

(19)



(10) **LT 5496 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **5496** (51) Int. Cl. (2006): **C02F 3/00**
C02F 3/28
(21) Paraiškos numeris: **2007 003** **C02F 3/30**
C02F 3/32
(22) Paraiškos padavimo data: **2007 01 18** **C02F 3/34**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2008 02 25**
(45) Patent paskelbimo data: **2008 04 25**
(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
(30) Prioritetas: —
(72) Išradėjas:
Rapolas LIUŽINAS, LT
Karolis JANKEVIČIUS, LT
Vytautas BERNADIŠIUS, LT
Regimantas JAKUBĖNAS, LT
(73) Patent savininkas:
Viešoji įstaiga „Grunto valymo technologijos“, Antakalnio g. 42, LT-10304 Vilnius, LT
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Genė Ona SRUOGIENĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Augalinio nuotekų valymo įrenginys ir jo panaudojimo būdas
(57) Referatas:

Išradimas priklauso biotechnologijos ir aplinkos apsaugos sritims ir gali būti panaudotas mažų gyvenviečių (iki 2000 gyventojų) nuotekoms arba kitos kilmės, pavyzdžiui, maisto pramonės įmonių, verslo įmonių, nuotekoms valyti. Augalinio nuotekų valymo įrenginys apima pirminį nuotekų valymo rezervuarą, kuriame nuotekos apvalomos mechanškai, vamzdžiu sujungtą su antrinio arba augalinio valymo rezervuaru, turinčiu stambiagrūdę filtruojančią įkrovą, suformuotą iš trijų sluoksnių, kurioje sluoksnius sudarančių elementų dydis kylant nuo apatinio sluoksnio į viršų mažėja, ir virš kurio įveisiami irauginami induočiai vandens augalai, nuotekų valymo įrenginio antrame rezervuare virš filtruojančios įkrovos suformuotas sėsdintų nuotekų ir inokulianto sluoksnis, jame panardinti ir įtvirtinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai, sujungti jungiančiais elementais, o ant minėtų darinių ir juos jungiančių elementų, esančių nuotekų paviršiniame

sluoksnyje pritvirtinti ir įveisti augalinio nuotekų valymo filtrai - induočiai vandens augalai, bei ant viso šių darinių paviršiaus papildomai suformuota biologinė plėvelė, antras rezervuaras sujungtas su trečio augalinio valymo rezervuaru, kuriame kaip antras ir visiško nuotekų išvalymo augalinis filtras patalpinti hidatofito tipo nuotekose visai panirę ir jose laisvai plūduriuojantys vandens augalai.

Išradimas priklauso biotechnologijos ir aplinkos apsaugos sritims ir gali būti panaudotas mažų gyvenviečių (iki 2000 gyventojų) nuotekoms arba kitos kilmės, pavyzdžiui, maisto pramonės įmonių, verslo įmonių, nuotekoms valyti, jei teršalų kiekis nuotekose yra iki 2000 GE (1GE – gyventojų ekvivalentas, tai organinė biologiškai skaidoma apkrova, kuriai oksiduoti deguonies poreikis BDS₅ yra 60 g per parą).

Lietuvai, kaip ir kitoms Europos Sąjungos (ES) narėms, būtina derintis prie reikalavimų ir nuostatų apie nuotekų tvarkymą (Europos Tarybos direktyva 91/271/EEC Dėl miestų nuotekų valymo) bei vandens valdymą (Bendroji vandenų politikos direktyva 2000/60/EEC – Framework for Community Action in the Field of Water Policy) ir vadovautis LR Seimo, Vyriausybės, Aplinkos ministerijos priimtais įstatymais, nutarimais, įsakymais, patvirtintais teisės dokumentais.

Specialistams žinomos Lietuvoje naudojamos intensyvios valymo technologijos naudojant aerotankus, aerokanalus, biofiltrus, biodiskus, aeruojamuosius tvenkinius, o taip pat ir ekstensyvūs valymo būdai, kai nuotekų valymas vyksta lėtai.

Intensyvaus nuotekų valymo trūkumas yra tas, kad jam reikalinga sudėtinga technologinė įranga, apimanti kompresorius, siurblius, grandiklius, erliftus, kuriai funkcionuoti naudojama daug elektros energijos. Be to, įrangai valdyti būtini kvalifikuoti specialistai.

Ekstensyvūs valymo įrenginiai yra paprastesni. Juose nėra sudėtingos techninės įrangos, nenaudojama arba mažai naudojama elektros energija, taip pat nesudėtinga įrenginių priežiūra. Europoje, o ir visame pasaulyje, valant mažų ir vidutinio dydžio gyvenviečių nuotekas, vis didesnis dėmesys yra skiriamas ekstensyvaus valymo technologijoms, nes jos leidžia taupyti elektros energiją, bet kartu šio būdo trūkumas tas, kad įrenginiams reikalingi nemaži žemės plotai.

Žinomi buitinių nuotekų valymo įrenginiai, kuriuose atliekamas buitinių nuotekų valymas keliais etapais. Juose pirminis valymas atliekamas septikuose. Septikas – tai gelžbetoninis ar

stikloplasto gaminys, sudarytas paprastai iš 1-3 sekcijų. Nuotekos per jas prateka lėtai, o jose esančios suspenduotos dalelės per tą laiką nusėda. Nuotekose esantys mikroorganizmai nenutrūksta, ardo tiek likusias suspenduotas, tiek nusėdusias organinių medžiagų daleles – septikų dumblą. Dumblo septikuose susikaupia tiek, kad jis siurbiamas 1-2 kartus per metus. Nuotekos septike apvalomos negalutinai. Toliau jos valomos įvairaus tipo įrenginiuose, tarp jų ir augalinio nuotekų valymo įrenginiuose. Nuotekos savitaka patekusios į augalinio nuotekų valymo įrenginio žvyro bei skaldos ir smėlio sluoksnį mikroorganizmų toliau skaidomos. Čia mažai ar net visai nėra deguonies ir nuotekų monomerų (mono- ir oligosacharidų, aminorūgščių, peptidų, riebiųjų rūgščių, glicerolio, paprastųjų aromatinių junginių) skaidymą vykdo anaerobiniai mikroorganizmai, tokie kaip *Beggiatoa*, *Flexibacter*, *Leptothrix*, *Cytophaga*, *Polyangium*, *Desulphovibrio*, *Staphylococcus*, *Methanococcus*, *Methanobacterium* ir kt. Šiame anaerobinio skaidymo (rūgimo) procese pasigamina propionatas, butiratas, piruvatas, laktatas, etanolis, propanolis, sukcinatas. Iš jų – formiatas, acetatas, metanolis, anglies dioksidas, vandenilis, o iš pastarųjų – metanas. Vykstant sulfatredukcijai pasigamina sieros vandenilis.

Žinomas ekstensyvaus – mažos nuotekų valyklos įrenginys, kurį sudaro lygiagrečiai išdėstyti negilių kanalų sistema, kurioje pirminėje nuotekų apvalymo fazėje naudojama sumedėjusių augalų rizosfera, o tolesnėje fazėje augaliniu filtru naudojamos kelios augalų rūšys: *Alisma plantago* (gyslotinis dumbliailaiškis), *Phragmites communis* arba *Phr. australis* (paprastoji nendrė), *Scirpus lacustris* arba *Schoenoplectus lacustris* (ežerinis meldas), *Juncus effusus* (kėstasis vikšris), aprašytas FR patente Nr. 2 213 910.

Taip pat žinomas augalinis nuotekų valymo įrenginys (DE patentas Nr. 39 41 211 A1), kurį sudaro rezervuaras, užpildytas žvyro bei skaldos ir smėlio sluoksniais ir kuriame auginamas *Scirpus lacustris* (ežerinis meldas) ir *Phragmites australis* (paprastoji nendrė). Dalinai rezervuare apvalytos nuotekos nukreipiamos į augalinio valymo tvenkinį ir iš jo papildomam valymui siurbliais yra pumpuojamos į pirminį rezervuarą - augalinį filtrą.

Taip pat žinomas įrenginys, kurį sudaro lygiagrečiai išdėstytos talpos, kuriose patalpintuose substratuose auginami nuotekų valymui naudojami šakniastiebiniai augalai (FR patentas Nr. 2 858 610) o taip pat įrenginys, kuriame nuotekų filtravimui naudojamas smėlio filtras, kur į minėtą smėlio filtrą pasodintos *Phragmites australis* (paprastosios nendrės) (LT patentas Nr. 4786).

Aukščiau paminėtų ir kitų žinomų mažų augalinio nuotekų valymo įrenginių sprendimų trūkumas yra tas, kad juose naudojami kaip augalinio valymo filtrai šakniastiebiniai augalai yra sodinami į įrenginio substratą, sudarytą iš smėlio arba stambaus smėlio bei smulkaus žvyro. Tokioje terpėje pasodinti šakniastiebiniai vandens augalai skursta. Jų filtracinės bei sorbcinės galios yra prislopintos, kadangi žvyro-skaldos ir smėlio substrate vyksta anaerobiniai procesai, jame pasigamina metanas bei sieros vandenilis, todėl į tokią terpę pasodinti čia aptarti šakniastiebiniai vandens augalai nepajėgūs duoti siekiamo naudingo efekto.

Artimiausias siūlomam techniniam sprendimui tiek techniniu požiūriu, tiek ir pagal normatyvinius reikalavimus bei gaunamus rezultatus yra autoriaus Billy C.Wolverton sprendimas, pateiktas patente US Nr. 4 415 450 (C02F 3/28, C02F 3/30, C02F 3/32). Pagal šį sprendimą sėsdintos nuotekos, po išankstinio jų apvalymo anaerobinėmis sąlygomis, tiekiamos į augalinį filtrą. Filtrą sudaro rezervuaras, užpildytas substratu, sudarytu iš trijų sluoksnių, kurio viršutinį sluoksnį sudaro žvyro arba viniplastiko dalelės, tarpinį sluoksnį sudaro žvirgždas, kurio dalelės yra stambesnės nei viršutiniojo sluoksnio dalelių dydis, o talpos pagrindas užpildytas stambiais uolienos gabalais. Substratas užsodintas vandens augalais, tokiais kaip *Phragmites communis* (paprastoji nendrė), *Juncus effusus* (kėstasis vikšris) bei *Typha latifolia* (plačialapis švendras). Substrate nuotekų organinės medžiagos skaidomos, kaip jau aptarta, anaerobiniu ir tik dalinai aerobiniu būdu.

Šio techninio sprendimo trūkumas yra tas, kad tokiomis sąlygomis augalų augimas nėra normalus. Jų dalyvavimas kaip deguonies tiekėjo nuotekų apvalymo procese yra ribotas. Kaip žinoma, vandens augalai yra skirstomi į hidrofitus ir hidatofitus. Pirmųjų tik apatinė stiebo dalis yra vandenyje. Tokie yra visi mūsų aptartuose sprendimuose nurodyti augalai, tarp jų ir aukščiau aprašytame US Nr. 4 415 450 patento aprašyme. Hidrofitų apmirusios šakniastiebių bei šaknų dalys lieka įrenginio substrate ir tampa papildomu taršos šaltiniu.

Išradimo uždavinys - sukurti nesudėtingą augalinio nuotekų valymo įrenginį, skirtą nedideliems valomų nuotekų kiekiams valyti, nereikalaujantį papildomų elektros energijos sąnaudų bei aukštos kvalifikacijos specialistų priežiūros, užtikrinti įrenginio eksploatacijos paprastumą, jo techninį patikimumą ir valymo procesų technologinį stabilumą, pagreitinti nuotekų valymą bei padidinti nuotekų išvalymo kokybę ir efektyvumą.

Uždavinys išsprendžiamas tuo, kad augalinio nuotekų valymo įrenginio antrame rezervuare virš filtruojančios įkrovos sėdintų nuotekų sluoksnis papildomas inokuliatu, o jo aukštis formuojamas toks, kad jame būtų galima panardinti ir įtvirtinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos darinius, ant kurių įveisiami augalinio filtro funkcijas atliekantys induočiai vandens augalai bei susiformuoja biologinė plėvelė. Antras nuotekų valymo rezervuaras vamzdžiu sujungtas su trečiu rezervuaru, kuriame atliekamas pilnas nuotekų valymas kaip augalinį filtrą naudojant hidatofitus, kurie yra nuotekose visai panirę ir jose laisvai plūduriuojantys augalai, kurie neturi šaknų ir pasižymi didele mineralinių junginių sorbcine geba, kadangi šių junginių siurbimą atlieka augalo stiebai ir lapai, t. y. visas augalo paviršius.

Augalinio nuotekų valymo įrenginys, apimantis pirminį nuotekų valymo rezervuarą, kuriame nuotekos apvalomos mechaniškai, vamzdžiu sujungtą su antrinio arba augalinio valymo rezervuaru, turinčiu stambiagrūdę filtruojančią įkrovą, suformuotą iš trijų sluoksnių, kurioje sluoksnius sudarančių elementų dydis kylant nuo apatiniojo sluoksnio į viršų mažėja, ir virš kurio įveisiami ir auginami induočiai vandens augalai, o nuotekų valymo įrenginio antrame rezervuare virš filtruojančios įkrovos suformuotas sėdintų nuotekų ir inokulianto sluoksnis, jame panardinti ir įtvirtinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai, ant minėtų darinių ir juos jungiančių elementų, esančių nuotekų paviršiniame sluoksnyje pritvirtinti ir įveisti augalinio nuotekų valymo filtrai - induočiai vandens augalai, bei ant viso šių darinių paviršiaus papildomai suformuota biologinė plėvelė, antras rezervuaras sujungtas su tretinio augalinio valymo rezervuaru, kuriame kaip antras ir visiško nuotekų išvalymo augalinis filtras patalpinti hidatofito tipo nuotekose visai panirę ir jose laisvai plūduriuojantys vandens augalai.

Gera yra tai, kad tokiame augalinio nuotekų valymo įrenginyje pirminiame nuotekų valymo rezervuare, kuriame, naudojant grotas, smėliagaudes arba septikus nuotekos apvalomos mechaniškai ir į jį patekusių nuotekų teršalų dalis nusėda į dugną. Toliau nuotekos vamzdžiu nukreipiamos į antrinio arba augalinio valymo antro rezervuaro apatinę dalį. Šiame rezervuare valymui panaudojami organinės medžiagos (teršalus) skaidantys mikroorganizmai, esantys gamtinėje aplinkoje. Čia mikroorganizmams sudaromos palankios mitybos ir dauginimosi sąlygos. Šiam reikalui augalinio valymo rezervuare įrengiami ekstensyvaus valymo, kuriuos sudaro stambiagrūdė filtruojanti įkrova, suformuota iš trijų sluoksnių: apatinis sluoksnis

formuojamas iš stambesnės akmenų skaldos, vidurinis sluoksnis iš stambaus žvyro, o viršutinis – iš rupaus smėlio taip, kad šiame rezervuare suformuotos įkrovos laidumas būtų nuo $1 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$ (86 m/p) iki $3 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$ (259 m/p). Įkrova atlieka dvi funkcijas: pratekant nuotekoms iš apatiniosios dalies ir kylant aukštyn ant įkrovos dalelių nusėda mikroorganizmai ir sudaro biologinę plėvelę. Pagal išradimą augalinio nuotekų antroje valymo įrenginio talpoje virš filtruojančio substrato viršutiniojo smėlio sluoksnio paviršiaus sėdintų nuotekų sluoksnio lygis pakeliamas ir jame patalpinami pagaminti iš stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai, ant kurių susiformuoja biologinė plėvelė, skirta planktoninių organizmų biocenozei susidaryti, o kartu ant šių darinių įveisiami augalinio filtro funkcijas atliekantys vandens augalai. Trečiame rezervuare atliekamas pilnas nuotekų valymas kaip augalinį filtrą naudojant nuotekose visai panirusį ir jose laisvai plūduriuojantį augalą, kuris neturi šaknų ir pasižymintį didele mineralinių junginių sorbcine geba, kadangi minėtų mineralinių junginių siurbimą atlieka augalo stiebai ir lapai, t. y. visas augalo paviršius.

Antrame nuotekų valymo įrenginio rezervuare sėdintų nuotekų ir inokuliuoto sluoksnyje patalpinti minėti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos stikloplasto dariniai, yra įtvirtinti viršutiniajame filtruojančios įkrovos sluoksnyje, kur minėto sluoksnio aukštis virš filtruojančios įkrovos yra maždaug 55-60 cm.

Gera yra tai, kad tokiame sluoksnyje ant minėto darinio įveisiamas augalinis filtrą naudojant induočius vandens augalus *Acorus calamus* (balinį ajerą), jis gali augti ir atlikti nuotekų valymo funkcijas savo šaknis neįleidamas į filtruojančią įkrovą. Be to, ant minėto darinio elementų formuojasi papildomas bioplėvelės sluoksnis.

Trečiame augalinio valymo rezervuare galutiniam nuotekų išvalymui augaliniu filtru naudoja *Ceratophyllum demersum* (paprastoji nertis) augalus.

Gera yra tai, kad *Ceratophyllum demersum* (paprastoji nertis) augalai yra hidatofitų šeimos augalai, kuriems didesnioji dalis arba net visas augalas būna paniręs vandenyje (ar nuotekose). Augalinio valymo įrenginyje tokie augalai kur kas geriau tinka, nes hidatofitai arba pereinamojo tipo augalai fotosintezės eigoje gamina ir išskiria į nuotekas deguonį, kuris reikalingas aerobinių mikroorganizmų vykdomai organinių medžiagų destrukcijai. Juos lengva išimti iš valymo įrenginio ir pakeisti naujais sodmenimis.

Augalinio nuotekų valymo būdas, apimantis mechaninį nuotekų nusodinimą pirmame nuotekų valymo įrenginio rezervuare, nuotekų tiekimą į antrąjį augalinio valymo rezervuarą, turintį stambiagrūdę filtruojančią įkrovą, suformuotą kaip trijų sluoksnių substrato filtrą, biologinės plėvelės jame įveisimą ir formavimą, kur iš pirmo rezervuaro į antrą nuotekas vamzdžiu paduoda į jo apatinąją sritį, jas praleidžia kylančiai aukštyn per minėtos stambiagrūdės filtruojančios įkrovos sluoksnius, pro filtrą praleistų sėsdintų nuotekų sluoksnį papildo inokuliatu, o minėto sluoksnio aukštį virš filtruojančio substrato formuoja tokį, kad jame būtų galima patalpinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelių formos darinius, juos tvirtina substrato viršutiniame sluoksnyje taip, kad jie būtų panirę nuotekų viršutiniame sluoksnyje, o ant minėtų darinių ir juos jungiančių elementų, esančių darinių viršutinėje dalyje, tvirtina ir įveisia augalinio nuotekų valymo filtrą - induočius vandens augalus, bei ant viso šių darinių paviršiaus papildomai formuoja biologinę plėvelę, antrame rezervuare apvalytas nuotekas toliau tiekia į trečią augalinio valymo įrenginio rezervuarą, kuriame galutiniam nuotekų valymui jose įveisia ir augina visai nuotekose panyrančius ir jose laisvai plūduriuojančius hidatofito tipo augalus, kurių perteklinę biomasę pašalina.

Gerai yra tai, kad ant antrame rezervuare nuotekų ir inokuliatu sluoksnyje panardintų minėtų darinių pirmiausia įsitvirtina bakterijos, svarbiausias plėvelės – biocenozės komponentas. Tas užtrunka tik kelias valandas. Mikroorganizmams, sudarantiems plėvelę, priklauso *Artrobacter*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Aspergillus*, *Penicillium* rūšys. Kai kurioms bakterijų rūšims, jų normaliam augimui papildomai reikalingos fiziologiškai aktyvios medžiagos, tokios kaip vitaminai, aminorūgštys, kurių šios bakterijos - auksotrofai pačios nesugeba pasigaminti. Šias bakterijas tomis medžiagomis aprūpina plėvelės mikrodumbliai. Tai fiziologinė simbiozė, tačiau svarbiausia funkcija, kurią atlieka plėvelės mikrodumbliai, tai deguonies, vykstant simbiozei, gamyba. Jų dėka palaipsniui nuo rezervuaro dugno kylant aukštyn keičiasi nuotekų dujinis (deguonies) zoniškumas: nuo anaerobinės zonos pereinama į mikroaerobinę ir į aerobinę zoną.

Antrame nuotekų valymo rezervuare inokuliatu biologinei plėvelei formuoti kaip hidrobakterijų, o ypač mikrodumblių šaltinį naudoja gamtinį (tvenkinio, ežero, upės) vandenį santykiu: sėsdintos nuotekos-gamtinis vanduo 100:5.

Antrame nuotekų valymo rezervuare ant atviros rėmelių formos darinių ir juos jungiančių elementų viršutiniųjų dalių nuotekų ir inokulianto paviršiniame sluoksnyje maždaug 15 cm gylyje įveisia ir tvirtina *Acorus calamus* (balinio ajero) 2-3 cm storio ir 25-30 cm ilgio šakniastiebius.

Šio augalinio filtro pranašumas prieš žinomą klasikinį būdą, kai į smėlio substratą įsodina augalus, kur filtruojančios įkrovos apatinis sluoksnis, vidurinis sluoksnis ir dalinai viršutinis sluoksnis yra anaerobiniai, juose nėra arba yra tik ribotas deguonies kiekis, dėl to į smėlio substratą įsodinti augalai skursta, nes juos veikia anaerobinių mikroorganizmų, sudarančių biologinę plėvelę, nepilno organinių medžiagų skaidymo žalingi produktai (metanas, merkaptanas, sieros vandenilis ir kiti). Siūlomą būdą, kai augalinio filtro augalus įveisia ant minėtų darinių, jie gauna pakankamą deguonies kiekį ir gerai atlieka augalinio filtro funkcijas.

Trečiame rezervuare galutiniam nuotekų valymui kaip augalinį filtrą naudoja neturintį šaknų, nuotekose visai panyrantį ir jose laisvai plūduriuojantį vandens augalą *Ceratophyllum demersum* (paprastąją nertį), pasižymintį didele mineralinių junginių sorbcine geba, kuri įveisia maždaug 100-120 cm gylio rezervuare santykiu: 8-10 litrų nerties biomasės 100 m³ nuotekų.

Siūlomas nuotekų valymo įrenginys pavaizduotas brėžiniuose, kur

Fig. 1 pavaizduotas bendras įrenginio vaizdas iš šono;

Fig. 2 pavaizduotas darinio, skirto augalinio filtro įrengimui antrame rezervuare, vaizdas iš viršaus;

Fig 3 pavaizduotas darinio pagal Fig.2 vaizdas iš šono.

Augalinio nuotekų valymo įrenginį sudaro pirminio nuotekų valymo rezervuaras sėsdintuvas 1, nuotekų nuleidimo tolimesniam valymui vamzdis 2, jungiantis pirmą rezervuarą 1 su antru rezervuaru 3, kuriame įrengta filtruojanti įkrova, sudaryta iš apatinio įkrovos sluoksnio 4, užpildyto akmens skalda, vidurinio įkrovos sluoksnio 5, kurį sudaro stambus žvyras ir viršutinio sluoksnio 6, kurį sudaro rupus smėlis. Virš minėtos filtruojančios įkrovos formuojamas 55-60 cm aukščio nuotekų sluoksnis 7, papildytas inokuliatu, kuriame yra panardinti ir įtvirtinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai 8, kurie sujungti jungiančiais elementais, o ant minėtų darinių 8 ir juos jungiančių

elementų, esančių nuotekų paviršiniame sluoksnyje pritvirtinti ir įveisti augalinio nuotekų valymo filtrai - induočiai vandens augalai 9, bei ant viso šių darinių paviršiaus papildomai suformuota biologinė plėvelė, antras rezervuaras sujungtas su tretinio augalinio valymo rezervuaru vamzdžiu 10, kuriuo apvalytos nuotekos iš antro rezervuaro 3 galutiniam nuotekų valymui nukreipiamos į trečią rezervuarą 11, kuriame kaip visiško nuotekų išvalymo augalinis filtras įveisti hidatofito tipo nuotekose visai panirę ir jose laisvai plūduriuojantys vandens augalai 12. Išvalytos nuotekos iš trečio rezervuaro pašalinamos vamzdžiu 13.

Siūlomas augalinio nuotekų valymo įrenginys veikia tokiu būdu.

Augalinio nuotekų valymo įrenginyje nuotekos pirmiausia patenka į pirminio nuotekų valymo rezervuarą sėdintuvą 1, iš kurio sėdintos nuotekos savitaka per vamzdį 2 (fig. 1) patenka į antro rezervuaro 3 filtravimo įkrovos apatinę dalį. Taip daroma dėl to, kad sėdintuve teršalo organinės medžiagos skaidymą vykdo anaerobinės bakterijos; tokios pat bakterijos sudaro mikrocenozę ir filtruojamo sluoksniu bazalinėje dalyje; filtro viršutinėje dalyje – aeracinėje zonoje funkcionuoja kita organizmų fiziologinė grupė – aerobai. Nuotekos kyla aukštyje, prateka per apatinį įkrovos sluoksnį 4, užpildytą akmens skalda, vidurinį įkrovos sluoksnį 5, kurį sudaro stambus žvyras, ir viršutinį sluoksnį 6, kurį sudaro rupus smėlis. Virš minėtos filtruojančios įkrovos formuojamas 55-60 cm aukščio nuotekų sluoksnis 7, papildytas inokuliatu. Į šį nuotekų ir inokuliatu sluoksnį panardinti ir įtvirtinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai 8, kurie paviršiaus plotui padidinti gali būti sudaryti iš dviejų laužytų, pavyzdžiui, armonikos dumplių tipo plokščių (Fig. 2), kurių aukštis maždaug 50 cm ir ilgis maždaug 90 cm, atstumas tarp plokščių 90 cm, plokštės 15 cm nuo viršaus tarpusavyje sujungiamos 90 cm ilgio, 3 cm pločio ir 3 mm storio tiltelių formos jungtimis (Fig. 3), kurių atstumas nuo plokštės krašto sudaro maždaug 10 cm. Ant kiekvienos jungties sodina induočių vandens augalų 9 *Acorus calamus* (balinio ajero) šakniastiebius, geriau po 4 šakniastiebius į 1 m², 30-35 cm ilgio, 20-30 mm storio (fig. 1). Ant minėtų darinių 8 paviršiaus susidaro biologinė plėvelė. Ji iš esmės skiriasi nuo šiuolaikiniuose augalinio valymo įrenginiuose esančių biologinių plėvelių. Stambiagrūdės filtruojančios įkrovos biologinė plėvelė yra sudaryta iš anaerobinių mikroorganizmų ir kai kurių zoorganizmų. Plastmasinio gaminio biologinė plėvelė, funkcionuojanti šviesoje, susidaro ne tik iš heterotrofinių, bet ir autotrofinių (mikrodumblių) organizmų. Eksperimentais nustatyta, kad tokiose plėvelėse be bakterijų vyrauja *Oscillatoria* (52 %), *Scenadesmus quadricauda* (16 %), *Aphanizomenon flos aquae* (10 %), *Microcystis aeruginosa* (10 %).

Bakterijos, svarbiausias plėvelės – biocenozės komponentas, įsitvirtina pirmiausia. Tas užtrunka tik kelias valandas. Mikroorganizmams, sudarantiems plėvelę, priklauso *Artrobacter*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Aspergillus*, *Penicillium* rūšys. Kai kurioms bakterijų rūšims, jų normaliam augimui papildomai reikalingos fiziologiškai aktyvios medžiagos, tokios kaip vitaminai, aminorūgštys, kurių šios bakterijos - auksotrofai pačios nesugeba pasigaminti. Šias bakterijas tomis medžiagomis aprūpina plėvelės mikrodumbliai. Tai fiziologinė simbiozė, tačiau svarbiausia funkcija, kurią atlieka plėvelės mikrodumbliai, tai deguonies, vykstant simbiozei, gamyba. Jų dėka palaipsniui nuo rezervuaro dugno kylant aukštyn keičiasi nuotekų dujinis (deguonies) zoniškumas: nuo ^{an}aerobinės zonos pereinama į mikroaerobinę ir į aerobinę zoną. Į biologinės plėvelės sudėtį taip pat įeina zooatstovai, tokie kaip *Protozoa*, *Rotatoria*, *Cladocera* ir *Copepoda* rūšys. Šios bioplėvelės biocenozės biomasė kaupia apie 10 % azoto ir 1,5 % fosforo, kuri iš skaidomos organinės medžiagos (teršalo) išlaisvina anaerobiniai ir aerobiniai mikroorganizmai. Jei bioplėvelės sluoksnio storis 3 mm, tai 1 m² plėvelės biomasė sieks 3000 gramų ir ji sukaups 0,3 kg N ir 45 mg P. Tai didžiulė plėvelės kaupiamoji galia ir efektyvi nuotekų valymo priemonė. Plėvelė reguliariai, kas 55-60 parų pašalinama ir utilizuojama ją kompostuojant kartu su kitomis organinėmis atliekomis.

Acorus calamus (balinio ajero) kaip nuotekų filtro vaidmuo didėja jam augant ir didėjant jo filtruojamam paviršiui. Ajeras sodinamas šakniastiebiais po 4 šakniastiebius į 1 m². Jie intensyviai auga, išaugina ilgas šaknis bei lapus ir sparčiai didina šakniastiebių biomasę. Bandymais nustatyta, kad per 70-80 parų ajero kero svoris pasiekia 1540-1720 gramų, o jo šakniastiebių su šaknimis tūris siekia 1170-1260 ml. Ajero augimui prieinamas nuotekų tūris įrenginyje ties 1 m² (sodinama maždaug 40 cm aukštyje nuo substrato viršutinio sluoksnio - smėlio paviršiaus) 400 000 cm³ arba 400 litrų. Jame išauga, viduriniais duomenimis, daugiau kaip 13-15 kg vien nuotekose panirusios ajero biomasės. Tas sudaro iki 1,5 kg sausos augalinės masės, kurioje yra 80 gramų N ir 12,5 gramų P/kg. Tai didžiulė šio augalo kaupiamoji galia. Jei nuotekų pradinis užterštumas pagal BDS₅ siekia 300-600 mg/l, tai ajerais užsodinto filtro paviršiaus plotas turi siekti 10 m²/1 GE (GE – gyventojų ekvivalentas, išreikštas BDS₅; vienam gyventojui tenka 60 g BDS₅ teršalų per parą). Jei užterštumas pagal BDS₅ svyruoja 150-300 mg/l ribose, tuomet ajerais užsodinto filtro paviršiaus plotas – 5 m²/1

GE. Esant nuotekų užterštumui (pagal BDS₅ rodmenis) iki 200 mg/l, o išradimu siūlomo filtro plotui esant 3-5 m²/1 GE, filtro veikimo efektyvumas siekia ne mažiau 90 %.

Daugelio žinomų augalinių filtrų eksploatavimo patirtis rodo, kad jų efektyvumas pagal bendrą azotą siekia 40 % ir pagal bendrą fosforą apie 30 %. Siūlomame išradime šiems trūkumams pašalinti tolimesnis nuotekų valymas vykdomas trečiame nuotekų valymo rezervuare 11, kur augaliniam nuotekų valymui kaip augalinį filtrą įveisia hidatofito tipo nuotekose visai panirusius ir jose laisvai plūduriuojančius vandens augalus 12 *Ceratophyllum demersum* (paprastąją nertį). Šie augalai dauginasi vegetatyviniu būdu – šakelių fragmentacija. Sausos medžiagos 1 kg geba sugerti per 30 g azoto ir 9,0 g fosforo. *C. demersum* neturi šaknų, o jų vaidmenį – mineralinių junginių siurbimą atlieka stiebai ir lapai. Šis augalas ir skiriasi nuo balinio ajero tuo, kad mineralinių junginių siurbimą atlieka visas augalo paviršius. Augalams reikia šviesos, todėl rezervuaro 11 gylis yra ribojamas ir jis yra – 100-120 cm. Sodinamoji medžiaga – augalo biomasė. Augalo biomasės naudoja – 8-10 litrų biomasės/100 m² rezervuaro. Augalas jautrus bevandenei būsenai, kultivuojant jis pastoviai turi būti vandenyje. Kai augalo biomasė rezervuare pasiekia 6-8 kg/1 m³ nuotekų, tuomet 60 % šios augalų masės pašalinama iš rezervuaro. Ji panaudojama kartu su kitomis organinėmis atliekomis kompostavimui. Išvalytos nuotekos iš trečio rezervuaro pašalinamos vamzdžiu 13.

Eksperimentais nustatyta, kad ant stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos darinių paviršių, skirtų planktoninių organizmų biocenozei susidaryti, ir juos jungiančių elementų susidariusi biologinė plėvelė iš esmės skiriasi nuo žinomuose šiuolaikiniuose augalinio valymo įrenginiuose esančių biologinių plėvelių. Stambiagrūdės filtruojančios įkrovos biologinė plėvelė yra sudaryta iš anaerobinių mikroorganizmų ir kai kurių zoorganizmų. Minėto darinio biologinė plėvelė, funkcionuojanti šviesoje, susidaro ne tik iš heterotrofinių, bet ir autotrofinių (mikrodumblių) organizmų, bet tokiose plėvelėse be bakterijų vyrauja mikrodumbliai *Oscillatoria* (52 %), *Scenedesmus quadricauda* (16 %), *Aphanizomenon flos aquae* (10 %), *Microcystis aeruginosa* (10 %).

Antrame augalinio nuotekų valymo rezervuare augalinį filtrą įveisia trims vegetacijos periodams, o trečiame augalinio nuotekų valymo rezervuare nuotekų mineralinių junginių likučiams sorbuoti įveisto hidatofito tipo (visai panirusį) augalinio filtro biomasės prieauga šalinama reguliariai.

Acorus calamus (balinis ajeras)

Morfologiniai požymiai. Augalas daugiametis, 60-100 cm aukščio, šakniastiebiai stori, 15-30 mm diametro, šliaužiantys, akyti, turi oru pripildytas ertmes (aerenchimas), nariuoti, šakoti, su ilgomis pridėtinėmis šaknimis. Stiebas iš vienos pusės su briauna, iš priešingos – įlinkęs. Lapai bekočiai, ilgi, kardiški, pakraštys banguotas. Lapų ilgis – apie 100 cm, plotis – 10-20 mm. Žiedai smulkūs, dvilyčiai, susitelkę žaliuose burbuolėse. Augalas dauginasi vegetatyviniu būdu, šakniastiebiais. Sėklos Lietuvos klimato sąlygomis nesubręsta.

Fiziologinės ir morfologinės savybės

Ajeras, kaip parodė bandymai, pasižymi didele mineralinių elementų kaupiamąja sorbcija – dideliu biogeninių elementų kaupimo koeficientu (KK). Augalas savo fitomasėje sukaupia 6,45-11,30 %, o šakniastiebiuose daugiau nei 10 % peleninių elementų.

Svarbus produktas, kurį gamina augalas – eteriniai aliejai. Jų kiekis augalo biomasėje – 4,3-4,5 %. Eterinių aliejų sudėtyje yra terpenoidų, aromatinių junginių, organinių rūgščių. Šakniastiebiuose yra 0,2 % maltozės, 20,7 % gliukozės, fruktozės.

Ajeras - vaistinis augalas. Jo žaliava įtraukta į daugelio pasaulio šalių farmakopėjas.

Ajero ekologija. Ajeras mėgsta užpelkėjusius, uždumblėjusius upių slėnius. Čia auga tankiais sąžalynais. Jį randame tvenkinių, ežerų, nesraunių upių pakraščiuose.

Ajeras - gajus augalas, plačiai paplitęs Europoje, Azijoje, Šiaurės Amerikoje.

Ceratophyllum demersum (paprastoji nertis)

Morfologiniai požymiai. Stiebas lygus, 150 (300) cm ilgio, viršutinėje dalyje šakotas. Lapai siūliški, iki 2 cm ilgio, 0,5-1,0 mm pločio, po 4-12 menturėse, 1-2 kartus dvišakai šakoti.

Žydi liepos mėn., žiedai smulkūs, vienalyčiai, lapų pažastyse, formuojasi vandenyje. Kuokeliniam žiedams būdingi labai ilgomis dulkinėmis kuokeliai. Mezginė vienalizdė, purka vienašonė, apdulkinimas vyksta vandenyje. Vaisius pailgai ovalinis riešutėlis, pagrinde su 2 (1-4) žemyn atlenktais dygliukais, kuriais vaisiai įsitvirtina dugne arba prisikabina prie vandens gyvūnų. Sėklos sudygsa dugne. Šaknys neišsivysto, augalai laisvai plūduriuoja vandenyje. Augalai išaugina nedaug vaisių, dažniausiai dauginasi vegetatyviniu būdu – šakelių fragmentacijos keliu, taip pat dauginasi žieminiais pumpurais. Jie susiformuoja vegetacijos periodo pabaigoje. Juos dengia platesni ir standesni nei vasariniai lapeliai.

Fiziologinės ir morfologinės savybės. Tyrimais nustatyta, kad viename sausos nerties masės kilograme yra 28-33 g N/kg, 175-206 g baltymų, 12-26 g riebalų, 120-280 g celiuliozės, 390-

460 g beazotinių ekstraktinių medžiagų, 130-230 g peleninių elementų. Nerties baltymuose rasti tokie aminorūgščių kiekiai (g/kg): asparagininės rūgšties 24,10; treonino 8,79; serino 7,48; glutamininės rūgšties 16,26; glicino 9,27; alanino 12,07; valino 11,36; metionino 5,46; izoleucino 10,02; leucino 19,94; tirozino 6,94; fenilalanino 11,33; histidino 5,05; lizino 10,12; arginino 15,23. Taip pat tyrimais nustatyta, kad nerties biomasė kaupia tokius mikroelementų kiekius mg/kg: kadmio (Cd) – 2,7; nikelio (Ni) – 56,0; chromo (Cr) – 50,0; vario (Cu) – iki 250,0; švino (Pb) – 28,0; cinko (Zn) – iki 570,0; mangano (Mn) – 2610,0; gyvsidabrio (Hg) – 0,2. Nurodyti mikroelementai (Cd, Ni, Cr, Pb, Mn, Hg) neviršija fitotoksinių (leistinų) koncentracijų. Išimtį sudaro varis (Cu) ir cinkas (Zn). Jų kiekiai, nors ir nežymiai, viršija didžiausias leistinas šių elementų koncentracijas. Čia nurodyta nerties biomasės kaupimo (absorbcijos) geba. Jei nerties augimo terpėje nurodytų elementų kiekis yra nedidelis, tai ir jų kaupimo koeficientas bus mažesnis.

Paprastosios nerties yra didelė mitybinė vertė. Ją ēda žuvis, ją lesa vandens paukščiai. Nertis yra geras pramoninių vandens graužikų pašaras. Smulkintas sausas augalas, sumaišytas su miltais, naudojamas vandens paukščiams lesinti.

Nerties ekologija. Paprastoji nertis ekspansyvus – sparčiai plintantis augalas. Per trumpą laiką jų priauga visas vandens baseinas. Jų biomasės produkcija yra didelė. Mėgsta stovinčius bei lėtai tekančius vandenius. Sutinkamas ežeruose, tvenkiniuose, upeliuose, grioviuose. Sudaro grynus sąžalynus arba auga fitocenozėse – kartu su kitais augalais (kas parodyta 3 pavyzdyje, nuorodant nerties ekologines sąlygas). Nertis sunkiai pakelia išdžiūvimą. Jos augimą slopina didesnis vandens bangavimas. Jos gyvybingumui žalingas įšalimas žiemos metu į ledą.

Augalinio ajerų-nerties filtro priežiūra nesudėtinga: reikalinga nuotekų pirminio sėsdintuvo priežiūra bei dumblo šalinimas, ajerų-nerties filtro priežiūra bei jų biomasės kiekio reguliavimas, valytų nuotekų lygio jų trečiame rezervuare reguliavimas, kadangi augaliniuose nuotekų valymo filtruose, kuriuose naudojami augalai, nuotekų lygis turi būti pakankamas. Bandymais nustatyta, kad esant pradiniam nuotekų užterštumui (pagal BDS₅) apie 200mg/l, o filtro plotui 5 m²/1GE, augalinio nuotekų valymo ajerų-nerties filtro veikimo efektyvumas viršija 90 %.

Ajerų-nerties filtrų efektyvumą patvirtina tokie žemiau aprašytų bandymų pavyzdžiai.

1 pavyzdys. Mikroorganizmų aerobinės biologinės plėvelės, skaidančios nuotekų organines medžiagas (teršalus), formavimas.

Bandymai atlikti per du etapus. Pirmajame etape buvo panaudota tokios sudėties terpė (gamtinis vanduo): NH_4 – 0,35 mg/l, NO_3 – 0,06 mg/l, bendras fosforas – 0,05 mg/l, permanganatinė oksidacija – 6 mgO_2 /l, bichromatinė oksidacija – 26 mg/l, deguonies kiekis – 9,8-10,4 mg/l, CO_2 kiekis – 2,3-3,0 mg/l, pH – 8, bendroji terpės mineralizacija – 220 mg/l.

Terpėje identifikuota 140 mikrodumblių rūšių, dominuoja diatominiai ir žalieji dumbliai. Jų kiekis – 48-278 tūkst. ląstelių/l. Mikrodumblių biomasė – 0,42-0,47 mg/l, chlorofilo koncentracija – 2,3 $\mu\text{g/l}$. Proto- ir mezoplanktono terpėje rasta 53 taksonai. Hidrobakterijų koncentracija terpėje – 700 tūkst./ml terpės. Jų generacijos laikas – 7-10 val, reprodukcijos (dauginimosi) greitis 20 – 140 tūkst. ląstelių/ml per valandą. Šios bakterijos per 24 val. terpės organinės substancijos mineralizacija 70-400 mg/m^3 terpės ir iš jos atpalaiduoja 5-30 mgN/m^3 terpės ir 0,3-2,0 mgP/m^3 terpės. Turtingesnėje organinėmis medžiagomis terpėje (nuotekose) nurodyti procesai, priklausomai nuo skaidomos (mineralizuojamos) medžiagos kiekio, pagreiteja.

Į aukščiau nurodytą terpę biologinės plėvelės formavimosi eigai tirti buvo patalpintas pleksiglazo (organinio stiklo, gaminamo iš polimetilmetakrilato), geležies ir vario plokštelės. Plokštelės eksponuojamos 17 ir 27 °C terpės temperatūroje. Jau per pirmąsias 6 val. plokštelės apauga bakterijomis ir mikrodumbliais (vario plokštelė šiais organizmais padengiama po 24 val., nes varis yra dalinai toksiškas, inhibuoja organizmų augimą). Bakteriocenozės sudėtis priklauso nuo substrato, pvz., ant geležies plokštelės pirmiausia išsiskiria gelžbakterės (*Galionella*). Ant plokštelių nustatyta 65 mikrodumblių rūšys (vyrauja diatominiai). Aukštesnėje terpės temperatūroje (27 °C) organizmų dauginimasis vyksta 2 kartus greičiau. Antrajame tyrimų etape panaudota turtingesnė nei pirmajame etape terpė (jos bendroji mineralizacija 730 mg/l). Į ją patalpinome pleksiglazo ir pušies medienos plokšteles (0,1x0,1x0,01 m). Plokštelės apauga hidrobakterijomis ir mikrodumbliais (melsvabakterėmis ir žaliaisiais dumbliais). Šie organizmai gamina ir į terpę (aplinką) išskiria fiziologiškai aktyvias medžiagas – aminorūgštis ir B grupės vitaminus. Bandymai parodė, kad ant pleksiglazo plokštelės susiformavusioje plėvelėje vyrauja glutamino rūgštis (susidaro 17 % visų aminorūgščių), biomasėje ant medienos pirmąja valinas (susidaro 15 % aminorūgščių). Aminorūgščių kiekis biomasėje yra didelis – 9300-27000 mg/100 g orausės masės. Tas priklauso nuo bakterijų ląstelių plazmos sudėties. Joje yra 58-80 % baltymų. B grupės vitaminų kiekis ant pleksiglazo/medienos išaugusioje organizmų biomasėje (plėvelėje)

nustatytas toks (mg/kg orasausės masės): inozito – 177/87; biotino – 0,3/2; pantoteno rūgšties – 25/52; tiamino – 0,07/1,4; piridoksino – 0,6/1,6; nikotino rūgšties – 40/93; p-aminobenzoinės rūgšties – 0,02/0,04; vitamino B₁₂ – 0,49/3,49 (skaitiklyje ant pleksiglazo, vardiklyje ant medienos biomasės duomenys). Bioplėvelės sluoksnio storis per 72 val. pasiekia 3 mm (1 m² plėvelės užaugina 3000 gramų biomasės).

Biologinės plėvelės mikrocenozės skaido nuotekų organines medžiagas, paverčia jas mineraliniais junginiais, kuriuos sugeria augalinis filtras *Acorus calamus*, o jos likučius *Ceratophyllum demersum*. Plėvelės mikrodumbliai, vykstant jų fotosintezai, gamina deguonį, kuris reikalingas aerobinių bakterijų fiziologinei veiklai, o taip pat gamina biologiniu požiūriu aktyvias medžiagas.

2 pavyzdys. Augalinio filtro *Acorus calamus* (balinio ajero) auginimas valomose nuotekose. Siekiant nustatyti, kokiam nuotekų gylyje dera auginti ajerus kaip augalinį filtrą, atliktas tokio turinio bandymas. Akvariumai užpildyti mineraline mitybine terpe. Jos sudėtyje panaudoti NH₄NO₃, CaCl₂, K₂HPO₄, MgSO₄ ir FeCl₃ pėdsakai. Terpės mineralizacija – 500 mg/l. Į akvariumus buvo patalpinta ajero 25-30 cm ilgio šakniastiebiai: į pirmąjį akvariumą – vandens paviršiuje, į antrąjį – 15-20 cm gylyje, į trečiąjį – 35-45 cm gylyje. 70 parų stebėtas šaknų ir lapų augimo intensyvumas parodė, kad ajerų šaknis ir lapus išaugina šakniastiebiai, pasodinti visuose trijuose terpės gyliuose, tačiau didžiausia šakniastiebių, šaknų ir lapų prieauga rasta, kai šakniastiebiai sodinami 15-20 cm terpės gylyje. Jie 15-20 % pranoksta kitus variantus, tokius kaip paviršinis sodinimas bei giluminis sodinimas 35-45 cm gylyje. Nustatyta, kad ajero 25-30 cm ilgio ir 2-3 cm storio šakniastiebius augaliniuose filtruose dera sodinti nuotekų 15-20 cm gylyje.

Bandymais nustatyta, kad *Ceratophyllum demersum* (paprastoji nertis) gamtoje sutinkama ir gerai auga įvairiose fitocenozėse. Toliau kaip 3 pavyzdys pateikiama lentelė, kurioje parodyta, su kuriais vandens augalais šis augalas sutinkamas fitocenozeje ir kokiose gamtinėse sąlygose gerai auga.

3 pavyzdys. *Ceratophyllum demersum* (paprastosios nerties) auginimas kartu su kitais vandens augalais.

Žemiau pateiktoje lentelėje kaip indikatorinis augalas yra *Ceratophyllum demersum* (paprastoji nertis). Lentelės 1-oje skiltyje nurodyti augalai, su kuriais paprastoji nertis sutinkama fitocenozeje, 2-je skiltyje nurodytos augalų biotopo ekologinės sąlygos.

Augalas, su kuriuo <i>Ceratophyllum demersum</i> (paprastoji nertis) sutinkamas fitocenozėje	Augalų biotopo ekologinės sąlygos
1.	2.
<i>Batrachium circinatum</i> (stamdžialapė kurklė)	Auga stovinčiuose, lėtai tekančiuose vandenyse, ežeruose 0,5-2,0 m gylyje, sudaro savistovias bendrijas.
<i>Chara rudis</i> (stambusis maurabragis)	Auga ežeruose, pakrantėse, iki 1 m gylio, mėgsta kalcio turintį vandenį.
<i>Elodea canadensis</i> (kanadinė elodėja)	Auga stovinčiame ir lėtai tekančiame vandenyje, ežeruose, upėse, užutekiuose, tvenkiniuose, grioviuose.
<i>Hydrilla verticillata</i> (menturlupė ežerutė)	Auga ežeruose 0,7-4,5 m gylyje, sudaro bendrijas; auga gausiai ir vešliai.
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> (plūduriuojantysis vandenplūkis)	Auga stovinčiame ir lėtai tekančiame vandenyje, ežerų pakrantinėje juostoje, tvenkiniuose, grioviuose.
<i>Lemna minor</i> (mažoji plūdena)	Auga stovinčiame vandenyje, sudaro grupes iš 3-6 augalų; plūduriuojantis vandens paviršiuje augalas.
<i>Lemna trisulca</i> (trilypė plūdena)	Auga stovinčiuose ir lėtai tekančiuose vandenyse, dažnas.
<i>Lemna gibba</i> (kuprotoji plūdena)	Auga stovinčiuose druskinguose ir užterštuose vandenyse.
<i>Myriophyllum verticillatum</i> (menturinė plunksnalapė)	Auga stovinčiame bei lėtai tekančiame nekalkingame iki 2 m gylio vandenyje: tvenkiniuose, ežeruose, pelkėse, pakrančių dumble, apsemtose pelkėse
<i>Najas marina</i> (didysis plukenis)	Auga ežeruose, tvenkiniuose ir jūrose 4,5 m gylio; sudaro povandenines vejas.
<i>Nitellopsis obtusa</i> (žvaigždėtasis maurašakis)	Auga ežeruose, pakrantėse, dažniausiai iki 4 m gylyje, mėgsta eutrofizuotus ežerus.
<i>Nitella flexilis</i> (lankstusis menturdumblis)	Auga tekančiuose vandenyse, mėgsta silicio turintį vandenį, kurio pH – 6-8.
<i>Nuphar luteum</i> (paprastoji lūgnė)	Auga lėtai tekančiuose vandenyse, ežeruose, iki 3,5 m gylio, dumblingose vietose sudaro grynas ar mišrias bendrijas.
<i>Potamogeton crispus</i> (garbiniuotoji plūdė)	Dažnas smulkiuose, ypač užterštuose, vandenyse. Skaidriuose ežeruose auga gana retai.
<i>Potamogeton lucens</i> (blizgančioji plūdė)	Auga ežeruose, tvenkiniuose, upėse. Visoje respublikoje labai dažnas.
<i>Potamogeton natans</i> (plūduriuojančioji plūdė)	Auga ežeruose, tvenkiniuose, pelkėse, kartais ir jūroje, masiškai išplitusi užželiančiuose vandenyse.
<i>Potamogeton pectinatus</i> (šukinė plūdė)	Auga stovinčiuose ir tekančiuose gėluose vandenyse, taip pat jūroje, kosmopolitinė rūšis.
<i>Potamogeton perfoliatus</i> (permautalapė plūdė)	Auga ežeruose, tvenkiniuose, kūdrose, upėse. Labai dažnas, kartais sudaro didelius sąžalynus.
<i>Potamogeton pusillus</i> (smulkioji plūdė)	Auga stovinčiuose ir tekančiuose vandenyse. Rūšis nėra išplitusi.
<i>Potamogeton compressus</i> (plokščioji plūdė)	Auga stovinčiuose ir ramiai tekančiuose vandenyse, dažnas; skaidriuose ežeruose randamas iki 6 m gylio
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (daugiašaknė maurė)	Auga stovinčiuose ir lėtai tekančiuose vandenyse, respublikoje dažnas.

Lentelės tęsinys

1.	2.
<i>Stratiotes aloides</i> (alavijinis aštrys)	Auga lėtai tekančiuose vandenyse, senvagėse, ežeruose, tvenkiniuose.
<i>Utricularia vulgaris</i> (paprastasis skendenis)	Auga lėtai tekančiuose vandenyse, pelkėse, grioviuose, nuo sekumos iki 4 m gylio, dažnas.

Bandymų rezultatai parodė tuos hidrobiologinius procesus, kurie vyksta gamtoje, ir kuriuos galima panaudoti tobulinant augalinius nuotekų valymo filtrus. Siūlomu sprendimu sudaromos palankios sąlygos aerobinių mikroorganizmų vystymuisi. Šie mikroorganizmai palyginti su anaerobiniais kelis kartus paspartina organinių teršalų skaidymą, kas įgauna ekonominę išraišką, t. y. reikalinga mažiau rezervuarų, tuo pačiu reikalingas mažesnis žemės plotas jiems įrengti.

Pateikto augalinio nuotekų valymo įrenginio privalumus sudaro: geras nuotekų apvalymas pagal BDS₅ ir biologinius elementus; valymo proceso technologijos stabilumas ir techninis patikimumas, paprasta ir nesudėtinga įrenginio konstrukcija, jo eksploatacija bei jo darbo kontrolė leidžia sumažinti valymo proceso savikainą. Mažos išlaidos valymo įrenginio statybai, jo priežiūrai ir einamajam remontui, kadangi tokio tipo įrenginiuose nėra judančių dalių, o tai užtikrina įrenginio ilgalaikį nepertraukiamą veikimą su paprasta minimalia priežiūra ir padidinti santykinį valymo proceso našumą. Siūlomu įrenginiu apdorojus nuotekas sudaroma puiki galimybė racionaliai įrenginyje susiformavusią augalinę biomasę ir bioplėvelę panaudoti kompostavimui bei apvalytų nuotekų vandenį panaudoti sodų, daržų, bei žolynų laistymui. Kartu reikia pastebėti, kad įrenginys nekelia triukšmo, neskleidžia nemalonaus kvapo, todėl jo poveikis aplinkai labai menkas bei gyventojų sveikatai nekenksmingas.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Augalinio nuotekų valymo įrenginys, apimantis pirminį nuotekų valymo rezervuarą, kuriame nuotekos apvalomos mechanškai, vamzdžiu sujungtą su antrinio arba augalinio valymo rezervuaru, turinčiu stambiagrūdę filtruojančią įkrovą, suformuotą iš trijų sluoksnių, kurioje sluoksnius sudarančių elementų dydis kylant nuo apatiniojo sluoksnio į viršų mažėja, ir virš kurio įveisiami ir auginami induočiai vandens augalai, besiskiriantis tuo, kad nuotekų valymo įrenginio antrame rezervuare virš filtruojančios įkrovos suformuotas sėdintų nuotekų ir inokuliuoto sluoksnis, jame panardinti ir įtvirtinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai, sujungti jungiančiais elementais, o ant minėtų darinių ir juos jungiančių elementų, esančių nuotekų paviršiniame sluoksnyje pritvirtinti ir įveisti augalinio nuotekų valymo filtrai - induočiai vandens augalai, bei ant viso šių darinių paviršiaus papildomai suformuota biologinė plėvelė, antras rezervuaras sujungtas su tretinio augalinio valymo rezervuaru, kuriame kaip antras ir visiško nuotekų išvalymo augalinis filtras patalpinti hidatofito tipo nuotekose visai panirę ir jose laisvai plūduriuojantys vandens augalai.
2. Įrenginys pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad minėti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai, kartu su juos jungiančiais elementais, yra panardinti antrame rezervuare sėdintų nuotekų ir inokuliuoto sluoksnyje ir įtvirtinti viršutiniajame filtruojančios įkrovos sluoksnyje, kur minėto sluoksnio aukštis virš filtruojančios įkrovos yra maždaug 55-60 cm.
3. Įrenginys pagal 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos dariniai bei juos jungiantys elementai, skirti augaliniam filtrui įveisti bei papildomai bioplėvelei formuoti, yra stikloplasto dariniai.
4. Įrenginys pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad antrame augalinio valymo rezervuare kaip augalinį filtrą naudoja vandens augalus *Acorus calamus* (balinį ajerą).
5. Įrenginys pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad trečiame augalinio valymo rezervuare galutiniam nuotekų išvalymui augaliniu filtru naudoja *Ceratophyllum demersum* (paprastoji nertis) augalus.

6. Augalinio nuotekų valymo būdas, apimantis mechaninį nuotekų nusodinimą pirmame nuotekų valymo įrenginio rezervuare, nuotekų tiekimą į antrąjį augalinio valymo rezervuarą, turintį stambiagrūdę filtruojančią įkrovą, suformuotą kaip trijų sluoksnių substrato filtrą, biologinės plėvelės jame įveisimą ir formaviną, besiskiriantis tuo, kad iš pirmo rezervuaro į antrąjį nuotekas vamzdžiu paduoda į jo apatinąją sritį, jas praleidžia kylančiai aukštyn per minėtos stambiagrūdės filtruojančios įkrovos sluoksnius, pro filtrą praleistų sėsdintų nuotekų sluoksnį papildo inokuliatu, o minėto sluoksnio aukštį virš filtruojančio substrato formuoja tokį, kad jame būtų galima panardinti stangrios vandenyje netirpstančios medžiagos atviros rėmelio formos darinius, juos sujungia jungiančiais elementais ir tvirtina substrato viršutiniame sluoksnyje taip, kad jie būtų panirę nuotekų viršutiniame sluoksnyje, o ant minėtų darinių ir juos jungiančių elementų, esančių nuotekų viršutiniame sluoksnyje, tvirtina ir įveisia augalinio nuotekų valymo filtrą - induočius vandens augalus, bei ant viso šių darinių paviršiaus papildomai formuoja biologinę plėvelę, antrame rezervuare apvalytas nuotekas toliau tiekia į trečią augalinio valymo įrenginio rezervuarą, kuriame galutiniam nuotekų valymui jose įveisia ir augina visai nuotekose panyrančius ir jose laisvai plūduriuojančius hidatofito tipo augalus, kurių perteklinę biomasę pašalina.

7. Būdas pagal 6 punktą, besiskiriantis tuo, kad antrame rezervuare inokuliatu biologinei plėvelei formuoti kaip hidrobakterijų, o ypač mikrodumblių šaltinį naudoja gamtinį (tvenkinio, ežero, upės) vandenį santykiu: sėsdintos nuotekos-gamtinis vanduo 100:5.

8. Būdas pagal 7 punktą, besiskiriantis tuo, kad antrame nuotekų valymo rezervuare kaip augalinio filtro įveisimui naudoja vandens augalą *Acorus calamus* (balinio ajero) 2-3 cm storio ir 25-30 cm ilgio šakniastiebius.

9. Būdas pagal 6 ir 8 ir punktus, besiskiriantis tuo, kad *Acorus calamus* (balinį ajerą) įveisia ir tvirtina ant atviros rėmelių formos darinių ir juos jungiančių elementų viršutiniųjų dalių nuotekų ir inokulianto paviršiniame sluoksnyje maždaug 15 cm gylyje tvirtina prie minėtų darinių

10. Būdas pagal 6 punktą, besiskiriantis tuo, kad trečiame rezervuare galutiniam nuotekų valymui kaip augalinį filtrą naudoja neturintį šaknų, nuotekose visai panyrantį ir jose laisvai plūduriuojantį vandens augalą *Ceratophyllum demersum* (paprastąjį nertį), pasižymintį didele

mineralinių junginių sorbcine geba, kuri įveisia maždaug 100-120 cm gylį rezervuare santykiu: 8-10 litrų nerties biomasės 100 m³ nuotekų.

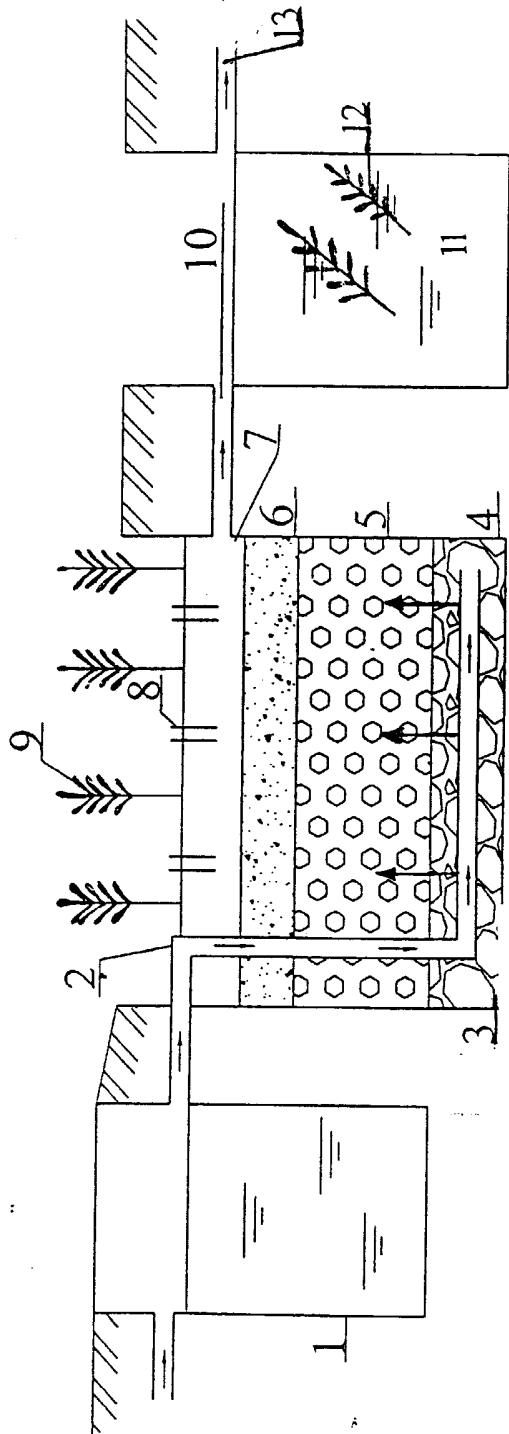


Fig. 1

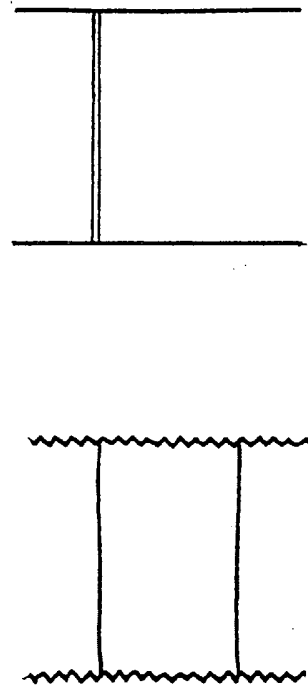


Fig. 2

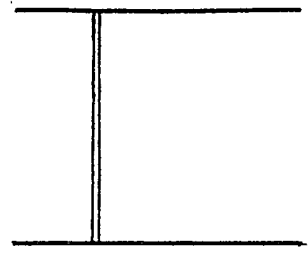


Fig. 3