



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00852

(22) Data de depozit: 23/10/2017

(41) Data publicării cererii:
28/02/2018 BOPI nr. 2/2018

(71) Solicitant:
• C&V WATER CONTROL S.A.,
STR.LAGUNA ALBASTRĂ NR.50 A,
CORBEANCA, ILFOV, RO

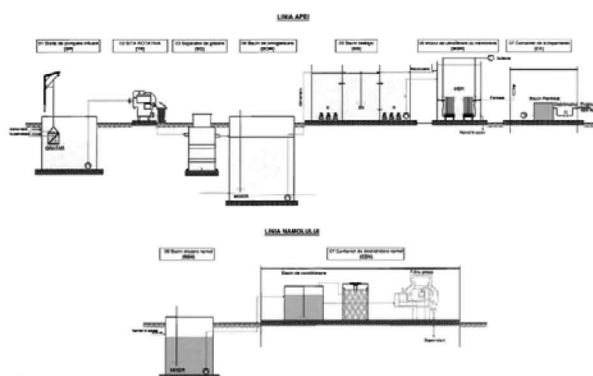
(72) Inventatori:
• NEGOIȚĂ CĂTĂLIN VALENTIN,
STR. LAGUNA ALBASTRĂ NR.50 A,
CORBEANCA, IF, RO;
• AVRAM MARIA CLAUDIA,
BLD.TIMIȘOARA, NR.73, BL. C12, SC.1,
AP.27, BUCUREȘTI, B, RO;
• CIUCU LAURENȚIU,
STR.PLUT.ION NEDELICU, NR.1, BL.1,
SC.1, ET.6, AP.35, BUCUREȘTI, B, RO

(54) STAȚIE DE EPURARE A APELOR UZATE, CU MEMBRANE
ULTRAFILTRANTE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o stație de epurare destinată tratării apelor de proveniență menajeră, municipală sau industrială, prin utilizarea membranelor ultrafiltrante după treapta biologică. Stația de epurare conform invenției este compusă din: stație (SP) de pompare a apei uzate brute, sită (TR) rotativă, separator (SG) de grăsimi, bazin (BOM) de omogenizare și egalizare, bazin (BB) biologic, unde au loc operațiuni speciale de nitrificare, denitrificare, desfosforizare biologică și stabilizare aerobă a nămolului, module (MBR) de filtrare cu membrane ultrafiltrante, care înlocuiesc fazele necesare decantării secundare și dezinfecției, și care sunt imersate în bazine circulare realizate din polietilenă, fiind spălate în contracurent, prin pomparea apei epurate din bazinul de permeat, container (CE) de echipamente, bazin (BSN) de stocare a nămolului, și un container (CDN) pentru deshidratarea nămolului rezultat, bazinul (BB) biologic fiind compus, la rândul lui, din două bazine circulare concentrice, în care zona de denitrificare a fost prevăzută în compartimentul central circular, în timp ce zona de nitrificare a fost poziționată în bazinul circular exterior.

Revendicări: 2
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



STAȚIE DE EPURARE A APELOR UZATE CU MEMBRANE ULTRAFILTRANTE

Invenția se referă la o stație de epurare destinată tratării apelor de proveniență menajeră, municipală sau industrială prin utilizarea membranelor ultrafiltrante după treapta biologică.

În stadiul tehnicii se cunosc tehnologii de epurare a apelor care folosesc soluțiile clasice cu decantoare secundare, gravitaționale sau decantoare lamelare, exemplu echipamentele firmei ADISS.

Dezavantajele echipamentelor care au în componență decantoare constau în riscul major de deversare a apei cu parametri neconformi, în cazuri de avarii. Un alt dezavantaj constă în suprafețele mari de teren necesare construcției acestor decantoare.

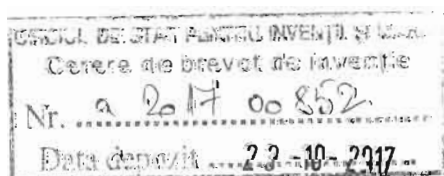
Problema tehnică rezolvată prin invenția propusă constă în realizarea unei stații de epurare a apelor uzate care satisface cerințele impuse de Normele Europene și Normele Naționale (NTPA 001/2002) privind calitatea apelor epurate ce vor fi deversate în emisarul natural.

Invenția înlătură dezavantajele soluțiilor clasice prin faptul că se înlocuiesc decantoarele clasice cu module cu membrane ultrafiltrante poziționate după bazinul biologic, iar combinația bazin biologic și membrane ultrafiltrante conduce la îmbunătățirea calității efluentului.

Linia de epurare a apei constă într-o etapă de pretratare mecanică, pentru îndepărtarea materiilor grosiere, o îndepărtare a grasimilor și uleiurilor și o omogenizare-egalizare debite și varfuri de poluanți, în bazinul de omogenizare-egalizare. Urmează o etapă de tratare biologică cu nitrificare-denitrificare și stabilizare aerobă a namolului realizată în bazine din oțel emailat sau fibra de sticlă dispuse concentric pe o fundație de beton și o etapă de ultrafiltrare în module compuse din casete cu membrane ultrafiltrante, unde se obține separarea namolului de efluent și o dezinfectie a efluentului evacuat ulterior către emisar.

Nămolul în exces, evacuat prin pompare din modulele cu membrane ultrafiltrante este stocat într-un bazin. Evacuarea nămolului în exces se face prin intermediul unei pompe submersibile instalate în interiorul modulului de ultrafiltrare direct în bazinul de stoc nămol. Ulterior în interiorul containerului de deshidratare a namolului se realizează o condiționare a namolului prin dozare de var și/sau polimer, în vederea reducerii rezistenței sale specifice și ulterior, deshidratarea într-o instalație tip filtru-presă, obținându-se un nămol cu umiditate de cca. 55 - 65%.

Apa uzată, colectată din rețeaua de canalizare va intra în primul obiect tehnologic al stației de epurare, stația de pompare în care este amplasat un coș grătar rar. Reziduurile rămase în coș vor fi colectate manual și depozitate într-un recipient, în vederea evacuării lor. De aici, apa uzată va fi pompată către obiectele tehnologice din aval de către unități de pompare submersibile comandate cu ajutorul indicatorilor de nivel.



După reținerea materiilor solide în suspensie, reducerea nisipului și grăsimi, apa uzată pretrată mecanic va ajunge gravitațional într-un **bazin de omogenizare/egalizare** executat din beton armat, îngropat. Bazinul de omogenizare este prevăzut cu un sistem de mixare pentru omogenizarea apei uzate și pentru a preveni fermentarea acesteia, înainte de a fi introdusă prin pompă în modulul tehnologic de epurare biologică.

Modulul de epurare biologică va fi realizat din două rezervoare (bazine) realizate din oțel emailat, asigurându-se zonele specifice pentru nitrificare și, respectiv denitrificare. Rezervorul anoxic, în care se realizează denitrificarea se va amplasa în interiorul celui care asigură zona de nitrificare și va fi echipat cu unități de mixare submersibile. Rezervorul exterior va asigura zona de aerare în acest scop fiind echipat cu un sistem de aerare compus din suflantă de aer, sistem de distribuție a aerului și elemente de aerare cu bule fine. Concentrația oxigenului dizolvat necesar aerării va fi monitorizată cu ajutorul unui sistem de măsură și control. Cele două bazine ce constituie modulul de epurare biologică sunt amplasate suprateran cu fundație și radier din beton armat.

Din bazinul biologic apa este pompată către **modulul de ultrafiltrare cu membrane** având dublu rol: decantare secundară și dezinfecția efluentului. În modulul de ultrafiltrare cu membrane se separă nămolul activat de apa epurată. Ultrafiltrarea se realizează sub presiunea coloanei de apă de deasupra modulului de membrane dinspre exterior spre interior. Efluentul epurat nu va mai conține materii în suspensie, prin aceste membrane putând să fie îndepărtate chiar și anumite specii de virusi, astfel încât nu mai este necesară dezinfecția apei epurate. Din fiecare modul de ultrafiltrare apa epurată ajunge într-un **bazin de stocare permeat**, confecționat din polipropilenă, de unde apoi prin intermediul unui preaplin, va fi deversată gravitațional spre emisar.

O parte din efluentul epurat va fi utilizat pentru spălarea membranelor în cadrul fiecărui ciclu de filtrare. Pentru monitorizarea influentului și, respectiv efluentului sunt prevăzute debitmetre electromagnetice.

Singurul nămol rezultat în urma procesului tehnologic este nămolul în exces. Când concentrația de nămol din modulul cu membrane ultrafiltrante depășește concentrația de 10-12 g/l se realizează transferul de nămol către bazinul de stocare realizat din beton armat, montat îngropat. Din acest bazin se pompează nămolul către un bazin de condiționare – cu polielectrolit. După condiționare, nămolul va fi pompat cu ajutorul unei pompe pneumatice către unitatea de deshidratare tip filtru presă. Nămolul deshidratat, cu un conținut de substanță uscată de cca. 30-35 % va fi depozitat pe o platformă de depozitare urmând a fi ulterior evacuat.

Supernatantul evacuat din instalația de deshidratare este dirijat gravitațional în bazinul de omogenizare, de unde este reintrodus în fluxul tehnologic al epurării.

Prin aplicare invenției de epurare a apelor uzate cu membrane ultrafiltrante, se obțin următoarele avantaje:

- îmbunătățirea parametrilor calitativi ai efluentului care nu conține materie în suspensie, bacteriile fiind eliminate în proporție de 99% prin porii de dimensiuni extrem de mici;



- se realizează o separare completă, efluentul epurat având calitate superioară (< NTPA 001/2005);
- flux de filtrare ridicat;
- înlătură operația de dezinfecție final din procesul de epurare;
- cu mici adaptări sistemul cu membrane ultrafiltrante se poate integra în stațiile existente îndeplinind astfel alinierea la standardele de igiena din reglementările EU pentru apa de îmbăiere (75/160/EWG, 1975) care au la baza sistemele cu membrane ultrafiltrante.
- Datorită calității efluentului obținut prin utilizarea acestui procedeu, acesta are un potențial ridicat de reutilizare atât pentru aplicațiile municipale cât și pentru cele industriale ceea ce poate conduce la economii însemnate de apă (de ex. apa poate fi utilizată pentru sisteme de irigații).
- flexibilitate ridicată datorită designului modular care permite creșterea capacității de tratare cu mare ușurință.
- durata de viață îndelungată, de aproximativ 15–20 de ani; înlocuirea se poate realiza etapizat într-un procent de 20 – 30% membrane/casetă.
- mentenanța minimală și simplă.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legatura cu fig. 1 care reprezintă: Fluxul tehnologic al stației de epurare cu tehnologia MBR.

Linia de epurare a apei constă într-o etapă de pretratare mecanică, pentru îndepărtarea materiilor grosiere, o îndepărtare a grăsimilor și uleiurilor și o omogenizare-egalizare debite și vârfuri de poluanți, în bazinul de omogenizare-egalizare. Urmează o etapă de tratare biologică cu nitrificare-denitrificare și stabilizare aerobă a nămolului realizată în bazine din oțel emailat dispuse concentric pe o fundație din beton și o etapă de ultrafiltrare în module compuse din casete cu membrane ultrafiltrante, unde se obține separarea nămolului de efluent și o dezinfecție a efluentului evacuat ulterior către emisar.

Stația de pompare influent (SP) are rolul de a recepționa apele uzate la intrarea în stația de epurare și de a le pompa la o înălțime suficientă pentru o pozare supraterană a obiectului tehnologic din aval.

La intrarea colectorului de ape uzate în stația de pompare a fost prevăzut un grătar rar de tip coș (GC) realizat din tablă de inox cu diametrul perforațiilor de 20 mm pentru reținerea materiilor grosiere ce pot cauza blocări ale pompelor. Grătarul este prevăzut cu un sistem de culisare în vederea facilitării ridicării acestuia în vederea curățării (curățare manuală). Reținerile colectate de pe grătar vor fi depozitate într-un recipient tip pubelă în vederea evacuării ulterioare din incintă.

Stația de pompare se montează îngropat și va fi realizată din beton armat. Pentru pomparea apei către instalația automată de sitare, stația de pompare este echipată cu unități de pompare submersibile, a căror comandă este asigurată cu ajutorul indicatorilor de nivel.

Din stația de pompare apa uzată va fi pompată către **sita rotativă (TR)** care va avea curățare automată, cu rol de a reține materiile solide cu dimensiunea particulei mai mare de 0,75 mm. Sita rotativă va fi amplasată pe un cadru metalic de susținere, iar



descărcarea materiilor solide grosiere se va face într-un recipient de colectare urmând a fi evacuat ulterior din incintă. Apa sitată va trece gravitațional în separatorul de grăsimi.

Separatoarele de grăsimi (SG) sunt echipamente care intra în componența instalațiilor de epurare, destinate reținerii grăsimilor animale și vegetale conținute de apele. Principiul operational de separare a grăsimilor se bazează pe diferența de densitate dintre apa și componentele de separat. Lichidele ușoare se ridică la suprafață, peste apa și pot fi foarte ușor înlăturate.

Bazinul de omogenizare-egalizare (BOM) a fost prevăzut în schema de epurare pentru atenuarea vârfurilor de debit și alimentarea treptei biologice cu un debit cât mai constant. De asemenea, în același bazin, datorită efectului de compensare a bazinului de egalizare, se va realiza și o omogenizare a concentrațiilor influente în treapta biologică. Pomparea apei uzate pretrată mecanic către treapta biologică se va efectua cu ajutorul a unor unități de pompare.

Pentru evitarea apariției depunerilor în bazinul de omogenizare-egalizare au fost prevăzute două mixere submersibile cu diametrul elicei de 176 mm.

Bazinul biologic (BB) cu nitrificare-denitrificare, defosforizare biologică și stabilizare aerobă a nămolului este obiectul tehnologic în care se realizează reducerea substanței organice, eliminarea pe cale biologică a fosforului, eliminarea compușilor cu azot, respectiv azotaților în compartimentul de denitrificare (anoxic) și amoniului în compartimentul de nitrificare (oxic). Bazinul biologic este propus sub forma a 2 bazine circulare concentrice, în care zona de denitrificare a fost prevăzută în compartimentul central circular în timp ce zona de nitrificare a fost prevăzută în bazinul circular exterior. Schema de epurare biologică propusă este cu stabilizarea aerobă a nămolului, iar concentrația în materie în suspensie aleasă pentru dimensionarea treptei biologice este de 10 g/l pentru bazinul biologic și de 12 g/l pentru modulul de ultrafiltrare din aval.

În cadrul compartimentului de **denitrificare (D)**, prin asigurarea unui mediu anoxic (lipsa oxigenului liber, dar în prezența oxigenului legat chimic sub formă de azotați), se va realiza reducerea azotaților (NO_3^-) produși în compartimentul de nitrificare (N) din aval. Volumul compartimentului de denitrificare a fost ales 20% din întregul volum al bazinului biologic (conform raportului de denitrificare calculat). Bazinul de denitrificare este operat continuu prin mixarea amestecului de apă uzată influentă și a nămolului activat de recirculare internă.

Compartimentul de **nitrificare (N)** al bazinului biologic va asigura reducerea concentrației de amoniu la o limită proiectată de 1,0 mg/l, prin aerarea apei cu un sistem de aerare cu bule fine (cu membrană elastică perforată).

Amestecul de nămol activat denitrificat va fi alimentat din compartimentul de nitrificare (N) prin deversare peste peretele despărțitor comun dintre cele două.

Sistemul de aerare prevăzut se compune din: elemente de aerare cu bule fine, sistem de distribuție din țeava de inox și suflanta de aer și un senzor de măsură pentru oxigenul dizolvat astfel încât concentrația acestuia să nu scadă sub 2,0 mg/l.

Transferul nămolului activat la modulul de ultrafiltrare (MBR) se va face cu ajutorul unei unități de pompare submersibile.

Modulul de ultrafiltrare cu membrane (**MBR**) a fost prevăzut în aval de bazinul biologic pentru separarea biomasei active din nămolul activat de apă epurată. Filtrarea se realizează printr-un modul de ultrafiltrare constituit dintr-o caseta de membrane amplasată într-un bazin circular realizat din polietilenă. Rolul acestui modul este de a



separa biomasa activă și de a evacua efluentul epurat. Filtrarea namolului activat se face sub presiunea coloanei de apă din bazin.

Sistemul de aerare este instalat sub caseta de membrane, scopul principal al acestuia fiind menținerea unui mediu oxigenat, mixarea nămolului activat pentru a evita depunerea acestuia pe radierul bazinului dar și pentru dislocarea biofilmului ce se dezvoltă la suprafața membranelor prin acțiunea de forfecare indusă de bulele de aer ascendente la suprafața de contact a membranelor. Aerarea modulului MBR se efectuează continuu.

Evacuarea nămolului în exces apare ca necesară datorită producției de biomasă (nămol) apărută prin procedeele biologice de epurare ce au loc în cele două bazine biologice (BB și MBR). Evacuarea nămolului în exces se aplică ori de câte ori concentrația nămolului activat în modulul de ultrafiltrare cu membrane depășește 12 g/l. Evacuarea efectivă a nămolului în exces este un proces ce se va regla la punerea în funcțiune a stației, în funcție de producția de nămol efectivă a treptei biologice. Evacuarea nămolului în exces se face prin intermediul unei pompe submersibile instalate în interiorul modulului de ultrafiltrare (MBR) direct în bazinul de stoc nămol (BSN). Recircularea externă se va realiza cu air-lift. Nămolul activat va fi recirculat între modulul de ultrafiltrare (MBR) și compartimentul de denitrificare în scopul menținerii biomasei din bazinele biologice (BB) la o concentrație de operare cuprinsă între 8-10 g/l.

Evacuarea apei filtrate (permeatul) se face gravitațional prin presiunea coloanei de apă de deasupra modulelor de filtrare, și este realizată în bazinul de permeat (BP) și de aici mai departe către emisar. Spălarea membranelor filtrante se face în contracurent prin pomparea de apă epurată din bazinul de permeat.

Containerul de echipamente (CE) aferent modulului de filtrare MBR conține:

- 1. Bazinul de permeat** - Are rolul de a colecta efluentul epurat (permeatul) și de a oferi volumul de apă necesar ciclurilor de spălare ale membranelor, în acest scop fiind echipat cu o pompă centrifugă. Conductele de transfer ale apei filtrate și cele pentru spălare sunt echipate cu vane cu acționare electrică pentru o operare automatizată.
- 2. Debitmetru** - Pentru monitorizarea debitului efluent a fost prevăzut un debitmetru electromagnetic, montat în containerul de echipamente aferent modulului MBR.

Avantajele utilizării modulelor cu membrane ultrafiltrante (MBR):

- ✓ concentrația de nămol de 10–12 g/l datorată procesului de separare fizică prin membrane este mult mai ridicată față de concentrația nămolului obținută în soluția clasică de epurare biologică cu nămol activat unde aceasta variază între 3,5–5 g/l ceea ce permite reducerea volumului bazinului biologic;
- ✓ efluentul evacuat este lipsit de materii în suspensie. Bacteriile sunt eliminate în proporție de 99% prin utilizarea membranelor ultrafiltrante (dimensiune pori = 0,04 μm). Chiar și virușii pot fi separați prin adsorbție. În acest fel, datorită separării complete substanța organică remanentă este redusă. Standardele de igienă din reglementările EU pentru apa de înbăiere (75/160/EWG, 1975) au la baza sistemele cu bazinele biologice și membrane ultrafiltrante. Datorită calității efluentului obținut prin utilizarea acestui procedeu, acesta are un potențial ridicat de reutilizare atât pentru aplicațiile municipale cât și pentru cele industriale ceea



ce poate conduce la economii însemnate de apă (de ex. apa poate fi utilizată pentru sisteme de irigații);

- ✓ flux de filtrare ridicat;
- ✓ consum redus de energie;
- ✓ flexibilitate ridicată datorită designului modular ceea ce permite creșterea capacității de tratare cu mare ușurință;
- ✓ operare facilă;
- ✓ durată de viață îndelungată, de aproximativ 15 – 20 de ani; înlocuirea se poate realiza etapizat într-un procent de 20 – 30% membrane/casetă;
- ✓ costuri eficiente;
- ✓ calitate superioară a efluentului epurat (< NTPA001);
- ✓ mentenanță minimală și simplă.

Utilizarea membranelor ultrafiltrante în cadrul stațiilor de epurare a apelor uzate reprezintă o alternativă excelentă la procesele convenționale cu nămol activat, **modulele MBR având dublă funcționalitate: decantor secundar și dezinfecție**. Casetele cu membrane ultrafiltrante sunt ușor de integrat în schema fluxului tehnologic al unei stații de epurare putând fi montate direct în bazinul biologic sau se poate constitui separat un bazin special destinat filtrării. Comparativ cu soluția clasică de separare gravitațională a nămolului care poate fi ineficientă (posibil fenomen de flotare) acesta putând fi regăsit în efluent, separarea fizică prin membrane ultrafiltrante este completă, efluentul evacuat fiind lipsit de materii în suspensie. În timpul procesului de epurare biologică și ultrafiltrare, concentrația nămolului activat crește continuu și, pentru a asigura o concentrație constantă a acestuia este necesară evacuarea nămolului în exces din modulul MBR. Sonda de materii solide în suspensie măsoară concentrația de nămol din modul și atunci când aceasta indică depășirea valorii de 10–12 g/l, pompa de evacuare a nămolului în exces pornește și alimentează bazinul de stocare nămol și apoi unitatea de deshidratare, unde se reduce umiditatea acestuia. Efluentul epurat este evacuat într-un bazin de permeat și de aici, o mică parte din apa tratată se folosește pentru spălarea membranelor ultrafiltrante (spălare inversă), iar restul este evacuat către emisar. Spălarea membranelor se face cu ajutorul unor electrovalve pneumatice.

Principalele avantaje ale soluției tehnologice propuse, din punctul de vedere al utilizării bazinelor din oțel emailat pentru etapa de tratare biologică:

- ✓ diminuarea perioadei aferentă construcțiilor de beton necesare realizării stației de epurare, prin utilizarea bazinelor din oțel emailat amplasate suprateran;
- ✓ construcții civile aferente, reduse – realizarea fundațiilor extrem de simplă chiar și în condiții geologice complexe;
- ✓ amprenta la sol redusă;
- ✓ durată de utilizare pentru bazinele din oțel emailat este > 40 de ani;
- ✓ bazinele din oțel emailat prezintă rezistență la abraziune și rezistență chimică sporită (pH: 2 – 13);
- ✓ posibilitatea reconstrucției sau relocării;
- ✓ după expirarea perioadei de funcționare, bazinele pot fi dezasamblate foarte ușor și reciclate;

Nămolul în exces, evacuat prin pompare din modulele cu membrane ultrafiltrante este stocat într-un **bazin de stocare nămol (BSN)**. Evacuarea nămolului în exces se



4

face prin intermediul unei pompe submersibile instalate în interiorul modulului de ultrafiltrare (MBR) direct în bazinul de stoc nămol. Recircularea externă se va realiza cu air-lift.

În interiorul **containerului de deshidratare nămol (CDN)** se realizează o condiționare a nămolului prin dozare de var și/sau polimer (în bazinul de condiționare nămol), în vederea reducerii rezistenței sale specifice și ulterior, deshidratarea într-o instalație tip filtru-presă, obținându-se un nămol cu umiditate de cca. 65 - 70%.

Supernatantul (apa de nămol) rezultată în urma procesului de deshidratare este reintrodus în fluxul de tratare a apei, în stația de pompare influent (SP).



REVENDICĂRI

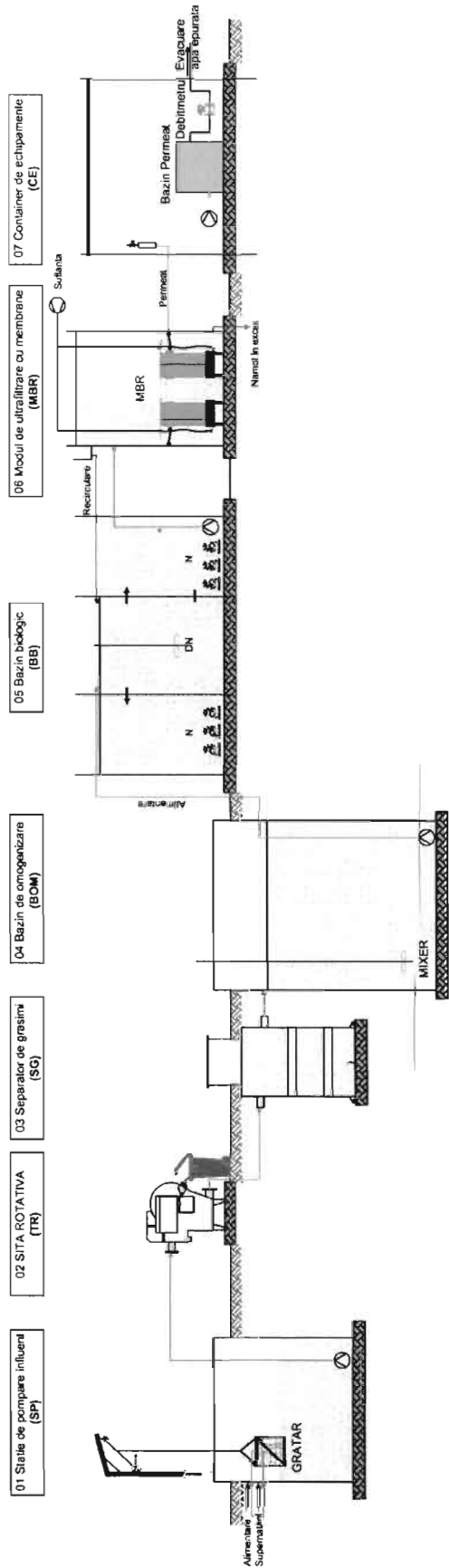
1. Stație de epurare a apelor uzate cu membrane ultrafiltrante compusă din următoarele subansamble:
 - Stație de pompare apă uzată brută (SP),
 - Sita rotativa (TR),
 - Separator de grasimi (SG),
 - Bazin de omogenizare-egalizare (BOM),
 - Bazin biologic – cu operațiuni specifice de nitrificare, denitrificare, defosforizare biologică, stabilizare aeroba a namolului (BB),
 - Module de filtrare cu membrane ultrafiltrante care înlocuiesc fazele necesare decantării secundare și dezinfecției (MBR),
 - Container de echipamente (CE),
 - Bazin de stocare a nămolului (BSN),
 - Container de deshidratare namol (CDN),

caracterizată prin aceea că, modulele de filtrare MBR sunt prevăzute cu membrane ultrafiltrante imersate în bazinul circular realizat din polietilenă, a căror spălare se face în contracurent prin pomparea de apă epurată din bazinul de permeat, rolul acestor module fiind de a separa biomasa activă și de a evacua efluentul epurat, evacuarea apei filtrate făcându-se gravitațional prin presiunea coloanei de apă de deasupra modulelor de filtrare, și fiind realizată în bazinul de permeat și de aici mai departe către emisar.

2. Stație de epurare a apelor uzate cu membrane ultrafiltrante **caracterizată prin aceea că**, bazinul biologic BB este sub compus din 2 (două) bazine circulare concentrice, în care zona de denitrificare a fost prevăzută în compartimentul central circular, în timp ce zona de nitrificare a fost prevăzută în bazinul circular exterior, conform revendicării 1.



LINIA APEI



LINIA NAMOLULUI

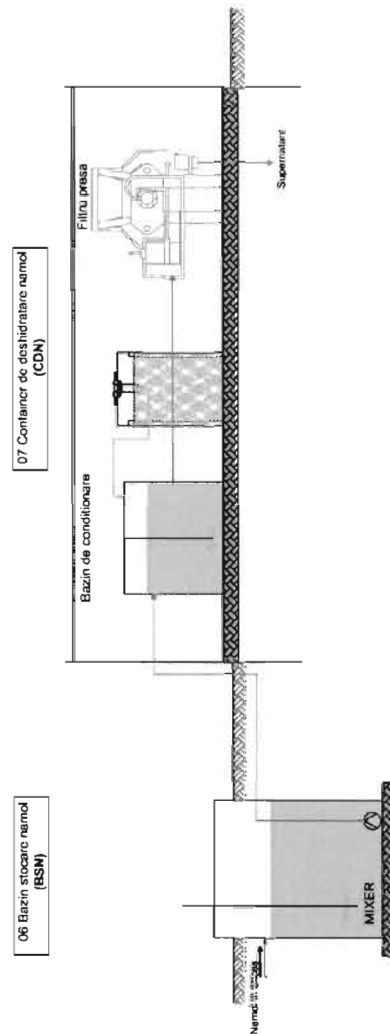


Fig. 1

