

Acest dosar este prezentat exclusiv pentru informare.

Stimate cititor!

Daca DVS doriți sa copiați acest dosar, el urmează a fi inlaturat fara intirziere, imediat dupa ce ati făcut cunoștința cu conținutul lui. Copiind si pastrind dosarul in cauza, DVS va asumați toata responsabilitatea in conformitate cu legislația in vigoare. Toate drepturile de autor asupra dosarului dat se păstrează dupa deținătorul de drept. Orice utilizare in scopuri comerciale sau alte scopuri, cu excepția utilizării in scopuri de informare prealabila este interzisa.

Publicarea acestui document nu atrage dupa sine nici un fel de cistig comercial.

Insa astfel de documente contribuie rapid la ridicarea profesionalismului si spiritualității cititorilor si servește drept reclama a edițiilor de hirtie a acestor documente.

CUPRINS

CAPITOLUL 1 - NECESITATEA OPTIMIZĂRII SISTEMELOR DE COLECTARE ȘI EPURARE A APELOR UZATE 8

1.1	Necesitatea obiectivă	8
1.2	Reglementări legislative	10
1.3	Indicatori de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare	10
1.4	Obiectivele lucrării	12

CAPITOLUL 2 - SITUAȚIA EXISTENTĂ A SISTEMELOR DE CANALIZARE DIN JUDEȚUL ARGEȘ 13

2.1	Situația actuală a sistemelor de canalizare la nivel național	13
2.2	Situația actuală a sistemelor de canalizare în județul Argeș.....	16
2.2.1	Date generale privind infrastructura de apă uzată.....	16
2.2.2	Evaluarea debitelor și încărcărilor cu poluanți	18
2.2.3	Aglomerarea Pitești	21
2.2.4	Aglomerarea Câmpulung	22
2.2.5	Aglomerarea Curtea de Argeș.....	24
2.2.6	Aglomerarea Mioveni	26
2.2.7	Aglomerarea Topoloveni	27
2.2.8	Aglomerarea Costești.....	30
2.2.9	Zona rurală.....	33
2.3	Concluzii privind situația existentă a sistemelor de canalizare din județul Argeș	34

CAPITOLUL 3: OPTIMIZAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE DIN JUDEȚUL ARGEȘ..... 35

3.1	Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare[51].....	35
3.2	Sisteme și procedee de canalizare	36
3.3	Elemente fundamentale privind concepția rețelelor de canalizare [51]	37
3.3.1	Rețele de canalizare gravitaționale.....	37
3.3.2	Rețele de canalizare în sistem vacuumat [33][50].....	38

3.3.3	Rețele de canalizare sub presiune[40][41]	44
3.4	Analiza de opțiuni pentru sistemele de canalizare din județul Argeș [37]	48
3.4.1	Analiza de opțiuni privind colectarea și epurarea apelor uzate pentru aglomerările urbane din județul Argeș [37].....	51
3.4.1.1	Aglomerarea Pitești-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate.....	51
3.4.1.2	Aglomerarea Câmpulung - analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate	55
3.4.1.3	Aglomerarea Curtea de Argeș-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate	58
3.4.1.4	Aglomerarea Mioveni-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate..	61
3.4.1.5	Aglomerarea Topoloveni-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate.	63
3.4.1.6	Aglomerarea Costești-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate..	67
3.4.2	Concluzii.....	70

CAPITOLUL 4: STADIUL ACTUAL AL TEHNOLOGIILOR DE PRELUCRARE A NĂMOLULUI DIN STAȚIILE DE EPURARE..... 71

4.1	Cantități specifice de nămol și caracteristicile acestora	71
4.1.1	Caracteristicile nămolului: umiditatea, materii solide, greutatea specifică, filtrabilitatea, coeficientul de compresibilitate, puterea calorică și fermentabilitatea	71
4.2	Alegerea schemei de prelucrare a nămolurilor	74
4.2.1	Scheme de prelucrare a nămolurilor aplicate în țara noastră [24][48] [51]	75
4.2.2	Scheme de prelucrare a nămolurilor cu fermentare în două trepte	76
4.2.3	Scheme tehnologice cu stabilizarea aerobă a nămolurilor	83
4.2.4	Stabilizarea cu var	86
4.3	Concentrarea nămolurilor	87
4.3.1	Concentrarea gravitațională a nămolurilor.....	88
4.3.2	Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotație cu aer dizolvat [12][51]	91
4.4	Centrifugarea nămolurilor	93
4.5	Deshidratarea nămolurilor	95
4.5.1	Deshidratarea naturală	96
4.5.2	Deshidratarea mecanică	97
4.5.2.1	Deshidratarea prin centrifugare.....	97
4.5.2.2	Deshidratarea cu filtre bandă	97
4.5.2.3	Deshidratarea cu filtre presă.....	99

CAPITOLUL 5: STRATEGIA MANAGEMENTULUI NĂMOLULUI ÎN JUDEȚUL ARGEȘ..... 103

5.1	Influența mărimii stației de epurare asupra managementului nămolului	104
------------	---	------------

5.2	Analiza alternativelor privind managementul nămolului rezultat din procesele de epurare la nivelul județului Argeș [9][10][37][56][60]	107
5.2.1	Scenariul I.....	107
5.2.2	Scenariul II.....	108
5.2.3	Scenariul III.....	109
5.2.4	Scenariul IV	110
5.2.5	Scenariului I : Folosirea nămolului în agricultură și depozitarea la depozitul de deșeuri. Detaliere costuri.....	111
5.3	Concluzii	115

CAPITOLUL 6: STUDIU DE CAZ – TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII NĂMOLULUI LA STAȚIA DE EPURARE PITEȘTI 118

6.1	Linia tehnologică a nămolului	120
6.1.1	Stații de pompare nămol primar (SPN _p).....	120
6.1.2	Stații de pompare nămol în exces (SPN _e)	120
6.1.3	Îngroșătoare gravitaționale nămol primar (CGN _p)	120
6.1.4	Îngroșătoare mecanice nămol în exces (CMNE)	121
6.1.5	Bazine omogenizare nămol (BANC).....	121
6.1.6	Rezervoare de fermentare a nămolului (RFN)	122
6.1.7	Bazin tampon de stocare nămol fermentat (BTN _f).....	123
6.1.8	Deshidratarea mecanică a nămolului (DMN _f)	123
6.1.9	Rezervor supernatant (RS _s)	124
6.1.10	Instalații de biogaz.....	124
6.2	Estimare bilanț de substanță [52] [53]	127
6.3	Analiza tehnico-economică a proceselor din linia nămolului a SE Pitești	133
6.4	Condiționări privind utilizarea nămolului în agricultură.....	136
6.4.1	Legislația Uniunii Europene în domeniul utilizării agricole a nămolurilor	138
6.5	Studii și cercetări privind utilizarea în agricultură a nămolului procesat la SE Pitești	141
6.5.1	Rezultatele cercetărilor experimentale realizate în perioada 2004-2007	142
6.5.2	Rezultatele Studiului „Influența furajării ovinelor cu furaje obținute din culturi fertilizate organic cu nămol de epurare. Studiul calității laptelui și a cărnii produse“ [50].	147
6.6	Conformarea schemei tehnologice de prelucrare a nămolului din SE Pitești la strategia valorificării nămolului la nivelul județului Argeș	148
6.7	Elemente privind dezvoltarea tehnologiei de prelucrare a nămolului între 2014-2025	151
6.7.1	Varianta 1.....	152
6.7.2	Varianta 2.....	153

CAPITOLUL 7: CONCLUZII GENERALE 155

7.1	Conținutul lucrării.....	155
7.2	Contribuțiile autorului	159
7.3	Perspective, tendințe viitoare.....	160

Tabel 1.1	Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare.....	11
Tabel 2.1	Gradul de racordare la rețelele de canalizare/stații de epurare la nivelul anului 2011	13
Tabel 2.2	Lungimea rețelelor de canalizare de canalizare existente și în execuție.....	13
Tabel 2.3	Aglomerări din județul Argeș cu o pop. echivalentă mai mare de 2000 l.e.....	19
Tabel 2.4.	Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Pitești.....	22
Tabel 2.5	Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Câmpulung	24
Tabel 2.6.	Debitele și încărcările de apă uzată din aglomerarea Curtea de Argeș	26
Tabel 2.7.	Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Mioveni	27
Tabel 2.8	Debitul și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Topoloveni.....	28
Tabel 2.9.	Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Costești	31
Tabel 2.10.	Debitele și încărcările de apă uzată din aglomerările aferente zonei rurale.....	33
Tabel 2.11.	Evoluția indicatorilor în domeniul serviciilor de canalizare-epurare ape uzate din județul Argeș	33
Tabel 3.1.	Debite, diametre și lungimi [33][50].....	42
Tabel 3.2	Valorile vitezei minime de curgere	46
Tabel 3.3	Opțiunile analizate pentru reabilitarea/extinderea infrastructurii de apă uzată. ...	49
Tabel 3.4	Metodologia de calcul a costurilor de investiții și a costurilor de operare – apă uzată.....	50
Tabel 3.5	Agglomerarea Pitești - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.....	52
Tabel 3.6	Agglomerarea Pitești - avantaje și dezavantaje opțiuni	52
Tabel 3.7	Agglomerarea Câmpulung - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.	55
Tabel 3.8	Agglomerarea Câmpulung- avantaje și dezavantaje opțiuni analizate	55
Tabel 3.9	Agglomerarea Curtea de Argeș - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.....	58
Tabel 3.10	Agglomerarea Curtea de Argeș - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate.....	58
Tabel 3.11	Agglomerarea Mioveni - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.....	61
Tabel 3.12	Agglomerarea Mioveni - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate.....	61
Tabel 3.13	Agglomerarea Topoloveni - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.	64
Tabel 3.14	Agglomerarea Topoloveni - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate.....	64
Tabel 3.15	Agglomerarea Costești - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.	67
Tabel 3.16	Agglomerarea Costești - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate.....	67
Tabel 4.1	Cantități specifice de nămol reținute în stațiile de epurare.....	71
Tabel 4.2	Parametrii de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă [11][12][50]	83
Tabel 4.3	Eficiența de reducere a umidității nămolurilor.	88
Tabel 4.4	Valori recomandate pentru I_{SU}.	89
Tabel 4.5	Valori maxim recomandate pentru I_h.	90

<i>Tabel 4.6 Performanțe centrifugare nămol. [12] [50]</i>	95
<i>Tabel 4.7 Valori ale I_{SU}</i>	96
<i>Tabel 4.8 Eficiența de îndepărtare a materiilor solide [12][51]</i>	97
<i>Tabel 4.9 Încărcări, eficiențe filtre bandă.</i>	98
<i>Tabel 4.10 Eficiența filtrelor presă.</i>	101
<i>Tabel 5.1 Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare. [9][10]</i>	106
<i>Tabel 5.2 Scenariul I: descrierea opțiunilor analizate</i>	107
<i>Tabel 5.3 Scenariul II: descrierea opțiunilor analizate</i>	108
<i>Tabel 5.4 Scenariul III: descrierea opțiunilor analizate</i>	109
<i>Tabel 5.5 Scenariul IV: descrierea opțiunilor analizate</i>	110
<i>Tabel 5.6 Distanțe/costuri de transport</i>	111
<i>Tabel 5.7 Ratele de aplicare a nămolului și suprafețele disponibile [36][61]</i>	112
<i>Tabel 5.8 Costuri aferente analizelor de sol</i>	112
<i>Tabel 5.9 Costuri tehnologie de înrăștiere a nămolului</i>	112
<i>Tabel 5.10 Costuri estimate: alternativă utilizare în agricultură (2011-2025)</i>	113
<i>Tabel 5.11 Costuri transport nămol de la stațiile de epurare la Depozitul Albota</i>	113
<i>Tabel 5.12 Costuri transport nămol rezultat de la stațiile de tratare a apei la SEAU Pitești</i>	114
<i>Tabel 5.13 Costuri estimate pentru alternativa eliminării nămolului la Depozitul Albota</i> ...	114
<i>Tabel 5.14 Scenariu I: Centralizare costuri estimate (perioada 2011-2025)</i>	115
<i>Tabel 5.15 Estimări costuri (Euro)- Scenarii management nămol în județul Argeș [36][61]</i>	115
<i>Tabel 6.1 Stații de pompare nămol primar – elemente tehnologice</i>	120
<i>Tabel 6.2 Stații de pompare nămol în exces – elemente tehnologice</i>	120
<i>Tabel 6.3 Debite influente în SE Pitești</i>	127
<i>Tabel 6.4 Indicatori de calitate influent SE Pitești [52]</i>	127
<i>Tabel 6.5 Calitatea supernatantului de pe linia nămolului – valori medii. [52]</i>	128
<i>Tabel 6.6 Calitatea nămolului deshidratat – proba momentană [51].</i>	131
<i>Tabel 6.7 Evaluarea consumului de energie electrică - linia nămolului SE Pitești</i>	133
<i>Tabel 6.8 Evaluare costuri de operare - linie nămol SE Pitești (perioada 21-28.06.2012)</i> ..	134
<i>Tabel 6.9 Valorile maxime admisibile al concentrațiilor de metale grele în solurile pe care se aplică nămoluri (mg/kg s.u. într-o probă reprezentativă de sol cu un pH >6,5)</i>	137
<i>Tabel 6.10 Concentrațiile maxime admisibile de metale grele din nămolurile utilizate pentru fertilizare în agricultură</i>	138
<i>Tabel 6.11 Valorile maxime pentru cantitățile anuale de metale grele care pot fi introduse în terenurile agricole pe baza unei medii de 10 ani</i>	138
<i>Tabel 6.12 Limitele concentrațiilor pentru anumite substanțe chimice care se pot acumula în sol conform Directivei 86/278/EEC.</i>	140
<i>Tabel 6.13 Concentrațiile Cd_{FT} din sol (mg/kg s.u.)</i>	144
<i>Tabel 6.14 Efectul aplicării nămolului asupra indicelui relativ de contaminare/poluare fitotoxică cu metale grele în recoltele obținute pe luvosolul de la Albota – Argeș</i>	146
<i>Tabel 6.15 Estimare costuri de operare: instalație deshidratare suplimentară - linie nămol SE Pitești</i>	150

Tabel 6.16 Cantități estimate de nămol provenit de la stațiile de epurare, 2014 – 2025 (tone s.u./an)	151
---	-----

Figura 2.1 Situația colectării și epurării apelor uzate pentru aglomerările umane cu mai mult de 2000 l.e.	14
Figura 2.2: Situația existentă a sistemelor de canalizare din județul Argeș	17
Figura 2.3 Configurația aglomerărilor Pitești, Câmpulung, Curtea de Argeș, Topoloveni și Costești-Buzoești.....	20
Figura 2.4 Stația de epurare Topoloveni-profilul tehnologic [37].....	29
Figura 2.5 Stația de epurare Costești-profilul tehnologic [37].....	32
Figura 3.1. Sistem de canalizare vacuumat.	39
Figura 3.2. Supapă.	39
Figura 3.3. Cămin colector.	39
Figura 3.4 Dispoziția conductelor vacuumate în raport cu panta terenului.	40
Figura 3.5. Lift închis $v > d/\cos \alpha$	41
Figura 3.6 Lift deschis $v \leq d/\cos \alpha$	41
Figura 3.7. Schemă cămin preluare rețea vacuumată.	41
Figura 3.8 Schema rețelei de canalizare subpresiune (rețea ramificată).....	45
Figura 3.9 Diagrama de simultaneitate [41].....	48
Figura 3.10 Aglomerarea Pitești- colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1	53
Figura 3.11 Aglomerarea Pitești- colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2	54
Figura 3.12 Aglomerarea Câmpulung - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1	56
Figura 3.13 Aglomerarea Câmpulung - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2	57
Figura 3.14 Aglomerarea Curtea de Argeș - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1	59
Figura 3.15 Aglomerarea Curtea de Argeș - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2	60
Figura 3.16 Aglomerarea Mioveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1.....	62
Figura 3.17 Aglomerarea Mioveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2	63
Figura 3.18 Aglomerarea Topoloveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1.....	65
Figura 3.19 Aglomerarea Topoloveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2	66
Figura 3.20 Aglomerarea Costești - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1	68
Figura 3.21 Aglomerarea Costești - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2	69
Figura 4.1 Schema de prelucrare a nămolului	75
Figura 4.2 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte.....	78
Figura 4.3 Fermentare anaerobă de mare încărcare, în două trepte [12]	81
Figura 4.4 Schema de prelucrare a nămolului cu fermentare în două trepte [50]	82
Figura 4.5 Schema flotație cu presurizare supernatant.....	91
Figura 4.6 Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor.....	94
Figura 4.7 Filtru bandă	98
Figura 6.1 Stația de epurare Pitești – Plan de situație general	119
Figura 6.2 Îngroșătoare mecanice nămol în exces	121
Figura 6.3 Rezervoare de fermentare a nămolului.....	122
Figura 6.4 Instalații de deshidratare mecanică a nămolului	123
Figura 6.5 Instalații de deshidratare mecanică a nămolului	125
Figura 6.6 Statia de epurare Pitești – Profil tehnologic: linia nămolului.....	126
Figura 6.7 Bilanț de substanță-linie nămol SE Pitești [46] [52].....	129

<i>Figura 6.8 Variația concentrației de substanță uscată - valori medii.</i>	130
<i>Figura 6.9 Variația raportului SM/SV pentru probele de nămol din SE Pitești: valori medii.</i>	130
<i>Figura 6.10 Evoluția concentrațiilor de Cd mobil (Cd_{FM}) în funcție de dozele de nămol & îngrășăminte chimice aplicate [35][50]</i>	143
<i>Figura 6.11 Relația de dependență dintre dozele de nămol și producția obținută pe luvosolul pedoameliorat cu nămol [50].</i>	144

CAPITOLUL 1 - NECESITATEA OPTIMIZĂRII SISTEMELOR DE COLECTARE ȘI EPURARE A APELOR UZATE

1.1 Necesitatea obiectivă

În strategia județului Argeș privind reabilitarea și extinderea infrastructurii de apă și apă uzată, obiectivul principal este reprezentat de corelarea eficientă a necesarului investițional cu cerințele de conformare și prevederile reglementărilor de mediu în vigoare.

În acord cu specificul sectorului de apă și apă uzată, strategia județenă este corelată cu acțiunile specifice procesului de regionalizare a serviciilor de alimentare cu apă și canalizare. Acest proces, aflat în curs de desfășurare, își propune să depășească fragmentarea excesivă a sectorului prin constituirea unui sistem public regional pe baza unor programe de optimizare și extindere a serviciilor de alimentare cu apă și de canalizare existente/extinse.

Procesul de optimizare și extindere a serviciilor de alimentare cu apă și canalizare din județul Argeș are la bază:

- a) realizarea unor sisteme integrate de alimentare cu apă, colectare și epurare a apelor uzate la standarde europene, prin realizarea unor noi sisteme tehnico-edilitare și prin modernizarea și retehnologizarea celor existente, atât la nivelul localităților urbane, cât și a celor din mediul rural;
- b) organizarea serviciilor comunitare de utilități publice în raport cu cerințele populației: eliminarea riscului în asigurarea calității apei și calitatea serviciului;
- c) adoptarea unor proceduri și mecanisme specifice pentru monitorizarea și evaluarea performanțelor serviciilor comunitare de utilități publice;
- d) instituirea unui sistem de monitorizare și evaluare pe baza conceptului prevederilor Contractului de delegare a gestiunii serviciilor comunitare de utilități publice;

- e) corelarea planurilor de amenajare a teritoriului cu proiecte de dezvoltare a serviciilor comunitare de utilități publice;
- f) pregătirea unui portofoliu de proiecte eligibile pentru construcția, dezvoltarea și modernizarea sistemelor de alimentare cu apă /canalizare pentru localitățile urbane și rurale în vederea accesării fondurilor disponibile în cadrul perioadei de programare 2014-2020.

Tehnic, strategia pentru dezvoltarea serviciilor de apă și apă uzată a luat în considerare următoarele elemente:

- sistemele de canalizare din zonele urbane vor fi reabilitate și dezvoltate ținând seama de specificul lor, precum și de extinderea în zonele peri-urbane, cu asigurarea racordării a peste 95 % din populația totală;
- pentru aglomerările urbane cu populație echivalentă între 2,000-10,000 l.e. vor fi construite sisteme pentru colectarea și epurarea apelor uzate, care vor include următoarele componente: rețele de canalizare, stații de pompare și stații de epurare a apelor uzate (SEAU);
- pentru aglomerările cu o populație mai mică de 2.000 l.e. se vor realiza analize tehnico-economice și financiare, în vederea adoptării unor soluții specifice în acord cu condițiile geo-morfologice și climatice locale.

În județul Argeș a fost realizată o revizuire a aglomerărilor din sectorul de apă uzată. Acest lucru a fost necesar deoarece în cadrul Planului Național de Implementare a Directivei 91/271, limitele aglomerărilor umane au coincis cu cele ale zonelor administrativ-teritoriale. În cadrul Master Plan-ului, definirea și constituirea aglomerărilor s-a realizat în conformitate cu cerințele și recomandările cuprinse în Directiva 91/271 și “Termeni și definiții ai Directivei 91/271 de tratare a apei uzate”, precum și cu specificul condițiilor hidro-geologice și topografice ale județului Argeș.

În paralel cu planul de desfășurare a măsurilor pentru îndeplinirea criteriilor de conformare este necesară optimizarea procedurilor de întreținere și funcționare (înlocuirea echipamentului, instalațiilor și secțiunilor de conducte și optimizarea proceselor tehnologice din stațiile de epurare), în conformitate cu cerințele legislative din domeniul infrastructurii de apă uzată și protecției mediului.

1.2 Reglementări legislative

Limitele maxime admisibile stabilite prin normative pentru parametrii de calitate corespund Directivelor 91/271/EEC și 91/276/EEC, elaborate de Comisia Comunității Economice Europene. Alte reglementări românești în vigoare sunt enumerate în cele ce urmează:

- a) O.U.G. nr. 195/2005 privind protecția mediului, cu modificările ulterioare;
- b) Legea Apelor 107/1996, cu modificările ulterioare; Legea nr. 310/28.06.2004 pentru modificarea și completarea Legii apelor nr. 107/1996 (MO nr.584/30.06.2004), modificată și completată de Legea 112/2006. Aceste legi transpun prevederile Directivei Cadru 2000/60/CE.
- c) Legea privind calitatea în construcții 10/1995, cu modificările ulterioare;
- d) NTPA 011 – Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate urbane (HG nr. 188/2002 completată și modificată de HG nr. 352/2005);
- e) NTPA 001 – Norme tehnice privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate urbane la evacuarea în receptori naturali(HG nr. 188/2002 completată și modificată de HG nr. 352/2005);
- f) NTPA 002 – Norme tehnice privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localitatilor (HG nr. 188/2002 completată și modificată de HG nr. 352/2005);
- g) Ordinul nr. 161 din 16 februarie 2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă.

1.3 Indicatori de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare

Valorile maxim admisibile ale indicatorilor de calitate ale efluentului epurat pentru consumul biochimic de oxigen (CBO₅), consumul chimic de oxigen (CCO- Cr), materiile totale în suspensie MTS, compuși pe bază de azot (N) și compuși pe bază de fosfor (P) sunt reglementați în țara noastră prin normativele tehnice pentru protecția apelor NTPA 001-2002, NTPA 011-2002 și NTPA 002-2002.

La nivelul Uniunii Europene, valorile respective sunt prezentate în Directiva Consiliului Uniunii Europene nr. 91/271/EEC din 21 mai 1991 privind epurarea apelor uzate orășenești.

Valorile maxim admisibile sunt indicate atât pentru condițiile de mediu normale „zone mai puțin sensibile”, cât și pentru condițiile de mediu speciale care sunt denumite „zonele sensibile”. Zonele sensibile sunt reprezentate de apele (receptorii naturali) care intră în una din următoarele categorii:

- lacuri, alte ape de suprafață, estuare, ape de coastă care sunt eutrofizate sau prezintă pericolul de a deveni eutrofice în viitorul apropiat, dacă nu se iau măsuri preventive de protecție;
- ape de suprafață folosite drept sursă de apă potabilă, ce ating valori ale concentrațiilor de azotați ridicate ;

Tabel 1.1 Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare.

Indicatorul de calitate	Norma sau normativul în care este indicat	Concentrație maxim admisibilă (mg /l)	Procent minim de reducere (%)	Valorile conform Directivei nr. 91/271/EEC	
				Concentrații (mg/l)	Procent de reducere %
0	1	2	3	4	5
Consum biochimic de oxigen (CBO ₅ la 20 ⁰ C), fără nitrificare	NTPA 011-2002 NTPA 001-2002	20,(25) ^a	70–90 40 ^b	25	70–90 40 ^b
Consum chimic de oxigen (CCO) determinat prin metoda CCO-Cr	NTPA 011-2002 NTPA 001-2002	125	75	125	75
Materii în suspensie (MTS)	NTPA 011-2002 NTPA 001-2002	35 ^c ,(60) ^d	90 ^c ,(70) ^d	35 ^c ,(60) ^d	90 ^c ,(60) ^d
Azot total NT = TKN + N-NO ₂ +N-NO ₃	NTPA 011-2002 NTPA 001-2002	10 ^e ,(15) ^f	70–80	10 ^e ,(15) ^f	70–80
Azot amoniacal NH ₄ ⁺	NTPA 001-2002	2 ^e ,(3) ^f	ns	ns	ns
Azotați NO ₃ ⁻	NTPA 001-2002	25 ^e ,(37) ^f	ns	ns	ns
Azotiți NO ₂ ⁻	NTPA 001-2002	1 ^e ,(2) ^f	ns	ns	ns
Fosfor total (P _T)	NTPA 011-2002 NTPA 001-2002	1 ^e ,(2) ^f	70–80	1 ^e ,(2) ^f	80

NOTA :

- a) Valorile de 20 mg CBO₅/l și 70 mg CCO/l se aplică în cazul stațiilor de epurare existente sau în curs de realizare; valorile de 25 mg CBO₅/l și 125 mg CCO/l se aplică pentru stațiile noi, extinderi sau retehnologizări;
- b) Procentul de reducere de 40 % față de încărcarea influentului, se admite în regiunile muntoase, cu altitudinea de peste 1.500 m deasupra nivelului mării, unde este dificil să se aplice o epurare biologică eficientă din cauza temperaturilor scăzute (v. art. 7, aliniatul 2 din NTPA 011-2002);
- c) Pentru localități peste 10.000 L.E. și în condițiile indicate la punctul b) de mai sus;
- d) Pentru localități cu 2000 –10.000 LE și în condițiile indicate la punctul b) de mai sus;
- e) Pentru localități cu o populație echivalentă peste 100.000 L.E.;
- f) ns = nespecificat pentru localități cu 10.000 –100.000 L.E.;

Cerințele impuse de normativele și normele tehnice NTPA 001-2002, NTPA 011-2002 și NTPA 002-2002, pot fi modificate prin ordin emis de autoritatea publică centrală cu atribuții în domeniul gospodăririi apelor și protecției mediului, funcție de condițiile specifice zonei în care sunt evacuate apele epurate.

Respectarea prevederilor normativelor și normelor tehnice indicate în tabelul 1.1 nu exclude obligația obținerii avizelor și autorizațiilor legale din domeniul apelor și protecției mediului.

1.4 Obiectivele lucrării

Lucrarea și-a propus să sintetizeze, pe baza datelor din literatură și a studiilor la care a participat autorul, cele mai eficiente tehnologii pentru prelucrarea nămolurilor din stațiile de epurare a apelor uzate din aglomerările cuprinse în aria de acoperire a Operatorului Regional Argeș, elaborarea analizei de opțiuni pentru sistemele de canalizare din județul Argeș și obținerea datelor privind implementarea strategiei naționale de valorificare a nămolurilor în județul Argeș.

Studiul de caz analizează tehnologia prelucrării nămolului la SE Pitești și conformarea acesteia la strategia județeană privind valorificarea nămolurilor din stațiile de epurare.

CAPITOLUL 2 - SITUAȚIA EXISTENTĂ A SISTEMELOR DE CANALIZARE DIN JUDEȚUL ARGHEȘ

2.1 Situația actuală a sistemelor de canalizare la nivel național

În anul 2011 gradul de racordare a populației la rețelele de canalizare a fost de 56,96 % , iar gradul de racordare la stațiile de epurare a fost de 45,57%. În tabelul următor este prezentată situația gradului de racordare în funcție de populația echivalentă a aglomerărilor existente în sectorul de apă uzată:

Tabel 2.1 Gradul de racordare la rețelele de canalizare/stații de epurare la nivelul anului 2011

Nr. crt.	Dimensiune aglomerare (l.e.)	Pop. echiv. (l.e.)	Pop. echiv (l.e.) racordata la rețele de canalizare	Pop. echiv (l.e.) racordata la stații de epurare	% canale	% epurare
1	>10000	15234995	12634758	10233704	82.93	67.17
2	2000 - 10000	8658286	974470	623845	11.25	7.21
Total >2000 l.e.		23893280	13609228	10887393	56.96	45.57

În prezent există 983 sisteme de colectare a apelor uzate, din care 631 sunt funcționale, 352 fiind în diferite stadii de execuție. În ceea ce privește lungimea totală a rețelelor de canalizare, situația comparativă privind ritmul de execuție / punere în funcțiune este prezentat în tabelul următor:

Tabel 2.2 Lungimea rețelelor de canalizare de canalizare existente și în execuție

Anul	Lungime rețea de canalizare (km)	Lungime rețea de canalizare în curs de execuție (km)
2006	18076	646
2007	18654	578
2008	19649	614
2009	20671	1021
2010	22196	1004
2011	24953	1444

La nivelul anului 2011, situația colectării și epurării apelor uzate pentru aglomerările umane cu mai mult de 2000 l.e. este prezentată în figura următoare:

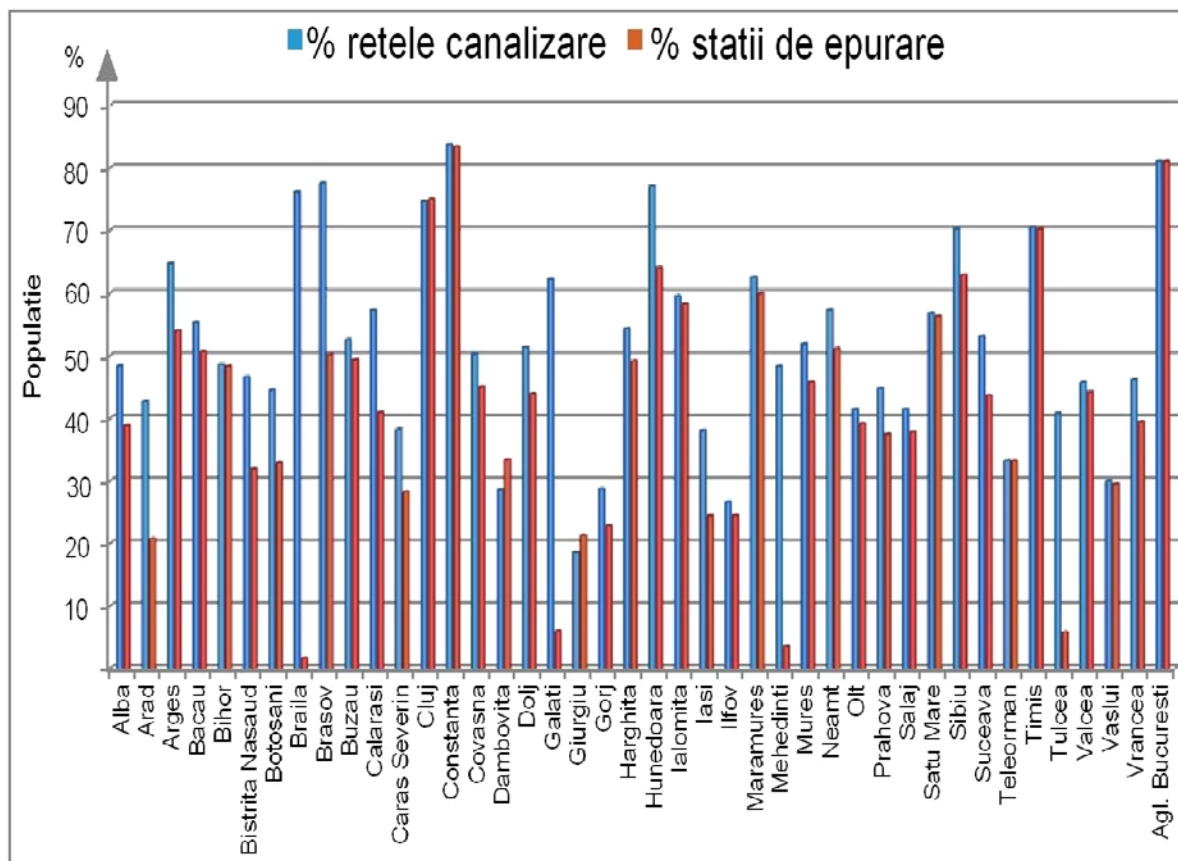


Figura 2.1 Situația colectării și epurării apelor uzate pentru aglomerările umane cu mai mult de 2000 l.e.

Analiza conformării sistemelor de canalizare, arată:

- ◆ 35 sisteme de canalizare sunt conforme, cu gradul de racordare la rețeaua de canalizare superioare valorii de 95%, dintre care 18 sisteme aparțin aglomerărilor umane cu mai mult de 10000 l.e. și 17 sunt aferente aglomerărilor umane cu 2000 - 10000 l.e.

Situația conformării stațiilor de epurare este următoarea:

- ◆ 29 stații de epurare sunt conforme numai pentru treapta biologică (19 stații de epurare din aglomerări cu peste 10,000 l.e. și 10 stații de epurare din aglomerări între 2000-10,000 l.e.)
- ◆ 9 stații de epurare realizează o epurare avansată a apelor uzate.

Conform datelor Administrației Naționale “Apele Române”, la nivelul anului 2011, situația activităților de revizuire și adaptare a autorizațiilor/avizelor de gospodărire a apelor pentru aglomerările umane privind armonizarea termenelor de conformare rezultate din procesul de negociere cu Uniunea Europeană, se prezintă astfel:

- în 2423 de aglomerări existente cu peste 2.000 l.e., există 631 sisteme de canalizare funcționale, din care:
 - 556 (88,11%) au fost autorizate;
 - 43 (6,82%) sunt în curs de autorizare;
 - 32 (5,07%) sunt în proces de pregătire a documentației pentru autorizare / reautorizare.
- din totalul de 511 stații de epurare existente:
 - 411 (80,43%) sunt autorizate;
 - 33 (6,46%) sunt în curs de autorizare;
 - 67 (13,11%) sunt neautorizate.
- asigurarea prin documente de reglementare a unui nivel de colectare și epurare corespunzător pentru aglomerările cu mai puțin de 2000 l.e., indică:
 - reglementarea sistemelor individuale de colectare, din totalul de 2686, 1587 (59,08%) au fost autorizate, 437 (16,27%) sunt în curs de autorizare, 390 (14,52%) sunt neautorizate și 272 (10,13%) au primit notificări în vederea punerii în funcțiune și autorizării;
 - reglementarea sistemelor de epurare, din totalul de 848, 774 (91,28%) au fost autorizate, 27 (3,18%) sunt în curs de autorizare și 47 (5,54%) sunt neautorizate.

2.2 Situația actuală a sistemelor de canalizare în județul Argeș

2.2.1 Date generale privind infrastructura de apă uzată

Situația actuală a sistemelor de colectare a apei uzate la nivelul județului Argeș se prezintă astfel:

- 498,5 km lungimea rețelelor de colectare ape uzate (448,5 km în zonele urbane și 50 km în zonele rurale) ;
- populație conectată 255 706 l.e.;
- grad de conectare :
 - zona urbană 61 %;
 - zona rurală 8 %;
- 10 sisteme de canalizare existente (7 sisteme urbane, 3 sisteme rurale);
- 28 sisteme de canalizare aflate în curs de execuție (OG 7/2006, alte surse);

Epurarea apelor uzate din județul Argeș :

- zona urbană:
 - nr. stații de epurare (treaptă mecano-biologică): 6
- zona rurală:
 - nr. stații de epurare (treaptă mecanică): 8
 - nr. stații de epurare (treaptă mecano-biologică): 1

Prezentarea stadiului actual al sistemelor de canalizare din județul Argeș este cuprinsă în Figura 2.2

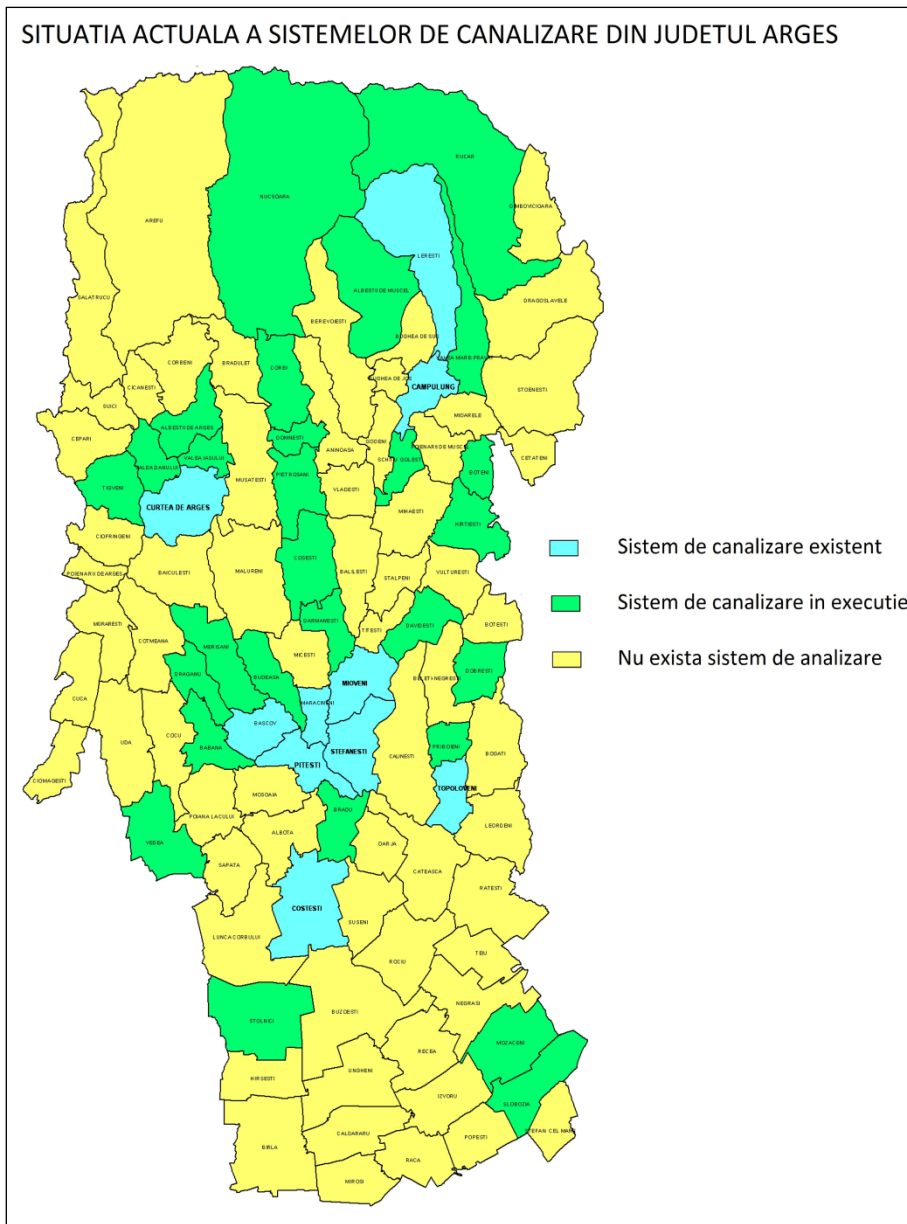


Figura 2.2: Situația existentă a sistemelor de canalizare din județul Argeș

Problemele identificate la nivelul județului Argeș din punct de vedere al colectării/tratării apelor uzate menajere sunt următoarele:

- lipsa sistemelor de canalizare în zona rurală;
- creșteri ale debitelor de apă uzată datorate apelor subterane infiltrate în rețeaua de canalizare;

- volume mari ale exfiltrațiilor de apă uzată cu impact asupra factorilor de mediu și stării de sănătate a populației;
- depuneri și colmatări ale canalelor secundare datorate reducerii necesarului specific de apă și nerealizării vitezei de autocurățire;
- număr mare de avarii (ruperi îmbinări, prăbușiri canale, s.a.);
- utilaje vechi și uzate în stațiile de pompare (consumuri specifice energetice mari) ;
- stațiile de epurare orășenești și municipale nereabilitate realizează grade de epurare cuprinse între 20 – 80 % pentru indicatorii specifici, ceea ce denotă atât deficiențe de exploatare și întreținere, cât și utilizarea unor tehnologii de epurare învechite (exploatarea necorespunzătoare și randamentul scăzut al instalațiilor din treapta biologică).

Lipsa de eficiență a stațiilor de epurare nereabilitate se datorează următoarelor elemente:

- tehnologiile cuprinse în treptele de tratare biologice sunt depășite (vechime între 30-40 de ani), o mare parte a echipamentelor și instalațiilor fiind nefuncționale (probleme deosebite înregistrându-se la procedeele de aerare) ;
- lipsa/ineficiența echipamentelor și instalațiilor de pe linia nămolului, fiind necesare noi linii de concentrare și deshidratare a nămolului ;
- lipsa treptei avansate de epurare.

2.2.2 Evaluarea debitelor și încărcărilor cu poluanți

Definirea și constituirea aglomerărilor s-a făcut în conformitate cu cerințele și recomandările cuprinse în Directiva 91/271 și “Termeni și definiții ai Directivei 91/271 de tratare a apei uzate”, precum și cu specificul condițiilor hidro-geologice și topografice ale județului Argeș.

Prin centralizarea și prelucrarea informațiile disponibile, precum și a celor colectate în urma vizitelor în teren, folosind ca suport grafic aplicația GIS aferentă județului Argeș care conține date referitoare la: topografie, altimetrie, hidrologie,

limite administrative și aria construită, a rezultat un număr total de 948 aglomerări, dintre care :

- 1 aglomerare cu peste 100.000 l.e.
- 5 aglomerări între 10.000-100.000 l.e.
- 31 aglomerări între 2.000-10.000 l.e.
- 910 aglomerări sub 2.000 l.e.

În tabelul următor sunt prezentate aglomerările din județul Argeș cu o populație mai mare de 2000 l.e.

Tabel 2.3 Aglomerări din județul Argeș cu o pop. echivalentă mai mare de 2000 l.e.

Mărime aglomerare (l.e.)	Denumire aglomerare
100,000 – 1,000,000	Pitești
10.000 - 100.000	Câmpulung Muscel, Curtea de Argeș, Mioveni, Topoloveni și Costești
5.000 – 10.000	Rucăr, Stâlpeni, Izvoru, Serbănești și Slobozia
2.000 – 5.000	Schitu Golești, Pietroșani, Coșești, Bârla, Vladești, Mihăești, Domnești, Bughea de Jos, Poiana Lacului, Oarja, Miroși, Ștefan cel Mare, Stolnici, Cornățel, Stoenesti, Mozăceni, Drăghici, Dârmănești, Corbeni, Hârșești, Cicănești, Boteni, Corbi, Aninoasa, Berevoești și Brăduleț

Numărul mare de aglomerări cu o populație sub 2000 l.e. se datorează faptului că, în județul Argeș, densitatea populației nu are o distribuție uniformă, fiind frecvent întâlnite zonele cu o densitate foarte scăzută și cu distanțe mari între zonele construite (distanțe care depășesc cu mult distanța maximă care stă la baza delimitării aglomerărilor).

În figura 2.1. se indică aglomerările umane din județul Argeș (cu o populație echivalentă mai mare de 5000 l.e.) conform Master Plan-ului privind reabilitarea, modernizarea și extinderea sistemelor de alimentare cu apă și de canalizare din județul Argeș.

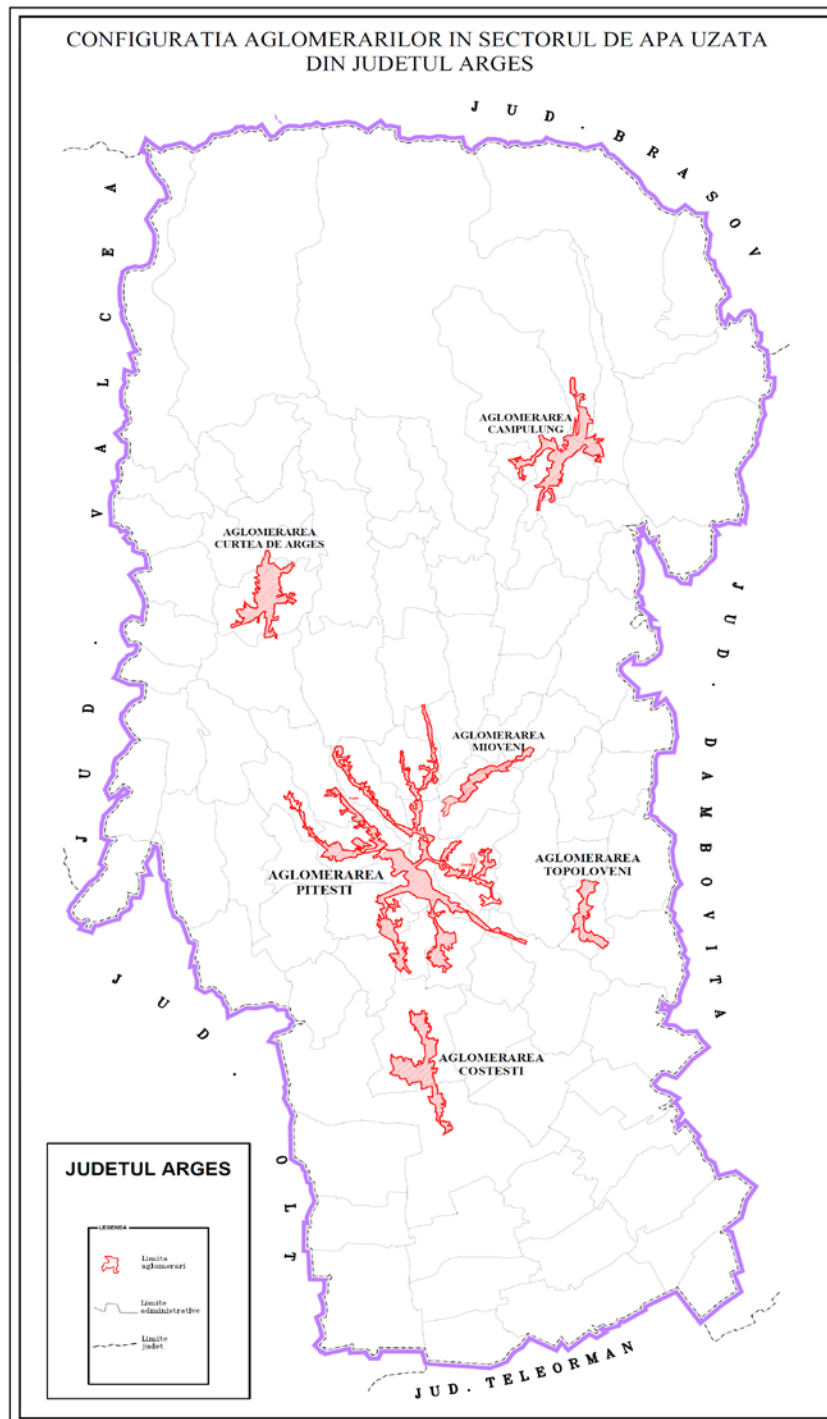


Figura 2.3 Configurația aglomerărilor Pitești, Câmpulung, Curtea de Argeș, Topoloveni și Costești-Buzoești

2.2.3 Aglomerarea Pitești

Componența Aglomerării Pitești: Pitești, Ștefănești, Albota, Bascov, Bradu, Moșoaia, Merișani (Dobrogostea, Vărzaru, Borlești) și Mărăcineni.

Rețeaua de canalizare existentă are o lungime de 213 km și deservește 91,1 % din populația totală a aglomerării. Se consideră creșterea necesară (31 decembrie 2015) a procentului de racordare la canalizare la 98 %, aceasta determinând și creșterea debitului de apă uzată.

Deficiențele principale ale rețelei de canalizare existente în municipiul Pitești se pot sintetiza astfel:

- existența unui număr important de canale colmatate (în medie 15-20% din secțiune), deteriorări ale construcției canalelor prin acțiunea apelor uzate, care conduc la blocaje ale regimului hidraulic de curgere, sau surpări ale canalelor; cele mai multe avarii se înregistrează în zonele Bălcescu, Găvana, Popa Șapcă -Mihai Viteazu și Frații Golești (colectoare Dn 30 – Dn 50);
- la nivelul anului 2011 a fost înregistrat un număr de 483 de intervenții pentru remedierea avariilor din sistemul de colectare a apelor uzate (este necesară reabilitarea a peste 30 km rețele de canalizare).

Se află în curs de execuție sisteme de canalizare (sisteme noi sau extindere sisteme existente) în localitățile Pitești, Ștefănești, Albota, Moșoaia, Bradu, Bascov, Merișani și Mărăcineni. Se estimează că, la sfârșitul anului 2015, lungimea totală a sistemului de colectare a apelor uzate din Aglomerarea Pitești va fi de aproximativ 415 km.

Stația de epurare Pitești asigură tratarea apelor uzate provenite din localitățile Pitești, Ștefănești, Bradu (parțial) și Bascov. Stația a fost reabilitată în cadrul Măsurii Ex- ISPA nr. 2003/RO/16/P/PE/026. ($Q_{zi\ med\ uz} = 650$ l/s; populație echivalentă 320.000 l.e.) și asigură conformarea la cerințele Directivei 91/171/EC și NTPA 001/2002.

Stația de epurare Bradu a fost realizată în cadrul unui proiect finanțat prin HG nr. 577/1997. Este o stație compactă dimensionată pentru un debit de 500 m³/zi care cuprinde: treapta de epurare mecanică, bazin de egalizare - omogenizare, treapta de epurare biologică, unitate de dezinfecție cu ultraviolete, unitate de stocare și dozare coagulant și o unitate de deshidratare a nămolului.

În tabelul următor este prezentată evoluția debitelor și încărcărilor (CBO₅) de apă uzată colectate din Aglomerarea Pitești pentru perioada 2011-2015.

Tabel 2.4. Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Pitești

Aglomerarea PITEȘTI		2011	2013	2015
Populație		197.784	196.599	195.421
Conectați la canalizare	%	91,1	96,2	98
Evacuare apă uzată				
Apă uzată menajeră (pop.)	m ³ /zi	17.838	18.724	19.347
Apă uzată nemenajeră (ag. economici și instituții publice)	m ³ /zi	18.807	19.882	20.961
Total	m ³ /zi	36.645	38.606	40.308
Infiltrații	m ³ /zi	7.330	7.720	8.060
Apă pluvială	m ³ /zi	12.460	13.126	13.705
Debit mediu anual	m ³ /an	20.598.775	21.699.980	22.656.645
Încărcare cu poluanți (CBO ₅)	t/an	4.816	4.754	4.679

2.2.4 Aglomerarea Câmpulung

Componența aglomerării: Câmpulung Muscel, Bughea de Jos, Bughea de Sus, Lerești, Valea Mare Pravăț și Schitu Golești.

Lungimea sistemului de colectare este de 71,6 km și asigură deservirea a 70 % din populație. Din lungimea totală a rețelelor de canalizare, peste 80 % au o vechime cuprinsă între 28-54 ani, fiind necesare lucrări de reabilitare/înlocuire. În cursul anului 2011 au fost înregistrate 183 de avarii (colmatări, prăbușiri de camine, înfundări, inundații datorate refulării canalelor la ploi torențiale, mirosuri neplăcute datorate

proceselor de fermentare care apar pe tronsoanele la care vitezele de scurgere sunt inferioare vitezei de autocurățire) Se are în vedere creșterea procentului de racordare la canalizare la 95 % (extinderea rețelelor de canalizare L=181 km) și reducerea volumului de infiltrații.

Stația de epurare Câmpulung este de tip mecano-biologic (inclusiv treaptă avansată pentru eliminarea compușilor de azot) și are o capacitate proiectată de 480 l/s. Datorită reducerii consumurilor specifice pentru populația deservită, debitul de apă uzată s-a redus, astfel încât capacitatea stației de epurare nu mai este utilizată în totalitate.

Stația de epurare a fost reabilitată parțial prin programul CES 2006 (lucrările au fost încheiate în cursul anului 2012) fiind cuprinse următoarele lucrări:

- reabilitarea bazinelor de aerare (înlocuire sistem de aerare, prevedere treaptă avansată pentru eliminarea compușilor de azot și instalare senzori de oxigen dizolvat/concentrație nămol);
- reabilitarea construcției stației de pompare a nămolului primar și în exces (2 electropompe, tip ITT FLYGHT, $Q=55 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=10 \text{ mCA}$);
- reabilitarea bazinului de omogenizare nămol primar și în exces (inclusiv înlocuire mixer);
- reabilitarea halei de concentrare și deshidratare nămol (inclusiv stație automată de preparare și dozare polielectrolit);
- reabilitare construcție RFN ($V=1500 \text{ m}^3$) și înlocuire instalație hidraulică;
- rezervor nou de biogaz (gazometru de tip dublă membrană $V=48 \text{ m}^3$);
- execuție centrală termică (2 cazane tip HOVAL cu o capacitate de 200 kW fiecare) – preparare agent termic necesar pentru încălzirea nămolului, spațiilor de producție și prepararea apei calde menajere;
- stație de suflante (4 unit. suflante tip Kaeser tip FB 620 C).

De asemenea, pentru conformarea stației la cerințele Directivei 91/271/CEE, a fost elaborat Studiul de fezabilitate pentru reabilitarea și modernizarea obiectelor tehnologice cuprinse pe linia apei (documentația se află în proces de aprobare).

În tabelul următor este prezentată evoluția debitelor și încărcărilor de apă uzată din Aglomerarea Câmpulung pentru perioada 2011-2015:

Tabel 2.5 Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Câmpulung

Aglomerarea CÂMPULUNG		2011	2013	2015
Populație		46.452	46.174	45.897
Conectați la canalizare	%	85,0	93,0	95
Evacuare apă uzată				
Apă uzată menajeră (pop.)	m ³ /zi	3.909	4.251	4.544
Apă uzată nemenajeră (ag. economici și instituții publice)	m ³ /zi	6.526	6.681	6.836
Total	m ³ /zi	10.436	10.932	11.380
Infiltrații	m ³ /zi	2.090	2.190	2280
Apă pluvială	m ³ /zi	3.625	3826	3.983
Debit mediu anual	m ³ /an	5.895.115	6.186.020	6.439.695
Încărcare cu poluanți (CBO5)	t/an	1.339	1.402	1.460

2.2.5 Aglomerarea Curtea de Argeș

Componența aglomerării: Curtea de Argeș, Băiculești, Albești de Argeș, Valea Iașului și Merișani (Vâlcelele și Crâmpotani).

Lungimea existentă a rețelei de canalizare este de 74,6 km, iar procentul de racordare la sistemul de canalizare este de 52 %. Colectoarele sunt realizate în proporție de peste 84 % din beton simplu și au o vechime mai mare de 25 de ani. În anul 2011 au fost înregistrate 96 de avarii reprezentate de colmatări, prăbușiri de tronsoane/cămine, mirosuri neplăcute datorate proceselor de fermentare care apar pe tronsoanele la care vitezele de curgere sunt inferioare vitezei de autocurățire, inundații din cauza depășirii capacității de transport a colectoarelor). Sunt necesare lucrări de reabilitare/înlocuire la peste 65% din colectoarele existente. Se are în vedere creșterea procentului de

racordare la canalizare la 95 % (extinderea rețelelor de canalizare L=129 km) și reducerea volumului de infiltrații.

Stația de epurare Curtea de Argeș a fost realizată în trei etape începând cu anul 1970 și este amplasată pe malul stâng al râului Argeș. Schema tehnologică a stației de epurare este mecano-biologică și este structurată pe trei linii tehnologice.

Principalele deficiențe ale SE Curtea de Argeș sunt :

- pentru treapta mecanică: lipsa grătarelor rare, debitul capabil al deznisipatorului este mai mic decât debitul de calcul influent fapt ce conduce în repetate rânduri la inundarea zonei din vecinătatea deznisipatorului; insuflarea aerului la separatoarele de grăsime nu este corelată cu debitul de ape uzate influent în separator, fapt ce influențează eficiența reținerii grăsimilor; distribuția debitelor la decantoarele primare se face aleatoriu;
- facilitățile aferente treptei biologice și liniei nămolului prezintă un grad avansat de uzură fizică și sunt nefuncționale.

Pentru îndeplinirea cerințelor de conformare se are în vedere creșterea procentului de racordare la 95 %, reabilitarea Stației de epurare Curtea de Argeș (epurare biologică avansată cu eliminarea compușilor de azot și fosfor, iar pentru linia nămolului: concentrare, fermentare și deshidratare), precum și adoptarea sistemelor de canalizare centralizate pentru zonele neracordate în prezent la sistemul municipiului Curtea de Argeș. Se află în curs de execuție sisteme de canalizare în localitățile Albești (satele: Dobroțu, Brătești și Doblea; valoarea proiectului 1.822.461 Euro), Valea Iașului și Valea Danului (satele: Vernești, Bolculești și Bănicești valoarea proiectului 1.683.382 Euro); fondurile sunt asigurate prin PNDR - Măsura 322, HG 577/1997 cu modificările și completările ulterioare.

În tabelul următor este prezentată evoluția pentru perioada 2011-2015 a debitelor și încărcărilor de apă uzată din Aglomerarea Curtea de Argeș:

Tabel 2.6. Debitele și încărcările de apă uzată din aglomerarea Curtea de Argeș

Aglomerarea CURTEA DE ARGES		2011	2013	2015
Populație		42.597	42.342	42.088
Conectați la canalizare	%	80,0	93,0	95
Evacuare apă uzată				
Apă uzată menajeră (pop.)	m ³ /zi	3.374	3.898	4.167
Apă uzată nemenajeră (ag. economici și instituții publice)	m ³ /zi	1.994	2.040	2.088
Total	m ³ /zi	5.368	5.939	6.255
Infiltrații	m ³ /zi	1.074	1.190	1.250
Apă pluvială	m ³ /zi	1.610	1.782	1.877
Debit mediu anual	m ³ /an	2.938.980	3,252.515	3.424.430
Încărcare cu poluanți (CBO5)	t/an	785	812	816

2.2.6 Aglomerarea Mioveni

Componenta aglomerării: Mioveni și Davidești.

Lungimea rețelei existente este de 78 km (2,5 m/loc.) și asigură colectarea apelor uzate de la 90 % din populație. Un procent de 25 % din colectoare au o vechime de peste 25 de ani și necesită lucrări de reabilitare/înlocuire. Se are în vedere creșterea procentului de racordare la canalizare la 95 % (extinderea rețelelor de canalizare L=21 km) și reducerea volumului de infiltrații.

Stația de epurare Mioveni are o capacitate proiectată de 42000 l.e. ($Q_{uz\ zi\ max}=242\ l/s$). Lucrările de modernizare au fost realizate (SF nr. 315/2006, inclusiv treapta de epurare avansată) în perioada 2007-2011, iar sursele de finanțare au fost asigurate din Fondul de Mediu și bugetul local al orașului Mioveni.

Se are în vedere creșterea procentului de racordare la sistemul de canalizare la 100 % și reducerea volumului de infiltrații prin reabilitarea sistemului existent.

În tabelul următor este prezentată evoluția pentru perioada 2011-2015 a debitelor și încărcărilor de apă uzată din Aglomerarea Mioveni:

Tabel 2.7. Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Mioveni

Aglomerarea MIOVENI		2011	2013	2015
Populație		33.049	32.851	32.654
Conectați la canalizare	%	94,0	97,0	100
Evacuare apă uzată				
Apă uzată menajeră (pop.)	m ³ /zi	3.076	3.155	3.233
Apă uzată nemenajeră (ag. economici și instituții publice)	m ³ /zi	1.309	1.341	1.353
Total	m ³ /zi	4.384	4.496	4.585
Infiltrații	m ³ /zi	877	899	917
Apă pluvială	m ³ /zi	1.534	1.574	1.605
Debit mediu anual	m³/an	2.480.175	2.543.685	2.594.055
Încărcare cu poluanți (CBO5)	t/an	601	616	629

2.2.7 Aglomerarea Topoloveni

Componența aglomerării: Topoloveni, Călinești, Priboieni, Beleți-Negrești, Leordeni și Bogați.

Procentul de racordare a populației la canalizare era de 44 % (la nivelul anului 2011), iar lungimea sistemului de colectare a apelor uzate era de 6,2 km.

Stația de epurare Topoloveni a fost construită între anii 1979-1980 și are o capacitate de 23 l/s.

Cele mai importante deficiențe ale actualei stații de epurare sunt:

- stația nu realizează parametrii corespunzător cerințelor NTPA 001 (stația de epurare a fost proiectată inițial numai pentru îndepărtarea CBO5 și CCO-Cr);
- utilajele prezintă un grad avansat de uzură fizică și morală;
- există consumuri mari de energie electrică, de aici rezultând costuri de exploatare ridicate;
- stația de epurare funcționează la debitul maxim fiind necesară suplimentarea capacității de epurare;
- impactul negativ al proceselor de epurare asupra emisarului și a utilizatorilor din aval (râul Cărcinov).

În cadrul Proiectului “Extinderea și reabilitarea infrastructurii de apă și apă uzată în județul Argeș” urmează să fie construită o nouă stație de epurare care să îndeplinească cerințele legislative în vigoare.

Se are în vedere majorarea procentului de racordare la 95 %, fapt ce va determina o creștere a debitelor de apă uzată. În tabelul următor este prezentată situația debitelor și încărcărilor de apă uzată din Aglomerarea Topoloveni pentru perioada 2011-2015:

Tabel 2.8 Debitul și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Topoloveni

Aglomerarea TOPOLOVENI		2011	2013	2015
Populație		32.971	32.773	32.577
Conectați la canalizare	%	44,0	77,0	95
Evacuare apă uzată				
Apă uzată menajeră (pop.)	m ³ /zi	1.436	2.498	3.225
Apă uzată nemenajeră (ag. economici și instituții publice)	m ³ /zi	1.321	1.800	2.279
Total	m ³ /zi	2.757	4.298	5.504
Infiltrații	m ³ /zi	551	860	1.100
Apă pluvială	m ³ /zi	965	1504	1926
Debit mediu anual	m ³ /an	1.559.645	2.576.170	3.113.450
Încărcare cu poluanți (CBO5)	t/an	328	490	621

STATIA DE EPURARE TOPOLOVENI PROFILUL TEHNOLIC

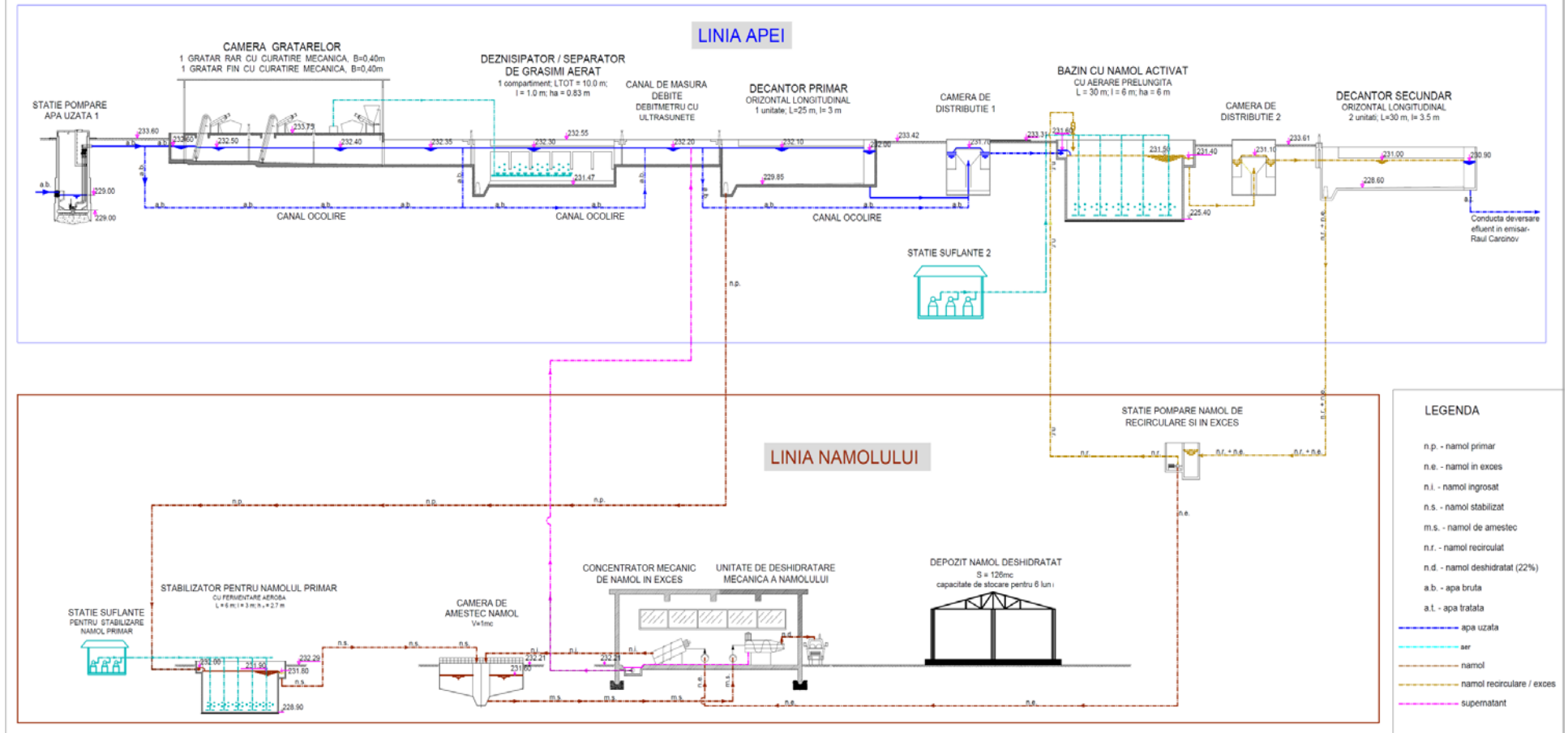


Figura 2.4 Stația de epurare Topoloveni-profilul tehnologic [37]

2.2.8 *Aglomerarea Costești*

Componența aglomerării: Costești și Buzoești.

Asigurarea serviciilor de canalizare se face în prezent pentru 64 % din populația aglomerării. Lungimea sistemului de colectare este de 10,4 km.

Stația de epurare Costești a fost dată în folosință în anul 1975 și are o schema de tratare mecano-biologică. SEAU Costești a fost reabilitată, pentru o capacitate de 4.800 l.e., în cadrul unui proiect finanțat din Fondul pentru mediu. Capacitatea proiectată a stației este de 40 l/s.

Principalele deficiențe ale SEAU Costești constau în :

- supraîncărcarea cu materii organice, proces datorat apelor uzate provenite de la Combinatul de creștere a porcilor din localitate;
- subdimensionarea bazinelor de aerare (în contextul în care SEAU Costești va prelua și apele colectate din localitatea Buzoești);
- impactul negativ al proceselor de epurare asupra emisarului (râul Teleorman) și a utilizatorilor din aval, datorită eficienței scăzute de reducere a compușilor de azot și fosfor.

Se are în vedere creșterea procentului de racordare la 92 % și extinderea Stației de epurare Costești (pentru linia apei: bazin cu nămol activ cu aerare prelungită și decantor secundar, iar pentru linia nămolului: rezervor de stabilizare aerobă a nămolului primar, stație suflante pentru rezervorul de stabilizare, stația de pompare nămol în exces și nămol recirculat, instalație de concentrare mecanică a nămolului în exces, rezervor de amestec a nămolului primar stabilizat și a nămolului în exces îngroșat, instalație de deshidratare mecanică a nămolului mixt și un depozit pentru nămolul deshidratat).

În tabelul următor este prezentată evoluția debitelor și încărcărilor de apă uzată din Aglomerarea Costești pentru perioada 2011-2015:

Tabel 2.9. Debitele și încărcările de apă uzată din Aglomerarea Costești

Aglomerarea COSTEȘTI		2011	2013	2015
Populație		10.452	10.389	10.327
Conectați la canalizare	%	64,0	77,0	92
Evacuare apă uzată				
Apă uzată menajeră (pop.)	m ³ /zi	662	792	1.022
Apă uzată nemenajeră (ag. economici și instituții publice)	m ³ /zi	885	1016	1167
Total apă uzată produsă	m ³ /zi	1.547	1.808	2.189
Infiltrații	m ³ /zi	309	362	438
Apă pluvială	m ³ /zi	587	673	810
Debit mediu anual	m ³ /an	891.695	1.037.695	1.254.505
Încărcare cu poluanți (CBO5)	t/an	215	251	304

STATIA DE EPURARE COSTESTI PROFILUL TEHNOLÓGIC

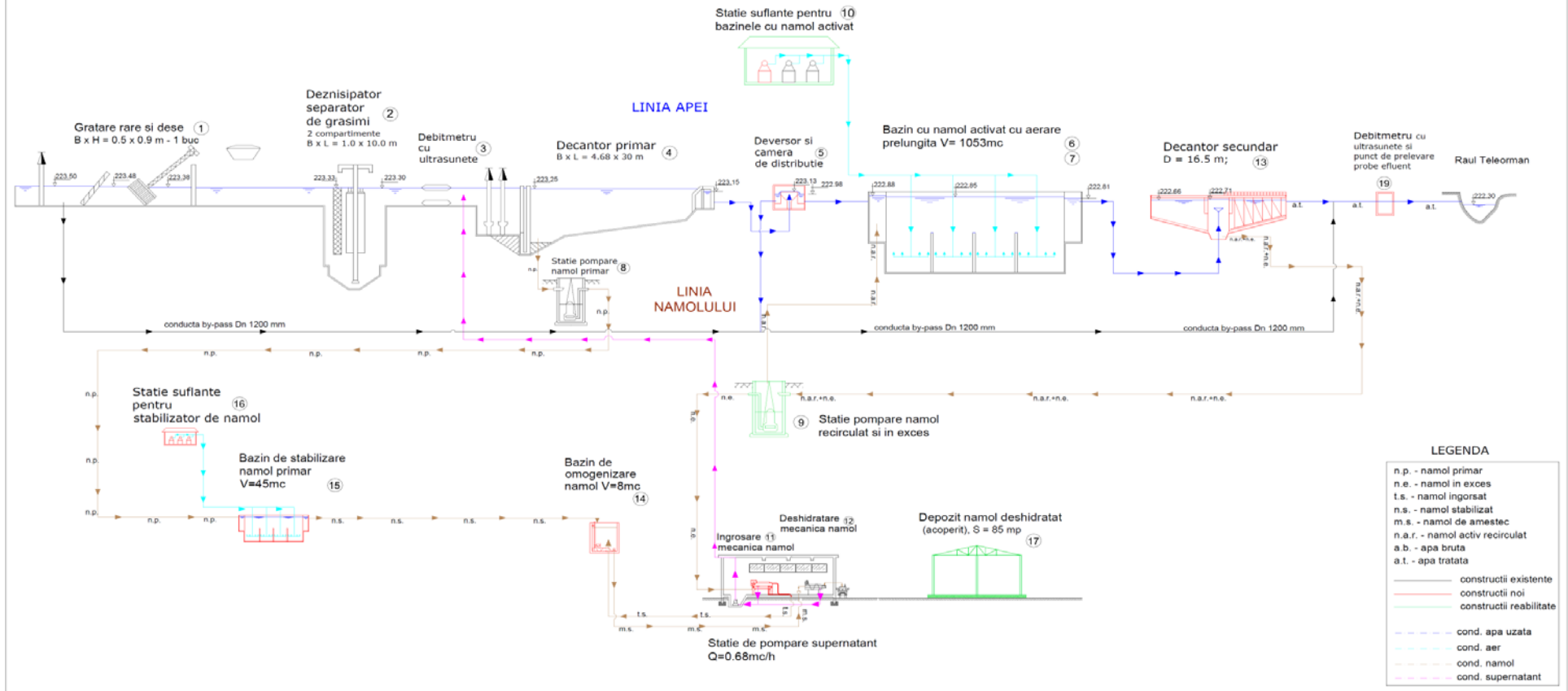


Figura 2.5 Stația de epurare Costești-profilul tehnologic [37]

2.2.9 Zona rurală

Situația gradului de acoperire a serviciilor de canalizare și cea a debitelor/încărcărilor de apă uzată provenite de la localitățile situate în zona rurală și care nu au fost cuprinse în aglomerări cu o populație echivalentă mai mare de 2000 l.e., este prezentată în tabelul următor:

Tabel 2.10. Debitele și încărcările de apă uzată din aglomerările aferente zonei rurale

TOTAL aglomerări zona rurală		2011	2013	2015
Populație		102.653	102.037	101.435
Conectați la canalizare	%	18,1	38,5	70,3
Debit mediu anual	m³/an	825.265	1.861.135	3.334.640
Încărcare cu poluanți (CBO5)	t/an	226	554	1.032

Evoluția debitelor de apă uzată, ratelor de conectare și a încărcărilor din apa uzată la nivelul județului Argeș sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 2.11. Evoluția indicatorilor în domeniul serviciilor de canalizare-epurare ape uzate din județul Argeș

Indicator	U.M.	2011	2013	2015
Populație totală	loc.	465.958	463.165	460.399
Populație racordată la sistemul de canalizare	loc.	324.546	375.880	419.510
Grad de racordare la sistemul de canalizare	%	69,65%	81,15%	91,12%
Debit mediu anual	m³/an	27.604.585	30.937.035	34.091.730
Încărcare cu poluanți (CBO5)	t/an	8.310	8.879	9.541

2.3 Concluzii privind situația existentă a sistemelor de canalizare din județul Argeș

- Starea rețelelor de canalizare este deficitară: avarii numeroase de tip surprări de canale /cămine, colmatări datorate nerealizării vitezei de autocurățire; se impune reabilitarea, refacearea rețelelor/căminelor pentru 30-40 % din lungimile existente;
- Dezvoltarea sistemului de canalizare separativ în zonele periurbane/rurale necesită investiții pentru realizarea sistemelor de colectare a apelor meteorice și, în special, pentru introducerea conceptului: *apa meteorică se reține la locul de producere*;
- Epurarea apelor uzate este deficitară în localitățile cu o populație mai mică de 10.000 locuitori unde procesele tehnologice sunt total depășite moral/fizic; SE Pitești este în curs de modernizare și va realiza indicatorii de calitate pentru apa epurată conform Directivei 91/271/EC;
- Dezvoltarea sistemelor de canalizare în mediul rural se impune să fie realizată pe baza acceptului la racordare a fiecărei gospodării în funcție de potențialul economic propriu și de dotarea sistemelor de canalizare interioare.

CAPITOLUL 3: OPTIMIZAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE DIN JUDEȚUL ARGHEȘ

Sistemul de canalizare este un complex de lucrări ingineresti care asigură:

- colectarea și evacuarea apelor uzate din aglomerări umane și/sau incinte industriale;
- epurarea apelor uzate conform normelor de protecție a mediului;
- descărcarea efluenților epurați în mediul natural.

3.1 Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare[51]

Alegerea schemei sistemului de canalizare are la bază datele privind configurația amplasamentului și elementele funcționale ale utilizatorului. Documentațiile obiectiv necesare pentru elaborarea schemei sistemului de canalizare sunt:

- PUG și PUZ pentru localitatea urbană/rurală cu situația existentă și perspectivă de dezvoltare pentru minim 30 de ani;
- Studii topografice, geotehnice, hidrogeologice, hidrologice asupra teritoriului, apelor de suprafață și subterane din zonă;
- Studii pe variante. Orice sistem de canalizare trebuie studiat în variante multiple din care proiectantul va propune aceea variantă care va asigura:
 - colectarea apelor uzate în condiții sanitare fără risc privind sănătatea populației;
 - efecte minime asupra mediului înconjurător;
 - costuri unitare și energetice minime independente de factorii variabili care pot apare în timp.
- Criterii tehnice și economice pe care se bazează alegerea sistemului:
 - colectare unitară/separativă pe categorii de ape uzate; în toate documentațiile se elaborează variante cu minim două rețele (ape uzate și ape meteorice) și o rețea (sistem unitar) pe ansamblul amplasamentului sau pe sectoarele acestuia;
 - criterii de transport ape uzate; se vor analiza sistemele cu transport gravitațional, sub presiune sau rețea vacuumată;

- elementele impuse de poziția receptorului, valorificarea substanțelor reținute și a nămolurilor.

Calculule tehnice și economice, care să permită stabilirea variantei optime trebuie să cuprindă volumului total al investițiilor, planul de eșalonare a investițiilor pentru o perioadă de minim 10 ani, dotările și costurile operaționale pentru fiecare variantă, precum și costul apei canalizate (colectare, epurare și evacuarea substanțelor reținute) în corelație cu gradul de suportabilitate al utilizatorilor sistemului.

Schema sistemului de canalizare trebuie să se încadreze permanent în dezvoltarea centrului populat, astfel încât serviciul de canalizare să poată asigura satisfacerea exigențelor utilizatorilor și dezvoltările tehnologice.

3.2 Sisteme și procedee de canalizare

Un sistem de canalizare cuprinde:

- rețeaua de canalizare;
- stația de epurare;
- construcțiile pentru evacuarea apelor epurate;
- sisteme pentru evacuarea substanțelor reținute în stația de epurare.

Colectarea și evacuarea apelor uzate se face în unul din următoarele procedee:

- Procedeul unitar colectează și transportă prin aceeași rețea de canalizare toate apele de canalizare: menajere, industriale, publice, meteorice, de suprafață și de drenaj.

Procedeul unitar are avantajul că necesită o singură rețea de canale, costuri de operare mai reduse și dezavantajul unor cheltuieli inițiale de investiții mari.

- Procedeul separativ colectează și transportă prin minim 2 rețele diferite: apele uzate (menajere, industriale pre-epurate și publice) și meteorice.

Curgerea apelor uzate menajere se face prin canale închise. Curgerea apelor uzate industriale pre – epurate se face prin rețele închise. Curgerea apelor meteorice se poate face fie la suprafață prin rigolele străzilor sau canale deschise (șanțuri), fie printr-o rețea de canale închise.

- Canalizarea în procedeu separativ se dezvoltă pe baza:
 - principiului reținerii apei din ploi la locul de cădere și execuția de bazine de infiltrație - acumulare cu/fără reutilizarea acestor ape;
 - reducerii suprafețelor impermeabile în amenajările urbane;
 - creșterii exigențelor de întreținere și curățenie a spațiilor urbane amenajate și a creșterii suprafețelor specifice ($m^2/loc.$) de spații verzi.

3.3 Elemente fundamentale privind concepția rețelelor de canalizare [51]

3.3.1 Rețele de canalizare gravitaționale

Se impune curgerea gravitațională cu nivel liber în canale deschise.

Elementele impuse sunt reprezentate de:

- grad de umplere: $a = \frac{h}{D_n} = 0,6 \dots 0,8$ (funcție de diametru);
- viteze: viteza minimă de autocurățire $\geq 0,7$ m/s; viteza maximă $v_{max} < 5 \dots 8$ m/s de eroziune, funcție de materialul conductelor;
- diametre minime: $D_n \geq 250$ mm pentru rețele de ape uzate în sistem separativ, $D_n \geq 300$ mm pentru alte tipuri de rețele;
- adâncimi minime/maxime de pozare a conductelor: $h_{min} \geq 0,8$ m sau h îngheț; de asemenea, adâncime este impusă și de:
 - preluarea solicitărilor din trafic;
 - cota racordurilor de la utilizatori;

Adâncimea maximă pentru $D_n \leq 400$ mm va fi $h_{max} \leq 6$ m.

Dezavantajele rețelelor gravitaționale

Aplicate încă de la începuturile realizării sistemelor de canalizare, rețelele gravitaționale au fost și sunt caracterizate de materialul de construcții care a dominat perioada în care acestea au fost executate (tuburi de beton simplu).

În România construcția rețelelor din tuburi de beton simplu a condus la disfuncționalități majore dintre care pot fi amintite următoarele:

- distrugerea tuburilor datorată caracterului agresiv al apelor uzate;
- lipsa de etanșitate (infiltrații în subteran și exifiltrații);
- condițiile funcționării gravitaționale impun pante care conduc la adâncimi de îngopare mari sau depuneri cu impact asupra mediului;
- variabilitatea debitelor în cazul rețelelor din sistemul unitar conduce la disfuncționalități în procesele de epurare.

3.3.2 Rețele de canalizare în sistem vacuumat [33][50]

Colectarea apelor uzate se realizează printr-un sistem hidraulic care evită depunerile și pozarea la adâncimi mari în zone cu terenuri plate sau cu pante foarte mici.

Elemente componente sunt reprezentate de racorduri gravitaționale de la producătorii de ape uzate, cămine colectoare dotate cu supape de vacuum, rețele de conducte cu funcționare la $p < p_{atm}$, recipienți de vacuum și pompe de vid.

În figura 3.1 se prezintă schema unui sistem de canalizare vacuumat.

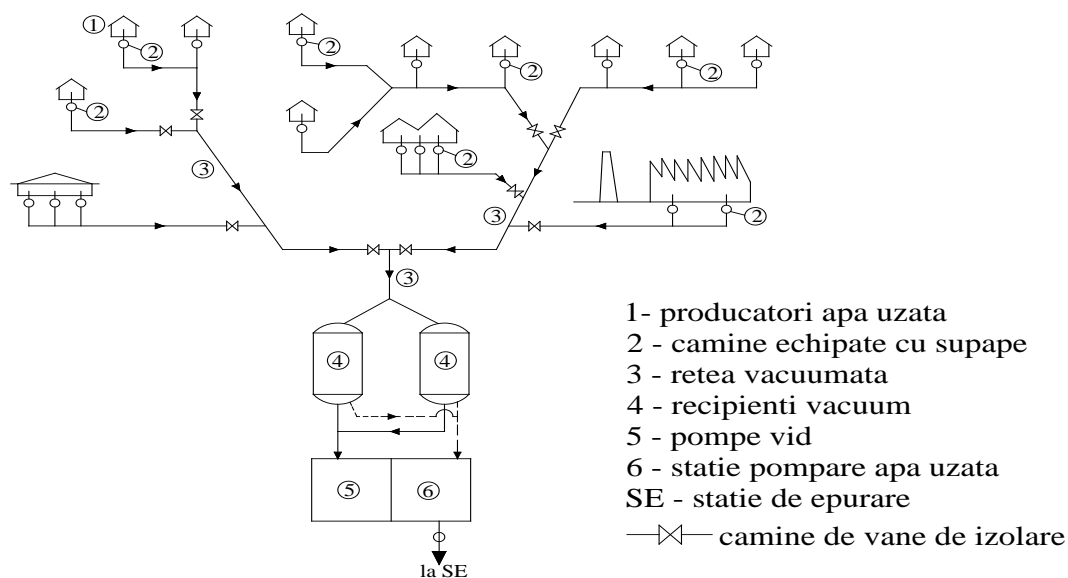


Figura 3.1. Sistem de canalizare vacuumat.

Conceptul funcționării rețelei de canalizare vacuumate constă în:

- dotarea cu supape de vacuum în căminele colectoare (fig. 3.2 și 3.3); acestea se deschid automat la nivelul maxim în căminul colector și se închid după 3-4 secunde când s-a evacuat tot volumul rezervorului;

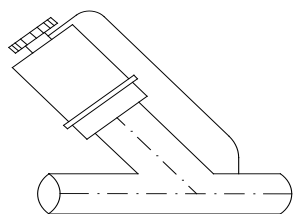


Figura 3.2. Supapă.

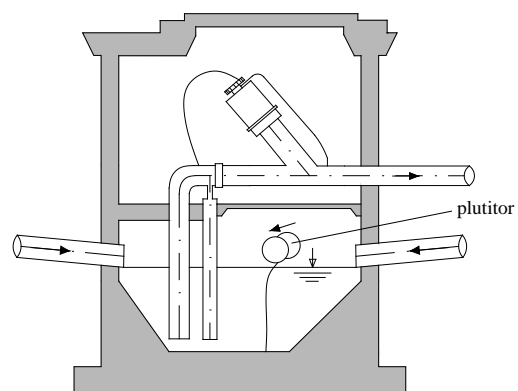


Figura 3.3. Cămin colector.

- rețea de presiune $< p_{\text{atmosferică}}$ (max. 0,6-0,7 bar) care asigură preluarea apei uzate în amestec cu aer și o transportă către zona aval; asigură viteze pentru amestecul bifazic aer-apă peste 2 m/s;
- configurația rețelei vacuumate trebuie să fie concepută sub forma unor tronsoane descendente prevăzute cu lifteri succesive similar schemelor din fig. 3.4

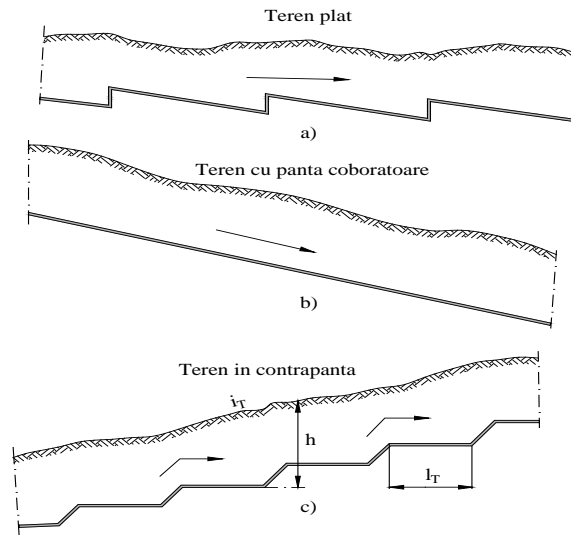


Figura 3.4 Dispoziția conductelor vacuumate în raport cu panta terenului.

În schema c) $l_T = f(h, i_T)$; $h_{\text{max}} \leq 1,5 \text{ m}$.

- funcționarea rețelei de canalizare vacuumate este condiționată de mărimea pierderilor de vacuum impuse de aspirația aerului la deschiderea supapelor, pierderi hidraulice în sistemul de conducte date de amestecul bifazic, raportul aer-apă impus pentru deschiderea supapelor și de pierderile totale de presiune ca diferență între presiunea în rezervorul de vacuum și presiunea în punctul de colectare cel mai îndepărtat.

Sistemul de lifturi în funcționarea rețelei vacuumate poate fi: lift închis (fig. 3.5) sau lift deschis (fig. 3.6).

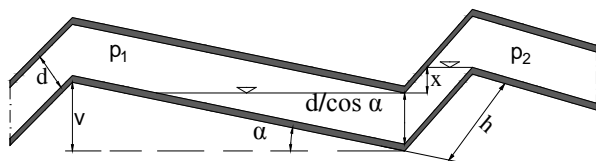


Figura 3.5. Lift închis $v > d/\cos \alpha$.

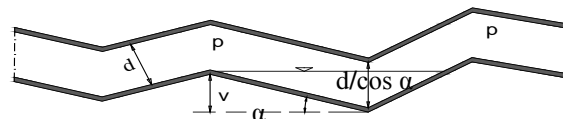


Figura 3.6 Lift deschis $v \leq d/\cos \alpha$.

Racorduri gravitaționale la căminele colectoare (fig. 3.7) se adoptă diametrul racordurilor Dn 150 – 200 mm, cu/fără cămin de preluare în funcție de: configurația terenului, distanțe și amplasament rețea vacuumată.

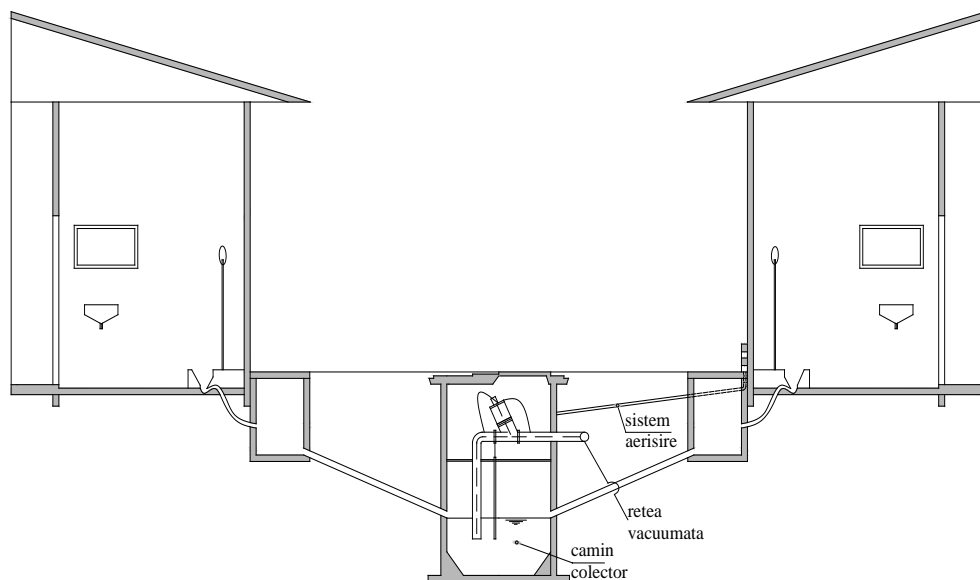


Figura 3.7. Schemă cămin preluare rețea vacuumată.

Căminele de racorduri se execută din beton armat sau materiale plastice cu/fără placă de beton în carosabil/necarosabil; $D = 1,0$ m; $H = 1,0 - 1,5$ m; există o serie de condiționalități:

- un sistem pentru admisia aerului în cămin ($\varnothing 20$ mm) și un rezervor la partea inferioară având capacitatea min. 40 dm^3 ; capacitatea rezervorului depinde de

tipul de supapă adoptat astfel încât preluarea să se efectueze în $t < 5$ sec; la un cămin de racord se pot racorda 4-5 case/gospodării sau 10 –15 locuitori echivalenți.

Diametrele și lungimile maxime se adoptă în funcție de mărimea debitului și lungimea tronsonului.

Tabel 3.1. Debite, diametre și lungimi [33][50]

Nr. crt.	Q_{\max}^* (l/s)	U.M.	DN (mm)	L_{\max} (m)
1	< 2	dm ³ /s	110	500
2	> 2	dm ³ /s	110	300
3	= 2	dm ³ /s	110	200
4	5	dm ³ /s	125	800
5	10	dm ³ /s	160	120
6	≤ 14	dm ³ /s	200 ^{**}	≤ 1900

* Se consideră debitul maxim orar al apelor uzate.

** Diametrul colectorului general în amonte de stația de vacuum.

Stația de vacuum se prevede într-o clădire care va adăposti echipamentele: recipiente de vacuum, pompe de vacuum, pompe care să asigure preluarea apelor uzate și sisteme de operare.

Volumul recipientilor se determină cu formula:

$$V_o = 0,06 \times Q_{uz} \times t_R \quad (\text{m}^3) \quad (3.1)$$

unde:

Q_{uz} – debitul de ape uzate (orar max), (dm³/s);

t_R – timpul de retenție, în minute, se adoptă 15 min.

V_o – volumul util al recipientului, (m³).

Volumul adoptat:

- $V_T = 3 \cdot V_o$ – pentru sisteme mici;
- $V_T = 2 \cdot V_o$ – pentru sisteme mari.

Pompele de vid se adoptă pe baza raportului $R = Q_{aer}/Q_{apă}$; se recomandă $R = 6/1 \dots 12/1$.

$$Q_{pv} = Q_{uz. or. max} (m^3/h) \times R \times 1,5 \quad (m^3/h) \quad (3.2)$$

Se adoptă minim: 1+1 pompe de vid având Q_{pv} și presiunea de vacuum: 0,6 – 0,7 bar.

Aerul evacuat de la pompele de vid va fi trecut prin filtru de cărbune activ.

Timpul de realizare a vacuumului este:

$$T = 0,7 \times \frac{V_{ts}}{2 \times Q_{pv}} \leq 5 \quad (\text{min}) \quad (3.3)$$

unde:

V_{ts} – volumul sistemului vacuumat, (m^3);

Q_{pv} – debitul pompei de vacuum, (m^3/h).

$$V_{ts} = V_{re\text{țea}} + V_{rez} \quad (m^3) \quad (3.4)$$

$V_{re\text{țea}}$ – volumul rețelei vacuumate, (m^3);

V_{rez} – volumul recipientului de vacuum, (m^3).

Timpul de funcționare zilnică al pompelor de vacuum este:

$$T_{p \text{ vac}} = Q_{uz. med \text{ zi}} \times \frac{R}{Q_{pv}} \leq 5 \quad (h / zi) \quad (3.5)$$

unde:

$T_{p \text{ vac}}$ – timpul de funcționare al pompei de vid;

R – raportul aer/apă.

Alegerea soluției rețelelor de canalizare vacuumate are la bază [51]:

- aplicarea pentru sectoare de amplasament limitate la 1.500 –2.000 LE, și lungimea totală maximă a colectoarelor rețelei $\Sigma L_i \leq 5$ km; alegerea sectoarelor pentru soluția cu rețea vacuumată este determinată de dificultățile de execuție a unei rețele de tip gravitațional impuse de natura terenului, existența apei subterane și greutatea ulterioare de intervenție în cazul adâncimilor de pozare mari ($\approx 6...7$ m);
- soluția se adoptă pe baza unei analize tehnico-economice de opțiuni între: rețea cu funcționare gravitațională cu asigurarea vitezei de autocurățire prin pante pronunțate și mai multe stații de pompare și varianta rețea vacuumată; se iau în considerare costurile de investiție, consumurile energetice și costurile de operare toate acestea considerând ansamblul lucrărilor inclusiv transportul apelor uzate la stație de epurare;
- consumurile energetice specifice (kWh/m^3 apă uzată) se limitează la maxim 0,2-0,3 kWh/m^3 apă uzată;
- alegerea supapei pentru încărcarea automată a rețelei vacuumate se efectuează pe baza unui număr de minim 2 opțiuni luând în considerație siguranța în funcționare și numărul garantat de cicluri de funcționare (min. $250 \cdot 10^3$ cicluri).

3.3.3 Rețele de canalizare sub presiune[40][41]

Rețelele de canalizare subpresiune se bazează pe conceptul: colectarea și transportul apelor uzate printr-un sistem hidraulic care să evite depunerile în zone cu terenuri plate, denivelări foarte mici în zone depresionare sau având contrapante unde sistemele de canalizare gravitaționale nu pot fi aplicate sau sunt prohibitive.

Se realizează numai soluții de rețele de canalizare apă uzate în sistem separativ.

Elemente componente: racorduri gravitaționale de la producătorii de ape uzate, camere de recepție dotate cu pompe cu tocător (stații de pompare), rețele de conducte cu funcționare la $p > p_{\text{atm}}$, echipament generator de presiune – pompă cu tocator (instalată în camera de recepție) și panou de automatizare. Rețeaua de canalizare subpresiune este o rețea ramificată.

În figura 3.8 se prezintă schema unui sistem de canalizare sub presiune.

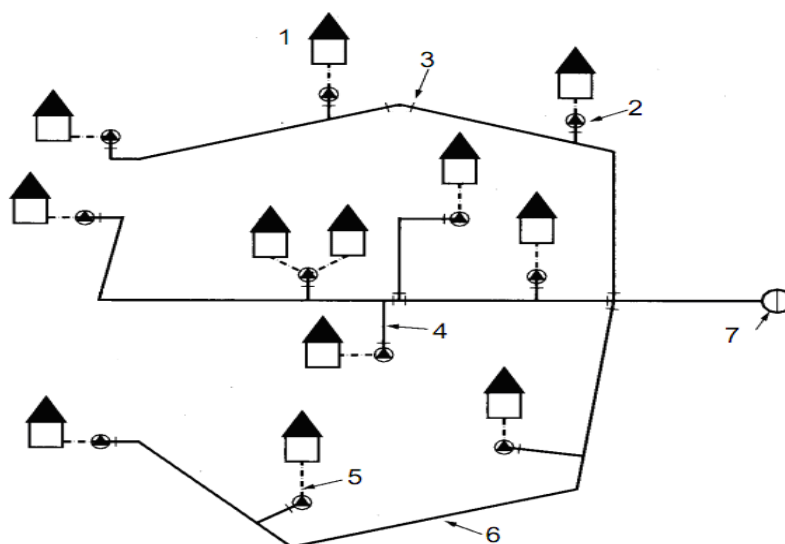


Figura 3.8 Schema rețelei de canalizare subpresiune (rețea ramificată)

- 1 Utilizatori de apă
- 2 Cameră de recepție și echipament generator de presiune (cămin colector și electropompă);
- 3 Vane de izolare (camin de vane de izolare);
- 4 Conducta de racord subpresiune a camerei de recepție la rețeaua principală;
- 5 Racord gravitațional al producătorilor de apă uzată;
- 6 Rețea principală de canalizare subpresiune
- 7 Cămin de descarcare la un colector general sau la stația de epurare

La o camera de recepție pot fi racordați unul sau mai mulți utilizatori. Numărul maxim de utilizatori este limitat de capacitatea generatorului de presiune.

Conductele rețelei de canalizare se dimensionează astfel încât viteza minimă de curgere a apei în conducte să corespundă valorilor prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.2 Valorile vitezei minime de curgere

Nr. crt.	Dn [mm]	Viteza min. [m/s]
1	32-100	0,70
2	150	0,80
3	200	0,90

Diametrele minime admise Dn 32 mm; acestea se regăsesc la racordurile stațiilor de pompare la rețeaua principală.

Calculul sistemului subpresiune se efectuează în ipoteza impusă: viteza minimă în rețeaua de conducte $v \geq 0,7$ m/s. Această ipoteză corelată cu diametrul minim, conduce la un debit minim egal cu $0,56$ dm³/s.

Orice cămin de recepție care deserveste un utilizator de min 2 persoane va trebui sa fie echipat cu o electropompă cu debitul min $Q_{\min} = 2,025$ m³/h.

Diametrele tronsoanelor se stabilesc pe baza ecuației de continuitate, iar debitele pe tronsoane prin cumulare, pe baza debitelor stațiilor de pompare de la utilizatori. Alegerea diametrelor se efectuează pe baza vitezelor recomandate în tabelul 3.2.

Înălțimea de pompare pentru electropompele care asigură pomparea apelor uzate în nodul „i” va fi:

$$H_p = \left(C_p^{(k)} + \sum_i^k h_r + \sum h_{\text{racord}} \right) - C_i^{\min} \quad (3.6)$$

unde:

$C_p^{(k)}$ - cota piezometrica in nodul aval (k);

$\sum_i^k h_r$ - suma pierderilor de sarcina distribuite si locale pe tronsonul i-k

$\sum h_{\text{racord}}$ - suma pierderilor de sarcina hidraulica pe racordul de la statia de pompare care injecteaza in nodul i

C_i^{min} - cota minima a nivelului apei uzate in recipientul statiei de pompare care injecteaza in nodul i;

Pierderile de sarcina hidraulica se determina:

$$\sum h_r = \frac{v^2}{2g} \left[\frac{\lambda L}{D} + \sum \zeta_i \right] \quad (3.7)$$

unde:

v – viteza medie in conducta (i-k); [m/s]

λ - coeficient de pierdere de sarcina distribuita (se determina cu formula Colebrook- White);

L - lungimea tronsonului [m];

D – diametrul nominal al tronsonului [m];

$\sum \zeta_i$ - suma coeficienților de pierderi de sarcină locală; vană, coturi, reducții, clapeți, s.a.

În cazul racordării unui numar mai mare de utilizatori la același cămin (camera de recepție) și a unui numar mare de astfel de camine pe o ramură a rețelei se utilizează diagrama de simultaneitate (figura 3.9), obținută pe baza datelor statistice înregistrate în exploatarea rețelelor de canalizare subpresiune existente în țările din UE. Condiția fundamentală a funcționării rețelei este asigurarea vitezelor minime și optime pe tronsoanele rețelei.

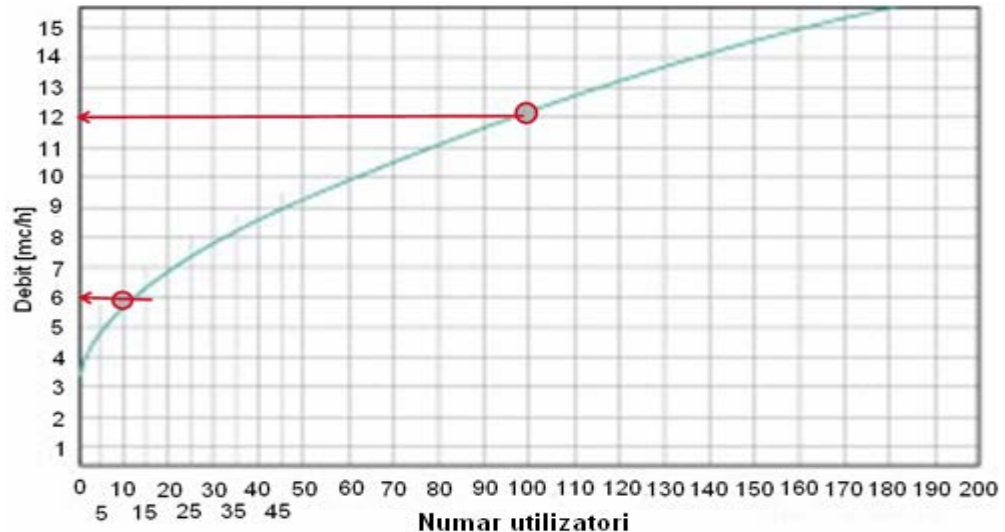


Figura 3.9 Diagrama de simultaneitate [41]

Volumul util al camerei de colectare se determină pe baza numărului de utilizatori racordați, restituția specifică cf. normelor considerând volumul util 30% din $Q_{uz.med.zi}$; se consideră că numărul de porniri/opriri ale pompei din dotarea căminului nu va depăși 8...10 /zi; se va adauga un volum de avarie (25% din volumul util) pentru situații speciale (avarie electrică).

- Elementele esențiale ale unui camerei de colectare sunt
 - traductoare de nivel în spațiul de colectare, pentru comanda automată a electropompelor;
 - organe de închidere și clapete antiretur;
 - echipamente de ventilație.

3.4 Analiza de opțiuni pentru sistemele de canalizare din județul Argeș [37]

În cadrul analizei de opțiuni privind colectarea și epurarea apelor uzate au fost luate în considerare următoarele elemente:

- A) Analiza opțiunilor pe aglomerări privind sistemele de colectare și epurare a apelor uzate (sisteme centralizate - sisteme independente);

B) Analiza de opțiuni privind procedeele de epurare a apelor uzate (procedee intensive - procedee extensive);

C) Analiza opțiunilor pe tipul de material utilizat pentru sistemele de colectare.

Opțiunile analizate pentru reabilitarea/extinderea infrastructurii de apă uzată în județul Argeș sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.3 Opțiunile analizate pentru reabilitarea/extinderea infrastructurii de apă uzată.

Nr. crt.	Opțiune	Motivare	Opțiune	Motivare
A. Analiza opțiunilor pe aglomerări privind colectarea apelor uzate și sistemele de epurare (sisteme centralizate - sisteme independente)				
1	<u>Sisteme centralizate</u>	Conceptul are la bază sistemele de canalizare ale centrelor urbane care pot prelua și apele uzate din zonele periurbane; sistemele dispun de facilități de colectare, transport și epurare a apelor uzate;	<u>Sisteme independente</u>	<ul style="list-style-type: none"> - evitare transport ape uzate pe distanțe lungi; - consum suplimentar de energie; - sunt necesare amplasamente suplimentare pentru SE locale și personal calificat;
B. Analiza opțiunii pe tipul de epurare a apelor uzate (procese intensive vs extensive)				
1	Procese biologice intensive	Sunt folosite următoarele procese: <ul style="list-style-type: none"> - bazine cu nămol activ - filtre biologice - contactoare biologice rotative; 	Avantaje <ul style="list-style-type: none"> - suprafețe reduse; - eficiență controlată; 	Dezavantaje <ul style="list-style-type: none"> - consumuri energetice mari; - costuri de operare ridicate; - personal calificat;
2	Procese biologice extensive	Principalele tehnici utilizate sunt: <ul style="list-style-type: none"> - iazuri (lagune); - bazine de filtrare cu vegetație; 	<ul style="list-style-type: none"> - costuri de operare reduse; - costuri de investiție reduse; - consumuri energetice reduse; 	<ul style="list-style-type: none"> - necesită suprafețe de teren 1....2,5 m²/l.e.

Metodologia de calcul a costurilor unitare, a costurilor de investiții și a costurilor de operare în sectorul colectării și epurării apelor uzate este prezentată în tabelul următor:

Tabel 3.4 Metodologia de calcul a costurilor de investiții și a costurilor de operare – apă uzată

Nr. crt.	Costuri	Parametri	Algoritm de calcul
1.	Costuri construcții și instalații	Tip lucrare: (reabilitare/extindere) Caracteristici obiectiv tehnologic: - rețea canalizare (lungime, diametru, material) - stații de pompare (debit, înălțime de pompare, tip electropompe)	Cost unitar x cantitate
2.	Costuri echipamente și utilaje	- stații de epurare (proces intensiv/extensiv, populație echivalentă, nivel de tratare)	
3.	Cheltuieli de proiectare	În funcție de specificul investiției	4-5 % (rd.1+ rd.2)
4.	Pregătire teren		1,5-2 % (rd.1+rd.2)
5.	Asistență tehnică		2-2,5 % (rd.1+rd.2)
6.	Supervizare lucrări		3 % (rd.1+rd.2)
7.	Publicitate pentru proiect		(0,3 – 0,5)% (rd.1+rd.2)
8.	Diverse și neprevăzute		10% (rd.1+rd.2)
9.	Total costuri de investiții		(rd.1+rd.2+rd.3+rd.4+rd.5+rd.6+rd.7+rd.8)
10.	Cheltuieli cu materiale consumabile		Cost mediu unitar
11.	Cheltuieli cu energia electrică	Cost unitar = 0,15 Euro/KWh	Cantitate x cost unitar
12.	Cheltuieli cu reparații	Detaliat pentru noile componente si pentru cele care nu se înlocuiesc	Nivel actual pt componentele care nu se înlocuiesc + 1,5% x (rd.1+rd.2)
13.	Cheltuieli cu salarii	Salariul mediu	Număr personal x salariul mediu
14.	Cheltuieli cu redevența	Conform contractelor de concesiune încheiate	Cantitate x cost unitar
15.	Cheltuieli cu amortizarea	Detaliat pentru noile componente și pentru cele care nu se înlocuiesc	Nivel actual pt componentele care nu se înlocuiesc + 15% x (rd.1+rd.2)/30 ani
16.	Cheltuieli valorificare nămol în agricultură /depozitare	Costuri unitare: - var.agricultură: deshidratare, transport, împrăștiere, testare nămol / sol, utilaje și instalații de deshidratare și împrăștiere; - var. eliminare depozit ecologic: deshidratare, tratare, depozitare si transport;	Cantitate x cost unitar
17.	Cheltuieli generale de administrare		(10-15)% (rd.10+rd.11+rd.12+rd.13+rd.14+rd.15+rd.16)
18.	Total cheltuieli de operare		(rd.10+rd.11+rd.12+rd.13+rd.14+rd.15+rd.16+rd.17)
19.	Cost unitar		(rd. 18/volumul de apă)

3.4.1 Analiza de opțiuni privind colectarea și epurarea apelor uzate pentru aglomerările urbane din județul Argeș [37]

3.4.1.1 Aglomerarea Pitești-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate

Zone componente: Pitești, Ștefănești (Valea Mare-Potgoria, Viișoara, Izvorani, Ștefăneștii Noi, Ștefănești și Golești), Bascov (Bascov, Valea Ursului, Glâmbocu, Mica, Prislopu Mic și Schiau), Albota (Albota, Gura Văii, Cerbu și Mareș), Merișani (Dobrogostea, Vărzaru și Borlești), Moșoaia (Smeura, Hințești și Dealu Viilor), Bradu (Bradu și Geamăna), Micești (Micești și Purcăreni), Mărăcineni (Mărăcineni și Argeșelu) și Căteasca (Recea și Cătanele); populația echivalentă (estimată la nivelul anului 2015) este de 258.000 l.e.

Au fost analizate două opțiuni privind modernizarea și extinderea sistemelor de canalizare:

Opțiunea 1 : componența aglomerării este identică ca centre urbane și rurale, diferențele fiind date de:

- 4 SEAU noi în comunele Albota, Merișani, Căteasca și Micești;
- un număr de SPAU mai redus cu 30%;
- reducerea lungimii colectoarelor de canalizare cu 9 km.

Opțiunea 2: sistem centralizat prin care întreaga cantitate de apă uzată este dirijată spre stațiile de epurare existente: SEAU Pitești și SEAU Bradu; soluția cuprinde 248 km rețele de colectare în sistem mixt, 37 stații de pompare a apelor uzate și modernizarea celor două stații de epurare.

În această opțiune avantajele sistemului sunt determinate de existența SEAU Pitești care asigură epurarea apelor uzate colectate și din localitățile limitrofe.

În tabelul următor se indică principalele caracteristici aferente celor două opțiuni.

Tabel 3.5 Aglomerarea Pitești - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.

Nr.	Descriere lucrări	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Sisteme de colectare apă uzată (km)	240	249
2.	Stații de pompare apă uzată (unit)	26	37
3.	SEAU (unit.)	6	2
4.	Investiții (mil. €)	76,1	72,8
5.	Costuri de operare (mil. €/an)	10,01	8,9
6.	Cost unitar epurare apă uzată (€/m ³)	0,48	0,43

Avantajele și dezavantajele opțiunilor analizate sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.6 Aglomerarea Pitești - avantaje și dezavantaje opțiuni

Nr.	Parametru	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Avantaje	- reducerea lungimii sistemului de colectare cu 9 km - număr mai redus al SPAU (reducere consum energetic)	- se reduc terenurile necesare amplasării SEAU - investiție mai redusă cu 3,3 mil. Euro
2.	Dezavantaje	- număr mai mare de SEAU și terenuri suplimentare pentru amplasarea acestora	- lungime mai mare a sistemului de colectare - număr mai mare de SPAU și lungimi mari ale conductelor de refulare ape uzate sub presiune

Pentru dezvoltarea infrastructurii de apă uzată la nivelul Aglomerării Pitești pentru orizontul de timp 2014-2020 se propune adoptarea Opțiunii 2. Elementele care susțin această opțiune sunt:

- epurarea centralizată a apelor uzate la SEAU Pitești asigură conformarea la prevederile Directivei 91/271/CEE și reducerea costurilor de investiție/operare;
- utilizarea facilităților existente elimină necesitatea terenurilor suplimentare destinate construcției unor stații de epurare noi.

Lucrările de reabilitare/extindere a sistemelor de canalizare aferente localităților Pitești, Ștefănești, Bascov, Mărăcineni, Merișani, Albota, Bradu și Moșoaia (zonele cuprinse în Aglomerarea Pitești) vor fi executate în cadrul Proiectului regional “Extinderea și reabilitarea infrastructurii de apă și apă uzată în județul Argeș” finanțat prin POS Mediu 2007-2013.

În figurile următoare sunt prezentate schematic cele două opțiuni analizate privind colectarea/epurarea apelor uzate din Aglomerarea Pitești:

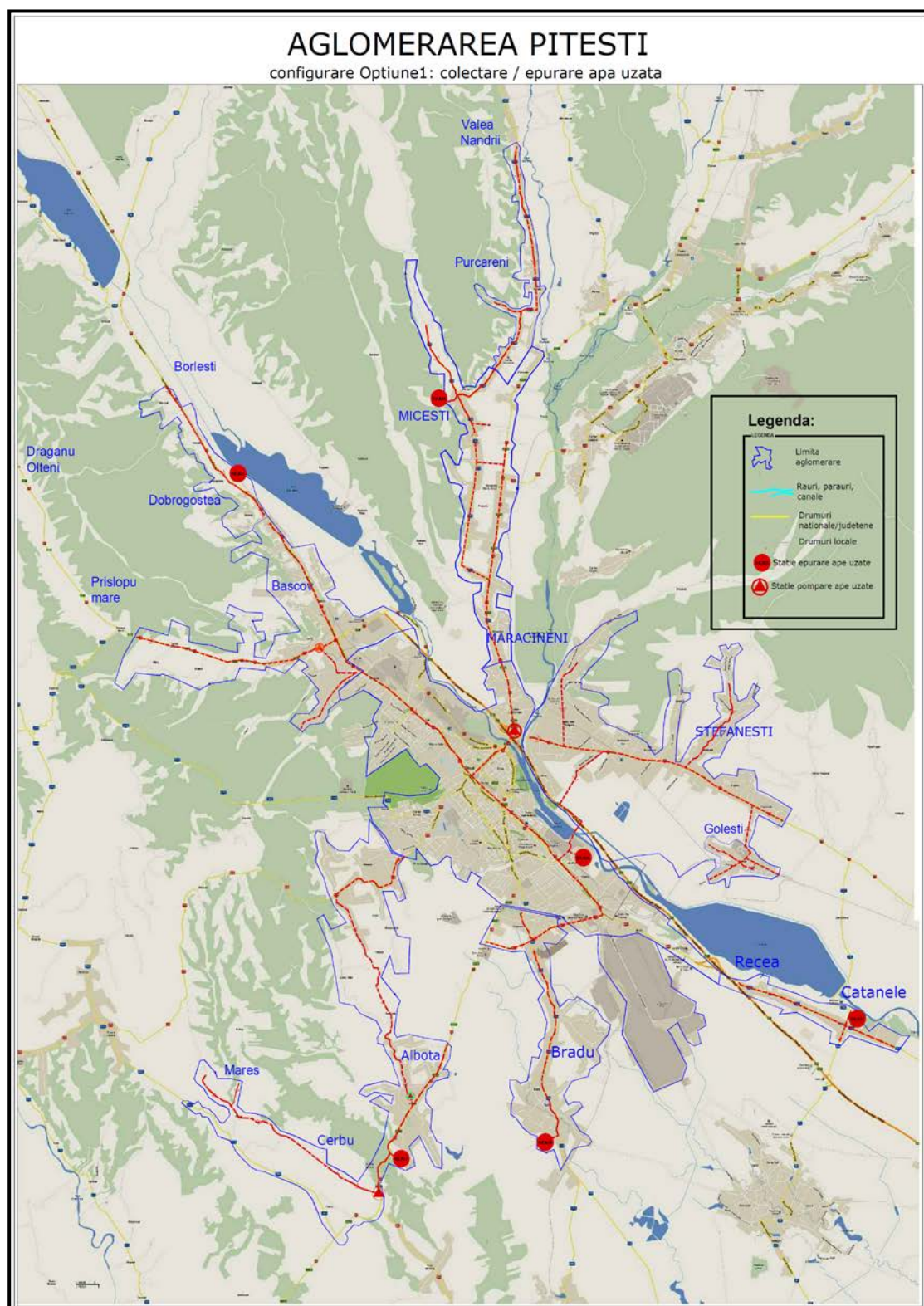


Figura 3.10 Aglomerarea Pitești- colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1

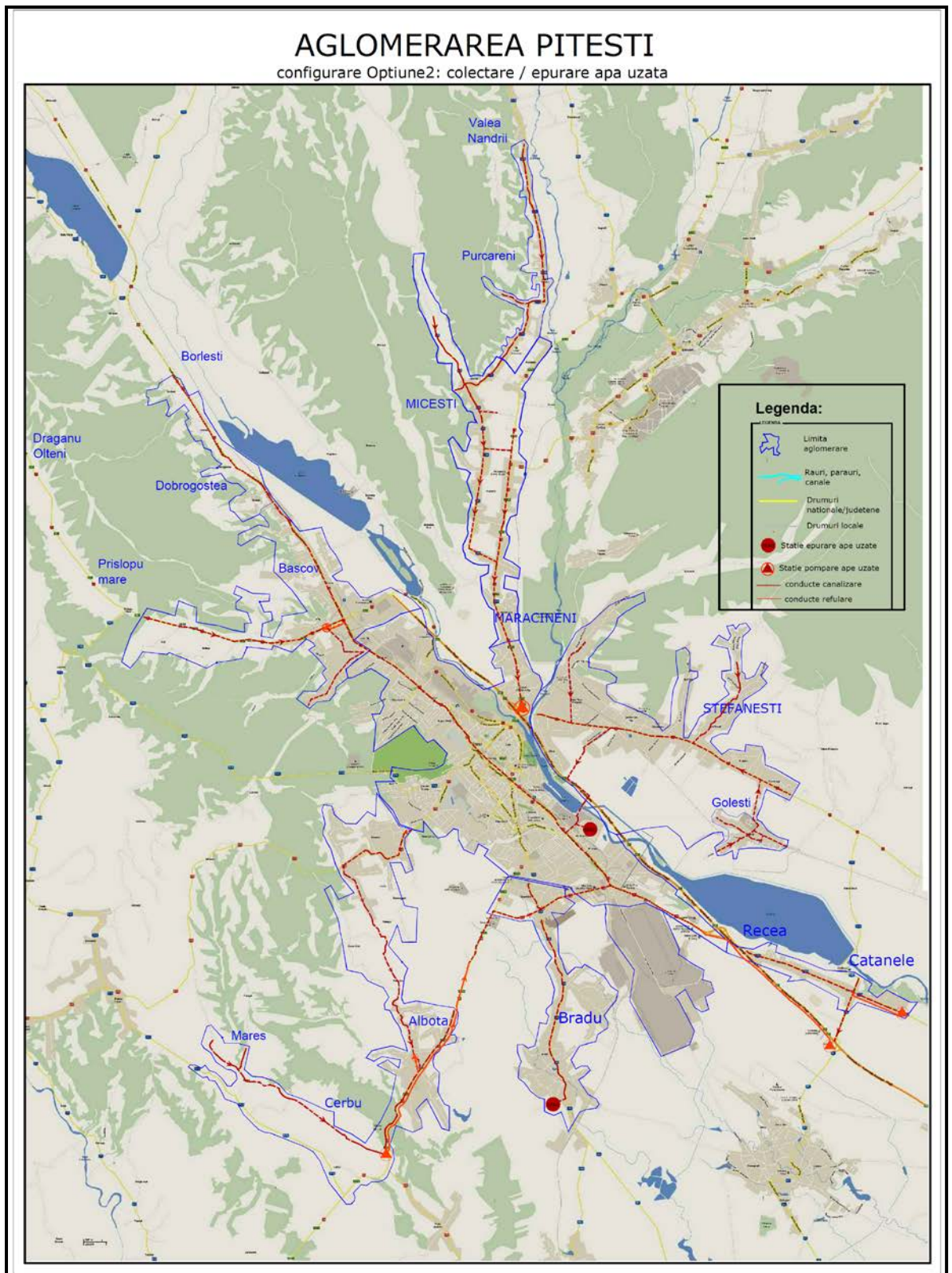


Figura 3.11 Aglomerarea Pitești- colectarea/epurarea apelor uzate: Optiunea 2

3.4.1.2 Aglomerarea Câmpulung - analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate

Zone componente: Câmpulung , Bughea de Sus, Lerești (Lerești și Voinești) și Valea Mare Pravăț (Valea Mare Pravăț, Bilcești, Colnic, Fântâna, Nămăești și Șelari); populația echivalentă (estimată la nivelul anului 2015) este de 34.000 l.e.

Au fost analizate două opțiuni:

Opțiunea 1: colectarea apelor uzate în sistem centralizat și reabilitarea Stației de epurare Câmpulung; datorită configurației terenului sunt necesare 9 SPAU.

Opțiunea 2: sisteme independente care cuprind 3 SEAU: Câmpulung, Bughea de Sus și Valea Mare Pravăț; pentru SEAU Câmpulung se propun lucrări de reabilitare și modernizare; SEAU Bughea de Sus și Valea Mare Pravăț sunt lucrări noi.

În tabelul următor se indică principalele caracteristici aferente celor două opțiuni.

Tabel 3.7 Aglomerarea Câmpulung - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.

Nr.	Descriere lucrări	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Sisteme colectare apă uzată (km)	141,3	136,6
2.	Stații de pompare apă uzată (unit.)	9	3
3.	SEAU (unit.)	1	3
4.	Investiții (mil. €)	54,4	56
5.	Costuri de operare (mil. €/an)	2,7	2,9
6.	Cost unitar epurare apă uzată (€/m ³)	0,48	0,52

Avantajele și dezavantajele opțiunilor analizate sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.8 Aglomerarea Câmpulung- avantaje și dezavantaje opțiuni analizate

Nr.	Parametru	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Avantaje	- se reduc terenurile necesare amplasării SEAU - investiție mai redusă cu 1,6 mil. Euro	- reducerea lungimii sistemului de colectare cu 4,7 km
2.	Dezavantaje	- lungime mai mare a sistemului de colectare - număr mai mare de SPAU și lungimi mari ale conductelor de refulare ape uzate sub presiune	- număr mai mare de SEAU și terenuri suplimentare pentru amplasarea acestora

Având în vedere îmbunătățirea parametrilor de calitate a apelor uzate epurate și reducerea costurilor de investiție/operare, pentru dezvoltarea infrastructurii de apă uzată din Aglomerarea Câmpulung se propune adoptarea Opțiunii 1.

În figurile următoare sunt prezentate schematic cele două opțiuni analizate privind colectarea/epurarea apelor uzate din Aglomerarea Câmpulung:

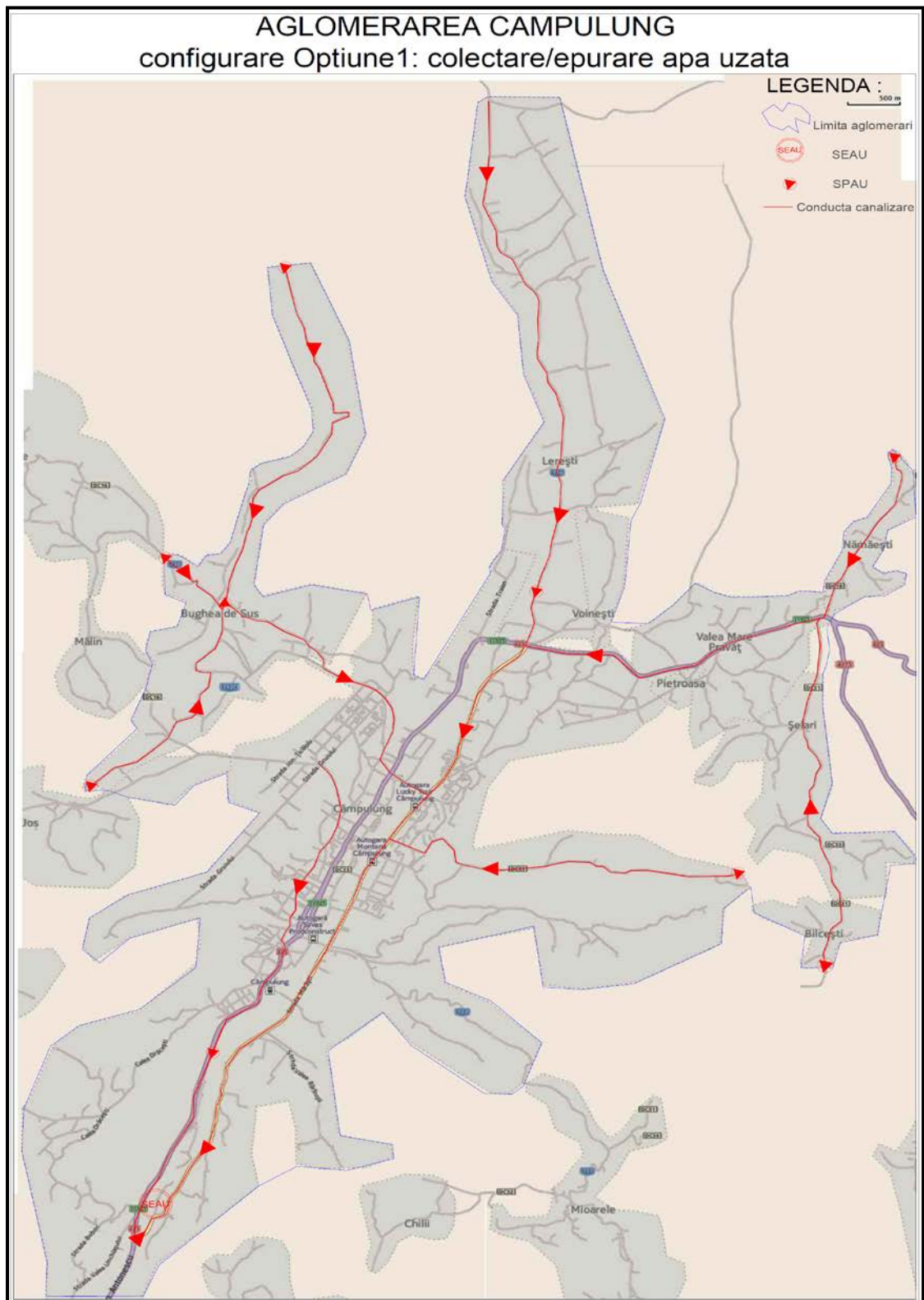


Figura 3.12 Aglomerarea Câmpulung - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1

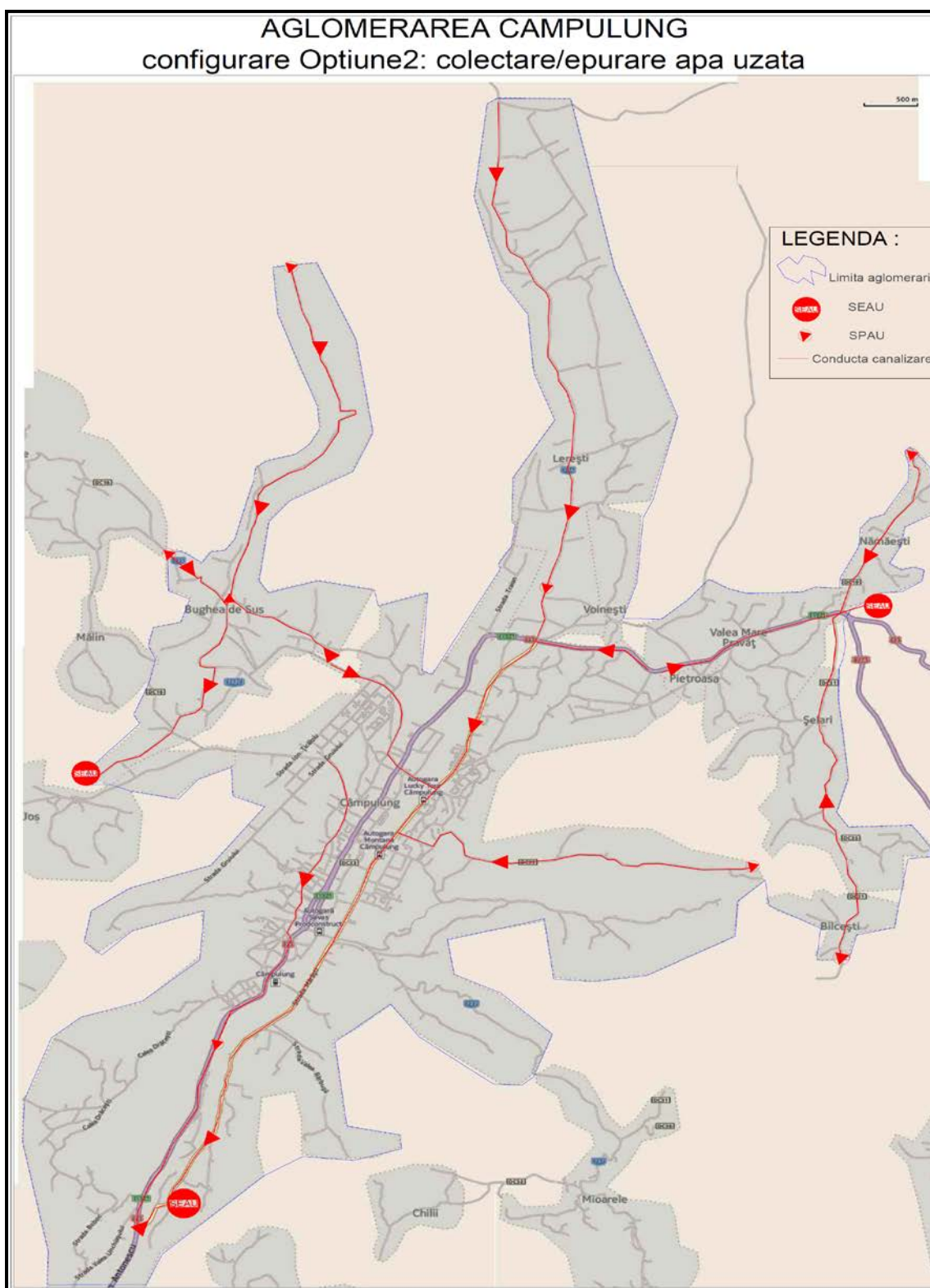


Figura 3.13 Aglomerarea Câmpulung - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2

3.4.1.3 Aglomerarea Curtea de Argeș-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate

Zone componente: Curtea de Argeș (Curtea de Argeș și Noapteaș), Băiculești (Băiculești, Zigoneni, Mănicești, Argeșani, Tutana, Valea Brazilor și Anghinești), Albeștii de Argeș (Albești Ungureni și Albești Pământeni), Valea Iașului (Cerbureni și Valea Uleiului), Merișani (Vâlcelele și Crâmpotani); populația echivalentă a aglomerării (estimată la nivelul anului 2015) este de 26.000 l.e.

Au fost analizate următoarele opțiuni:

Opțiunea 1: cuprinde 5 SEAU: Curtea de Argeș, Albești, Valea Iașului, Băiculești și Merișani; pentru primele 3 SEAU sunt prevăzute lucrări de reabilitare/modernizare; SEAU Băiculești și SEAU Merișani sunt lucrări noi; sunt necesare 14 SPAU.

Opțiunea 2: prevede rețele de colectare a apelor uzate cu o lungime de 155 km și 3 SEAU din care: SEAU Curtea de Argeș existentă, iar SEAU Vâlcele și Băiculești sunt stații noi; prin configurația terenului sunt necesare 21 SPAU.

În tabelul următor se indică principalele caracteristici aferente celor două opțiuni.

Tabel 3.9 Aglomerarea Curtea de Argeș - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.

Nr.	Descriere lucrări	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1	Sisteme colectare apă uzată (km)	141,0	154,4
2	Stații de pompare apă uzată (unit)	14	21
3	SEAU	5	3
4	Investiții (mil. €)	74,49	65,25
5	Costuri de operare (mil. €/an)	2,15	1,96
6	Cost unitar epurare apă uzată (€/m ³)	0,83	0,76

Avantajele și dezavantajele opțiunilor analizate sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.10 Aglomerarea Curtea de Argeș - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate

Nr.	Parametru	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Avantaje	- reducerea lungimii sistemului de colectare cu 13,4 km	- se reduc terenurile necesare amplasării SEAU - investiție mai redusă cu 6,2 mil. Euro
2.	Dezavantaje	- număr mai mare de SEAU și terenuri suplimentare pentru amplasarea acestora	- lungime mare a sistemului de colectare - număr mai mare de SPAU și lungimi mari ale conductelor de refulare ape uzate sub presiune

Pentru dezvoltarea infrastructurii de apă uzată la nivelul Aglomerării Curtea de Argeș (în perspectiva 2014-2020), se propune adoptarea Opțiunii 2, principale avantajele ale acestei opțiuni fiind reprezentate de reducerea costurilor de investiție/operare. Și a terenurilor necesare pentru construcția noilor stații de epurare.

În figurile următoare sunt prezentate schematic cele două opțiuni analizate privind colectarea/epurarea apelor uzate din Aglomerarea Curtea de Argeș:

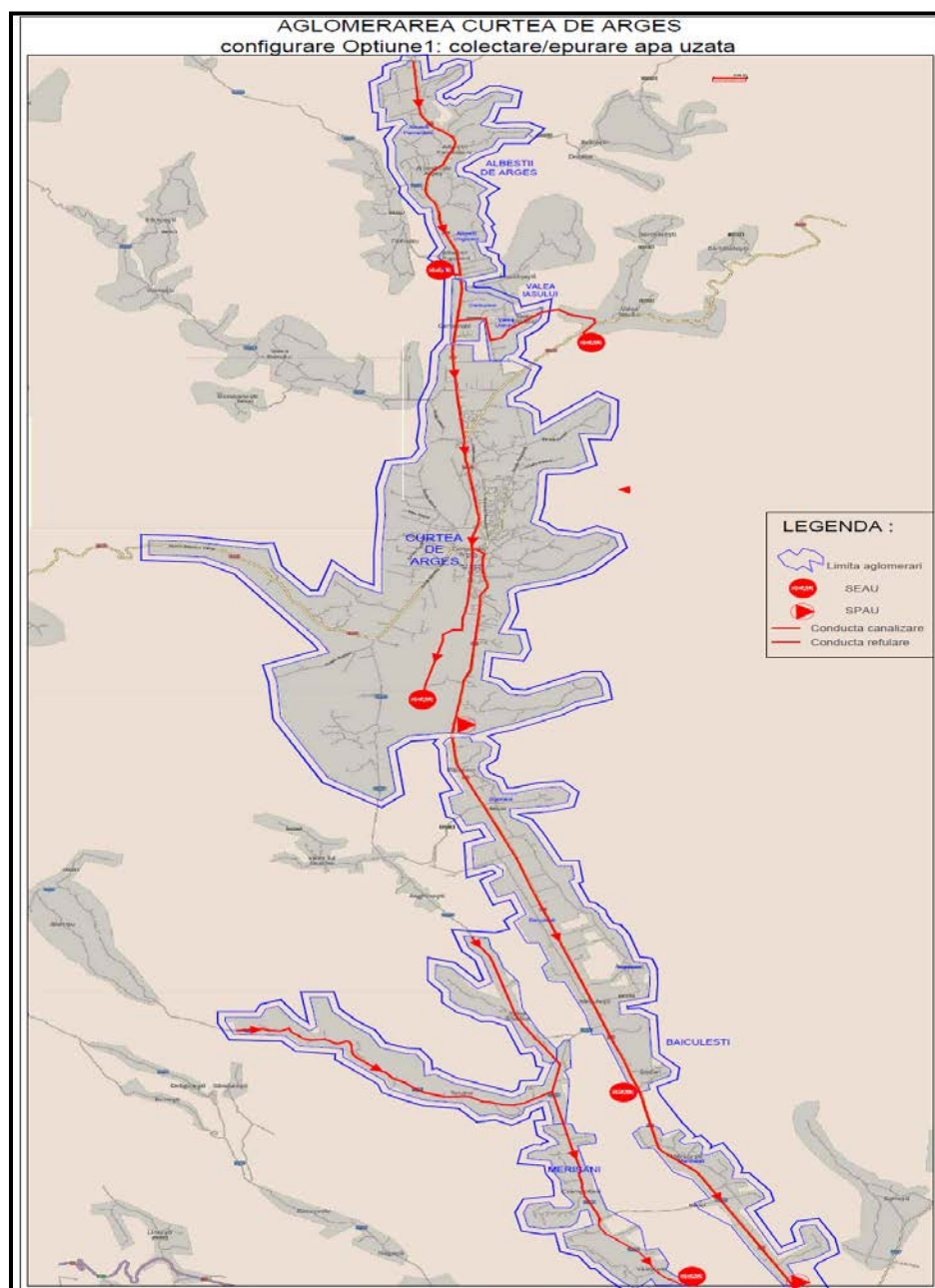


Figura 3.14 Aglomerarea Curtea de Argeș - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1

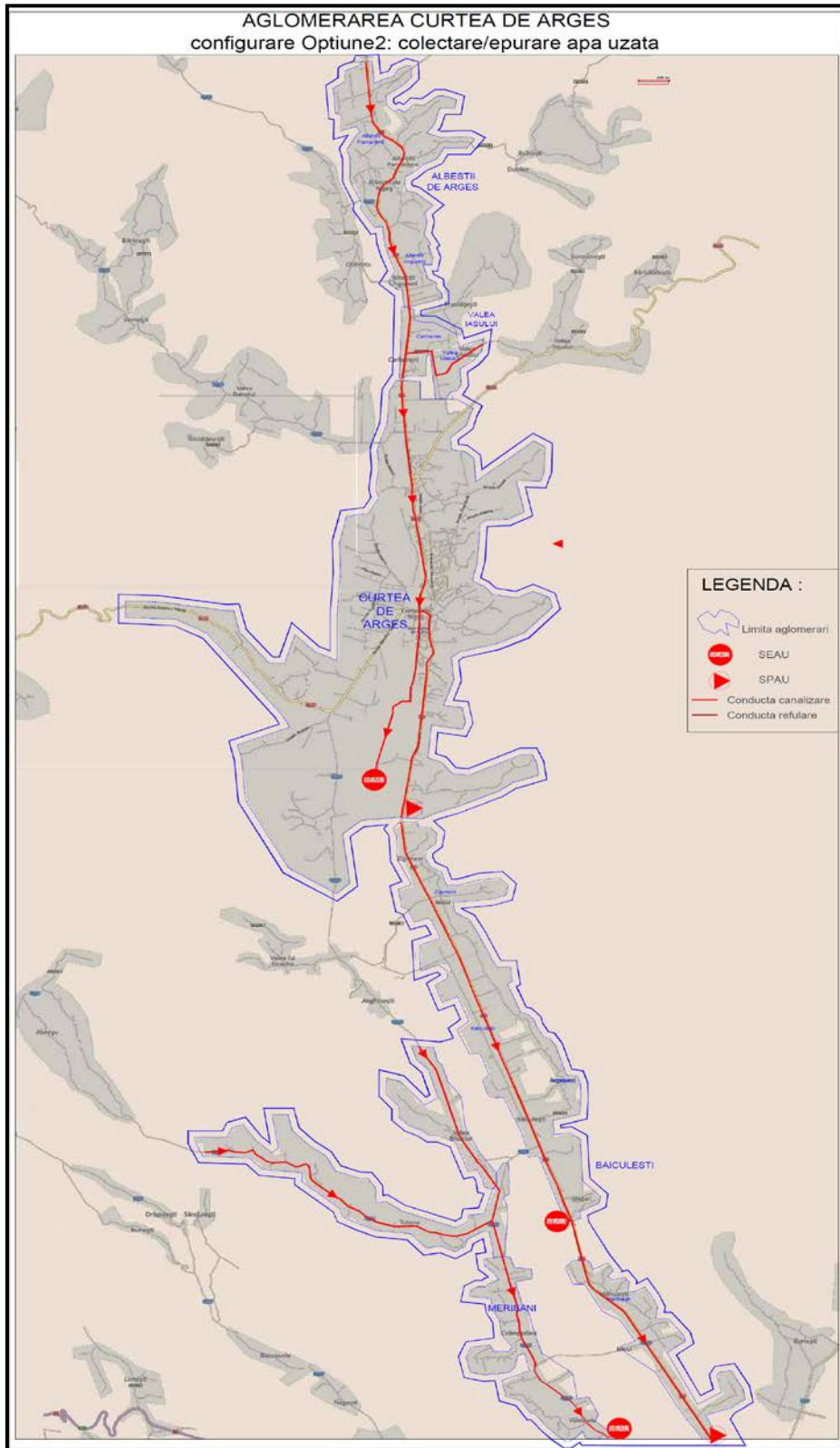


Figura 3.15 Aglomerarea Curtea de Argeș - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 2

3.4.1.4 Aglomerarea Mioveni-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate

Zone componente: Mioveni (Mioveni și Racovița), Davidești (Conțești); populația echivalentă a aglomerării (estimată la nivelul anului 2015) este de 27.000 l.e.

Au fost analizate următoarele opțiuni:

Opțiunea 1: s-a luat în considerare asigurarea epurării centralizate a apelor uzate la SEAU Mioveni (lungime suplimentară a colectorului de 6 km); capacitatea actuală a stației permite epurarea apelor uzate colectate din localitatea Davidești (zona cuprinsă în Aglomerarea Mioveni).

Opțiunea 2: prevede asigurarea epurării apei în sistem descentralizat: SEAU Mioveni (existentă) și SEAU Davidești (stație nouă).

În tabelul următor se prezintă caracteristicile celor 2 opțiuni:

Tabel 3.11 Aglomerarea Mioveni - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.

Nr.	Descriere lucrări	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Sisteme colectare apă uzată (km)	21,7	15,7
2.	Stații de pompare apă uzată (unit)	1	2
3.	SEAU	SEAU Mioveni	SEAU Mioveni SEAU Davidești
4.	Investiții (mil. €)	5,49	6,43
5.	Costuri de operare (mil. €/an)	1,4	1,6
6.	Cost unitar epurare apă uzată (€/m ³)	0,31	0,34

Avantajele și dezavantajele opțiunilor analizate sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.12 Aglomerarea Mioveni - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate

Nr.	Parametru	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Avantaje	- concentrarea proceselor de epurare într-o singură stație de epurare (Mioveni); stația este prevăzută cu treaptă avansată de epurare; - costuri de investiție mai reduse cu 0,94 mil. Euro	- reducerea lungimii sistemului de colectare cu 6 km
2.	Dezavantaje	- lungime mai mare a sistemului de colectare (Dn 300 mm, L=6 km)	- teren suplimentar pentru Stația de Epurare Davidești

La nivelul Aglomerării Mioveni se propune adoptarea Opțiunii 1 (pentru perioada 2014-2020) care asigură o îmbunătățire a indicatorilor de performanță a proceselor de epurare.

În figurile următoare sunt prezentate schematic cele două opțiuni analizate privind colectarea/epurarea apelor uzate din Aglomerarea Mioveni:

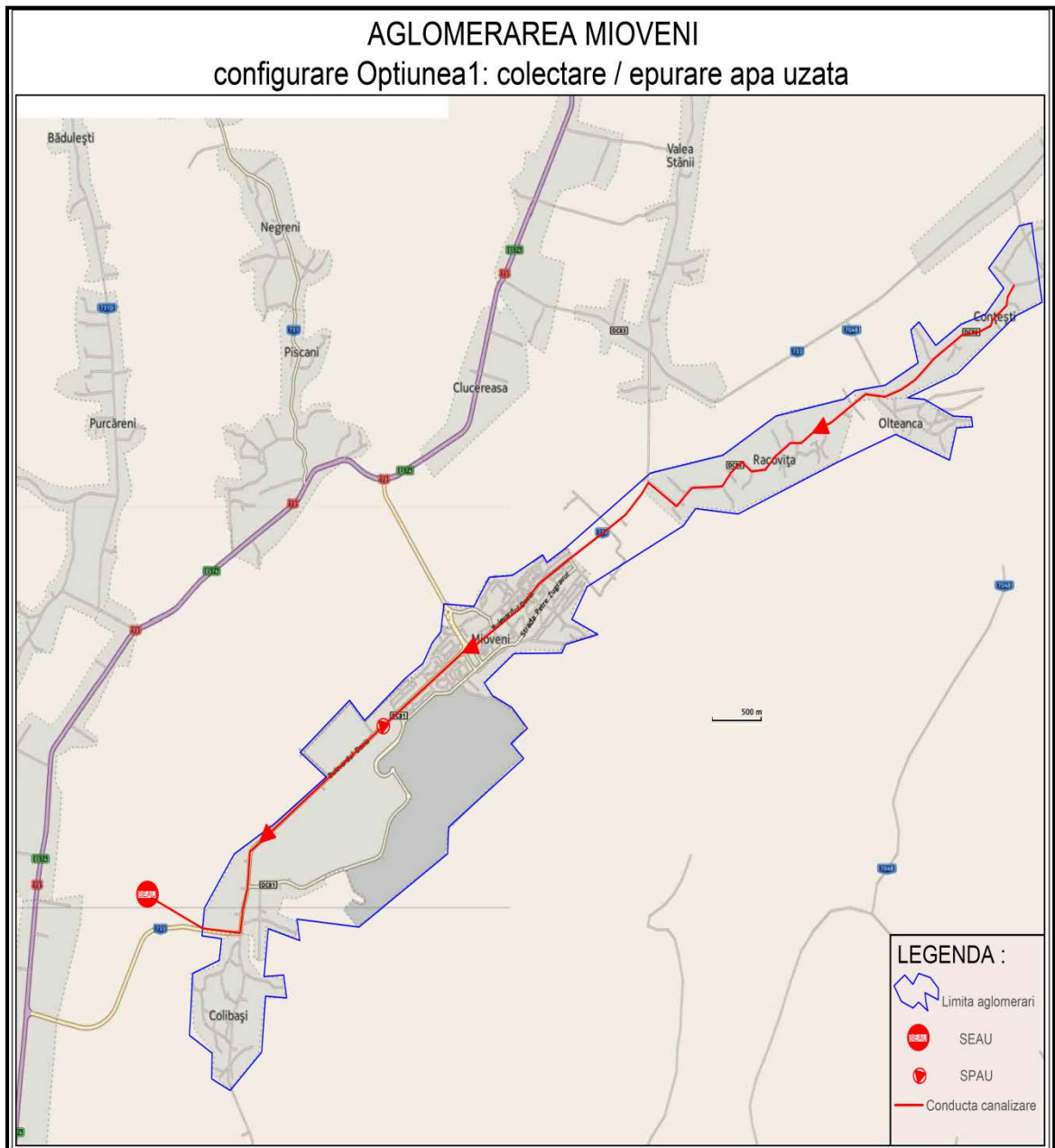


Figura 3.16 Aglomerarea Mioveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1

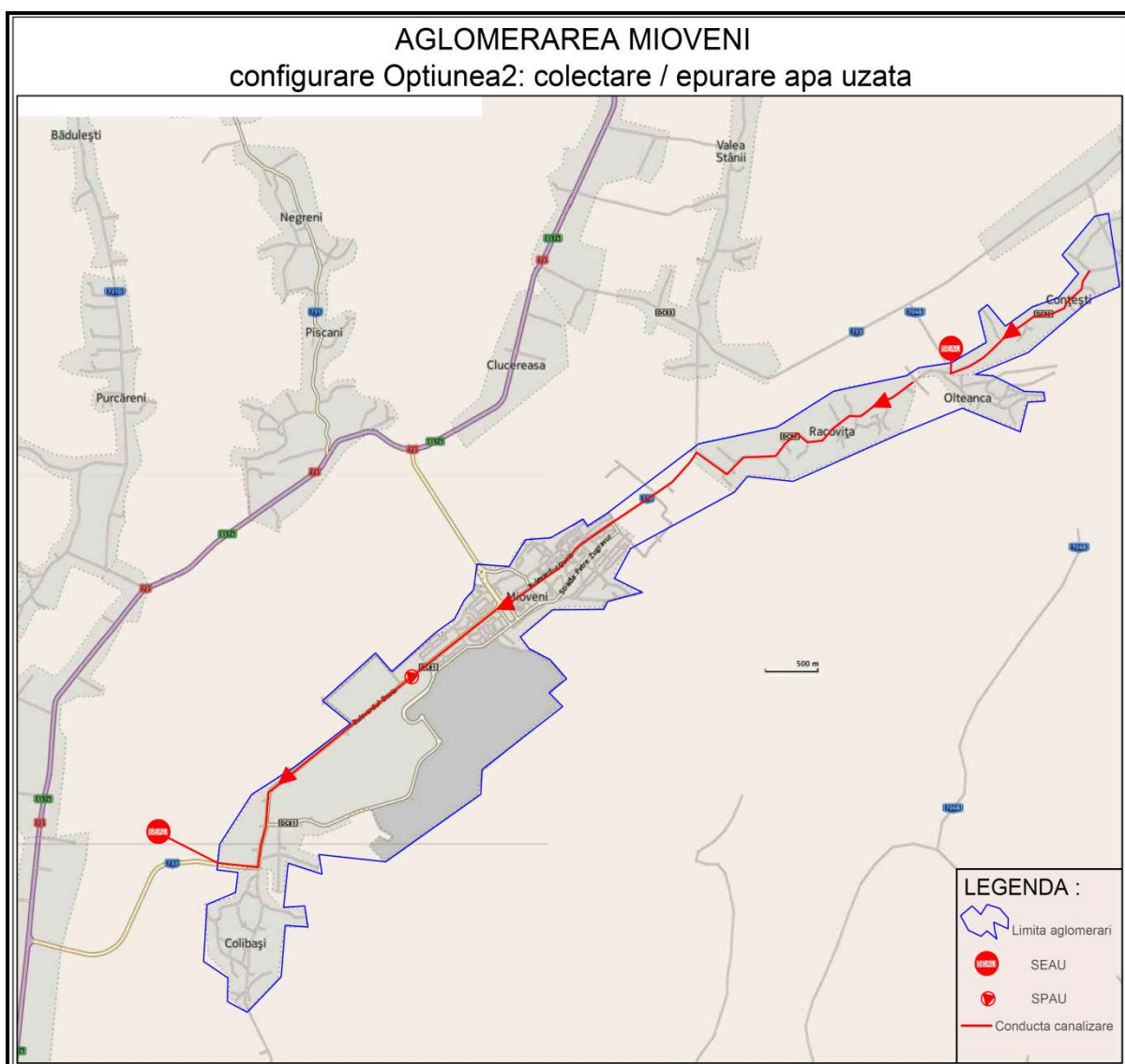


Figura 3.17 Aglomerarea Mioveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Optiunea 2

3.4.1.5 Aglomerarea Topoloveni-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate

Zone componente: **Topoloveni** (Topoloveni, Gorănești, Boțârcani, Țigănești și Crintești), **Călinești** (Văleni-Potgoria, Vrănești, Radu Negru, Gorganu, Râncăciou, Urlucea, Cârstieni, Valea Corbului, Călinești, Glodu și Udeni-Zăvoi), **Priboieni** (Priboieni, Albotele, Paraschivești, Pitoi, Sămăilă, Valea Mare, Valea Neniei și Valea Popii), **Beleți-Negrești** (Beleți), **Leordeni** (Leordeni, Glâmbocata, Glâmbocata-Deal,

Ciulnița, Cârciumărești, Budișteni, Bântău, Schitu Scoicești, Băila), **Bogați** (Bogați, Bârloi, Bujoi, Suseni, Glâmbocel și Glâmbocelu); populația echivalentă (estimată la nivelul anului 2015) este de 21.000 l.e.

Au fost analizate două opțiuni:

Opțiunea 1: soluție descentralizată în care se prevăd stații de epurare a apelor uzate în comunele Beleți, Priboieni, Călinești, Leordeni și Bogați; în acest mod lungimile colectoarelor de transport ape uzate se reduc cu 14,5 km;

Opțiunea 2: s-a luat în considerare un sistem centralizat în care apele uzate sunt transportate spre 2 SEAU: Topoloveni și Leordeni. Vor fi necesare 22 SPAU și colectoare suplimentare cu Dn 500 mm pe o lungime de 14 km.

În tabelul următor se prezintă elementele caracteristice de sinteză ale celor 2 opțiuni.

Tabel 3.13 Aglomerarea Topoloveni - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.

Nr.	Descriere lucrări	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Sisteme colectare apă uzată (km)	155,1	169,6
2.	Stații de pompare apă uzată (unit)	17	22
3.	SEAU	6	2
4.	Investiții (mil. €)	63,1	59,94
5.	Costuri de operare (mil. €/an)	1,7	1,6
6.	Cost unitar epurare apă uzată (€/m ³)	0,77	0,73

Avantajele și dezavantajele opțiunilor analizate sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.14 Aglomerarea Topoloveni - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate

Nr.	Parametru	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Avantaje	- nr. mai mic de stații de pompare ape uzate - investiție mai mare cu 3,2 mil. Euro	- SEAU cu operare controlată permanent din punctul de vedere al asigurării concentrației maxim admisibile pentru toți indicatorii; - reducere suprafață terenuri necesare pentru amplasarea SEAU - investiție mai redusă cu aprox. 3,2 mil. Euro
2.	Dezavantaje	- suprafețe suplimentare pentru SEAU: Beleți-Negrești, Priboieni, Călinești și Bogați	- nr. mai mare de stații de pompare și o lungime mai mare a conductelor de refulare

Pentru dezvoltarea infrastructurii de apă uzată la nivelul Aglomerării Topoloveni (pentru perioada 2014-2020) se propune adoptarea Opțiunii 2. Prin implementarea acestei soluții se reduc riscurile majore de poluare ale râului Argeș care constituie sursa principală de alimentare cu apă pentru municipiul București; emisarii celor două stații de epurare sunt: râul Cârčinov, pentru SEAU Topoloveni, și pârâul Budișteanca, pentru SEAU Leordeni; ambele cursuri de apă sunt afluenți ai râului Argeș. Lucrările privind reabilitarea SEAU Topoloveni vor fi executate în cadrul Proiectului regional “Extinderea și reabilitarea infrastructurii de apă și apă uzată în județul Argeș” finanțat prin POS Mediu 2007-2013.

În figurile următoare sunt prezentate schematic cele două opțiuni analizate privind colectarea/epurarea apelor uzate din Aglomerarea Topoloveni:

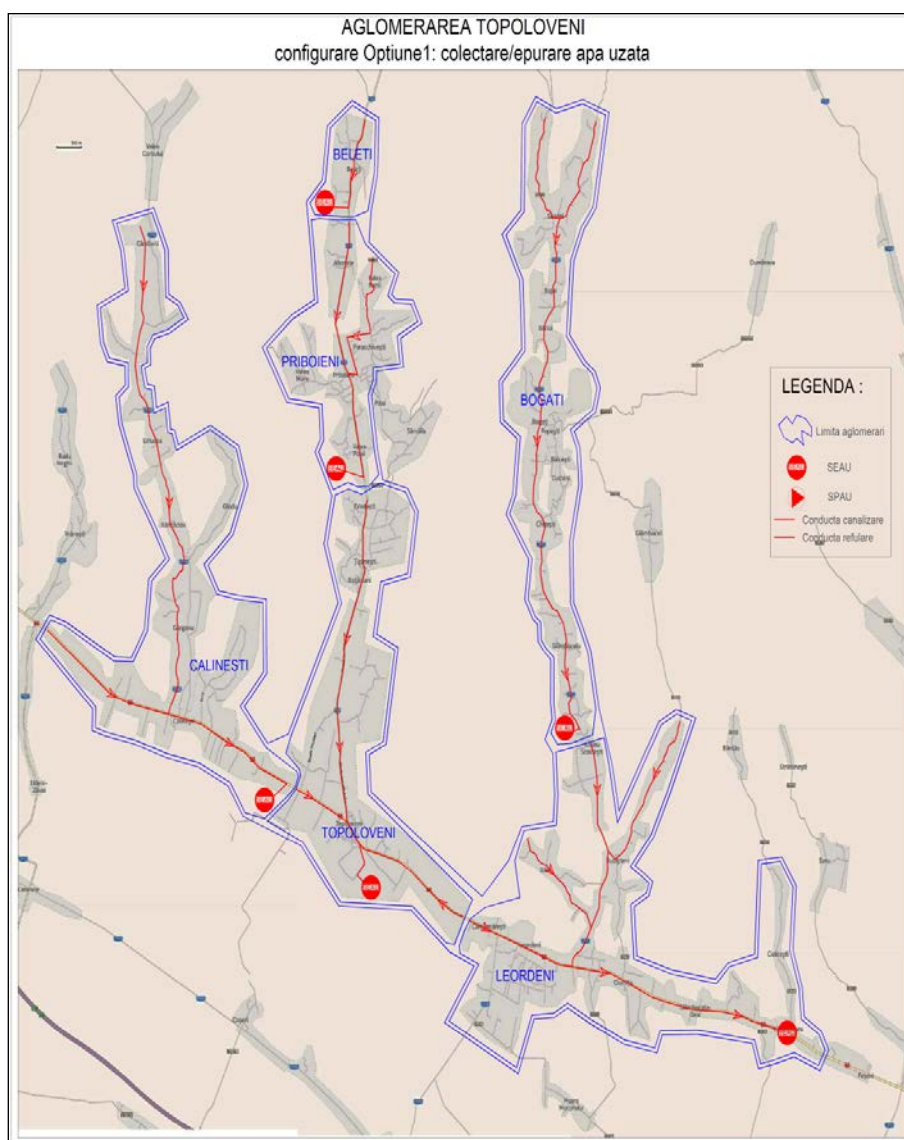


Figura 3.18 Aglomerarea Topoloveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1

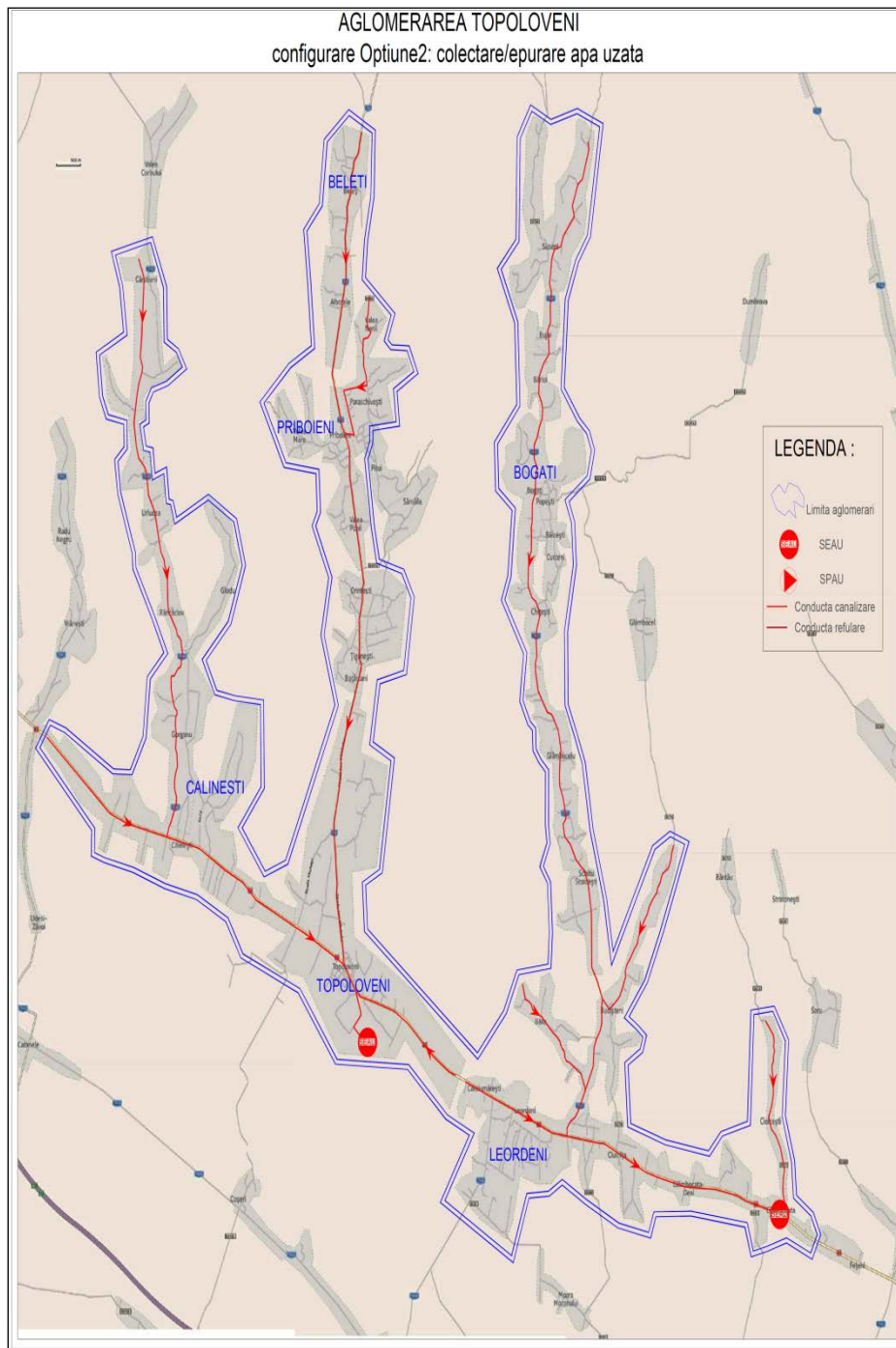


Figura 3.19 Aglomerarea Topoloveni - colectarea/epurarea apelor uzate: Optiunea 2

3.4.1.6 Aglomerarea Costești-analiza de opțiuni privind colectarea/epurarea apelor uzate

Zone componente: Costești și Buzoești (Șerboeni, Ionești și Redea); populația echivalentă este de 7.000 l.e.(estimată la nivelul anului 2015) .

Au fost analizate 2 opțiuni care au luat în considerare:

- epurarea apelor uzate în regim descentralizat prin reabilitarea/modernizarea SEAU Costești și execuția unei noi stații pentru zona Buzoești (Opțiunea 1);
- epurarea centralizată a apelor uzate la SEAU Costești; sunt necesare lucrări de reabilitare/extindere ale SEAU Costești (Opțiunea 2);

În tabelul următor se prezintă elementele caracteristice ale celor două opțiuni.

Tabel 3.15 Aglomerarea Costești - descriere opțiuni colectare/epurare apă uzată.

Nr.	Descriere lucrări	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Sisteme colectare apă uzată (km)	21,3	24,6
2.	Stații de pompare apă uzată (unit)	5	6
3.	SEAU	2	1
4.	Investiții (mil. €)	11,7	10,8
5.	Costuri de operare (mil. €/an)	0,4	0,36
6.	Cost unitar epurare apă uzată (€/m ³)	0,45	0,39

Avantajele și dezavantajele opțiunilor analizate sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 3.16 Aglomerarea Costești - avantaje și dezavantaje opțiuni analizate

Nr.	Parametru	Opțiunea 1	Opțiunea 2
1.	Avantaje	- nr. mai redus SPAU	- investiții mai reduse - 1 SEAU – cheltuieli de operare mai reduse - îmbunătățirea parametrilor efluentului
2.	Dezavantaje	- costuri de investiție mai mari (0,9 mil. €) - suprafețe teren suplimentare pentru SEAU	- nr. mai mare de SPAU

În ceea ce privește dezvoltarea infrastructurii de apă uzată la nivelul Aglomerării Costești, se propune adoptarea Opțiunii 2. Lucrările aferente acestei opțiuni vor fi executate în cadrul Proiectului regional “Extinderea și reabilitarea infrastructurii de apă și apă uzată în județul Argeș” finanțat prin POS Mediu 2007-2013.

În figurile următoare sunt prezentate schematic cele două opțiuni analizate privind colectarea/epurarea apelor uzate din Aglomerarea Costești:

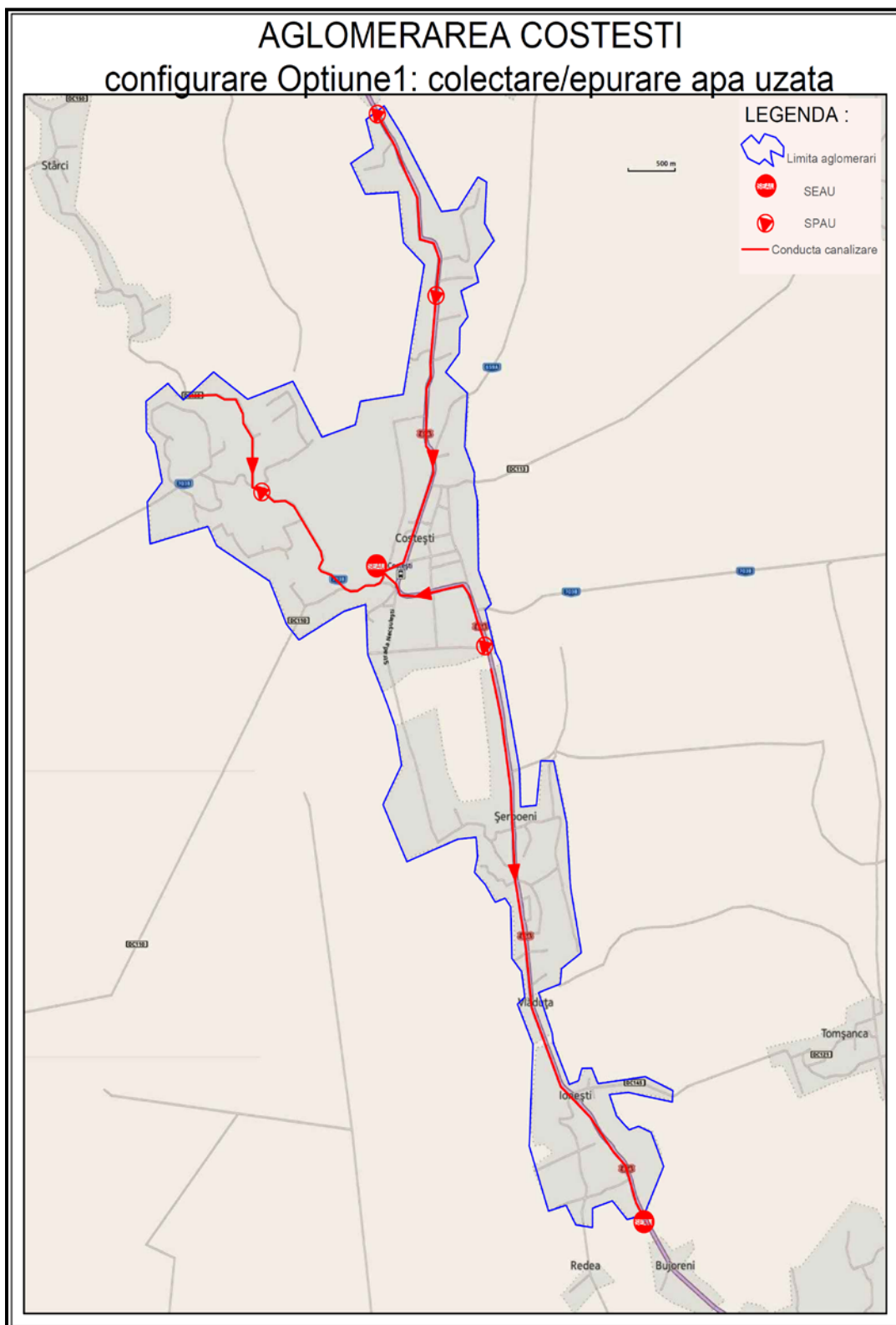


Figura 3.20 Aglomerarea Costești - colectarea/epurarea apelor uzate: Opțiunea 1

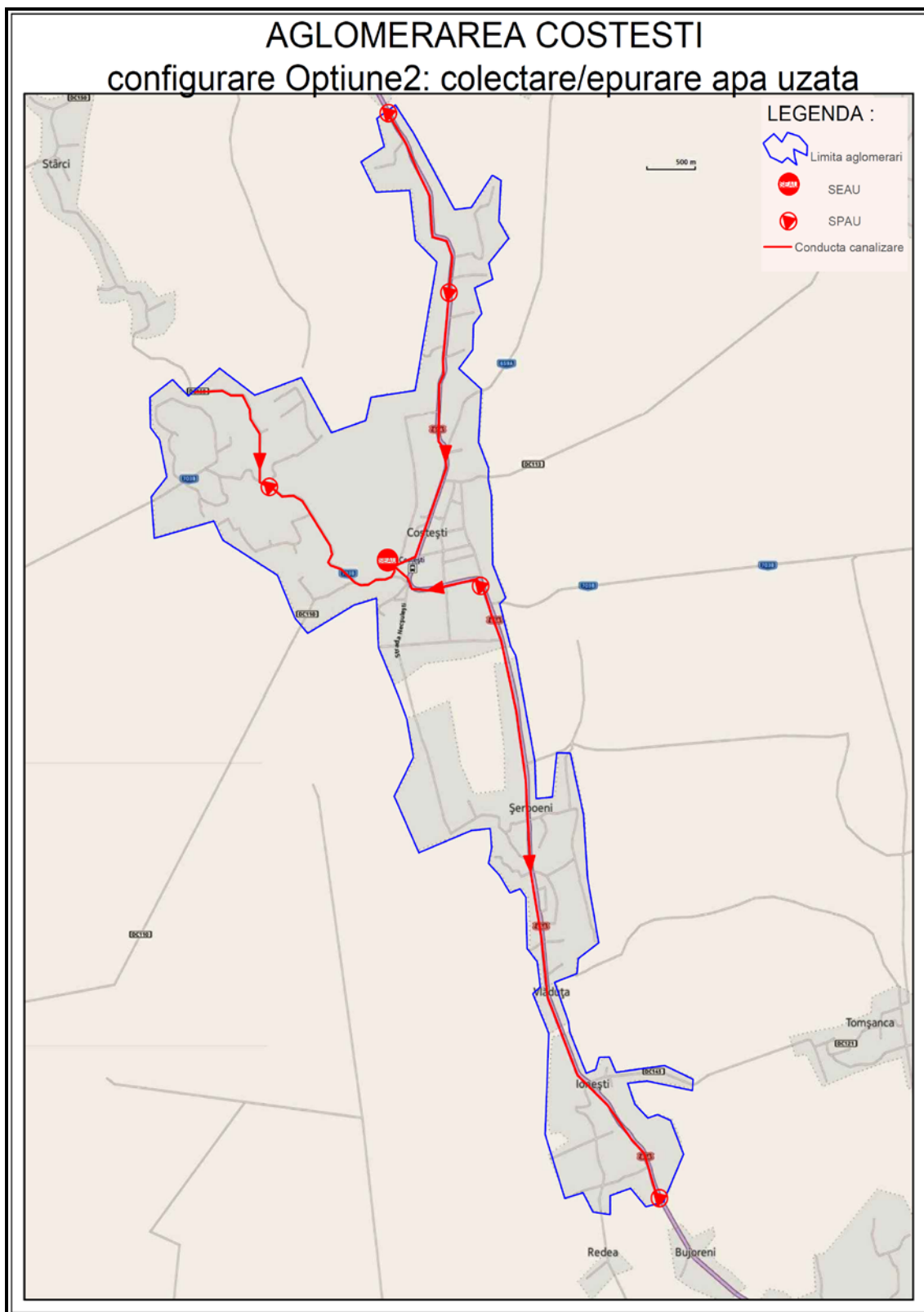


Figura 3.21 Aglomerarea Costești - colectarea/epurarea apelor uzate: Optiunea 2

3.4.2 Concluzii

Principalele criterii care au stat la baza evaluării variantelor/opțiunilor în domeniul infrastructurii de apă uzată au fost :

- distribuția densității populației și concentrarea activităților economice la nivel județean;
- lungimea colectoarelor care deservește o comunitate/aglomerare;
- cotele terenului amplasamentelor care au impus configurația rețelelor de colectare și locațiile stațiilor de epurare a apelor uzate față de receptor;
- capacitățile de transport pentru volumele de nămol rezultate din procesele de epurare;
- capacitățile unităților de deshidratare.

Adoptarea soluțiilor tehnice aferente sistemelor de canalizare în configurație centralizată a luat în considerare următoarele elemente :

- îmbunătățirea parametrilor de calitate a apelor uzate epurate prin concentrarea și eficientizarea proceselor de epurare;
- reducerea costurilor de investiție și operare;
- utilizarea facilităților existente (care au beneficiat de măsuri de reabilitare și modernizare), precum și reducerea terenurilor suplimentare/personalului calificat pentru construcția /exploatarea stațiilor de epurare noi.

Analiza de opțiuni în sectorul de apă uzată la nivelul aglomerărilor urbane din județul Argeș a pus în evidență următoarele:

- opțiunile cu un număr redus de stații de epurare au rezultat mai avantajoase atât ca investiții, cât și din punct de vedere al costurilor de operare, datorită necesarului de terenuri de amplasament, personal calificat suplimentar și costurilor utilităților (posturi de transformare, racorduri electrice, laboratoare, căi de acces);
- în aglomerările rurale izolate sunt necesare studii privind aplicarea epurării extensive astfel încât, în amplasamente favorabile și compatibile, aceste soluții să poată fi aplicate.

CAPITOLUL 4: STADIUL ACTUAL AL TEHNOLOGIILOR DE PRELUCRARE A NĂMOLULUI DIN STAȚIILE DE EPURARE

4.1 Cantități specifice de nămol și caracteristicile acestora

Cantitățile de nămol rezultate din epurarea apelor uzate depind de calitatea apelor uzate și de tehnologia de epurare adoptată. Cantitățile specifice de nămol reținute în stațiile de epurare sunt prezentate în tabelul 4.1 [51] [11]

Tabel 4.1 Cantități specifice de nămol reținute în stațiile de epurare.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Cantități specifice de nămol	
		Substanță uscată din nămol (g/om,zi)	Nămol umed (l/om,zi)
0	1	2	3
1	Nămol proaspăt din decantoarele primare orizontal-longitudinale	25	0,5
2	Nămol proaspăt din decantoarele primare orizontal-radiale	35 – 40	0,7 – 0,8
3	Nămol proaspăt din decantoarele primare verticale	30	0,6
4	Nămol biologic din decantoarele secundare amplasate după filtrele biologice	8	0,2
5	Nămol biologic din decantoarele secundare amplasate după filtrele biologice de mare încărcare cu epurare avansată	20	0,5
6	Nămol în exces din decantoarele secundare amplasate după bazinele de aerare	20 – 32	2,5 – 4
7	Nămol fermentat din decantoarele cu etaj	30	0,3 – 0,6
8	Nămol fermentat din fose septice	30 – 33	0,3 – 0,33

4.1.1 Caracteristicile nămolului: umiditatea, materii solide, greutatea specifică, filtrabilitatea, coeficientul de compresibilitate, puterea calorică și fermentabilitatea

Umiditatea reprezintă conținutul de apă din nămol, exprimat procentual și care se determină cu relația:

$$W_n = \frac{G_a}{G_n} \times 100 (\%) \quad (4.1)$$

unde:

G_a – greutatea apei din nămol, (kgf);

G_n – greutatea nămolului, (kgf);

Materiile solide din nămol cuprind:

- materii solide minerale;
- materii organice volatile;

Greutatea specifică a materiilor solide din componența nămolului se determină cu relația:

$$\frac{G_s}{\gamma_s} = \frac{G_m}{\lambda_m} + \frac{G_o}{\gamma_o} \quad (4.2)$$

unde:

G_s – greutatea materiilor solide, (kgf);

G_m – greutatea materiilor solide de natură minerală, (kgf);

G_o – greutatea materiilor solide de natură organică, (kgf);

γ_s = greutatea specifică a materiilor solide, (kgf/m³);

λ_m = greutatea specifică a materiilor solide de natură minerală, (kgf/m³);

γ_o = greutatea specifică a materiilor solide de natură organică, (kgf/m³)

Filtrabilitatea nămolului reprezintă proprietatea acestuia de a ceda apa prin filtrare și se exprimă prin: rezistența specifică la filtrare (r) și coeficientul de compresibilitate (s).

Rezistența specifică la filtrare – rezistența pe care o opune la filtrare o turtă de nămol depusă pe o suprafață filtrantă de 1 m² și care conține 1 kg s.u., supusă la o diferență de presiune de 0,5 bar, conform legii generale a procesului de filtrare pe o suprafață S , stabilită de Cârman:

$$\frac{t}{V} = \frac{\eta \times r \times C}{2 \times \Delta P \times S^2} \times V \quad (4.3)$$

unde:

t – timpul de filtrare, (s);

V – volumul de filtrat obținut după t , (m³);

η = coeficientul de vâscozitate dinamică, (g/cm,s);

r – rezistența specifică la filtrare, (m/kg);
 C – concentrația nămolului, (kg/m³);
 S – suprafața filtrantă, (m²);
 ΔP – diferența de presiune aplicată probei de nămol, (Pa).

Coeficientul de compresibilitate (s) se determină cu relația (4.4), care pune în evidență faptul că, odată cu creșterea presiunii se produce o micșorare a porilor turtei de nămol, care conduce la creșterea rezistenței specifice de filtrare.

$$r = r_0 \times P^s \quad (4.4)$$

unde:

r – rezistența specifică la filtrare, (m/kg);
 r_0 – rezistența specifică la filtrare a turtei de nămol pentru $P = 1$, (m/kg);
 s – coeficient de compresibilitate;
 P – presiunea aplicată probei de nămol, (Pa)

Valoarea coeficientului de compresibilitate, clasifică nămolurile în:

- nămoluri cu coeficient de compresibilitate subunitar de 0,6 – 0,9, adică nămoluri orășenești, brute și fermentate, precum și unele nămoluri industriale;
- nămoluri cu coeficient de compresibilitate supraunitar, specifice unor nămoluri industriale;
- nămoluri incompresibile – sunt acelea pentru care: $s = 0$ și $r = r_0$, ceea ce înseamnă că rezistența specifică la filtrare este independentă de presiune.

Puterea calorică a nămolului variază în funcție de conținutul în substanță organică (substanțe volatile) din nămol și se poate determina orientativ cu relația:

$$PC_n = SV \times 44,4 \left(\frac{kJ}{kg} \text{ nămol} \right) \quad (4.5)$$

unde:

SV – conținutul în substanțe volatile al nămolului, (kg s.o./ kg nămol);
 44,4 – puterea calorică pentru 1kg de substanță organică (kJ/kg s.o);

Fermentabilitatea reprezintă parametrul care indică cantitatea și compoziția gazului, acizilor volatili precum și valoarea pH-ului, înregistrate în urma analizei fermentării unei probe de nămol proaspăt amestecat cu nămol bine fermentat.

Producția de biogaz rezultat (q_{bg}) în urma fermentării anaerobe a substanțelor organice:

- pentru hidrocarbonați: $q_{bg} = 0,79 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (50\% CH}_4; 50\% \text{ CO}_2)$;
- pentru grăsimi: $q_{bg} = 1,25 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (68\% CH}_4; 32\% \text{ CO}_2)$;
- pentru proteine: $q_{bg} = 0,7 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (71\% CH}_4; 29\% \text{ CO}_2)$;

Acizii organici reprezintă un indicator important al fermentării; concentrațiile optime trebuie să se încadreze în intervalul 300 – 2.000 mg/l ca acid acetic; la valori mai mari de 2000 mg/l există riscul ca fermentarea metanică să înceteze devenind predominantă fermentarea acidă.

4.2 Alegerea schemei de prelucrarea a nămolurilor

Criteriile care stau la baza alegerii schemei filierei de prelucrare a nămolurilor din stațiile de epurare sunt:

Criteriul: calitatea apelor uzate din punct de vedere al compoziției chimice:

- filierele tehnologice care prelucrează:
 - nămol mineral; conținut > 50% substanțe minerale (în s.u.);
 - nămol organic care conține > 50% substanțe organice (în s.u.).

Criteriul treptei de epurare din care provin nămolurile:

- nămol primar rezultat din sedimentarea materiilor în suspensie în treapta de epurare mecanică;
- nămol secundar rezultat din procesele biologice cu nămolul activ format în bazinele de aerare sau din pelicula formată în filtrele biologice (sau biodiscuri) în decantorul secundar;
- nămolul fermentat rezultat din rezervoarele de fermentare;
- nămol stabilizat rezultat din procesele de stabilizare aerobă;
- nămol provenit de la fose septice.

Criteriul provenienței apei uzate: epurarea apelor uzate orășenești, epurarea apelor uzate industriale, epurarea apelor uzate de la unități agro-zootehnice și din treapta de epurare avansată.

Criteriul - impact asupra mediului: alegerea filierei tehnologice pentru prelucrarea nămolului va avea la bază respectarea condiționărilor de mediu privind emisiile de gaze și mirosuri (acestea trebuie să se încadreze în normativele în vigoare), precum și utilizarea în mediul exterior a nămolurilor produse în stațiile de epurare: utilizare în agricultură, valorificarea industrială, depozitarea sau utilizarea conform cu Strategia Națională privind valorificarea acestora.

Criteriul tehnico – economic: prin analize de opțiuni se adoptă filiera tehnologică de prelucrare a nămolurilor care asigură: costuri unitare (lei/t s.u.) și consumuri energetice (kWh/t s.u.) minime, efectele cele mai reduse asupra mediului și cele mai bune soluții de valorificare fără efecte adverse.

4.2.1 Scheme de prelucrare a nămolurilor aplicate în țara noastră [24][48] [51]

În figura următoare este prezentată schema de prelucrare a nămolurilor aplicată cel mai frecvent în stațiile de epurare din țara noastră:

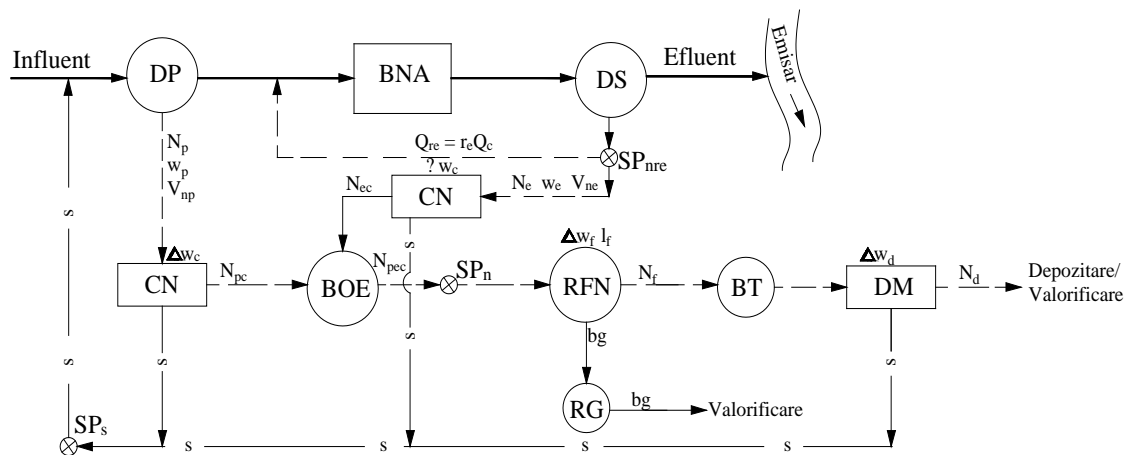


Figura 4.1 Schema de prelucrare a nămolului

Semnificația notațiilor din fig. 4.1:

Linia apei

BNA - bazin cu nămol activat
DS - decantor secundar
DP - decantor primar
 Q_{re} - debit de recirculare nămol

Linia nămolului

SP_{nre} - stație de pompare nămol de recirculare și în exces
 SP_n - stație pompare nămol
RFN - rezervor de fermentare nămol

BT - bazin tampon
DM - deshidratare mecanică
CN - concentrator de nămol
BOE – bazin de omogenizare/ egalizare nămol;

Umiditate nămol

w_p – umiditatea nămolului primar
 w_e – umiditatea nămolului în exces
 Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
 Δw_f – creșterea de umiditate prin fermentare
 Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantități nămol

V_{np} - volumul de nămol primar
 N_p - cantitatea de nămol primar
 N_f - cantitatea de nămol fermentat
 N_d - cantitatea de nămol deshidratat
 V_{ne} – volumul nămolului în exces
 N_e – cantitatea de nămol în exces
 N_{pe} – cantitatea de nămol primar și în exces
 N_{pec} – cantitatea de nămol primar și în exces după concentrare

Biogaz

RG – rezervor de gaz
bg – biogaz

Supernatant

s – supernatant
 SP_s – stație de pompare supernatant
 l_f – limita tehnică de fermentare

Schema de tratarea a nămolului prezentată în figura 4.1 cuprinde:

- Concentrarea gravitațională a nămolului primar ($w_{nc}=95-97\%$);
- Concentrarea mecanică a nămolului în exces ($w_{nc}=94-95\%$);
- Amestecul nămolului primar (N_p) cu cel în exces (N_e) într-un bazin de omogenizare – egalizare (BOE);
- Stabilizarea anaerobă a nămolului concentrat în rezervoare de fermentare a nămolului (RFN) pentru reducerea conținutului de substanțe organice până la 60 – 80 % din nămolul concentrat; fermentarea anaerobă se realizează într-o treaptă fără evacuare de supernatant fapt ce conduce la creșterea umidității nămolului efluent; fermentarea anaerobă produce biogaz stocat în rezervorul de gaz (RG) pentru valorificarea ulterioară;
- Stocarea nămolului fermentat într-un bazin tampon (BT) necesar asigurării funcționării procesului de deshidratare mecanică (DM).

4.2.2 *Scheme de prelucrare a nămolurilor cu fermentare în două trepte*

Aceste scheme sunt aplicate în marile centre urbane din Europa cu producții mari de nămol [11][12] pentru:

- suplimentarea producției de biogaz de calitate mai bună;

- reducerea volumelor de nămol destinate fermentării anaerobe;
- creșterea gradului de conversie a materiei organice din nămol ($SV > 60\%$).

Cinetica fermentării anaerobe a nămolurilor se desfășoară în două etape [11][12]:

- în prima etapă are loc descompunerea substanțelor volatile și conversia lor în gaze și apă de nămol (supernatant); aceasta lucrează termofil (55°C);
- în a doua etapă are loc separarea supernatantului și concentrarea nămolului fermentat; aceasta lucrează mezofil (35°C);

Treapta a II-a este caracterizată prin formarea unei stratificații naturale care simplifică evacuarea produșilor finali ai fermentării din prima etapă. Astfel, supernatantul este mai sărac în substanțe solide față de cel evacuat din reactoarele de mare încărcare într-o singură treaptă, iar nămolul vehiculat din treapta I își continuă lent procesul de fermentare și colectare a restului de gaze (15-20%), care împreună cu cele din prima etapă (75-80 %) sunt înmagazinate într-un clopot care acoperă bazinul din treapta a II-a.

Studiile bazate pe datele obținute din monitorizarea proceselor de fermentare în diferite stații de epurare urbane, propun următoarea relație de calcul a gradului total de reducere a substanțelor volatile (R_T) prin fermentare anaerobă [11]:

$$R_T = m(1,37 \times V_o - T) \quad (4.6)$$

unde:

m =coeficientul care exprimă cantitatea relativă de biogaz obținută la o anumită temperatură; pentru regimul temperaturilor de $33\dots35^{\circ}\text{C}$, acest coeficient are valoarea 1;

V_o =cantitatea de substanțe volatile existente în nămolul proaspăt fermentat, (%);

T =temperatura de fermentare a nămolului

Gradul de reducere a substanțelor volatile din prima treaptă (R_1), apreciată la limita tehnică de fermentare, echivalent cu obținerea a 90 % din producția teoretică de biogaz, poate fi exprimată astfel:

$$R_1 = 0.9 \times R_T \quad (4.7)$$

Volumul fermentatorului din treapta I se determină asemănător fermentatoarelor omogene de mare încărcare într-o singură treaptă, deci fără separarea supernatantului. Pentru aceasta se utilizează relația:

$$V_1 = Q_n \times T_1 \quad (4.8)$$

unde:

Q_n = nămolul proaspăt introdus în reactor, (m^3/zi);

T_1 = durata de fermentare (timpul de retenție hidraulică) din prima treaptă, considerată până la atingerea limitei tehnice de fermentare, (zile);

Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte (Fig. 4.2) [11][12] realizează reducerea substanței organice în prima treaptă, fără eliminare de supernatant și cu producție de biogaz, precum și o îngroșare a nămolului în cea de a doua treaptă, prin eliminarea apei de nămol și cu producție de biogaz.

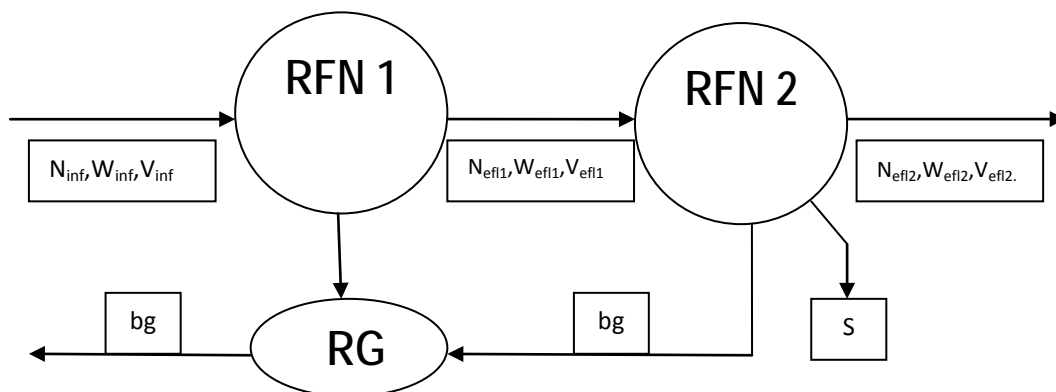


Figura 4.2 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte

RFN- Rezervor de fermentare a nămolului

RG- Rezervor de biogaz

S - supernatant

Relații de calcul:

$$N_{inf} = N_m + N_o \quad (4.9)$$

unde:

N_{inf} = cantitatea zilnică influentă de nămol, exprimată în substanță uscată (kg s.u./zi);

N_m = cantitatea zilnică de substanță minerală conținută în nămolul influent, exprimată în substanță uscată (kg s.u./zi);

N_o = cantitatea zilnică de substanță organică (volatilă) conținută nămolul influent, exprimată în substanță uscată (kg s.u./zi);

$$N_o = \varepsilon \times N_{inf} \quad (4.10)$$

unde:

ε = procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (%);

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \times \frac{100}{(100 - W_{inf})} \quad (4.11)$$

unde:

V_{ninf} = volumul de nămol influent, (m³/zi);

γ_{ninf} = greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/m³);

W_{inf} = umiditatea nămolului influent, (%);

$$N_{efl} = N_m + (1 - l_f) \times N_o \quad (4.12)$$

unde:

l_f = limita tehnică de stabilizare (fermentare), (%);

$$W_{efl} = W_{inf} + \Delta W_{f1} \quad (4.13)$$

unde:

W_{efl} = umiditatea nămolului efluent, (%);

ΔW_{f1} = creșterea de umiditate prin fermentare anaerobă (treapta 1), (%);

$$V_{nef1} = \frac{N_{ef1}}{\gamma_{nef1}} \times \frac{100}{(100 - W_{ef1})} \quad (4.14)$$

unde:

V_{nef1} = volumul de nămol efluent (treapta 1), (m^3/zi);

N_{ef1} = cantitatea zilnică efluentă de nămol (treapta 1), exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

γ_{nef1} = greutatea specifică a nămolului efluent (treapta 1), (kgf/m^3);

W_{ef1} = umiditatea nămolului efluent (treapta 1), (%);

$$W_{ef2} = W_{ef1} - \Delta W_{ef2} \quad (4.15)$$

unde:

W_{ef2} = umiditatea nămolului efluent (treapta 2), (%);

ΔW_{ef2} = creșterea de umiditate prin fermentare anaerobă (treapta 2);

$$V_{nef2} = \frac{N_{ef2}}{\gamma_{nef2}} \times \frac{100}{(100 - W_{ef2})} \quad (4.16)$$

unde:

V_{nef2} = volumul de nămol efluent (treapta 2), (m^3/zi);

$N_{ef2} \approx N_{ef1}$

N_{ef2} = cantitatea zilnică efluentă de nămol (treapta 2), exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

γ_{nef2} = greutatea specifică a nămolului efluent (treapta 2), (kgf/m^3);

$$V_s = V_{nef1} - V_{nef2} \quad (4.17)$$

unde:

V_s = volumul zilnic de supernatant eliminat, (m^3/zi).

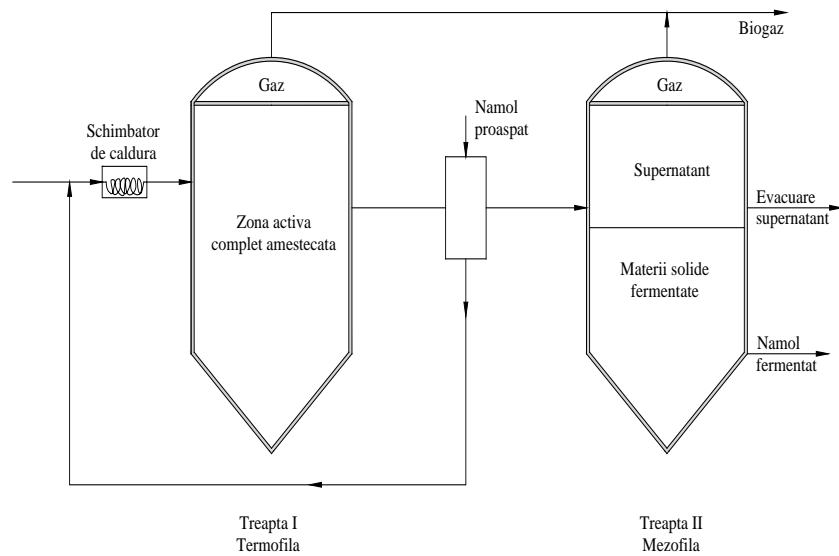


Figura 4.3 Fermentare anaerobă de mare încărcare, în două trepte [12]

Fermentarea în două etape este o extindere a tehnologiei de fermentare de mare încărcare, ce împarte funcțiile fermentării și separării fracțiunii solide de cea lichidă în două rezervoare separate, legate în serie. Primul rezervor este un rezervor de fermentare de mare încărcare, în timp ce al doilea este utilizat pentru separarea solid-lichid, cu eliminare de supernatant și producere de biogaz.

Sunt în curs de aplicare rezervoare de fermentare în două trepte ce folosesc fermentarea termofilă urmată de fermentare mezofilă cu avantaje operaționale deosebite.

Figura 4.4 prezintă o schemă de prelucrare a nămolurilor cu două trepte de fermentare anaerobă:

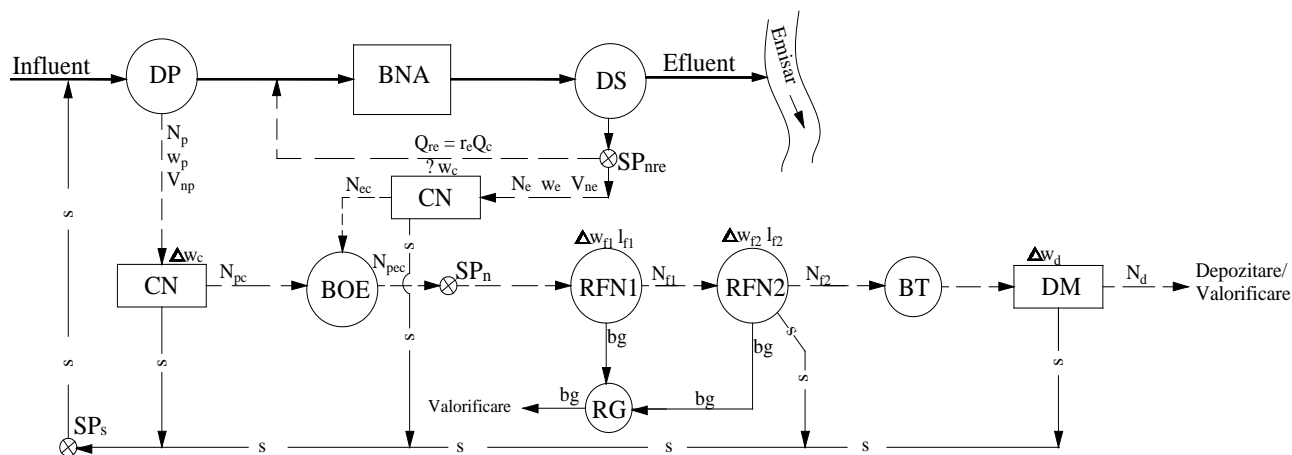


Figura 4.4 Schema de prelucrare a nămolului cu fermentare în două trepte [50]

Linia apei

BNA - bazin cu nămol activat
 DS - decantor secundar
 DP - decantor primar
 Q_{re} - debit de recirculare nămol

Linia nămolului

SP_{nre} - stație de pompare nămol de recirculare și în exces
 SP_n - stație pompare nămol
 RFN1 - rezervor de fermentare nămol (treapta 1)
 RFN2 - rezervor de fermentare nămol (treapta 2)
 BT - bazin tampon
 DM - deshidratare mecanică
 CN - concentrator de nămol
 BOE – bazin de omogenizare/ egalizare nămol;

Umiditate nămol

w_p – umiditatea nămolului primar
 w_e – umiditatea nămolului în exces
 Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
 $\Delta w_{f1}, \Delta w_{f2}$ – creșterea/reducerea de umiditate prin fermentare
 Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantități nămol

V_{np} - volumul de nămol primar
 N_p - cantitatea de nămol primar
 N_{f1}, N_{f2} - cantități de nămol fermentat
 N_d - cantitatea de nămol deshidratat
 V_{ne} – volumul nămolului în exces
 N_e – cantitatea de nămol în exces
 N_{pe} – cantitatea de nămol primar și în exces
 N_{pec} – cantitatea de nămol primar și în exces după concentrare

Biogaz

RG – rezervor de gaz
 bg – biogaz

Supernatant

s – supernatant
 SP_s – stație de pompare supernatant
 l_{f1}, l_{f2} – limite tehnice de fermentare

Avantajele fermentării în două faze (termofilă – mezofilă):

- preluare în condiții mai bune a variațiilor de încărcare organică;
- pe ansamblul procesului de fermentare reducerea volumelor construite cu $\approx 30\%$;
- nămolul rezultat în faza termofilă va fi procesat în condiții favorabile în faza mezofilă (vâscozitate mai redusă, fluiditate mai mare);
- calitatea nămolului fermentat mai bună: se distrug bacteriile patogene;

În tabelul următor se indică parametrii generali pentru dimensionarea proceselor de fermentare anaerobă conform datelor din literatura de specialitate.

Tabel 4.2 Parametrii de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă [11][12][50]

Nr. crt.	Parametrii	U.M.	Tipul procesului de fermentare			
			Mezofilă într-o singură treaptă	În două trepte		Termofilă într-o singură treaptă
			Etapa I	Etapa I: Termofilă	Etapa aIIa: Mezofilă	Etapa I
0	1	2	3	4	5	6
1	Timpul de retenție hidraulic	zile	16 – 25	1,5 – 3	8 – 12	8 – 12
2	Încărcarea organică	kg/m ³ ,zi	1,5 – 2,5*	10 – 30*	2 – 4*	2,5 – 5*

*doar pentru perioade cu încărcări de vârf.

4.2.3 Scheme tehnologice cu stabilizarea aerobă a nămolurilor

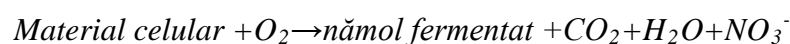
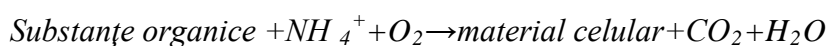
Stabilizarea aerobă reprezintă tehnologia de oxidare a substanțelor organice biodegradabile și reducerea organismelor patogene prin procese biologice, aerobe. Procesul de stabilizare aerobă este un proces de epurare biologică cu peliculă în suspensie.

Obiectivele proceselor de stabilizare aerobă sunt reprezentate de producerea de nămol stabil prin oxidarea substanțelor organice biodegradabile, de reducerea organismelor patogene și de condiționarea pentru prelucrarea ulterioară.

Procesul de stabilizare aerobă implică costuri mari pentru energie datorate energiei necesare pentru transferul oxigenului; dezavantajele procesului sunt eficiența redusă a proceselor în timpul perioadelor reci și incapacitatea de a produce un produs secundar folositor – biogaz.

În procesele de stabilizare, țesutul celular este oxidat aerob în dioxid de carbon, apă și amoniac sau nitrați. Deoarece procesele de oxidare aerobă sunt exoterme, în timpul reacțiilor are loc o eliberare de căldură. Deși procesele de stabilizare teoretic ar trebui realizate în totalitate, practic doar 75 – 80% din țesutul celular este oxidat. Partea rămasă, în proporție de 20 – 25%, este compus din componente inerte și componente organice ce nu sunt biodegradabile.

Procesul de stabilizare aerob, implică două etape: oxidarea directă a materiei biodegradabile și oxidarea materialului celular. Aceste procese sunt descrise de ecuațiile de mai jos:



Reacția din cea de a doua ecuație este un proces de respirație endogenă și este reacția predominantă ce are loc în sistemul de stabilizare aerob.

Datorită necesității menținerii procesului în faza de respirație endogenă, nămolul activ în exces se stabilizează. Includerea nămolurilor primare în proces poate influența reacția totală, deoarece ele conțin puțin material celular. Majoritatea materialului organic din nămolul primar constituie o sursă de hrană externă pentru biomasa activă conținută în nămolul biologic. Este necesar un timp de retenție mare pentru a se acomoda metabolismul și dezvoltarea celulară ce trebuie să se petreacă înainte de atingerea condițiilor de respirație endogenă.

Reducerea substanțelor volatile (organice) variază între 35 – 50% (procent numit limita tehnică de stabilizare) din cantitatea materiilor solide în suspensie ce sunt obținute în timpul procesului de stabilizare aerobă.

Temperatura de funcționare a sistemului de stabilizare aerobă este un parametru critic din cadrul procesului. Un dezavantaj frecvent al procesului aerob este variația în eficiența procesului rezultată din schimbările temperaturii de funcționare. Schimbările temperaturii de funcționare sunt apropiate de temperatura mediului ambiant, deoarece majoritatea sistemelor de stabilizare aerobă folosesc rezervoare deschise.

Reacțiile biologice ce au loc în timpul procesului de stabilizare aerobă necesită oxigen pentru respirația materialului celular din biomasa activă iar în cazul amestecului cu nămol primar, oxigenul necesar transformării materialului organic în material celular. În plus, funcționarea corespunzătoare a sistemului necesită un

amestec adecvat al conținutului pentru a asigura un contact corespunzător al oxigenului, materialul celular și materialul organic ce constituie sursa de hrană

Volumul necesar sistemului de stabilizare aerobă este determinat de timpul de retenție necesar pentru reducerea dorită a substanțelor volatile (organice). Timpul de retenție necesar pentru a reduce 35 – 50% din substanțele volatile (organice), variază între 10 și 12 zile la o temperatură de funcționare de aproximativ 20°C. Timpul de retenție total necesar este dependent de temperatură și de biodegradabilitatea nămolului: crește la 15 – 16 zile când temperatura scade sub 20°C.

Volumul stabilizatorului de nămol se determină pe baza următorilor parametri tehnologici de dimensionare:

- Încărcarea organică a bazinului:

$$I_{oSN} = \frac{N_o}{V_{SN}} = 1,5 \dots 3 \text{ (kg s.o. / m}^3 \text{ SN, zi)} \quad (4.18)$$

- Cantitatea de nămol stabilizat:

$$N_s = (1 - l_s) \times N_o + N_m \text{ (kg / zi)} \quad (4.19)$$

unde:

I_{oSN} – încărcarea organică a stabilizatorului de nămol, (kg s.o./m³ SN, zi);

$l_s = 35 - 50\%$ - limita tehnică de stabilizare;

N_s – cantitatea zilnică de nămol stabilizat, exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

$N_o = (\epsilon) \cdot N_{inf}$ – cantitatea zilnică de substanță organică conținută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg/zi);

ϵ – coeficient de reducere, (%);

$N_m = (1 - \epsilon) \cdot N_{inf}$ – cantitatea zilnică de substanță minerală conținută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg/zi);

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

- Timpul de stabilizare:

$$T_s = \frac{V_{SN}}{V_{ninf}} = 6 \dots 16 \text{ (zile)} \quad (4.20)$$

- Volumul stabilizatorului de nămol:

$$V_{SN} = T_S \times V_{ninf} (m^3 / zi) \quad (4.21)$$

unde:

V_{ninf} – volumul de nămol influent în stabilizatorul de nămol calculat în bilanțul de substanțe pe linia nămolului (m^3/zi);

- Cantitatea de oxigen necesară procesului de stabilizare aerobă:

$$O_n = i_{on} \times N_o (kgO_2 / zi) \quad (4.22)$$

$$i_{on} = (0,15...0,3)(kgO_2 / kgso) \quad (4.23)$$

unde:

i_{on} – consumul de oxigen în faza endogenă, în ($kg O_2/kg s.o.$).

- Capacitatea de oxigen necesară:

$$\overline{CO}_{nec} = 2 \times O_N (kg O_2 / zi) \quad (4.24)$$

$$Q_{Naer}^{nec} = \frac{\overline{CO}_{nec} \times 10^3}{24 \times c_o' \times H_i} (N m^3 aer / h) \quad (4.25)$$

unde:

c_o' - capacitatea specifică de oxigenaere, ($g O_2/N m^3 aer$, m adâncime insuflare);

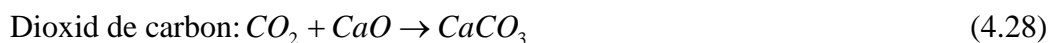
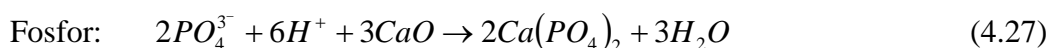
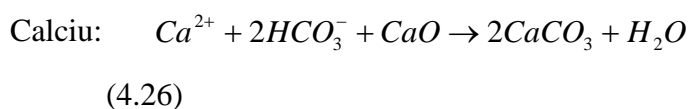
Q_{Naer}^{nec} - debitul de aer necesar în condiții standard, ($N m^3 aer/h$).

4.2.4 Stabilizarea cu var

Stabilizarea cu var se asigură prin menținerea unui pH ridicat pentru o perioadă suficientă de timp pentru inactivarea populației de microorganisme a nămolului. Procesul poate face ca virusurile, bacteriile și alte microorganisme să devină inactive.

Procesul de stabilizare cu var implică o gamă largă de reacții chimice ce transformă compoziția chimică a nămolului. Următoarele ecuații indică tipurile de reacții care au loc:

- Reacțiile cu constituenții anorganici includ:



➤ Reacțiile cu constituenții organici includ:



Adăugarea de var crește pH-ul nămolului. Este necesar var în exces.

Adăugarea varului la nămol, în reacțiile inițiale cu apa se formează varul hidratat. Această reacție este exotermă și eliberează aproximativ 15.300 cal/g,mol. Reacția dintre varul stins și dioxidul de carbon este, de asemenea, exotermă, eliberând aproximativ 43.300 cal/g,mol.

Aceste reacții pot avea ca rezultat o creștere substanțială a temperaturii, în special la turtele de nămol cu un amestec scăzut al conținutului; aceste temperaturi pot fi suficiente pentru a contribui la reducerea agenților patogeni din timpul stabilizării cu var; se impune efectuarea de teste “in situ” pentru stabilirea dozelor de var.

4.3 Concentrarea nămolurilor

Cele mai utilizate procedee de concentrare a nămolurilor provenite dintr-o stație de epurare sunt: concentrarea gravitațională și concentrarea mecanică ce poate fi realizată prin instalații: filtru cu vacuum, filtru presă, filtru bandă, centrifugă și instalație de concentrare cu șnec.

4.3.1 Concentrarea gravitațională a nămolurilor

Concentratoarele gravitaționale de nămol sunt construcții concepute sub forma unor bazine circulare folosite pentru prelucrarea următoarelor tipuri de nămoluri:

- primar condiționat sau nu cu var;
- biologic de la filtrele percolatoare;
- fermentat anaerob.

Eficiența de reducere a umidității nămolului variază funcție de caracteristicile acestuia și de prezența/absența condiționării chimice. Acest parametru este evidențiat în tabelul 4.3.

Tabel 4.3 Eficiența de reducere a umidității nămolurilor.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Umiditatea nămolului influent la concentrare (%)	Umiditatea nămolului concentrat (%)	Reducerea de umiditate la concentrare (%)
0	1	2	3	4
1.Nămol:				
1.1	primar	94 – 98	90 – 95	3
1.2	biologic rezultat de la filtrele percolatoare	96 – 99	94 – 97	2
1.3	biologic rezultat de la filtrele cu discuri	96,5 – 99	95 – 98	1 – 1,5
1.4	în exces de la bazinele de aerare	99,5 – 98,5	97 – 98	1,5
1.5	în exces din procedee de epurare biologică ce utilizează oxigen pur	99,5 – 98,5	97 – 98	1,5
1.6	în exces din procedeele de epurare biologică cu aerare prelungită	99,8 – 99	97 – 98	1,8 – 2
1.7	primar fermentat, provenit din treapta primară de fermentare	92	88	4
2.Amestec de nămoluri:				
2.1	primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare	94 – 98	91 – 95	3
2.2	primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri	94 – 98	92 – 95	2 – 3
2.3	primar + în exces de la BNA	98,5 – 99,5 96 – 97,5	94 – 96 93 – 96	3,5 – 4,5 1,5 – 3
2.4	Amestec fermentat	96	92	4
3.Nămol condiționat chimic:				
3.1	primar cu săruri de Fe	98	96	2
3.2	primar + var (doze mici)	95	93	2
3.3	primar + var (doze mari)	92,5	88	4,5
3.4	primar + în exces cu săruri de Fe	98,5	97	1,5

3.5	primar + în exces cu săruri de Al	99,6 – 99,8	93,5 – 95,5	4,3 – 6,1
3.6	primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare	99,4 – 99,6	91,5 – 93,5	6,1 – 7,9
3.7	primar cu săruri de Fe+ în exces	98,2	96,4	1,8
3.8	Amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu Fe	96	94	2
4.Nămol rezultat din epurarea terțiară:				
4.1	cu var în doze mari	95,5 – 97	85 – 88	9 – 10,5
4.2	cu var în doze mici	95,5 – 97	88 – 90	7 – 7,5
4.3	cu săruri de Fe	98,5 – 99,5	96 – 97	2,5

La proiectarea concentratoarelor de nămol se va ține seama de numărul minim de unități $n = 2$ și de încărcarea cu substanță uscată, care nu va depăși limita maxim admisă.

Încărcarea superficială cu substanță uscată se calculează cu formula:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf}}{A_o^{CN}} \text{ (kg s.u. / m}^2 \text{, zi)} \quad (4.31)$$

unde:

N_{inf} – cantitatea de nămol influentă în concentrator, (kg s.u./zi);

A_o^{CN} – aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m²);

Valorile recomandate la dimensionare pentru încărcarea superficială, depind de tipul nămolului și sunt indicate în tabelul 4.4

Tabel 4.4 Valori recomandate pentru I_{SU} .

Nr. crt.	Tipul de nămol	Încărcarea superficială cu substanță uscată (kg s.u./ m ² ,zi)
0	1	2
1.Nămol:		
1.1	primar	100 – 150
1.2	biologic rezultat de la filtrele percolatoare	40 – 50
1.3	biologic rezultat de la filtrele cu discuri	35 – 50
1.4	în exces de la bazinele de aerare și DS	20 – 40
1.5	în exces din procedee de epurare biologică cu aerare prelungită	25 – 40
1.6	primar fermentat	120

Nr. crt.	Tipul de nămol	Încărcarea superficială cu substanță uscată (kg s.u/ m ² ,zi)
2.Amestec de nămoluri		
2.1	primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare	60 – 100
2.2	primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri	50 – 90
2.3	primar + în exces de la BNA	25 – 70 40 – 80
2.4	Amestec fermentat	70
3.Nămol condiționat chimic		
3.1	primar cu săruri de Fe	30
3.2	primar + var (doze mici)	100
3.3	primar + var (doze mari)	120
3.4	primar + în exces cu săruri de Fe	30
3.5	primar + în exces cu săruri de Al	60 – 80
3.6	primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare	70 – 100
3.7	primar cu săruri de Fe+ în exces	30
3.7	amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu săruri de Fe	70
4.Nămol rezultat din epurarea terțiară		
4.1	cu var în doze mari	120 – 300
4.2	cu var în doze mici	50 – 150
4.3	cu săruri de Fe	8 – 50

Încărcarea hidraulică superficială cu nămol se determină cu formula:

$$I_h = \frac{V_n \text{ inf}}{A_o^{CN}} \left(m^3 \text{ nămol} / m^2, zi \right) \quad (4.32)$$

unde:

A_o^{CN} – aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m²);

Tabel 4.5 Valori maxim recomandate pentru I_h.

Nr. crt.	Tipul nămolului	Încărcarea hidraulică cu nămol (m ³ nămol/ m ² ,zi)
0	1	2
1	Nămol primar	15,5 – 31
2	Nămol în exces	4 – 8
3	Amestec de nămol primar cu nămol în exces	6 – 12

Valori mai mari ale parametrului încărcare hidraulică pot conduce la evacuarea unui supernatant cu conținut ridicat de materii solide; valorile mici conduc

la realizarea condițiilor septice, mirosuri neplăcute, precum și apariția nămolului plutitor.

Țiimpul de concentrare al nămolului (t_c), definit ca durata de staționare a nămolului în concentratorul gravitațional, este parametrul care permite determinarea volumului necesar al acestuia:

$$t_c = \frac{V_{CN}}{V_{n \text{ inf}}} (h) \quad (4.33)$$

unde:

V_{CN} – volumul concentratorului de nămol, (m^3);

Din relația 4.33 se poate determina volumul necesar al concentratorului, pentru valori: $t_c = 8 \dots 24$ h.

4.3.2 Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotație cu aer dizolvat [12][51]

Flotația cu aer dizolvat separă faza solidă de cea lichidă prin mișcarea ascensională a microbulelor de aer introduse în nămolul influent sau în supernatantul recirculat într-un recipient de presurizare.

În schema din figura 4.5 se prezintă elementele componente pentru cazul presurizării parțiale a supernatantului.

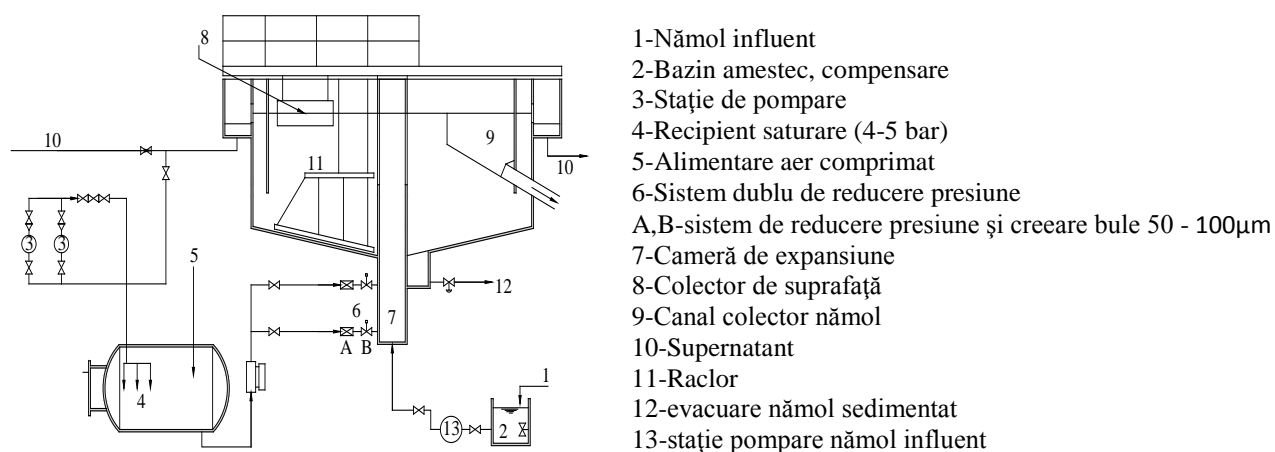


Figura 4.5 Schema flotație cu presurizare supernatant.

Parametrii de proiectare a sistemelor de flotație cu aer dizolvat depind de:

- procesul din care provine nămolul: nămol în exces din treapta biologică, nămol din bazine cu nămol activ cu aerare prelungită, nămol mixat (în exces cu nămol primar);
- utilizarea reactivilor chimici: coagulanți și polimeri.

Se prevăd următoarele:

Încărcări: 4 – 6 kg SS/m², h.

Eficiența:

IVN < 150 w = 94,5 – 95,5 %

IVN = 150 – 250 w = 95,5 – 96 %

IVN > 250 w = 96 – 96,5 %

Pentru nămolul biologic (inclusiv nămolul din decantoarele primare) se prevăd:

Încărcări: 3,5 – 4,5 kg SS/m², h.

Eficiența:

IVN < 100 w = 95,5 – 96 %

IVN = 100 – 200 w = 96 – 96,5 %

IVN = 200 – 300 w = 96,5 – 97 %

IVN > 300 w < 97 %

Încărcarea hidraulică: $i_H \leq 2 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ m}^2$.

Cantitățile de aer utilizate: 1 – 2 % din suspensii solide.

Energia specifică consumată 60 – 120 kWh/ t SS.

Se aplică pentru nămoluri diluate, ușor filtrabile.

În practică se utilizează polimer 2 – 4 kg/t SS.

Procentele de recirculare: 20 – 30 %.

Avantajele sunt date de obținerea unui supernatant puțin încărcat (80 – 100 mg/l).

Eficiența concentrării prin FAD: 96 – 97 % umiditate.

Adoptarea soluției concentrării nămolului prin FAD va fi luată în considerație:

- pentru instalații destinate localităților cu $N > 100\ 000$ LE;
- pe baza studiilor pe instalații pilot “in situ” care să proceseze nămolurile produse real în stația de epurare nominalizată.

4.4 Centrifugarea nămolurilor

Centrifugarea este procedeul prin care se accelerează separarea solid – lichid prin aplicarea forțelor centrifuge.

Utilajele de centrifugare se pot grupa în trei categorii, după cum urmează:

- centrifuge cu rotor unic, care produc o bună deshidratare și supernatant limpede, dar nu sunt adecvate pentru materii solide fine;
- centrifuge cu rotor cilindric, care produc supernatant limpede;

Cele mai utilizate în domeniul deshidratării nămolurilor sunt centrifugele care au o cuvă cilindro – conică cu un transportor intern cu șnec. Nămolul intră în centrifugă în cuva cilindrică printr-un transportor. Forța centrifugă compactează nămolul către pereții cuvei, iar transportorul intern, care se rotește mai încet decât cuva, conduce nămolul compact de-a lungul cuvei, către secțiunea conică unde este evacuat.

În cazul nămolurilor cu particule fine este necesară tratarea cu polimer pentru o recuperare bună a solidelor. Centrifugele moderne sunt caracterizate prin forțe centrifugale mai mari decât $3.000 \times g$; raportul între lungimea și diametrul centrifugei este de 2,5 – 3,5.

Constructiv, centrifuga este alcătuită dintr-un cilindru lung, pozițional orizontal, în interiorul căruia se află montat concentric, un șnec care se rotește cu o viteză diferită de cea a cilindrului. Alimentarea cu nămol a instalației se realizează în mod continuu prin interiorul șnecului care are prevăzute orificii ce comunică cu zona interioară a cilindrului (figura 4.5). Datorită forțelor centrifuge generate de rotirea șnecului se produce o separare accelerată a celor două faze – solidă și lichidă – partea solidă fiind proiectată spre exterior iar supernatantul acumulându-se în centru.

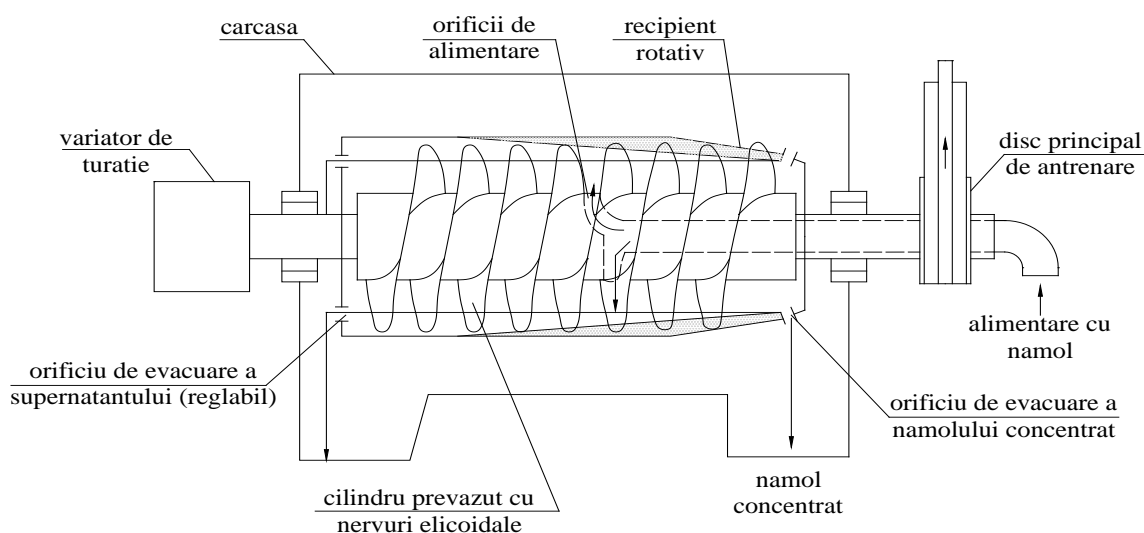


Figura 4.6 Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor.

Alegerea tipului de centrifugă se realizează pe baza tipului de nămol referitor la proveniență și cerințele deshidratării.

Se iau în considerare parametrii:

- viteza cuvei determinată de forța G; recomandabil $(1500 - 3000) \times g$; se va lua în considerație alegerea unei viteze optime stabilite pe baza corelației între umiditatea turtei (%) și recuperarea solidelor (%);
- stabilirea tipului și dozelor de polimer optim pentru caracteristicile nămolului;
- valoarea optimă a adâncimii bazinului; un bazin mai adânc produce o turtă mai umedă; adâncimea optimă a bazinului este adâncimea minimă la care stratul de lichid în mișcare nu interferă cu stratul solid care este împins de către șnec către punctul de evacuare; dacă adâncimea bazinului este prea mică solidele care au sedimentat pot reintra în stare de suspensie;
- viteza optimă a transportorului (adică viteza diferențială între cuvă și șnecul transportorului) este cea mai mică viteză diferențială la care

solidele decantate sunt îndepărtate din cuvă la fel de repede după cum au fost acumulate; o viteză mică a transportorului menține solidele sub influența forței centrifugale pentru o perioadă mai lungă și provoacă un minim efect de “amestec” al stratului de lichid în mișcare.

Performanțele centrifugării nămolurilor din stațiile de epurare sunt date în tabelul următor:

Tabel 4.6 Performanțe centrifugare nămol. [12] [50]

Nr. crt.	Tip de nămol	Cantități de polimer (kg /t s.u.)	Conținut în substanțe solide (%)
0	1	2	3
1	Nămol din procedeul cu aerare prelungită și eliminare fosfor	9 – 11	9 – 22
2	Nămol din procedeul de aerare prelungită cu nămol în exces	10 – 12	19 – 20
3	Nămol din procedeul cu aerare prelungită și fermentare	9 – 11	20 – 22
4	Nămol primar	6 – 7	29 – 34
5	Nămol primar și nămol provenit din epurarea avansată	7 – 8	28 – 32
6	Ameștec proaspăt de nămoluri (P/bio = 50/50)*	8 – 9	25 – 27
7	Ameștec proaspăt de nămoluri (P/bio = 65/35)	7 – 9	26 – 29
8	Ameștec fermentat de nămoluri (P/bio = 50/50)	8 – 9	25 – 28
9	Nămol primar fermentat	4 – 6	32 – 36

* P/bio = raportul nămol primar/ nămol biologic.

4.5 Deshidratarea nămolurilor

Deshidratarea este procedeul prin care nămolul își reduce umiditatea și corespunzător volumul astfel încât să poată fi manipulat cu ușurință și valorificat sau reintrodus în mediu.

În practică se utilizează două tipuri de procedee de deshidratare: naturale și mecanice.

4.5.1 Deshidratarea naturală

Materiile solide conținute în nămol sunt separate de faza lichidă (supernatant) prin procedee fizice: filtrarea (drenarea) și evaporația. Deshidratarea naturală se realizează, de regulă pe platforme (paturi) de uscare.

Constructiv platformele de uscare se clasifică în: platforme de uscare convenționale (cu pat de nisip) și platforme de uscare cu radier betonat.

Dimensionarea platformelor de uscare se realizează pe baza încărcării cu substanță uscată a platformelor de uscare (I_{SU}); acesta reprezintă cantitatea de materii solide din nămol care încarcă o suprafață de 1 m^2 de platformă, în timp de un an conform relației:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf} \times 365}{A_o^{PU}} \text{ (kg su / m}^2 \text{, an)} \quad (4.34)$$

unde:

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent deshidratat, exprimat în substanță uscată, (kg s.u./zi);

A_o^{PU} – aria orizontală a platformelor de uscare, (m^2).

Valorile I_{SU} sunt date în funcție de tipul nămolului ce trebuie deshidratat în tabelul următor:

Tabel 4.7 Valori ale I_{SU}

Nr. crt.	Tip de nămol	Suprafața (m^2/LE)	Încărcarea anuală cu substanță uscată ($\text{kg s.u./m}^2, \text{an}$)
0	1	2	3
1	Nămol primar fermentat	0,1	120 – 150
2	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol biologic de la filtrele percolatoare	0,12 – 0,16	90 – 120
3	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol în exces	0,16 – 0,23	60 – 100
4	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol rezultat în urma precipitării chimice	0,19 – 0,23	100 – 160

4.5.2 Deshidratarea mecanică

4.5.2.1 Deshidratarea prin centrifugare

Eficiențele de îndepărtare a materiilor solide pentru diferite tipuri de nămol la centrifugele folosite în procesul de deshidratare sunt prezentate în tabelul 4.8.

Tabel 4.8 Eficiența de îndepărtare a materiilor solide [12][51]

Tip de nămol	Materii solide din turta de nămol (%)	Eficiența de îndepărtare a materiilor solide (%)	
		Fără reactivi chimici	Cu reactivi chimici
0	1	2	3
NETRATAT			
Primar	25 – 35	75	85 – 90
Primar și biologic rezultat de la filtrele percolatoare	20 – 25	60	85 – 90
Primar și activ	12 – 20	55	75 – 90
NĂMOL ÎN EXCES			
Rezultat de la filtrele de precolatoare	10 – 20	70 – 80	80 – 90
Rezultat din procese biologice cu nămol active ce utilizează aer	5 – 15	70 – 80	70 – 90
FERMENTAT PE CALE ANAEROBĂ			
Primar	25 – 35	65 – 75	80 – 90
Primar și biologic rezultat de la filtrele percolatoare	18 – 25	60 – 75	80 – 90
Primar și activ	15 – 20	50 – 65	80 – 90
STABILIZAT PE CALE AEROBĂ			
În exces	8 – 10	60 – 75	80 – 90

4.5.2.2 Deshidratarea cu filtre bandă

Nămolul este deshidratat în etape urmărind trei faze de funcționare: condiționarea chimică, drenarea gravitațională până la atingerea unei consistențe determinate și compactarea în zona de presare. Figura 4.6 prezintă schema unui filtru cu bandă.

Condiționarea chimică cu polimeri organici este des utilizată, pentru deshidratarea gravitațională și deshidratarea sub presiune de către filtrele cu bandă. Polimerul este adăugat într-un bazin separat, localizat în amonte de presă sau este injectat direct în conducta de alimentare. Amestecarea corespunzătoare a nămolului influent cu polimerul este esențială în funcționarea filtrelor cu bandă.

Exercitarea forțelor de presiune și comprimare se realizează între două benzi filtrante.

Variabila care influențează eficiența filtrelor cu bandă: caracteristici nămol, metoda și tipul condiționării chimice, presiunea aplicată, configurația utilajelor, sistemele de drenare gravitaționale și viteza benzilor.

Eficiențele presării cu filtre cu bandă indică variații semnificative în capacitatea de deshidratare a diferitelor tipuri de nămoluri, presarea, în mod normal, este capabilă să producă deshidratarea turtelor la un conținut al materiilor solide de 18 – 25% pentru amestecul de nămol primar cu cel biologic.

În tabelul 4.9 sunt indicate performanțele unui filtru cu bandă.

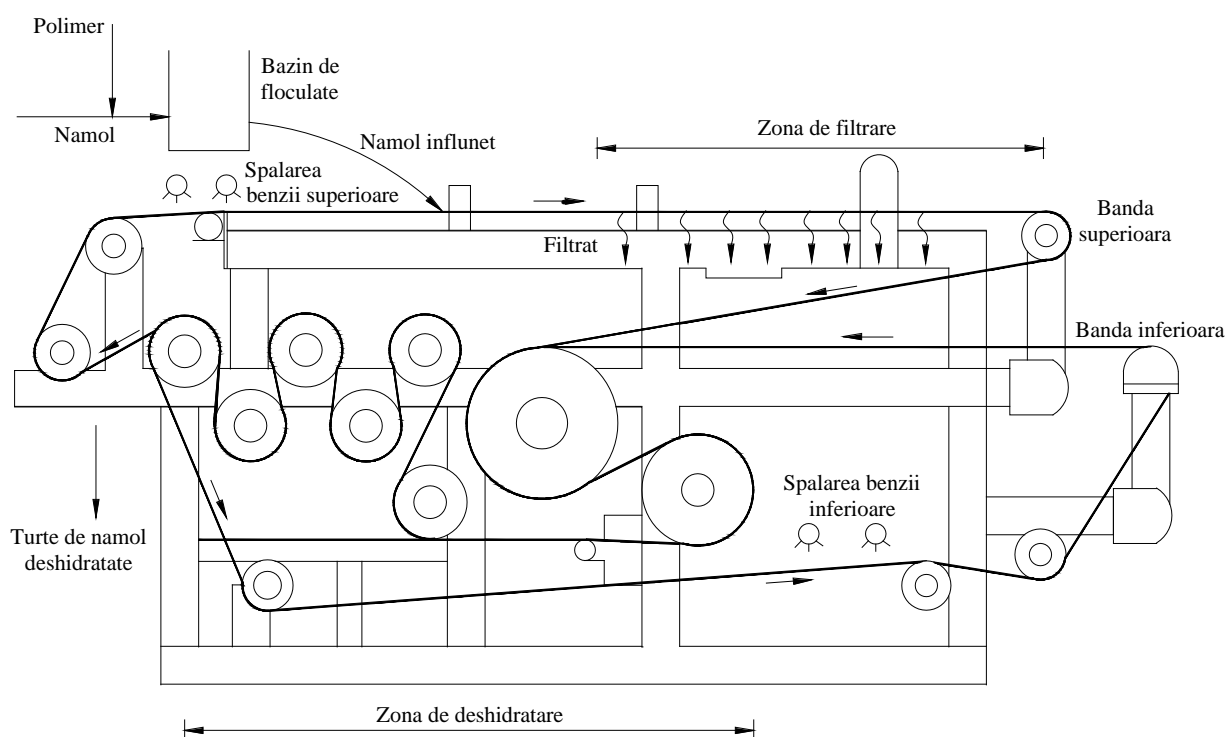


Figura 4.7 Filtru bandă

Tabel 4.9 Încărcări, eficiențe filtre bandă.

Tip de nămol	Materii solide (%)	Încărcarea pe m de lățime de bandă		Doze polimer la materii solide din nămol (g/kg)	Materii solide (%)	
		dm ³ /s,m	kg/h,m		Uzual	Domeniul de variație
0	1	2	3	4	5	6
Primar brut	3 – 7	1,8 – 3,2	360 – 550	1 – 4	28	26 – 32
Activat în exces	1 – 4	0,7 – 2,5	45 – 180	3 – 10	15	12 – 20
Primar + Activ în exces (50 : 50)	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 8	23	20 – 28

Primar + în exces (40:60)	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 10	20	18 – 25
Primar + nămol de la filtrele precolatoare	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 8	25	23 – 30
Fermentat anaerob						
Primar	3 – 7	1,3 – 3,2	360 – 550	2 – 5	28	24 – 30
Activat în exces	3 – 4	0,7 – 2,5	45 – 135	4 – 10	15	12 – 20
Primar + Activ în exces	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	3 – 8	22	20 – 25
Tip de nămol	Materii solide (%)	Încărcarea pe m de lăţime de bandă (%)		Doze polimer la materii solide din nămol (g/kg)	Materii solide (%)	
		dm ³ /s,m	kg/h,m		Uzual	Domeniul de variaţie
Fermentat aerob						
Primar + Activ în exces, neconcentrat	1 – 2	0,7 – 3,2	135 – 225	2 – 8	16	12 – 20
Primar + Activ în exces, concentrat	4 – 8	0,7 – 3,2	135 -225	2 – 8	18	12 – 25
Nămol active în exces cu insuflare de oxigen	1 – 3	0,7 – 2,5	90 – 180	4 – 10	18	15 – 23

Evaluarea corectă a eficienţei filtrului cu bandă la un tip de nămol se efectuează pe o unitate pilot. Datele din testele pilot, includ încărcarea hidraulică şi încărcarea cu materii solide, tipul polimerului şi dozele, procentul de materii solide şi reţinerea materiilor solide.

Este necesară corelarea dozelor de polimer cu regimul de alimentare al maşinii. Testele rezistenţei specifice şi a timpului de sucţiune capilară pot fi folosite pentru a compara caracteristicile filtrării a diferitelor tipuri de nămol şi pentru a determina optimul necesar în coagulare.

4.5.2.3 Deshidratarea cu filtre presă

Sistemul de filtre presă produce turte care sunt deshidratate până la 65% umiditate. Filtrele presă se pot adapta la caracteristicile variabile ale materiilor solide, au o fiabilitate bună, necesar de energie comparabil cu alte tipuri de sisteme.

Dezavantajele filtrelor presă sunt costurile de investiţie ridicate, aderenţa turtelor pe filtru, necesitatea îndepărtării şi costuri relativ ridicate de funcţionare şi întreţinere.

Filtrul presă conţine un număr de panouri fixate pe un cadru ce asigură aliniamentul; aceste sunt presate între un capăt fix şi unul mobil. Un dispozitiv presează şi menţine

închise panourile, în timp ce influentul este pompat în interiorul presei printr-un orificiu de admisie la o presiune cuprinsă între 7 bar și 15 bari.

Etapele filtrării - Filtrul presă lucrează utilizând mai multe tipuri de procedee de presare. Fiecare procedeu cuprinde etapele:

- *închiderea presei*: atunci când filtrul este gol, capătul mobil acționat de un cilindru, fixează plăcile una peste alta; presiunea de închidere este ajustată automat pe durata perioadei de presare pentru asigurarea încastrării plăcilor;
- *admisia nămolului*: este o etapă scurtă (max 10 minute); o pompă dozatoare umple camerele de filtrare cu nămol; timpul de admisie selectat depinde de filtrabilitatea nămolului (dacă acesta este ușor filtrabil timpul de admisie va fi mai scurt);
- *filtrarea* : o dată ce au fost umplute camerele cu nămol, debitul de nămol influent (ce continuă să alimenteze filtrul) impune o creștere a presiunii datorată formării unui strat de nămol pe plăcile filtrului; presiunea maximă de filtrare este atinsă într-o perioadă de 30 – 45 minute; procesul de filtrare poate dura între 1 – 5 ore funcție de înălțimea camerei și de filtrabilitatea nămolului; Când este oprită pompa, aerul comprimat este utilizat pentru drenarea supernatantului ; Etapa de filtrare este oprită programat pentru perioada de presiune maximă și atunci când filtratul îndeplinește o încărcare pe suprafața de filtrare după cum urmează:
 - nămol condiționat cu polimer: 5 – 10 l/m²,h;
 - nămol condiționat cu reactivi minerali: 10 – 20 l/m²,h.
- *deschiderea ramei*: capătul mobil este retras astfel ca prima cameră de filtrare să se deschidă; turta de nămol alunecă sub greutate proprie; un sistem mecanizat va trage fiecare turtă individual; pentru un filtru cu 100 de camere, perioada de descărcare a turtelor de nămol va fi între 15 – 45 minute; această etapă trebuie supravegheată deoarece, datorită condiționării chimice a nămolurilor, turtele de nămol pot fi lipicioase și greu de îndepărtat de pe plăcile filtrului;

- *etapa de curățare*: curățarea plăcilor filtrului; aceasta se realizează la fiecare 10 – 15 cicluri de filtrare în cazul nămolurilor condiționate cu polimeri și la fiecare 30 – 40 de cicluri în cazul condiționării cu reactivi minerali; instalațiile de spălare pot funcționa nesupravegheate în cazul unităților de deshidratare de capacitate mare; perioada de spălare este de 2 – 3 ore; în cazul utilizării unei cantități mari de var pentru condiționare, plăcile filtrului trebuie curățate la fiecare 500 de cicluri cu soluție HCl 5 – 7 %.

În tabelul următor se indică eficiența filtrelor presă.

Tabel 4.10 Eficiența filtrelor presă.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Concentrația (% s.u.)	Raportul FeCl ₃ /s.u. (%)	Polimer (kg /t s.u)	Conținutul de s.u (%)	Durata ciclului* (h)
0	1	2	3	4	5	6
1	Nămol de la stabilizare aerobă	4 – 5	2 – 5	5 – 7	25 – 29	3 – 4
2	Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 70/30	4,5 – 6	2 – 3	3 – 4	33 – 36	2 – 3
3	Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 50/50	4 – 5	3 – 4	5 – 6	30 – 34	2,5 – 3,5
4	Nămol fermentat de la SE cu raportul np/nb = 50/50	3 – 4	4 – 5	3 – 4	30 – 34	3 – 4

*Pentru o turtă de 30 mm grosime;

np – nămol primar;

nb – nămol biologic;

Dimensionarea filtrelor presă se bazează pe:

- cantitatea de suspensii solide (nămol și reactivi de condiționare): $M = \text{kg s.u./zi}$;
- ciclul de funcționare (T) necesar pentru a decide numărul de cicluri K care să pot fi utilizate zilnic;
- substanțele uscate medii din conținutul turtei; S_F (% s.u.).

Rezultă capacitatea totală a camerelor de filtrare:

$$V_T = \frac{M}{K \times S_F \times \rho_d} (dm^3) \quad (4.35)$$

unde:

M, S_F, K – definite anterior;

ρ_d – densitatea turtei, (kg/dm³);

Tehnologia deshidratării nămolului din stațiile de epurare cu filtre presă se adoptă în condițiile impuse realizării unei umidități a nămolului livrat de stația de epurare la $w \leq 65$ % și pentru cantități de nămol care să permită obținerea unor indicatori economici/energetici favorabili, comparativ cu alte tehnologii/opțiuni.

CAPITOLUL 5: STRATEGIA MANAGEMENTULUI NĂMOLULUI ÎN JUDEȚUL ARGHEȘ

Operatorul Regional Argeș a elaborat, pentru fiecare stație de epurare sau grupuri de stații de epurare din aria de operare, o strategie pe termen mediu și lung privind procesarea și valorificarea nămolurilor [36][54][55][56].

Strategia de procesare și valorificare a nămolurilor a fost dezvoltată pe baza următoarelor criterii specifice:

- a) fiabilitate economică: costuri de investiție, energie încorporată;
- b) criterii tehnice: adoptarea celor mai bune soluții;
- c) criterii ecologice: influențe minime asupra mediului.

Strategia managementului nămolului a luat în considerare următoarele elemente fundamentale:

- capacitatea de implementare; baza strategiei este dată de condițiile și resursele locale cu posibilitatea de adaptare la condițiile potențiale; s-a inclus utilizarea infrastructurii și resurselor existente pentru adoptarea uneia sau mai multor procese: utilizarea în agricultură direct sau prin producție de compost și/sau alte combinații cu agenții economici: fabrici de ciment, combinate petrochimice și centrale termo-electrice;
- fiabilitatea; s-a analizat combinația unor opțiuni multiple: unele dezvoltate pe termen mediu, altele vor fi implementate pe termen lung; a fost necesară crearea condițiilor pentru reorientarea viitoare, pe baza tendințelor tehnologice și modificării (completării) exigențelor de mediu;
- impactul asupra mediului; nămolurile din SE sunt considerate produse folosite ca materie primă în noi procese/produse;
- riscul asupra sănătății umane; este necesară conformarea la normele și standardele naționale și europene pentru toată perioada luată în considerație;
- costurile sociale: costurile de investiție și cele operaționale vor conduce la creșterea tarifelor utilizatorilor sistemului de canalizare.

5.1 Influența mărimii stației de epurare asupra managementului nămolului

Stațiile de epurare care deserveșc o populație echivalentă $N < 10.000$ l.e.: la alegerea soluției de neutralizare a nămolurilor se va lua în considerare utilizarea în agricultură direct sau prin biocompostare; se vor utiliza suprafețele, zonele apropiate amplasamentului astfel încât costurile de transport să nu depășească 10% din costurile totale.

Stațiile de epurare care deserveșc o populație echivalentă $N \geq 200.000$ l.e. : se va asigura o deshidratare a nămolurilor produse de minim 35% s.u. Opțiunile care vor fi luate în considerare sunt:

- a) utilizarea depozitelor ecologice regionale din zona amplasamentului SE;
- b) dezvoltarea/implementarea progresivă (de la 25% la 100%) a unei tehnologii de uscare care să asigure 70-75% s.u.; se are în vedere capacitatea de preluare a depozitelor ecologice;
- c) implementarea într-o perioadă de 20-25 ani a unui sistem de uscare-incinerare și asigurarea unei producții de materiale de construcții prin utilizarea materialului inert produs prin incinerare.

În cazul stațiilor de epurare care deserveșc 50.000-150.000 l.e, soluția adoptată are la bază configurația situației locale după cum urmează:

- existența unor condiții favorabile pentru utilizarea în agricultură și/sau producția de biocompost;
- condiționări impuse de capacitatea depozitelor ecologice de deșeuri;
- situații favorizante: combinarea cu centrale termo-electrice, fabrici de prelucrare materiale lemnoase; acestea pot conduce la costuri de investiție și operaționale competitive.

În tabelul 5.1 se prezintă în sinteză elementele care stau la baza alegerii scenariilor de valorificare a nămolurilor.

Tabel 5.1 Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare. [9][10]

Nr. crt.	Scenariu	Aspecte operaționale	Costuri	Avantaje	Dezavantaje/Restricții	Costuri medii (€/tonă SU)
1.	Agricultură/sivicultură direct sau biocompost	<ul style="list-style-type: none"> - transport - împrăștiere nămol - verificarea calității nămolului - verificarea calității solului - tehnologia de împrăștiere nămol - depozitare temporară 	<ul style="list-style-type: none"> - transport - împrăștiere nămol - testare nămol-sol - investiții privind tehnologia de împrăștiere 	<ul style="list-style-type: none"> - Investiții reduse - Depozitarea unor volume mari de nămol - Conduce la creșterea valorii terenurilor - Refacerea terenurilor degradate - Reducerea utilizării îngrășămintelor chimice - Soluție pe termen mediu 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilitatea terenului - Siguranța redusă - Restricții date de compoziția solurilor (nutrienți, metale) - Monitorizarea continuă a calității solurilor, nămolurilor și produselor obținute - Dependența sezonieră și climatică - Efecte pe termen lung asupra solului și apelor subterane - Dependența de tipul culturilor 	≈ 100,0
2.	Depozitarea nămolului de epurare la depozite ecologice	<ul style="list-style-type: none"> - transportul la unul sau mai multe depozite de deșeuri 	<ul style="list-style-type: none"> - deshidratare ≥ 35% SU - costuri operare instalație deshidratare - transport - depozitare 	<ul style="list-style-type: none"> - Costuri de investiție scăzute - Depozitarea unor volume mari de nămol - Costuri relativ scăzute de operare - Posibilitatea utilizării imediate 	<ul style="list-style-type: none"> - Directive viitoare de depozitare a deșeurilor - Dependența de capacitatea de depozitare - Reevaluare anuală - Reduce durata de operare a depozitului 	≈ 25,0
3.	Uscare/incinerare	<ul style="list-style-type: none"> - utilaje complexe și sisteme de evitare risc poluare atmosferică - energie suplimentară 	<ul style="list-style-type: none"> - cost instalație deshidratare/uscare - cost instalație de incinerare 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluție pe termen lung - Siguranța în proces - Reducerea cantităților de nămol - Recuperare energie - Reutilizarea cenușii - Se pot elimina procesele de fermentare - Recomandat managementul integrat cu deșeuri urbane 	<ul style="list-style-type: none"> - Costuri de investiție mari - Emisii în atmosferă: necesare tehnologii performante - Necesitate evaluare regională - Eficiența energetică depinde de calitatea nămolului 	>100,0

5.2 Analiza alternativelor privind managementul nămolului rezultat din procesele de epurare la nivelul județului Argeș [9][10][37][56][60]

Având în vedere condițiile specifice județului Argeș referitoare la infrastructura de apă și apă uzată, precum și cerințele privind aplicabilitatea și impactul asupra mediului, precum și eficiența costurilor aferente managementului nămolului, au fost analizate următoarele scenarii:

5.2.1 Scenariul I

Opțiunile analizate în cadrul acestui scenariu sunt: utilizarea în agricultură, transportul/eliminarea la depozitele Albota/ Slobozia și valorificarea nămolului în construcții

Elementele luate în considerare în cadrul Scenariului I sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 5.2 Scenariul I: descrierea opțiunilor analizate

Scenariul I:	Descriere opțiuni analizate
Utilizarea în agricultură	<ul style="list-style-type: none">❖ 80% din nămolurile în exces rezultate de la SE Pitești;❖ 100% din nămolurile rezultate de la SE: Bradu, Costești - Buzoești, Topoloveni, Rucăr, Bârla și Țitești (deshidratare locală până la 22% s.u.)
Transportul și eliminarea la Depozitul ecologic Albota	<ul style="list-style-type: none">❖ 20% din nămolurile în exces rezultate de la SE Pitești (deshidratare suplimentară până la 35 % s.u.) - începând cu 2016;❖ 100 % din nămolurile de la ST: Budeasa, Costești, Topoloveni și Rucăr (concentrare locală până la 8% s.u., transport și deshidratare avansată la SE Pitești – 35% s.u.)❖ 100 % din cantitatea de rețineri de la grătarele din SE (40% s.u.)

Transportul și eliminarea la Depozitul de deșeuri periculoase Slobozia	❖ 100 % din cantitatea de grăsimi reținute în treapta de degrosare din SE (40% s.u.)
Valorificarea în construcții	❖ 100 % din cantitatea de nisip de la deznisipatoarele din stațiile de epurare

Pentru perioada 2011-2015, costul total estimat pentru Scenariul I este de 18.339.463 Euro.

5.2.2 Scenariul II

Opțiunile analizate în cadrul acestui scenariu sunt: utilizarea în agricultură, co-incinerarea la Combinatul de ciment Holcim Câmpulung, transportul/eliminarea la depozitele Albota/ Slobozia și valorificarea nămolului în construcții.

Elementele luate în considerare în cadrul Scenariului II sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 5.3 Scenariul II: descrierea opțiunilor analizate

Scenariul II:	Descriere opțiuni analizate
Utilizarea în agricultură	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 80% nămolurile în exces rezultate de la SE Pitești (până în anul 2015, va fi utilizată în agricultură întreaga cantitate de nămol rezultată la SE Pitești); ❖ 100% din cantitatea rezultată de la SE: Bradu, Costești - Buzoești, Topoloveni, Rucăr, Bârla și Țitești (deshidratare locală până la 8 % și deshidratare suplimentară până la 22% s.u. la SE Pitești)
Co-incinerarea la Combinatul de ciment Holcim Câmpulung	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 20% din cantitatea rezultată la SE Pitești
Transportul și eliminarea la Depozitul ecologic Albota	<ul style="list-style-type: none"> ❖ nămolurile de la ST: Budeasa, Costești, Topoloveni și Rucăr (concentrare locală până la 8% s.u., transport și deshidratare avansată la SE Pitești – 35% s.u.) ❖ 100 % din cantitatea de rețineri de la grătarele din SE (40% s.u.)

Scenariul II:	Descriere opțiuni analizate
Transportul și eliminarea la Depozitul de deșeuri periculoase Slobozia	❖ 100 % din cantitatea de grăsimi reținute în treapta de degrosare din SE (40% s.u.)
Valorificarea în construcții	❖ 100 % din cantitatea de nisip de la deznisipatoarele din stațiile de epurare

Costul total estimat pentru Scenariul II (pentru perioada 2011-2015) este de 21.265.079 Euro.

5.2.3 Scenariul III

Opțiunile analizate în cadrul acestui scenariu sunt: utilizarea în agricultură, co-incinerarea, transportul/eliminarea la depozitele Albota și valorificarea nămolului în construcții.

Elementele luate în considerare în cadrul Scenariului III sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 5.4 Scenariul III: descrierea opțiunilor analizate

Scenariul IV:	Descriere opțiuni analizate
Utilizarea în agricultură	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 80% din cantitatea rezultată la SE Pitești se va utiliza în agricultură (până în anul 2015, va fi utilizată în agricultură întreaga cantitate de nămol rezultată la SE Pitești); ❖ 100% din cantitatea rezultată de la SE: Bradu, Costești - Buzoești, Topoloveni, Rucăr, Bârla și Țitești (deshidratare locală până la 8 % și deshidratare până la 22% s.u. la SE Pitești)
Co-incinerare (instalație nouă de incinerare amplasată în Pitești)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 20% din cantitatea de nămol rezultată la SE Pitești ❖ 100 % din cantitatea de grăsimi reținute în treapta de degrosare din SE (40% s.u.)
Transportul și eliminarea la Depozitul ecologic	❖ nămolurile de la ST: Budeasa, Costești, Topoloveni și Rucăr (concentrare locală până la 8% s.u., transport și

Scenariul IV:	Descriere opțiuni analizate
Albota	deshidratare avansată la SE Pitești – 35% s.u.) ❖ 100 % din cantitatea de rețineri de la grătarele din SE (40% s.u.)
Valorificarea în construcții	❖ 100 % din cantitatea de nisip de la deznisipatoarele din stațiile de epurare

Costul total estimat pentru Scenariul III (pentru perioada 2011-2015) este de 25.938.915 Euro.

5.2.4 Scenariul IV

Opțiunile analizate în cadrul acestui scenariu sunt: transportul/eliminarea la depozitele Albota/ Slobozia și valorificarea nămolului în construcții.

Elementele luate în considerare în cadrul Scenariului IV sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 5.5 Scenariul IV: descrierea opțiunilor analizate

Scenariul IV:	Descriere opțiuni analizate
Transportul și eliminarea la Depozitul ecologic Albota începând cu anul 2016	❖ 100% din cantitatea de nămol rezultată la SE Pitești ❖ 100% din cantitatea rezultată de la SE: Bradu, Costești - Buzoești, Topoloveni, Rucăr, Bârla și Țitești (deshidratare avansată până la 35% s.u. la SE Pitești) ❖ nămolurile de la ST: Budeasa, Costești, Topoloveni și Rucăr (concentrare locală până la 8% s.u., transport și deshidratare avansată la SE Pitești – 35% s.u.) ❖ 100 % din cantitatea de rețineri de la grătarele din SE (40% s.u.)
Transportul și eliminarea la Depozitul de deșeuri periculoase Slobozia	❖ 100 % din cantitatea de grăsimi reținute în treapta de degroșare din SE (40% s.u.)
Valorificarea în construcții	❖ 100 % din cantitatea de nisip de la deznisipatoarele din stațiile de epurare

Costul total estimat pentru Scenariul IV (pentru perioada 2011-2015) este de 22.758.287 Euro.

Pentru calculul costurilor totale aferente celor patru scenarii analizate au fost luate în considerare următoarele costuri:

- pentru utilizarea în agricultură: costuri de deshidratare (instalații și exploatare), costuri de transport, costuri de împrăștiere, costuri de analize calitate nămol, costuri de analize sol și costuri tehnologie de împrăștiere;
- pentru depozitarea la depozitul de deșuri de la Albota: costuri de deshidratare, costuri de transport și costuri de preluare a nămolului;
- pentru depozitarea la Depozitul de deșuri periculoase de la Slobozia: costuri de transport și costuri de preluare;
- pentru co-incinerarea la Combinatul de ciment Holcim Câmpulung: costuri de deshidratare, costuri de transport și costuri de preluare;
- pentru co-incinerare: cost incinerator, costuri de deshidratare, costuri de transport și costuri de exploatare;
- pentru valorificarea în construcții: costuri de transport.

5.2.5 Scenariului I : Folosirea nămolului în agricultură și depozitarea la depozitul de deșuri. Detaliere costuri.

În tabelul următor sunt prezentate costurile de transport și distanțele între stațiile de epurare și terenurile disponibile pentru valorificarea nămolului în agricultură:

Tabel 5.6 Distanțe/costuri de transport

Nr. crt.	SEAU	Distanță de la SE catre terenurile agricole (km - tur/retur)		Cost transport de la SE catre terenurile agricole (euro/tonă)	
		Terenuri agricole Buzoești	Terenuri agricole Stolnici	Terenuri agricole Buzoești	Terenuri agricole Stolnici
1	Pitesti	78	80	2,39	2,46
2	Bradu	58	80	1,78	2,46
3	Costesti	28	74	0,86	2,27
4	Topoloveni	104	116	3,19	3,56
5	Rucar	234	236	7,18	7,24
6	Barla	100	38	3,07	1,17
7	Titesti	130	132	3,99	4,05

În tabelul următor sunt prezentate ratele de aplicare a nămolului pe terenurile agricole situate în Buzoești și Stolnici.

Tabel 5.7 Ratele de aplicare a nămolului și suprafețele disponibile [36][61]

Nr. crt.	Rata de aplicare		Suprafață
1	Terenuri agricole Buzoești	12 tone s.u./ha	437 ha
2	Terenuri agricole Stolnici I	15 tone s.u./ha	74 ha
3	Terenuri agricole Stolnici II	4 tone s.u. /ha	52 ha
4	Total:	6.562 tone s.u.	563 ha

Costurile aferente analizelor de sol sunt prezentate în tabelul următor:

Tabel 5.8 Costuri aferente analizelor de sol

Nr. crt.	Costuri aferente analizelor de sol		
1	Parametrii anorganici	20	euro/test
2	Metale grele	145	euro/test
3	HAP, PCB, AOX	117	euro/test
4	Dioxine PCDD, PCDF	121	euro/test
5	Creșterea anuală de preț		1%
6	Suprafața maximă analizată		6562 ha
7	Cost analize		200 (Euro/ha)

În tabelul următor sunt prezentate costurile aferente tehnologiei de împrăștiere a nămolului:

Tabel 5.9 Costuri tehnologie de împrăștiere a nămolului

Costuri aferente tehnologiei de împrăștiere a nămolului			
Spreader/Trailer - caracteristici tehnice			
Producator/tip	Bergmann/TSW (www.l-bergmann.de)		
Capacitate	15 t		
Echipamente	4 osii		
	poarta actionata hidraulic		
Operare	U.M.	Valoare	Explicatii
Perioada de operare	zile/an	90	60 zile august -noiembrie
	ani	15	30 zile martie - mai
Costuri tehnologie de împrăștiere			
Bergmann TSW	€		70.000
Tractor, ca. 100 kw;	€		89.000
Autoincarcator frontal	€		85.000
Creștere anuală a prețurilor			1%

Costurile aferente alternativei de utilizare în agricultură a nămolului rezultat din procesele de epurare la nivelul județului Argeș pentru perioada 2011-2040 sunt cuprinse în tabelul următor:

Tabel 5.10 Costuri estimate: alternativă utilizare în agricultură (2011-2025)

Nr. crt.	Denumire SEAU	Cost deshidratare, transport, împrăștiere și testare nămol** - perioada 2011-2025 (Euro)
1	Pitești*	7.593.064
2	Bradu	124.072
3	Costești	361.052
4	Topoloveni	548.195
5	Rucăr	205.080
6	Bârla	87.505
7	Țițești	145.617
8	Total	9.309.184
9	Cantitate nămol 35% s.u. (t s.u./15 ani)	31.831
10	Suprafața de împrăștiere (ha)	4387,5
11	Cost testare sol (Euro)	946.409
12	Cost instalații deshidratare (Euro)	1.808.000
13	Cost tehnologie de împrăștiere (Euro)	488.000
14	Cost total (deshidratare, transport, împrăștiere, testare namol / sol, utilaje și instalații de deshidratare și împrăștiere) (Euro)	12.307.294

* nămolul rezultat de la SEAU Pitesti (100% din cantitatea de nămol până în anul 2016 se valorifică în agricultură; din anul 2016 numai 80% din nămol se va utiliza în agricultură, iar 20 % din cantitatea de nămol urmează să fie transportată la Depozitul ecologic Albota: $W \leq 65\%$);

** în cadrul testelor de namol/sol sunt incluse analizele pentru: param. anorganici, metale grele, HAP, PCB, AOX și dioxine.

Prezentarea costurilor necesare pentru transportul nămolului de la SEAU la depozitul ecologic Albota este cuprinsă în tabelul următor:

Tabel 5.11 Costuri transport nămol de la stațiile de epurare la Depozitul Albota

Nr. crt.	Distanța transport	km/tur-retur	€/tona
1	Pitesti - Albota	30	0,92
2	Bradu - Albota	24	0,74
3	Costesti - Albota	30	0,92
4	Topoloveni - Albota	62	1,9
5	Rucar - Albota	188	5,77
6	Barla - Albota	90	2,76
7	Titesti - Albota	84	2,58
Transport (camion 25 t) - lei/km			3,3

Ipoteze:

La Depozitul ecologic de deseuri Albota se vor transporta următoarele cantități de nămol:

- * 20% din namolul rezultat de la SEAU Pitești (35% s.u.)- 11.648 t/15 ani
- * 100% din reținerile pe grătare (35% s.u.) -28.402 t/15 ani
- * 100% din volumele de namol rezultate de la tratarea apei (35% s.u.)- 21.231 t/15 ani

Costurile de transport ale nămourilor rezultate de la stațiile de tratare a apei la Stația de epurare Pitești sunt cuprinse în tabelul 5.13:

Tabel 5.12 Costuri transport nămol rezultat de la stațiile de tratare a apei la SEAU Pitești

Nr. crt.	Transport	km/tur-retur	€/ tona
1	ST Budeasa -SEAU Pitești	4	0,12
2	ST Costesti - SEAU Pitești	50	1,53
3	ST Topoloveni - SEAU Pitești	40	1,23
4	ST Rucăr - SEAU Pitești	152	4,67
5	SEAU Pitești - Depozit Albota	30	0,92

Prezentarea centralizată a costurilor de deshidratare, pretratare biologică, depozitare și transport a nămolului la Depozitul ecologic Albota sunt cuprinse în tabelul următor:

Tabel 5.13 Costuri estimate pentru alternativa eliminării nămolului la Depozitul Albota

Nr. crt.	Denumire SEAU	Costuri deshidratare si transport - SEAU (Euro)	Denumire ST	Costuri deshidratare și transport - ST (Euro)
1	Pitești	2.772.196	Budeasa	2.820.653
2	Bradu	10.760	-	
3	Costești	20.849	Costești	8.880
4	Topoloveni	47.767	Topoloveni	6.890
5	Rucăr	20.688	Rucăr	20.422
6	Bârla	8.028	-	-
7	Țițești	10.266	-	-
8	Cost deshidratare (Euro/t nămol procesat)			250
9	Cost pre-tratare biologică (Euro/t)			10
10	Cost depozitare (Euro/t)			20
11	Cost total -perioada 2011-2025 (Euro):			
	a) deshidratare, tratare, depozitare si transport - SEAU			5.747.399
	b) deshidratare, tratare, depozitare și transport – ST			

În tabelul următor sunt prezentate costurile aferente alternativelor analizate în cadrul Scenariului I pentru perioada 2011-2025:

Tabel 5.14 Scenariu I: Centralizare costuri estimate (perioada 2011-2025)

Scenariul I	Utilizare în agricultură (Euro)	Eliminare la Depozitul Albota (Euro)	Eliminare deșeuri periculoase la Depozitul Slobozia (Euro)	Valorificare în construcții (Euro)
	12.307.294	5.747.399	251.762	33.007
TOTAL	18.339.463			

5.3 Concluzii

Centralizarea costurilor de evaluare pentru cele cinci scenarii descrise anterior este inclusă în tabelul următor:

Tabel 5.15 Estimări costuri (Euro)- Scenarii management nămol în județul Argeș [36][61]

Nr. crt.	An	Scenariul I	Scenariul II	Scenariul III	Scenariul IV
1	2011	2,652,027	2,891,229	7,878,328	4,729,408
2	2012	873,448	1,120,536	1,108,023	1,409,993
3	2013	919,701	1,178,794	1,166,005	1,481,762
4	2014	1,336,576	1,610,522	1,589,531	2,177,278
5	2015	1,096,053	1,371,911	1,350,402	1,690,878
6	2016	1,101,739	1,259,727	1,237,689	1,083,110
7	2017	1,111,387	1,270,477	1,247,900	1,092,618
8	2018	1,121,134	1,281,335	1,258,209	1,102,226
9	2019	1,130,984	1,292,302	1,268,617	1,111,934
10	2020	1,140,836	1,303,281	1,279,045	1,121,643
11	2021	1,150,790	1,314,369	1,289,573	1,131,454
12	2022	1,160,848	1,325,568	1,300,200	1,141,367
13	2023	1,171,009	1,336,879	1,310,930	1,151,383
14	2024	1,181,277	1,348,304	1,321,763	1,161,503
15	2025	1,191,652	1,359,844	1,332,699	1,171,730
TOTAL		18,339,463	21,265,079	25,938,915	22,758,287

Analiza costurilor pentru cele patru scenarii analizate, a pus în evidență că alternativa recomandată pentru managementul nămolului este reprezentată de Scenariul I, ale cărui costuri de 18,339 milioane de Euro reprezintă valoarea minimă a costurilor din scenariile analizate. Raportat la cantitatea de nămol (tona s.u.) la nivelul anului 2025 rezultă (Scenariul I):

$$C = \frac{18,339 * 10^6 \text{ Euro} / 15 \text{ ani}}{17.315 \text{ t s.u.} / \text{an}} = 70,6 \text{ Euro} / \text{t s.u.}$$

Având în vedere dinamica procesului de reabilitare și extindere a infrastructurii de apă și apă uzată din județul Argeș, pe termen mediu și lung, va fi necesară actualizarea Strategiei județene de gestionare a nămolurilor generate de stațiile de tratare a apei și cele de epurare a apelor uzate, pe baza următoarelor elemente:

- a) Modificările prevederilor legislației comunitare / naționale în domeniul apei, apei uzate și managementului nămolului;
- b) Master Plan-ul privind reabilitarea, extinderea și modernizarea sistemelor de alimentare cu apă și apă uzată din județul Argeș (varianta în curs de actualizare aferentă perioadei 2014-2020);
- c) În cazul în care pe termen mediu se va adopta, ca alternativă de bază, valorificarea în agricultură a nămolului, va fi necesară adoptarea, la nivelul stațiilor de epurare urbane din județul Argeș, a unor tehnologii de condiționare performante de dezinfecție cu UV și trecerea la fermentarea anaerobă; se va avea în vedere re tehnologizarea/modernizarea treptelor de stabilizare existente prin prevederea unor tehnologii de recuperare avansată a energiei din nămoluri (inclusiv hidroliza termică, sisteme de fermentare în două trepte, uscarea termică, sisteme de conversie termică);
- d) în situația în care nu va fi posibilă adoptarea și pe termen mediu și lung a soluției de valorificare a nămolului în agricultură, se va lua în considerare utilizarea unor tehnologii de uscare și conversie termică cu valorificare energetică;
- e) pentru stațiile de epurare unde construcția unor RFN-uri nu este fezabilă (cantități reduse de nămol), se recomandă stabilizarea aerobă, urmată de deshidratare și uscare solară. Stabilizarea aerobă, se poate realiza fie pe linia

apei, prin aerarea prelungită și o vârstă nămolului de 25 zile, fie cu instalații independente. De asemenea, se va analiza fezabilitatea tehnologiilor de reducere a nămolului în exces produs;

- f) prognoza elementelor privind protecția mediului, corelată cu epuizarea capacității de preluare a nămolului în agricultură, arată: în perspectiva anilor 2025-2030, se vor impune tehnologiile care să conducă la reducerea cantităților de nămol prin asigurarea 80-90 % s.u. și extinderea domeniilor în care acestea să fie reutilizate: apărări de mal, materiale de construcții, refacere terenuri degradate.

CAPITOLUL 6: STUDIU DE CAZ – TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII NĂMOLULUI LA STAȚIA DE EPURARE PITEȘTI

Stația de epurare Pitești este amplasată în partea de Sud a municipiului Pitești (pe malul drept al râului Argeș) la 5 km aval de zona centrală a orașului, pe terenul delimitat de râul Argeș și calea ferată București-Pitești.

Dezvoltarea stației de epurare s-a făcut etapizat, după cum urmează:

- în anul 1964 a fost pusă în funcțiune treaptă mecanică de epurare, pentru un debit proiectat $Q=220 \text{ dm}^3/\text{s}$;
- treapta I mecano-biologică, a fost pusă în funcțiune în anul 1971, pentru un debit proiectat $Q=840 \text{ dm}^3/\text{s}$;
- în anul 1978 a fost pusă în funcțiune treapta a II-a mecano-biologică (constituită din două linii), pentru un debit proiectat total $Q=1700 \text{ dm}^3/\text{s}$;
- în anul 2012 s-au finalizat lucrările de reabilitare din cadrul *Măsurii Ex-ISPANR. 2003/RO/16/P/PE/026 "Reabilitarea stației de epurare a apelor uzate, a sistemului de canalizare și a rețelei de alimentare cu apă potabilă în municipiul Pitești "*; lucrările au cuprins execuția unei noi trepte de pre-epurare (grătare rare, grătare dese, reabilitarea bazinelor de retenție, deznisipator-separator de grăsimi), reabilitarea treptei de epurare biologică (inclusiv prevederea proceselor de nitrificare-denitrificare și defosforizare), re tehnologizarea liniei de deshidratare a nămolului (inclusiv unitate de cogenerare cu condiționarea biogazului), precum și construirea unui depozit de nămol (cu o suprafață de 2,7 ha).

În figura următoare este prezentat planul general de situație al Stației de epurare Pitești.

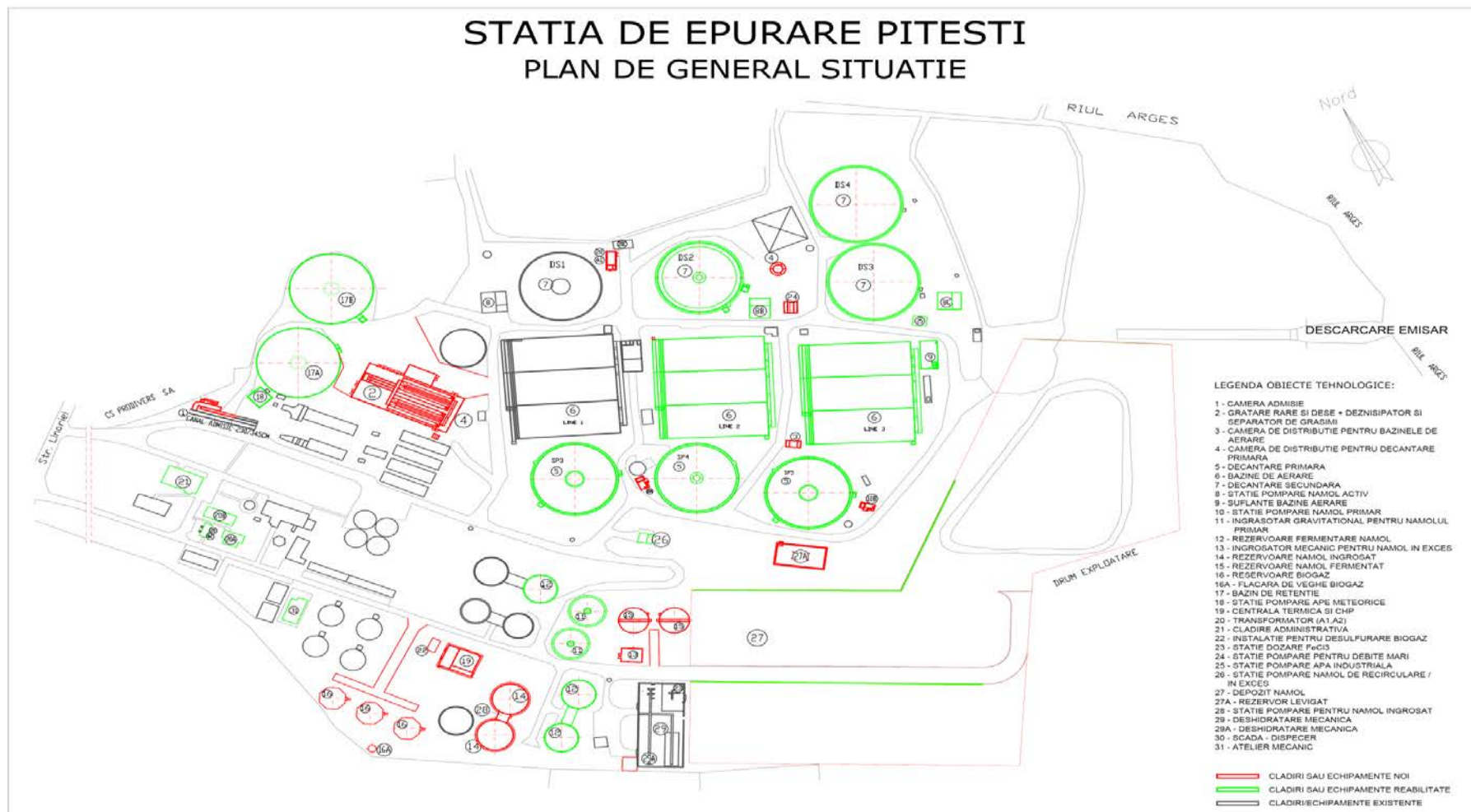


Figura 6.1 Stația de epurare Pitești – Plan de situație general

6.1 Linia tehnologică a nămolului

Nămolul este procesat în următoarele obiecte tehnologice:

6.1.1 Stații de pompare nămol primar (SP_{Np})

Sunt prevăzute 2 SP pentru pomparea nămolului primar din decantoarele primare DP₃, DP₄ și DP₅. În tabelul 6.1 sunt prezentate elementele tehnologice pentru acestea:

Tabel 6.1 Stații de pompare nămol primar – elemente tehnologice

Nr. crt.	Identificare	Caracteristici utilaje				Timp funcționare (ore /zi)	Observații
		Buc.	Q (m ³ /h)	H(m)	P(kW)		
1	SP _{np1} (DP3-DP4)	3	65	15	9	*	Electropompe submersibile cu turație fixă
2	SP _{np2} (DP5)	2	65	15	9	*	Electropompe submersibile cu turație fixă

* variabil funcție de MTS influent SE;

6.1.2 Stații de pompare nămol în exces (SP_{Ne})

Asigură pomparea nămolului în exces la instalațiile de concentrare mecanică.

Tabel 6.2 Stații de pompare nămol în exces – elemente tehnologice

Nr. crt.	Identificare	Caracteristici utilaje				Timp funcționare (ore /zi)	Observații
		Buc.	Q (m ³ /h)	H(m)	P(kW)		
1	SP _{ne}	3	30	15	4	*	Aspiră din conducta de refulare a SP nămol activ de recirculare

* variabil funcție de MTS influent SE;

6.1.3 Îngroșătoare gravitaționale nămol primar (CGN_p)

Nămolul primar este pompat și poate fi concentrat prin tratate cu polimer până la o umiditate de 95 %. Dimensiunile concentratoarelor gravitaționale sunt D=20 m și H=2,5 m, construcția fiind echipată cu pod amestec/raclare de îngroșare dotat cu un motor de acționare (P=0,55 kW).

Nămolul concentrat este transportat prin pompare (3 electropompe cu șnec, $Q=10-50 \text{ m}^3/\text{h}$ și $P=7,5 \text{ kW}$) către bazinele de omogenizare nămol concentrat, unde nămolul primar îngroșat se amestecă cu nămolul în exces îngroșat în concentratoare mecanice.

6.1.4 Îngroșătoare mecanice nămol în exces (CMNe)

Nămolul biologic în exces este pompat în cele două concentratoare mecanice (CN) tip Huber (figura 6.2), după ce în prealabil este tratat cu polimer. Capacitatea: teoretic $20-50 \text{ m}^3/\text{h}$, cu asigurarea unui supernatant cu o concentrație a materiilor în suspensie $< 500 \text{ mg/l}$; caracteristici CN: $P= 1,72 \text{ kW}$; timpul mediu de funcționare: $t= 4,7 \text{ ore/zi}$; dozarea soluției de polimer se realizează automat, cu o stație având o capacitate de 3.500 l / h , dotată cu 3 pompe dozatoare ($Q=280-1500 \text{ l/h}$, $H=20 \text{ m}$ și $P=0,55 \text{ kW}$); doza medie de polimer utilizată este de 3 kg/t s.u.

Dupa procesare nămolul este colectat în cuve de unde este pompat cu 2 electropompe ($Q=5-20 \text{ m}^3/\text{h}$, $P=4 \text{ kW}$) în bazinele de omogenizare nămol (BAN_c).



Figura 6.2 Îngroșătoare mecanice nămol în exces

6.1.5 Bazine omogenizare nămol (BAN_c)

Sunt două bazine de omogenizare/amestec a nămolului primar concentrat și a nămolului în exces concentrat, cu o capacitate de 593 m^3 fiecare. Ambele bazine sunt prevazute cu câte 2 mixere ($P=5 \text{ kW}$, timpul mediu de funcționare: $t= 24 \text{ ore/zi}$) și sunt acoperite cu o structură din fibră de sticlă.

Nămolul concentrat este transportat prin pompare (3 electropompe, $Q=15-70$ m³/h, $H=25$ m, $P=15$ kW) către rezervoarele de fermentare a nămolului.

6.1.6 Rezervoare de fermentare a nămolului (RFN)

Stabilizarea nămolului are loc în 3 rezervoare de fermentare anaerobe (figura 6.3), fiecare cu o capacitate de 4.000 m³ fiecare, echipate cu instalație de menținere a nivelului constant, cu supapă de siguranță, captator de gaz și mixer de tipul “liber”, cu 2 impelere (respectiv 3m și 4m diametru, $P=5$ kW). Recircularea nămolului încălzit se realizează cu 6 electropompe ($Q=42$ m³/h, $H=5$ m și $P=3$ kW), iar pomparea apei destinate încălzirii nămolului se asigură cu 6 electropompe ($Q=20$ m³/h, $H=10$ m și $P=2,2$ kW). După fermentare nămolul este evacuat gravitațional către bazinele de stocare nămol fermentat.



Figura 6.3 Rezervoare de fermentare a nămolului

Nămolul este încălzit și menținut la o temperatură de 34-35° C. În acest scop au fost instalate două cazane de încălzire cu alimentare duală metan/biogaz, care asigură necesarul de apă caldă destinată procesului de încălzire a nămolului. Încălzirea propriu-zisă are loc în schimbatoarele de caldură care sunt instalate în stațiile de recirculare/încălzire a nămolului fermentat aferente RFN-urilor.

6.1.7 Bazin tampon de stocare nămol fermentat (BTN_f)

Nămolul fermentat este stocat în două bazine cu o capacitate unitară de 460 m³. Fiecare bazin este echipat cu două mixere submersibile (P=4 kW, timpul mediu de funcționare: t = 24 ore/zi) care împiedică sedimentarea nămolului. Ambele bazine sunt acoperite cu o structură din fibră de sticlă care are drept rol captarea biogazului care se degajă din procesele de fermentare târzii și dirijarea acestuia către flacăra de veghe.

Nămolul este încălzit și menținut la o temperatură de 34-35 grade Celsius. În acest scop au fost instalate două cazane de încălzire cu alimentare duală metan/biogaz, care asigură necesarul de apă caldă destinată procesului de încălzire a nămolului. Încălzirea propriu-zisă are loc în schimbatoarele de caldură care sunt instalate în stațiile de recirculare/încălzire a nămolului fermentat aferente RFN-urilor.

6.1.8 Deshidratarea mecanică a nămolului (DMN_f)

Pentru deshidratarea nămolului se folosesc trei centrifuge Pieralisi (două active și una de rezervă) cu rotor cilindro – conic, fiecare cu o capacitate de 35 mc/h și 650 kgSU/h. Alimentarea centrifugelor se asigură cu 2+1 pompe volumetrice (Q=8-45 m³/h, H=15 m și P=5,5 kW). În figura 6.4 sunt prezentate instalațiile care asigură deshidratarea mecanică a nămolului stabilizat:



Figura 6.4 Instalații de deshidratare mecanică a nămolului

Înainte de procesare, nămolul este tratat cu polimer (cu 2 unități de preparare polielectrolit cu o capacitate $Q=3500$ l/h și cu 3 pompe dozatoare ($Q=1\div 4$ m³/h, $H=20$ m și $P=1,5$ kW), fiecare; doza medie utilizată este de 5 kg/t s.u.. Nămolul deshidratat este evacuat folosind transportoare elicoidale și colectat în containere amplasate în exteriorul clădirii.

6.1.9 Rezervor supernatant (RS_s)

Rezervorul de supernatant cu un volum util de 1000 m³ ($D=18$ m, $H= 4$ m) colectează supernatantul provenit de la următoarele obiecte tehnologice:

- îngroșătoare gravitaționale de nămol primar;
- îngroșătoare mecanice de nămol în exces;
- preaplin bazine de omogenizare/amestec nămol;
- preaplin bazine de stocare nămol fermentat;
- centrifuge deshidratate;
- platformă stocare nămol deshidratat.

Rezervorul este dotat cu două mixere submersibile ($P=6$ kW) care împiedică sedimentarea suspensiilor și 2 pompe ($Q=172$ m³/h, $P=6$ kW) care transferă apa de nămol în distribuitorul decantoarelor primare.

6.1.10 Instalații de biogaz

Biogazul rezultat din cele trei fermentatoare se obține prin procese de fermentare anaerobă a nămolului.

Captarea biogazului se face în partea superioară a fermentatorului. Stocarea biogazului se realizează în trei gazometre (volum 1040 m³ fiecare); sunt gazometre cu membrane (figura 6.5) și insuflare cu ajutorul unei suflante auxiliare: $Q=1000$ Nmc/h, $P=3$ kW. La intrarea în cele trei gazometre este instalat câte un debitmetru pentru măsurarea cantității de biogaz. Fiecare gazometru este dotat cu un senzor ultrasonic montat pe cupolă, care măsoară distanța între stratul exterior și cel interior, determinând astfel volumul de biogaz stocat. Pentru a elimina surplusul de biogaz, în cazul în care grupul de cogenerare nu funcționează, s-a instalat un arzător cu flacără.



Figura 6.5 Instalații de deshidratare mecanică a nămolului

Pentru utilizarea biogazului în grupul de cogenerare s-a montat o instalație de desulfurare care are drept scop eliminarea hidrogenului sulfurat și a vaporilor de apă din acesta (capacitatea instalației este de 500 mc/h). După tratarea chimică, biogazul este preluat de cele 2 suflante și transportat către grupul de cogenerare și/sau cazanele de încălzire (2 buc. unități de cogenerare de câte 275kW fiecare și 2 buc. unități de cazane/schimbător de caldură de la unitățile de cogenerare, de 750kW fiecare).

În figura 6.6 este prezentat profilul tehnologic aferent liniei nămolului din Stația de epurare Pitești

STATIA DE EPURARE APE UZATE PITESTI - PROFILUL HIDRAULIC LINIA NAMOLULUI

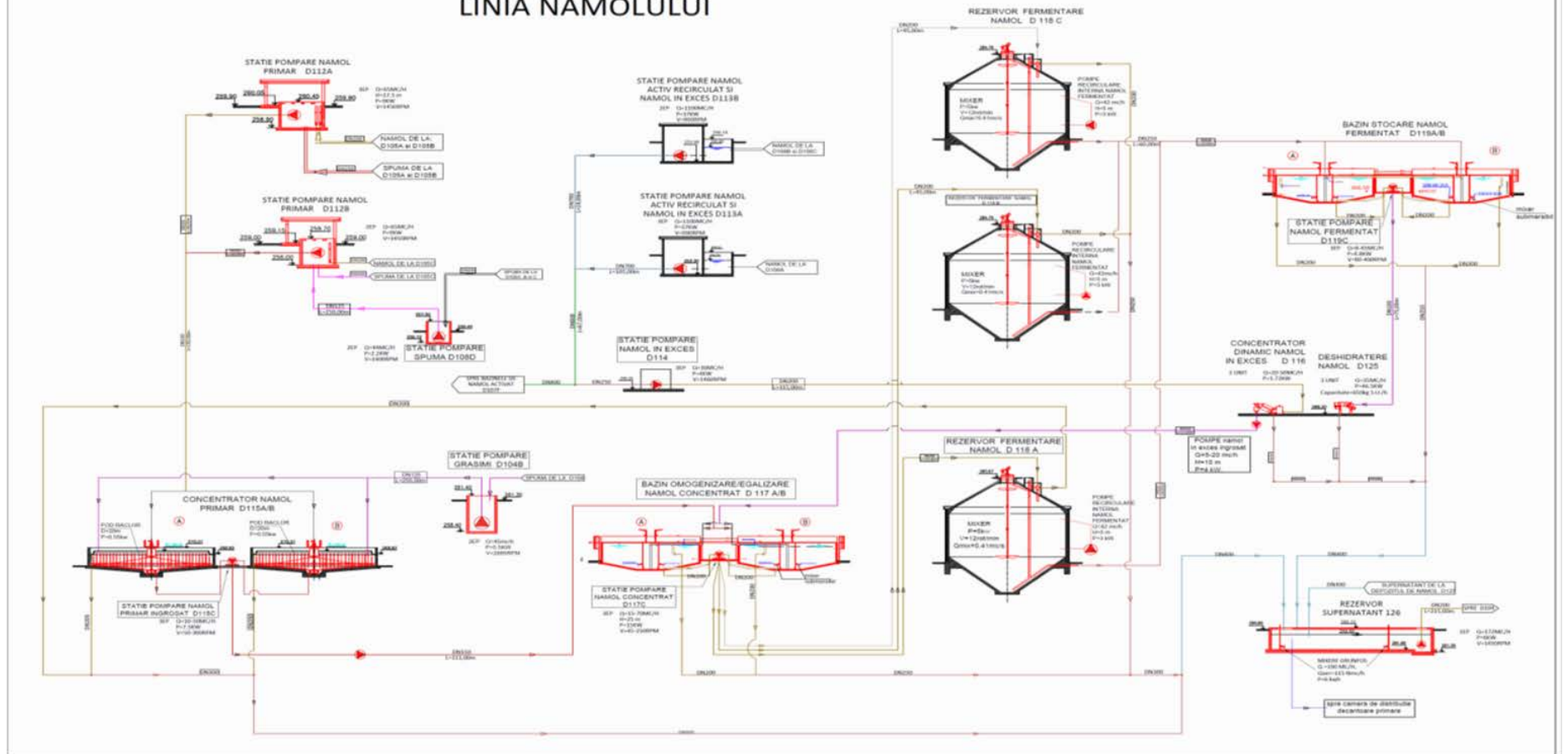


Figura 6.6 Statia de epurare Pitesti – Profil tehnologic: linia namolului

6.2 Estimare bilanț de substanță [52] [53]

În iunie 2012 au fost efectuate măsurători sistematice pe filiera tehnologică a Stației de epurare Pitești. Acestea au urmărit variația debitelor și încărcărilor pe linia apei și linia nămolului. Variația debitelor și indicatorii de calitate pentru influentul SE sunt prezentați în tabelele 6.3 și 6.4. [52]

Tabel 6.3 Debite influente în SE Pitești

Nr. crt.	Q _{u zi med}		Q _{u h max}	Q _{u h min}	Q _{u zi max}	
	(l/s)	(m ³ /zi)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m ³ /zi)
1	795.7	68,748.5	1,264.3	475.8	1,106.9	95,632.6
2	825.9	71,357.8	1,126	618	1,148.9	99,262.3
3	891.3	77,008.3	1,593	322.3	1,239.8	107,122.5
4	951.8	82,235.5	1,241.8	481.4	1,324	114,393.8
5	990.8	85,605.1	1,830.9	569.8	1,378.3	119,081.1
6	976	84,326.4	2,162.9	247.5	1,357.7	117,302.3
7	813.7	70,303.7	771.6	422.7	1,131.9	97,796
Media:	892.2	77,083.6	1,427.2	448.2	1,241	107,227

Tabel 6.4 Indicatori de calitate influent SE Pitești [52]

Nr crt	Indicator	UM	Valoarea							Valori		
			cf. Tab. 6.3							medie	min.	max.
			1	2	3	4	5	6	7			
1	MTS	mg/l	68	68	124	120	64	84	80	86.86	124	64
2	CCO	mg O ₂ /l	345.6	268.8	307.2	259.2	307.2	153.6	259.2	271.5	345.6	153.6
3	CBO	mgO ₂ /l	119.5	84.4	100	79.7	89	50.8	99.5	88.9	119.5	50.8
4	Amoniu	mg/l	38.3	36.83	27.76	17.73	29.68	22.98	24.89	28.3	38.3	17.7
5	Azotați	mg/l	39.6	46	36.2	31.6	39	44.3	40	39.54	46.04	31.61
6	Azot total	mg/l	42.6	41.7	37.2	26.8	38.7	34.2	34.2	36.52	42.66	28.81
7	Fosfor total	mg/l	3.08	2.3	2.42	1.31	1.76	1.86	2.84	2.22	3.08	1.31
8	CBO/CCO	-	0.35	0.31	0.33	0.31	0.29	0.33	0.38	0.33	0.38	0.29
9	Azot din amoniu	mg/l	29.7	28.6	21.6	13.8	23.1	17.9	19.3	22	29.76	13.78
10	Azot din azotați	mg/l	8.9	10.36	8.15	7.11	8.78	9.96	9	8.9	10.36	7.11
11	Azot organic	mg/l	4	2.72	7.52	5.92	6.88	6.44	5.92	5.63	2.54	5.92

În tabelul următor sunt prezentați indicatorii de calitate pentru supernatantul de pe linia nămolului (debitul mediu de nămol a fost de 658 m³/zi).

Tabel 6.5 Calitatea supernatantului de pe linia nămolului – valori medii. [52]

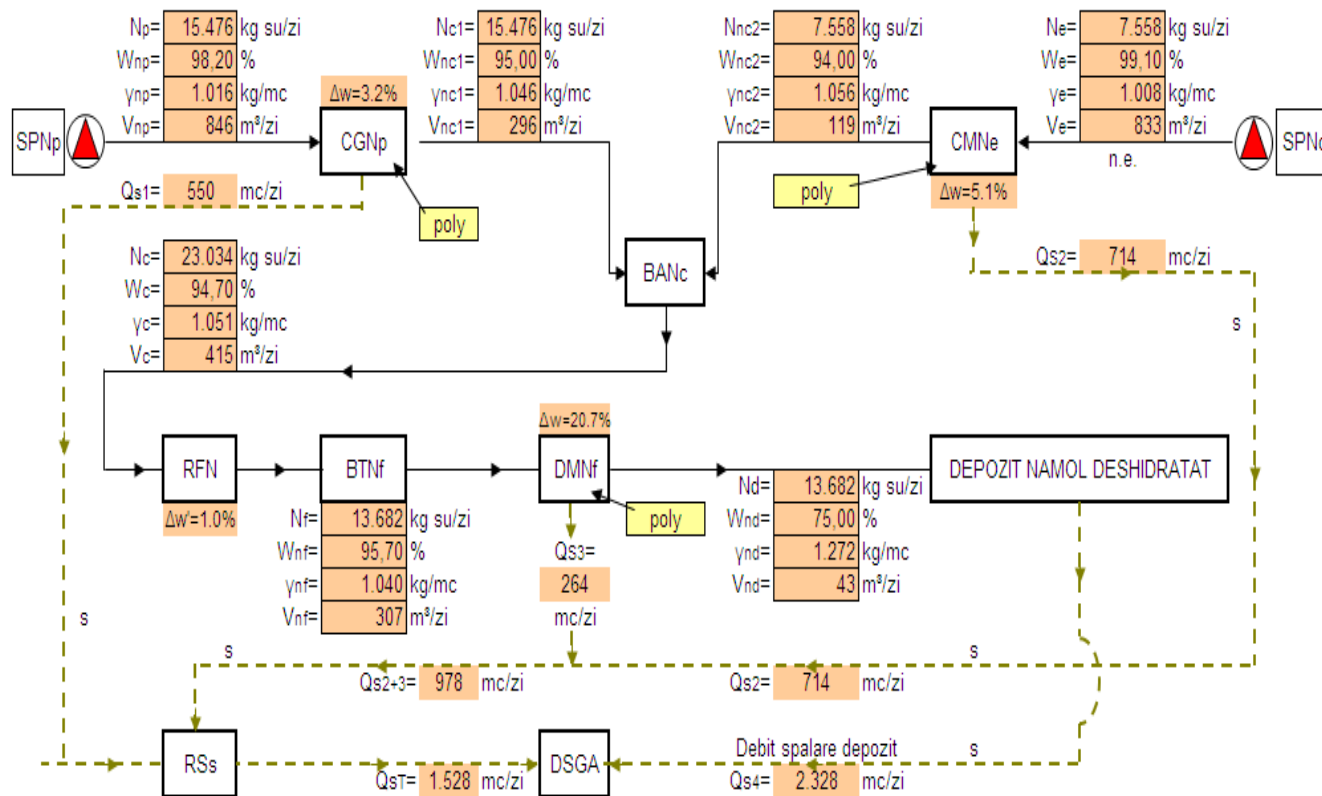
Nr. crt.	Indicator	U.M.	Valoare
1	MTS	mg/l	26909.14
2	CCO-Cr	mg O ₂ /l	6504.00
3	CBO ₅	mg O ₂ /l	1997.00
4	NT	mg/l	195.33
5	Amoniu	mg/l	208.70
6	Azotati	mg/l	86.82
7	PT	mg/l	26.44

Analiza datelor din tabelul 6.5 corelate cu datele privind calitatea influentului SE Pitești (Tab. 6.4) pune în evidență:

- conținutul în suspensii (MTS) din amestecul supernatant-ape uzate brute influente în SE crește de 4 ori (de la 87 mg/l în influentul SE, la 325 mg/l în amestecul supernatant- apă uzată brută);
- conținutul de substanțe organice (CCO Cr) crește în amestecul supernatant-ape uzate brute influente în SE cu 47 %, de la 271,5 mgO₂/l în apa uzată influentă în SE, la 401,2 mgO₂/l în amestecul supernatant- apă uzată brută.

În figura 6.7 se prezintă bilanțul de substanță pe linia nămolului:

SCHEMA TEHNOLOGICA A STATIEI DE EPURARE PITEȘTI
BILANT DE SUBSTANTA - LINIA NAMOLULUI



LEGENDA:

Linia nămolului

- SPNp - SP nămol primar
- SPNc - SP nămol concentrat
- CGNp - CG nămol primar
- CMNe - concentrare mecanică nămol în exces
- BANc - B. omogenizare/amestec
- BTNf - B. tampon nămol fermentat
- DMNf - deshidratare mecanică nămol fermentat
- RSs - rezervor stocare supernat

Cantități de nămol

- Vnp- nămol primar (m³/zi)
- Np- nămol primar (kg su/zi)
- Ve- nămol în exces (m³/zi)
- Ne- nămol în exces (kg su/zi)
- Vc- nămol după concentrare (m³/zi)
- Nc- nămol după concentrare (kg su/zi)
- Vnf- nămol fermentat (m³/zi)
- Ne- nămol fermentat (kg su/zi)
- Vnd- nămol deshidratat (m³/zi)
- Nd- nămol deshidratat (kg su/zi)

Umidități nămol

- Wnp- umiditate nămol primar
- Wne- umiditate nămol în exces
- Wnf- umiditate nămol fermentat
- Wnd- umiditate nămol deshidratat

Figura 6.7 Bilanț de substanță-linie nămol SE Pitești [46] [52]

Evaluarea indicatorilor de calitate ai nămolului, în perioada analizată s-a efectuat pe baza a trei probe momentane recoltate din fiecare tip de nămol, determinându-se conținutul de substanță uscată și cantitatea de materie organică din aceasta. Valorile medii sunt prezentate în graficele din figurile următoare [52].

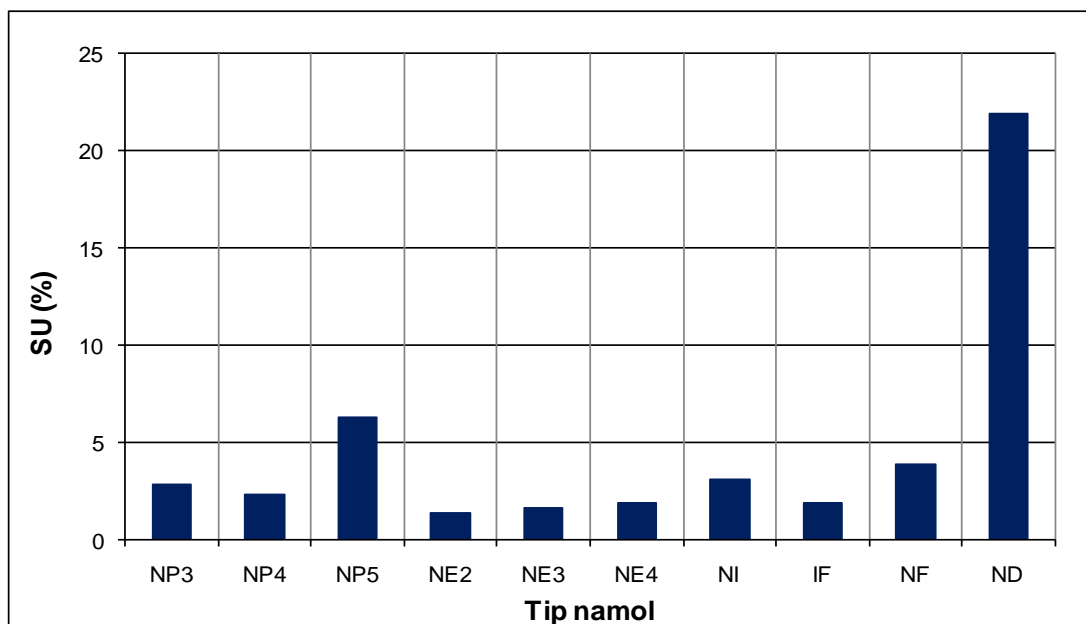


Figura 6.8 Variația concentrației de substanță uscată - valori medii.

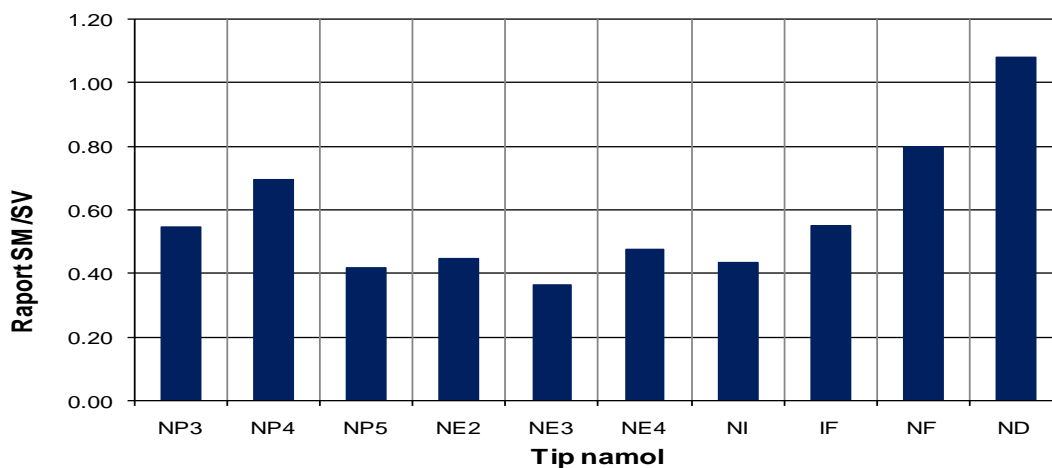


Figura 6.9 Variația raportului SM/SV pentru probele de nămol din SE Pitești: valori medii.

NP3 – nămol primar DP3; NP4 – nămol primar DP4; NP5 – nămol primar DP5; NE2 – nămol în exces DS 2; NE3 – nămol în exces DS3; NE4 – nămol în exces DS4; NI – nămol îngroșat mecanic; IF – nămol influent fermentare; NF – nămol fermentat; ND – nămol deshidratat.

Analiza efectuată pentru nămolul deshidratat indică valorile din tabelul 6.5.

Tabel 6.6 Calitatea nămolului deshidratat – proba momentană [51].

Nr. crt.	Indicator	U.M.	Valoare	C _{max. adm. cf. Ord. 344/2004}
1	Substanță uscată	%	21.1	-
2	Substanță organică	%	39.8	-
3	pH	unit pH	7.72	-
4	Azot total	% s.u.	5.84	-
5	Azot amoniacal	mg/kg s.u.	4752	-
6	Fosfor total	mg/kg s.u.	7746	-
7	Zinc	mg/kg s.u.	1677	2000
8	Cupru	mg/kg s.u.	144	500
9	Nichel	mg/kg s.u.	25	100
10	Cadmiu	mg/kg s.u.	1.44	10
11	Plumb	mg/kg s.u.	54.5	300
12	Crom total	mg/kg s.u.	64.9	500
13	Mercur	mg/kg s.u.	1.32	5
14	Cobalt	mg/kg s.u.	4.74	50
15	Fier	mg/kg s.u.	17670	-
16	Mangan	mg/kg s.u.	199	-
17	Arsen	mg/kg s.u.	8.45	10
18	AOX	mg/kg s.u.	109	-
19	LAS	mg/kg s.u.	1930	-
20	DEHP	mg/kg s.u.	0.87	-
21	NPE	mg/kg s.u.	637	-
22	PAH	mg/kg s.u.	4.72	5
23	PCB (sumă compuși 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	mg/kg s.u.	0.53	0.8

Analizele efectuate pun în evidență următoarele [46] [52][53]:

- Concentratoarele de nămol primar: sunt supradimensionate și realizează durate de concentrare mari (> 30 h cu un singur concentrator gravitațional în funcțiune); dispozitivul de amestec și colectare a nămolului concentrat este ineficient;
- Concentratoarele mecanice pentru nămolul în exces: teoretic au o capacitate mai mare decât cantitatea de nămol în exces necesar de prelucrat; nu se asigură funcționarea simultană a celor două utilaje; mașinile pot prelucra max. 24 m³/h, asigurând o reducere de umiditate de 3-4 %; utilajele de îngroșare mecanică nu sunt dotate cu recipiente de condiționare chimică (floculare) a nămolului; indicatorul suspensii (MTS) în supernatant indică creșterea de 4 ori față de MTS în apa uzată influentă în SE;
- Bazinele de amestec/omogenizare nămol primar concentrat și nămol în exces concentrat: în perioada de referință umiditatea realizată a fost de 98.07%;
- Rezervoare de fermentare a nămolului: încărcarea în substanță uscată și durata de fermentare se încadrează în limitele valorilor recomandate; rezultatele indică:
 - conținut de substanță organică 54÷58,5 %;
 - raportul substanță minerală/substanță volatilă subunitar (0,71÷0,86);
 - umiditatea nămolului fermentat $W_{nf} = 96,9 \%$.

Deficiențele puse în evidență în operarea rezervoarelor de fermentare anaerobă sunt:

- amestecul și recircularea nămolului cu eficiență redusă;
 - schimbătoarele de căldură sunt subdimensionate (50 % față de necesar);
 - cupola RFN-urilor prezintă fisuri care determină pierderi de biogaz.
- Deshidratarea mecanică a nămolului: realizează umidități ale nămolului deshidratat conforme cu valorile proiectate (75-76 %); capacitatea optimă de operare mai redusă datorată unei fermentări incomplete care conduce la coeficienți de filtrabilitate defavorabili pentru nămol; supernatantul are încărcări cu suspensii de 2-4 g/dm³.

6.3 Analiza tehnico-economică a proceselor din linia nămolului a SE Pitești

În tabelul următor sunt prezentate datele pe baza cărora s-a evaluat consumul de energie electrică aferent liniei nămolului.

Tabel 6.7 Evaluarea consumului de energie electrică - linia nămolului SE Pitești

Nr. crt.	Echipament	Nr. (unit.)	P _{instal} (kWh)	P _{absorbită} (kWh)	Nr. ore funcționare (h/zi)	Nr. ore funcționare (h/ 7 zile)	Energie (kWh/7 zile)
1	SP N _{primar}	3+2	27	18,3	3	21	384,3
2	Ventilator SP N _p	2	0,24	0,18	3	21	3,78
3	Pod raclor concentrator gravitațional	2	1,1	0,9	24	168	151,2
4	SP N _{primar conc.}	2+1	7,5	4,4	4,7	32,9	144,7
5	SP N _{ex}	2+1	8	5,6	4,7	32,9	184,2
6	Stație preparare/dozare polielectrolit	2+1	2,39	1,9	4,7	32,9	62,51
7	Mixer CMN _e	2	0,36	0,3	16	112	33,6
8	Concentrator mecanic	2	3	2,4	4,7	32,9	78,96
9	SP N _{ex. conc.}	2+1	8	4	4,7	32,9	131,6
10	Mixer BAN _c	2+2	20	8	24	168	1344
11	SP N _{conc.}	2+1	30	6,6	4,7	32,9	217,1
12	Pompă recirculare nămol RFN	3+3	9	5,1	24	168	856,8
13	Pompă apă caldă pt. încălzire nămol RFN	3+3	6,6	5,16	24	168	866,9
14	Impelere RFN	3	15	11,2	24	168	1881,6
15	Ventilator RFN	2	0,24	0,18	24	168	30,24
16	Mixer BTN _f	2+2	16	8,4	24	168	1411,2
17	SP N _{fermentat}	2+1	11	4	7,5	52,5	210
18	Centrifugă deshidratare mecanică	2+1	93	60	7,5	52,5	3150
19	Ventilator hală	5	2,75	1,75	7,5	52,5	91,8

Nr. crt.	Echipament	Nr. (unit.)	P _{instal} (kWh)	P _{absorbită} (kWh)	Nr. ore funcționare (h/zi)	Nr. ore funcționare (h/ 7 zile)	Energie (kWh/7 zile)
	deshidratare						
20	Banda transportoare turte nămol	2+1	6	4,2	7,5	52,5	220,5
21	Stație preparare/dozare polielectrolit N _f	2+1	5,58	3,2	7,5	52,5	168
22	SP _{supernatant}	1+1	6	5	7,5	52,5	132
23	Mixer RS _s	1	12	10	7,5	52,5	525
24	Gazometru	3	9	5,8	24	168	974,4
25	Instalație desulfurare	1	7,7	5,5	24	168	924
Total (pentru 168 ore)							14178,19

În tabelul 6.8 este cuprinsă evaluarea costurilor de epurare aferente liniei nămolului, pentru o perioadă de 7 zile (iunie 2012).

Tabel 6.8 Evaluare costuri de operare - linie nămol SE Pitești (perioada 21-28.06.2012)

Cost energie electrică: $Q_c=Q_{uz\ zi\ max}=107.227\ m^3/zi$; $N_d=13.682\ kg\ s.u./zi=13,7\ t\ s.u./zi$		
Consum energie	14178	kW
Cost specific energie electrică	0,45	lei/kWh
Cost energie electrică	6380	lei
Cost specific energie	148	kWh/t s.u.
	0,019	kWh/m³ a.u.
Cost reactivi (polimer)		
Doza polimer-condiționare nămol în exces	3	kg/t s.u.
Doza polimer-condiționare nămol fermentat	4	kg/t s.u.
Cost specific polimer	20,25	lei/kg
Cantitate de nămol în exces	7.558	kg s.u. /zi
Cantitate nămol fermentat	13.682	kg s.u. /zi
Consum zilnic polimer	77,5	kg/zi
Consum polimer: perioada	542,5	kg

Cost polimer: perioada	10.986	lei
Cost combustibil: gaz natural		
Consum specific gaz	30	m ³ /h
Cantitate gaz natural – încălzire nămol	5040	m ³
Cost specific gaz	1,5	lei/m ³
Cost gaz natural – încălzire nămol	7560	lei
Cost combustibil lichid –transport nămol (hală deshidratare-depozit nămol SE Pitești)		
Distanța transport	21	km
Consum combustibil (2 camioane – consum specific 25%)	525	l
Cost combustibil	3675	lei
Cost personal de operare linie nămol		
Cost specific personal operare	1540	lei/lună, angajat
Cost personal operare (5 angajați/tură)	2000	lei
Cost total de operare - linie nămol SE Pitești	30.801	lei
Cost de operare specific	322,5	lei/t s.u.

Analiza datelor din tabelele 6.7 și 6.8 pune în evidență:

- peste 30 % din costurile de operare sunt date de consumurile energetice: energie electrică, gaz natural și combustibil pentru transportul nămolului;
- energia recuperată din arderea biogazului este nesemnificativă (max. 10 % din valoarea teoretică);
- costurile cu personalul de operare depășesc 10 % din totalul cheltuielilor; aceasta demonstrează lipsa de eficiență a elementelor de automatizare din schema tehnologică;
- costul specific de operare, raportat la debitele influente în stația de epurare, este: 0,0571 lei/m³ a.uz.

Situația SE Pitești nu este singulară în România; sunt numeroase stații de epurare de capacitate mare: SE Iași, SE Cluj-Napoca, SE Timișoara și SE Arad unde consumurile

energetice pentru procesarea nămolurilor la umidități de $w \approx 75\%$ depășesc echivalent 500 kWh/t s.u.; acest lucru se datorează următoarelor elemente:

- utilizarea unor tehnologii depășite moral și fizic (RFN vechi de 30-40 de ani) care nu au fost aduse la parametrii optimi pentru un proces nou;
- lipsa de monitorizare și automatizare a proceselor;
- fiabilitatea redusă a utilajelor (necesar reparații în perioadele de garanție).

6.4 Condiționări privind utilizarea nămolului în agricultură

Aplicarea procesului cu restricții se datorează compoziției neadecvate a nămolului (existența metalelor grele), a dificultăților de a găsi un teren compatibil la o distanță optimă de sursă.

Se impune ca azotul din azotat să fie aplicat în cantități mai mici decât poate fi absorbit de plante; azotul în exces poate contamina apele subterane și/sau de suprafață. Procesele care afectează formele de azot din sol sunt mineralizarea, nitrificarea, denitrificarea, fixarea, adsorbția, volatilizarea, schimbul de ioni, convecția, dispersia și preluarea de către plante. Conversia azotului organic la amoniac se produce la viteze variabile în funcție de condițiile de climă și sol și de natura materiei organice, iar nitrificarea (oxidarea amoniacului la azotat) se produce relativ repede în solurile acide când temperaturile sunt favorabile. Denitrificarea (transformarea azotului din azotat în azot gazos) are loc în lipsa oxigenului și când există sursă de carbon favorabilă desfășurării activității biologice.

Microorganismele utilizează o parte din azotul din sol pentru a sintetiza noi celule. Ionii de amoniu pot fi fixați de materia organică și de argilele cu silicați protejate de atacul biologic. Volatilizarea amoniacului poate fi importantă la solurile cu pH ridicat.

Normele tehnice privind protecția mediului și în special a solurilor, când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură, stabilesc condițiile de valorificare a potențialului agrochimic al nămolurilor provenite din epurarea apelor uzate, prevenirea și reducerea efectelor nocive asupra solurilor, apelor, vegetației, animalelor, astfel încât să se asigure utilizarea corectă a acestora.

Se impun următoarele cerințe:

- concentrația de metale grele în solurile pe care se aplică nămoluri, concentrațiile de metale grele din nămoluri și cantitățile maxime anuale ale acestor metale grele care pot fi introduse în solurile cu destinație agricolă sunt prezentate în tabelele 6.9, 6.10 și 6.11;
- utilizarea nămolurilor este interzisă atunci când concentrația unuia sau mai multor metale grele din sol depășește valorile maxime stabilite în tabelul 6.9;
- pe terenurile agricole se pot împrăștia numai nămolurile al căror conținut în elemente poluante nu depășeșc valorile maxime prezentate în tabelul 6.10;
- cantitățile maxime admisibile de metale grele care pot fi aplicate pe sol pe unitatea de suprafață (ha) și an sunt prezentate în tabelul 6.11

Respectarea reglementărilor menționate intră în atribuțiile autorităților competente la nivel teritorial, după cum urmează: autoritatea teritorială de mediu și autoritatea teritorială agricolă.

Tabel 6.9 Valorile maxime admisibile al concentrațiilor de metale grele în solurile pe care se aplică nămoluri (mg/kg s.u. într-o probă reprezentativă de sol cu un pH >6,5)

Nr. crt.	Indicator	Valoare maximă (C.M.A.) (mg/kg s.u)
1	Calciu	3
2	Cupru	100
3	Nichel	50
4	Plumb	50
5	Zinc	300
6	Mercur	1
7	Crom	100

Tabel 6.10 Concentrațiile maxime admisibile de metale grele din nămolurile utilizate pentru fertilizare în agricultură

Nr. crt.	Indicator	Valoare maximă (mg/kg s.u)
1	Cadmiu	10
2	Cupru	500
3	Nichel	100
4	Plumb	300
5	Zinc	2.000
6	Mercur	5
7	Crom	500
8	Cobalt	50
9	Arsen	10
10	AOX (suma compușilor halogenați)	500
11	HAP (hidrocarburi aromatice policiclice) – suma următoarelor substanțe: antracen, benzopiren, benzoantracen, benzofluorantren, benzoperilen, benzopiren, fluorantren, indeno (1,2,3) piren, naftalină, fenantren, piren	5
12	PCB (bifenoli policlorurați) – suma compușilor cu numerele 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 conform Ordinului M.A.P.M. nr. 756/1997, pentru aprobarea Regulamentului privind evaluarea poluării mediului, publicat în Monitorul Oficial al României, P. I-a, nr. 303 bis din 6 Noiembrie 1997	0,8

Tabel 6.11 Valorile maxime pentru cantitățile anuale de metale grele care pot fi introduse în terenurile agricole pe baza unei medii de 10 ani

Nr. crt.	Indicator	Valoare maximă (kg/ha)
1	Cadmiu	0,15
2	Cupru	12
3	Nichel	3
4	Plumb	15
5	Zinc	30
6	Mercur	0,1
7	Crom	12

6.4.1 Legislația Uniunii Europene în domeniul utilizării agricole a nămolurilor

Legislația Uniunii Europene în domeniul utilizării agricole a nămolurilor poate fi sintetizată după cum urmează:

- Directiva 91/271/EEC privind epurarea apelor uzate orășenești stabilește că „nămolul provenit din epurarea apelor uzate se va reutiliza ori de câte ori acest lucru este adecvat” și „traseele către locul de stocare a nămolului se vor reduce la maximum pentru a reduce efectele negative asupra solului”.
- Directiva 86/278/EEC pentru protecția mediului și în special a solurilor, în cazul utilizării agricole a nămolurilor. Aceasta stă la baza controlului calității nămolurilor și solurilor și limitează aceste utilizări la situațiile când se pot asigura avantaje economice pentru culturi.
- Directiva 91/676/EEC privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole – stabilește controlul asupra răspândirii nămolurilor în zone cu tendințe de eutrofizare sau poluare cu azotați prin indicarea unor zone maxime de azot.
- Directiva cadru privind deșeurile nr. 2006/12/EEC – stabilește prioritatea acțiunilor întreprinse cu privire la reziduurile solide: evitarea și minimizarea generării de reziduuri, reciclarea reziduurilor, incinerarea reziduurilor (cu recuperarea de căldură) și stocarea reziduurilor pe sol.

Directiva 86/278/EEC impune la utilizarea nămolurilor în agricultură:

- interdicția împrăștierii nămolului atunci când pH-ul solului este < 5 ; limitele pentru metale în soluri depind de pH-ul solului;
- nămolul se utilizează doar pentru a satisface cerințele de nutrienți (N și P) ale culturilor;
- utilizarea nămolurilor pe câmp atunci când există risc de poluare a apelor subterane este interzisă;
- recoltarea culturilor fertilizate cu nămol este afectată de restricții.

Limitele concentrațiilor pentru o serie de substanțe chimice care se pot acumula în sol, în funcție de valoarea pH a solului sunt prezentate în tabelul 6.12

Tabel 6.12 Limitele concentrațiilor pentru anumite substanțe chimice care se pot acumula în sol conform Directivei 86/278/EEC.

Nr. crt.	Substanța	Valori limită în nămol (mg/kg SU)	Valori limită în sol (86/278/EEC)	
		Directiva 86/278/EEC	Sol (mg/kg)	Indice de aplicare (kg/ha.an)
1	Cd	20 – 40	1 – 3	0,15
2	Cu	1000 – 1750	50 – 140	12
3	Hg	16 – 25	1 – 1,5	0,1
4	Ni	300 – 400	30 – 75	3
5	Pb	750 – 1200	50 – 300	15
6	Zn	2500 – 4000	150 – 300	30

Utilizarea nutrienților din nămol are la bază conceptul reducerii sau eliminării consumului de îngrășăminte chimice. Nămolul prelucrat și transportat la amplasamentul destinat, trebuie încorporat în sol (arătură) imediat pentru a reduce la maximum efectele dăunătoare asupra mediului.

Factorul limitativ al utilizării agricole a nămolului este aportul de azot. În ipoteza unui conținut mediu de azot de 2,5 % și aplicând nămol cu un conținut de azot de până la 250 kg/ha, conform Directivei Europene a azotaților (91/676/EEC) rezultă un indice de aplicare a nămolului de 10 t s.u./ha.

Aplicarea anuală a acestui volum poate conduce la o acumulare excesivă de azot și fosfor în sol; se prevede ca aplicarea de nămol să se facă o dată la patru ani. Pe această bază se poate calcula volumul de nămol posibil de absorbit prin valorificarea pe terenuri agricole.

6.5 Studii și cercetări privind utilizarea în agricultură a nămolului procesat la SE Pitești

Compania S.C. APA CANAL 2000 S.A, în asociere cu Stațiunea de Cercetări Agricole Albota –SCAA, a efectuat în ultimii ani studii și cercetări în colaborare cu Oficiul pentru Studii Pedologice și Agrochimice - OSPA și Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică –ANCS, ale caror rezultate experimentale au permis, începând cu anul 2009, implementarea unui program privind utilizarea nămolurilor de la SE Pitești ca fertilizant organic al solului din poligonul experimental Stolnici. Programul are în vedere monitorizarea indicatorilor fizico-chimici de calitate ai solului și plantelor după aplicarea nămolului [35][50][58]. Autorul lucrării a participat ca membru al colectivului complex din partea S.C. APA CANAL 2000 S.A.

Concluziile „Studiului privind utilizarea în agricultură a nămolurilor procesate în cadrul Stației de epurare a municipiului Pitești și evaluarea impactului asupra producției și a mediului (solului)” au evidențiat următoarele [35][50]:

- solurile sunt de tip brun luvic (acid), cu o fertilitate naturală scăzută și un conținut ridicat de ioni de aluminiu și mangan, ioni care generează aciditatea potențială;
- prin aportul de elemente nutritive, nămolul determină modificări importante ale structurii chimice a solului;
- efectul remanent al aplicării nămolului pe luvosolul brun determină menținerea reducerii celor două componente ale acidității potențiale (Al + Mn), nivelul reducerilor fiind dependent de doza de nămol administrată;
- menținerea fertilității solului și chiar trecerea într– o clasă superioară de fertilitate pentru doze mai mari de 10 t nămol /ha;
- indiferent de perioada de recoltare a probelor de sol pentru testare, cât și de formele metalelor grele (mobile sau totale), conținutul acestora a crescut direct proporțional cu dozele de nămol aplicat și cu gradul de fertilitate a solului;

- modificările specifice ale concentrațiilor de metale grele din sol (forme mobile și totale) au fost determinate pe baza corelării dintre doza de nămol și conținutul de metale grele al solului;
- în vederea aprecierii corecte a gradului de contaminare sau de apariție a poluării solului cu metale grele, se stabilesc corelații între diferitele metale grele, în vederea stabilirii tipului de interacțiune (directă, sinergism și/sau inhibare);
- ionii de cupru, nichel și mangan pot reacționa cu materia organică (în urma acestor reacții rezultă compuși cu diferite grade de stabilitate), înscrierea ionilor metalelor grele fiind următoarea: $Mn < Cu < Zn < Pb < Cd < Ni$; dintre acești ioni, doar cei de cupru și mangan pot fi inactivați de materia organică, indiferent de nivelul cantităților prezente în sol;
- conexiunea directă dintre conținutul de cadmiu/nichel și materia organică, demonstrează faptul că aceste metale grele reacționează preponderent cu acizii huminici și mai puțin cu cei fulvici din materia organică;
- pentru testarea gradului de contaminare/poluare cu metale grele a solului, s-a propus un indice sintetic, reprezentat de raportul dintre concentrația efectivă totală în metale grele și valoarea standardizată prin *Ord. 344 / 16.08.2004*;
- în condițiile specifice studiului experimental, valorile indicelui de contaminare/poluare s-au situat la cel mult jumătate din intervalul standardizat, indiferent de elementul analizat;
- indicele de contaminare multiplă cu metale grele are o tendință de scădere prin asigurarea condițiilor optime de nutriție a plantelor, ca urmare a intensificării exportului de către plante, contribuind astfel la diminuarea contaminării solului cu metale grele.

6.5.1 Rezultatele cercetărilor experimentele realizate în perioada 2004-2007

Rezultatele obținute în urma derulării cercetărilor experimentele realizate în perioada 2004-2007 au pus în evidență următoarele [35][50]:

- în funcție de dozele aplicate, concentrațiile de Cd au înregistrat creșteri moderate la formele totale (Cd_{FT}) și semnificative la formele mobile (Cd_{FM}); concentrațiile de cadmiu s-au situat între 0,06 și 2,00 mg/kg s.u. Cd_{FM} ;
- dozele de nămol aplicate au favorizat absorbția ionilor de Cd^{2+} într-o relație direct proporțională cu acestea; astfel, în faza de înflorire, frunzele plantelor conțineau Cd_{FR} în medie între: 0,07-0,12 mg/kg s.u. la porumb (Fig. 6.10 – a), 0,16-0,22 mg/kg s.u. la grâu (Fig. 6.10 – b), 0,18-0,23 mg/kg s.u. la soia (Fig. 6.10 – c) și 0,20-0,24 mg/kg la grâu (Fig. 6.10 – d);
- datele obținute prin utilizarea nămolului menajer în eco-mediul agricol au pus în evidență limite nepericuloase pentru Cd, atât pentru sol, cât și pentru plante, din acest motiv recomandându-se utilizarea nămolului fermentat anaerob și deshidratat în cultura plantelor de câmp.

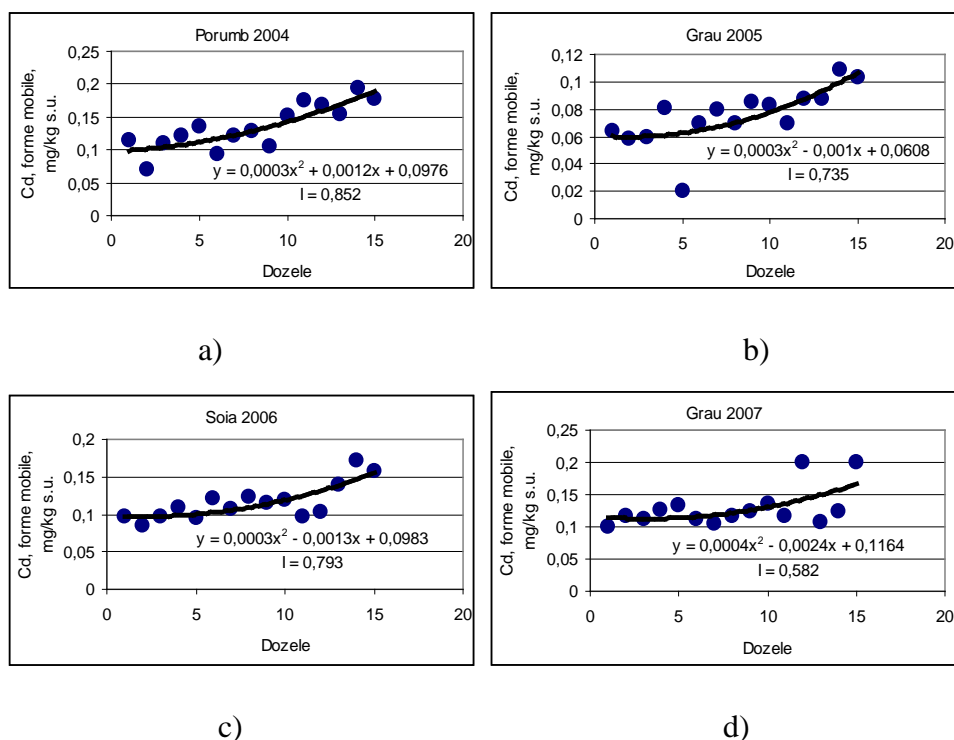


Figura 6.10 Evoluția concentrațiilor de Cd mobil (Cd_{FM}) în funcție de dozele de nămol & îngrășăminte chimice aplicate [35][50]

În cei patru ani valorile concentrațiilor de cadmiu (forme totale- Cd_{FT}) au oscilat între 0,091-0,100 mg/kg s.u. (ca limite minime) și 0,279-0,459 mg/kg s.u. (ca valori maxime) pe luvosolul pe care s-au efectuat experimentările (Tab. 6.13).

Tabel 6.13 Concentrațiile Cd_{FT} din sol (mg/kg s.u.)

Element /Plantă	Porumb		Grâu		Soia		Grâu		Limita toxică
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
Cd	0,145	0,459	0,091	0,185	0,100	0,180	0,126	0,279	3

După anul 2007 cercetările privind valorificarea în agricultură a nămolului procesat la SE Pitești au cuprins următoarele [35] :

- un studiu pilot, în care s-au utilizat parcele de 5 – 10 ha, fiind aplicate ca îngrășământ nămoluri rezultate de la SE Pitești; rezultatele obținute au confirmat dependența dintre dozele de nămol și producția obținută pe luvosolul amendat cu nămol fermentat și deshidratat. În figura 6.11 se observă creșterea producției în funcție de doza aplicată la toate tipurile de culturi;

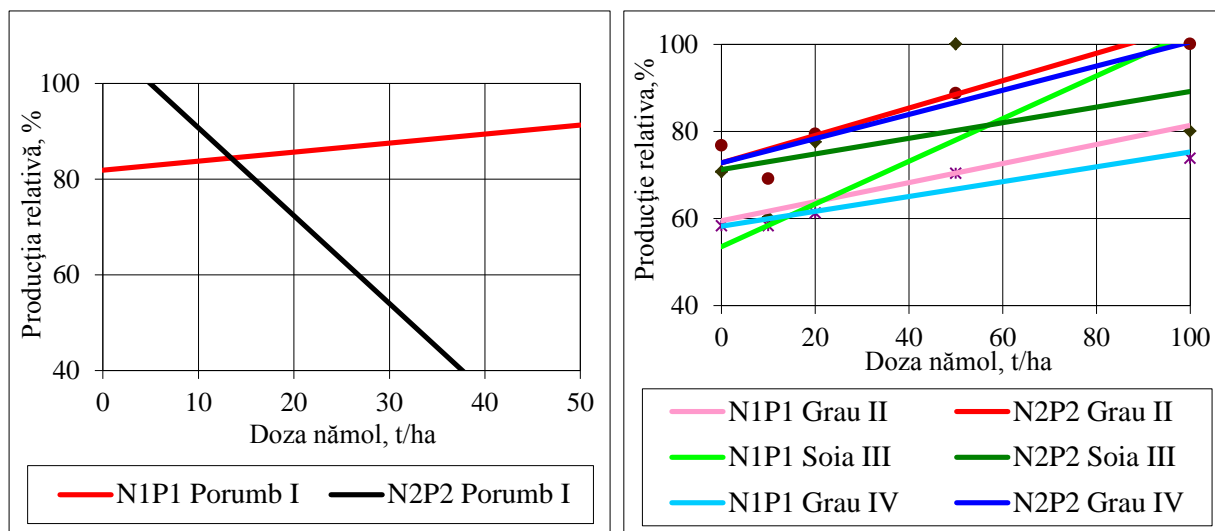


Figura 6.11 Relația de dependență dintre dozele de nămol și producția obținută pe luvosolul pedoameliorat cu nămol [50].

Monitorizarea continuă a modificărilor apărute în sol, precum și a tendinței de acumulare a metalelor grele în produsele agricole rezultate s-a efectuat pe o perioadă de 4 ani fiind analizate următoarele elemente:

a) nivelul de contaminare a solului cu metale grele

Prin compoziția sa, aplicarea nămolului generează o acumulare de metale grele, cu diferite influențe asupra sistemului sol – plantă.

Solurile acide mențin metalele grele sub formă accesibilă plantelor ca urmare a solubilității ridicate la $\text{pH} < 6$, cu implicații majore directe asupra sistemului sol – plantă; s-a propus limitarea indicilor de contaminare individuală pentru sistemul Pb – Cd – Ni, cu impact deosebit asupra solurilor acide grele, la o valoare însumată de maxim 1. Indicele de contaminare se calculează cu relația [35]:

$$[\text{Pb}]/75 + [\text{Cd}]/2 + [\text{Ni}]/75 \leq 1 \quad (6.1)$$

Stabilirea gradului de contaminare al solului cu metale grele s-a urmărit prin indicele de contaminare individuală. Datele obținute arată:

- indicii de contaminare individuală pentru metalele grele testate, se situează sub concentrațiile maxim admisibile; solurile de tip luvosol au posibilitatea intrinsecă de limitare a efectului acidității asupra balanței de metale grele, rezultând faptul că, în condițiile pedoameliorării solurilor acide cu nămol din apele uzate urbane, nu există risc de depășire a valorilor concentrațiilor maxime admise de metale grele (VCMA) prin Ord. MAPPM 344/2004, în condițiile în care aplicarea este științific coordonată.

b) impactul aplicării nămolului asupra caracteristicilor chimice ale recoltelor

Caracterizat printr-un conținut ridicat de NPK, nămolul rezultat de la epurarea apelor uzate urbane, aplicat pe solurile acide, determină îmbunătățirea calității nutriției plantelor cultivate: cereale, plante tehnice sau diverse soiuri de pomi fructiferi, datele fiind sintetizate în [2][3][4][27][28][29].

Pentru recoltele obținute pe solurile acide, se propune utilizarea unui indice relativ de poluare fitotoxică, a cărui expresie este [35]:

$$I_p = (\text{Cu}/30)^2 + (\text{Ni}/50) + (\text{Zn}/140) \quad (6.2)$$

Tabel 6.14 Efectul aplicării nămolului asupra indicelui relativ de contaminare/poluare fitotoxică cu metale grele în recoltele obținute pe luvosolul de la Albota – Argeș

Nr. crt.	Doze		Aplicare		Remanență	
	Îngrășămintă kg/ha	Nămol t/ha	Primul an	Al 2 – lea an	Primul an	Al 2 – lea an
1	N _x P _y	0	0,17	0,52	1,49	0,37
2		10	0,20	0,70	1,19	0,49
3		50	0,29*	0,84	1,28	0,33
4	N _p P _z	0	0,17	0,63	1,64*	0,24
5		10	0,20	0,77*	1,44	0,33
6		50	0,25*	0,89*	1,17	0,34

N_xP_y – Doza redusă de îngrășămintă chimice, specifică culturii agricole

N_pP_z: – Doza optimă de îngrășămintă chimice, specifică culturii agricole

Concluziile aplicării nămolului fermentat și deshidratat în agricultură sunt:

- nămolul de la epurarea apelor uzate urbane poate fi ameliorator al solurilor acide, nivelul recoltelor obținute justificând acest lucru;
- ameliorarea solurilor acide cu nămol nu poluează solul sau plantele cu metale grele, nitriți sau nitrați, dacă sunt respectate o serie de condiționări cum sunt: calitatea nămolului, doza optimă, perioada de revenire, asolamentul folosit și perioada de aplicare;
- la stabilirea dozei de nămol, se vor avea în vedere toți factorii limitativi, dar cu precădere: conținutul acestuia în metale grele și azot, în raport cu concentrația maximă admisă standardizată;
- pentru evaluarea gradului de poluare/contaminare cu metale grele a solurilor acide, se propune un *indice de poluare* a cărui valoare se calculează utilizând formula (6.1);
- cerealele și plantele tehnice pot fi cultivate pe solurile acide ameliorate cu nămol, datele analitice obținute cu privire la compoziția chimică a acestora indicând încărcarea maximă admisibilă (VLMA);

- pentru evaluarea nivelului de contaminare/poluare cu metale grele a plantelor crescute pe solurile acide ameliorate cu biosolid, se propune utilizarea unui indice sintetic -formula (6.2) [35].

6.5.2 Rezultatele Studiului „Influența furajării ovinelor cu furaje obținute din culturi fertilizate organic cu nămol de epurare. Studiul calității laptelui și a cărnii produse“ [50].

În anul agricol 2011, în cadrul poligonului experimental Stolnici, cercetările au fost extinse prin Proiectul „Influența furajării ovinelor cu furaje obținute din culturi fertilizate organic cu nămol de epurare. Studiul calității laptelui și a cărnii produse“.

Studiul a vizat:

a) conținutul de metale grele în sânge (ser)

Normal, în sânge există o concentrație de 0,05 - 0,25 mg.P_b/l. La valoarea de 0,40 mg P_b/l se consideră un nivel ridicat (valoare periculoasă îndeosebi pentru tineret și animalele gestante, chiar dacă nu apar semne de intoxicație), iar valorile situate între 0,5 - 1,0 mg Pb/l indică intoxicație.

S-a constatat faptul că, la ieșirea animalelor din stabulație, atât la lotul experimental, cât și la lotul martor, la toate probele/animal analizate, conținutul de plumb în sânge este sub 0,01 ppm, practic chiar sub limitele considerate normale, fără nici un fel de influențe date de proveniența furajelor.

Rezultatele analizelor efectuate toamna, la ambele loturi studiate, au arătat valori ale conținutului de plumb în sânge de 0,02 - 0,03 ppm, valori, de asemenea, normale și neinfluențate de proveniența furajelor.

Determinările efectuate au relevat faptul că, hrănirea ovinelor pe perioada de stabulație cu furaje obținute pe terenuri unde au fost reciclate nămoluri de epurare, nu determină modificări ale conținutului de plumb în sângele acestora și, în toate cazurile, conținutul de plumb în sânge se situează la valori considerate normale.

Conținuturile de cupru din serul sanguin al ovinelor, determinate primavara la ieșirea din stabulație, se situează la toate probele/animal, atât din lotul furajat cu

produse obținute pe terenuri unde s-au aplicat nămoluri, cât și pe lotul martor, la valori extrem de scăzute, reprezentând o cupremie normală (0,1 – 0,2 mg/100 ml).

b) conținutul de metale grele în țesutul muscular

Au fost analizate concentrațiile de Pb, Cd, Cu, Zn și Mn pe animale tinere/adulte în perioade de primăvară/toamnă și s-a realizat comparația acestora cu probele martor de la animale hrănite cu furaje de pe loturi fără aplicarea nămolului; rezultatele au indicat încadrarea concentrațiilor obținute la valori reduse (sub limitele normale).

6.6 Conformarea schemei tehnologice de prelucrare a nămolului din SE Pitești la strategia valorificării nămolului la nivelul județului Argeș

Pentru încadrarea în cerințele Strategiei județene privind valorificarea nămolului (parte componentă a Aplicației de Finanțare a Proiectului “Extinderea și reabilitarea infrastructurii de apă și apă uzată în județul Argeș” finanțat în cadrul Axei prioritare 1 - POS Mediu din Fondul de Coeziune), la SE Pitești sunt prevăzute următoarele lucrări [37]:

- rezervoare noi de stocare/omogenizare pentru nămolul rezultat din stațiile de tratare a apei și a unei cantități de 20 % din nămolul provenind din SE Pitești;
- extinderea tehnologică a instalației de deshidratare a nămolului, necesară pentru creșterea conținutului de substanță uscată la 35% (cf. legislației pentru eliminarea nămolului la depozitele ecologice de deșeuri).

Conform Strategiei județene privind managementul nămolului rezultat de la stațiile de epurare, SE Pitești va primi și va trata suplimentar nămolul rezultat din stațiile de tratare a apei din județul Argeș (Budeasa, Costești, Topoloveni și Rucăr). Lucrările din proiectul ISPA asigură pentru stația de epurare un nămol cu un conținut de solide uscate situat între 22 și 25%, în timp ce nămolul provenit de la stațiile de tratare, va avea 8% conținut de substanță uscată.

Soluția de valorificare a nămolurilor provenite de la SE Pitești și a celor rezultate din stațiile de tratare a apei din județul Argeș va fi:

- 20% din cantitatea totală de nămol provenit de la SE Pitești (75 - 100 m³/zi, 3% s.u.) și 100% din cantitatea totală de nămol rezultată de la stațiile de tratare a apei din județul Argeș (25 - 30 m³/zi, 8% s.u.) va fi deshidratat la 35% conținut de substanță uscată; volumul de nămol rezultat după deshidratare va fi eliminat la Depozitul ecologic Albota;
- 80% din cantitatea totală de nămol provenită de la SE Pitești (325-350 m³/zi) va fi valorificat în agricultură ($w < 78 \%$).

Lucrările propuse în cadrul Proiectului finanțat prin POS Mediu 2007-2013 cuprind:

- 2 rezervoare de omogenizare noi care vor asigura un timp de retenție de 8 ore; pentru evitarea sedimentării nămolului, rezervoarele vor fi echipate cu sistem de omogenizare mecanică (mixere submersibile); pentru preluarea nămolului provenit de la stațiile de tratare a apei, va fi amenajată o platformă adiacentă rezervorului de omogenizare, împreună cu toate instalațiile necesare transvazării nămolului în noile rezervoare; bazinele de omogenizare vor fi dotate pentru eliminarea supernatantului;
- 1 instalație de deshidratare mecanică a nămolului compusă din 1 + 1 unități, care vor asigura creșterea conținutului de s.u. în nămol până la $\geq 35\%$; unitățile de deshidratare vor fi dotate integral: unități de pompare, unități de dozare reactivi și condiționare nămol.

În tabelul 6.15 este prezentată estimarea costurilor de operare și întreținere aferente instalației de deshidratare ce urmează să fie realizată în cadrul Proiectului regional finanțat prin POS de Mediu 2007-2013. La evaluarea costurilor reactivilor utilizați pentru condiționarea nămolului au fost luate în considerare două variante:

- varianta I: condiționare minerală cu var și clorură ferică;
- varianta a-II-a: condiționare cu polimer și clorură ferică.

Tabel 6.15 Estimare costuri de operare: instalație deshidratare suplimentară - linie nămol SE Pitești

1) Cost energie electrică: instalație de deshidratare suplimentară nămol de la 22% la 35%		
Consum energie: - filtre presă (t= 8h/zi; 2 unități): P=22,3 kWh x 2 x 8 = 356,8 kW/zi - mixere (t=10 h/zi; 2 unit.; P= 5 kWh/unit): Pi =100 kW/zi - stație reactivi (t= 8h/zi; P=2 kWh): P= 16 kW/zi	472,8	kWh/zi
Preț mediu energie electrică	0,45	lei/kW
Cost energie electrică	77.657,4	lei/an
2) Cost reactivi condiționare minerală nămol: var și clorură ferică - varianta I		
Doza Fe Cl ₃ /s.u. (4-6 %) [12]	5	%
Doza var/s.u. (25-35 %) [12]	35	%
Preț mediu Fe Cl ₃	2700	lei/t
Preț mediu var	800	lei/t
Cantitate nămol deshidratat suplimentar (20% nămol SE Pitești și 100 % nămol provenit de la tratarea apei)	2,7	t s.u./zi
Consum zilnic Fe Cl ₃	0,135	t/zi
Consum zilnic var	0,945	t/zi
Cost reactivi: varianta I (Fe Cl₃ + var)	408.982,5	lei/an
3) Cost reactivi condiționare nămol: polimer și clorură ferică – varianta a-II-a		
Doza Fe Cl ₃ /s.u. (4-6 %) [12]	4	%
Doza polimer/s.u. (5-6 %) [12]	5	%
Preț mediu Fe Cl ₃	2700	lei/t
Preț mediu polimer	20.250	lei/t
Cantitate nămol deshidratat suplimentar	2,7	t s.u./zi
Consum zilnic Fe Cl ₃	0,108	t/zi
Consum zilnic polimer	0,135	t/zi
Cost reactivi: varianta a-II-a (Fe Cl₃ + polimer)	1.104.253	lei/an
4) Cost substanțe chimice /consumabile laborator (lucrări propuse)		
Cost substanțe chimice	293	lei/zi
Cost consumabile (hârtie, toner, etc.)	14	lei/zi
Cost substanțe chimice /consumabile laborator	112.055	lei/an
5) Cost reparații /întreținere (lucrări propuse)		
Cost investiție	8.742.811,5	lei

Cost reparații/ întreținere (0,75 % din costul de investiție)	65.571	lei/an
6) Cost personal de operare instalație deshidratare suplimentară nămol		
Cost specific personal operare	2.500	lei/lună, angajat
Cost personal operare (2 angajați/tură)	60.845	lei/an
7) Cost amortizare (co-finanțare 15%; perioada medie de amortizare: 20 ani)	65.571	lei/an
8) Cost transport/depozitare nămol - Depozit ecologic Albota		
Cost mediu unitar	293	lei/t
Cantitate nămol eliminat la Depozitul Albota	2.423	t/an
Cost transport/depozitare nămol	709.940	lei/an
9) Cost utilizare nămol în agricultură-terenuri agricole Buzoești/Stolnici		
Cost mediu unitar (testare /transport)	315	lei/t
Cantitate nămol utilizat în agricultură	6992	t/an
Cost utilizare nămol în agricultură	2.202.480	lei/an
COST TOTAL SPECIFIC: VARIANTA I	3.703.102	lei/an
	393	lei/t s.u.
COST TOTAL SPECIFIC: VARIANTA A-II-A	4.398.373	lei/an
	467	lei/t s.u.

6.7 Elemente privind dezvoltarea tehnologiei de prelucrarea a nămolului între 2014-2025

În tabelul următor sunt cuprinse cantitățile de nămol (necesar a fi prelucrate) estimate pentru perioada 2014-2025:

Tabel 6.16 Cantități estimate de nămol provenit de la stațiile de epurare, 2014 – 2025 (tone s.u./an)

Nr. crt.	Aglomerare	Cantități de nămol (tone s.u. /an)		
		2014	2020	2025
1	Pitești	18424,41	18096,18	17827,14
2	Costești - Buzoești	403	395,82	389,91
3	Topoloveni	596,73	586,09	577,36
4	Rucăr	238,05	233,77	230,27
5	Bârla	104,64	102,77	101,23
6	Țițești	174,23	171,14	168,59
7	Total	19941	19586	19295

Este de așteptat ca aceste cantități să crească datorită cantităților suplimentare de nămol provenite de la stațiile de epurare din mediul rural aferente localităților care vor fi cuprinse în aria de deservire a Operatorului regional; se estimează o creștere cu 2000 tone s.u. /an (22 % s.u.).

În acest context, la nivelul anului 2025, cantitatea de nămol estimată va fi de 21.300-21.500 t s.u./an ($w=78\%$).

În ceea ce privește privind managementul nămolului se vor lua în considerare următoarele variante:

6.7.1 Varianta 1

În fiecare locație de stație de epurare se va asigura deshidratarea nămolului și utilizarea acestuia în agricultură; sunt necesare depozite locale care să permită compensarea cantităților de nămol între producția zilnică și utilizarea aleatoare, funcție de ciclul agricol și pedoameliorator; în această schemă se încadrează stațiile de epurare: Costești, Topoloveni, Rucăr, Bârla și Țițești.

Pentru SE Pitești, care va asigura preluarea integrală a cantităților de nămol din Aglomerarea Pitești, estimate la 17.830 t s.u./an ($w \leq 78\%$); volumul zilnic de nămol care urmează să fie prelucrat este de 175 m³/zi.

Prioritatea zero a filierei tehnologice a nămolului la SE Pitești este reprezentată de creșterea producției de biogaz și valorificarea acestuia în vederea obținerii independenței energetice a liniei nămolului; pe baza datelor de operare obținute la Stația de epurare Praga [11] a rezultat că producția de biogaz este de 0,6-0,8 Nm³ biogaz/kg. s.o. redusă.

Pentru schema tehnologică a procesării nămolului la SE Pitești se propune pentru etapa 2014-2025:

- construcția a două rezervoare noi de fermentare a nămolului care să asigure fermentarea termofilă (55°C);
- cuplarea celor două rezervoare noi cu două dintre RFN-urile existente ($V=8000 \text{ m}^3$) care să funcționeze în faza mezofilă (35°C) ;
- asigurarea concentrării nămolului primar și în exces la $w \leq 95\%$.

Avantajele acestei scheme tehnologice sunt:

- poate asigura până la $0,8 \text{ Nm}^3$ biogaz/kg. s.o. redusă;
- reduce concentrațiile de H_2S din biogaz cu 50 % față de fermentarea mezofilă;
- elimină compușii sulfurici din biogaz și simplifică tehnologia de purificare a biogazului.

Pe baza unui studiu de impact de mediu și a unui studiu tehnico-economic de detaliu, se va stabili mutarea actualului amplasament al liniei nămolului, într-un amplasament nou, situat la 10-15 km distanță de cel actual, luând în considerare pomparea nămolurilor primare și în exces în noul amplasament.

6.7.2 Varianta 2

Are la bază concentrarea fermentării anaerobe și deshidratării nămolurilor de la toate stațiile de epurare situate în aria de deservire a Operatorului Regional, într-un amplasament unic: zona SE Pitești sau apropiat de municipiul Pitești (max. 10 km, zona Albota sau zona Est –Autostrada A1); într-un amplasament nou nămolurile primare și în exces pot fi transportate prin pompare de la SE Pitești; de la SE Costești și SE Topoloveni nămolurile îngroșate (nefermentate) pot fi transportate cu autovehicule ($11 \div 12 \text{ m}^3/\text{zi}$ nămol cu $w = 95 \%$).

În noul amplasament schema tehnologică va cuprinde:

- pre-încălzirea nămolului, varianta cu sterilizare la $150 \text{ }^\circ\text{C}$;
- fermentarea nămolului în două trepte: termofilă-mezofilă cu realizarea unei producții de biogaz de $0,7 \dots 0,8 \text{ Nm}^3$ biogaz/kg. s.o. redusă;
- epurarea biogazului și valorificarea acestuia în sisteme care produc energie termică/electrică;
- uscarea nămolului la $w \leq 10 \%$;

În această variantă cantitățile de nămol rezultate se reduc la max. $1400 \div 1500$ t/an cu o concentrație de s.u. $\geq 90\%$.

Avantajele acestei variante sunt următoarele:

- se poate asigura integral independența energetică a liniei tehnologice de procesare a nămolului formată din: pre-încălzire, fermentare anaerobă în două trepte și uscare;
- cantitățile de nămol rezultate: 4 ÷ 4,5 t s.u. /zi (90% s.u.) pot fi utilizate în agricultură, silvicultură și amenajare terenuri degradate, în condiții de siguranță din punct de vedere bacteriologic și de eliminare a riscurilor privind sănătatea populației și mediul înconjurător.

Dezavantajul principal în reprezintă necesitatea realizării unor investiții de 15÷20 mil. Euro.

CAPITOLUL 7: CONCLUZII GENERALE

7.1 Conținutul lucrării

Necesitatea obiectivă a abordării subiectului este prezentată în Cap. 1; sunt date elementele de bază din strategia județului Argeș privind reabilitarea/extinderea infrastructurii de apă/apă uzată, reglementările legislative bazate pe cerințele Directivei 91/271/EEC și indicatorii de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare.

Obiectivele lucrării au luat în considerare:

- studii privind managementul nămolului provenit din epurarea apelor uzate în aria de deservire a Operatorului Regional S.C. Apă Canal 2000 S.A. Pitești;
- analize de opțiuni referitoare la colectarea și epurarea apelor uzate în aglomerările urbane din județul Argeș;
- analize de opțiuni privind implementarea strategiei naționale de valorificare a nămolurilor în județul Argeș;
- studii de caz: tehnologia de prelucrare a nămolului la SE Pitești.

Situația existentă a sistemelor de canalizare în județul Argeș formează Cap. 2; se prezintă: lungime rețele de canalizare, procentul de conectare (61 % urban și 8% rural), stații de epurare existente; configurarea aglomerărilor urbane (fig. 2.1.) și analiza debitelor / încărcărilor cu poluanți pentru aglomerările: Pitești, Câmpulung, Curtea de Argeș, Mioveni, Topoloveni și Costești. Se concluzionează asupra: stării rețelelor de canalizare, necesității reabilitării unui procent de 30-40% din lungimea totală a rețelelor existente, lipsei abordării problemelor colectării/evacuării apelor meteorice; epurare apelor uzate în localitățile Costești, Topoloveni, Curtea de Argeș și Câmpulung este deficitară datorită existenței unor tehnologii învechite și depășite moral/fizic.

Analiza de opțiuni pentru sistemele de canalizare din aglomerările urbane ale județului Argeș este prezentată în Cap.3. De asemenea, sunt prezentate elemente referitoare la conceptul rețelelor de canalizare: gravitațional, vacuumat și prin pompare, cu avantajele/dezavantajele aferente (§ 3.2); pentru fiecare aglomerare urbană s-au analizat variantele referitoare la colectarea/epurarea apelor uzate bazate pe:

- sisteme centralizate (pentru fiecare aglomerare) sau sisteme independente (pentru fiecare localitate inclusă în aglomerare);
- tip de material și metoda de execuție pentru rețele de canalizare;
- epurarea apelor uzate prin procedee extensive și intensive;
- s-au efectuat costurile de investiție/operare pentru fiecare opțiune analizată, inclusive costul unitar și valoarea actualizată netă.

Au rezultat variantele (opțiunile) optime de adoptat; acestea au fost incluse și în “*Master Plan-ul pentru serviciile de alimentare cu apă și canalizare din județul Argeș*” (varianta 2009 aprobată de Ministerul Mediului prin Adresa D.G.M.I.S. nr. 84682/2009) și de Consiliul Județean Argeș prin HCJ nr. 72/2009).

Stadiul actual al tehnologiilor de prelucrare a nămolului din stațiile de epurare este prezentat în Cap.4. Sunt cuprinse bazele calculului: cantități specifice rezultate din procese independente și principalele caracteristici ale nămolului (filtrabilitate și putere calorică). În § 4.2 se prezintă criteriile de alegere a schemei de prelucrare a nămolurilor: calitatea apelor uzate, treapta de epurare din care provine, impactul asupra mediului și criteriile tehnico-economice; sunt analizate următoarele scheme de prelucrare a nămolului: schema generală, schema cu fermentarea nămolului în 2 trepte, schema cu stabilizarea aerobă a nămolului; se indică parametrii tehnologici pentru dimensionarea principalelor obiecte tehnologice din schemă.

Concentrarea nămolurilor (§ 4.3) analizează procedeul de concentrare gravitațională și procedeul de flotație cu aer dizolvat (DAF); centrifugarea nămolurilor se analizează cu procedee mecanice, fiind prezentate performanțele pe tipuri de nămol și cantități de polimer utilizate (Tab. 4.6). Pentru deshidratarea nămolului se prezintă deshidratarea naturală (suprafețe/l.e.) și deshidratarea mecanică prin: centrifugare, filtre bandă și filtre presă; se pun în evidență parametrii de dimensionare, condițiile de aplicare și performanțele funcție de tipul nămolului, sistemele de condiționare și dozele de reactivi utilizate.

Strategia managementului nămolului în județul Argeș este prezentată în Cap.5. Sunt cuprinse:

- scenariile de valorificare a nămolurilor (Tab. 5.1) cu avantajele și dezavantajele aferente;

- alternative de management: 4 scenarii;

Elementele de bază privind adoptarea alternativelor sunt:

- utilizarea parțială sau totală a nămolului deshidratat de la stațiile de epurare în agricultură;
- deshidratarea a 20 % din nămolul provenit de la SE Pitești la 35 % s.u. și eliminarea la Depozitul ecologic Albota;
- mixarea parțială a nămolului de la SE Pitești cu nămolul provenit de la stațiile de tratare a apei și deshidratarea amestecului la 35 % s.u. pentru a fi depozitat la Depozitul ecologic Albota;
- co-incinerarea la Combinatul de ciment Holcim Câmpulung a 20% din cantitatea de nămol provenit de la stațiile de epurare;
- incinerarea unui procent (13 %) din nămolul provenit de la SE Pitești.

Pentru toate scenariile sunt efectuate calculele privind costurile totale de investiție și operare; Tabelul 5.15 indică costurile totale anuale până în anul 2025; rezultă un cost specific pentru Scenariul I de 70,6 Euro/t s.u.

Analiza liniei tehnologice de prelucrare a nămolului la SE Pitești - studiu de caz (Cap.6) cuprinde:

- descrierea proceselor, dotărilor și parametrilor funcționali;
- bilanțul de substanță pe baza măsurătorilor efectuate privind indicatorii de calitate pentru influența stațiilor de epurare și variația concentrației în substanță uscată pe linia nămolului.

În § 6.3 se efectuează analiza tehnico-economică a proceselor liniei nămolului: consumul de energie electrică și costurile de operare. Rezultatele pun în evidență:

- costuri medii de 320 lei/t s.u. (71 Euro/t s.u.);
- raportat la debitul de apă epurată (influența SE Pitești) costul specific este 0,06 lei/m³ apă uzată.

Sinteza studiilor și cercetărilor pentru utilizarea nămolului în agricultură este prezentată în § 6.5; sunt analizate:

- condiționările privind utilizarea nămolului corelate cu legislația comunitară;
- concluziile studiilor consorțiului S.C. Apă Canal - Stațiunea de Cercetări Agricole Albota, la care autorul a participat, privind:
 - nivelul de contaminare a solului cu metale grele;
 - impactul aplicării nămolului asupra caracteristicilor chimice ale recoltelor;
 - factorii care influențează efectul pedoameliorator al nămolului;
 - factorii limitativi în stabilirea dozelor de nămol.

În § 6.5.2 sunt prezentate rezultatele parțiale obținute în 2011 în poligonul experimental Stolnici prin Proiectul „Influența furajării ovinelor cu furaje obținute din culturi fertilizate organic cu nămol de epurare. Studiul calității laptelui și a cărnii produse“; pe baza analizelor concentrațiilor de Pb, Cd, Zn, Cu și Mn pe animale tinere/adulte; concluziile pun în evidență încadrarea în limite normale fără pericole referitoare la modificări structurale în starea produselor rezultate.

Conformarea schemei tehnologice a nămolului provenit de la SE Pitești la strategia valorificării nămolului în județul Argeș se prezintă în § 6.6; se analizează schema deshidratării nămolului (20% din nămolul SE Pitești și 100 % nămolul de la stațiile de tratare) la 35% s.u. pentru a fi depozitat la Depozitul ecologic Albota; este prezentată (Tab. 6.15) estimarea de costuri în două variante (condiționare minerală nămol cu var și clorură ferică, respectiv condiționare cu polimer și clorură ferică).

În § 6.7 se prezintă propunerile privind dezvoltarea tehnologiei de prelucrare a nămolului în etapa 2014-2025. Sunt analizate două variante:

- varianta 1: deshidratarea nămolului la 22 % s.u. pentru toate stațiile de epurare < 10.000 l.e. și utilizarea locală în agricultură; pentru SE Pitești se propune trecerea la fermentarea în două trepte (termofilă-mezofilă) și dotarea liniei nămolului pentru asigurarea independenței energetice prin producția de biogaz; pe baza rezultatelor studiilor pedoameliorative privind creșterea

producției agricole și animaliere se poate trece la reducerea umidității nămolului la 80-85 % pentru reducerea costurilor de transport;

- varianta 2: se bazează pe conceptul concentrării nămolului deshidratat (22 % s.u.) într-un singur amplasament nou (≈ 10 km de municipiul Pitești) și asigurarea unei filiere tehnologice care să asigure: stabilizarea nămolului, o producție de biogaz $\geq 0,8 \text{ N m}^3$ biogaz/kg s.o. redusă și uscare la 90 % s.u.; valorificarea complexă a unei cantități de 4-4,5 t/zi (90 % s.u.) în domeniile: agricultură, silvicultură, construcții și amenajări terenuri degradate.

7.2 Contribuțiile autorului

Subiectul abordat este de actualitate deoarece se înscrie pe linia cerințelor privind reutilizarea nămolurilor provenite din epurarea apelor uzate. În contextual actualei crize ecologice și energetice, problema managementului nămolului pe baza limitelor de suportabilitate ale mediului, ca o componentă principală a dezvoltării durabile, și ținând seama de dezvoltarea sistemelor centralizate de canalizare, se înscrie în cerințele și recomandările UE legate de implementarea unor tehnologii noi pentru reutilizarea energetice incorporate în sisteme.

Principalele contribuții ale autorului tezei sunt prezentate după cum urmează:

- sinteza și analiza unui vast material bibliografic din țară și străinătate privind managementul și tehnologiile aplicate pentru nămolurile din stațiile de epurare;
- analiza obiectivă a stadiului actual al sistemelor de canalizare în județul Argeș;
- elaborarea analizei de opțiuni pentru sistemele de colectare și epurare a apelor uzate din județul Argeș;
- elaborarea variantelor privind managementul nămolului rezultat din stațiile de epurare;
- analiza tehnologiei prelucrării nămolului la SE Pitești în etapa actuală și conformarea tehnologică la strategia județeană privind managementul nămolului;

- studiile și cercetările privind utilizarea nămolului în agricultură: elaborarea studiului asupra managementului integrat al nămolurilor provenit de la stațiile de epurare;
- stabilirea celor mai bune tehnici, cost-eficiență pentru reducerea consumurilor de energie și asigurarea tendinței de independență energetică a liniei nămolului în SE Pitești.

7.3 Perspective, tendințe viitoare

Problemele managementului nămolului rezultat din procesele de epurare se vor acutiza în deceniile următoare datorită creșterii cantităților produse urmare a dezvoltării sistemelor de canalizare, epuizării solurilor compatibile și restricțiilor impuse de protecția mediului

Studiile și cercetările privind un management integrat cu valorificarea integrală a potențialului energetic al nămolurilor, reprezintă domeniul în care trebuie acționat; aceasta va permite:

- reducerea cantităților și minimizarea influențelor asupra mediului;
- autoasigurarea energetică a sistemului de prelucrare a nămolului și crearea unui disponibil energetic de 10-20 % pentru linia apei;
- diversificarea domeniilor reutilizării produselor finale din procesele de epurare.

BIBLIOGRAFIE

1. Agenția Națională pentru Protecția Mediului “*Raport anual – starea factorilor de mediu în România – Starea aerului în Romania*”, 2011
2. Alloway, B.J., – *Heavy metals in soils*, New York, 1990
3. Alloway, B.J., – *Heavy Metals in Soils*. Blackie Academic & Professional, London, 1995.
4. Alloway, B.J., Jackson A.P., – *The behavior of heavy metals in sewage sludge – amended soils*. The Scientific of the Total Environmental, 1991.
5. Ardelean, F. – “*Transporturile, energia și gazele cu efect de seră*”, Conferința Eficiența, Confortul și Protecția Mediului, București, 2007
6. Ardelean, F., Colda, I., “*Cauzele schimbărilor climatice – un subiect controversat*”, Universitatea Tehnică de Construcții București, 2008
7. Badea, Ghe., Rusu, D., Moldovan, R., Megyesi, E. – “*Considerații privind recuperarea căldurii din apa reziduală menajeră*”, Revista Instalatorul, Nr 1/2012, Surse neconvenționale
8. Băjescu, I., Chiriac, A. – “*Distribuția microelementelor în solurile din România. Implicații în agricultură*”, Editura Ceres București, 1984.
9. Bica, I., Iancu, I., Dimache, A. – “*Minimizarea impactului apelor uzate industrial descărcate în rețelele de canalizare municipale*”, Conferința Internațională TOTUL PENTRU O APĂ CURATĂ, Pitești, ediția a II-a, 19-20 mai 2011.
10. Bica, I., Iancu, I., Dimache, A. – “*Opțiuni sustenabile pentru eliminarea și valorificarea nămolurilor din stațiile de epurare municipale*”, Conferința Internațională “Tehnologii noi de epurare a apelor uzate”, 12 Iunie 2012, București, ARA-IAWD, ISBN 978-606-92682-7-8.

11. Cornea, Th. – “*Studii pentru valorificarea energiilor alternative generate de apele uzate*“, Teza de doctorat, Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” Iași, 2012.
12. Degremont – “*Water Treatment Handbook*“, vol. 1,2- 2007.
13. Dima M, s.a. – “*Bazele epurării biologice a apelor uzate*“, Ed. Tehnopress, 2012
14. Dima, M. – “*Canalizări*“, vol 1, Lito IP, Iași, 1971.
15. Dima, M. – “*Canalizări*“, vol 2, *Epurarea apelor uzate*, Universitatea Tehnică ”Gh. Asachi”, Editura Rotaprint,1998.
16. Dima, M. – “*Epurarea apelor uzate urbane*“, Editura Junimea, Iași, 1998
17. Dima, M. – “*Instalații de producere a biogazului*“. Cap. 8 din Monografia Dezvoltarea producției de energie, Vol 3, Ed Dacia, Cluj Napoca, 1984.
18. Dima, M. – “*Posibilitatea creșterii cantităților de biogaz disponibile din stațiile de epurare prin reconsiderarea soluțiilor de proiectare*“ – Hidrotehnica, Nr 7, 1992
19. Dima, M. – “*Proiectarea stațiilor de epurare*“, Îndrumar, Rotaprint, I.P.Iasi , 1981
20. Dima, M. – “*Unele aspecte privind proiectarea rezervoarelor de fermentare in 2 trepte*“ – Hidrotehnica , Nr. 5, 1986
21. Dima, M., s.a – “*Cercetari teoretice și experimentale asupra gazelor rezultate din procesele de fermentare a nămolurilor*“, Vol 4, Iași 1979
22. Dinu, I. – “*Contribuții la valorificarea nămolurilor organice ca îngrășământ ecologic agricol*” Teza de doctorat, Universitatea Tehnică “Gh. Asachi”, Fac. de Hidrotehnică, Geodezie și Ingineria Mediului, Iasi, 2011
23. European Commission – EUR 21350 – “*Biomass, Green energy for Europe*“, Luxemburg, Office for Official Publications of the European Communities, 2005

http://www.mmediu.ro/protectia_mediului/dezvoltare_durabila/international.htm

24. Ianuli, S. – “*Optimizarea instalațiilor pentru nitrificarea și denitrificarea apelor uzate*“, Teza de doctorat, UTCB 2002
25. Ianuli, S.– “*Deshidratarea avansată a nămolurilor din stațiile de epurare din România*”, revista ROMAQUA, nr. 4/2011, vol. 76, ISSN 1453-6986.
26. Jenicek P. , Bartacek J., Kutil J., Zabranska J., Dohanyos M. – “*Potentials and limits of anaerobic digestion of sewage sludge: Energy self-sufficient municipal wastewater treatment plant*“, Water Sci Technol 2012;66(6):1277-81
27. Kabata-Pendias, A., Mukherjee, B. - *Trace Elements From Soil to Human*, Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG, ISBN : 9783540327134, 2006.
28. Kabata-Pendias, A., Pendias H., 1984 – *Soils and soil processes*. In: PENDIAS, A. (Ed.) Trace elements in soils and plants. Boca Raton: CRC Press, 1984.
29. Kabata-Pendias, A., Pendias, H. , - *Trace elements in soils and plants*, CRC Press, 6 Editions, ISBN 9780849366390, 1984.
30. Macoveanu, M. – *Methods and techniques for environmental impact assesment*, ISBN 973-86847-4-9, 2nd Edition, Ecozone Press, Iași, 2005.
31. McCarty, L., – “*Phase separation of anaerobic stabilization by kinetic controls*” ,Journal WPCF, Septembrie, 1978
32. Metcalf & Eddy – “*Wastewater Engineering treatment, Disposal, Reuse*”, 3rd ed., McGraw - Hill, New York, 1991
33. Mirel, I., “*Sisteme vacuumate pentru canalizarea apelor uzate din centrele populate*“, Buletinul AGIR, nr. 2-3/2009.

34. Mott MacDonald, ISPE, UTCB, Biotehnol – *“Elaborarea politicii nationale de gestionare a namolurilor de epurare. Raport privind stadiul actual al producerii si gestionarii namolurilor”*, 2011.
35. Mujea, G., Trașcă, F., colab. – *“Agricultural use of sewage sludge for the heavy acid soils impact on environment”* - ISBN-978-973-0-06150-5, 2008.
36. Mujea, G., Văcărel, M., Consorțiul S.C. APĂ CANAL 2000 S.A. Pitești, Universitatea Tehnică de Construcții București și BDO Conti Audit S.R.L – *Proiectul regional „Extinderea și reabilitarea infrastructurii de apă și apă uzată în județul Argeș”*: *Strategia managementului nămolului în județul Argeș*, Pitești, ianuarie, 2011.
37. Mujea, G., Văcărel, M., Consorțiul: S.C. APĂ CANAL 2000 S.A. Pitești, Universitatea Tehnică de Construcții București și BDO Conti Audit S.R.L – *Proiectul regional „Extinderea și reabilitarea infrastructurii de apă și apă uzată în județul Argeș”*: *“Master Plan-ul pentru serviciile de alimentare cu apă și canalizare din județul Argeș”*, *“Aplicația de finanțare”*, *“Studiul de fezabilitate”*, Pitești, 2011.
38. NP 118-06 *“Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare ape uzate orășenești – partea a 5-a : Prelucrarea nămolurilor”*
39. *Ordinul nr 1122 din 17 octombrie 2006 pentru aprobarea Ghidului privind utilizarea mecanismului “implementare in comun(JI), pe baza modului 2(art. 6 al Protocolului del a Kyoto).*
40. Perju, S. – *“Exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare”*, Editura Conspress, București 2011.
41. Perju, S., Tudor, G. – *“Rețele de canalizare sub presiune – soluție rațională pentru colectarea și evacuarea apelor uzate menajere produse în localitățile rurale”*, Conferința Internațională *“Tehnologii noi de epurare a apelor uzate”*, 12 Iunie 2012, București, ARA-IAWD, ISBN 978-606-92682-7-8.
42. Racovițeanu, G. – *“Sisteme de epurare compacte cu aerare continua destinate comunitatilor foarte mici sau izolate”*, Conferința Internațională *“Soluții*

- pentru sisteme de alimentare cu apă și canalizare în localități până la 10.000 locuitori”, 19-20 Iunie 2008, București, ARA, ISBN 978-973-7681-37-9.
43. Racovițeanu, G., Vulpașu, E. – *“Evaluarea calitatii namolului provenit din stațiile de epurare din România”*, revista ROMAQUA, nr. 4/2011, vol. 76, ISSN 1453-6986.
 44. Racovițeanu, G., Vulpașu, E., Racoviteanu, R.M. – *“Comparație între procedeele de epurare extensive și intensive pentru comunități mici”*, revista ROMAQUA, nr. 6/2010, vol. 70.
 45. Racovițeanu, R.M., Ianculescu, O., Ionescu, Ghe., – *“Epurarea apelor uzate”*, Editura MATRIX, 2001.
 46. Racovițeanu, R.M. – *“Verificare calcul de proces Stația de epurare Pitești-var.3”*, Anexa 3 – *“Expertiza tehnică privind Stația de epurare a apelor uzate Pitești”*, Ctr. UTCB 62/2012, București, 2012.
 47. Robescu, N., Robescu, D., Costache, C., *“Soluții de eficientizare energetice a stațiilor de epurare biologice”*, 2010
 48. Simion, R. – *“Tehnologii și instalații modern pentru epurarea avansată a apelor uzate orășenești”*, Teza de doctorat, UTCB 2003.
 49. Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă, online :
 50. Trașcă, F. , Mujea, G. – *“Impactul reciclării în agricultura a namolului de epurare asupra lantului trofic: sol - planta - animal - om”*, Conferința Internațională TOTUL PENTRU O APĂ CURATĂ, Pitești, ediția a III-a, 17-18 mai 2012.
 51. UTCB, Ctr. 430/2009, Normativ - *“Proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților. Partea a II-a: sisteme de canalizare a localităților”*.
 52. UTCB, Ctr.61/2012 – *“Studii privind stadiul actual, eficiența și fiabilitatea Stației de epurare a apelor uzate Pitești”*, București, 2012.

53. UTCB, Ctr.62/2012 – *“Expertiza tehnică privind Stația de epurare a apelor uzate Pitești”*, București, 2012.
54. Văcărel, M. – *“Extinderea și modernizarea infrastructurii de apă și apă uzată în contextul regionalizării serviciilor de alimentare cu apă și de canalizare din județul Argeș”*, Conferința Internațională TOTUL PENTRU O APĂ CURATĂ, Pitești, ediția I, 9-10 decembrie 2010, ISSN 2069-1572.
55. Văcărel, M. – *“Îndeplinirea condiționalităților de mediu în domeniul infrastructurii de apă și apă uzată la nivelul aglomerărilor Pitești, Costești-Buzoești și Topoloveni din județul Argeș prin accesarea fondurilor disponibile prin POS Mediu - Axa prioritară I”*, Conferința Internațională TOTUL PENTRU O APĂ CURATĂ, Pitești, ediția a II-a, 19-20 mai 2011.
56. Văcărel, M. – *“Strategia de reabilitare și modernizare a sistemelor de alimentare cu apă și de canalizare în județul Argeș”*, revista ROMAQUA, București, nr. 6/2010, vol.72
57. Văcărel, M. – *“Strategia județului Argeș privind accesarea fondurilor care vor fi acordate prin politica de coeziune în perioada de programare 2014-2020 în domeniul infrastructurii de apă și apă uzată”*, Conferința Internațională TOTUL PENTRU O APĂ CURATĂ, Pitești, ediția a III-a, 17-18 mai 2012.
58. Văcărel, M. – *„Studii și cercetări privind managementul nămolurilor rezultate de la stațiile de epurare din zona centrală a județului Argeș în contextul regionalizării serviciilor de alimentare cu apă și de canalizare”*, Conferința Internațională EXPOAPA 2010- Secțiunea postere, București, 15-16 Iunie 2010, ISBN 978-606-8206-00-4.
59. Văcărel, M. – Raport de cercetare I: *“Studiu privind evaluarea situației actuale a uzate la nivelul aglomerărilor urbane din județul Argeș sistemelor de colectare și epurare a apelor”*, februarie 2010.
60. Văcărel, M. – Raport de cercetare II: *“Metode de tratare și valorificare a nămolurilor rezultate din procesele de epurare a apelor uzate. Studiu de caz:*

gestionarea nămolului rezultat de la Stația de epurare Pitești“, septembrie 2010.

61. Văcărel, M. – Raport de cercetare III: *“Studiu tehnico-economic privind analiza și selecția alternativelor optime pentru colectarea și epurarea apelor uzate, precum și pentru managementul nămolului la nivelul aglomerărilor urbane din județul Argeș*“, februarie 2011.
62. WILO SE – *Competence brochure – Highly efficient solutions for sewerage disposal*, Dormund, 2010.
63. WILO SE – *Product brochure – Wilo-EMU port, solids separations system*, Dormund, 2010.
64. WILO SE – *Competence brochure – Intelligent solutions for sewerage disposal*, Dormund, 2010.
65. **** Ordinul nr. 344/708/2004 – *Normele tehnice privind protecția mediului, în special a solurilor când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură.*
66. **** *Directiva 1999/31/EC (depozitarea deșeurilor).*
67. **** *Directiva 2004/8/EC privind promovarea cogenerării, ce modifică Directiva 92/42/CEE.*
68. **** *Directiva 96/61/CE – Prevenirea și controlul integrat al poluării.*
69. **** *Directiva Consiliului 86/278/EEC privind protecția mediului și în special a solului, atunci când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură.*
70. **** *Legea Apelor 107/1996 completată și modificată prin Legea 310/2004.*
71. **** *Legea Protecției Mediului nr. 137/1995, republicată în 2000, completată prin O.G. 91/2002, modificată prin Legea 294/2003.*
72. **** *Ordinul MAPM 860/2002 – Procedura de evaluare a impactului asupra mediului și de emitere a acordului de mediu.*
73. **** *SR EN 1085-2000 – “Epurarea apelor uzate”. Vocabular*

74. ****SR-EN 12566-1 – “*Statii mici de epurare a apelor uzate cu pana la 50 LE – partea 3 – Statii de epurare a apelor uzate compacte si/sau asamblate pe loc*“, 2001.
75. ****USEPA – “*Manual pentru proiectarea instalațiilor locale de epurare a apelor uzate*“. EPA/625/R-00/008, februarie 2002