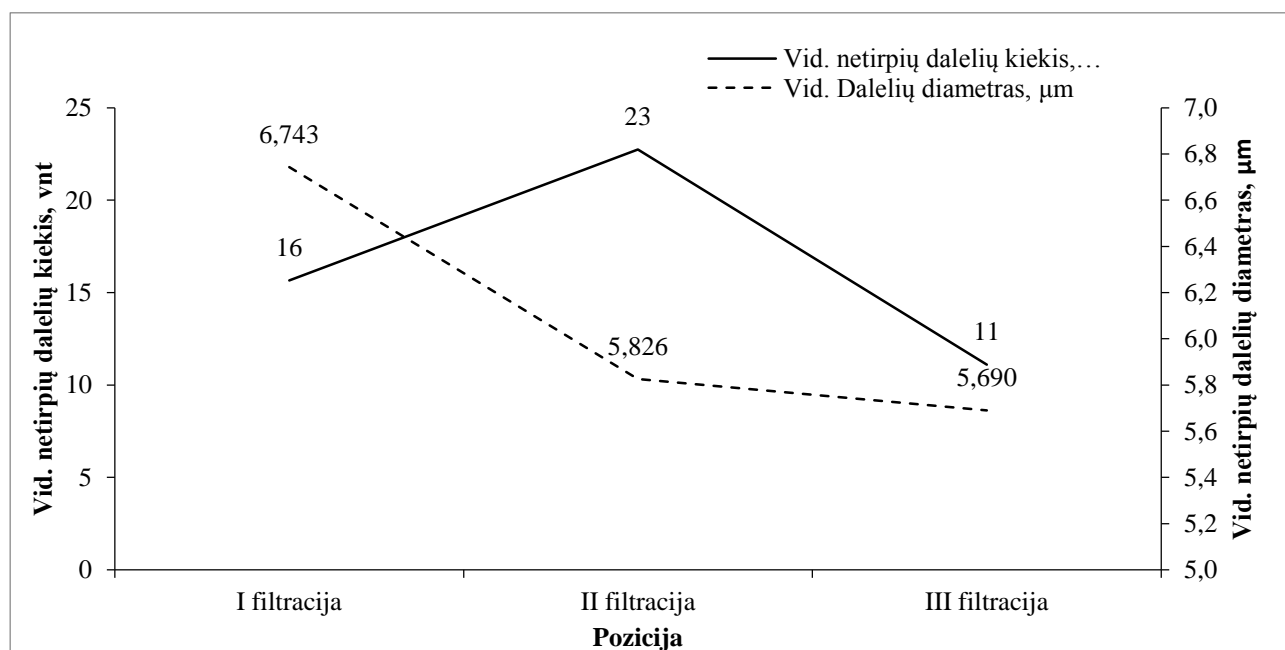
Taigi, galima daryti išvadą, kad naudojant filtravimo medžiagų kompleksą F1 II-ame filtracijos etape, gaunamas didesnis filtracijos našumas, tačiau sulaikoma mažiau netirpių dalelių, taip pat, praleidžiamos šiek tiek didesnio diametro dalelės ($8,82 \mu\text{m}$). Norint naudoti šį filtravimo medžiagų kompleksą I-ame ir III-ame filtracijos etape, reikėtų atlikti daugiau bandymų ir įvertinti finansines sąnaudas, kadangi, esant didesnei gamybai reikėtų didesnio filtrpės kiekio (kadangi dirbant komplektui F2 stipriai sumažėja filtrpės našumas). I-ame ir III-ame filtracijos etape bus naudojamas filtravimo medžiagų kompleksas F1.

Filtrpės darbo režimas

Filtrpės darbo režimo parinkimas susideda iš privalomosios recirkuliacijos valandų pakeitimo naują filtravimo medžiagų kompleksą ir bendros filtrpės darbo trukmės nustatymo.

Iš viso yra 3 filtracijos etapai. Kiekviename filtracijos etape tirpalas yra išvalomas nuo priemaišų. I-os filtracijos etapas vyksta trumpiausiai, kadangi tirpalas turi daugiausia priemaišų, II-os ir III-ios filtracijų etapai vyksta ilgiau, kadangi į šios filtracijos filtrpresus ateina jau nufiltruotas tirpalas. Analizuotas visų filtracijos etapų procesas.

Stebėta, kokią įtaką filtracijos procesui daro II-os filtracijos etape įdėtas naujas filtravimo medžiagų kompleksas F2. Rezultatai pateikti 3.3 paveiksle.

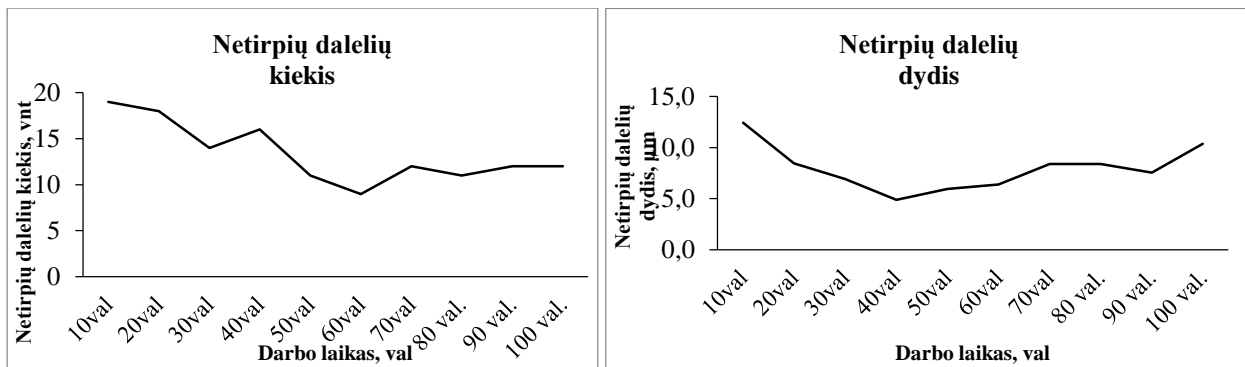


3.3 **paveikslas.** Netirpių dalelių pasiskirstymas atskiruose filtracijos etapuose

Pastebėta, kad II-ame filtracijos etape išauga netirpių dalelių skaičius, tačiau sumažėja jų vidutinis diametras. Taip nutinka todėl, kad II-os filtracijos etape yra naudojamas filtravimo medžiagų kompleksas F2, kuris yra tankesnis, jo porų dydis yra mažesnis. II-ame filtracijos etape makromolekulinė netirpių dalelių struktūra yra suardoma, todėl čia netirpių dalelių kiekis padidėja, tačiau jų dydis sumažėja. III-ios filtracijos etape netirpių dalelių skaičius ir dydis dar labiau sumažėja.

Recirkuliacija naudojama tam, kad būtų galima reguliuoti tarpinių bakų lygį, pasiekti didesnę tirpalų švarumo laipsnį, naujai įvestų filtravimo medžiagų išvalymui nuo atsitiktinių priemaišų, jų sudrėkinimui ir oro burbulų pašalinimui.

Filtrpreso darbo režimas parenkamas II-am filtracijos etapui, naujam filtravimo medžiagų komplektui F2. Nustatytos darbo valandos, kurias tirpalas filtrprese privalo būti recirkuliuojamas. Recirkuliacijos darbo valandoms nustatymui, tirpalas buvo imamas iš naujai paleisto filtrpreso su jame esančiu filtravimo medžiagų komplektu F2 kas 10 valandų. Nustatytas netirpių dalelių dydžio ir skaičiaus kitimas. Rezultatai pateikti 3.4 paveiksle.



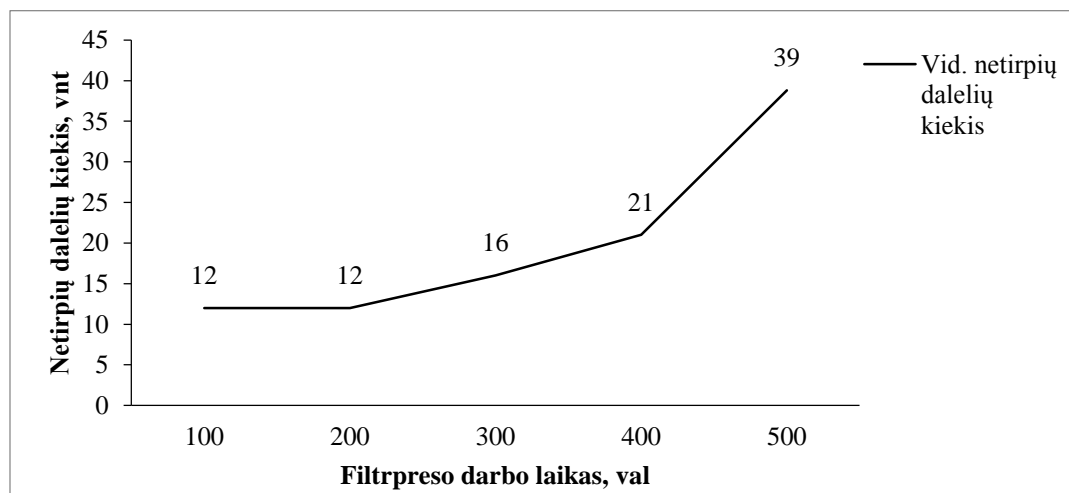
3.4 paveikslas. Netirpių dalelių dydžio ir kiekio priklausomybė nuo recirkuliacijos darbo valandų

Nustatytos optimalios 60 valandų recirkuliacijos darbo valandos. Pasiekus 60 valandų labiausiai sumažėja netirpių dalelių kiekis – filtrpreso darbo pradžioje 19, o pasiekus 60 valandų – 9, dalelių dydis taip pat nusistovėjęs – 6,38 µm.

Filtrpreso darbo trukmė nusako kiek laiko filtrpresas gali dirbti iki filtravimo medžiagų keitimo. Filtrpresas turėtų dirbti kuo ilgiau, kaip įmanoma didesniu našumu ir sulaikant maksimalų teršalų kiekį. Todėl turi būti parenkama optimali filtrpreso darbo trukmė. Ilgėjant filtrpreso darbo trukmei, užsiteršia filtravimo medžiagos, didėja hidraulinis pasipriešimas, filtrpresas netenka našumo.

Filtrpresas gali dirbti arba nustatytą valandų skaičių arba kol pasiekiamas kritinis priešslėgis, prie kurio galimas filtro „pramušimas“, t.y. filtravimo medžiagų plyšimas, kurio metu teršalai praspaudžiami per filtrą.

II filtracijos filtrpreso darbo trukmė, naudojant filtravimo medžiagų komplektą F2, nustatoma pagal netirpių dalelių skaičių ir filtrpreso našumą.



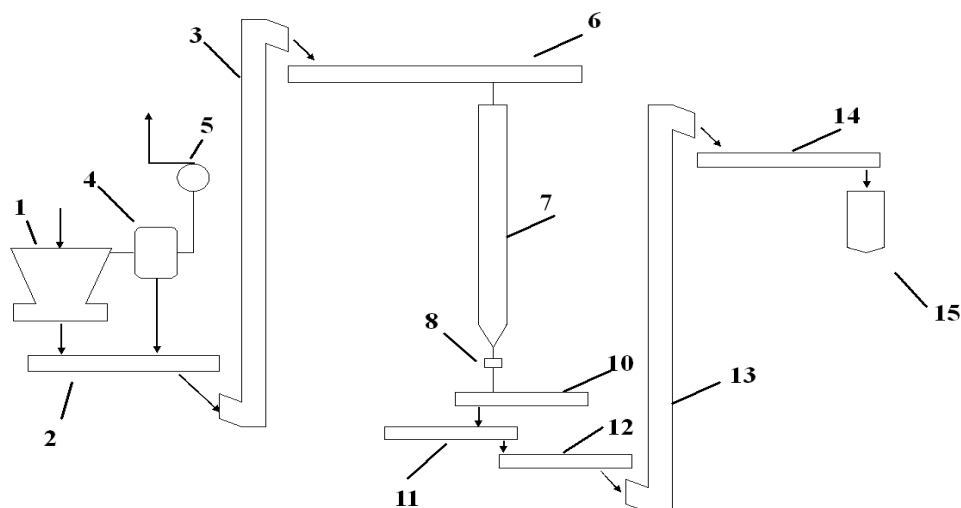
3.5 paveikslas. Netirpių dalelių kiekio priklausomybė nuo filtrpreso darbo laiko

Iš 3.5 paveikslo galima matyti, kad filtrpresui atidirbus 500 valandų, netirpių dalelių kiekis pasiekia 39, t.y. netirpių dalelių kiekis padidėja beveik 3 kartus. Todėl filtrpresas neturėtų dirbti ilgiau nei 500 valandų.

4. TECHNOLOGINĖ DALIS

4.1 Acetilceliuliozės sandėliavimas

Acetilceliuliozės transportavimo ir sandėliavimo technologinė schema pateikta paveiksle.



4.1 paveikslas. Acetilceliuliozės transportavimas ir sandėliavimas

1 – CA priėmimo talpa; 2, 6, 10, 11, 12, 14 – sraigtinis transporteris; 3, 16 – elevatorius; 4 – filtras; 5 – ventiliatorius, 7 – CA sandėliavimo talpa, 8 – dozatorius, 15 – kaupimo bunkeris.

Acetilceliuliozė yra supilama į CA priėmimo talpą 1 ir iš jo sraigtinio transporteriu 2 nugabenama į elevatorių 3. Dulkėtą orą ištraukia ventiliatorius 5 pro filtrą 4. Šio filtro paskirtis yra išvalyti į atmosferą išmetamą orą, nuo acetilceliuliozės dulkių. Susikaupusios šiame filtre dulkės periodiškai nupurtomos ir grąžinamos atgal į sraigtinį transporterį 2. Elevatoriumi 3 acetilceliuliozė pakeliama ir išpilama į sraigtinį transporterį 6, o iš jo į CA sandėliavimo talpą 7. Iš sandėliavimo talpos acetilceliuliozė praeidama dozatorių 8, sraigtinio transporteriu 10, transportuojama iki transporterių 11 ir 12, iš ten iki elevatoriaus 13, elevatorius užkelia acetilceliuliozę iki transporterio 14, kuris nugabena acetilceliuliozę į tirpinimo zoną. Čia acetilceliuliozė kaupiama CA kaupimo talpoje 15.

Gaunamas acetilceliuliozės partijas svarbu tinkamai sumaišyti, kad būtų gaunamas kuo tolygesnių savybių tirpalas. Ypač svarbu tinkamai sumaišyti, kai gaunamos nedidelės acetilceliuliozės partijos. Acetilceliuliozės granuliu smulkinimas nėra reikalingas. Gaunama pakankamai smulki žaliava, granulės 2-10 mm dydžio.

Acetilceliuliozė yra gaunama partijomis po 15 – 50t. Žaliava supakuota maišais po 30 – 40kg, 1000 – 1100 kg. Maišai dengti polietilenine plėvele, saugančia nuo drėgmės. Gauta acetilceliuliozė yra iškraunama autokrautuvu. Acetilceliuliozės maišai (30 – 40 kg) yra supilami į sandėliavimo bunkerius naudojant vakuuminį keltuvą, o didesni maišai (1000 – 1100 kg) naudojant 2t elektrinę talę.

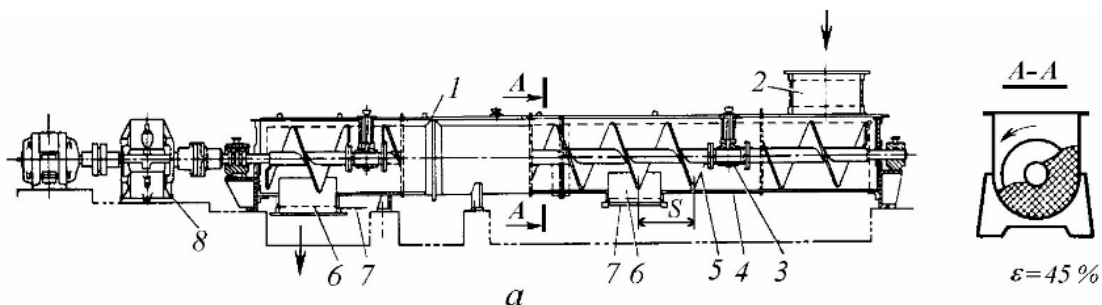
Pageidaujami acetilceliuliozės žaliavos kokybiniai rodikliai pateikti 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Acetilceliuliozės žaliavos kokybiniai rodikliai

Parametrai	Vertė
Surištos acto rūgšties kiekis, %	55,1-55,2
26% klampa, s	100-110
Lyginamoji klampa, sąl. vnt.	>0,36
Skaidrumas, %	>70
Drėgmė, %	<3,5
Rūgštingumas, %	<0,01
Peleningumas, %	<0,085
Tūrio masė, kg/m ³	0,799-0,804
Terminis stabilumas, ° C	>195

4.2 Acetilceliuliozės transportavimas

Pagrindiniai acetilceliuliozės transportavimo įrenginiai yra sraigtiniai transporteriai ir elevatoriai. Sraigtinis transporteris yra naudojamas transportuoti birioms medžiagoms, nedideliais atstumais (30...40m) horizontalia kryptimi.



4.2 paveikslas. Sraigtinis transporteris

1 – dangtis, 2 – pakrovimo anga, 3 – riedėjimo guoliai, 4 – dugnas, 5 – sukamasis sraigtas, 6 – iškrovimo anga, 7 – sklendė, 8 – variklio pavara.

Sraigtinį transporterį sudaro lovys 4 su apvaliu dugnu, kurio viduje yra elektros variklio pavaros 8 sukamasis sraigtas 5. Sraigto ašis sukasi riedėjimo guoliuose 3. Medžiaga pakraunama pro pakrovimo angą 2 ir gali būti iškraunama bet kurioje transporterio vietoje pro lovio apačioje esančias iškrovimo angas 6, kurias reikalui esant galima uždaryti sklende 7. [10]

Sraigtinio transporterio našumas Q gali būti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q_{trans} = 60 \frac{D^2}{4} S n \gamma K \quad (2)$$

čia: Q_{trans} – transporterio našumas, kg/val; D – sraigto skersmuo, m; S – sraigto žingsnis, m; n – sraigto sukimosi dažnis, aps/min; γ – medžiagos piltinis tankis kg/m^3 , K – transporterio pripildymo koeficientas ($K=0,2-0,4$).

Mūsų atveju sraigtinio transporterio našumas:

4.2 lentelė. Sraigtinio transporterio parametrai

Parametrai	Vertė
D, m	0,3
S, m	0,5
n, aps/min	3-10
γ , kg/m^3	335
K	0,3

Sraigtinio transporterio našumas gali būti keičiamas, keičiant apsisukimų skaičių per minutę.

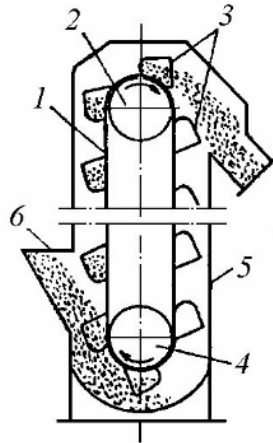
Taigi minimalus transporterio našumas, esant $n=3$ aps/min:

$$Q_{trans \min} = 60 \frac{0,3^2}{4} 0,5 \cdot 3 \cdot 335 \cdot 0,3 = 678,3 \text{ kg / val}$$

Maksimalus transporterio našumas, esant $n=10$ aps/min:

$$Q_{trans \max} = 60 \frac{0,3^2}{4} 0,5 \cdot 10 \cdot 335 \cdot 0,3 = 2261,3 \text{ kg / val}$$

Elevatoriumi yra gabenamos birios medžiagos vertikalia kryptimi. Elevatorius gali būti kaušinis, lentyninis ir lopšinis. Kaušinį elevatorių sudaro begalinė gumuota juosta 1, varantysis būgnas 2 ir įtempimo būgnas 4. Prie juostos 1 pritvirtinami kaušai 3. Visa judamoji elevatoriaus dalis uždengiama metaliniu gaubtu 5. [11]



4.3 paveikslas. Kaušinis elevatorius

1 – begalinė juosta, 2 – varantysis būgnas, 3 – kaušai, 4 – įtempimo būgnas, 5 – metalinis apsauginis gaubtas, 6 – krovimo anga.

Kaušinio elevatoriaus našumas skaičiuojamas:

$$Q_{elev} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{a}{s} \cdot w \cdot \psi \cdot \rho \quad (3)$$

Čia: a – kaušo tūris, dm^3 ; s – žingsnis tarp kaušų, m ; w – kaušų judėjimo greitis, m/s ; ψ – kaušų pripildymo koeficientas ($0,5 \dots 0,9$); ρ – transportuojamos medžiagos piltnis tankis kg/m^3 .

4.3 lentelė. Kaušinio elevatoriaus parametrai

Parametrai	Vertė
a, dm^3	3,0
s, m	0,3
$w, \text{m/s}$	3-10
$\rho, \text{kg/m}^3$	335
ψ	0,7

Kaušinio elevatoriaus našumas gali būti keičiamas, keičiant kaušų judėjimo greitį. Taigi minimalus elevatoriaus našumas, esant $w = 3 \text{ m/s}$:

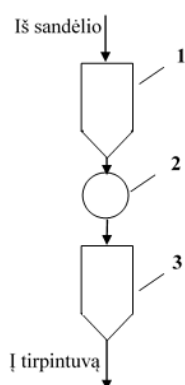
$$Q_{elev \min} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1,5}{0,3} \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 335 = 12,6 \text{ kg / s}$$

Maksimalus elevatoriaus našumas, esant $w = 10 \text{ m/s}$.

$$Q_{elev \max} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1,5}{0,3} \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 335 = 42,2 \text{ kg / s.}$$

4.3 Tirpinimas

Acetilceliuliozė nutransportuota į tirpinimo zoną yra sandėliuojama CA kaupimo talpoje **1**. Iš CA kaupimo talpos sklendės pagalba acetilceliuliozė savieiga nuleidžiama į svarstyklės **2**, atsvertas reikalingas acetilceliuliozės kiekis iš svarstyklių, sklendės pagalba, savieiga nuleidžiamas į CA išleidžiamąją talpą **3**. Iš išleidžiamojo bunkerio acetilceliuliozė išleidžiama į tirpintuvą.



4.4 paveikslas. Acetilceliuliozės paruošimo tirpinimui schema

1 – CA kaupimo talpa, 2 – svarstyklės, 3 – CA išleidžiamoji talpa.

4.4 lentelė. Paruošimo tirpinimui talpų parametrai.

Parametrai	Dimensija	Reikšmė
Kaupimo bunkerio talpa	t	4,0
Maksimalus svarstyklių apkrovimas	t	1,5
Išleidžiamojo bunkerio talpa	t	1,5

Acetilceliuliozė yra tirpinama acetono ir vandens tirpiklyje. Tirpinimo procesą spartina tiesioginis judančio skysčio kontaktas su tirpstančia medžiaga. Tirpinimas vykdomas vertikaliuose periodinio veikimo tirpintuvuose, su viduje įmontuotu maišikliu.

Vertikalojo tirpintuvo pavara susideda iš variklio 1 ir reduktoriaus 2. Pavara suka veleną 11 su mentėmis 12. Tirpintuvas yra šildomas/šaldomas vandeniu. Tirpintuvas šildomas žiemos sezono metu, kadangi acetilceliuliozė ir acetonas paduodami per lauką, taigi pradinė tirpinimo temperatūra būna žemesnė nei vasarą. Tirpintuvo korpusą 6, dengia šildančio/šaldančio vandens apvalkalas 7. Šildantysis/šaldantysis agentas paduodamas per atvamzdį 5, išteka per atvamzdį 8. Tirpintuvas turi atvamzdį tiekti tirpikliui 13, acetilceliuliozei 3 ir grįžtamųjų atliekų tirpalui 14. Acetilceliuliozės tirpalo bandiniai tirpinimo metu gali būti paimami per atvamzdį 10.

Į tirpintuvą 2 išcentrinu siurbliu 6, per skaitiklį 7 iš acetono-vandens tirpiklio kaupimo talpos 3 sureidžiamas reikalingas tirpiklio kiekis. Atsverta ir išleista į CA išleidžiamąją talpą acetilceliuliozė savieiga paduodama į tirpintuvą 2. Atliekų (grįžtamoji žaliava) tirpalas ruošiamas atskirame tirpintuve 5. Į atliekų tirpintuvą iš acetono-vandens tirpiklio kaupimo talpos 3 sureidžiamas reikalingas tirpiklio kiekis, bei sudedamos rankiniu būdu atsvertos atliekos. Paruoštas tirpalas krumpliaratiniu siurbliu 12, praeidamas grubaus valymo filtrą 8, pumpuojamas į atliekų tirpalo kaupimo baką. Iš čia tirpalas dozuojamas į tirpintuvą 2. Pasibaigus tirpinimui, tirpalas pereina pro grubaus valymo filtrą 8, krumpliaratiniu siurbliu 10 paduodamas į I-os filtracijos tarpinį baką.

4.5 lentelė. Tirpinimo talpų parametrai

Talpa	Dimensija	Reikšmė
Išleidžiamasis bunkeris	t	1,5
Tirpintuvas	t	6,8
Acetono-vandens tirpiklio kaupimo bakas	t	13,75
Atliekų tirpintuvas	t	6,8
Atliekų tirpalo kaupimo bakas	t	16

4.4 Filtracija

Filtracijos proceso tikslas – nufiltruoti acetilceliuliozės tirpalus nuo netirpių priemaišų ir gelių, užtikrinti aukštą tirpalų kokybę ir siūlų formavimo stabilumą.

Acetilceliuliozės tirpalas yra filtruojamas 3-4 kartus filtrpresuose ir po 1 kartą verpimo mašinoje per filtravimo įrenginį – filtravimo pirštą ir priešfiljeriniame komplekte.

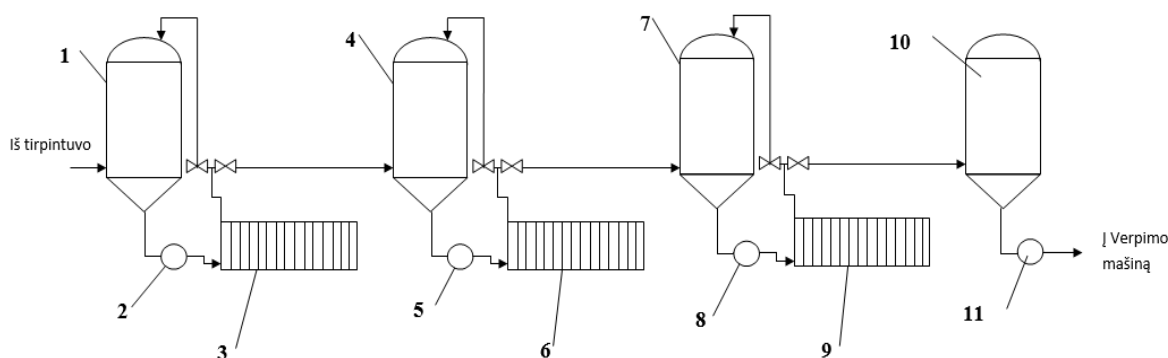
Cheminiame bare acetilceliuliozės tirpalas yra filtruojamas filtrpresuose per filtravimo medžiagų kompleksus.

Filtracija vyksta, esant pastoviam filtrato tūriui, tačiau kintant filtracijos slėgiui. Tačiau užsiteršiant filtravimo medžiagoms, kyla filtracijos slėgis ir tuo pačiu mažėja filtracijos našumas.

Filtravimo įrenginiai

Tirpintuve paruoštas acetilceliuliozės tirpalas krumpliaratiniu siurbliu yra tiekiamas į I-os filtracijos tarpinę talpą **1**. Tarpinėse talpose tirpalas yra kaupiamas prieš kiekvieną filtracijos etapą. Tai leidžia apsirūpinti didesniu kiekiu tirpalo ir palaikyti nenutrūkstantį filtracijos procesą. Tirpalas iš I-os filtracijos tarpinės talpos krumpliaratiniu siurbliu **2** paduodamas į I-os filtracijos

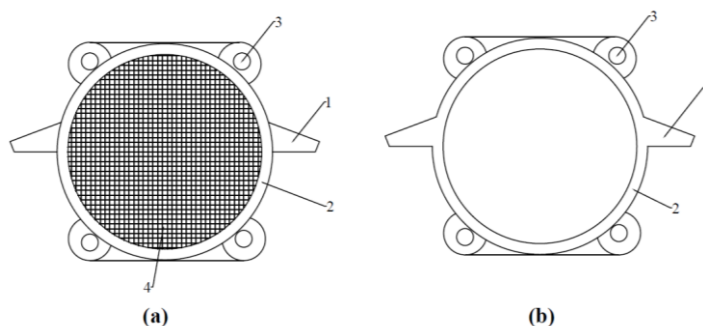
filtrpresą **3**. Filtrpresas gali dirbti dviem režimais filtracijos ir recirkuliacijos. Jei filtrpresas dirba recirkuliacijos režimu, praėjęs pro filtrpresą tirpalas yra grąžinamas atgal į I-os filtracijos tarpinę talpą, jei dirba filtracijos režimu – patenka į II-os filtracijos tarpinę talpą. Šis procesas reguliuojamas rankinių sklendžių pagalba. Tirpalas iš II-os filtracijos tarpinės talpos **4**, krumpliaratiniu siurbliu **5** tiekiamas į filtrpresą **6**, praėjęs pro filtrpresą tirpalas recirkuliuojamas arba tiekiamas į III-ios filtracijos tarpinę talpą **7**. Iš tarpinės talpos krumpliaratiniu siurbliu **8** tirpalas tiekiamas į III-ios filtracijos filtrpresą. Praėjęs pro filtrpresą tirpalas recirkuliuojamas atgal į III-ios filtracijos tarpinę talpą arba tiekiamas į tarpinę talpą **10**, iš kurio krumpliaratiniu siurbliu **11** tirpalas tiekiamas į verpimo mašinas.



4.7 paveikslas. Filtracijos technologinė schema

1 – I-os filtracijos tarpinė talpa, 2, 5, 8, 11 – krumpliaratinis siurblys, 3, 6, 9 – filtrpresas, 4 – II-os filtracijos tarpinė talpa, 7 – III-ios filtracijos tarpinė talpa, 10 – tarpinė talpa.

Acetilceliuliozės filtravimo įrenginiai susideda iš: korpuso, filtravimo plokščių, rėmų, tirpalo tiekimo atvamzdžio, tirpalo išleidimo atvamzdžio ir preso.



4.8 paveikslas. Filtravimo plokštė (a), filtravimo rėmas tuščiaviduris (b)

1 – atrama, 2 – spaudimo paviršius, 3 – tirpalo tekėjimo skylės, 4 – tinklelis.

Filtravimo plokštės ir rėmai sudaro keičiamąją filtrpreso dalį. Jie sudėti pakaitomis po vieną. Iš jų galima sudaryti to paties modelio kiekvieno filtrpreso filtravimo paviršius.

Filtravimo plokštė (a) – tai 20-30mm storio apvali plokštė, laikanti filtravimo medžiagas. Jos šonuose yra dvi atramos **1**, kuriomis ji „užkabinama“ ant filtravimo įrenginio. Plokštės viduryje

– iš abiejų pusių rifliuotas skritulio formos filtravimo paviršius, uždengtas metaliniu tinkleliu **4**, plokštės pakraščiuose yra lygus paviršius geresniam medžiagų prispaudimui **2**. Jame yra keturios simetriškai išdėstytos skylės. Dvi, įstrižai viena kitos esančios skylės, yra sujungtos kanalais su ta pačia plokštės dalimi, kuri sudaro filtravimo paviršių.

Rėmo forma ir storis yra tokie patys kaip ir filtravimo plokštės. Juo tirpalas tiekiamas prieš filtravimo medžiagas. Lygus rėmo paviršius naudojamas suspausti filtravimo medžiagas. Jame yra keturios skylės. Dvi viena įstrižai kitos esančios skylės yra sujungtos su filtravimo paviršiumi – maždaug 700mm skersmens centrine skyde.

I, II ir III filtracijose esančių filtravimo plokščių skaičius ir filtravimo plotas pateikti 4.6 lentelėje.

4.6 lentelė. Filtravimo plotas atskiruose filtracijos etapuose

	Filtravimo plokščių skaičius	Filtravimo plotas, m ²
I filtracija	33	23,1
II filtracija	35	24,5
III filtracija	35	24,5

Filtrpreso filtravimo paviršiaus plotas priklauso nuo plokščių skaičiaus. Tirpalas filtruojamas pro visas plokštes lygiagrečiai, todėl skaičiuojamas filtrpreso filtravimo paviršius yra:

$$\text{Filtravimo plotas} = \text{plokščių skaičius} \times \text{plokštės filtravimo paviršius}$$

Jei reikia padidinti filtravimo plotą, tuomet reikia didinti plokščių skaičių.

Acetilceliuliozės tirpalų filtracinės savybės

Filtracinės savybės yra labai svarbus tirpalų kokybės rodiklis. Nuo jo priklauso filtracijos eiga, ekonominiai rodikliai, siūlų kokybė. Esant aukštos tirpalų filtracinėms savybėms – filtravimo įrenginiai dirbs ilgiau, bus maži tirpalo nuostoliai, atsirandantys dėl dažno filtravimo medžiagų keitimo, bei gaunama aukšta siūlų kokybė.

Esant žemoms filtracinėms savybėms – tirpalai yra užteršti netirpiomis įvairaus dydžio dalelėmis, bei geliais. Reikia dažniau keisti filtravimo medžiagas, padidėja darbo sąnaudos, galimi filtravimo medžiagų plyšimai.

Esant padidėjusiam tirpalų užterštumui:

1. Tirpale esančios netirpios stambios dalelės, kurios lengvai nusifiltruoja.

2. Tirpale esančios netirpios smulkios dalelės, kurios praeina pro visas filtravimo medžiagas ir kaupiasi filjerės kanalėliuose, sudaro sambūrius, kurie susilpnina siūlą, gali iššaukti suplonėjimą ar net nutrūkimą.

Filtravimo medžiagos

Acetilceliuliozės tirpalo filtracijai filtrpresuose yra naudojami filtravimo komplektai. Filtravimo komplekto sudėtis priklauso nuo žaliavos kokybės ir tirpalo švarumo kokybei keliamų reikalavimų. Komplekto filtracinės savybės labai priklauso nuo filtravimo medžiagų poringumo, sluoksnių skaičiaus ir medžiagų sudėjimo tvarkos.

Filtravimo komplekto sudėtis gali būti skirtinga kiekvienam filtracijos etapui. Analizuojami kelių rūšių filtravimo komplektai.

4.7 lentelė. Filtravimo etapų komplektai

Filtravimo komplektas	I filtracija	II filtracija	III filtracija
F1	+	-	+
F2	-	+	-

Čia F1, F2 – filtravimo medžiagų komplektai (3.9 skyrius)

Filtracijos režimai

Prieš pradėdant dirbti filtrpresas yra paruošiamas darbui. Filtravimo medžiagos sudedamos tarp filtravimo plokščių ir rėmų, juos tvirtai suspaudžiant presu. Tirpalas į filtrpresą tiekiamas siurbliu. Tekėdamas dviem kanalais tarp filtravimo plokščių ir rėmų, tirpalas pereina ir pro filtravimo medžiagų paketus. Tirpalo judėjimo greitis filtrprese priklauso nuo prieš jį esančio siurblio našumo.

Filtrpresas gali dirbti dviem režimais: recirkuliacijos ir filtracijos. Filtrpreso darbo režimas yra reguliuojamas rankinėmis sklendėmis, esančiomis išėjimo vamzdyje iš filtrpreso.

Dirbant recirkuliacijos režimu, kaskart nufiltruotas tirpalas yra grąžinamas atgal į tos pačios filtracijos tarpinį baką. Dirbant recirkuliacijos režimu, našumas yra mažesnis.

Recirkuliacijos privalumai:

1. galima reguliuoti tarpinių bakų lygį
2. galima pasiekti didesnę tirpalų švarumo lygį
3. pakeitus filtravimo paketus, reikia išvalyti iš naujų filtravimo paketų atsitiktines priemaišas, vienodai sudrėkinti filtravimo medžiagas ir pašalinti oro burbulus.

Dirbant filtracijos režimu, nufiltruotas tirpalas yra iš karto tiekiamas tolimesniam perdirbimui.

Filtravimo medžiagos keičiamos naujomis, kai 1) plyšta filtravimo medžiagos ir siurblyje staigiai krenta slėgis, 2) filtrpresas atidirba maksimalų darbo laiką, t.y. filtravimo medžiagos pakankamai užsiteršia ir yra nebeefektyvios, 3) susidaro maksimalus slėgis prieš filtravimo medžiagas, dėl ko gali plyšti filtravimo medžiagos, 4) nepavyksta gauti pakankamo švarumo tirpalo.

4.5 Produkcijos asortimentas ir gamybos apimtys

Planuojama gaminti 84 dtex asortimento siūlus. Gamybos planas pateiktas lentelėje.

4.8 lentelė. Gamybos planas

Gamybos planas metams, t	500
Gamybos planas parai, t	1,37

Acetilceliuliozės pluošto gamyba – nepertraukiama. Planuojama, kad cheminiame bare dirbs dvi pamainos po 12 valandų per parą. Prognozuojama įmonę stabdyti vasaros laikotarpiu 30 parų profilaktiniam patikrinimui ir/ar remontui. Darbo grafikas pateiktas 4.9 lentelėje.

4.9 lentelė. Darbo grafikas

Parų skaičius metuose	Įrenginių remontas ir profilaktika, paros	Gamybos laikas, paros	Gamybos laikas, valandos
365	30	335	8040

Planuojama, kad susidarys 5% grįžtamųjų atliekų. Susidariusios atliekos yra grąžinamos į atgal gamybos procesą. Atliekų tirpalo koncentracija 20%, jų paruošimas – atliekų tirpinimas ir dozavimas į acetilceliuliozės tirpalo paruošimo tirpintuvus.

4.10 lentelė. Grįžtamos žaliavos kiekis metams, parai

	Metams, t	Parai, t
Grįžtamos atliekos	25,0	0,075
Tirpiklis (acetonas:vanduo)	100	0,30
Atliekų tirpalas	125,0	0,37

Bendras žaliavų kiekis, 500 t siūlų pagaminti, pateiktas 4.11 lentelėje.

4.11 lentelė. Žaliavų poreikis 500 t siūlų pagaminti

	Metams, t	Parai, t
Acetilceliuliozė (sausą)	485	1,450

Acetonas	1 359,1	4,056
Grįžtamos atliekos	24,3	0,073
Acetonas grįžtamos žaliavos tirpalui	97,2	0,290
Grįžtamos žaliavos tirpalas	121,5	0,362
Acetilceliuliozės tirpalas	1844,1	5,505
Riebiklis	15,0	0,044

Pastaba. Verpimo bare, pluošto formavimo metu, ant siūlo yra užnešamas riebiškis ~3%, skaičiuojant gaminamos produkcijos kiekį yra įvertinamas ir įriebintojo kiekis.

4.6 Medžiagų balansas

4.12 lentelė. Žaliavų procentinis kiekis acetilceliuliozės tirpalo ruošimo receptūroje

Žaliava	Procentinė dalis, %
Acetilceliuliozė	26,3
Tirpiklis (acetonas:vanduo)	73,7
Bendras	100

Norint pagaminti 1 000 kg produkcijos reikalingas žaliavų kiekis acetilceliuliozės tirpalui paruošti:

4.13 lentelė. Žaliavų kiekis 1 000 kg produkcijos pagaminti

Žaliava	Žaliavų kiekis 1 000 kg produkcijos pagaminti, kg
Acetilceliuliozė	970
Tirpiklis (acetonas:vanduo)	2 718

Metiniai žaliavos kiekiai

Norint suskaičiuoti metinius žaliavų kiekius, skaičiuojame pagal formulę:

$$m_M(x) = m_{1000}(x) \cdot \frac{500000}{1000} = 500 \cdot m_{1000}(x) \quad (4)$$

čia: $m_M(x)$ - x-osios medžiagos poreikis metams, kg;

500 000 – gaminamos produkcijos kiekis, kg;

$m_{1000}(x)$ - x-osios medžiagos poreikis 1000 kg produkto pagaminti, kg

1) acetilceliuliozės kiekis metams:

$$m_M(\text{acetilceliuliozė}) = 500 \cdot 970 = 485\,000 \text{ kg/metams;}$$

2) tirpiklio kiekis metams:

$$m_M(\text{tirpiklis}) = 500 \cdot 2718 = 1\,359\,000 \text{ kg/metams};$$

Bendra žaliavų masė metams:

$$\sum m_M = m_M(\text{acetilceliuliozė}) + m_M(\text{tirpiklis})$$

$$\sum m_M = 485 + 1\,359\,000 = 1\,359\,485 \text{ kg/metams}.$$

Atliekų tirpalo ruošimui reikalingi žaliavų kiekiai:

1) grįžtamų atliekų kiekis metams:

$$m_M(\text{acetilceliuliozė}) = 500 \cdot 970 = 485\,000 \text{ kg/metams};$$

2) tirpiklio kiekis metams:

$$m_M(\text{tirpiklis}) = 500 \cdot 2718 = 1\,359\,000 \text{ kg/metams};$$

Bendra žaliavų masė metams:

$$\sum m_M = m_M(\text{acetilceliuliozė}) + m_M(\text{tirpiklis})$$

$$\sum m_M = 485 + 1\,359\,000 = 1\,359\,485 \text{ kg/metams}.$$

4.14 lentelė. Žaliavų kiekis, reikalingas metų bėgyje

Žaliava	Žaliavų kiekis, kg/metams
Acetilceliuliozė	485
Tirpiklis (acetonas: vanduo)	1 359 000
Bendras	1 359 485

Paros žaliavų kiekiai

Parai reikalingi žaliavų kiekiai skaičiuojami pagal formulę

$$m_d(x) = \frac{m_M(x)}{335} \quad (5)$$

čia: $m_d(x)$ - x-osios medžiagos poreikis, vienai parai, kg;

335 – parų skaičius per metus;

$m_M(x)$ - x-osios medžiagos poreikis metams, kg

a) acetilceliuliozės kiekis parai:

$$m_d(\text{acetilceliuliozė}) = \frac{485\,000}{335} = 1450 \text{ kg / parai}$$

b) tirpiklio kiekis parai:

$$m_d(\text{tirpiklis}) = \frac{1\,359\,000}{335} = 4056,7 \text{ kg / parai}$$

Apskaičiuojame visų žaliavų bendrą kiekį reikalingą parai:

$$\sum m_d = m_d(\text{acetilceliuliozė}) + m_d(\text{tirpiklis})$$

$$\sum m_d = 1450 + 4056,7 = 5506,7 \text{ kg/parai.}$$

4.15 lentelė. Žaliavų kiekis, reikalingas parai

Žaliava	Žaliavų kiekis, kg/parai
Acetilceliuliozė	1 450,0
Tirpiklis (acetonas:vanduo)	4 056,7
Bendras	5 506,7

Skaičiuojamas tirpalo patenkančio į tirpintuvą per parą, tūris:

$$V_d(x) = \frac{m_d(x)}{\rho(x)} \quad (6)$$

čia: $V_d(x)$ - tirpalo tūris, (m³);

$m_d(x)$ - tirpalo kiekis, kg;

$\rho(x)$ - tirpalo tankis, kg/m³

Taigi, tirpalo užimamas tūris:

$$V_d(\text{acetilceliuliozės tirpalas}) = \frac{5506,7}{900} = 6,12 \text{ m}^3$$

4.16 lentelė. Tirpalo užimamas tūris per parą

Žaliava	Tūris, m ³
Acetilceliuliozės tirpalas	6,12
Bendras	6,12

Praktinis tirpintuvo tūris

Įvertiname, kad acetilceliuliozės tirpalas yra šildomas, vyksta medžiagų plėtimasis, taip pat, kad gali įvykti nenumatytos avarinės situacijos, todėl priimame tirpintuvo užkrovimo laipsnį $k = 3/4$, t.y. 1/4 tirpintuvo turi būti neužkrautas.

Praktinis tirpintuvo tūris skaičiuojamas pagal formulę:

$$V_p = V \frac{100}{k} \quad (7)$$

čia: V_p - pasirenkamo tirpintuvo praktinis tūris, (m³);

k - tirpintuvo užkrovimo koeficientas, (%);

$$V_p = 6,12 \cdot \frac{100}{0,75} = 8,16 m^3$$

Vadinasi, mūsų tirpintuvus, skirtas acetilceliuliozės tirpinimui, negali būti mažesnis nei 8,16 m³.

Grįžtamos žaliavos apdorojimas

Planuojama, kad pluošto formavimo metu susidarys 5% grįžtamųjų atliekų (siūlų). Šios atliekos gražinamos atgal į gamybinį procesą. Grįžtamos atliekos apdorojamos prieš tai jas nupjaustant nuo ričių, ir tirpinant tirpiklyje. Paruoštas grįžtamųjų atliekų tirpalas dozuojamas į tirpintuvus.

4.17 lentelė. Žaliavų procentinė sudėtis grįžtamos žaliavos tirpalo ruošimo receptūroje

Žaliava	Procentinė dalis, %
Grįžtamosios atliekos	20,0
Tirpiklis (acetonas:vanduo)	80,0
Bendras	100

Lentelėje pateiktas grįžtamosios žaliavos kiekis 500 000 kg produkcijos ir reikalingas tirpiklio kiekis tam kiekiui ištirpinti:

4.18 lentelė. Grįžtamųjų žaliavų kiekis 500 000 kg produkcijoje ir reikalingas tirpiklio kiekis apdorojimui

Žaliava	Žaliavų kiekis 1 000 kg produkcijos pagaminti, kg
Grįžtamos atliekos	24 300
Tirpiklis (acetonas:vanduo)	97 200
Bendras	121 500

Žaliavų kiekius reikalingas apdoroti per parą, skaičiuojamas pagal formulę:

$$m_d(x) = \frac{m_M(x)}{335} \quad (8)$$

čia: $m_d(x)$ - x-osios medžiagos poreikis, vienai parai, kg;

335 – parų skaičius per metus;

$m_M(x)$ - x-osios medžiagos poreikis metams, kg

1) apdorojamas grįžtamųjų atliekų kiekis per parą:

$$m_d(\text{grįžtamosios atliekos}) = \frac{24300}{335} = 72,53 \text{ kg / parai}$$

2) reikalingas tirpiklio kiekis parai:

$$m_d(\text{tirpiklis}) = \frac{97200}{335} = 290,15 \text{ kg / parai}$$

Apskaičiuojame visų žaliavų bendrą masę dienai:

$$\sum m_d = m_d(\text{grįžtamosios atliekos}) + m_d(\text{tirpiklis})$$

$$\sum m_d = 72,53 + 290,15 = 362,68 \text{ kg/parai.}$$

4.19 lentelė. Žaliavų kiekis, reikalingas parai

Žaliava	Žaliavų kiekis, kg/dienai
Grįžtamosios atliekos	72,53
Tirpiklis (acetonas:vanduo)	290,15
Bendras	362,68

Skaičiuojamas tirpalo patenkančio į tirpintuvą per parą, tūris:

$$V_d(x) = \frac{m_d(x)}{\rho(x)} \quad (9)$$

čia: $V_d(x)$ - tirpalo tūris, (m³);

$m_d(x)$ - tirpalo kiekis, kg;

$\rho(x)$ - tirpalo tankis, kg/m³

Taigi, tirpalo užimamas tūris:

$$V_d(\text{acetilceliulizės tirpalas}) = \frac{362,68}{850} = 0,43 \text{ m}^3$$

4.20 lentelė. Grįžtamųjų atliekų tirpalo užimamas tūris per parą

Žaliava	Tūris, m ³
Grįžtamųjų atliekų tirpalas	0,43
Bendras	0,43

Praktinis grįžtamųjų atliekų tirpintuvo tirpintuvo tūris

Įvertiname, kad grįžtamųjų atliekų tirpalas taip pat yra šildomas, vyksta medžiagų plėtimasis, taip pat, gali įvykti nenumatytos avarinės situacijos, todėl priimame tirpintuvo užkrovimo laipsnį $k = 3/4$, t.y. 1/4 tirpintuvo turi būti neužkrautas.

Praktinis tirpintuvo tūris skaičiuojamas pagal formulę:

$$V_p = V \frac{100}{k} \quad (10)$$

čia: V_p - tirpintuvo praktinis tūris, (m³);

k - tirpintuvo užkrovimo koeficientas, (%);

$$V_p = 0,43 \frac{100}{0,75} = 0,57 \text{ m}^3$$

Vadinasi, mūsų tirpintuvas, skirtas grįžtamųjų atliekų tirpinimui, negali būti mažesnis nei 0,57 m³.

4.7 Įrenginių parinkimas

Tirpintuvas

Chemijos pramonės įmonėse daugiausia naudojami mechaniniai maišytuvai. Jų pagrindinė dalis yra maišiklis su mentėmis, besisukantis apie savo ašį rezervuare, kuriame yra maišomas skystis. Maišikliai būna plokščių menčių, rėminiai, inkariniai, propeleriniai ir turbininiai. Norint paspartinti reakciją kinetinėje srityje reikia pakelti arba sumažinti tirpalo temperatūrą (priklausomai ar tai endoterminis, ar egzoterminis procesas) arba didinti tirpiklio koncentraciją. [12]

Acetilceliuliozės tirpalo ruošimui reikalingi mažiausiai du tirpintuvai: pirmasis – grįžtamųjų atliekų tirpinimui, antrasis acetilceliuliozės tirpinimui. Reikalingi tirpintuvai ir jų būtinieji parametrai pateikti 4.21 lentelėje.

4.21 lentelė. Tirpintuvų parametrai

	Minimali talpa, m ³
Tirpintuvas acetilceliuliozei tirpinti	8,16
Tirpintuvas grįžtamųjų atliekų tirpinimui	0,57

Pagal atliktus skaičiavimus pasirenkamas tirpintuvas, kurio talpa nebūtų mažesnė už 8,16 m³. Pasirinktas įmonės Pfaudler tirpintuvas BE Series, kurio talpa 10 m³. [13]

Kadangi grįžtamųjų atliekų tirpinimui reikalingas 0,57 m³ talpos tirpintuvas, mes rinksimės tokio pat tūrio tirpintuvą kaip ir acetilceliuliozei tirpinti. Reikalingas grįžtamųjų atliekų tirpalas pagal lygio daviklį bus dozuojamas į pagrindinį tirpintuvą.

Pasirenkama norima tirpintuvo komplektacija: atvamzdis tirpalo paėmimui analizavimui, atvamzdžiai acetilceliuliozės, tirpiklio, atliekų tirpalo suleidimui, ugnies užtvara, temperatūrinis ir lygio davikliai. Tirpintuvo specifikacija pateikiama 4.22 lentelėje.

4.22 lentelė. Tirpintuvo specifikacija

Parametrai	Dimensija	Reikšmė
Medžiaga	-	Nerūdijantis plienas 304
Palaikoma temperatūra	°C	-28,8 – 200
Palaikomas slėgis tirpintuve ir apvaskale	bar	-1 – 6
Talpa	m ³	10,0
Šildančio/šaldančio apvaskalo tūris	m ³	0,935
Šildančio/šaldančio apvaskalo plotas	m ²	21,1
Variklio galingumas	kW	15



4.9 paveikslas. „Pfaudler“ įmonės tirpintuvas, BE Series, talpa 10 m³

Filtrpresas

Filtrpreso charakteristikos pateikiamos 4.23 lentelėje.

4.23 lentelė. Filtrpreso charakteristikos

Parametrai	Dimensija	Reikšmė
Medžiaga	-	Ketus
Filtravimo paviršiaus plotas	m ²	30,6
Maksimalus slėgis	kPa	2412,4

Filtrprese ant išėjimo vamzdžio iš filtrpreso yra įrengtas atvamzdis su kraneliu, kuriuo naudojantis būtų galima paimti tirpalą analizei.

Tarpinės talpos

Tarpinės talpos yra skirtos acetilceliuliozės tirpalui kaupti prieš kitus gamybos etapus. Reikalingos 5 tarpinės talpos acetilceliuliozės tirpalui kaupti.

4.24 lentelė. Reikalingų tarpinių talpų kiekiai

Talpa	Kiekis
Grįžtamų atliekų tirpalo kaupimui	1
Tirpalo kaupimui prieš filtrpresus	3
Tirpalo kaupimui prieš verpimo mašinas	1

Tarpinė talpa – tai cilindrinės formos talpa. Tarpinės talpos neturėtų būti mažesnės nei vienos paros reikalingas tirpalo kiekis, t.y. 6,12 t. Buvo parinktos „Cemline“ įmonės tarpinės talpos, talpa 10,67 m³ (2 800 gal). Talpų charakteristikos pateiktos lentelėje. [14]



4.10 paveikslas. „Cemline“ įmonės tarpinė talpa

4.25 lentelė. „Cemline“ tarpinės talpos charakteristikos.

Parametrai	Dimensija	Reikšmė
Talpa	m ³	10,67
Medžiaga	-	Nerūdijantis plienas 304
Skersmuo	m	3,0
Atraminių kojų skaičius		3

Taip pat, pasirenkama pageidaujama tarpinio bako komplektacija. Šonuose įrengiami langeliai – tirpalo lygio stebėjimui, apačioje – aptarnavimo liukai, kad reikalui esant būtų galima juos išvalyti. Tarpinėse talpose taip pat įmontuojami lygio ir temperatūriniai davikliai.

SiurbLIAI

Priverstiniam tirpalo transportavimui naudojami siurbLIAI. Siurblys iš variklio gautą mechaninę energiją paverčia skysčio tekėjimo energija. Klampiams, švariams skysčiams dažniausiai naudojami krumpliaratiniai siurbLIAI. Čia yra du krumpliaraciai, vieną iš jų suka variklis, o kitą – pirmasis krumpliaratis. Skystis, patekęs tarp krumplių, korpuso pasieniu iš siurbimo kameros yra varomas į slėgimo kamerą.

Mūsų atveju reikalingas siurblio našumas skaičiuojamas pagal tirpalo sunaudojimą pagal parą. Paskaičiuoti reikalingi tirpalų kiekiai per parą pateikti 4.26 lentelėje.

4.26 lentelė. Reikalingi tirpalų kiekiai per parą

Tirpalas	Dimensija	Reikšmė
Acetilceliuliozės	m ³	6,12
Grįžtamų atliekų	m ³	0,43

Pagal šiuos tirpalų kiekius skaičiuojamas reikalingas siurblių našumas. Našumas skaičiuojamas pagal formulę:

$$\eta = \frac{V}{24} \quad (11)$$

čia: η - siurblio našumas, m³/val;

V – transportuojamas tirpalo kiekis per parą, m³;

24 – valandų skaičius paroje.

Tada, skaičiuojamas reikalingas siurblio našumas.

1) acetilceliuliozės tirpalo:

$$\eta = \frac{V}{24} = \frac{6,12}{24} = 0,255m^3 / val$$

2) grįžtamų atliekų tirpalo:

$$\eta = \frac{V}{24} = \frac{0,43}{24} = 0,018m^3 / val$$

4.27 lentelė. Minimalus siurblių našumas

	Našumas, m ³ /val
Acetilceliuliozės tirpalas	0,255
Grįžtamų atliekų tirpalas	0,018

Reikalingas palyginti nedidelis teorinis krumpliaratinio siurblio našumas, tačiau praktiškiau yra rinktis didesnio našumo siurbli, kadangi tokio našumo siurbliu, tirpalas būtų

transportuojamas 24 val. Tam kad tirpalas būtų greičiau nutransportuojamas į sekančius gamybos etapus renkamės didesnio galingumo siurbį. Tirpalams transportuoti parinktas „Technobaltic“ firmos parudodamas krumpliaratinis siurblys V60-2, siurblys pagamintas iš nerūdijančio plieno 304 . Jo charakteristikos pateiktos 4.28 lentelėje.[15]

4.28 lentelė. „Technobaltic“ firmos krumpliaratinio siurblio V60-2 charakteristika

Parametrai	Dimensija	Reikšmė
Korpusas	-	Nerūdijantis plienas 304
Darbo ratas	-	Nerūdijantis plienas 304
Maksimalus našumas	m ³	22,02
Apsukos	aps/min	720
Maksimalus pakėlimo aukštis	m	160
Maksimali galia	kW	10,6
Įtampa	V	400

Siūlų verpimo mašina

Siūlų formavimas – sausasis. Siūlas formuojamas išgarinant acetoną iš verpimo tirpalo srovelių, praėjusių pro filjerę. Verpimo mašinoje dirba 50 vietų. Verpimo mašina sudaryta iš formavimo tirpalo padavimo į filjerę dalies, filjerinio komplekto, šachtos, siūlo įriebinimo, pneumatinio kompaktinimo, vyniojimo mechanizmų. Naudojama verpimo mašina FFC su žiedinio priėmimo mechanizmu. Verpimo mašinos charakteristika pateikta 4.29 lentelėje.

4.29 lentelė. Verpimo mašinos charakteristika

	Dimensija	Reikšmė
Dirbančių vietų skaičius	vnt	50
Siūlų formavimo greitis		545
Matmenys (aukštis x plotis x ilgis)	m	16x4x8
Atstumas tarp verpsčių	m	0,24
Šachtos ilgis	m	4,3
Šachtos skersmuo	m	0,15
Oro tiekimas	-	Priešsrovinis
Medžiaga	-	Nerūdijantis plienas, ketus, varis, minkštas plienas

4.8 Technoliniai režimai

Tirpinimo režimas

Tirpinimo režimas turi būti parenkamas optimalus, norint pasiekti pageidaujamas tirpalo savybes ir energijos sąnaudas. Acetilceliuliozės tirpalo parametrai pateikti 4.30 lentelėje.

4.30 lentelė. Acetilceliuliozės tirpalo parametrai

Parametrai	Dimensija	Reikšmė
Koncentracija	%	26,20 – 26,40
Klampa	Pa·s	103 – 105
Skaidrumas	%	83 – 84
Vandens kiekis	%	3,10 – 3,20

Paprastai acetilceliuliozė „atsineša“ savo drėgmę. Dėl mažesnių energijos sąnaudų nevykdysime acetilceliuliozės džiovinimo. Tirpale esantį vandens kiekį reguliuosime, keičiant tirpiklyje esantį vandens kiekį.

Tirpintuvo pakrovimo eiliškumas:

1. Suleidžiamas tirpiklis.
2. Suleidžiamas gūžtamųjų atliekų tirpalas.
3. Suleidžiama acetilceliuliozė.

Tirpinimo trukmė parenkama pagal nusistovėjusius acetilceliuliozės tirpalo parametrus.

Norint nustatyti optimalų tirpinimo laiką buvo atliktas gamybinis bandymas, stebint kaip kinta tirpinimo metu tirpalo temperatūra, variklio apkrova, koncentracija, skaidrumas, klampa. Bandymas buvo atliktas kelis kartus, o vidutinės rezultatų reikšmės pateiktos 4.31 lentelėje:

4.31 lentelė. Tirpinimo trukmės nustatymas, esant nepašildytam tirpikliui

	Temperatūra, °C	El. Apkrova	Koncentracija, %	Skaidrumas, %	Klampa, Pas
Prieš suleidžiant tirpiklį	38				
Suleidus tirpiklį	5				
Suleidus atliekų tirpalą	7				
Suleidus acetilceliuliozę	12				
Maišymas po 0,5 val	22	62,0	-	-	-
Maišymas po 1 val	29	63,5	24,63	20,2	-
Maišymas po 2 val	33	65,0	26,12	40,3	-
Maišymas po 3 val	39	52,0	26,24	78,4	104
Maišymas po 4 val	42	50,2	26,30	82,3	104
Maišymas po 4,5 val	43	51,0	26,32	82,1	102

Praėjus 0,5 val nuo tirpinimo pradžios, leidžiant tirpalą analizavimui iš tirpintuvo, matomi stambūs neištirpę žaliavos „gabaliukai“, todėl tirpalo analizė po 0,5 val tirpinimo nebuvo atliekama. Pastebėta, kad pageidaujama koncentracija nustovi po 3-4 valandų, skaidrumas po 4 valandų, elektros variklio apkrova nusistovi taip pat po 3-4 valandų tirpinimo. Taip pat, pastebėta, kad suleidus tirpiklį, stipriai nukrenta tirpintuvo temperatūra, ir tirpalo temperatūra tirpinimo pabaigoje yra šiek tiek žemesnė, nei pageidaujama (45-48 °C). Tai įvyksta dėl to, kad tirpiklis vamzdynu ateina per lauką ir esant žemesnei lauko temperatūrai, sumažėja ir tirpiklio temperatūra. Žemesnėje temperatūroje prasčiau tirpsta acetilceliuliozė.

Norint pagerinti žaliavos tirpumą ir sutrumpinti tirpinimo laiką, bandymas buvo pakartotas keičiant pradinę tirpiklio temperatūrą, t.y. suleistas į tirpintuvą tirpiklis yra pašildomas jame. Pašildymas vykdomas suleidžiant acetoną į tirpintuvą ir leidžiant jam pastovėti ten, kol temperatūra nusistovės iki pradinės. Esant aukštesnei pradinei tirpiklio temperatūrai, pagerėja acetilceliuliozės tirpumas, dėl ko galima būtų sutrumpinti tirpinimo trukmę. Bandymas taip pat buvo atliktas kelis kartus, o vidutinės reikšmės pateiktos 4.32 lentelėje.

4.32 lentelė. Tirpinimo trukmės nustatymas, esant šiltam tirpikliui

	Temperatūra, °C	El. Apkrova	Koncentracija, %	Skaidrumas, %	Klampa, Pas
Prieš suleidžiant tirpiklį	24				
Suleidus tirpiklį	7				
Pašildžius acetoną	23				
Suleidus atliekų tirpalą	21				
Suleidus acetilceliuliozę	23				
Maišymas po 0,5 val	25	63	-	-	-
Maišymas po 1 val	26	64,5		20,2	-
Maišymas po 2 val	34	66,1	26,28	40,3	-
Maišymas po 3 val	40	54,0	26,22	78,4	104
Maišymas po 4 val	43	53,4	26,30	82,3	104
Maišymas po 4,5 val	45	53,5	26,35	82,1	102

Labai svarbu yra palaikyti tinkamą tirpiklio acetonas:vanduo sąstatą. Didinant vandens kiekį acetone, tirpalo klampa mažėja iki tam tikro laipsnio. Toliau didinant vandens kiekį acetone, vanduo pradeda veikti kaip išsodiklis ir tirpalų klampumas pradeda augti.

Ekonomiškai yra naudinga, kad tirpalų koncentracija būtų kuo aukštesnė, tačiau didinant koncentraciją, auga tirpalo klampa, tuomet pasunkėja tirpalų filtracijos, transportavimo procesas ir siūlų formavimas. Kuo tirpalų klampumas yra mažesnis, tuo jų transportavimas ir filtracija vyksta efektyviau.

Filtracijos režimas

II-os filtracijos darbo režimas parenkamas pagal 3.6 skyriuje gautus rezultatus.

4.9 Įrenginių kiekio paskaičiavimas

Verpimo mašina

Siūlų formavimui naudosime vieną, nepertraukiamo veikimo verpimo mašiną, turinčią 50 verpimo vietų. Reikalingų įrenginių skaičius bus skaičiuojamas pagal verpimo mašinos našumą.

Verpimo mašinos našumas skaičiuojamas pagal formulę:

$$Q = \frac{V \cdot T \cdot n}{1000 \cdot N} \quad (12)$$

čia: V – siūlų formavimo greitis m/s;
 T – minučių skaičius paroje;
 n – verpimo vietų skaičius
 N – rodo, kiek metrų sveria 1 gramą.

$$N = \frac{1000}{T} \quad (13)$$

čia: T – siūlo linijinis tankis g/km

mūsų atveju:

$$N = \frac{1000}{T} = \frac{1000}{8,4} = 119 \text{ m/g}$$

Tuomet, skaičiuojame verpimo mašinos našumą:

$$Q = \frac{V \cdot T \cdot n}{1000 \cdot N} = \frac{545 \cdot 1440 \cdot 50}{1000 \cdot 11,9} = 330 \text{ kg / parą}$$

Toliau, skaičiuojame, kiek reikės verpimo mašinų.

Žinant, kad reikia pagaminti 500 000 kg siūlų per metus, kai metuose darbo dienų yra 335, gauname, kad per parą turėtų būti pagaminamas siūlų kiekis yra:

$$m_{siūlų} = \frac{500000}{335} = 1493 \text{ kg}$$

Verpimo mašinų skaičius, kai per parą pagaminamas siūlų kiekis su 50 vietų verpimo mašina:

$$N_{mašinų} = \frac{1493}{330} = 4,5$$

Gauname, kad reikalingas verpimo mašinų kiekis yra 5

4.33 lentelė. Įrenginių darbo režimo duomenys

Įrenginys	Duotam produktui pagaminti reikalingas tirpalo kiekis parai, m ³	Vienu metu įrenginyje apdorojamas tirpalo kiekis, m ³	Proceso trukmė periodinio veikimo įrenginyje, val	Žaliavų pakrovimo trukmė į periodinio veikimo įrenginį, val	Medžiagų iškrovimo trukmė iš periodinio veikimo įrenginio, val	Bendras periodinio veikimo įrenginio darbo ciklas, val
Acetilceliuliozės tirpintuvas	6,12	6,12	4	5	0,27	9,27
Grįžtamųjų atliekų tirpintuvas	0,43	6,12	4	5	0,27	9,27

Skaičiuojant žaliavų pakrovimo į tirpintuvą trukmę yra įvertinamos 3 valandos skirtos acetono pašildymui tirpintuve, 1 pačiam pakrovimo procesui ir 1 valanda tirpalo analizavimui.

Produkto iškrovimo trukmė iš periodinio veikimo įrenginio yra skaičiuojamas pagal siurblio našumą.

Acetilceliuliozės tirpalo ir grįžtamų atliekų tirpalo iškrovimo trukmė iš tirpintuvų skaičiuojama:

Kai tirpintuve yra 6,12 m³ tirpalo, o siurblio našumas 22,02 m³/val:

$$t_{iškrovimo} = \frac{6,12}{22,02} = 0,27 \text{ val} \approx 20 \text{ min}$$

Tirpintuvas

Pasirinkome tirpintuvą, kurio talpa yra 10 m³, o tirpintuvas negali būti užkrautas daugiau nei ¾ viso tūrio t.y. daugiau nei 7,5 m³, o mums reikalingas parai tirpalo kiekis yra 6,12 m³. Iš to galima daryti išvadą, kad vieno tirpintuvo mums užteks.

Grįžtamųjų atliekų tirpinimui taip pat pasirinktas 10 m³ tirpintuvas. Parai reikalingas tirpalo kiekis yra 0,43 m³. Vadinasi vieno grįžtamųjų atliekų tirpinimui skirto tirpintuvo mums užteks 17,5 parų. (7,5/0,43=17,5 paros).

Filtrpresai

Projektuojamoje linijoje filtrpreso našumas labai priklauso nuo jo užsiteršimo laipsnio ir atidirbtų valandų. Tiriamojoje dalyje (3.6 skyrius) nustatyta, kad filtrpreso našumas II filtracijos etape kinta nuo 220 kg tirpalo/valandą iki 100 kg tirpalo/valandą. Todėl skaičiavimams naudosisime vidutinį filtrpreso našumą t.y. 160 kg tirpalo/valandą.

I-os ir III-ios filtracijos etapuose taip pat nustatytas vidutinis filtrpreso našumas, kuris lygus 350 kg tirpalo/valandą.

Reikalingas tirpalo kiekis per parą $6,12 \text{ m}^3$. Taip pat priimame, kad 30% šio tirpalo turėtų būti recirkuliuojamas. Todėl bendras prafiltruojamas per parą tirpalo kiekis yra: $7,95 \text{ m}^3$.

Per valandą filtruojamas tirpalo kiekis:

$$V_v = \frac{V_p}{24} = \frac{7,95}{24} = 0,33 \text{ m}^3 \quad (14)$$

Čia V_v – reikalingas tirpalo kiekis per valandą, m^3
 V_p – reikalingas tirpalo kiekis per parą, m^3

Iš to galime spręsti, kad I-os ir III-ios filtracijos etapuose reikia po 1 filtrpresą, tačiau įvertinant kad gali įvykti nenumatytų gedimų, priimame, kad reikalinga turėti po 2 filtrpresus.

II-os filtracijos etape reikalingas filtrpresų kiekis skaičiuojamas:

$$n = \frac{V_v}{Q} = \frac{330}{160} = 2,05 \quad (15)$$

Čia V_v – reikalingas tirpalo kiekis per valandą, kg tirpalo
 Q – filtrpreso našumas 160 kg tirpalo/valandą.

Taip pat įvertiname, kad gali įvykti nenumatytų gedimų, todėl priimame, kad reikalingas filtrpresų kiekis yra 3.

4.34 lentelė. Bendras įrenginių kiekis

Įrenginys	Kiekis, vnt
Tirpintuvas, 10m^3	2
Krumpliaratinis siurblys	11
Tarpinė talpa	5
Filtrpresas	7
Verpimo mašina, 50 verpimo vietų	5

Apšvietimo parinkimas ir elektros energijos sąnaudos

Šioje dalyje parenkamas administracinių ir gamybinių patalpų apšvietimo tipas ir reikalingas galingumas.

Įmonės patalpose įrengiamos liuminescencinės lempos, kurių galingumas 58W, o šviesos srautas 5200 lm. Reikalingas galingumas skaičiuojamas pagal formulę:

$$P_a = \frac{1,2 \cdot A \cdot E}{N \cdot l} \quad (16)$$

Čia: A – patalpos plotas, m²;
E – norminė apšvieta lx;
Nl – lempo galia, W;
1,2 – koeficientas.

4.35 lentelė. Patalpų plotai, norminė apšvieta ir reikalinga apšvietimo galia

Patalpa	Plotas, m ²	Norminė apšvieta, lx	Reikalingas galingumas, W
Gamybinės patalpos	426,6	300	2648
Administracinės patalpos	193,1	500	1998
Viso:			4648

4.36 lentelėje pateikti elektros įrenginiai, kurių galia didesnė nei 0,2kW. Mūsų atveju smulkūs elektros įrenginiai nevertinami. Apskaičiuotos bendra reikalinga galia.

4.36 lentelė. Projektuojamos gamybos elektros įrenginiai

Eil.Nr.	Įrenginys	Įrenginių kiekis	Vieno įrenginio galia, kW	Bendra galia, kW
1.	Tirpintuvas	2	15	30
2.	Filtrpresas	7	25	75
3.	Krumpliaratinis siurblys	11	10,6	116,6
4.	Apšvietimas	1	4,648	4,648
5.	Verpimo mašina	5	93	465
Viso:				691,2

Skaičiuojamas suvartojamos energijos kiekis. Planuojama dirbti 24 val per parą, 335 dienas per metus.

$$W = 335 \cdot 24 \cdot 691,2 = 5,55 \text{ GWh}$$

Vandens sąnaudų skaičiavimas

Projektuojamoje gamyboje vanduo naudojamas tirpintuvų apvaskalų šildymui iki 40°C ir buitiniams reikmėms.

4.37 lentelė. Vandens sąnaudos

Eil. Nr.	Įrenginys	Įrenginių kiekis	Vandens sąnaudos per parą, m ³	Įrenginio darbo trukmė per parą, val	Bendros vandens sąnaudos per metus, m ³
1.	Tirpintuvas	2	0,935	6	3 759
Viso:					3 759

Vidaus transporto priemonių parinkimas ir skaičiavimas

Projektuojamoje gamyboje reikalingas vidaus transportas –atvežti acetilceliuliozės siūlų atliekas (grįžtamas atliekas) bei gautos žaliavos iškrovimui.

Žaliavos iškrovimui bus reikalingas 1 elektrokrautuvai.

Acetilceliuliozės grįžtamų atliekų atsivežimui į tirpinimo zoną, reikalingi vežimai. Jų kiekis gali būti paskaičiuojamas pagal susidarančių atliekų kiekį per parą. Jei per metus reikalingas pagaminti siūlų kiekis yra 500 t, o susidarančių atliekų kiekis yra 5%, vadinasi per metus turėtų susidaryti 25 t atliekų. Vadinasi, jei bus dirbama 335 paras per metus, tai vienai parai teks ~75 kg atliekų. Vadinasi vežimai turėtų talpinti ne mažiau nei 100 kg atliekų.

Įrenginių remonto organizavimas**4.38 lentelė. Įrenginių aptarnavimo ir remonto trukmė**

Įrenginys	Įrenginio vidutinė remonto trukmė, dienos	Įrenginio kapitalinio remonto periodiškumas, dienos	Remonto trukmė nuo darbo trukmės,%
Acetilceliuliozės tirpintuvas	30	335	8,95
Grįžtamųjų atliekų tirpintuvas	30	335	8,95
Filtrpresas	305	335	8,95
Verpimo mašina	30	335	8,95
Grįžtamų atliekų tarpinė talpa	10	335	2,99
I-os filtracijos tarpinė talpa	10	335	2,99
II-os filtracijos tarpinė talpa	10	335	2,99
III-os filtracijos tarpinė talpa	10	335	2,99
Tarpinė talpa prieš verpimo mašiną	10	335	2,99

Pastaba. Tarpinių talpų valymui skiriamas trumpesnis kapitalinio remonto laikas, kadangi jos neturi judančių dalių, mažiau pasitaikančių gedimų. Pagrindinis jų tvarkymas – valymas.

Įrenginio remonto trukmė nuo įrenginio darbo trukmės (%) paskaičiuojama:

$$T_{Rem} = \frac{30}{335} \cdot 100\% = 8,95$$

Kiti įrenginiai bus tvarkomi pagal poreikį, prisiderinant prie gamybos.

5. APLINKOSAUGOS PROJEKTUOJAMO OBJEKTO VERTINIMAS

Aplinkosaugos vertinimas atliekamas tik gamybiniam procesui, neįvertinant gamyboje naudojamų žaliavų ir produkcijos keliamo poveikio aplinkai.

Projektuojamas procesas – diacetilceliuliozės tirpalo ruošimas.

Planuojama veikla:

- žaliavų sandėliavimas;
- žaliavų tirpinimas;
- grįžtamųjų žaliavų tirpinimas;
- tirpalo transportavimas;
- filtracija;
- produkto (tirpalo) sandėliavimas.

Gamybiniam procesui reikalingos medžiagos – diacetilceliuliozė, acetonas. Informacija apie žaliavų sunaudojimą ir poveikį aplinkai pateikta 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavas

Žaliava	Sunaudojimas per metus, kg/metams	Cheminės medžiagos klasifikavimas ir ženklavimas		
		Kategorija	Pavojaus simbolis	Rizikos, saugumo frazės
Acetilceliuliozė	485	-	-	-
Acetonas	1 359	Labai degi, dirginanti	Xi, F	R11, R36, R66, R67

Projektuojamoje gamyboje bus naudojama elektros energija. Sunaudojamos energijos kiekis pateiktas 5.2 lentelėje.

5.2 lentelė. Sunaudojamas elektros energijos kiekis

Produktas	Gaminamas tirpalo kiekis per metus, t	Energijos išteklių		
		Pavadinimas	Kiekis per metus, GWh	Šaltinis
Acetilceliuliozės tirpalas	1844,1	Elektros energija	5,55	UAB „Lesto“

Projektuojamoje gamyboje nebus naudojamos transporto priemonės su vidaus degimo varikliais. Gamyboje bus naudojami vežimai, o žaliavų sandėlyje - elektrinis krautuvas.

5.1 Projektuojamo objekto sąlygojama biologinė ir fizikinė tarša

Biologinės, elektromagnetinės ir jonizuojančios spinduliuotės taršos projektuojamoje gamyboje nėra, todėl šios taršos nėra vertinamos. Gamyboje nustatoma tik triukšmo tarša. Triukšmas nebus skleidžiamas už įmonės ribų, triukšmo susidarymo šaltiniai yra uždaroje patalpose. Įrenginiai, sukeltys triukšmą, pateikti 5.3 lentelėje.

5.3 lentelė. Triukšmo šaltiniai

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis, dB	Taršos mažinimo priemonės
Triukšmas	Tirpintuvas	2	82	Asmeninės apsaugos priemonės
	Krumpliaratinis siurblys	7	38	Garso pertvaros
	Filtrpresas	6	30	Asmeninės apsaugos priemonės

Triukšmo lygis projektuojamoje gamyboje pagal higienos normas neviršija leistinos normos 87 dBA. [16] Didžiausias triukšmo šaltinis – tirpintuvas. Tačiau tirpintuvas yra periodinio veikimo, tirpinimas vykdomas 4 valandas, todėl tirpinimo metu darbuotojai aprūpinami apsaugomis nuo triukšmo.

5.2 Atliekų tvarkymas

Projektuojamoje gamyboje susidaro acetilceliuliozės atliekos. Visos gamybos metu susidarančios atliekos yra grįžtamos – t.y. jos tirpinamos ir grąžinamos atgal į gamybos procesą. Susidarę nekokybiški siūlai verpimo bare taip pat yra grąžinami atgal į projektuojamą tirpalo gamybos procesą. Taip pat, projektuojamoje gamyboje susidaro acetono ir oro mišinys, Susidarančių gamyboje atliekų kiekiai, pavojingumas ir atliekų saugojimo sąlygos bei numatomi jų tvarkymo būdai pateikti lentelėje.

Gamybos metu susidarančios atliekos yra nepavojingos. Atidirbusių filtravimo medžiagų saugojimui yra įrengta atliekų saugojimo aikštelė. Filtravimo medžiagas utilizuoja UAB „Kauno švara“.

5.4 lentelė. Atliekų tvarkymas

Technologinis procesas	Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, t/metus	Atliekų agregatinė būseną	Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą	Atliekų pavojingumas	Atliekų saugojimo objekte laikymo sąlygos	Atliekų tvarkymo būdai
Atidirbusių filtravimo medžiagų keitimas	Filtravimo medžiagos	120	Kieta	07 01 10	Nepavojinga	Atliekų konteineris	Šalinamos
Acetilceliuliozės tirpalo ruošimas	Acetono garų ir oro mišinys	43	Dujos	07 01 04	Pavojinga	Cisterna	Regeneracija
	Buitinės atliekos	0,15	Kieta	11 11	Nepavojinga	Atliekų konteineris	Šalinamos

Projektuojamoje gamyboje vanduo naudojamas tirpintuvų apvaskalų šildymui iki 40°C.

5.5 lentelė. Naudojamo vandens balansas

Vandens tiekimo šaltinis	Vandens naudojimo sritys	Didžiausias paros debitas m ³ /d	Vidutinis metinis kiekis, m ³	Taupymo ir apsaugos priemonės
UAB „Kauno vandenys“	tirpintuvų apvaskalų šildymui, buitinėms reikmėms	11	3 758	-

Per metus įrenginių aptarnavimui yra sunaudojama 3 579 m³ vandens. Planuojama, kad buitinėms reikmėms bus sunaudojama 5% vandens nuo šio kiekio. Todėl bendras vandens sunaudojimas per parą sieks 3758 m³.

6. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

Šiame skyriuje aptariama ir įvertinama projektuojamo baro profesinė rizika, darbų saugos, sveikatos, gaisrinės saugos ir darbo higienos reikalavimai.

6.1 Projektuojamo objekto charakteristika

Projektuojamoje gamyboje bus vykdoma:

- žaliavų sandėliavimas;
- žaliavų paruošimas tirpinimui;
- tirpinimas;
- tirpalo filtravimas;
- tirpalo transportavimas ir sandėliavimas.

Projektuojamos gamybos produktas – acetilceliuliozės tirpalas, kuris bus naudojamas acetatinių siūlų gamyboje.

Planuojama, kad per parą dirbs 2 pamainos po 12 valandų. Iš viso reikalingos 4 pamainos, kiekvienoje po 4 darbuotojus.

Projektuojamas pastatas yra miesto teritorijoje, todėl aplink įmonės teritoriją 100 metrų atstumu - sanitarinė apsaugos zona, siekiant apsaugoti gyvenamąją aplinką ir žmonių sveikatą nuo taršos, suformuoti sveiką gyvenamąją, darbo ir poilsio aplinką. [17]

6.2 Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimo tikslas – nustatyti ir įvertinti esamą ar galimą riziką darbe, ją pašalinti, o jei negalima pašalinti, įdiegti prevencijos priemones, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta. [18].

6.1 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas

Profesinės rizikos vertinimo veiksniai		Rizikos veiksnio veikimo zona	Rizikos veiksnio dydis, matavimo vienetai	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis, vertinimo vienetai	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Preveninės priemonės
Cheminiai rizikos	Acetonas	Tirpintuvas, filtrpresas	<26 mg/m ³	1210 mg/m ³	Tipintuvų pakrovimo metu, arba keičiant atirždirbusias filtravimo medžiagas, ~4 val pamainoje	Respiratorius su AX tipo filtru
	Acetilceliuliozė	Tirpintuvas	<3 mg/m ³	5 mg/m ³	Tirpintuvų krovimo metu, ~1 val pamainoje	Respiratorius su AX tipo filtru
Fizikiniai veiksniai	Triukšmas	Tirpintuvas siurbliai	70dBA	85dBA	Nuolat	Ausų kimštukai
	Apšvieta	Visas baras	300lx	200 lx	Nuolat	
	Oro temperatūra	Visas baras	20-26°C	18-27°C	Nuolat	
	Santykinis drėgnumas	Visas baras	40%	Iki 75 %	Nuolat	
	Vibracija	Tirpintuvas, filtrpresas, siurbliai	0,2 m/s ²	0,5 m/s ²	Nuolat	Daromos pertraukos
	Oro judėjimo greitis	Visas baras	0,3 m/s	0,2-0,4m/s	Nuolat	
Ergonominiai veiksniai	Rankomos keliamo krovinio svoris		Vyr. <30 kg Mot. 1-3 kg	Vyr. <30 kg Mot. <10 kg	1-2 val pamainoje	Daromos pertraukos
	Pavojus susijęs			480-720 min	1 val	Saugos ir

	su elektra					sveikatos taisyklių laikymasis
Psichologi niai veiksniai	Emocinė įtampa			480-720 min		Daromos pertaukos

Nustatant patalpų kategoriją pagal sprogimo ir gaisro pavojų, atsižvelgiama į patalpoje esančių ir naudojamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius.

6.2 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai

Medžiaga	Sunaudojimas per pamainą, t	Pliūpsnio temperatūra, °C	Sprogimo riba, g/m ³		Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C
			Apatinė	Viršutinė	
Acetonas	2,173	-18	52	310	500
Acetilceliuliozė	0,725	n.d.	48	n.d.	420

Pagal naudojamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius, nustatytas patalpų gaisrinis pavojingumas.

6.3 lentelė. Patalpų kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų

Patalpa	Medžiagos	Kategorija
Gamybinės patalpos	Acetilceliuliozė	A _{sg} , Sprogimo zona I
	Acetonas	

6.3 Saugi gamyba

Įvertinti cheminiai, fizikiniai, biologiniai, ergonominiai, psichologiniai veiksniai. Matavimus atlieka atestuotos laboratorijos. Įmonėje veikia darbuotojų saugos ir sveikatos tarnyba, kuri prižiūri ir kontroliuoja bare atliekamus darbus darbuotojų saugos ir sveikatos priežiūros aspektais.

Darbuotojai periodiškai supažindinami su avarijų ir stichinių nelaimių planais. Planai peržiūrimi ir koreguojami kartą metuose arba esant svarbiems pasikeitimams. Darbuotojai periodiškai, kartą per 3 mėnesius dalyvauja avarinių situacijų likvidavimo mokymuose.

Kiekviena medžiaga turi savo saugos duomenų lapus, kiekvienas darbuotojas yra su jais susipažinęs. Visos cheminės medžiagos yra laikomos originaliose pakuotėse, jos yra tinkamai paženklintos (pagal poreikį) pavojingumo simboliais. Darbuotojams išduodamos asmeninės apsaugos priemonės: darbo drabužiai, pirštinės, respiratoriai, ausų kimštukai. Kontroliuojama, kad darbuotojai naudotų asmenines apsaugos priemones.

Elektros įrenginiai įrengiami ir eksploatuojami pagal gamintojo instrukcijose ir kituose teisės aktuose nustatytus gaisrinės saugos reikalavimus. Jie turi būti saugūs gaisro ir sprogoimo atžvilgiu bei tinkami eksploatuoti. Visi elektros įrenginiai yra įžeminti, neatsižvelgiant į tai ar naudojamos kitos apsaugos priemonės nuo statinio elektros krūvio.

Kadangi acetono garai yra sunkesni už orą ($\rho_{\text{acetono garų}}=2\text{kg/m}^3$, $\rho_{\text{oras}}=1,29\text{kg/m}^3$ [19]), jie linkę kauptis prie grindų, todėl draudžiama naudoti bet kokius įrenginius ar darbo priemones, kurios gali sukelti kibirkštį.

6.4 Įrangos žymėjimas, esančios sprogoiose ir degiose vietose

Visa įranga, kuri yra naudojama potencialiai sprogoje ir degioje vietoje yra aiškiai pažymėta. Nurodyta informacija: gamintojo pavadinimas ir adresas, pagaminimo metai, CE atitikties žymėjimas, serija ar tipas, apsaugos nuo sprogoimo ženklas.

6.5 Apsauga nuo žaibo

Apsaugai nuo žaibo turi būti įrengtas žaibolaidis. Žaibolaidžiai skirstomi į dvi grupes: tai aktyvi ir pasyvi apsauga nuo žaibo. Aktyviajame žaibolaidyje yra sumontuota elektroninė įranga, kuri perkūnijos metus prieš žaibo išlydį pradeda skleisti aukšto dažnio impulsus. Dėl to žaibolaidis sukuria vainikinį išlydį, kuris sukuria jonizuotą kanalą ir nukreipia žaibą į žaibolaidį. Šis apsaugos būdas padidina apsaugos zoną, kuri gali siekti iki 100 metrų.

Pasyvioji apsauga nuo žaibo – tai įrengiami žaibo „priėmikliai“, kurie priima žaibą ir nukreipia jį į žemę. Šio įrenginio principas yra tas, kad visi įrenginiai, kurie iškilę aukščiau stogo yra sujungiami su bendra apsaugos nuo žaibo sistema.

Žaibolaidžio projektavimas

Pasirenkamas apsaugos patikimumas yra 99%. Pradiniai projektuojamo baro parametrai pateikti lentelėje. [20]

6.4 lentelė. Projektuojamo baro matmenys

	Žymėjimas	Dimensija	Reikšmė
Pastato ilgis	a	m	36
Pastato plotis	b	m	18
Pastato aukštis	hx	m	7,5

Pasirenkame, kad pastate įrengsime dviejų strypų žaibolaidį, kurio preliminarus aukštis $h=30$ metrų.

H_0 (apsaugos zonos kūgio aukštis) ir r_0 (apsaugos zonos kūgio spindulys) skaičiuojami pagal formulę:

$$h_0 = (0,72 - 10^{-3}(h - 100)) \cdot h = (0,72 - 10^{-3}(30 - 100)) \cdot 30 = 23,7m$$

$$r_0 = (0,6 - 10^{-3}(h - 100)) \cdot h = (0,6 - 10^{-3}(30 - 100)) \cdot 30 = 20,1m$$

Apsaugos zonos spindulys r_x pastato aukštyje $h_x = 7,5m$ nuo žemės yra lygus:

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{20,1 \cdot (23,7 - 7,5)}{23,7} = 13,7m$$

Skaičiuojamas mažiausias atstumas tarp žaibolaidžių L_c ir L_{max} :

$$L_c = h \cdot 1,5 = 30 \cdot 1,5 = 45m$$

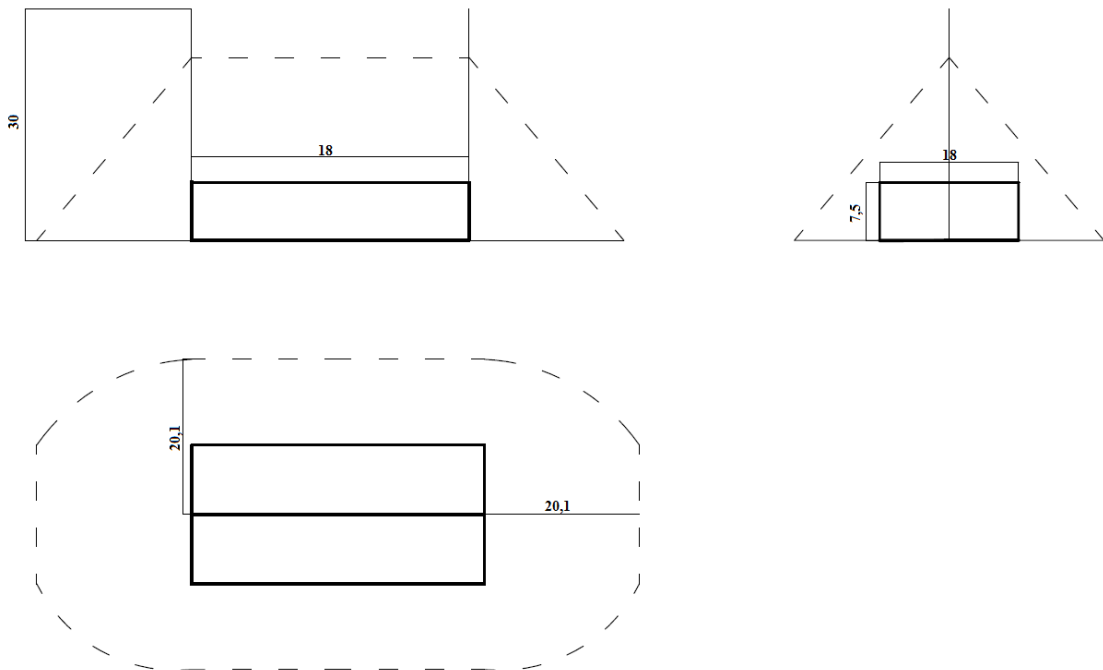
$$L_{max} = h \cdot 4 = 30 \cdot 4 = 120m$$

Žaibolaidis bus įrengtas prie išorinių pastato sienų ir vienas tarp jų. Atstumas tarp žaibolaidžių $L=18$. Kadangi $L < L_c$ ($18 < 45$) tai atstumas tarp žaibolaidžių yra mažesnis nei reikalaujamas mažiausias, tuomet įlinkis nevertinamas $h_c = h_0$

Įvertinus, kad $2r_x > b$ ($27,4 \text{ m} > 18 \text{ m}$), vadinasi vienos žaibolaidžių linijos užtenka.

Žaibolaidžio apsaugos zona pavaizduota 10.1 paveiksle.

6.1 paveikslas. Žaibolaidžio apsaugos zona



6.6 Darbo higiena

Atliekamų darbų sunkumo kategorija – Vidutinio sunkumo IIa. [21]

Darbo patalpų šiluminės aplinkos vertinimas pateiktas 6.5 lentelėje.

6.5 lentelė. Patalpų šiluminės aplinkos vertinimas

Metų laikas	Aplinkos temperatūra, °C	Santykinis oro drėgnis, %	Oro judėjimo greitis, m/s
Šaltasis	21-23	70	0,2-0,4
Šiltasis	23-28	65	0,2-0,4

Patalpų apšvietimui naudojamas dirbtinis apšvietimas. Gamybinė patalpa priskiriamas vidutinio arba nedidelio tikslumo darbams, todėl patalpoje apšvietos norma 200-300 lx. [22]

Triukšmo ribiniai dydžiai patalpose yra vertinami lyginant su atitinkamais triukšmo ribiniais dydžiais. Dirbant prie tirpintuvų, filtrpresų ar kitų triukšmo ribines vertes viršijančių irenginių, darbuotojai aprūpinami klausos apsaugos priemonėmis, pvz.: ausų kimštukais, ausinėmis. Darbo aplinkoje triukšmo lygis negali būti didesnis nei 85 dBA[23].

Padalinio vadovas instruktuoja visus naujus darbuotojus, dirbsiančius gamybiniuose padaliniuose, pagal įvadinę darbuotojų saugos ir sveikatos instrukciją. Įvadinio instruktavimo metu darbuotojas susipažįsta su jo darbą reglamentuojančiais, padalinio nuostatais ir pareigybės aprašymu, darbo instrukcija bei darbo tvarkos taisyklėmis. Periodinis instruktavimas yra

vykdomas ne rečiau kaip kartą per metus. Periodinio instruktavimo metu primenama darbuotojui kaip saugiai dirbti jam pavestą darbą, instrukcijų reikalavimai, bei išaiškinami darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimų pasikeitimai jų darbo vietoje. Papildomas instruktavimas vykdomas atsiradus naujiems arba pasikeitus darbo aplinkos rizikos veiksniams, keliantiems pavojų darbuotojų saugai ir sveikatai, pakartotinai įvertinus profesinę riziką, perkėlus darbuotoją į kitą darbą arba pakeitus darbo vietą, technologinį procesą, darbo organizavimą, pakeitus arba modernizavus darbo priemones. Specialusis instruktavimas – išklauso tie darbuotojai, kurie dirba pagal paskyras-leidimus, rašytinius nurodymus bei pavedimus ar kitus specialius dokumentus, taip pat darbuotojai, kuriems tam tikrais atvejais pavadama vienkartinė užduotis, nesusijusi su jo nuolatinio darbu ar profesija.

Pagrindinės naudojamos cheminės medžiagos – acetilceliuliozės ir acetonas. Jų profesinio poveikio ribiniai dydžiai pateikti lentelėje. Pagal cheminės medžiagos žalingo poveikio pobūdį ir veikimo trukmę pateikti ilgalaikio poveikio ribiniai dydžiai (IPRD), trumpalaikio poveikio ribiniai dydžiai (TPRD) ir neviršytini ribiniai dydžiai (NRD).[24]


6.6 lentelė. Naudojamų cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai

Cheminė medžiaga			Ribinis dydis						Poveikio sveikatai ypatumų žymenys
Eil. Nr.	Pavadinimas	CAS Nr.	IPRD		TPRD		NRD		
			mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	
1.	Acetonas	67-64-1	1210	500	2420	1000	-	-	-

Darbuotojams suteikiamos asmeninės apsaugos priemonės, atsižvelgiant į cheminės medžiagos saugos duomenų lapo informaciją apie medžiagos ar preparato savybes ir nuorodas dėl kenksmingumo pašalinimo priemonių naudojimo. [25][26]

Patalpos, kuriose vykdoma veikla su pavojingomis cheminėmis medžiagomis žymima įspėjamaisiais ir (ar) įpareigojamaisiais ženklais.[27]

6.7 lentelė. Pavojingų cheminių medžiagų žymėjimas

Cheminė medžiaga	Žymėjimas	Reikšmė
Acetonas	 Šauktukas	Akių dirginimas Gali sukelti mieguistumą ir nuovargį
		Degiosios dujos Degieji skysčiai

	 Liepsna	
--	--	--

6.7 Gaisrinė sauga

Pagal galimą gaisro pavojų patalpa yra priskiriama A_{sg} kategorijai. Projektuojamame pastate yra du išėjimai. 1-os durys ir 1-vartai.

Projektuojamose patalpose yra stacionarios ir kilnojamos gaisro gesinimo priemonės. gaisrinė signalizacija, automatinė gaisro gesinimo sistema, ugnies užtvoros, hidrantai. Pirminės gaisro gesinimo priemonės yra laikomos gaisriniuose skyduose. Šios skydai yra du. Vienas – tirpintuvų zonoje, kitas išėjimo. Juose yra: gesintuvai, kibirai, smėlis, kastuvas, nedegus audeklas, laužtuvas, kirvis. Šie skydai yra pastatyti gerai matomose vietose. Periodiškai (katą per tris mėnesius) vykdomi darbuotojų mokymai kaip elgtis gaisro metu, kokias gaisro gesinimo priemones reikia/galima naudoti konkrečiu atveju. Padalinyje prie kiekvieno įėjimo (išėjimo) pakabinti evakavimo planai, su jais supažindinami ir apmokomi jais naudotis darbuotojai.

Prie įėjimo į patalpą yra nurodyta jos kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų.

6.8 lentelė. Gaisro klasė ir ugnį gesinanti medžiaga

Klasė	Medžiaga	Ugnį gesinanti medžiaga					
		Vanduo	Putos	Dujos	Milteliai		
					ABC tipo	BC tipo	D tipo
A	Kietųjų medžiagų gaisrai, kai degimo metu susidaro anglis (acetilceliuliozė)	+	+	-	++	-	-
B	Skystųjų arba galinčių suskystėti kietųjų medžiagų gaisrai (acetonas)	-	++	+	++	++	-
C	Dujų gaisrai (acetonas)	-	-	+	++	++	-
D	Metalų gaisrai	-	-	-	-	-	++

Čia „++“ - veiksmingiausia, „+“ - veiksminga, „-“ - ne tokia veiksminga.

7. STATYBINIAI SPRENDIMAI

7.1 Bendri duomenys

Projektuojamas cheminis baras, kuriame bus gaminamas acetilceliuliozės tirpalas, skirtas siūlų formavimui, yra įsikūręs Kaune, Pramonės pr. 4. Projektuojamo baro duomenys pateikti 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Reikšmė
1	I. SKLYPAS		
	1.1. Sklypo plotas	m ²	2950
	1.2. Statinio plotas	m ²	648
	1.3. Žalasis (apželdintas) plotas	m ²	697
	1.4. Automobilio stovėjimo vietų skaičius	vnt.	35
	1.5. Sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	m	100
2	II. PASTATAI		
	2.1. Bendras pastato plotas	m ²	619,7
	2.1.1. Pagrindinis plotas	m ²	426,6
	2.1.2. Pagalbinis plotas	m ²	193,1
	2.2. Pastato tūris	m ³	4860
	2.3. Aukštų skaičius	vnt.	1
	2.4. Pastato aukštis	m	7,5
	2.5. Pastato atsparumas ugniai (I, II, III)	MJ/ m ²	I

7.2 Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara

Projektuojamo pastato ilgis 36 m, plotis 18 m, pastato aukštis 7,5 m. išorinėms laikančioms pastato sienoms parinkta laikanti karkasinė konstrukcija – kolonos, ryšiai (daugiasluoksnės plokštės 6000x1000mm – 100mm) Pastato kolonos pagal perimetrą išdėstytos kas 6m. Administracinių patalpų sienoms – armuotų pilnavidurių silikatinių plytų mūras (plytų stiprumas gniuždant ne mažesnis nei 10 MPa). Prišgaisrinė siena – mūro siena 500 mm.

Į pastatą galima patekti pagrindiniu įėjimu, iš kurio vėliau galima patekti į gamybines ir administracines patalpas, taip pat gamybinės patalpos turi atskiras 4 m pločio duris įrenginių aptarnavimui ar avarinių situacijų likvidavimui. Langai yra įrengti tik administracinėse patalpose. Dirbtinis apšvietimas įrengtas visame pastate.

Vidinės pastato sienos nudažytos drėgmei atspariais dažais. Grindys gamybinėse patalpose yra apšildytos ir išbetonuotos. Administracinių, pagalbinių patalpų grindys išklotos keraminėmis plytelėmis. [28]

7.3 Bendrosios statinio inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

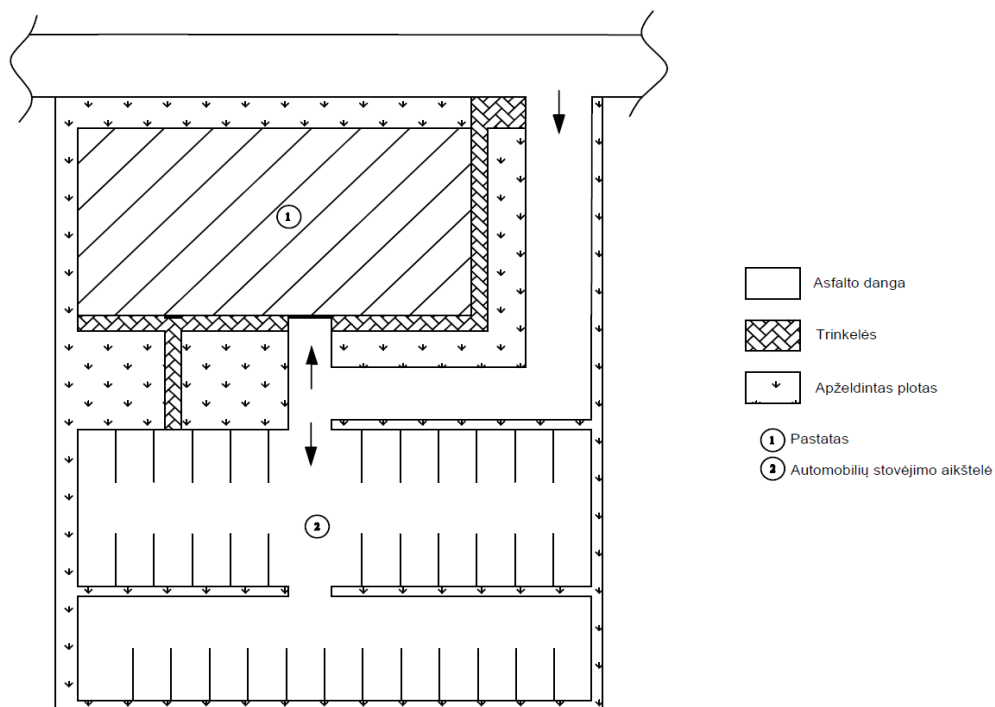
Projektuojamame pastate yra pagrindinės dvi zonos: gamybinė ir administracinė. Projektuojamas pastatas yra aptarnaujamas taip pat ir kitų skyrių – regeneracijos, sandėlių, katilinės, kompresorinės, apsaugos posto ir kt., tačiau šie pastatai nėra analizuojami, kadangi ši gamybos linija įrenginama pagrindinėse gamybinėse patalpose.

Gamybinėse patalpose išskiriamos gamybos etapai:

1. Tirpinimas – tirpinimo zonos;
2. Filtracija – filtracijos zona;
3. Sandėliavimas – tirpalo kaupimo zona.

7.4 Sklypo planas

7.1 paveikslas. Projektuojamo pastato sklypo planas



Sklypas yra strategiškai patogioje vietoje. Čia yra išvystytas patogus susisiekimas automobiline, viešuoju transportu. Visos žaliavos yra atgabenamos automobiline transportu.

Taip pat, yra galimybė naudotis geležinkelio bėgiais, kurie galėtų būti naudojami žaliavų pristatymui.

Teritorijoje yra įrengta 35 vietų automobilių stovėjimo aikštelė įmonės personalui. Visa teritorija aptverta tvora.

Kadangi projektuojamas pastatas yra miesto teritorijoje, todėl aplink įmonės teritoriją 100 metrų atstumu nustatyta įrengta sanitarinė apsaugos zona, siekiant apsaugoti gyvenamąją aplinką ir žmonių sveikatą nuo taršos, suformuoti sveiką gyvenamąją, darbo ir poilsio aplinką.[29]

7.5 Orientacinės statinio rekonstrukcijos kainos paskaičiavimas

Orientacinę statinio rekonstrukcijos kainą galima paskaičiuoti žinant statinio tūrį ir 1m^3 rekonstrukcijos orientacinę kainą. Rekonstrukcijos duomenys pateikti 7.2 lentelėje.

7.2 lentelė. Orientacinė statinio rekonstrukcijos kaina

Statinio tūris, m^3	Orientacinė 1 m^3 rekonstrukcijos kaina, Eur	Statinio rekonstrukcijos kaina, Eur
4 860	87,17	423 646,2

8. EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

8.1 Bendrieji duomenys

Projektuojamas objektas – diacetilceliuliozės tirpalo gamybos linija. Projektuojama linija apima šiuos etapus: acetilceliuliozės tirpinimas, filtravimas, transportavimas ir saugojimas. Tirpalo linijos projektavimui parinkta žaliava pasižymi geresne kokybe, t.y. mažesniu teršalų kiekiu. Taip pat, projektuojamai linijai parinktos naujos, efektyvesnės filtravimo medžiagos, kurios dar pagerina tirpalo kokybę.

Pagamintas acetilceliuliozės tirpalas bus naudojamas siūlų verpimui. Planuojama, kad geresnės kokybės žaliava ir naujos filtravimo medžiagos pagerins verpimo procesą ir sumažins siūlų gamybos kaštus.

8.2 Gamybos apimtys ir gautinos pajamos

Planuojama, kad per metus bus pagaminta 500 t acetatinių siūlų, tam kiekiui siūlų pagaminti reikalingas paruošti acetilceliuliozės tirpalo kiekis yra - 1844,1 t. Planuojamos gamybos apimtys ir produktų kainos pateiktos lentelėje. Produkcija čia yra skaičiuoja už 1 kg siūlų.

8.1 lentelė. Gamybos ir pardavimų apimtys

Produkcijos gamybos metai	Gamybinio pajėgumo įsisavinimo koeficientas	Gamybos apimtys, t/metus	Gaminio 1 kg kaina, Eur	Pardavimų apimtys, tūkst. Eur
1	0,8	500	10,64	5 320
2	0,9	500	11,60	5 800
3	1	600	12,56	7536
4	1	700	12,55	8 785
5	1	700	13,52	9 464

Pirmaisiais gamybos metais planuojama 80% našumas, kadangi naujos žaliavos pritaikymas, ir filtracijos tobulinimas gali sukelti nenumatytų problemų, kurias sekančiais metais turėtų pavykti suvaldyti lengviau.

Įrenginiai bus perkami ne nauji, naudoti, įrenginių preliminari kaina ir suminė vertė pateikta 8.2 lentelėje.

8.2 lentelė. Įrenginių sąmata

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Vnt. kaina, tūkst. Eur	Kiekis	Suma, tūkst. Eur
I.	Technologiniai įrenginiai			
1.	Tirpintuvas	3 100	2	6 200
2.	Kaupimo bakas	200	5	1 000
3.	Filtrpresas	1 250	6	7 500
4.	Krumpliaratinis siurblys	780	7	5 460
			Viso:	20 160
II.	Vidaus transporto įrenginiai			
5.	Vežimėlis	0,2	5	1
6.	Elektrokrautuvas	4	1	4
			Viso:	5,0
III.	Kontrolės ir matavimo įrenginiai			
7.	Svarstyklės	1	1	1
			Viso:	1,0
IV.	Kitas inventorius	2	1	2
			Viso:	2,0
			Viso:	20 168
	Priedai už garantijas, komplektavimo ir pristatymo darbai (10%)	-	-	2016,8
	PVM (21%)			4235,28
	Montavimo darbai (15%)	-	-	3660,49
			Viso:	2,5
			VISO:	30080,57

Suvestinė pastato rekonstrukcijos ir įrenginių kaina skaičiuota 2013 metų preliminariomis kainomis. Statybos darbų sąmata pateikta 8.3 lentelėje.

8.3 lentelė. Suvestinė rekonstrukcijos ir įrenginių kaina

Eil. Nr.	Objekto darbų ir išlaidų pavadinimas	Sąmatinė kaina, tūkst Eur			Iš viso, tūkst. Eur
		Statyba ir montavimas	Įrenginiai, baldai ir inventorius	Kitos išlaidos	
1.	Pastato rekonstrukcija	423,6	-	-	423,6
2.	Remontas	0,42	-	-	0,42

				Viso:	424,02
3.	Technologiniai įrenginiai	2016,0	20160,00	-	22176,00
4.	Transportavimo įrenginiai	0,50	5,00	-	5,50
5.	Kontrolės ir matavimo įrenginiai	0,10	1,00	-	1,10
6.	Kiti	0,20	2,00	-	2,20
				Viso:	22608,87

8.3 Projekto investicijos ir jų finansavimas

Projektas finansuojamas iš akcininkų lėšų.

8.4 Ilgalaikio turto vertė

8.4 lentelė. Ilgalaikio turto vertės suvestinė

Ilgalaikis turtas	Vertė, tūkst. Eur			Iš viso, tūkst. Eur
	Įrenginiai	Montavimas, statyba	Kiti darbai	
Pastatų rekonstrukcija ir remontas	-	424,02	-	424,02
Technologiniai įrenginiai	22181,5	2218,15	-	24399,65
Kita įranga	2,00	0,20	-	2,20
			Viso:	24825,87

8.5 Trumpalaikio turto – apyvartinio kapitalo vertė

Numatomo apyvartinio kapitalo skaičiavimų suvestinė pateikta 8.5 lentelėje

8.5 lentelė. Apyvartinio kapitalo poreikis

Rodiklis, tūkst. Eur	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
Apyvartinis kapitalas per metus	-	8540,889	8545,893	10160,836	42403,503	42437,067
Produkcijos apimties prieaugio koeficientas	-	1,000	1,001	1,189	4,173	1,001
Papildomas apyvartinio kapitalo poreikis	-	8540,889	5,003	1614,943	32242,667	33,564
Apyvartinio kapitalo dalis 0 metais	5551,578	-	-	-	-	-
Apyvartinio kapitalo papildomas poreikis, tūkst Eur	5551,578	8540,889	5,003	1614,943	32242,667	33,564

8.6 lentelė. Projekto investicijų paskirstymas ir jų finansavimo šaltiniai

Rodiklis	Projekto investicijos, Eur					
	0 metai	1 metai	2 metai	3 metai	4 metai	5 metai
Pagrindinis kapitalas	22,606	-	-	-	-	-
Apyvartinis kapitalas	5551,58	2989,31	5,003	1614,94	32242,66	33,564
Viso:	5574,18	2989,31	5,003	1614,94	32242,66	33,564

8.6 Gamybos sąnaudos

Išlaidos žaliavų, reikalingų pirmiems 5 metams įsigyti, poreikis pateiktas 8.7 lentelėje, energetinių išlaidų sąnaudos 8.8 lentelėje, darbo užmokesčio išlaidos 8.9 lentelėje, materialaus turto nusidėvėjimas 8.10 lentelėje, gamybos kaštų suvestinė 8.11 lentelėje.

8.7 lentelė. Tiesioginės išlaidos žaliavoms

Žaliava	Gamybos planas, t	Žaliavos sunaudojimo norma 1 tonai produkto, t	Žaliavos kaina, Eur/t	Žaliavos poreikis visam gamybos planui, t	Viso už žaliavas, tūkst Eur
1 metai					
Diacetilceliuliozė	500	970	2,42	485 000	1 173,70
Acetonas		2718	1,20	1 359 000	1 630,80
Viso:					2 804,50
2 metai					
Diacetilceliuliozė	500	970	2,42	485 000	1 173,70
Acetonas		2718	1,20	1 359 000	1 630,80
Viso:					2 804,50
3 metai					
Diacetilceliuliozė	600	970	2,42	582 000	1 408,44
Acetonas		2718	1,20	1 630 800	1 956,96
Viso:					3 365,40
4 metai					
Diacetilceliuliozė	700	970	2,42	679 000	1 643,18
Acetonas		2718	1,20	1 902 600	2 283,12
Viso:					3 926,30
5 metai					
Diacetilceliuliozė	700	970	2,42	679 000	1 643,18
Acetonas		2718	1,20	1 902 600	2 283,12
Viso:					3 926,30
Viso penkiems metams tūkst. Eur.:					16 827,00

8.8 lentelė. Išlaidos energijai

Energijos rūšis	Gamybos planas, t	Sąnaudų norma 1 t produkto pagaminti	Energijos kaina, Eur	Energijos poreikis visam gamybos planui	Suma, Eur
1 metai					
Elektra, kWh	500	11 100	0,127	5 550 000	704 850
Vanduo, m ³		7,52	0,56	3 759	2 105,04
Viso:					706,96
2 metai					
Elektra, kWh	500	11 100	0,127	5 550 000	704 850

Vanduo, m ³		7,52	0,56	3 759	2105,04
Viso:					706,96
3 metai					
Elektra, kWh	600	11 100	0,127	6 660 000	845 820
Vanduo, m ³		7,52	0,56	4512	2526,72
Viso:					848,35
4 metai					
Elektra, kWh	700	11 100	0,127	7 770 000	986 790
Vanduo, m ³		7,52	0,56	5264	2947,84
Viso:					989,74
5 metai					
Elektra, kWh	700	11 100	0,127	7 770 000	986 790
Vanduo, m ³		7,52	0,56	5264	2947,84
Viso:					989,74
Viso:					4 241 733,6

8.9 lentelė. Išlaidos tiesioginiam darbo užmokesčiui

Metai	Gamybos planas, t	Laiko norma, kg	Programinis darbo imlumas, nh	Valandinis atlygis, Eur	Pagrindinis darbo užmokestis, Eur	Papildomas darbo užmokestis, Eur	Bendras darbo užmokestis, Eur	Socialinio draudimo atskaitymas, Eur
1	500	0,05	25 000	5,00	125 000	12 500	137 500	42 625,0
2	500	0,05	25 000	5,50	137 500	13 750	151 250	46 887,5
3	600	0,05	30 000	6,05	181 500	18 150	199 650	61 891,5
4	700	0,05	35 000	6,66	233 100	23 292	256 200	79 487,1
5	700	0,05	35 000	7,32	256 200	25 622	281 800	87 364,2

Skaičiuojama, kad ilgalaikis turtas kasmet nuvertės po 10% nuo turto įsigijimo vertės.

8.10 lentelė. Materialaus turto vertė ir nusidėvėjimas

Ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, tūkst. Eur	Likvidacinė vertė, tūkst. Eur	Naudojimosi trukmė metais	Metai					Likutinė vertė, tūkst. Eur
				1	2	3	4	5	
Technologiniai įrenginiai									
Tirpintuvas	6 200	620	10	558	558	558	558	558	3 410
Kaupimo	1 000	100	10	90	90	90	90	90	550

bakas									
Filtrpresas	7500	750	10	675	675	675	675	675	4125
Krumpliaratis siurblys	5460	546	10	491	491	491	491	491	3003
Vidaus transporto įrenginiai									
Vežimėlis	1	0,1	10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,55
Elektrokrautuvas	4	0,4	10	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	2,2
Kontrolės ir matavimo įrenginiai									
Svarstyklės	1	0,1	10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,55
Kitas inventorių									
Kita	2	0,2	10	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,1
Viso:	20 168	2016,8	-	1815,12	1815,12	1815,12	1815,12	1815,12	11092,4

8.11 lentelė. Gamybos kaštai

Kaštai	Sąnaudos 1 kg gaminio pagaminti, Eur	Sąnaudos visam gamybos planui įvykdyti, tūkst Eur
1 metai		
Gamybos planas	500 t	
I. Tiesioginės išlaidos		
Pagrindinės medžiagos	5,6	28045,0
Tiesioginis darbo užmokestis +soc. draudimas	0,36	180,1
Energetiniai poreikiai	1,41	707,0
II. Netiesioginės išlaidos		
Amortizaciniai atskaitymai	0,004	1815,1
Viso:	7,374	30747,2
2 metai		
Gamybos planas	500 t	
I. Tiesioginės išlaidos		
Pagrindinės medžiagos	5,6	28045,0
Tiesioginis darbo užmokestis +soc. draudimas	0,40	198,1
Energetiniai poreikiai	1,41	707,0
II. Netiesioginės išlaidos		
Amortizaciniai atskaitymai	0,004	1815,1
Viso:	7,414	30765,2
3 metai		
Gamybos planas	600 t	
I. Tiesioginės išlaidos		
Pagrindinės medžiagos	5,6	33654,0
Tiesioginis darbo užmokestis +soc. draudimas	0,44	261,5
Energetiniai poreikiai	1,41	848,3

II. Netiesioginės išlaidos		
Amortizaciniai atskaitymai	0,004	1815,1
Viso:	7,454	36579,0
4 metai		
Gamybos planas	700 t	
I. Tiesioginės išlaidos		
Pagrindinės medžiagos	5,6	39263,0
Tiesioginis darbo užmokestis +soc. draudimas	0,48	335,6
Energetiniai poreikiai	1,41	989,7
II. Netiesioginės išlaidos		
Amortizaciniai atskaitymai	0,003	1815,1
Viso:	7,493	42403,5
5 metai		
Gamybos planas	700 t	
I. Tiesioginės išlaidos		
Pagrindinės medžiagos	5,6	39263,0
Tiesioginis darbo užmokestis +soc. draudimas	0,53	369,2
Energetiniai poreikiai	1,41	989,7
II. Netiesioginės išlaidos		
Amortizaciniai atskaitymai	0,003	1815,1
Viso:	7,543	42437,1
VISO:	37,278	182 931,99

8.7 Veiklos sąnaudos

8.12 lentelė. Veiklos sąnaudos

Sąnaudos	Suma, tūkst Eur				
	1 metai	2 metai	3 metai	4 metai	5 metai
Gamybos kaštai	30747,20	30765,21	36579,00	42403,50	42437,07
Veiklos sąnaudos	6149,44	6153,04	7315,80	8480,70	8487,41

Skaičiuojamos veiklos sąnaudos, tenkančios 1 kg produkto.

8.13 lentelė. Veiklos sąnaudų paskirstymas

Rodikliai	1 metai	2 metai	3 metai	4 metai	5 metai
Gamybos kaštai, %	100	100	100	100	100
Veiklos sąnaudos, tūkst Eur	6149,44	6153,04	7315,80	8480,70	8487,41
Gamybos (pardavimo) planas, kg	500 000	500 000	600 000	700 000	700 000
1 kg produkto tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	12,29	12,3	12,19	12,11	12,12

8.14 lentelė. Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudos

	1 metai	2 metai	3 metai	4 metai	5 metai
Paskolos suma, Eur	2989,311	2391,449	1793,587	1195,724	597,862
Metinė palūkanų norma, %	10	10	10	10	10
Palūkanos, tūkst Eur	298,931	239,145	179,359	119,572	59,786
Padengimo suma, tūkst Eur	597,862	597,862	597,862	597,862	597,862

8.15 lentelė. Gaminio kainos skaičiavimas

	1 kg gaminio gamybinė savikaina, Eur	Veiklos sąnaudos, Eur	Investicinės veiklos sąnaudos, Eur	Pilna savikaina, Eur	Pelnas		Viso kaina, Eur
					%	Eur	
1 metai	7,37	1,47	0,83	9,67	10	0,97	10,64
2 metai	7,41	1,48	0,77	9,67	20	1,93	11,60
3 metai	7,45	1,49	0,72	9,66	30	2,90	12,56
4 metai	7,49	1,50	0,66	9,65	30	2,90	12,55
5 metai	7,54	1,51	0,61	9,66	40	3,86	13,52

8.8 Pelno (nuostolių) prognozė

8.16 lentelė. Pelno-nuostolių ataskaita

	Metai				
	1	2	3	4	5
Gamybos planas, kg	500 000	500 000	600 000	700 000	700 000
Pardavimų apimtis, tūkst Eur	5320,62	5800,11	7534,68	8782,99	9463,50
Savikaina, tūkst Eur	4836,92	4833,42	5795,91	6756,15	6759,65
Bendrasis pelnas, tūkst Eur	483,69	966,68	1738,77	2026,84	2703,86
Veiklos sąnaudos, tūkst Eur	967,38	966,68	1159,18	1351,23	1351,93

Finansinė-investicinė veikla

Pajamos	-	-	-	-	-
Išlaidos, Eur	298,93	239,14	179,36	119,57	59,79
Ataskaitinių metų pelnas prieš apmokestinimą, Eur	-782,62	-239,14	400,23	556,04	1292,14
Pelno mokestis, Eur	-117,39	-35,87	60,03	83,41	193,82
Grynas ataskaitinių metų pelnas, Eur	-665,23	-203,27	340,20	472,64	1098,32

Skaičiuojamas 15% pelno mokestis.

Išlaidos – bankui mokamos 10% metinių palūkanų dalis

	1 metai	2 metai	3 metai	4 metai	5 metai
Gražinama suma nuo pelno mokesčio, Eur	210,31	245,88	293,41	268,99	245,35
Įmoka į garantinį fondą, Eur	15,89	18,58	22,17	20,32	18,54

8.17 lentelė. Prognozuojamo pelno-nuostolių pasiskirstymas

	1 metai	2 metai	3 metai	4 metai	5 metai
Nepaskirstytas rezultatas - pelnas (nuostoliai), tūkst Eur	0,00	-1199,54	-1992,56	-2282,73	-2453,11
Grynasis ataskaitinio laikotarpio rezultatas - pelnas (nuostoliai)	-665,23	-203,27	340,20	472,64	1098,32
Paskirstytas pelnas	-665,23	-1402,82	-1652,37	-1810,09	-1354,78
Pelno pasiskirstymas					
Įstatymais numatytas rezervo fondas 5%	-33,26	-10,16	17,01	23,63	54,92
Dividentai 7 % nuo pelno	-46,57	-14,23	23,81	33,08	76,88

Paskolos padengimas	597,86	597,86	597,86	597,86	597,86
Nepaskirstytas pelnas (nuostoliai)	-1199,54	-1992,56	-2282,73	-2453,11	-2057,57

Grąžinama suma nuo pelno mokesčio – 15%.

Įmoka į garantinį fondą – nuo grynojo ataskaitinių metų pelno 0,002%.

8.9 Piniginiai srautai

Prognozuojami piniginiai srautai pateikti 8.1 paveiksle.

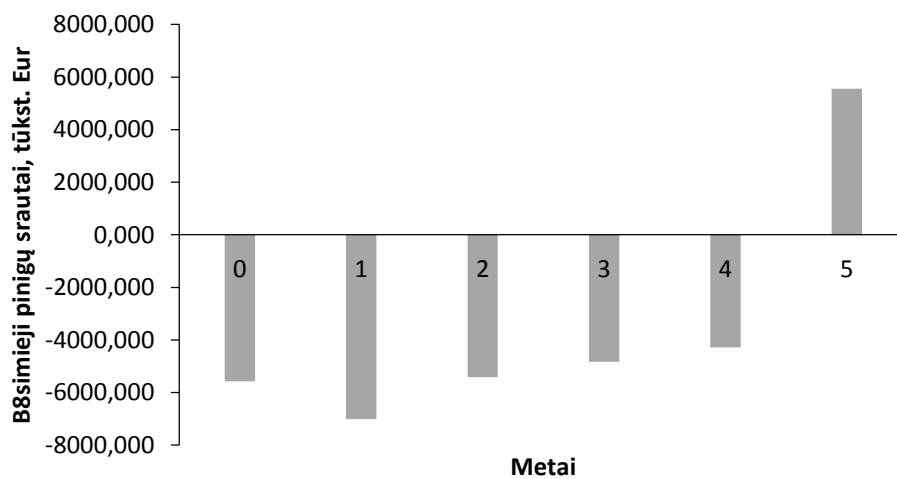
8.18 lentelė. Prognozuojami piniginiai srautai

Rodikliai	Metai					
	0	1	2	3	4	5
Grynujų pinigų srautas						
Grynas pelnas	0,00	-665,23	-203,27	340,20	472,64	1098,32
Amortizaciniai atskaitymai	0,00	1815,12	1815,12	1815,12	1815,12	1815,12
Viso	0,00	1149,89	1611,85	2155,32	2287,76	2913,44
II. Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	-5551,58	-2989,31	-5,00	-1614,94	-32242,67	-33,56
III. Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos	-5551,58	-1839,42	1606,84	540,37	-29954,91	2879,88
IV. Finansinės veiklos pelno (nuostolio) eliminavimas (pridedamos palūkanos)		298,93	239,14	179,36	119,57	59,79
V. Investicijos į pagrindinį kapitalą	-22,61					11092,40
VI. Projekto GPS	-5574,19	-1540,49	1845,99	719,73	-29835,34	14032,06

Ivesticijų diegimo apsimokėjimo laiko skaičiavimas

8.19 lentelė. Diskontuoto atsipirkimo skaičiavimas

Metai	Diskontuoti metiniai GPS	Bendri GPS
0	-5574,187	-5574,187
1	-1435,029	-7009,216
2	1601,889	-5407,327
3	581,803	-4825,523
4	541,973	-4283,550
5	9843,057	5559,507
GEV _i		5559,507
Apsimokėjimo laikas, metais		4,85
Pelningumo indeksas PI		1,99
Išvada	Projektas naudingas	



8.1 paveikslas. Būsimieji pinigų srautai.

PAGRINDINIAI REZULTATAI IR IŠVADOS

1. CA1 žaliava pasižymi mažesne vidutine masine molekuline mase ($M_w(\text{CA1})=177\ 120$ Da, o $M_w(\text{CA2})=438\ 650$ Da), mažesniu polidispersiškumu ($P_d(\text{CA1})=2,92$, o $P_d(\text{CA2})=7,43$ Da) ir mažesne dinamine klampa ($\eta(\text{CA1})=46$, o $\eta(\text{CA2})=56$), todėl yra tinkamesnė gamyba).
2. Nustatyta, kad didžioji dalis teršalų dalis yra triacetilceliuliozė. Tirpinant CA1 žaliavą ir acetonas:vanduo(9,6:0,4) ir metilenchloridas:etanolis (8:2) tirpikliuose netirpių dalelių kiekis labiausiai sumažėjo atitinkamai nuo 14 iki 3.
3. Mikroskopinė analizė parodė, kad CA1 žaliavoje yra didesnis kiekis netirpių dalelių bet mažesnių lyginant su CA2 žaliava. Vidutinis netirpių dalelių kiekis CA1 žaliavoje – 16, o CA2 – 9. Vidutinis netirpių dalelių dydis CA1 žaliavoje – 6,74 μm , o CA2 žaliavoje – 9,52 μm .
4. Atlikus gamybinius bandymus parinktas naujas filtravimo medžiagų kompleksas II filtracijos etapui. Atliekant mikroskopinę analizę nustatyta, kad naudojant naują filtravimo medžiagų kompleksą netirpių dalelių kiekis sumažėjo nuo 19 iki 7. Nustatytos būtinos recirkuliacijai 60 valandų, bendros filtrpreso darbo laikas – 500 valandų.
5. Suprojektuota acetilceliuliozės tirpalo gamybos linija, kurios našumas – 500 t siūlų per metus:
 - nustatyta, kad įmonėje susidaranti pagrindinė tarša yra triukšmas. Triukšmo tarša mažinama darbuotojams naudojant asmenines apsaugos priemones ir garso pertvaras.
 - suprojektuota apsaugos nuo žaibo (žaiبولaidžio) sistema, kurios patikimumas 99%, žaiبولaidžio aukštis – 30 m.
 - suprojektuotos acetilceliuliozės tirpalo gamybos linijos patalpos. Pastato aukštis 7,5 m, bendras patalpų plotas 619,7 m², kurį sudaro 426,6m² gamybinės patalpos ir 193,1 m² pagalbinės patalpos.
 - apskaičiuota 1 kg siūlų reikalingo paruošti tirpalo savikaina, ji lygi 9,66 Eur, duomenys pateikti gamybos brandos stadijoje. Projektas turėtų atsipirkti penktaisiais gamybos metais.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Makuška R., Buika G., Budrienė S., Vareikis A., Kiverienė J., Žemaitaitis A., Beleška K., Gražulevičius J. V., Radzevičius, Polimerų sintezė ir tyrimas, Vilnius : Vilniaus universiteto leidykla, 2006.
2. <http://www.tikp.co.uk/knowledge/technology/fibre-and-filament-production/wet-spinning/>. Prieiga per internetą. [Žiūrėta 2016.03.29]
3. Merie A. Heath, Roseeliff, and Ferdinand Schulze, Process for stabilizing cellulose esters, 1940.
4. Smorigaitė-Baderienė, N., Fizikinė ir koloidų chemija, Vilnius : Mintis, 1970.
5. Sperling L.H., Easterwood M, Chemical and Physical Nature of Insolubles: Acetone Solutions of Cellulose Acetate, Journal Of Applied Polymer Science, 1960.
6. Buikienė V., Girilevičius A ir Mackevičienė J.M, Cheminių pluoštų gamybos pagrindai, Vilnius: Mokslo leidykla, 1988.
7. Žemaitaitis A., Polimerų fizika ir chemija, Kaunas: Technologija, 2001.
8. Merie A. Heath, Roseeliff, and Ferdinand Schulze, Stabilizing Cellulose ester, 1941.
9. Smorigaitė-Baderienė, N., Fizikinė ir koloidų chemija, Vilnius : Mintis, 1970.
10. A. Balandis, A. Kantautas, B. Leskauskas, G. Vaickelionis, Z. Valančius, Chemijos inžinerija I dalis, Technologija, Kaunas, 2006.
11. A. Balandis, A. Kantautas, B. Leskauskas, G. Vaickelionis, Z. Valančius, Chemijos inžinerija I dalis, Technologija, Kaunas, 2006.
12. A. Balandis, A. Kantautas, B. Leskauskas, G. Vaickelionis, Z. Valančius, Chemijos inžinerija I dalis, Technologija, Kaunas, 2006.
13. Prieiga per internetą. <http://www.gmmpfaudler.com/content/din-reactors-be.pdf> [Žiūrėta 2016.04.12]
14. Prieiga per internetą. http://www.cemline.com/images/document_library/brochures/pdf/steeltanks.pdf [Žiūrėta 2016.04.13].
15. Prieiga per internetą. <http://technobaltic.lt/lt/produktai/naftos-ir-tirstu-produktu-siurbliai/rotoriniai-krumpliaratiniai-siurbliai/v-60-2-832> [Žiūrėta 2016.04.13]
16. HN 33:2011. „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“, Valstybės žinios, 2011, Nr. 75-3638.
17. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004, Nr.134-4878. (aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011, Nr. 46-2201).

-
18. Profesinės rizikos bendrieji vertinimo nuostatai“.Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.
 19. <http://www.ehs.utoronto.ca/resources/whmis/whmis11/whmis11c.htm> Prieiga per internetą. [Žiūrėta 2016.04.14]
 20. STR 2.01.06:2009 Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo. Valstybės žinios, 2009, Nr. 138-6095.
 21. HN: 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai, Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
 22. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.
 23. HN 33:2011. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje. Valstybės žinios, 2011, Nr. 75-3638
 24. HN 23:2011. Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai. Valstybės žinios, 2011, Nr. 112-5274
 25. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123-5055.
 26. Darbuotojų apsaugos nuo cheminių veiksnių darbe nuostatai. Valstybės žinios, 2001, Nr. 65-2396; (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2005, Nr. 55-1907).
 27. Saugos ir sveikatos apsaugos ženklų naudojimo darbovietėse nuostatai. Valstybės žinios, 1999, Nr. 104-3014.
 28. Mokšin V., Striška V., Įmonių projektavimas, Vilnius: Technika, 2006
 29. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės, Valstybės žinios, 2004-09-02, Nr. 134-4878