

SISTEME DE CANALIZARE ȘI EPURARE A APELOR UZATE DIN LOCALITĂȚILE RURALE ȘI SUBURBANE (PÂNĂ LA 10 MII DE LOCUITORI)

*Prof. univ. Dumitru Ungureanu
Dr., conf. univ. Ion Ioneț
Lect. sup. Natalia Ciobanu*

Universitatea Tehnică a Moldovei

ABSTRACT

Scope of this paper is to provide some easy-to-understand guidance of taking decisions in wastewater management in rural and peri-urban communities up to 10000 population. This publication describe cost-effective and sustainable options for wastewater collection and treatment taking in account requirements of the Urban Wastewater Treatment EU Directive for agglomerations with 2000-10000 population. She give in particular decisive advantages and drawbacks of non-conventional systems decentralized and semi-centralized systems, ponds and constructed wetlands.

1. Introducere. Reglementările cadru ale UE

Directiva UE privind epurarea apelor uzate comunale impune statele membre să colecteze apele uzate și să instaleze stații de epurare în aglomerările cu peste 2000 locuitori. Prin epurare se înțelege existența a două trepte – primară și secundară, iar o epurare terțiară se cere doar în cazul zonelor sensibile la eutrofizare. Potrivit art.12 apele uzate epurate se reutilizează dacă acest lucru se dovedește adecvat.

În 2001 a fost publicat ghidul UE „Procese extensive de epurare a apelor uzate adaptate localităților mici și mijlocii (500-5000 locuitori)”, care susține procesele extensive și eficiente de epurare.

Directiva UE Cadru privind Apa cere obținerea unei stări bune a apelor de suprafață și subterane.

Tabelul 1

Legislația UE privind colectarea și epurarea apelor uzate

	Aglomerări cu până la 2000 locuitori fără sisteme de canalizare	Aglomerări cu până la 2000 locuitori cu sisteme de canalizare	Aglomerări cu 2000-10000 locuitori	Aglomerări cu 2000-10000 locuitori cu evacuarea apelor uzate în zone sensibile la eutrofizare
Se aplică Directiva UE privind epurarea apelor uzate comunale	Nu	Da	Da	Da
Cerințe privind colectarea și epurarea apelor uzate	-	Crearea unor stații de epurare a apelor uzate	Crearea unei canalizări și a unei stații de epurare a apelor uzate	Crearea unei canalizări și a unei stații de epurare a apelor uzate
Cerințe privind gradul de epurare a apelor uzate	-	Materii organice: Materii în suspensie-35 mg/l sau 90 % CBO ₅ ≤ 25 mg/l sau 70 - 90 % CCO ≤ 125 mg/l sau 75 %	Materii organice Idem	Materii organice Idem
Se aplică Directiva Cadru UE privind Apa	Da	Da	Da	Da
Cerințele Directivei Cadru UE privind Apa	Stabilirea măsurilor necesare obținerii unei stări bune a apelor de suprafață și subterane, în vederea protejării calității apei potabile; asigurarea protejării sanitare și epurării apelor uzate ale localităților			

Atât colectarea/transportul cât și epurarea apelor uzate trebuie luate în considerare în procesul de planificare la nivel regional pentru a se garanta o durabilitate pe termen lung în diferite condiții. Epurarea apelor uzate asigurată la o calitate bună/conformă este considerată o resursă valoroasă mai ales în regiunile rurale/agricole din punct de vedere a reutilizării în agricultură și poate contribui la adaptarea schimbărilor climatice. În cele ce urmează se va încerca oferirea unei imagini de ansamblu a diferitor sisteme de colectare și epurare a apelor uzate și discutarea avantajelor și dezavantajelor acestora, focalizându-se pe tehnologiile de epurare durabilă și eficientă.

Apele uzate comunale sunt definite ca amestec de ape uzate menajere și industriale și ape de infiltrație în special în zonele rurale deoarece apele infiltrate în rețeaua de canalizare majorează considerabil cantitatea (debitul) apelor uzate ce trebuie epurate în stațiile de epurare. Apele uzate industriale trebuie epurate lângă sursa poluării, dacă este posibil să se reducă cantitatea și încărcarea fluxului de ape uzate comunale.

Pentru a fi durabil un sistem de canalizare nu trebuie să fie viabil doar din punct de vedere economic, social acceptabil și adecvat din punct de vedere tehnic și instituțional, ci ar trebui să protejeze deasemenea mediul înconjurător și resursele naturale, în special cele acvatice.

2. Colectarea apelor uzate

Sistemul de colectare a apelor uzate reprezintă 60 ... 80% din costurile totale de manipulare a apelor uzate. Uzual, gestionarea centralizată a apelor uzate reprezintă abordarea convențională. Aceasta se caracterizează prin colectarea și evacuarea apelor uzate comunale prin intermediul unei canalizări centralizate până la stația centrală de epurare intensivă unde nămolul se tratează și depozitează controlat. Avantajele globale ale acestui concept sunt considerate costurile mai scăzute de investiție și de exploatare pentru o stație mare de epurare în comparație cu câteva stații mici, precum și controlul mai eficient asupra gradului de epurare (standardelor de calitate) și procedurilor de exploatare a instalațiilor. Cu toate acestea dezavantajele acestui tip de management al apelor uzate arată că acesta nu poate fi o soluție universală mai ales când este vorba de regiuni/zone mai puțin populate: raportul între costuri și avantaje ale sistemelor centralizate poate fi mai puțin favorabil dacă se ține seama de cheltuielile mari și pe termen lung pentru construirea și întreținerea sistemului de canalizare. Dacă sistemul de canalizare nu se întreține în mod adecvat pot apărea scurgeri care vor cauza poluarea solului și apelor subterane. Sistemele centralizate de epurare necesită deseori mai multe stații de pompare care trebuie exploatate și întreținute în mod adecvat. În plus stațiile centralizate de epurare reduc posibilitatea de reutilizare a apelor, a nutrienților și a nămolului în circuitul local, mai ales atunci când în sistemul de canalizare se colectează și apele reziduale industriale, din cauza încărcării lor cu substanțe nocive, precum chimicale, metale grele și microflora patogenă.

În situația aceasta alegerea unui sistem public, durabil de canalizare și epurare nu este ușoară având la dispoziție sisteme descentralizate, semicentralizate și combinate/mixte (vezi Tabelul 2).

Tabelul 2

Tipuri de sisteme de colectare/transport a apelor uzate comunale și caracteristicile lor

Sistem	Caracteristici
<p>A) Sistemul centralizat, canalizare combinată (inclusiv apa meteorică) sau canalizarea separată (una pentru apele uzate menajere și industriale, și alta pentru apele meteorice).</p> <p>Posibilități de epurare: Sistem pentru epurare intensivă a apelor uzate (d.e. nămol activ), epurare extensivă a apelor uzate (d.e. iazuri)</p>	<p>Posibil pentru diferite sisteme de canalizare: de înaltă tehnologie precum rețele de canalizare sub presiune și rețele de canalizare cu vacuum sau cu tehnologie simplă – rețele de canalizare cu scurgere cu nivel liber (gravitațională).</p> <p>Sistemul de canalizare necesită o întreținere.</p> <p>Necesită o serie de stații de pompare.</p>
<p>B) Sistem combinat - local și centralizat</p> <p>Colectarea și epurarea prealabilă locală a apelor uzate în fose septice, în combinație cu un sistem de decantare sau cu canalizare simplificată și epurare secundară intensivă sau extensivă</p>	<p>Combinație între sistemul local și cel centralizat</p> <p>Canalizarea locală (cu sistem de decantare) este mai ieftină și mai simplă decât sistemul de canalizare convențional - centralizat</p> <p>Este avantajos dacă sunt deja instalate fose septice</p>
<p>C) Sistem semicentralizat</p> <p>Câteva stații mici de epurare semicentralizate servesc o aglomerație de tip urban</p>	<p>Este avantajos dacă aglomerările sunt grupate în mai multe localități</p> <p>Flexibil, poate fi construit după necesitate</p> <p>Rețeaua de canalizare este de lungime mai mică</p>
<p>D) Sistem local descentralizat (fără canalizare) la nivelul gospodăriei</p> <p>Opțiuni pentru epurare: este posibil un sistem intensiv, extensiv și inovator pentru epurarea apelor reziduale</p>	<p>Avantajos pentru regiunile mai puțin populate și/sau cu terenuri defavorabile canalizării</p> <p>Nu necesită o canalizare centralizată</p> <p>Exploatarea și întreținerea se fac pe loc de către proprietari sau serviciul public</p> <p>Este necesară identificarea clară a intereselor publice și private precum și a obligațiilor</p> <p>Este aproape de ciclul local al apei (reutilizarea la nivelul local a apei și a nutrienților)</p>

În ultimii ani se acordă din ce în ce mai multă atenție conceptelor moderne descentralizate sau semicentralizate de gestionare pe plan local a apelor uzate, care sunt aplicate în multe țări, mai ales în zonele rurale și suburbane. Aceste concepte cuprind colectarea, epurarea și reutilizarea/depozitarea apelor uzate din comunități mici (de la gospodării până la părți din localități), integrate în proiectele de dezvoltare a localității/satului. Asemenea sisteme constau din mai multe stații/instalații de epurare a apelor uzate la scară mică, proiectate și construite local.

Sistemele descentralizate mențin în imediata apropiere faza lichidă și fracția solidă a apelor uzate, reducând prin această modalitate rețeaua de colectare a apelor uzate. Metoda aceasta oferă un grad ridicat de flexibilitate ceea ce permite modificarea design-ului și a modului de exploatare a sistemului în funcție de diferite condiții și scenarii locale.

Sistemele descentralizate și semicentralizate (fig.1) oferă următoarele avantaje:

- Au costuri mici de investiție, exploatare și întreținere pentru sistemul de canalizare care este de lungime mai mică;
- O protecție mai bună a resurselor de apă, cu daune mai mici în cazul unei defecțiuni (minimizarea riscului);
- Oferă soluții corespunzătoare nivelului individual de poluare;
- Sunt flexibile (permit o extindere) și adaptabile la schimbările condițiilor, populației, turismului, industriei;
- Permit luarea unor decizii în funcție de nevoile reale ale zonelor sensibile ale mediului înconjurător, pot fi implementate după necesitate;
- Pot fi încadrate armonios în peisaj;
- Refolosirea apei uzate tratate și a nutrienților (N și P) se poate efectua cu ușurință.

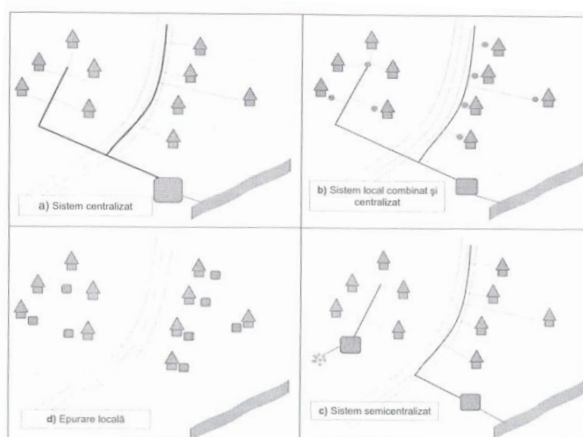


Fig. 1. Posibilități tehnice pentru furnizarea de protecție sanitară și epurarea apelor reziduale într-o anumită aglomerare

Dezavantajele principale ale gestionării descentralizate sau semicentralizate a apelor reziduale sunt:

- Eficiența potențial mai mică a epurării (în special pentru N și P);
- Necesitatea instruirii și folosirii corecte a instalațiilor componente;
- Este importantă prezența personalului calificat pentru exploatare și întreținere;
- Monitorizarea se poate dovedi insuficientă;
- Legislația și mediul instituțional pot reprezenta o piedică.

Acestea trebuie avute în vedere în planificarea sistemului sanitar și a epurării apelor uzate.

3. Tehnologii de epurare a apelor uzate

Tehnologia folosită pentru epurarea apelor uzate este relativ independentă de sistemul de colectare în cazul aglomerărilor umane cu până la 10000 locuitori. Deși orice tehnologie intensivă și extensivă este aplicabilă atât pe plan local cât și la scară mare, centralizat, ele prezintă diferite avantaje și dezavantaje pe care le vom explica în continuare.

Cele mai bine dezvoltate tehnici la nivelul stațiilor de epurare a apelor uzate comunale sunt procesele biologice intensive. Principiul constă în realizarea epurării pe un spațiu mic, intensificarea proceselor de biodegradare naturală a materiilor organice și de înlăturare a nutrienților. Tehnologia cea mai bine concepută și dezvoltată este sistemul cu nămol activ cu microflora suspendată, sub formă de flocoane foarte fragile, cu aerare artificială, cel mai des pneumatică (cu aer comprimat) cu utilizarea suflantelor, care necesită o alimentare permanentă cu energie electrică precum și un personal calificat pentru exploatare și întreținere. Mai există și alte opțiuni răspândite pentru epurarea intensivă cum ar fi filtrele biologice – sistemul cu microflora fixată pe un suport solid (sub formă de biofilm – peliculă biologică).

În tabelul 3 sunt prezentate în linii mari opțiunile de epurare intensive și extensive.

Tabelul 3

Prezentarea generală a tehnicilor intensive și extensive pentru epurarea apelor uzate comunale

Tehnologie	Criterii pentru proiectare		Suprafața necesară	Consum de energie	Indepărtarea azotului	Calitatea igienică a apei uzate	Indepărtarea materilor organice	Avantaje	Dezavantaje
	m ² /loc	m ³ /loc an							
Epurare intensiva	Bazine de aerare cu așmol activ	0,2	Mică	40	Bună	Fundament 10-100	>75%	Indepărtare bună a tuturor poluanților (MS, CCO, N, P)	Costuri de investiție și exploatare relativ mari, sensibile la supraîncălzirea hidrolică și cu poluanți. Consum mare de energie, necesită o pregătire tehnică. Cantități mari de așmol ce trebuie săc tratate și depozitate.
		0,04-0,18	mică	12	parțială	Fundament 10-100	>75%	Exploatare simplă, necesită puțină întreținere și control, mai rigid în variabilele încălziri și a stocurilor	Costuri de investiție ridicare necesită o consumție de dimensiuni mari pentru îndepărtarea N
					mică				Produce biogaz pentru energie
Epurare extensiva	Instalație anaerobă umedă de epurare secundară aerobă	5	mare	Folosește biogaz	mică	Fundament 10-100	>75%	Cost mic, exploatare simplă, tratare minimă a nămolului	Indepărtare scăzută a azotului
		2,5	mijlocie	Doar pentru pompe	mică	Fundament 10-100	>75%	Produce biogaz pentru energie	Indepărtare scăzută a azotului
		6	mijlocie	Doar pentru pompe	parțială	Fundament 10-100	>75%	Doar pentru pompe	Indepărtare scăzută a azotului
		>11	mare	Doar pentru pompe	parțială	Fundament 10-100	>75%	Doar pentru pompe	Viteză mare de evaporare, calitatea efluentului depinde de anotimp
Iazuri aerate		3-1	Mijlocie - mare	<10 (pentru aerare)	parțială	Fundament 10-100	>75% reducere de CCO	Cost mic, exploatare simplă	Viteză mare de evaporare, calitatea efluentului depinde de anotimp

Bazinele de aerare cu nămol activ și filtrele biologice sunt bine cunoscute și deseori sunt considerate ca și standard de către specialiști. Din aceste motive ele nu vor fi descrise aici, se va menționa succint numai bioreactoarele anaerobe, deoarece sunt o inovație pentru epurarea biologică a apelor uzate comunale. Menționăm aici numai că sistemul anaerob nu are nevoie de aerare, dar produce energie sub formă de biogaz. Aceasta este o epurare intensivă care necesită cunoștințe tehnice și câteva condiții speciale (temperatură, epurare ulterioară, sistem semicentralizat).

La epurarea biologică extensivă se referă cel mai frecvent iazurile biologice și filtrele plantate artificial cu macrofite - așa zisa fitoepurare (fitofiltre).

4. Sisteme extensive de epurare a apelor uzate

Sistemele extensive de epurare a apelor uzate se bazează pe procesele de autoepurare în mediul acvatic și în soluri, cu precădere prin sedimentare, filtrare și degradare/descompunere biologică și/sau sub acțiunea razelor solare. Procesele biologice de autoepurare a apelor uzate se focalizează pe activitatea vitală a microorganismelor, mai cu seamă a bacteriilor, care se divizează în două categorii principale: culturi libere sau suspendate în mediul apos/lichid și culturi fixate sau imobilizate pe suport solid. Funcționarea sistemelor de autoepurare este posibilă fără consum de energie electrică.

La sistemele care utilizează culturi fixe de microorganisme se referă:

- Infiltrare – percolare (filtre mecanice - soluri);
- Fitofiltre plantate cu curgere în flux vertical;
- Fitofiltre plantate cu curgere în flux orizontal.

Iar la cele cu culturi libere/suspendate de microorganisme:

- Iazuri biologice (lagune) naturale cu microfite;
- Iazuri biologice (lagune) naturale cu macrofite;
- Iazuri biologice aerate artificial.

Mai există deasemenea sisteme mixte, combinate din cele menționate mai sus.

Sistemele de epurare cu fitofiltre (zone umede artificiale/construite) reproduc procesele epuratoare ale ecosistemelor bălților, mlaștinilor, luncilor, etc. Heterogenitatea mare și diversitatea plantelor și a solurilor, tipurile de curgere a apelor antrenează o mare varietate de mijloace posibile:

- Sisteme de curgere a apei sub suprafața aeriană a solurilor (filtre plantate cu macrofite cu curgere în flux orizontal și/sau vertical);
- Sisteme de curgere liberă a apei de suprafață (iazuri biologice naturale - lagune);
- Mai rar, sisteme de irigare a culturilor vegetale energetice (de ex. salcie) pentru epurarea finală/avansată.

Pentru sistemele cu curgere liberă a apei de suprafață (iazuri biologice) epurarea biologică se efectuează prin procese aerobe în straturile superioare/de

suprafață a apei și, eventual, prin procese anaerobe în straturile inferioare învecinate cu depunerile de fund, la adâncime. Dezvoltarea algelor fixate sau libere, suspendate în apă (fitoplancton) asigură prin fotosinteză un aport de oxigen necesar bacteriilor epuratoare aerobe și fixează o parte din substanțele nutritive (N și P).

În fitofiltre epurarea apelor uzate se realizează conform principiului de epurare biologică cu precădere aerobă, care are loc în mediul granular (filtrant), de la particule fine spre cele grosiere. Nu se recurge la o reînoire regulată a stratului/masivului filtrant sau la spălarea lui pentru a fi evacuat nămolul biologic produs în interiorul filtrelor. În schimb, nămolul produs în amonte de filtre (pe suprafața filtrelor sau în instalațiile de decantare primară) trebuie să fie evacuat. Se deosebesc două tipuri de fitofiltre/filtre plantate cu macrofite conform direcției de mișcare a fluxului de ape uzate supuse epurării: a) fitofiltre cu flux vertical; b) fitofiltre cu flux orizontal.

Stațiile de epurare cu fitofiltre reprezintă un ansamblu de paturi aranjate în paralel și/sau în serie/consecutiv.

Fitofiltrele au suprafețe mari, pot emite mirosuri urâte în caz de proiectare și exploatare neadecvată și necesită hidroizolarea solurilor permeabile pentru a evita infiltrarea apei uzate în straturile de apă freatică, ceea ce le ridică costul.

Epurarea în iazuri biologice este asigurată datorită unui timp îndelungat de retenție a apei uzate, suficient pentru desfășurarea proceselor naturale de autoepurare, în bazine etanșe dispuse/plasate în serie. Numărul bazinelor de cele mai multe ori este egal cu 3. Cu toate acestea, utilizarea unei configurații din 4 până la 6 bazine permite o dezinfecție mai puternică a apei uzate epurate.

Iazurile biologice naturale datorită capacității lor înalte de tampon sunt mai preferabile în localitățile rurale decât instalațiile tehnice intensive de epurare a apelor uzate cu volume mici. Ele pot amortiza viiturile mari ale debitelor și poluanților ale apelor uzate cu neuniformitatea ridicată. Iazurile biologice necesită suprafețe relativ mari. Emisiile de mirosuri sunt posibile din primul iaz dintr-o serie de bazine. Dezvoltarea algelor și plutirea lor în derivă poate fi de asemenea o problemă. În cazul unor soluri permeabile poate fi nevoie de o hidroizolare costisitoare a fundului iazurilor.

5. Concluzii

Tehnologiile extensive au avantaje considerabile atât în ceea ce privește cheltuielile de investiție cât și de exploatare. Toate ele pot îndeplini cerințele Directivei UE referitor la epurarea apelor uzate comunale atunci când sunt adecvat proiectate și exploatate. Un avantaj important este faptul că microflora patogenă se înlătură mult mai eficient decât în cazul sistemelor intensive de epurare a apelor uzate comunale. Cu toate că Directiva UE nu impune nici un criteriu igienic, acesta este foarte important pentru asigurarea sănătății publice și în scopul reutilizării apelor uzate epurate. Caracteristica comună tehnologiilor extensive

este faptul că acestea pot fi exploatate fără energie electrică (în afară de iazurile aerate artificial și în cazul de pompare a apei uzate).

În concluzie putem afirma că opțiunile extensive de epurare precum și bioreactoarele anaerobe pot fi considerate pentru zonele rurale mai durabile decât cele intensive.

Tehnologiile extensive vor fi prezentate mai detaliat într-un alt capitol în această culegere de lucrări.

Bibliografie

1. Les filières d'épuration pour les petites collectivités SATESE 37 (France), Novembre 2008, 59 pages; www.satase37.fr/doc/filieres.pdf;
2. Office International de l'Eau. Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adoptés aux petites et moyennes collectivités (500 – 5000 eq-hab), Luxembourg, 42 pages;
3. Claudia Wendland, Andreea Albold (WECF). Sustainable and cost-effective wastewater systems for rural and peri-urban communities up to 10000 population equivalents. Guidance paper. 2010, 33 pages;
4. Directiva 91/271/CEE privind epurarea apelor reziduale urbane din 21 mai 1991;
5. Directiva Cadru privind Apa 2000/60/EC din 23 octombrie 2000;
6. UNEP – IETC, DANIDA ENRECA. Wate stabilization ponds and constructed wetlands. Design manual, 59 pages. www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/WaterSanitation/PondsAndWetlands_Design_Manual.pdf.