

Tekstilės įmonių nuotekų valymo metodai

(paruošta ES dokumento “Dėl geriausių prieinamų gamybos būdų tekstilės pramonėje”, susijusio su ES direktyva 96/61 “Dėl integruotos taršos prevencijos ir kontrolės”, pagrindu)

LIETUVOS TEKSTILĖS INSTITUTAS

KAUNAS, 2004

T U R I N Y S

I V A D A S	3
1. Tekstilės įmonių nuotekų valymas aktyvuoto dumblo sistemose su žemu maisto ir mikroorganizmų santykiu	4
2. Mišrių nuotekų valymas, kai apie 60% vandens regeneruojama.....	12
3. Apjungtas biologinis-fizinis ir cheminis sumaišytų nuotekų srautų valymas	16
4. Tekstilės įmonių nuotekų antrinis panaudojimas, valant parinktus nuotekų srautus membranine technika.....	19
5. Nuotekų, turinčių pigmentinės marginimo pastos, valymas ir antrinis panaudojimas	22
6. Pliusavimo tirpalų ir marginimo pastų likučių pašalinimas anaerobiniu būdu	24
7. Parinktų atskirtų biologiškai neskaidžių vandens srautų valymas cheminės oksidacijos būdu	25
8. Nuotekų valymas flokuliacijos nusėdinimo ir gauto dumblo deginimo būdu	27
9. Oro emisijų sumažinimo technikos	28
10. Nuotekų valymas vilnos plovimo įmonėse.....	31
11. Vilnos plovimo dumblo užkasimas į žemės ūkio paskirties dirvą.....	36
12. Vilnos plovimo dumblo naudojimas plytų gamyboje.....	37
PAPILDOMA MEDŽIAGA	39

I V A D A S

Apžvalgoje pateikti tekstilės įmonių nuotekų valymo metodai taikomi ES šalių tekstilės įmonių nuotekų valymui. Ši medžiaga, kartu su anksčiau paruoštu bendrųjų švaresnės gamybos principų, celiuliozinių bei mišrių pluoštų tekstilės medžiagų gamybos būdų bei gamybos būdų, skirtų periodiniams taurinimo procesams, sąvadais apima visus ES informaciniame dokumente¹ “Dėl geriausių prieinamų gamybos būdų tekstilės pramonėje” (GPGB), kuris susijęs su ES direktyva 96/61 “Dėl integruotos taršos prevencijos ir kontrolės”, pateiktus gamybos būdus ir taršos mažinimo metodus.

Nors pagrindinis aplinkosauginės politikos bruožas yra taršos mažinimas gamybos metu, valymo metodų taikymas išlieka aktualus ten, kur esamos technologijos neužtikrina leistinų taršos normų. Daugelyje ES šalių tekstilės pramonėje pagrindiniai kontroliuojami nuotekų taršos rodikliai yra Cheminis deguonies sunaudojimas (ChDS), Biologinis deguonies sunaudojimas (BDS), sunkieji metalai (Cr, Cr⁺⁶, Ni, Cu, Zn), fosforas, spalva, toksiškumas.

Apžvalgoje pateikiami tekstilės įmonių nuotekų valymo metodai atspindi galimus valymo variantus:

- tekstilės nuotekų valymo ypatumai municipaliniuose nuotekų valymo įrenginiuose,
- valymas atskirose tekstilės įmonėse. Taip pat analizuojami atvejai, kai išvalytos nuotekos vėl panaudojamos gamyboje, taip sumažinant vandens sąnaudas technologiniuose procesuose,
- nuotekų koncentruotų srautų valymo ypatumai,
- spalvos pašalinimo iš nuotekų metodai,
- ypatingai užterštų vilnos plovimo įmonių nuotekų valymo metodai.

Taip pat pateikiama išmetamo po technologinių operacijų, užteršto chemikalų garais oro valymo metodų apžvalga.

Pateikti metodai įvertinami ekonominiu ir aplinkosauginiu aspektais, remiantis įmonių, kuriuose jie taikomi patirtimi.

Prieduose pateikiama įvairių ES įmonių nuotekų taršos rodikliai, kai kurių chemikalų įtaka nuotekų taršai, HELCOM (Helsinkio komisijos Baltijos jūros apsaugai) rekomendacijos tekstilės įmonių nuotekų taršai. Taip pat pateikiama pagrindinių nuotekų valymo metodų schemas bei detalesnė medžiaga apie spalvos pašalinimo iš nuotekų metodus.

¹Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)

Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry, July, 2003

Visą dokumentą anglų k. galima rasti internete adresu <http://eippcb.jrc.es> ir aplinkos apsaugos agentūros tinklalapyje.

1. Tekstilės įmonių nuotekų valymas aktyvuoto dumblo sistemose su žemu maisto ir mikroorganizmų santykiu

Aerobinės biologinės valymo technikos plačiai naudojamos sumaišytų tekstilės nuotekų valymui. Daugeliu atvejų yra naudojamos mišrios aktyvuoto dumblo sistemos.

Tekstilės nuotekos yra įvairių chemikalų mišinys. Šie chemikalai gali būti grubiai klasifikuojami kaip lengvai biologiškai skaidūs, sunkiai biologiškai skaidūs ir neskaidūs junginiai. Aktyvuoto dumblo sistemose lengvai skaidūs junginiai yra mineralizuojami, kai tuo tarpu sunkiai skaidūs junginiai reikalauja specialių sąlygų, tokių kaip maži maisto ir mikroorganizmų masės (M/M) santykiai ($<0,15 \text{ kg BDS}_5/\text{kg MLSS d}$, ar netgi $<0,05$ mineralizacijai žemiau optimalios temperatūros), adaptacija (kai junginiai išmetami į nuotekas labai reguliariai) ir temperatūra aukštesnė už $15 \text{ }^\circ\text{C}$ (tokia temperatūra lengvai pasiekama tekstilės nuotekose).

M/M yra svarbiausias šių sistemų projektavimo parametras. Jeigu M/M santykis yra mažas, sunkiai skaidūs chemikalai, tokie kaip nitrilo triacetatas, m-nitrobenzeno sulfonatas ir jo atitinkami aminai, polivinilo alkoholis ir fosfonatai yra suskaidomi ir mineralizuojami.

Šiuolaikinės aktyvuoto dumblo sistemos atitinka sąlygas, užtikrinančias pilną nitrifikaciją. Šiomis sąlygomis ir lengvai ir sunkiai skylantys junginiai gali būti lengvai suskaidomi. Tačiau nuotekos, turinčios neskaidžius junginius, pirmiausia turėtų būti apdorojamos įmonėje, bet tai daroma tikrai keliose įmonėse. Daugeliu atvejų šalia aktyvuoto dumblo sistemos papildomai dar taikomi tokie valymo metodai kaip flokuliacija/nusodinimas, koaguliacija/adsorbcija/nusodinimas, adsorbcija aktyvuota anglimi ir ozonavimas.

Kitos technikos apjungia biologinį skaidymo procesą su fizine adsorbcija, koaguliacija ir sudėtingesniais oksidaciniais procesais.

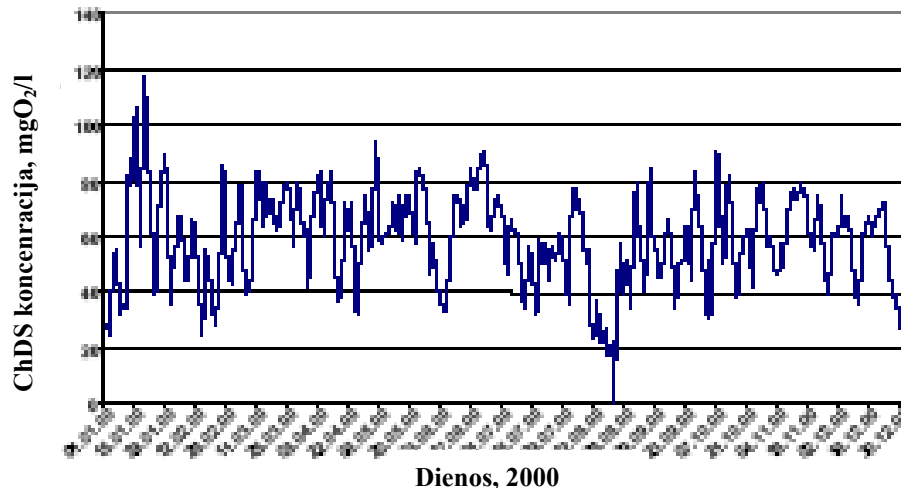
Toliau pateikiami nuotekų valymo pavyzdžiai, kai nuotekos valomos ne tekstilės įmonėje, bet centralizuotai, apjungiant kelių tekstilės įmonių ir/arba municipalines nuotekas.

ĮMONĖ 1

Valymo įmonė gauna municipalines nuotekas iš 4 didelių tekstilės apdailos įmonių. Tekstilės įmonių nuotekos yra suvienodinamos, o po to sumaišomos su municipalinėmis nuotekomis, kurios jau yra po pirminio apdorojimo. Tekstilės nuotekos sudaro apie 45% vandens kiekio ir apie 60% Cheminio Deguonies Sunaudojimo Rodiklio (ChDS) reikšmės.

Po pirminio valymo ir suvienodinimo seka biologinis valymas, įskaitant paskutinę stadiją - nitrifikaciją/denitrifikaciją su Fe Cl_3 (tačiau Fe Cl_3 turi trūkumą, nes į sistemą įneša papildomą Cl jonų kiekį, kurie gali sukelti įrangos korozijos problemas).

Pav 1.1 parodyta kasdieninės išmatuotos vidutinės ChDS reikšmės galutinėse nuotekose. Reikšmės svyruoja plačiame diapazone, šie svyravimai atspindi ChDS reikšmes savaitės bėgyje, lietingomis dienomis (dėl lietaus vandens patekimo į kolektorius) ir atostogų metu (labai žemos reikšmės užfiksuotos rugpjūčio pabaigoje, t. y. įmonių atostogų metu).

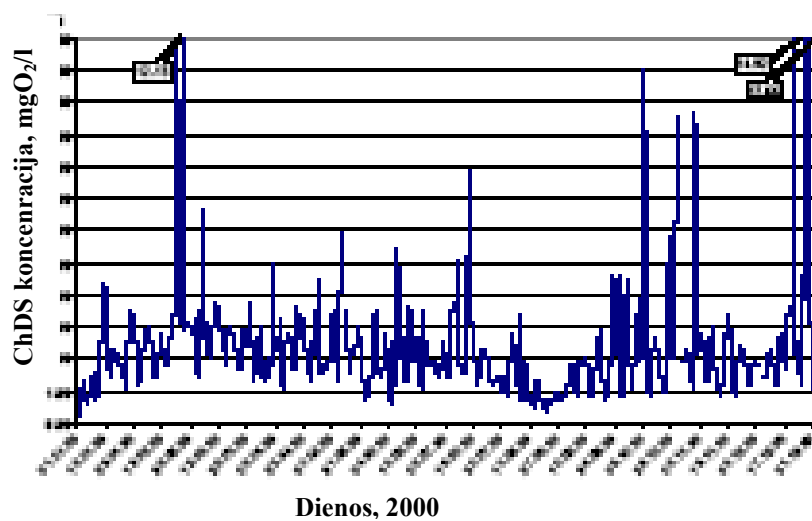


Pav. 1.1. Kasdieninės vidutinės Cheminio Deguonies Sunaudojimo rodiklio reikšmės įmonėje 1 per metus.

ĮMONĖ 2

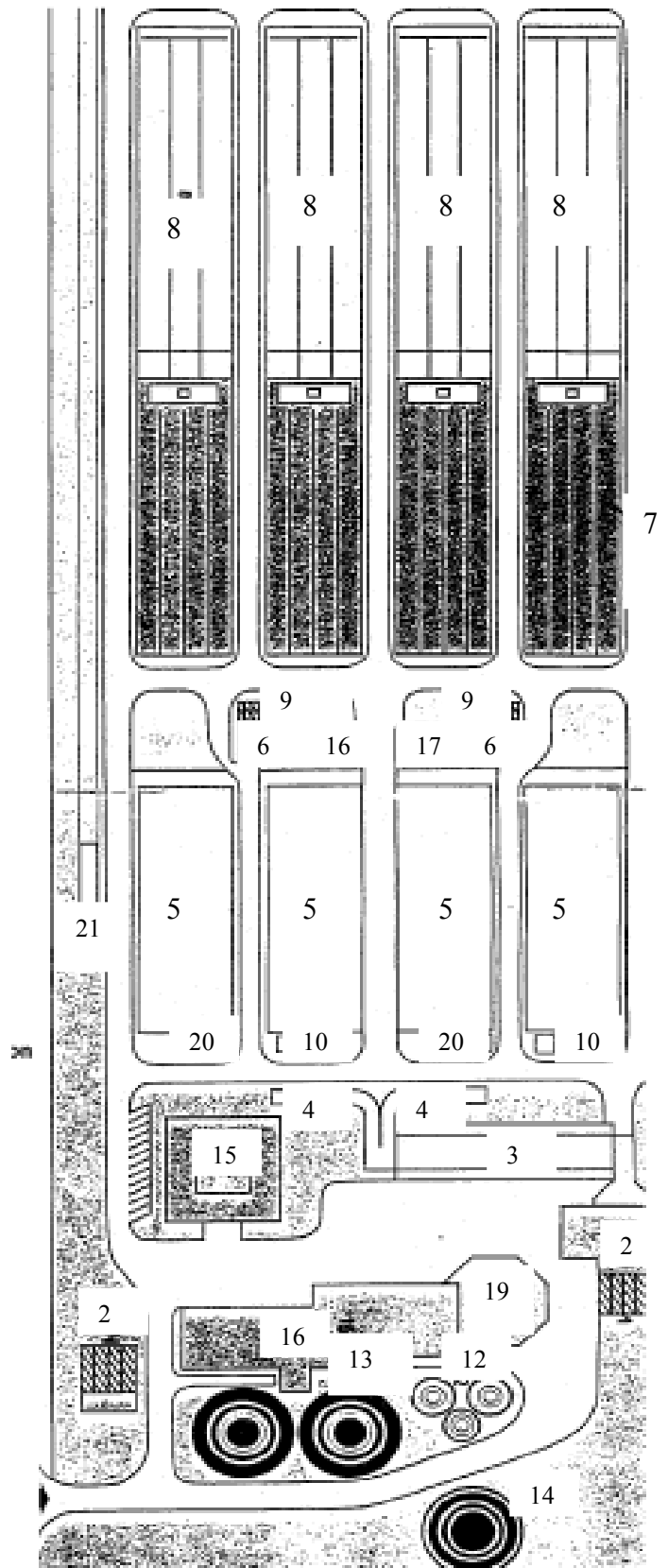
Šiame pavyzdyje pateikiama vienos didelės įmonės, valančios dviejų miestų ir keleto gyvenviečių nuotekas kartu su 4 tekstilės įmonių nuotekomis. Tekstilės įmonių nuotekos sudaro apie 40% vandens kiekio ir apie 65% Cheminio Deguonies Sunaudojimo Rodiklio (ChDS). Municipalinis ir įmonių vanduo iš anksto sumaišomas kolektoriuje.

Pav. 1.2 parodėta kasdieninės išmatuotos vidutinės ChDS reikšmės galutinėse nuotekose (analogiškai kaip ir 1 įmonėje). Pav. 1.3. parodėtas įmonės planas. Po aktyvuoto dumblo apdoravimo daugiau nenaudojamas joks papildomas apdorojimas organinių junginių ar nudažymo sumažinimui.



Pav. 1.2. Kasdieninės vidutinės Cheminio Deguonies Sunaudojimo rodiklio reikšmės įmonėje 2 per metus.

1. Įtekančių nuotekų siurbimo stotis
2. Užtvaros ekranas
3. Aeruota riebalų ir smėlio kamera
4. Difuzorius srauto matavimas
5. Pirminis valymas ir išlyginimas
6. Tarpinė siurbimo stotis
7. Aktyvuoto dumblo bakai
8. Nuskaidrintojai
9. Gražinto dumblo siurbimo stotis
10. Tiesioginė dumblo siurbimo stotis
11. Siurbimo stotis apdirbtų nuotekų išmetimui
12. Dumblo sutirštintojas
13. Anaerobinis autoklavas
14. Dujų laikymo bakas,
15. Valdymo ir administracijos pastatas
16. Mašinų pastatas
17. Ventiliatorių patalpa
18. Dujų įrangos pastatas
19. Dumblo konteinerių pastatas
20. Riebių atliekų talpa
21. Nutekėjimo vieta avarijos atveju



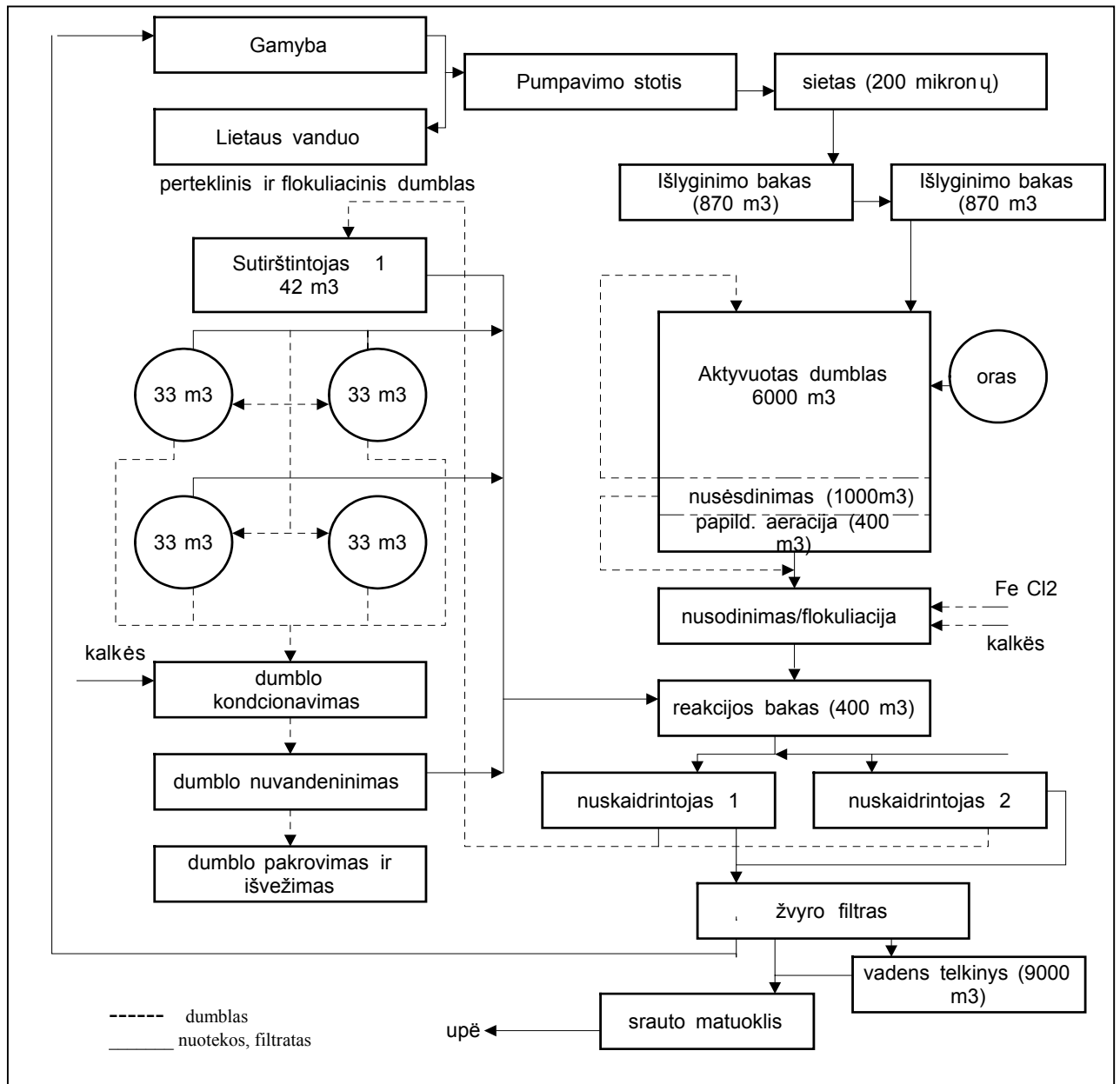
Pav. 1.3. Įmonė 2 - apjungtas tekstilės įmonių nuotekų ir municipalinių nuotekų valymas

Po biologinio valymo apjungiančio nitrifikaciją/denitrifikaciją, sumaišytos nuotekos yra nusėdinamos/flokuliuojamos tolesniam ChDS sumažinimui. Po to nuotekos tuoj pat apdorojamos ozonu, siekiant pašalinti spalvą ir kai kurias paviršiaus aktyviasias medžiagas. M/M santykis yra aukštesnis už 0,15 kg BDS₅/kg MLSS x d. Tai reiškia, kad pilna nitrifikacija negali būti pasiekta ir sunkiai skaidūs junginiai negali būti pašalinti tokiu laipsniu kaip su žemu M/M santykiu.

ĮMONĖ 5

Įmonėje 5 yra valomas vanduo iš vienos tekstilės įmonės. Įmonė pagrįdė atlieka medvilnių audinių apdailą, įskaitant paruošimą (nušlichtavimas, atvirinimas, balinimas), dažymą (šaltas dažymas ir periodinis dažymas), marginimą (pagrindė su pigmentinėmis marginio pastomis) ir baigiamąją apdailą.

Apie 5% nuotekų yra panaudojama antrą kartą plovimo ir valymo operacijose (grindų plovimas, marginimo įrangos valymas – siurbliai, vamzdžiai, brauklės, šablonai). Išlaikymo aktyvuoto dumblo sistemoje laikas yra labai ilgas. Nuspalvinimas pasiekiamas redukuojant dažiklių azo grupes divalentės geležies druska. Pav. 1.5. parodyta įmonės schema.



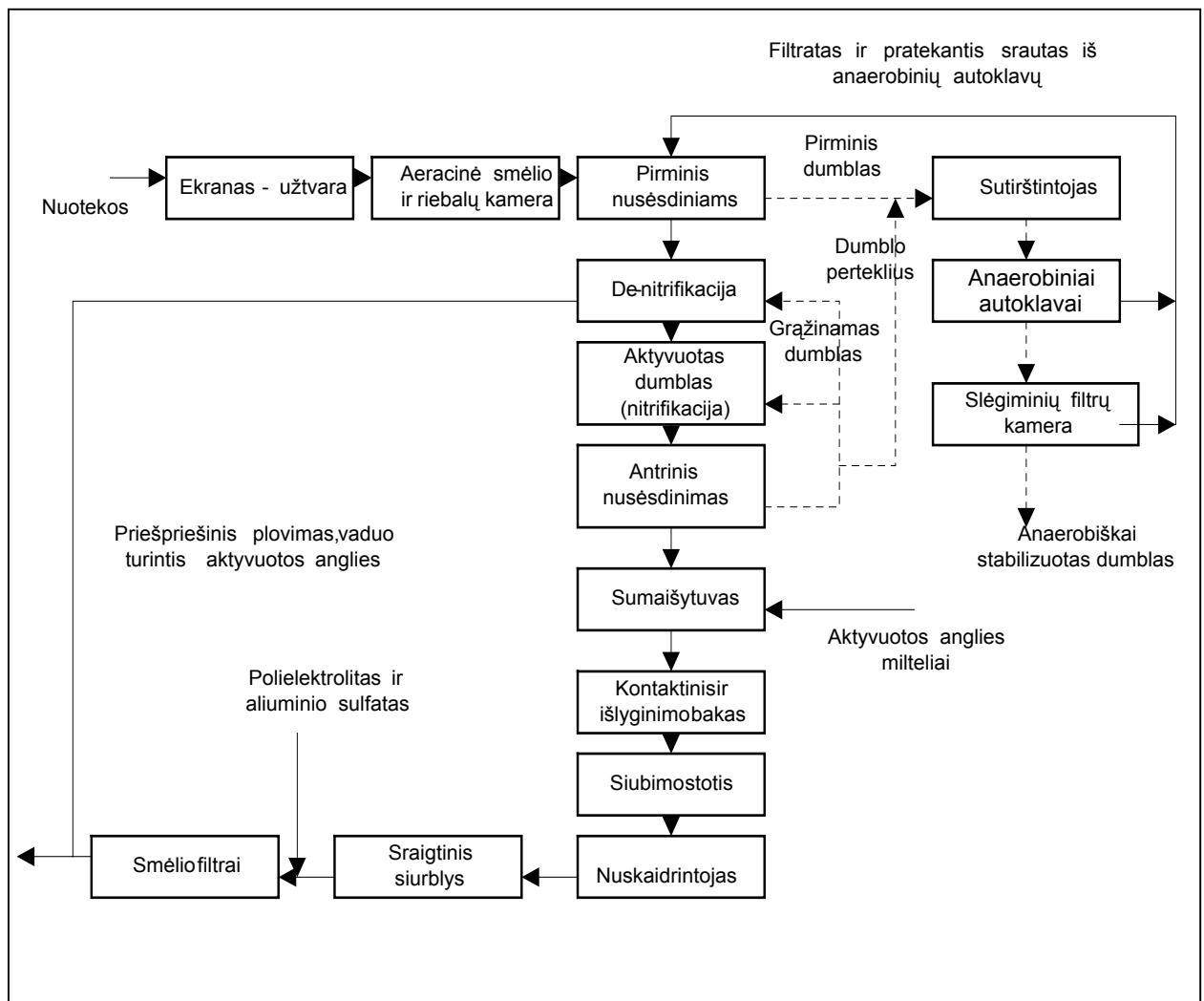
Pav. 1.5. Įmonė 5 – vienos tekstilės įmonės nuotekų valymas su 5% antriniu panaudojimu

ĮMONĖ 6:

Įmonėje, kurios schema pavaizduota 1.6 pav., nuotekos iš apie 30 tekstilės apdailos cechų yra valomos kartu su municipalinėmis nuotekomis. Tekstilės įmonių nuotekos sudaro apie 30% vandens kiekio ir apie 40% Cheminio Deguonies Sunaudojimo Rodiklio (ChDS) reikšmės.

Tekstilės apdailos įmonės nuotekas po neutralizacijos atiduoda į viešuosius kolektorius. Įmonės turi pirminio valymo įrenginius, kurie valo nuotekas iš marginimo cechų flokuliacijos/nusėdinimo būdu. Valymo įmonės išsidėstymas yra tipinis - su užtvartiniais ekranais, aeraciniu žvyru ir teršalų kamera, pirminio skaidrinimo, denitrifikacijos ir nitrifikacijos stadijomis.

Kitaip yra, kai taikomas papildomas valymas aktyvuotos anglies milteliais, siekiant suamžinti galutinėse nuotekose ChDS rodiklį ir spalvos intensyvumą. Aktyvuotos anglies miltelių kiekis yra apie 30 g/m³, taip pat dedama aliuminio sulfato ir apie 3 g/m³ polielektrolito pilnam suspenduotos anglies dalelių pašalinimui. Priešpriešinis vandens srautas, turintis aktyvuotos anglies, yra perduodamas į aktyvuoto dumblo sistemą (tai duoda žymų stabilizuojantį efektą). ChDS rodiklis po valymo tampa labai žemas (žemiau 20 mg/l, metinis vidurkis yra 11 mg/l). Galutinės nuotekos yra bespalvės.



Pav. 1.6 Įmonė 6 – nuotekų valymas iš vienos tekstilės įmonės.

Pasiekiami emisijų lygiai

Lentelėje 1.1 pateikta įtekančių ir ištekančių nuotekų charakteristikos ir M/M santykiai aprašytoms 6 įmonėms.

Keletu kombinuotų nuotekų valymo atvejų tekstilės įmonių ir municipalinės nuotekos patenka į valymo įmones skirtingomis kolektorių linijomis. Šių įmonių įtekančių nuotekų charakteristikos pateikiamos atskirai.

Kai tekstilės įmonių ir municipalinės nuotekos jau sumaišytos kolektoriuose, įtekančių nuotekų charakteristikos pateiktos su pavadinimu "įtekančios nuotekos (tekstilės įmonės)".

M/M santykis žemiau 0,15 kg BDS₅/kg MLSS_{xd} įgalina vykdyti beveik visišką nitrifikaciją (likutinė amonio koncentracija žemesnė už 0,5 mg/l).

Įmonė 4 turi M/M santykį 0,2, kas apsprendžia aukštesnes amonio koncentracijas ir žemesnį BDS₅ pašalinimo efektyvumą.

Taikymas

Aktyvuoto dumblo sistemos su žemu M/M santykiu gali būti taikomos visų rūšių tekstilės įmonių nuotekoms. Jos gali būti taikomos tiek municipalinių nuotekų valymui su įvairiu tekstilės įmonių nuotekų santykiu, tiek ir tik pramoninėms nuotekoms, kurios yra iš vienos ar keleto įmonių, valyti.

Žemo M/M santykio sąlygos aktyvuoto dumblo valyme gali būti pasiekiamos ne tik didinant hidraulinio išlaikymo laiką. Taip pat gali būti taikomi ir kiti metodai:

- maisto pašalinimas iš aktyvuoto dumblo,
- nuotekų taršos išankstinis sumažinimas, taikant atskirų koncentruotų nuotekų srautų pirminį valymą,
- biomasės didinimas aktyvuoto dumblo sistemoje (pvz. biomembranų reaktorius, bioflotacija).

Metodo trūkumai

Nuotekų valymas aktyvuoto dumblo sistemoje, taikant žemą M/M santykį, nepakankamai sumažina tą ChDS rodiklio dalį, kurią apsprendžia biologiškai neskaidūs kenksmingi chemikalai. Kitas ar papildomas valymo metodas būtinas šių medžiagų geresniam pernešimui.

Ekonominiai aspektai

Kai žemas M/M santykis gaunamas didinant išlaikymo laiką, reikalingi didesni aeracijos bakai, kas sąlygoja didesnes investicijas. Aplamai, aktyvuoto dumblo sistemos dydis atvirkščiai proporcingas M/M santykiui. Tikslūs duomenys apie investicijas nėra žinomi. *Papildomos kainos aeracijai yra apie 0,3 Eurai/m³.*

Lentelė 1.1

Vandens valymo įmonių 1-6 įtekančių ir ištekančių nuotekų srautų charakteristikos

Aspektas/komponentas	Matavimo vnt	Įmonė 1	Įmonė 2	Įmonė 3	Įmonė 4	Įmonė 5	Įmonė 6
		Metinis vidurkis 2000 m	Metinis vidurkis 1999 m	Metinis vidurkis 2000 m	Metinis vidurkis 1998 m	Metinis vidurkis 2000 m	Metinis vidurkis 2000 m
Bendras srautas	m ³ /d	8377±1431	47770± 24500	6690	25000	2070	38750± 16790
Municipalinės nuotekos	m ³ /d	4562±2018		4862			
Tekstilės įmonių nuotekos	m ³ /d	3685±1431		1825			
Maisto ir mikroorg. santykis (M/M)	kg BDS ₅ /kg MLSSxd	0,1	0,1	1,1 ir 0,05	0,2	0,1	0,1
Įtekančių municipalinių nuotekų rodikliai							
pH		8±0,4		8,1			
ChDS	mgO ₂ /l	443±200		336			278±86
BDS ₅	mgO ₂ /l	114±50		144			138±49
NH ₄ -N	mg N/l	30 ±14		31			12.5±4,8
N-org	mg N/l	18±7,0		15,9			nenust.
P bendras	mg P/l	6±2		6,2			3,7±1,2
Įtekančių tekstilės įmonių nuotekų rodikliai							
pH		9,2±0,8	8,4±0,4	8,7	nenust.	9-9,5	
ChDS	mgO ₂ /l	791±281	349±129	967	950	1200-	
BDS ₅	mgO ₂ /l	157±57	145±49	336	400	1500	
NH ₄ -N	mg N/l	2,6 ±2,0	26±8	5,6	nenust.	400-500	
N-org	mg N/l	19,5±7,0	6±3	9,5	50	11-25	
P bendras	mg P/l	3,8±1,2	5±2	2,2	nenust.	30-40	
PVA	mg/l	28-138	nenust.	53	nenust.	10-25	
Nuotekų po valymo rodikliai							
pH		7,2±0,2	8,2±0,3	7,4	nenust.	7,8-8,6	6,8-7,5
ChDS	mgO ₂ /l	59±16	46±23	54	60-110	90-110	11±1,3
BDS ₅	mgO ₂ /l	3±2	4,4±3,8	2	10-40	<5	3±0,7
BDS ₅	mg N/l	0,1 ±0,2	0,2 ±0,9	0,12	5-15	0,3-1,6	0,4 ±0,3
NH ₄ -N	mg N/l	2,9±1,9	3,6±1,1	5,4	1-10	<2	6,8±1,0
NO ₃ -N	mg N/l	1,7±0,5	nenust.	nenust.	8-15	5-10	nenust.
N-org	mg P/l	0,2±0,2	0,9±0,7	0,6	nenust.	1-2,5	0,15±0,015
P bendras	mgCl/l	0,06-0,08	0,06-0,1	nenust.	nenust.	<0,04-	nenust.
AOH	mg/l	0,6-7,8	nenust.	3	nenust.	0,15	nenust.
PVA	l/m	8,3±3	nenust.	2,4	0,02	nenust.	0,42±0,08
SAK ¹ (435 nm)	l/m	6,8±2,9	nenust.	0,9	nenust.	5-7	0,31±0,08
SAK (525 nm)	l/m	2,9±1,4	Nenust.	0,9	nenust.	1,5-5	0,18±0,05
SAK (620 nm)						1-3,5	
Valymo efektyvumas							
ChDS	%	90±4	84,4	89	91	92,5	96
BDS ₅	%	97±2	96,2	98	93,5	99	98
Azotas	%	88±6	88	78	77	82	47
Fosforas	%	96±3	79	88	nenust.	90	96

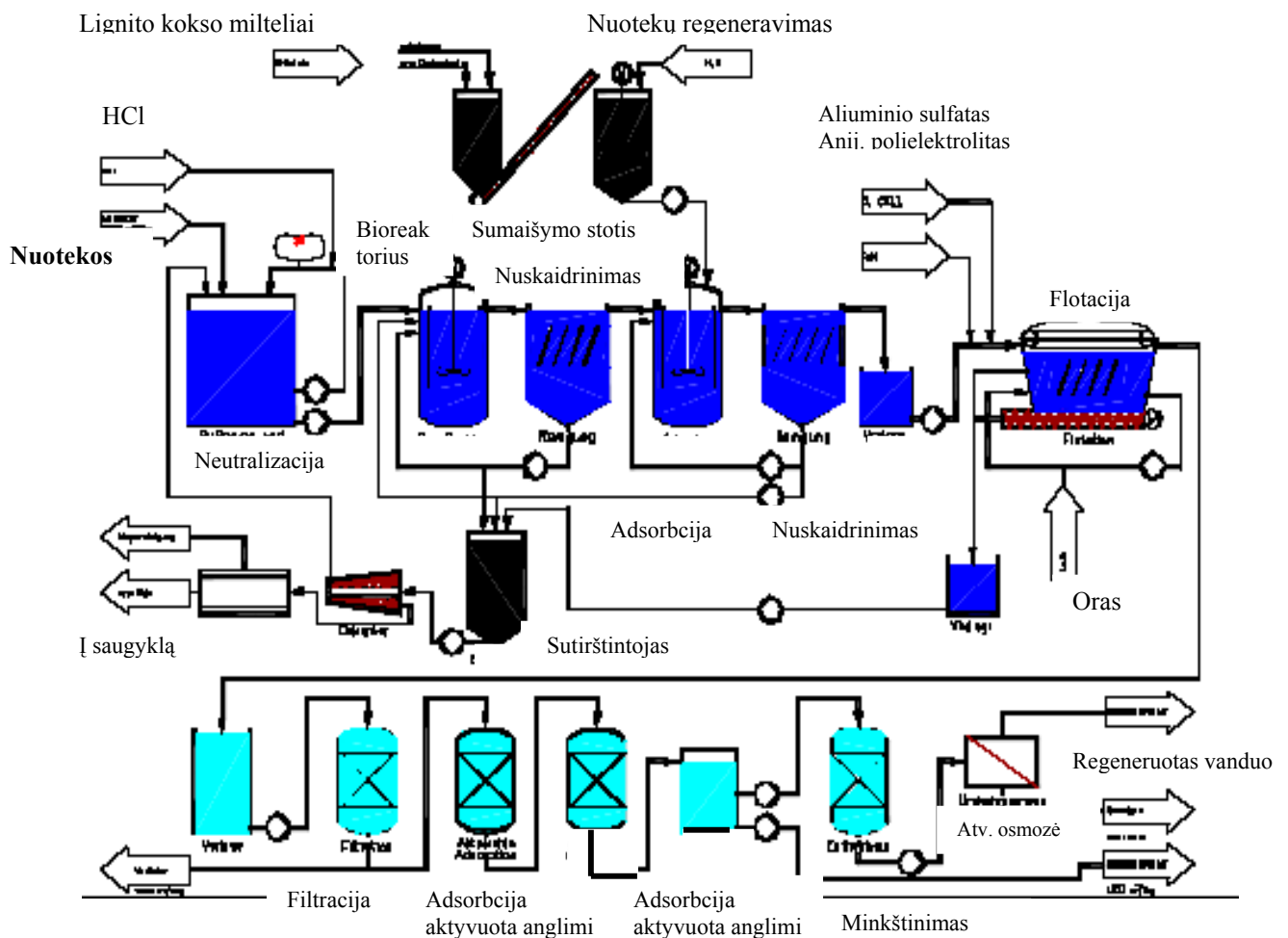
SAK – spektrinės adsorbcijos koeficientas

2. Mišrių nuotekų valymas, kai apie 60% vandens regeneruojama

Čia pateikiamas pavyzdys iliustruoja atvejį, kai **nuotekos valomos tekstilės įmonėje** ir dalis jų panaudojama antrą kartą. Schema, pateikta 2.1 pav., apibūdina šį metodą.

Prieš valymą iš karštų ($> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) nuotekų srovių regeneruojama šiluma. Po to sumaišytos srovės apdorojamos tokią procesų seka:

- Išlyginimas (apie 20 valandų) ir neutralizacija,
- Aktyvuoto dumblo valymas specialioje sistemoje, sudarytoje iš kilpinių reaktorių (sausos medžiagos kiekis reaktoriuose apie 35 g/l) ir nuskaidrintojų (jie paveikslėlyje neparodyti). Čia biologiškai skaidūs junginiai yra visiškai pašalinami ($<5\text{ mg/l}$). Biologinio skilimo efektyvumas yra pagerinamas ir stabilizuojamas lignito kokso milteliais, kurie veikia kaip laikini adsorbentai, sorbuodami tiek organinius junginius, tiek deguonį (buferinė funkcija). Be to, lignito kokso miltelių terpėje gali pagreitėti sistemos mikroorganizmų augimas.
- Adsorbcijos stadija: pridedama $0,8 - 1,0\text{ kg/m}^3$ lignito kokso miltelių (jų specifinis paviršiaus plotas yra $300\text{ m}^2/\text{g}$), siekiant pašalinti dažiklius ir kitas sunkiai skaidžias ar visai neskaidžias medžiagas (sausos medžiagos kiekis reaktoriuose: apie 40 g/l). Po nusėdinimo lignito kokso milteliai yra regeneruojami adsorberiuose bei aktyvuoto dumblo kilpiniuose reaktoriuose.



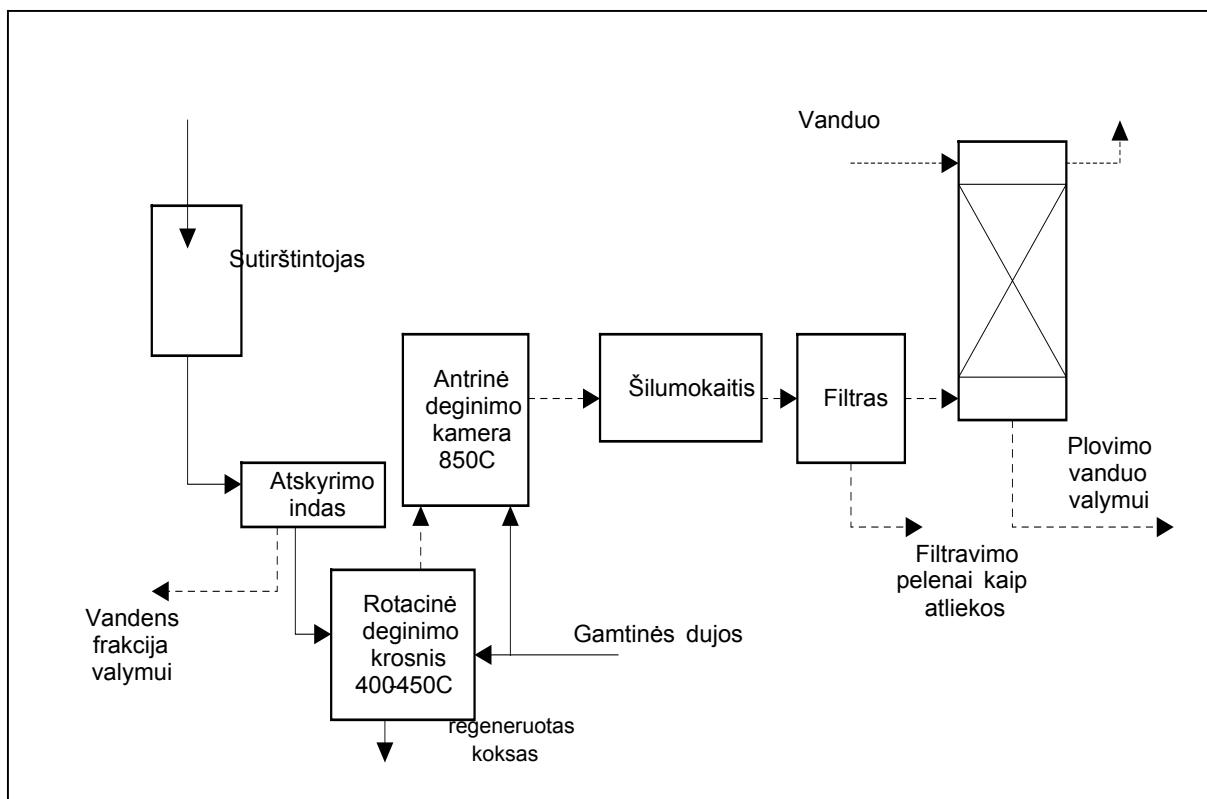
Pav2.1.. Mišrių nuotekų valymas tekstilės įmonėje su daliniu valyto vandens panaudojimu

- Flokuliacija/nusėsdinimas ir dumblo pašalinimas flotacijos būdu: ši stadija reikalinga pilnam lignito miltelių pašalinimui (kitaip jų pašalinti negalima dėl mažo dalelių dydžio). Kaip flokuliantai pridedami aliuminio sulfatas ir anijoninis polielektrolitas (apie 180 g/m³). Papildomai dedamas organinis katijoninis flokuliantas nuotekų spalvos intensyvumo sumažinimui (susiriša su dažiklio sulfo grupėmis),
- Filtracija pastovaus storio žvyro filtre, siekiant pašalinti suspenduotas kietas medžiagas ir kai kuriuos organinius junginius.

Apie trečdalis viso vandens srauto išleidžiama į upę, o du trečdaliai valomi aktyvuotos anglies filtre, siekiant pašalinti organinių junginių likučius, o po to gėlinami atvirkštinės osmozės įrangoje. Per įrangą, kuri sudaryta iš 10 modulių, turinčių dar po 4 spiralinius modulius, praėjęs vanduo sumaišomas su šviežiu vandeniu ir naudojamas visiems apdailos procesams, o druskų turintis koncentratas naudojamas aktyviųjų dažiklių tirpalo ruošimui.

Išvalytos nuotekos laikomos bake ir kondicionuojamos ozonu, siekiant išvengti bakterijų dauginimosi. Nuotekos yra bespalvės ir organinių bei neorganinių teršalų kiekis yra labai nedidelis.

Kartu su pertekliniu dumblu iš aktyvuotos dumblo sistemos, dumblas iš flotacijos proceso yra nuvandeninamas sutirštinimo įrenginyje ir termiškai regeneruojamas rotacinėje degimo krosnyje (pav. 2.2). Išėjimo dujų temperatūra degimo krosnyje siekia apie 450 °C. Šiluma iš jų yra regeneruojama šilumokaičių pagalba.



Pav.2.2. Terminis perteklinio dumblo valymas (iš aktyvuoto dumblo valymo sistemos ir dumblo iš flotacijos sistemos)

Pagrindiniai aplinkosauginė nauda

Aprašytas metodas leidžia ženkliai sumažinti nuotekų srautą, pasiekiant apie 60% atidirbusio vandens antrinį panaudojimą. Be to, apie 50% neutralių druskų yra išgaunama iš nuotekų ir panaudojama periodiniuose dažymo procesuose. Nuotekos, kurios nebus antrą kartą panaudojamos, išleidžiamos su labai nedideliu organinių chemikalų kiekiu.

Taikymas

Aprašyta technika taikoma visų tipų tekstilės nuotekoms. Ji buvo patikrinta bandomojoje gamyboje (nuotekų srautas 1 m³/val) nuotekoms iš verpalų, audinių ir trikotažo (tiek su marginimo gamyba, tiek ir be jos) apdailos įmonių.

Šalutiniai efektai

Nuotekų valymas šiuo būdu reikalauja žymių energijos kiekių (pagrindė dėl atvirkštinės osmozės įrangos).

Įmonės, kuriose metodas taikomas

- A) Įranga valymui ir nuotekų antriniam panaudojimui Schiesser, D-09243 Niederprohma (Vokietija, veikia nuo 1995) suprojektuota 2500 m³ nuotekų kiekiui per dieną. Šioje įmonėje atliekama medvilninio trikotažo, dažomo tik aktyviaisiais dažikliais, taurinimas. Nuotekų srautas per dieną sudaro apire 1300 m³. Įmonėje yra dvi linijos aktyvuoto dumblo valymui ir adsorbicijai; bet kuriuo metu viena linija dirba, o kita linija yra atsarginė nuotekų srauto padidėjimo atvejui.
- B) Kita įmonė veikia nuo 1999 m Palla Creativ Textiltechnik GmbH, D-09356 St. Edingene. Įranga suprojektuota 3000 m³ nuotekų kiekiui per dieną, iš kurių 60% yra panaudojama antrą kartą. Šioje įmone atliekama vilnionių austų medžiagų apdaila.

Eksploataciniai duomenys

Schiesser įmonės darbą iliustruoja lentelės 2.1 duomenys .

Žemos ChDS, BDS₅, TOJ, detergentų, spalvos ir sunkiųjų metalų koncentracijų reikšmės nuotekose rodytų, kad visas nuotekas būtų galima panaudoti apdailos procesuose antrą kartą. Tačiau atidžiau pažvelgus matome, kad reikalingas papildomas apdorojimas (jonų mainų ir atvirkštinė osmozė) druskų ir vandens kietumo jonų (pagrindė kalcio ehstrahuojamo iš medvilnės) pašalinimui.

Šviežio ir regeneruoto lignito kokso sudėtis pateikta 2.2 lentelėje. Anglies kiekis regeneruotame kokse yra šiek tiek aukštesnis, bet pelenų kiekis yra apie 30% žemesnis. Todėl antrinis panaudojimas yra galimas be apribojimų. Be to, regeneruoto kokso dalelių dydis yra panašus kaip ir pradinių kokso miltelių.

Pelenai, kurie pašalinami iš išmetamų dujų po šilumos regeneracijos, turi būti sutvarkomi kaip pavojingos atliekos. Specifinis jų kiekis sudaro 5 g/m³ valomų nuotekų.

Nors įranga pagaminta iš nerūdijančio plieno, tirtroje įmonėje buvo korozijos problemų, bet jos buvo išspręstos, pakeičiant tiekimo vamzdžius plastikiniais ir padengiant reaktorius poliuretanu.

Nuo 1998 m. vasaros jau buvo netaikoma atvirkštinė osmozė dėl aukštų proceso kainų ir dėl to, kad įmonei nereikėjo 60% antrinio vandens panaudojimo, nes praktiškai esantys srautai buvo žemiau projektinių. Antriniam panaudojimui buvo nukreipiama tik 25% išvalytų nuotekų.

Lentelė 2.1

Tipinės skirtingų vandens srautų charakteristikos medvilninio trikotažo apdailos įmonėje

Parametrai	Vienetai	Įtekančių srautų charakteristikos	Nuotekų po filtracijos charakteristikos	Srautų antriniam panaudojimui charakteristika po osmozės
pH		7,3	7,2	7,0
Laidumas	mS/cm	5,9	6,2	0,8
Temperatūra	°C	26,2	22,9	
ChDS	mgO ₂ /l	515	20	10
BDS ₅	mgO ₂ /l	140	<0,1	<0,1
TOC	mgC/l	135	4,8	
AOH	mgCl/l	0,56	0,2	
Anijoniniai detergentai	mg/l		0,02	
Katijoniniai detergentai	mg/l		0,02	
Kietumas	°H	2,5	13,6	
Amonis	mgN/l	0,3	<0,01	
Nitratai	mgN/l	2,5	0,9	
Bendra geležis	mg/l		<0,01	
Bendras aliuminis	mg/l		<0,01	
Chloridas	mg/l	1750	1710	
Sulfatas	mg/l	163	188	
Org. fosforas	mg/l	0,7	<0,01	
SAC prie 436 nm	l/m	13	0,04	0
SAC prie 525 nm	l/m	16,2	0,04	0
SAC prie 620 nm	l/m	24,5	0,04	0

Lentelė 2.2

Pradinio ir regeneruoto lignito kokso elementinė analizė

Parametras	Pradinis lignito kokas, (svorio %)	450 °C temperatūroje regeneruotas lignito kokas (svorio %)
C	88,5	90,5
H	0,4	0,3
N	0,4	0,28
Bendras silicis	0,5	0,59
Pelenai	9,0	6,63

Ekonominiai rodikliai

Investicijos tokiai valymo įrangai yra labai aukštos. *Trikotažo apdailos įmonei jos sudarė 10,1 mln Euro, iš kurių 2,0 mln. Euro teko pastatų rekonstrukcijai, 7,4 mln. – techninei įrangai ir 0,7 mln. planavimui, moksliniams tyrimams ir kt.* Įmonė buvo subsidijuojama federalinėmis ir

valstybės lėšomis (apie 80%). Lentelėje 2.3 pateiktos priežiūros kainos per metus ir specifinės srautų kainos, neįvertinant subsidijos.

Lentelė 2.3

Nuotekų srautų valymo kainos pavyzdys trikotažo apdailos įmonėje

Kainos faktorius	Kaina per metus, Eurai	Specifinė srauto valymo kaina, Eurai/m ³
Kapitalo kaina	876260	1,46
Personalo išlaikymo kaina	78000	0,13
Priežiūros kaštai	63000	0,105
Eksploatacijos kaina		
- Lignito koksas	60000	0,1
- Acto rūgštis	9000	0,015
- Polielektrolitas	6000	0,01
- Aliuminio sulfatas	30000	0,05
- Katijoninis org. flokuliantas	15000	0,025
- Vilgiklis	15000	0,025
- Membranų valymo agentas (rūgštinis)	3000	0,005
- Membranų valymo agentas (šarminis)	3000	0,005
- Elektros energija (1,51 kWh/m ³)	63000	0,105
- Natūralios dujos kokso regeneracijai	57000	0,095
- Pelenų tvarkymas (po dujų valymo)	1650	0,0019
Nuotekų išmetimo mokestis	18000	0,03
Viso	1297910	2,16
Įplaukos dėl šilumos regeneracijos	538200	0,9
Bendri kaštai	759710	1,27

Specifiniai nuotekų srautų valymo kaštai turėtų būti lyginami su alternatyviais srautų valymo kaštais, atiduodant juos į municipalinius vandens valymo įrenginius.

Taip pat atsižvelgiama į faktą, ar naudojamas gruntinis vanduo iš įmonės gręžinių, ar jį reikia pirkti iš viešosios vandens tiekimo sistemos. Minėtoje įmonėje leistinas naudoti gruntinis vanduo sudaro tik 1000 m³ per dieną, o 1700 m³ per dieną perkama, kad susidarytų reikiamas gamybai kiekis (2700 m³). Dėl gruntinio vandens naudojimo įmonė sutaupo apie 1 mln. Eurų per metus.

Metodo įdiegimo varomoji jėga

Gruntinio vandens išteklių yra riboti. Tai yra pagrindinė priežastis dėl kurios vanduo turėtų būti panaudojamas pakartotinai. Aukštos investicijos pateisinamos didelių subsidijų atveju.

3. Apjungtas biologinis-fizinis ir cheminis sumaišytų nuotekų srautų valymas

Valymas aktyvuoto dumblo sistemose, esant mažam M/M santykiui, įgalina suskaidyti tiek lengvai tiek ir sunkiai skaidžias medžiagas. Tačiau ši technika nepakankama neskaidžių junginių suskaidymui. Nuotekos, turinčios neskaidžius junginius, turėtų būti valomos papildomais metodais šių medžiagų pašalinimui.

Šis valymas turėtų būti taikomas prieš galutinį biologinį valymą, bet praktikoje tai daro tik keletas įmonių.

Daugeliu atvejų po valymo aktyvuoto dumblo metodu yra atliekamos papildomos valymo pakopos. Tai flokuliacija/nusodinimas, koaguliacija/adsorbicija/nusodinimas, ozonavimas. Tačiau ozonavimas, jeigu jis taikomas valymo proceso pabaigoje, suskaido chemikalus į tarpinius šalutinius produktus, kai tuo tarpu kiti metodai tik perneša į dumblą biologiškai neskaidžias medžiagas.

Kitas būdas aktyvuoto dumblo valymo metodo efektyvumo padidinimui yra valymas aktyvuotos anglies milteliais. Šis metodas apjungia įvairias technologijas (biologinę, fizinę, cheminę) ir įgalina kartu vykdyti biologinį skaidymą, adsorbiciją ir koaguliaciją. Procesas buvo pristatytas septinto dešimtmečio pradžioje prekiniu pavadinimu "PACT arba PACT^R" sistemos.

PACT sistemoje naudojama aktyvuota anglis miltelių pavidale ir bakterijos yra išlaikomos aerobiniame/anoksiniame (be deguonies) valymo procese, siekiant gauti simbiotinį aktyvumą.

PACT^R sistemoje perteklinis dumblas (išleistas susmulkintos anglies ir biomasės mišinys) iš aerobinio reaktoriaus yra regeneruojamas, taikant hidroterminį (drėgnos oksidacijos) metodą. Tai yra skystos fazės reakcija vandenyje, naudojant ištirpintą deguonį (ar orą) smulkių ir suspenduotų oksiduojamų teršalų skaidymui. Kai deguonies šaltinis yra oras, procesas vadinamas "Drėgno oro oksidacija" (Wet Air Oxidation). Oksidacijos reakcija vykdoma vidutinėje temperatūroje (150-315 °C) ir 10-207 bar slėgyje. Proceso metu nuotekose suardomos didelės molekulės, paverčiant jas į anglies dioksidą, vandenį ir trumpos grandinės organines rūgštis. Šis regeneracijos procesas užtikrina nepertraukiamą pakartotiną aktyvuotos anglies panaudojimą ir tuo pačiu aukšto lygio nuotekų išvalymą.

Pirmasis PACT^R sistemos panaudojimas Europos tekstilės pramonėje buvo įmonėje Desse Belgijoje 1975 m. Vėliau procesas buvo patobulintas, įjungiant į jį koaguliacinį valymą (sistema vadinama PACT⁺).

Kitas sistemos patobulinimas (vadinamas PACT⁺⁺) gaunamas pakeičiant ir išplečiant įprastą valymo aktyvuotu dumblo sistemą nitrifikacijos/denitrifikacijos pakopa, sekančia po nuotekų filtracijos, reikalingos suspenduotų kietų dalelių sulaikymui.

Sekantis patobulinimas yra PACT³⁺ sistema. Ši sistema - tai įvairių galimų technikų junginys, siekiant pagerinti ankstesnės sistemos eksploatacinius, lankstumo ir ekonomijos parametrus.

PACT³⁺ sistemoje aktyvuota anglis yra dedama į aerobinį aeratorių kartu su geležimi, kuri yra naudojama kaip koagulatorius fosfatų nusodinimui ir padidina dažų surišimą dumble. Atidirbusio dumblo, turinčio miltelinio anglies ir geležies, atnaujinimas vykdomas žemesnėje temperatūroje (žemiau už 130°C), jeigu naudojamas vandenilio peroksidas (procesas žinomas kaip "katalitinė drėgna aktyvuotos anglies peroksidacija"). Koncentruotos ar adsorbuotos medžiagos yra suardomos naudojant vandenilio peroksido oksidacijos procesą, sukuriant sąlygas Fentono reakcijai (H₂O₂, Fe²⁺ prie pH 3). Atnaujinta anglis ir geležis yra regeneruojami ir paduodami atgal į aerobinę sistemą.

Šiame procese būtina įvesti į sistemą deguonį (gryną deguonį ar orą), kadangi jis jau yra biomasėje.

Pagrindiniai aplinkosauginė nauda

Aprašytos sistemos padidina aktyvuoto dumblo sistemos darbą.

Pagrindiniai sistemos pranašumai prieš trijų pakopų sistemas (naudojamas po biologinių valymo sistemų) yra:

- sumažėjęs perteklinio dumblo kiekis,
- medžiagos, kurios yra potencialiai kenksmingos (neskaidžios, akumuliatyvios, toksinės) yra lengvai pašalinamos ir suskaidomos,
- aktyvuoto dumblo sistemos yra geriau apsaugotos nuo šokinių apkrovimų ir, kadangi adsorbuota medžiaga yra suskaidoma, dažiklių ir kitų adsorbuotų medžiagų pernešimas yra žymiai mažesnis negu proceso su pabaigoje sekančia adsorbcija atveju (pvz., naudojant granuliuotą aktyvuotą anglį),
- gaunamų kietų medžiagų perteklius sudaro tankų sluoksnį ir užlaiko likusias medžiagas, iš kurių gali būti lengviau pašalinamas vanduo (anaerobiniu būdu) po to jas sudeginant,
- pagerėja organinių teršalų mineralizacija
- energijos sunaudojimas aeracijos procesuose yra mažesnis.

Metodo ypatumai

Taikant PACT^R ir PACT³⁺ metodus ir siekiant efektyviai atskirti dumblą nuo išvalytų nuotekų, labai svarbu filtravimo įrangos kokybė.

Taikymas

Metodas gali būti taikomas jau esamoje, taip pat ir naujoje įrangoje, kur naudojamas biologinis valymas ir kur kietos medžiagos yra pilnai sulaukomos skaidrinimo sistemoje. Esant pavojui, kad kietos medžiagos pateks į valytas nuotekas, papildomai įtaisomas mikrofiltras.

Pridėti adsorbento (aktyvuotos anglies) ir koagulianto galima bet kuriuo metu, kai utilizacija yra efektyviausia (atkreipiant dėmesį į kainą, išpildymą), nebūtina juos dėti tiesiai į aerobinių aeratorių, nes priešpriešinį srautą iš koaguliacijos, adsorbcijos ir filtracijos turi savybę sugrąžinti į biologinę sistemą adsorbento ir koagulianto turinčias medžiagas, pašalintas iš vandens.

Proceso patobulinimas naudojant vandenilio peroksidą įgalina taikyti antrinę anglies ir geležies panaudojimą. Technika yra įdomiausia karštų koncentratų valymui ir dumblo po biologinių, fizinių ir koaguliacijos procesų atnaujinimui.

Ekonomika

Metodo įgyvendinimui reikalinga papildoma įranga:

- dozavimo sistemos anglies milteliams ir geležies sulfatui,
- dozavimo sistema peroksidui,
- mikrofiltracijos įranga,
- reaktorius koncentruotų srautų atnaujinimui.

Yra specialios aktyvuotos anglies rūšys, kurios geriausiai tinka šiam metodui. Kaina priklauso nuo kiekio (reikia mažiau kaip 100 g aktyvuotos anglies /m³ mišrių nuotekų).

Vandenilio peroksidas taikomas koncentruotų medžiagų pavertimui biologiškai pašalinamomis ir naudojamas steheometriniu santykiu, esant optimalioms pH reikšmėms ir temperatūrai.

Geležis yra pridedama geležies sulfato pavidale. Ji dedama kaip koaguliantas, bet taip pat tarnauja kaip katalizatorius, maistinė medžiaga mikroorganizmams ir sulfidų bei fosfatų nusėdintojas.

Metodo įdiegimo varomoji jėga

PARCOM rekomendacijos 94/5 remia PACT³⁺ sistemos diegimo koncepciją, kaip vieną iš pažangių technologijų.

4. Tekstilės įmonių nuotekų antrinis panaudojimas, valant parinktus nuotekų srautus membranine technika

Membraninės technikos taikomos įvairiais būdais atskirtų nuotekų srovių valymui, siekiant jas panaudoti antrą kartą ir yra glaudžiai integruotos į procesus. Toliau pateikiami du membraninių technikų taikymo pavyzdžiai, susiję su dažymo procesais. Membraninės technikos taip pat gali būti naudojamos ir kitų tipo nuotekų valymui, pavyzdžiui, nušlichtavimo nuotekų valymui, įskaitant ir fermentinį nušlichtavimą krakmolais, o taip pat modifikuotais krakmolais šlichtuotų audinių.

1 pavyzdys

Įmonė A atlieka audinių (pagrindė medvilninių) apdailą. Proceso seka sudaryta iš paruošimo, dažymo (šaltas pliusavimo metodas), pigmentinio marginimo ir baigiamosios apdailos (apdorojimas minkštintojais ir fluoro organiniais junginiais). Daugiausiai nuotekų susidaro plovimo operacijose.

Pav. 4.1. pateikta valymo stadijų, taikomų atskirtų nuotekų srautų valymui, seka. Membraninės technikos sudarytos iš ultrafiltracijos, nanofiltracijos ir atvirkštinės osmozės.

Ne visos nuotekos yra regeneruojamos. Nuotekos iš paruošimo (atvirinimo ir balinimo) ir baigiamosios apdailos (likutiniai pliusavimo tirpalai) yra nevalomi membraniniu metodu, bet išleidžiami po neutralizacijos į municipalinius vandens valymo įrengimus.

Siekiant įvertinti antrinio nuotekų panaudojimo potencialą, atskirų procesų srautai buvo detalai analizuojami ir atskiriami pagal tinkamumą membraniniam filtravimui. Pavyzdžiui, srautai, turintys pigmentinės pastos, negali būti valomi membraninės technikos pagalba, nes surišėjai negrįžtamai užkemša įrengimus. Be to, dažnai reikalinga tam tikra apdailos procesų modifikacija. Pavyzdžiui, natrio silikato naudojimas šaltame dažyme turi būti eliminuotas, nes silikatas taip pat blokuoja membranas.

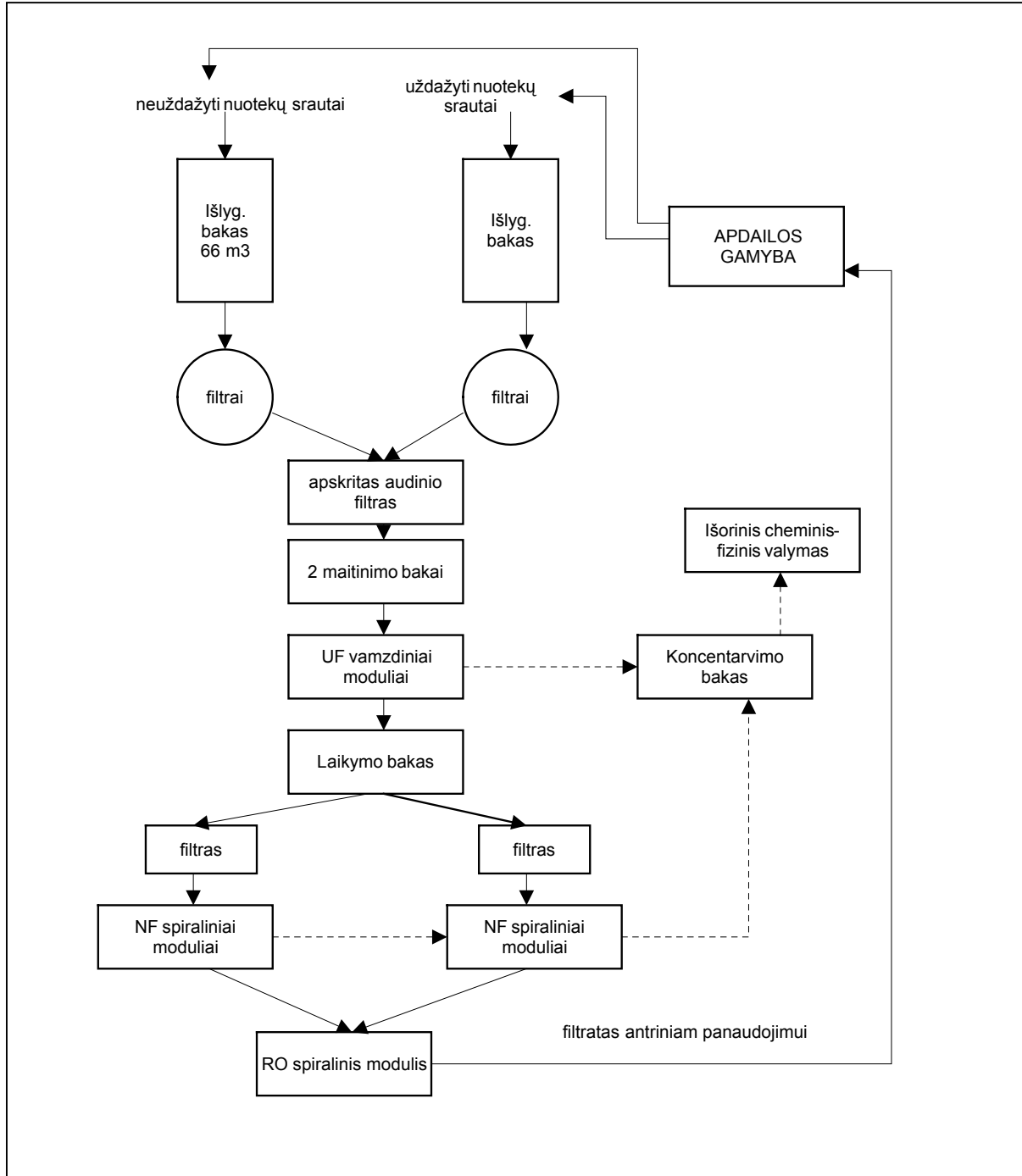
Pirmasis membraninio filtravimo žingsnis yra ultrafiltracinis vamzdinis keramikinis modulis, kuris reikalingas likutinių dalelių ir polimerų pašalinimui.

Apie 90% daugelio procesų nuotekų po valymo gali būti panaudojamos antrą kartą. Tačiau valyto vandens kokybė atskiriems procesams turi būti įvertinta labai rūpestingai. Pavyzdžiui, balinimo, dažymo ir baigiamosios apdailos tirpalų ruošimui turi būti naudojamas tik šviežias vanduo

2 pavyzdys

Įmonė (B) taip pat atlieka medvilninių audinių apdailą. Taikomas metodas apima:

- dažymo aktyviaisiais dažikliais vonios ir pirmojo plovimo srautų atskyrimą ir antrinį panaudojimą. Intensyviai dažytos nuotekos su dideliu druskos kiekiu apdorojamos aktyvuota anglimi, kuri sugeria dažiklį, o vanduo, turintis druskos ir natrio hidroksido, panaudojamas antrą kartą.
- plovimo po dažymo vandens atskyrimą, valymą membranine technika (su nanofiltracija ar atvirkštine osmoze) ir antrinį panaudojimą.



Pav.4.1. Parinktų atskirtų nuotekų srautų valymas taikant seriją membraninių technikų (ultrafiltracija, nanofiltracija ir atvirkštinė osmozė)

Pagrindiniai aplinkosauginė nauda

1-oje įmonėje pasiekiamas vandens sąnaudų ir nuotekų srautų sumažėjimas siekia 60%. ChDS nuotekose, išmetamose į municipalinius vandens valymo įrengimus, sumažėja apie 50%. Panašūs rezultatai gauti ir antroje įmonėje.

Eksploataciniai duomenys

Įmonė A pradėjo veikti 1995 m. Pagrindinės problemos buvo pluoštų bei dalelių pašalinimas (pvz. svilimo dulkių) ir chemikalų, kurie iššaukia membranų užsikimšimą, nustatymas. Ultrafiltracijos sistema turėjo būti pakeista iš spiralinio modulio į keraminį vamzdelinį modulį, kuris daug mažiau jautrus užsikimšimui.

Tekėjimo srauto duomenys yra:

- ultrafiltracija (UF): 85-130 l/m²xh
- nanofiltracija (NF): 12-17 l/m²xh
- atvirkštinė osmozė: 11-17 l/m²xh

Įmonė išvalo apie 900 m³ nuotekų per savaitę (kurios sudaro apie 70% visų nuotekų srauto) ir pateikia apie 800 m³ regeneruoto vandens per savaitę, kuris panaudojamas plovimui.

Įmonės įranga dirba periodiniu būdu. Koncentratas apdorojamas fiziniiais-cheminiais metodais išorinėje įrangoje. Ateities planai – valyti koncentratą išgarinant (siekiant gauti likutinį 15% vandens kiekį koncentrate), o po to išvežti jį sudeginimui.

Įmonėje B buvo atliekami pusiau gamybiniai bandymai su aktyvuota anglimi (4 kg aktyvuotos anglies 1 kg dažiklio ir 2 val. išlaikymas). Buvo naudota F400 (Chemviron Carbon) aktyvuota anglis. Pilnoje gamyboje turi būti sujungtos dvi kolonos į seriją su priešpriešinėmis srovėmis ir su perkrovimo pajėgumais, kai pasiekiamas prisotinimo dažikliais laipsnis.

Bandomieji dažymai parodė, kad tokiu būdu galima išvalyti ir antrą kartą panaudoti karštus, turinčius druskos ir bespalvius tirpalus ir jie neturi neigiamos įtakos audinio atspalviui ir dažymo atsparumui.

Metodo ypatumai

Taikant šį metodą sunaudojamas žymus elektros energijos kiekis. Įmonei A jis sudarė 20 kW/1 m³ valyto vandens. Kadangi membraninė filtracija yra atskyrimo technika, labai svarbu tinkamai sandėliuoti ir sunaikinti koncentratą.

Taikymas

Technika gali būti taikoma visoms tekstilės apdailos įmonėms, jeigu vykdomas teisingas nuotekų srautų sumaišymas ir yra tinkama parenkamų membraninių valymui nuotekų srautų sudėtis. Apdailos receptai gali būti keičiami ir turi generuoti suderinamas su membraniniu valymu nuotekų srautus.

Vandens srautų apjungimui reikalingi struktūriniai pakeitimai papildomiems vamzdynamics įrengti. Taip pat turi būti instaliuoti papildomi bakai (erdvės poreikis) laikinam saugojimui.

Druskos antriniam panaudojimui (įmonė B) taikomas taip vadinamas “all in” dažymo metodas, kai dažas pridedamas jau į vandenį su ten esančia druska (kai dažoma šviežiame vandenyje dažikliai pridedami prieš įvedant druską).

Ekonomika

Investicijos 10 m³/val membraninio įrenginio instaliacijai yra apie 1 mln Eurų. Atsižvelgiant į kapitalo ir darbo kaštus (darbas, energija, chemikalai membranų valymui, priežiūra ir koncentrato tvarkymas), specifinės kainos yra 4,5 Eurai/1 m³ išvalytų nuotekų (kapitalo kainos: 1,3 Eurai ir darbo kainos 3,2 Eurai 1 m³ išvalymui).

Įmonėje B atsipirkimo laikas aktyvuotos anglies sistemai dažymo nuotekų nuspalvinimui yra 5 metai, plovimo nuotekų membraniniam valymui ir regeneravimui – 8 metai.

Metodo įdiegimo varomoji jėga

Aukštos kainos gėlam vandeniui ir nuotekų išmetimui yra pagrindinė metodo įdiegimo varomoji jėga.

Įmonės, kuriose šis metodas taikomas

Membraninė technika taikoma daugelyje Europos įmonių.

5. Nuotekų, turinčių pigmentinės marginimo pastos, valymas ir antrinis panaudojimas

Ši technika – tai membraninė technika, skirta nuotekų, turinčių pigmentinės pastos, valymui ir pilnam antriniam panaudojimui.

Toliau aprašome pavyzdyje nuotekos ateina iš marginimo pastos ruošimo cheminės stoties (didžiąją dalį sudaro valymo operacijų metu užterštas vanduo). Pigmentinės pastos turi organinių dažiklių pigmentus, organinius sutirštintojus (paprastai poliakrilatus), organinius surišėjus (kopolimerus), fiksavimo agentus (organines dervas), katalizatorius ir minkštinimo agentus.

Valymas (srautų schema pateikta pav. 5.1) susideda iš šių pakopų:

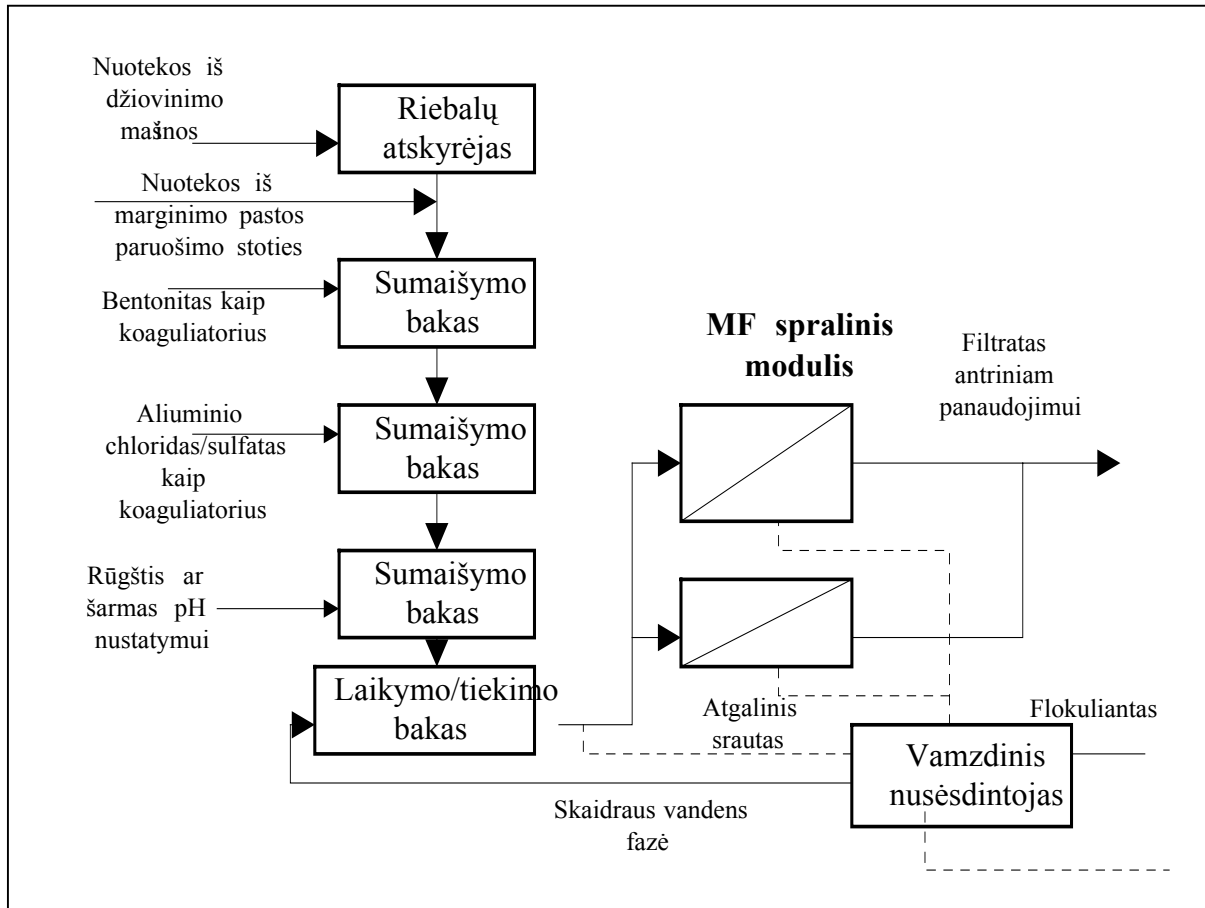
- koaguliacija organinių dažiklių surišėjų ir fiksavimo agentų dezaktyvacijai (polialiuminio sulfatai ir chloridai),
- koagulantų nusėdinimas bentonitais prie pH 6,
- nuosėdų nanofiltracija. Naudojamos membranos sudarytos iš polipropileno, jų porų diametras 0,2 mikronai. Suspenduotos koncentruotos kietos dalelės yra pašalinamos vamzdiniame nusėdintuve dozuojant flokuliantą.

Dumblas apdorojamas fiziniu-cheminiu būdu už įmonės ribų. Jis gali būti sudeginamas. Išvalytos nuotekos visiškai neturi suspenduotų kietų dalelių ir gali būti naudojamos plovimo operacijose.

Pav. 5.1. pažymėta, kad kartu su nuotekomis iš marginimo pastų ruošimo cheminės stoties dar atiteka nuotekos iš dujų plautuvų nuo džiovinimo-stabilizavimo mašinų. Valymo įrenginių pagrindas yra du mikrofiltracijos moduliai. Kiekvienas iš jų sudarytas iš 400 spiralinių membraninių vamzdelių.

Pagrindinė aplinkosauginė nauda

Daugiau kaip 90% procesų vandens yra panaudojama antrą kartą. Neskaidūs junginiai, tokie kaip organiniai tirštikliai, surišėjai ir fiksavimo agentai, yra visiškai pašalinami ir gali būti pilnai mineralizuojami (sudeginami). Tačiau reikia pastebėti, kad, deginant dumblą, dėl esančių jame chloridų atsiranda pavojus kenksmingų medžiagų susidarymui (dioksinams ir furanams). Šioms emisijoms išvengti naudojamos katalitinės ir aukštų temperatūrų krosnys.



Pav. 5.1. Nuotekų, turinčių pigmentinės marginimo pastos, valymo ir antrinio panaudojimo įrenginių išsidėstymas

Ekspluataciniai duomenys

Įtekančio į vandens valymo įrangą ChDS svyruoja tarp 4000 ir 10 000 mg/l. ChDS filtrate yra apie 600 mg/l. Tai rodo, kad pašalinimo efektyvumas yra apie 90%.

Koaguliacija turi būti vykdoma ir kontroliuojama labai rūpestingai dėl tirpale esančių organinių surišėjų ir fiksavimo agentų. Jeigu šie junginiai tampa visiškai dezaktyvuotais, jie per trumpą laiką pilnai užkemša ir užblokuoja membranas.

Slėgių skirtumas mikrofiltracijos metu yra apie 1 bar.

Metodo ypatumai

Nuotekų valymui ir antriniam panaudojimui reikalinga energija, tačiau duomenys apie jos sunaudojimo lygius nepateikiami.

Taikymas

Technika taikoma tiek esančiose marginimo pastų ruošimo įmonėse, tiek ir naujose įmonėse.

Ekonomika

Aprašytos įmonės su 2,5 m³/val srautu (susidedančiu iš dviejų anksčiau minėtų srautų) įranga reikalauja 180 000 Eurų investicijų. Darbo kainos, įskaitant išorinį koncentrato tvarkymą (kas sudaro pagrindinę dalį) yra apie 4 Eurai/m³.

Metodo įdiegimo varomoji jėga

Šiame pavyzdyje pateikta įmonė atiduoda nuotekas į municipalines nuotekų valymo įmones, kur yra nustatyti griežti reikalavimai įtekančių nuotekų ChDS rodikliui.

Įmonės, kuriose metodas taikomas

Nuo 2001 m. ši sistema taikoma Clewe GmbH, D-46495 Dingdene (srauto intensyvumas 1,25 m³/val.) Papildomas srauto intensyvumas 1,25 m³/val gaunamas iš dujų plautuvų nuo džiovinimo-stabilizavimo mašinų.

6. Plusavimo tirpalų ir marginimo pastų likučių pašalinimas anaerobiniu būdu

Marginimo pastos ir plusavimo tirpalai nepertraukiamam ir pusiau nepertraukiamam dažymui turi aukštas dažiklių koncentracijas. Likutiniai plusavimo skysčiai ir marginimo pastos gali būti valomi anaerobiniuose autoklavuose, teikiant pirmenybę kofermentacijai su pirminiu ir pertekliniu dumbly po biologinio valymo. Praktikoje šie chemikalų likučiai yra paduodami į aerobinius autoklavus municipaliniuose vandens valymo įrengimuose.

Kai azo dažikliai valomi anaerobiniu būdu, azo grupės negrįžtamai suardomos, dėl to dažiklis netenka savo spalvos. Tačiau likusi aromatinė sistema vis dar absorbuoja šviesą, todėl nuotekų spalva dažnai išlieka šiek tiek gelsva.

Vandenyje tirpūs skilimo produktai (su sulfoninėmis grupėmis), būdami vandens fazėje, pasiekia aktyvuoto dumblo valymo sistemas, kaip srautas iš anaerobinio autoklavo ir filtratas iš dumblo nuvandeninimo. Labiausiai pakeisti naftaleno dariniai yra sunkiai skaidūs ir jų dar gali likti galutinėse nuotekose. Dėl šios priežasties plaukiojančios paviršiuje medžiagos turi būti toliau valomos aktyvuoto dumblo sistemoje.

Pagrindinė aplinkosauginė nauda

Anaerobinis valymas padeda pašalinti 90% azo dažiklių spalvos intensyvumo. (nustatomo kaip spektrinis absorbcijos koeficientas prie 436, 525 ir 620 nm bangos ilgių).

Be to, marginimo pastų, turinčių natūralių sutirštintojų, tokių kaip alginatai ar galaktomatai, skaidymas generuoja biodujas.

Nors minėti koncentratai sudaro tik nedidelį nuotekų kiekį (kartais tik kelios tonos per savaitę net ir didelėms įmonėms), yra atvejų, kai bendras likutinis spalvos intensyvumas po nuotekų valymo gali sumažėti 50%.

Eksploataciniai duomenys

Siekiant gauti kuo didesnę naudą iš anaerobinio valymo, ši technika turėtų būti naudojama su proceso integruotomis priemonėmis, padedančiomis sumažinti marginimo pastų likučius. Taip pat yra svarbu atskirti pliusavimo tirpalų likučius, siekiant išlaikyti juos koncentruotus.

Aktyviųjų dažiklių marginimo pastos kiekis neturėtų viršyti 10 g/kg dumblo dėl galimų anaerobinių procesų sulėtinimo efektų. Šiuos efektus galėtų nustatyti laboratoriniai tyrimai.

Pliusavimo tirpalai ir marginimo pastos turinčios dažiklių, kurių sudėtyje yra metalo, turi būti atskiriami. Neatskirti galima tik tuo atveju, jeigu dumblas iš anaerobinio valymo yra deginamas arba užkasamas į atitinkamą dirvą.

Metodo ypatumai

Po redukcinio azo jungčių skilimo susidaro aromatiniai aminai. Tačiau tyrimai nepatvirtino, kad jie būtų kancerogeniniai. Be to, plūduriuojančios paviršiuje medžiagos paprastai skaidomos aktyvuotu dumbliu.

Taikymas

Ši technika gali būti taikoma tiek naujai, tiek ir senai įrangai.

Anaerobinis valymas ypatingai tinka azo dažikliams, kurie sudaro apie 50% visų rinkoje esančių dažiklių.

Tačiau kitos chromoforinės sistemos nėra pakankamai išvalomos. Pavyzdžiui, kubiniai dažikliai paverčiami į bespalvę formą, bet šis procesas yra grįžtamas.

Pigmentinio marginimo pastos negali būti valomos anaerobiniuose autoklavuose, nes visi komponentai yra biologiškai neskaidūs ir dėl polimerinio tirštiklio atsiranda užsikimšimo problema.

Apibendrintai galima pasakyti, kad netgi, jeigu anaerobinis valymas azo dažiklių atveju siekia 90%, įmonėms naudojančioms platesnį dažiklių asortimentą ši technika turi vidutinį efektyvumą.

Ekonomika

Anaerobinis valymas municipaliniuose anaerobiniuose autoklavuose kainuoja tarp 30 ir 60 Eurų už toną pliusavimo tirpalo ar marginimo pastos.

Metodo įdiegimo varomoji jėga

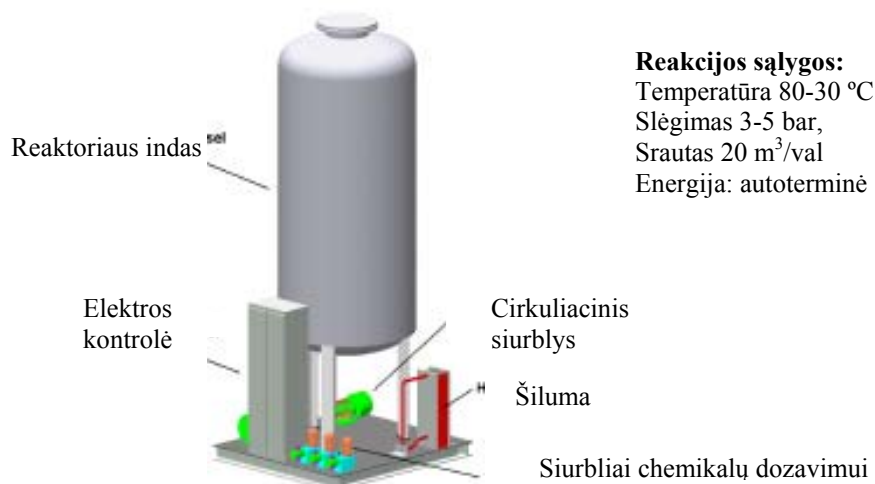
Įstatymai susiję su nuotekų spalva iš valymo įrenginių.

7. Parinktų atskirtų biologiškai neskaidžių vandens srautų valymas cheminės oksidacijos būdu

Labai koncentruoti nuotekų srautai gaunami iš įvairių tekstilės apdailos procesų. Priklausomai nuo plovimo mašinų efektyvumo (vandens sąnaudų) ir šlichtavimo medžiagų kiekio ant audinių, nušlichtavimo vonios ChDS koncentracija gali pasiekti virš 20 000 mg/l. Priklausomai nuo dažiklių klasės, ChDS koncentracijos po dažymo yra tarp 1000 ir 15 000

mg/l. Likutiniai dažymo ir baigiamosios apdailos plusavimo skysčiai bei marginimo pastų likučiai turi dar didesnes ChDS reikšmes.

Nušlichtavimo vonios su neskaidžiais šlichtavimo agentais ir periodinio dažymo tirpalai gali būti valomi oksidacijos būdu specialiame reaktoriuje 100-130 °C temperatūroje, taikant apie 3 barų slėgimą (max. 5 barai). Pagrindinis oksiduojantis agentas yra deguonis. Vandensilio peroksidas tik inicijuoja reakciją ir ją palaiko (teikdamas apie pusę aktyvaus deguonies). Geležies (divalentės) druskos yra pridamos kaip katalizatoriai rūgštinėje terpėje. Kai ChDS didesnis už 25 000 mg/l, reakcija yra egzoterminė. Pav. 7.1. parodytas reaktorius ir reakcijos sąlygos.



Pav.7.1. Reaktoriaus atskirtų labai koncentruotų srautų nuotekų katalitinės oksidacijos su O₂/H₂O₂ valymui schema (reaktorius Scholer AB, veikiantis vienoje Švedijos įmonėje nuo 1996 m.)

Pagrindinė aplinkosauginė nauda

Taikant šį metodą yra pasiekama 70-85% ChDS sumažėjimo efektyvumas priklausomai nuo išlaikymo laiko, naudojamų temperatūros ir slėgimo, o taip pat esančių nuotekose chemikalų sudėties.

Chemikalai, sąlygojantys ChDS rodiklio likutį, tampa skaidūs, nes oksidacinio valymo proceso metu yra modifikuojami. Daugeliu atvejų po oksidacinio valymo įmonėje seka biologinis valymas (paprastai municipaliniuose vandens valymo įrengimuose), jo metu pasiekiamas didelis ChDS pašalinimo efektyvumas (95% ir aukštesnis). Šis pašalinimas yra tikra mineralizacija, kuri galutinai suardo organinius junginius. Spalvos panaikinimas siekia virš 90%, ir išvalytos nuotekos yra praktiškai bespalvės.

Eksploatacijos duomenys

Nuotekų srautai iš atskirų procesų (skirtingi junginiai ir koncentracijos) yra valomi, siekiant sumažinti nuotekų valymo kainas. Valymas vykdomas nepertraukiamu būdu ir yra visiškai automatizuotas. Jo atlikimui nereikia daug darbo jėgos.

Nors geležies katalizatoriaus antrinis panaudojimas yra įmanomas, tai ne visada būtina; pvz., tai netaikoma, kai tolesniam valymui (fosfatų pašalinimui ar dumblo nuvandeninimui) nuotekų valymo įmonėse naudojama geležis.

Tipinės chemikalų sąnaudos oksidacijos procese yra (kai pvz. ChDS = 85 000 mg/l):

- 13 l H₂O₂ tirpalo (35 %)/m³ nuotekų (1,53 l H₂O₂ tirpalo/ m³ ir 1000 mg/l)
- 35 ml H₂SO₄ (30%) /m³ nuotekų
- 120 g Fe²⁺/ m³ nuotekų.

Metodo ypatumai

Reaktoriaus veikimui reikalinga elektros energija, bet jos kiekis nėra žymus.

Taikymas

Oksidacinė technika taikoma tiek naujai tiek ir jau dirbančiai apdailos įrangai.

Taikant metodą, reikalinga atskirti pasirinktus srautus (pirmenybė teikiama automatiniam atskirymui), kartu nutiesiami papildomi vamzdiniai ir pastatomi išlyginimo bakai. Vietos parinkimo reikalavimai oksidaciniam reaktoriui ir chemikalų tiekimo bakams nėra ypatingi ir nesukelia sunkumų.

Ekonomika

Investicijos reaktoriui su srautu 4-5 m³/val (įskaitant reaktorių, dozavimo sistemą vandenilio peroksidui ir katalizatoriui, šilumokaitį, katalizatoriaus paruošimo įrangą, automatinės kontrolės prietaisus ir vamzdinių nutiesimą) yra apie 230 000 Eurų. Valymo kaina, įskaitant chemikalų dozavimą, priežiūrą, darbą ir elektros energiją yra apie 3 Eurai/ m³. Reikia atkreipti dėmesį, kad ši suma yra *atskirų srautų valymui*, o ne visoms sumaišytoms nuotekoms.

Metodo įdiegimo varomoji jėga

Poreikis, kad nuotekos atitiktų standartus, nustatytus municipalinėse valymo įmonėse dėl ChDS, biologinio skaidumo ir toksiškumo.

Įmonės, kuriose metodas taikomas

Schoeller Textil AG, CH-9475 Sevelen, nuotekų srautas 4-5 m³/val.
Tintoria di Stabio SA, CH-6855 Stabio,
Givaudan Vernier SA, CH-1214 Vernier.

8. Nuotekų valymas flokuliacijos nusėdinimo ir gauto dumblo deginimo būdu

Tekstilės įmonių nuotekų valymas nusėdinimo/flokuliacijos būdu, siekiant sumažinti organinių medžiagų kiekį, o ypač nuotekų nuspalvinimui vykdomas jau daugiau kaip 100 metų. Tačiau dabar jau yra technikos, kurios sumažina pagaminto dumblo kiekį ir pašalina neigiamus aspektus, susijusius su dumblo tvarkymu. Vietoje dumblo užkasimo į dirvą jis gali būti deginamas, taikant šiuolaikinę technologiją.

Šiuolaikinėse įmonėse nuosėdos atskiriamos nuo vandeninės fazės ne vien tik sedimentacijos būdu, bet taip pat ištirpusio oro floatacijos būdu. Flokuliacijos agentai parenkami specialiai, siekiant maksimaliai padidinti ChDS ir spalvos pašalinimą ir minimizuoti dumblo formavimąsi. Daugeliu atvejų geriausi rezultatai pasiekiami apjungiant aliuminio sulfato, katijoninio organinio flokulianto ir labai mažų anijoninio polielektrolito kiekių naudojimą.

Nors, esant didelėms koncentracijoms (>500 mg/l), sulfatai ardo cementą, jų naudojimas turi pranašumą prieš chloridus, nes sulfatai lengviau pašalinami iš vandens negu chloridai. Be to, naudojant sulfatus, nuotekose ir deginamame dumble išvengiama chloridų.

Geležies sulfatas yra efektyvi medžiaga ChDS pašalinimui, jis gali taip pat veikti kaip koaguliantas (pvz., jis dalinai efektyvus akrilatų ir kitų medžiagų pašalinimui iš pigmentinio marginimo nuotekų). Geležies įvedimas turi pranašumą (ji yra efektyvi redox procesų aktyvacijai, gali būti panaudota pakartotinai, ir t.t.), tačiau ji suformuoja nudažytus kompleksus, kurie pasilieka tirpale, suteikdami jam geltonai rudą atspalvį.

Pagrindinė aplinkosauginė nauda

Taikant šį metodą, ChDS pašalinimas yra tik apie 40-50%. Kai nuotekos turi didelį kiekį vandenyje netirpių junginių (pvz., nuotekos iš pigmentinio marginimo cechu), ChDS pašalinimo laipsnis yra aukštesnis. Spalvos panaikinimas siekia daugiau kaip 90%.

Eksploatacijos duomenys

Prieš flokuliaciją/nusėdinimą tekstilės įmonės nuotekos yra išlyginamos. Tačiau išlyginimo laikas gali būti trumpesnis (apie 12 val.), negu biologinio valymo atveju. Pluoštai pašalinami per sieta.

Flokuliantų dozavimas (pvz., sumaišytoms nuotekoms su ChDS =1000 mg/l) yra:

- aliuminio sulfato: 400-600 mg/l,
- katijoninio organinio flokulianto: 50-200 mg/l,
- anijoninio polielektrolito: 1-2 mg/l.

Pagaminamo dumblo kiekis yra apie 0,7-1 kg pagal sausą medžiagą 1 m³ išvalytų nuotekų. Paprastai dumblas yra nuvandeninamas filtravimo preso kameroje, siekiant gauti 35-40% sausos medžiagos (0,5 kg ChDS pašalinimui gaunama apie 3 kg dumblo).

Metodo ypatumai

Žymus organinių medžiagų kiekis yra pernešamas iš vandeninės terpės į dumblą. Tačiau dumblas yra sudeginamas ir tokiu būdu mineralizuojamas.

Taikant metodą, nuvandeninimui, transportavimui ir deginimui naudojama energija.

9. Oro emisijų sumažinimo technikos

Tekstilės apdailoje gali būti taikomos šios išmetamų dujų sumažinimo technikos:

- oksidacija (terminis deginimas, oksidacinis deginimas),
- kondensacijos technikos (pvz., šilumokaičiai),
- absorbcinės technikos (pvz., dujų plautuvai),
- sveikatai žalingų dalelių atskyrimo technikos (pvz., elektrostatiniai nusodintuvai, ciklonai, pluoštų filtrai),

- adsorbcinės technikos (pvz., aktyvuotos anglies adsorbcija).

Šių technikų aprašymas ir įvertinimas detalai aprašyti kitame ES GPGB dokumente.

Priklausomai nuo valomų oro srovių ir teršalų tipo, valymas gali būti atliekamas vienu metodu ar taikoma metodų kombinacija. Tipiškos naudojamos sistemos yra:

- dujų plautuvai,
- dujų plautuvų ir elektrostatinio nusėdinimo kombinacija,
- šilumokaičio, dujų plautuvo ir elektrostatinio nusėdinimo kombinacija,
- šilumokaičiai (naudojami energijos taupymui, bet taip pat pasiekama dalinė tam tikrų teršalų kondensacija),
- adsorbcija aktyvuota anglimi.

Pagrindinė aplinkosauginė nauda

Lakių organinių anglies junginių, kietų dalelių ir specialių toksinių medžiagų sumažėjimas išmetamose dujose, o taip pat kvapo sumažėjimas.

Eksploatacijos duomenys

Norint pasiekti aukštą sistemos veikimo patikimumą, reikia nustatyti tam tikras darbo sąlygas ir teisingą priežiūros režimą (kai kuriais atvejais kassavaitinis priemonių valymas ir apžiūra).

Metodo ypatumai

Metodui būdingas didelis energijos sunaudojimo kiekis ir aukštos CO₂ emisijų reikšmės, sąlygotos terminio ir katalitinio deginimo. Tačiau šį trūkumą kompensuoja organinių junginių pašalinimo iš nuotekų laipsnis.

Dujų plautuvuose teršalai iš išmetamų dujų pašalinami į nuotekas. Todėl reikalingas efektyvus nuotekų valymas (pvz., naftos/vandens atskyrimas, biologinis nuotekų valymas).

Taikymas

Išmetamų dujų valymo įranga gali būti instaliuota naujoje ir jau egzistuojančioje įrangoje. Tačiau jeigu reikia pertvarkyti esamą įrangą, metodo taikymas ribojamas ekonominių, techninių ir logistikos faktorių.

Kiekvienu atveju išmetamų dujų valymo sistemų instaliacijai turi būti pritaikomi anksčiau minėtų technikų sprendimai. Tačiau iš esmės, sprendžiant apie jų naudojimą, reikėtų laikytis sekančių prielaidų.

Oksidacinės technikos

Terminio deginimo trūkumas yra aukštos energijos sąnaudos išmetamų dujų įkaitinimui virš 750 °C. Po deginimo išvalytų išmetamų dujų temperatūra yra apie 200-450 °C. Tekstilės pramonė neturi poreikio šios rūšies energijai, todėl didžioji dalis šios energijos yra nuostoliai.

Kita problema kyla dėl dujų-oro mišinio, kuris yra būdingas išmetamam orui tekstilės baigiamosios apdailos metu. Tekstilės pramonėje dauguma emisijų charakterizuojama intensyviais išmetamų dujų srautais, bet santykinai maža tarša.

Be to, išmetamų dujų charakteristikos dažnai svyruoja, todėl gaunamas nepilnas sudegimas.

Katalitinio deginimo metu katalizatorių gali užteršti fosforo junginiai, halogenai, silikonai ir sunkieji metalai. Šie junginiai dažnai naudojami tekstilės pramonėje, todėl vykdant katalitinę oksidaciją reikėtų į tai atkreipti dėmesį.

Katalitinė oksidacija su pilna šilumos regeneracija vykdoma kai kuriose įmonėse išmetamų svilnimo operacijoje dujų valymui. Karštos dujos katalitinio deginimo įrengimo išėjime praleidžiamos per oro-vandens šilumokaičius: vėsinimo procese gautas karštas vanduo naudojamas paruošimo procesuose. Dujos (su likusia šilumine energija) panaudojamos toliau tekstilės medžiagų džiovinimui po paruošimo.

Kondensacijos technikos

Taikant šią techniką, yra pašalinami teršalai, pasižymintys dideliu lakumu ir daugeliu atvejų intensyvaus kvapo junginiai.

Absorbcijos technikos

Šlapių dujų ploviklių efektyvumas tekstilės pramonėje labai priklauso nuo procesui būdingų parametrų. Paprastai efektyvumas yra 40-60%. Metodo taikymas vandenyje netirpių teršalų pašalinimui yra ribotas.

Elektrostatinis nusėdinimas

Elektrostatiniai nusėdintojai gali nusodinti dulkes ir aerzolių, kurių dydis siekia 0,01-20 mikronų. Maksimalus efektyvumas pasiekiamas, esant dalelių dydžiui 0,1-1,5 mikronai. Gamintojai rekomenduoja prieš elektrostatinį filtrą instaliuoti mechaninį filtrą, kuris nusodina daugelį kitų dalelių, kurių dydis yra virš 20 mikronų.

Elektrostatinio kietų ir skystų dalelių nusėdinimo efektyvumas siekia 80-90%. Dujiniai teršalai ir kvapios medžiagos, naudojant šią techniką, nenusėdinami. Todėl valymo efektyvumo padidinimui svarbu, kad beveik visos besikondensuojančios medžiagos, išleidžiamos aerzolių pavidalu, būtų pašalintos prieš patekdamos į elektrostatinį nusėdintoją. Tai gali būti pasiekama šilumokaičių ar dujų plautuvų pagalba.

Elektrostatinis nusėdinimas kartu su šilumokaičiais ar dujų plautuvais (sausa elektrofiltracija) turi didelį pranašumą, kai ši operacija vykdoma kaip pirmasis valymo žingsnis prieš plovimą. Tepalai ir paruošimo chemikalai, esantys žaliaviniame audinyje, išgaruoja ir sudaro tirštą rūką, susijusį taip pat su kvapo emisijomis. Šios išmetamos dujos gali būti valomos keturiomis pakopomis:

- mechaninė filtracija,
- vėsinimas ir kondensacija (suspenduotos kondensatą sudarančios dalelės yra kondensuojamos riebių lašelių pavidalu ir atskiriamos šiluminė energija),
- jonizacija/elektrofiltracija,
- kondensato surinkimas ir riebiosios fazės atskyrimas nuo vandeninės fazės statiniame rezervuare.

Vienas iš šios elektrofiltracijos sistemos pranašumų yra tas, kad riebiūs kondensatai (mineralinės alyvos, silikono alyvos ir t. t.) surenkami atskirai ir panaudojami pakartotinai vietoje to, kad būtų išmetami į vandens telkinius (pvz., per dujų plautuvą). Kitas šios technikos pranašumas energijos regeneravimas. Regeneruota energija (30-40% nuo tiekiamo kiekio) gali būti naudojama tiekiamo į džiovinimo mašinas oro arba procesų vandens pašildymui.

Ekonomika

Taikant metodus reikia atsižvelgti į instaliavimo ir eksploatacijos kainas. Ypatingai reikia atkreipti dėmesį į įrangos priežiūros ir energijos kainą. Detali informacija pateikiama kitame ES BREF dokumente. Iš paminėtų technikų didžiausių investicijų ir eksploatacijos kaštų reikalauja oksidacinė technika.

Specifinė informacija apie elektrofiltraciją (šilumokaičių ir elektrostatinio nusėdinimo apjungimą) pateikiama tokia: *10 000 m³ per valandą pajėgumo įrangai reikalingos 70 000 Eurų investicijos, atsipirkimo laikas mažesnis už 3 metus.*

Metodo įdiegimo varomoji jėga

Reikalavimai išmetamo oro atitikimui aplinkosauginiams standartams ir kvapo išsiskyrimo į aplinką sumažinimas.

Įmonės, kuriose metodas taikomas

Metodas taikomas daugelyje įmonių. Dominuoja sistemos pagrįstos šilumokaičiais, dujų plautuvais ir elektrostatiniais nusėdintojais.

10. Nuotekų valymas vilnos plovimo įmonėse

Aprašymas

Emisijų, atsirandančių plaunant vilnos pluoštą, sumažinimui taikoma eilė technikų. Ne visi šie metodai gali būti laikomi Geriausiais Prieinamais Gamybos Būdais. Tačiau tikslinga aptarti aplinkosauginę naudą ir ekonominius aspektus žemiau pateikiamų metodų:

- A. valymas išoriniuose municipaliniuose dumblo valymo įrengimuose. Jis susideda iš nuotekų filtravimo, siekiant pašalinti dideles kietas daleles (>3 mm), vėsinimo (jeigu reikia) ir pH suregulavimo pagal nuotekų priėmimo reikalavimus ir padavimas į kolektorius.
- B. valymas integruotame teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo uždarame cikle prieš išleidžiant į municipalinius kolektorius. Priimame, kad įmonė įsirengia teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo uždara ciklą, kuris regeneruoja 25% riebalų ir pašalina 50% teršalų ir dar 10% riebalų iš nuotekų dumblo pavidale.
- C. valymas koaguliacijos/flokuliacijos būdu prieš išleidžiant į municipalinius kolektorius. Ši technika naudojama mažose įmonėse, kurios vietoje teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo uždarame cikle instaliuoja nuotekų valymą įmonės viduje koaguliacijos/flokuliacijos metodu. Išvalytos nuotekos išleidžiamos į kolektorius.
- D. valymas integruotoje teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo sistemoje po koaguliacijos/flokuliacijos metodo taikymo, prieš išleidžiant į municipalinius kolektorius (B+C).
- E. valymas išgarinant. Technika susideda iš nuotekų išgarinimo, kondensato regeneracijos, koncentratų ar dumblo likučių tvarkymo. Ne visos įmonės taikydamos išgarinimą naudoja kondensato regeneravimą. Kai kurios įmonės, taikydamos išgarinimą kartu su nuotekų regeneravimu, taiko ir biologinį valymą. Taikant biologinį valymą, yra galimybė suardyti junginius, turinčius kvapą.
- F. valymas integruotame teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo cikle apjungtas su išgarinimu (B+E).

G. biologinis valymas (apie metodo taikymą šiam tikslui nėra duomenų).

Pasiekiami emisijų lygiai

Aplinkosauginė aprašytų metodų nauda vertinama, remiantis šiomis prielaidomis:

- šiuurkščiai riebaluotai vilnai: 315 g/kg ChDS, 50 g/kg riebalų ir 150 g/kg teršalų,
- plonai riebaluotai vilnai: 566 g/kg ChDS, 130 g/kg riebalų ir 150 g/kg teršalų,
- nevalytose nuotekose 95% ChDS ir teršalai yra iš pluošto,
- nuotekų valymo įmonės pašalina 80% įeinančių nuotekų ChDS,
- teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo sistema regeneruoja 25% riebalų ir pašalina 50% teršalų. Daleidžiama, kad sekantys 10% teršalų pašalinama iš nuotekų kaip dumblas prieš išleidžiant į kolektorius. Plovimo linijose, kuriose įtaisytos teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo sistemos, vandens suvartojimas yra 6 l/kg neplautos vilnos, bet šis suvartojimas gali būti ir 2-4 l/kg,
- koaguliacijos/flokuliacijos metodas iš nuotekų pašalina 89% riebalų ir 86% suspenduotų kietų dalelių,
- kai nėra teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo sistemos, daleidžiama, kad nuotekų kiekis yra 13 l/kg riebios vilnos,
- išgarinimas visiškai nepašalina teršalų. Šiuose skaičiavimuose daleidžiama, kad garintuvas pašalina 99,3% riebalų ir 99,9% suspenduotų kietų dalelių. Bandymuose vienoje įmonėje nustatyta, kad ektoparasitidų pašalinimas buvo: OC_s – 96,5%, OP_s -71,5%, SP_s - 100%. Vanduo iš garintuvo gali būti regeneruojamas. Papildant regeneruotu vandeniu atvirinimo įrangos velenų plovimo tirpalus, likutinis ChDS (200-900 mg/l) ir suspenduotos kietos dalelės (20-40 mg/l) neturi neigiamos įtakos (netgi paskutinėje plovimo vonioje užteršimo lygis yra aukštesnis, negu regeneruoto vandens). Iš kitos pusės regeneracijai reikalingas papildomas valymo procesas, siekiant pašalinti amonį ir kvapius junginius, kad jie nebūtų pernešami atgal į atvirinimo įrangą. Vandens sutaupymai pasiekiami taikant regeneraciją žemiau pateiktose lentelėse yra neįtraukti.

Skaičiavimų rezultatai pateikti lentelėse 10.1 ir 10.2 yra atitinkamai šiuurkščios ir plonos vilnos plovimui.

Tiksli informacija apie nuotekų valymą biologinių procesų pagalba nepateikiama. Yra žinoma, kad Europoje kai kurios vilnos plovimo įmonės naudoja biologinius procesus kaip pagrindinius metodus nuotekų valymui. Biologinis plovimo nuotekų valymas ypatingai populiarus tarp Italijos vilnos plovimo įmonių. Viena vidutinio dydžio Italijos įmonė nuotekų valymui taiko anaerobinį-biologinį valymo metodą, flokuliaciją ir ilgai trunkantį aerobinį-biologinį valymą eiliškumo tvarka (bendra nuotekų valymo trukmė apie 7 dienos). Šios įmonės nuotekos, išleidžiamos į kolektorius, turi tik 650 mg/l ChDS. Kita Italijos įmonė taiko 3 dienų anaerobinį procesą, sekantį po koaguliacijos/flokuliacijos (FeCl₃) ir gauna nuotekas turinčias 1000-1200 mg/l ChDS, kurios išmetamos į kolektorius.

Keletas atokiai išsidėsčiusių Australijos įmonių nuotekų valymui taiko anaerobinį/aerobinį nusėdinimą, bet abejojama ar kokia nors Europos įmonė turėtų vietos šio proceso vykdymui, jau nekalbant apie šio metodo taikymo metu gaunamą nemalonų kvapą.

Eksploatacijos duomenys

Išgarintas koncentratas ar dumblas turi natūralių vilnos riebalų, taip pat teršalų ir kitų riebalų. Dumblas iš koaguliacijos/flokuliacijos proceso turi tik teršalų ir riebalų, kadangi natūralūs vilnos riebalai labai tirpūs ir jie neflokuliuojami. Esantys dumble po išgarinimo natūralūs vilnos riebalai

(kalio druskų pagrindu) veikia jo fizines savybes. Flokuluotas dumblas kasamas kastuvu ir priklausomai nuo vandens kiekio jame yra nuo konsistencijos panašios į drėgną žemę iki konsistencijos, primenančios pusiau skystą purvą. Tačiau išgarinimo kondensatas gali būti skystas prie santykinai aukštų temperatūrų ir kietas aplinkos temperatūroje. Atrodo, kad natūralios vilnos riebalų druskos yra tokios vyraujančiose išgarinimo įrenginyje temperatūrose. Dėl to garintuvo dumblo priežiūra ir disponavimas sudaro sunkumų.

Toks dumblas anksčiau būdavo pervežamas skystoje būklėje kaitinimo bake atliekų tvarkymo įmonėms, priimančioms karštus skysčius. Tačiau įdiegus atliekų užkasimo Direktyvą (1999/31/EC) nuo 2001 m. reikalaujama nutraukti skystų ir kitų probleminių atliekų užkasimą. Alternatyvos yra: deginimas, pervedimas į priimtina kietą formą prieš užkasimą (pvz., kompostuojant) ar naudoti kituose procesuose, tokiuose kaip plytų gamyba.

Lentelė 10.1

Nuotekų valymo technikos: aplinkosauginis efektas šiurkščios vilnos plovimui

Šiurkšti vilna vnt/tonai riebaluotos vilnos	Išleidimas į kolektorių	Purvo/riebalų pašalinimo sistema (1)	Flokuliacija (2)	Purvo/riebalų pašalinimo sistema + flokuliacija	Išgarinimas (3)	Purvo/riebalų pašalinimo sistema + išgarinimas
	A	B	C	D	E	F
Vandens sąnaudos, m ³	13	6 ¹	13	6 ¹	13	6
ChDS iš įmonės (kg)	299	203 ³	93 ⁴	81	3,2	2,7
ChDS į aplinką	60	41	19	16	0,6	0,5
Perduodamas dumblas ² :						
(1)		152		152		152
(2)			329	186		
(3)					378	212

Lentelėje pažymėtų skaičių paaiškinimai:

1 – galimo vandens sąnaudos 2-4 l/kg,

1 – svoris šlapiame būvyje (50% sauso svorio),

2 – pašalinus 35% riebalų ir 50% teršalų ChDS sumažėja nuo 315 kg/t įeinančios vilnos pluošto iki 203 kg/t nuotekose.

3 – pašalinus 89% riebalų ir 86% teršalų ChDS sumažėja nuo 315 kg/t įeinančios vilnos pluošto iki 93 kg/t nuotekose

Metodo ypatumai

Metodai, kuriais nuotekos valomos įmonės viduje ar municipaliniuose vandens valymo kolektoriuose, netaikant teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo sistemos, tik perstumia užteršimą organiniais teršalais iš vandeninės fazės į dumblą.

Išgarinimo procese naudojama mechaninė ir terminė energija, tačiau mechaninės energijos sunaudojama nedaug, o didžioji dalis terminės energijos yra regeneruojama gerai suprojektuotame išgarinimo įrenginyje

Taikymas

Išskyrus atvejį A (valymas išoriniame municipaliniame kolektoriuje), kuris gali rasti pritaikymą tik tuo atveju, jeigu, kai nuotekų išmetimas neigiamai aplinkosauginiu aspektu nepaveikia kolektorių, (t. y. mažos įmonės išleidžia nuotekas į didelę valymo įmonę), kiti metodai yra priimtini visoms vilnos pluošto plovimo įmonėms.

Lentelė 10.2

Nuotekų valymo technikos: aplinkosauginis efektas šiurkščios vilnos plovimui

Plona vilna, vnt/tonai riebaluotos vilnos	Išleidimas į kolektorių	Purvo/riebalų pašalinimo sistema (1)	Flokuliacija (2)	Purvo/riebalų pašalinimo sistema + flokuliacija	Išgarinimas (3)	Purvo/riebalų pašalinimo sistema + išgarinimas
	A	B	C	D	E	F
Vandens sąnaudos, m ³	12	6 ¹	12	6 ¹	12	6 ¹
ChDS iš įmonės (kg)	529	352	118	97,4	4,8	3,7
ChDS į aplinką	106	71	24	19,5	1,0	0,7
Perduodamas dumblas:						
(1)		167		167		167
(2)			464	287		
(3)					529	326

Ekonomika

Lentelės 10.3 ir 10.4 apibendrina informaciją iš mažos vilnos plovimo įmonės (3500 t/metus) bei vidutinės įmonės (15 000 t/metus), plaunančių šiurkščią vilną. Panašūs rezultatai gaunami ir plaunant ploną vilną, tačiau šioje vilnoje yra didesnis riebalų kiekis, o tai padidina išlaidas riebalų regeneravimui. Rezultatai gauti, remiantis kainomis, pateiktomis lentelėje 10.5.

Investicijos teršalų/riebalų regeneravimo sistemų, kurių eksploatavimo kaštai pateikti lentelėje, instaliavimui sudaro 412 500 Eurų mažoms įmonėms ir 825 000 Eurų vidutinėms įmonėms. Flokuliacijos įrangos kaina didesnėms įmonėms yra apie 275 000 Eurų ir mažai tikėtina, kad mažesnėms įmonėms ji būtų pigesnė.

Išgarinimo įrenginių kainos yra labai apytikslės: jeigu įmonės pajėgumas 21 000 m³ per metus, reikalingos investicijos būtų 1,2 mln Eurų, esant pajėgumui 60 000 m³ per metus, reikalingos investicijos būtų 2,4 mln Eurų, esant pajėgumui 90 000 m³ per metus, reikalingos investicijos būtų 3,0 mln Eurų, esant pajėgumui 120 000 m³ per metus, reikalingos investicijos būtų 3,6 mln Eurų

Mažoms įmonėms šiurkščios vilnos plovimo nuotekų teršalų/riebalų sistemos ir flokuliacijos įdiegimas ekonominiu požiūriu yra pranašesnis, nes yra mažesnės eksploatacijos kainos ir atsipirkimo laikas.

Išgarinimo sistemos aplinkosauginis pranašumas yra žymiai didesnis už flokuliacijos sistemos įdiegimo poveikį. Tačiau pradinės išgarinimo sistemos kainos yra žymiai aukštesnės ir atsipirkimo laikas nepasiekiamas per 4-5 metus.

Vidutinėms įmonėms išgarinimas yra šiek tiek pigesnis negu flokuliacija, skaičiuojant darbą 10 metų laikotarpiu ir turi didesnę aplinkosauginį pranašumą.

Teršalų pašalinimo ir riebalų regeneravimo sistema leidžia sumažinti eksploatacijos kainas dėl pelno gaunamo parduodant riebalus. Šis faktorius ženklesnis plaunant ploną vilną, nes joje yra didesnis geresnės kokybės riebalų kiekis. Ši sistema naudojama kartu su išgarinimu taip pat įgalina sumažinti dumblo tvarkymo kainas.

Lentelė 10.3

Metodų taikymo kaštai

Metodo taikymo įmonėje kaštai	Eurai
Vanduo	0,68/m ³
Šiluminė energija	0,51/m ³
Proceso chemikalai: - Detergentai - Soda	1400/t 268/t
Riebalai	380/t
Einamosios kainos, teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo sistema: - energija - darbas - priežiūra	0,56/m ³ 18000 /metus 450000 /metus
Einamosios kainos, flokuliacijos įranga: - chemikalai - energija - darbas - priežiūra	2,74/m ³ 0,28/m ³ 12000/metus 22500/metus
Einamosios kainos, išgarinimo įranga: - energija - darbas - priežiūra	1,82/m ³ 18000 /metus 650000 /metus
Dumblo (50% sauso svorio) tvarkymo kainos: - dumblas iš flokuliacijos ir teršalų pašalinimo/riebalų regeneravimo sistema - koncentratas iš išgarinimo	41/t 95/t

Duomenys pateikti Didžiosioje Britanijoje egzistuojančiomis kainomis.

Lentelė 10.4

Nuotekų valymo kaštai įmonėje, plaunančioje 3500 t šiurkščios vilnos per metus

	Nuotekų valymo technika					
	Išmetim. į kolektorių	Purvo šalinimo/riebalų regeneravimo sistema+flok.	Flokuliacija	Purvo šalinimo/riebalų regeneravimo sistema+flok.	išgarinimas	Purvo/riebalų sistema+išgar.
Kainos, eurai						
Pradinės investicijos	0	412500	250000	662500	1812500	1612500
Kasmetin. invest	0	41250	25000	66250	181250	161250
Einamosios kainos per metus	0	17304	166072	115224	139972	118524
Dumblo tvarkymo kainos per metus	0	21812	47305	48498	12845	92576
Nuotekų tvarkymo kainos per metus	694515	413775	181982	133450	28881	14900
Bendra metinė kaina	694515	494121	420359	363422	475948	384250
Kaina/tonai vilnos	198	141	120	104	136	111

Lentelė 10.5

Nuotekų valymo kaštai įmonėje plaunančioje 15000 t šiurkščios vilnos per metus

	Nuotekų valymo technika					
	Išmetim. į kolektorių	Purvo šalinimo/riebalų regeneravimo sistema+flok.	Flokuliacija	Purvo šalinimo/riebalų regeneravimo sistema+flok.	išgarinimas	Purvo/riebalų sistema+išgar.
Kainos, eurai						
Pradinės investicijos	0	825000	250000	1075000	3625000	3225000
Kasmetin. invest	0	82500	25000	107500	362500	322500
Einamosios kainos per metus	0	315615	166072	99915	204980	123415
Dumblo tvarkymo kainos per metus	0	102828	47305	279953	754418	567415
Nuotekų tvarkymo kainos per metus	4203305	2559983	181982	644386	92852	53648
Bendra metinė kaina	4203305	2429696	420359	931564	1414749	820148
Kaina/tonai vilnos	280	162	120	62	94	55

11. Vilnos plovimo dumblo užkasimas į žemės ūkio paskirties dirvą

Aprašymas

Daugelyje ES šalių yra įstatymai, reikalaujantys atlikti pirminį vilnos plovimo dumblo apdirbimą prieš jį užkasant į žemės ūkio paskirties dirvą. Šis apdirbimas gali būti kompostavimas, o taip pat jo alternatyva anaerobinis apdirbimas (regeneruojant išsiskiriantį metaną).

Pramoninėje gamyboje yra daug kompostavimo metodų. Tai kompostavimas:

- atvirame ore, vartant,
- atvirame ore, su priverstine aeracija,
- uždengtoje erdvėje, su priverstine aeracija,
- paprastame tunelyje, nevartant,
- kombinuotame tunelyje, vartant,
- uždaroje erdvėje, esant slėgiui,
- reaktoriaus sistemoje.

Uždaros kompostavimo sistemos turi pranašumų prieš kompostavimo atvirame ore sistemas, nes galima vykdyti proceso kontrolę, naudojant aukštesnes temperatūras ir didesnius kompostavimo greičius. Be to, geriau galima kontroliuoti kvapo ir dulkių išsiskyrimą.

Po kompostavimo, kompostas turi keletą savaičių bręsti. Šio proceso metu vyksta tolesni biocheminiai pasikeitimai, padidinantis komposto naudingumą.

Pagrindinė aplinkosauginė nauda

Nustatyta, kad kompostavimas padeda išlaikyti naudingą dirvos būklę. Anglis, išsiskyrusi kompostavimo procese, aerobiškai paverčiama į anglies dioksidą, o ne į metaną. Anglies dioksidas turi mažesnę įtaką aplinkai negu metanas.

Eksplotacijos duomenys

Vilnos plovimo dumblo kompostavimo tikslas: įmanomai daugiau suskaidyti dumblo komponentus, kurie būtų nepageidaujami dirvoje. Didžiąją dalį šių komponentų sudaro vilnos riebalai ir ektoparazitidų likučiai. Todėl komposte turėtų būti tikrinamas šių medžiagų kiekis.

Metodo ypatumai

Kompostavimo metu gali išsiskirti nemalonus kvapas, dulkės ir vandens tarša. Tačiau gerai sutvarkytose kompostavimo vietose šių trūkumų išvengiama. Komposto naudojimas dirvos kokybės pagerinimui gali padidinti jos taršą, jeigu dumble yra ektoparazitidų likučių.

Taikymas

Metodo taikymui įmonėje reikalingi papildomi plotai. Jeigu dumblas kompostuojamas ne įmonėje, gali iškilti problema dėl transportavimo kainų.

Šio metodo reikšmė gali padidėti įdiegus atliekų užkasimo Direktyvą (199/31/EC).

Ekonomika

Kompostavimas nėra brangi technika. Kapitalo ir eksploatavimo kainos uždaroje kompostavimo sistemoje pateiktos lentelėje 10.6.

Lentelė 10.6

Trijų tipų uždaru kompostavimo sistemų kompostavimo ir brandinimo laikas, kapitalo investicijos ir eksploatavimo kainos

Sistema	Kompostavimo laikas, dienos	Brandinimo laikas, dienos	Kapitalo kainos, Eurai/10000t/metus	Eksploatavimo kainos
Aptvaras	7-36	0-120	4 50-2250	9-75
Konteineris	10-20	30-100	450-1500	15-45
Tunelis	6-30	0-56	75-3000	9-45

12. Vilnos plovimo dumblo naudojimas plytų gamyboje

Plytų gamybos molyje turi būti tam tikras organinių medžiagų kiekis. Šių medžiagų oksidacija plytų degimo procese padidina plytų kokybę. Pats molis dažnai neturi pakankamai organinių medžiagų, todėl jų reikia pridėti papildomai. Vilnos plovimo dumblas yra puiki organinė medžiaga molio kokybės pagerinimui.

Pagrindinė aplinkosauginė nauda

Dumblas pakeičia kitas organines medžiagas, taip taupomi gamtos išteklių.

Eksplotacijos duomenys

Reikia patikrinti, ar plytų degimo metu neišsiskiria papildomos emisijos į orą.

Metodo ypatumai

Gali padidėti oro emisijos, nors tai mažai tikėtina. Jeigu dumblas transportuojamas dideliais atstumais, reikia atsižvelgti į transporto taršą.

Taikymas

Šio metodo įdiegimo pagrindinė problema susijusi su logistika. Kartais sunku suderinti vilnos dumblo susidarymo grafiką su plytų gamintojų reikalavimais.

Ekonomika

Manoma, kad ši technika yra pigesnė negu kompostavimas, užkasimas į dirvą ar deginimas.

PAPILDOMA MEDŽIAGA

P1. Kai kurie duomenys apie tekstilės įmonių nuotekų taršą, sąnaudas ir nuotekų valymo metodus

Lentelė P1

Nuotekų valymas Vokietijos tekstilės įmonėse (1999 m.)

Nuotekų valymo metodas	Tiesioginis išleidimas į paviršinius vandenis			Išleidimas į municipalinius valymo tinklus		
	Taip	Ne	Viso	Taip	Ne	Viso
Nusėdinimo bakai	12	2	14	55	58	13
Filtrai	6	8	14	29	84	113
Neutralizacija	5	9	14	51	62	113
Nusodinimas	2	12	14	12	101	113
Antrinis vandens panaudojimas gamyboje	3	11	14	10	103	113
Kiti valymo metodai			6			10
Iš kurių: biologinis valymas			2			5
Įmonės, kurios diegia nuotekų valymo priemones			8			36
Iš kurių: valymo metodus			2			18
Iš kurių: antrinio vandens panaudojimo metodus			2			12
Įmonės, kurios planuoja diegti nuotekų valymo priemones			12			38
Iš kurių: valymo metodus			9			19
Iš kurių: antrinio vandens panaudojimo metodus			1			10

Lentelė P2

Dažiklių, pagrindinių ir pagalbinių chemikalų sąnaudos įvairaus profilio ES tekstilės įmonėse (2003)

Įmonės rūšis	Dažikliai, g/kg	Tekstilės pagalbinės medžiagos, g/kg	Pagrindiniai chemikalai, g/kg
Įmonės, kurių pagrindinė produkcija taurinti medvilniniai verpalai	25	70	430
Įmonės, kurių pagrindinė produkcija taurinti poliesterio verpalai	18-36	80-130	95-125
Įmonės, atliekančios vilnos, poliakrilnitrilo ir/arba viskozės verpalų taurinimą	13-18	60-90	180-325
Įmonės, atliekančios medvilninio trikotažo taurinimą	18	100	570
Įmonės, atliekančios trikotažo iš cheminių pluoštų taurinimą	15-50	45-150	50-280
Įmonės, atliekančios audinių pagrinde iš celiuliozinių pluoštų taurinimą	11	183	200
Įmonės, atliekančios audinių pagrinde iš celiuliozinių pluoštų taurinimą su žymiu marginimo sektoriumi	88	180	807

Lentelė P3

Specifinės vandens sąnaudos įvairaus profilio Vokietijos tekstilės apdailos įmonėse

Įmonės rūšis	Įmonių kiekis	Min-max (l/kg)	Vidurkis (l/kg)	Vidutiniškai (l/kg)
Įmonės, atliekančios pagrindė flokinių medžiagų iš viskozės, PE, PAN, medvilnės apdailą	2	10-34	22	22
Įmonės, kurių pagrindinė produkcija taurinti medvilniniai verpalai	3	105-120	111	108
Įmonės, kurių pagrindinė produkcija taurinti poliesterio verpalai	4	65-148	101	96
Įmonės, atliekančios vilnos, poliakrilnitrilo ir/arba viskozės verpalų taurinimą	5	66-212	128	120
Įmonės, atliekančios medvilninio trikotažo taurinimą	17	21-216	92	79
Įmonės, atliekančios medvilninio trikotažo taurinimą su žymiu marginimo sektoriumi	12	0,4-42	9	2
Įmonės, atliekančios trikotažo iš cheminių pluoštų taurinimą	11	35-229	101	83
Įmonės, atliekančios vilnonio trikotažo taurinimą	1	63	63	63
Įmonės, atliekančios audinių pagrinde iš celiuliozinių pluoštų taurinimą	12	52-618	151	96
Įmonės, atliekančios audinių pagrinde iš celiuliozinių pluoštų taurinimą su žymiu marginimo sektoriumi	6	139-283	221	242
Įmonės, atliekančios vilnonių audinių taurinimą	2	141, 296	219	219
Įmonės, atliekančios poliakrilnitrilo audinių taurinimą	1	7	7	7
Įmonės, atliekančios kiliminės dangos taurinimą	2	15, 36	25	25

Lentelė P4

Tekstilės įmonių nuotekų charakteristikos (tyrimai Didžiojoje Britanijoje)

Parametras	Vilnos plovimas	Audinių /trikotažo taurinimas	Pluoštų/verpalų dažymas	Kilimų įmonės
pH	8-10	7-9	5-9	6-8
Temperatūra, °C	30-40	30-40	25-50	30-40
ChDS, mg/l	5-35 000	100-1000	800	1-4 000
BDS, mg/l	20-60 000	50-400	250	300-1200
Suspenduotos dalelės, mg/l	1-20 000	50-150	100	120-180

Lentelė P5
Vidutinė metalų koncentracija dažikliuose

Metalas	Išbandytų dažiklių skaičius ir vidutinis metalo kiekis rastas juose					
	Rūgštiniai	Katijoniniai	Tiesioginiai	Dispersiniai	Aktyvieji	Kubiniai
Arsenas	413 <1	137 <1	313 <1	177 <1	46 1,4	58 <1
Kadmis	417 <1	137 <1	313 <1	177 <1	46 <1	58 <1
Chromas	404 9	137 2,5	303 3	117 3	46 24	58 83
Kobaltas	300 3,2	135 <1	271 <1	154 <1	46 <1	58 <1
Varis	399 79	136 33	285 35	153 45	46 71	59 110
Švinas	408 37	135 6	315 23	161 37	46 52	58 6
Cinkas	421 <13	132 0,5	350 0,5	196 <1	46 0,5	94 1
Gyvsidabris	450 <1	122 32	311 8	166 3	46 4	59 4

Viršutinis skaičius reiškia išbandytų dažiklių skaičių, apatinis – metalo koncentraciją dažiklyje

Lentelė P6

Dažiklių klasės įtaka nuotekų spalvai

Eil nr.	Dažiklio klasė	Dažomas pluoštas	Dažymo metodas	ADMI spalvos indeksas
1	Kubiniai	Medvilnė	Periodinis verpalų pakuočių dažymas	1910
2	Metalo kompleksiniai 1:2	Poliamidas	Periodinis	370
3	Dispersiniai	Poliesteris	Atmosferinis, periodinis	315
4	Tiesioginiai	Medvilnė	Periodinis	525
5	Aktyviniai	Medvilnė	Periodinis	3890
6	Dispersiniai	Poliamido kilimai	Periodinis	100
7	Chrominiai	Vilna	Periodinis	3200
8	Katijoniniai	Poliakrilas	Periodinis	5600
9	Dispersiniai	Poliesteriniai kilimai	Periodinis aukštatemperatūrinis	215
10	Rūgštiniai	Poliamidas	Periodinis	4000
11	Tiesioginiai	Viskozė	Periodinis	12 00
13	Dispersiniai	Poliesteris	Periodinis aukštatemperatūrinis	1245
14	Sieriniai	Medvilnė	Nepertraukiamas	450
15	Aktyviniai	Medvilnė	Nepertraukiamas	1390
16	Kubiniai/dispersiniai	Medvilnė/poliesteris	Nepertraukiamas	365

Lentelė P7

HELCOM rekomendacijos tekstilės įmonių nuotekų išleidžiamų į paviršiaus vandenį sudėčiai

Rodiklis	2 val arba 24 val bandymai
Cheminis deguonies sunaudojimas (ChDS)	160 mg/l
Fosforas (bendrasis fosforas)	2 mg/l
Spalva ¹ (spektrinis adsorbcijos koeficientas prie 436 nm)	7 m ⁻¹
525 nm	5 m ⁻¹
620 nm)	3 m ⁻¹

¹Nustatoma pagal standarto EN 27887 2 dalį. Gali būti naudojamas ir kitas ekvivalentiškas metodas

Lentelė P8

HELCOM rekomendacijos tekstilės įmonių nuotekų sudėčiai į paviršiaus vandenį ir municipalinius nuotekų valymo įrenginius

Rodiklis	Rodiklio reikšmė
Aktyvusis chloras	1 mg/l
Adsorbuoti organiniai halogenidai	1 mg/l
Chromas VI (Cr VI)	0,2 mg/l
Chromas bendras (Cr)	0,7 mg/l
Varis (Cu)	0,5 mg/l
Cinkas (Zn)	2 mg/l

Lentelė P9

HELCOM rekomendacijos tekstilės įmonių oro taršos rodiklių reikšmėms

Taršos rodiklis	Jeigu masės srauto dydis kg/val	Koncentracija, mg/m ³
Chloras	>0,05	5
Lakūs organiniai junginiai	>3,0	150

HELCOM rekomendacijos 23/12 (2002) siekia mažinti vandens ir oro taršą pavojingomis medžiagomis.

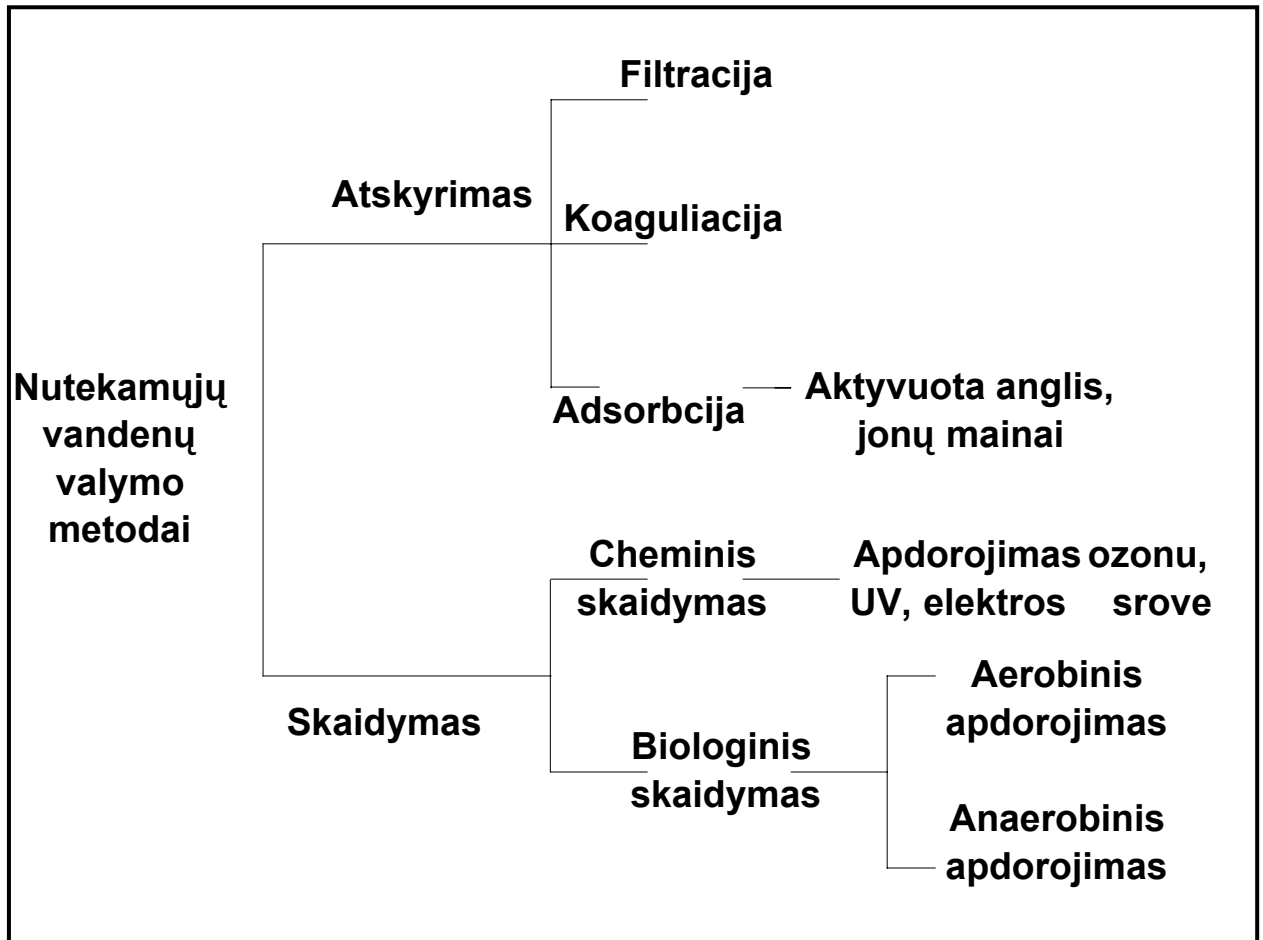
*Lentelė P10**Specifinės vandens sąnaudos ir tarša atskiruose taurinimo procesuose*

	Specifinės vandens sąnaudos, l/kg	ChDS, g/kg	Suspenduotos medžiagos, g/kg	Spalva
Svilinimas	1-2	11	11	
Šlichtavimas	1-2			
Nušlichtavimas	5-15	77-425	5-77	
Atvirinimas	4-25	21-27	5	
Merserizacija	6-17	3-14	5	
Balinimas	10-100	3	4	
Dažymas	9-330	4-123	1	
Marginimas	3-33	3-75	0,1-25	0,5-2,1
Plovimas po marginimo	29-505			0,0-0,5
Baigiamoji apdaila	13-134	12-120	12-30	

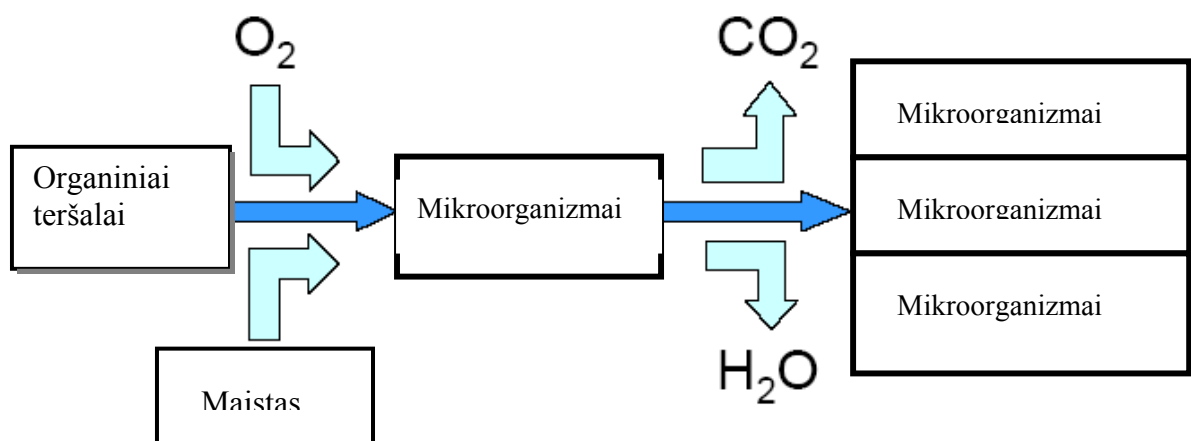
*Lentelė P11**Įvairių dažiklių fiksacijos laipsnis*

Dažiklis	Pluoštas	Fiksacijos laipsnis, %
Rūgštiniai	Vilna, nailonas	80-93
Katijoniniai	Poliakrilnitrilas	97-98
Tiesioginiai	Celiuliozė	70-95
Dispersiniai	Cheminiai pluoštai	80-92
Aktyvieji	Celiulioziniai pluoštai	50-85
Sieriniai	Celiulioziniai pluoštai	60-70
Kubiniai	Celiulioziniai pluoštai	80-95

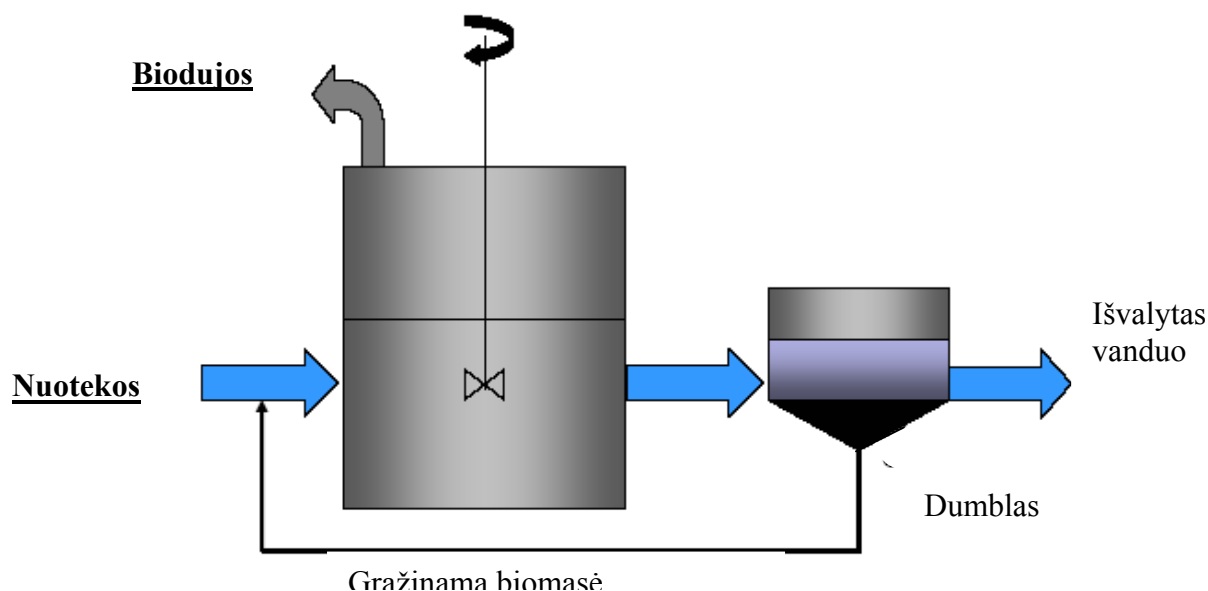
P2. Tekstilės įmonių nuotekų valymo metodai (santrauka)



Pav.P.1. Tekstilės įmonių nuotekų valymo metodai



Pav.P2. Aerobinio proceso principas (procesas vyksta esant pakankamai deguonies, taikomas plačiai, tačiau nuotekų spalvos nepašalina)



Pav. P3. Aerobinis reaktorius (procesas vyksta be deguonies, pagaminamas metanas, anglies dioksidas ir vanduo, reikia mažiau energijos, skaido dažiklius, tačiau skilimo produktai nuodingi, efektyviai veikia temperatūroje tarp 25 ir 37 °C

P.3. Nuotekų spalvos intensyvumo sumažinimas taikant įvairias technikas

Nuotekų spalva yra svarbus taršos rodiklis, kuris greičiausiai įvertinamas, nes aiškiai matomas vizualiai.

Eilėje šalių nustatytos ribos, kurių negalima viršyti išleidžiant dažiklius į nuotekas. Pvz., Austrijoje nuotekų spalva apibūdinama spektriniu adsorbcijos koeficientu, kuris negali viršyti *prie bangos ilgio 436 nm - 28m⁻¹, prie bangos ilgio 525 nm - 24m⁻¹ ir prie bangos ilgio 620 - nm 20m⁻¹*

Šiais parametrais nuotekų spalva vertinama ir Helcom rekomendacijose.

Leistinas spalvos stiprumas nuotekose (Anglijos pavyzdys):

$$Cd = \frac{[(Cs \times Ft) - (Cu \times Fu)]}{Fd}$$

Cs - Spalvos standartas atviruose vandens telkiniuose (abs cm⁻¹)

Cu - Natūrali vandens telkinio spalva virš nuotekų išmetimo vietos (abs cm⁻¹)

Fd - Nuotekų srauto dydis (Mdm³dieną⁻¹)

Ft - Bendras upės srauto dydis žemiau nuotekų išmetimo (Mdm³dieną⁻¹)

Fu - 95% upės srauto viršijimas virš nuotekų išmetimo vietos (Mdm³dieną⁻¹).

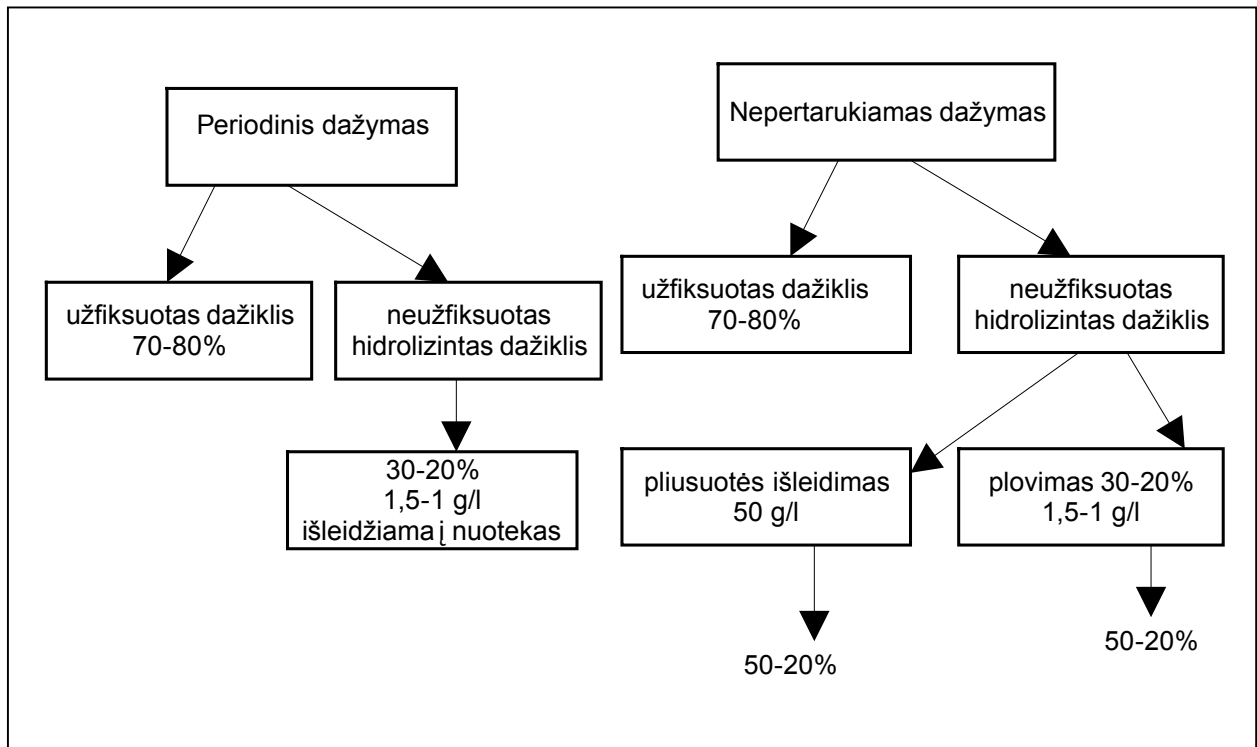
ADMI nuotekų spalvos matavimo sistema taikoma JAV yra pagrįsta filtruotų nuotekų šviesos pralaidumo matavimais.

Pav. P4 pateikta aktyviųjų dažiklių, kurie, kaip matosi iš P6 lentelėje pateiktų duomenų, yra vieni iš daugiausiai turinčių įtakos nuotekų spalvai, kiekiai nuotekose priklausomai nuo dažymo metodo. Kaip matosi iš pateiktų duomenų, periodinio dažymo metu į nuotekas patenka 20-30% neužfiksuotų dažiklių, o nepertraukiamo dažymo metu net iki 50%.

GPGB jau buvo aprašyta eilė metodų nuotekų spalvos pašalinimui, kurie taikomi ir kitų teršalų pašalinimui. Šiame skyriuje detaliau analizuojami su nuotekų spalva susiję problemų sprendimo būdai.

Nuotekų spalvos pašalinimui ar sumažinimui yra taikomi įvairūs metodai:

- nusodinimas ir flokuliacija metalo hidroksidais ar organiniais polimerais,
- reduktyvinis nuspalvinimas ir flokuliacija geležies druskomis kartu su kalkėmis,
- membraniniai procesai,
- adsorbicija aktyvuota anglimi,
- biologinis skaidymas aktyvuotu dumbliu,
- katodinis skaidymas
- elektrocheminis skaidymas,
- UV oksidacijos procesai.



Pav.P4. Aktyviųjų dažiklių, patenkančių į nuotekas kiekiai, dažant periodiniu ir nepertraukiamu metodais

Lentelėje P12 pateikiamas membraninės filtracijos, cheminio nusodinimo ir surišimo aktyvuota anglimi metodų palyginimas ekonominiu ir šalutinių faktorių įtakos valymo procesams aspektais.

Lentelė P12

Vandens valymo metodų spalvos pašalinimui palyginimas

Nuotekų charakteristikos	Membraninė filtracija	Cheminis nusodinimas	Aktyvuota anglis
Pradinė didelė dažiklių koncentracija	0	0	+
Aukšta druskos koncentracija	-	-	+
Detergentai ir kiti ChDS junginiai	-	-	0
Aukšta temperatūra	+	-	0
pH	(2)-7-9-(10)	(2)-8-10	2-10
Kainos (eksploatacinės)	>1 USD/m ³	>1 –2 USD/m ³	>10-15 USD/m ³

0 – stipriai neveikia, + - teigiamas poveikis, - - neigiamas poveikis

Kaip matome iš pateiktų duomenų, mažiausiai jautrus aplinkos sąlygoms yra spalvos pašalinimas aktyvuota anglimi, tačiau tai brangus metodas.

Kadangi apdailos įmonių nuotekos turi daug įvairių medžiagų, kurios greitai užteršia membranas ar prisotina aktyvuotą anglį, šių metodų naudojimas irgi yra ribotas.

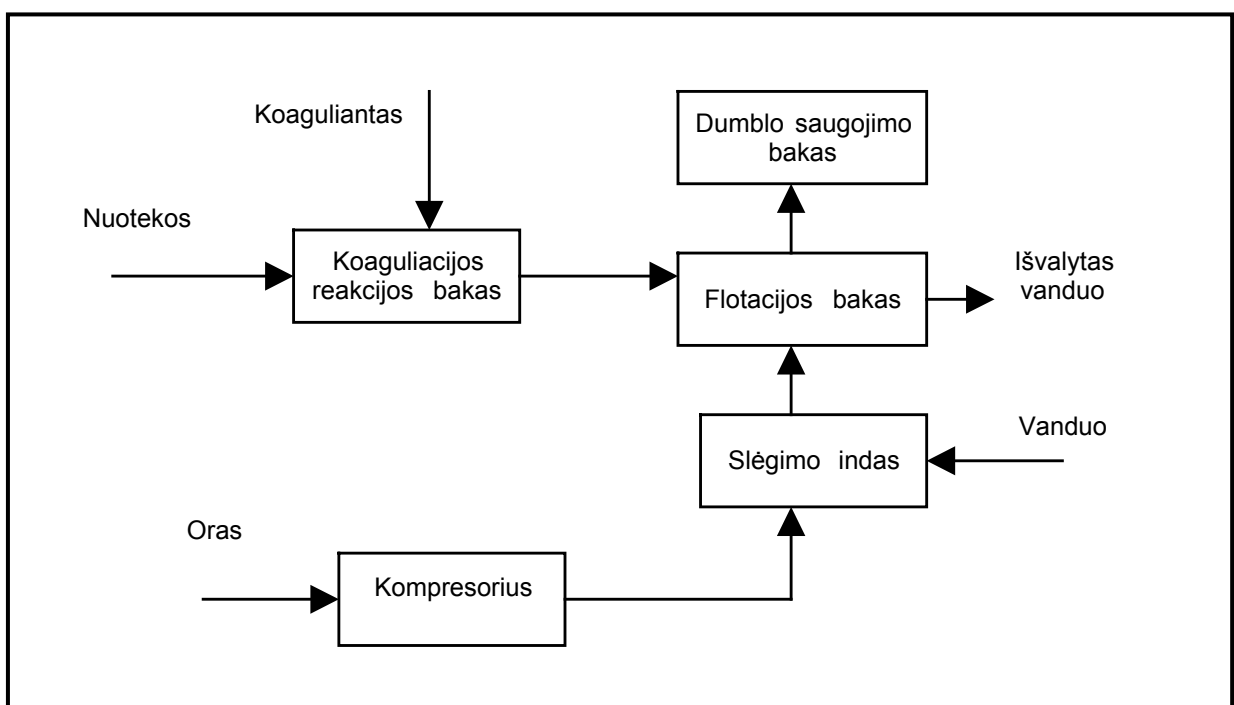
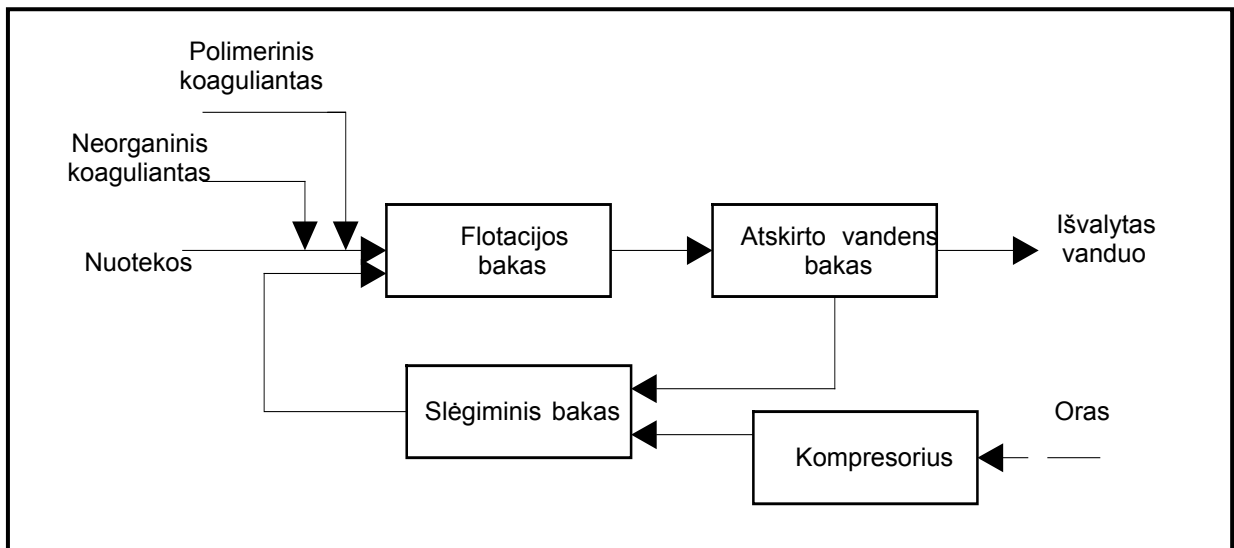
Biologinio skaidymo metodas taip pat ne visada gali būti taikomas, nes kai kurie dažikliai yra neskaidūs.

Katodinis, elektrocheminis ir UV oksidacinis spalvos pašalinimo metodai yra nauji ir dar tobulinami procesai.

Literatūros duomenys rodo, kad **plačiausiai nuotekų nuspalvinimui taikomi procesai pagrįsti flokuliacija**. Kai reikia, jie gali būti taikomi kartu su kitais metodais.

Flokuliacijos įranga gali būti įvairi, tačiau į ją būtinai įeina didelis bakas nuotekų sumaišymui ir bent vienas atskyrimo bakas (pav. P5). Sumaišymo bako naudojimas leidžia palaikyti panašią nuotekų sudėtį, kas palengvina valymą. Tačiau sumaišymo galima netaikyti, jeigu valomos tik koncentruotos atskirų srautų nuotekos.

Flokuliantų atskyrimui bakas turi būti pakankamai didelis, nes procesas užima tam tikrą laiką. Bako tūris priklauso nuo vandens kiekio ir nuo naudojamo flokulianto. Atskyrimas vykdomas nusėdinimo ar flotacijos būdu. Nusėdinimo metu flokuliantai nusėda ant bako dugno ir laikas nuo laiko yra pašalinami. Flotacijos procesas vykdomas įleidžiant į baką oro, kuris iškelia flokuliantus į paviršių ir jie yra pašalinami.



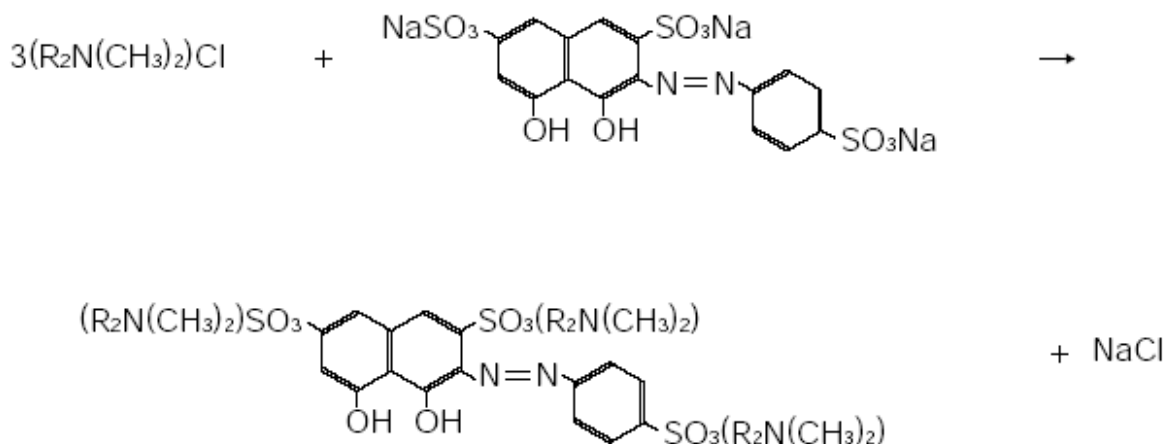
Pav. P5. Vandens valymo flokuliacijos ir koaguliacijos metodais schemas

Atskirtas dumblas yra supresuojamas filtriniame prese vandens pašalinimui, nes dumblo perdavimo kainos priklauso nuo jo svorio.

Proceso vykdymui naudojami flokuliantai arba koaguliantai.

Koaguliantai formuoja nuosėdas, sorbuojančias pašalinamas medžiagas (Pav. P6.).

Koaguliantų pavyzdžiai yra geležies ir aliuminio druskos, kurios įvedamos chloridų ar sulfatų pavidale ir nusėda kaip hidroksidai šarminėje terpėje. Pavieniai ar disperguoti teršalai nusėda ant didelį tūrį turinčių nusodintojų.



Pav. P6. Dažiklių koaguliacijos reakcija, taikant dažiklius sorbuojančius agentus (katijoninius)

Flokuliantai yra vandenyje tirpūs polimerai, kurie negali būti nusodinti. Tik kartu su kitomis medžiagomis, esančiomis nuotekose, jie sąlygoja nusodinimo procesą. Jų veikimo metodas yra nuosėdų suformavimas su pritrauktomis medžiagomis arba smulkių dalelių jungimas į didesnes. Priklausomai nuo aplinkybių, naudojami įvairių krūvių polimerai.

Geriausias dažytų nuotekų nuspalvinimo metodas – flokuliacija katijoniniais polimerais. Su neigiamai įkrauta dažiklio molekule, jie sudaro didelės apimties nuosėdas, kurios gali būti atskirtos filtracijos ar nusėdinimo būdu. Reikalingą stiprų ryšį tarp polimero ir dažiklio užtikrina ne tik elektrostatiniai krūviai, bet taip pat Van der Valso jėgos, kurias sąlygoja heterociklinė polimero struktūra ir dažiklio molekulių pi-elektronų sistema.

Geras flokuliantas turi ne tik panaikinti nuotekų spalvą naudojamas ekonomiškoms koncentracijomis, bet taip pat turi užtikrinti nuspalvinimą plačiame koncentracijų diapazone.

Flokuliantai veikia tik anijoninius dažiklius, o taip pat sumažina nuotekų BDS, ChDS, adsorbuotus organinius halogenidus. Jie neveikia katijoninių, dispersinių dažiklių ir pigmentų.

Aktyviųjų dažiklių nusodinimui tinkami flokuliantai/koaguliantai pateikti P13 lentelėje. Kiti šiam tikslui naudojamų flokuliantų pavyzdžiai: CHT-Flocculant CV, CHT-Flocculant CFS, Ciba® ZETAG, Ciba® MAGNAFLOC®.

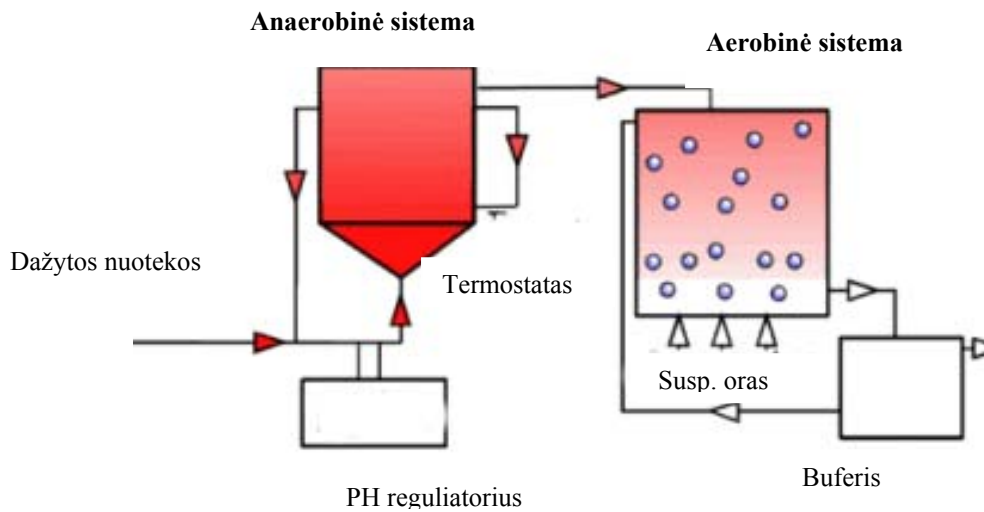
Kai kuriais atvejais dažiklio ir katijoninio flokulianto suformuotos nuosėdos yra smulkios ir todėl negali būti pašalinamos greitai ir visiškai. Tada naudojami specialių polimerų priedai nusėdintų dalelių padidimui. Šie polimerai įvedami tuoj pat po katijoninio polimero įvedimo nusėdinimo bako įėjime. Vienas iš tokių junginių yra CHT-Flocculant ACL.

Dažiklių skaidymas kombinuotu aerobiniu ir anerobiniu būdais (Pav. P7)

Šis metodas taikomas labai užterštų dažikliais nuotekų valymui. Jį taikant galima pasiekti:

- Nuotekų spalvos sumažėjimo koncentruotuose tirpaluose > 99 % , o organinių teršalų > 97 %
- Didelio ChDS, BDS ir AOH rodiklių sumažėjimo,

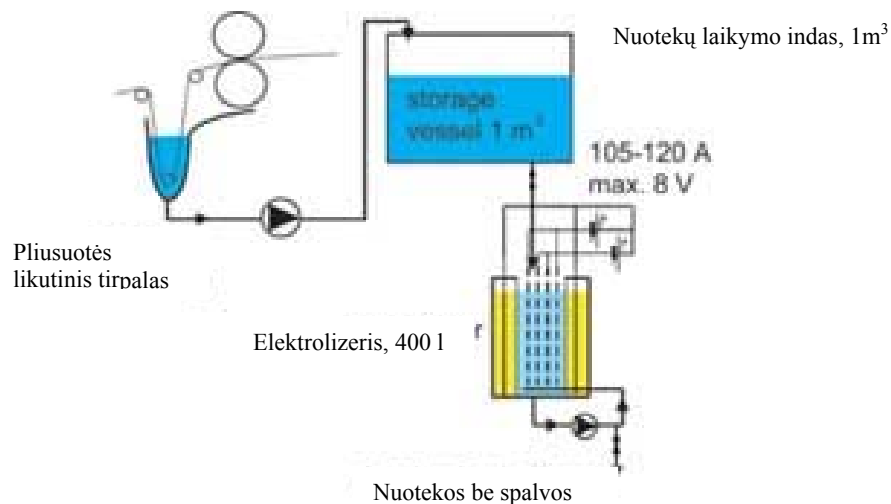
- Dumbo kiekio minimizacijos.



Pav. P7. Aerobinio- anaerobinio spalvos pašalinimo metodo schema

Katodinis koncentruotų aktyviųjų dažiklių nuotekų nuspalvinimas

Katodinis nuotekų nuspalvinimas – naujas, neseniai praktikoje realizuotas metodas (DyStar) taikomas labai koncentruotoms nuotekoms valyti, pvz., nepertraukiamo dažymo plusuočių išleidžiamiems tirpalams. Tokie tirpalai surenkami į saugojimo baką (1000 l talpos vidutinio dydžio įmonei), iš kurio porcijomis paduodama į elektrolizės įrenginį.



Pav.P6. Katodinio nuotekų nuspalvinimo schema

Metodo pranašumai: mažos energijos sąnaudos, aukštas nuspalvinimo laipsnis, nereikia pridėti papildomų chemikalų, nesusidaro šalutinių produktų, paprasta eksploatacija ir priežiūra.

Metodo trūkumai: netinka praskiestiems dažiklių tirpalams, reikalinga atskirai surinkti labiau uždažytas nuotekas.

Lentelė P13

Aktyviųjų dažiklių hidrolizatams nusodinti tinkami koagulantai/flokuliantai

Prekinis pavadinimas	Nusėdintojas	Gamintojas	Efektas
Geležies chloridas	Metalo druska	Kemira, Švedija	Nusodinimas
Aliuminio sulfatas	Metalo druska	Kemira, Švedija	Nusodinimas
Geležies sulfatas/heptahidratas/kalkės	Metalo druska	E. Merck, Vokietija	Reduktyvinis skaidymas/nusodinimas
Magnafloc 1597	Katijoninis organinis polimeras	Allied Colloids, Anglija	Anijonų koaguliacija
Superfloc C 577	Katijoninis organinis polimeras	Cyanamid, JAV	Anijonų koaguliacija
Magnafloc 1597	Katijoninis organinis polimeras	Allied Colloids, Anglija	Anijonų koaguliacija
Levafloc R	Katijoninis organinis polimeras	Bayer, Vokietija	Anijonų koaguliacija
Colfloc RD	Katijoninis organinis polimeras	Ciba-Geygy, AG Šveicarija	Anijonų koaguliacija
Plex 3026 L	Katijoninis organinis polimeras	Rohm, Vokietija	Anijonų koaguliacija
Rohafloc KF 945	Katijoninis organinis polimeras	Rohm, Vokietija	Anijonų koaguliacija
Rohafloc KL 915	Katijoninis organinis polimeras	Rohm, Vokietija	Anijonų koaguliacija
Praestol 185 K	Katijoninis organinis polimeras	Stockhausen, Vokietija	Anijonų koaguliacija
Polysinth PAC 200		HWT, Vokietija	Anijonų koaguliacija
Polysinth PAC 2000		HWT, Vokietija	Anijonų koaguliacija
M 36		Kemira, Švedija	Anijonų koaguliacija
M 142		Kemira, Švedija	Anijonų koaguliacija
PAX XL 1		Kemira, Švedija	Anijonų koaguliacija
UPAX 6		Kemira, Švedija	Anijonų koaguliacija
UPAX 10		Kemira, Švedija	Anijonų koaguliacija
UPAX 12		Kemira, Švedija	Anijonų koaguliacija