



Կեղտաջրերի բնական ինտեգրված մաքրման  
համակարգերը խրախուսող սևծովյան ցանց՝ WASTEnet

## ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹ

գյուղական համայնքների կեղտաջրերի  
կառավարման համար բնական մաքրման  
համակարգերի վերաբերյալ

Սևծովյան ավազանի երկրների 2007-2013թթ.-ի  
համատեղ գործողությունների ծրագիր

Common borders. Common solutions.



<b>1.</b>	<b>ԿԵՂՏԱԶՐԵՐ՝ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆ, ՕՐԵՆՄԴՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԱՔՐՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ</b>	<b>5</b>
1.1	ԿԵՂՏԱԶՐԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ	5
1.2	ԵՎՐՈՊԱԿԱՆ ՕՐԵՆՄԴՐՈՒԹՅՈՒՆ	6
1.3	ՄԱՔՐՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ	6
<b>2.</b>	<b>ԲՆԱԿԱՆ ՄԱՔՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ</b>	<b>7</b>
2.1	ԿԵՂՏԱԶՐԵՐԻ ՄԱՔՐՄԱՆ ԲՆԱԿԱՆ ԵՎ ԱՎԱՆԴԱԿԱՆ ՁԵՎԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏՈՒԹՅՈՒՆ	7
2.2	ԲՆԱԿԱՆ ՄԱՔՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐ	8
2.2.1	Ցամաքային մաքրման մեթոդներ	8
2.2.2	Կեղտաջրերի կայունացման լճակներ	8
2.2.3	Ջրային բույսերի համակարգեր	9
2.2.4	Արհեստական ճահճուտային համակարգեր	9
2.3	ԱՐՀԵՏԱԿԱՆ ՃԱՀՈՒՏԱՅԻՆ ՄԱՔՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐ	9
2.3.1	Ջրի մակերևութային հոսքով ԱՃ-ներ	9
2.3.2	Ենթամակերեկութային հորիզոնական հոսքով ԿԼ-ներ	10
2.3.3	Ուղղահայաց հոսքով ԱՃ-ներ	10
<b>3.</b>	<b>ԱՐՀԵՏԱԿԱՆ ՃԱՀՈՒՏՆԵՐԻ ՄԱՔՐՄԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐ</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>ԱՃ-ՆԵՐԻ ԱՐԺԵՔԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ</b>	<b>12</b>
4.1	ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԾԱԽՍԵՐ	12
4.2	ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ԵՎ ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ԾԱԽՍԵՐ	12
<b>5.</b>	<b>ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ</b>	<b>13</b>
<b>6.</b>	<b>ԱՌԱՋԱՐԿՎՈՂ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ՀԵՏԱԳԱ ԸՆԹԵՐՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ</b>	<b>14</b>



# 1. ԿԵՂՏԱԶՐԵՐ՝ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆ, ՕՐԵՆՍԴՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԱՔՐՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ

## 1.1 ԿԵՂՏԱԶՐԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կեղտաջրերը կենցաղային, գյուղատնտեսական և արդյունաբերական գործունեության հեղուկ վերջնարդյունքն են կամ կողմնարդյունքը: Որպես այդպիսին, կեղտաջրերի քիմիական բաղադրությունը բնականորեն արտացոլում է դրանց ծագումը: Այնուամենայնիվ, «կեղտաջրեր» տերմինը ենթադրում է, որ այն թափոն է, որը պետք է հեռացվի պատշաճ բնապահպանական մեթոդների կիրառմամբ: Միջին հաշվով, կեղտաջրերի արտադրության մակարդակը տարբերվում է ըստ երկրների: Օրինակ՝ ԱՄՆ-ում մեկ շնչի հաշվով այն կազմում է օրական 265 լիտր, սակայն Եվրոպայում այն ավելի քիչ է (օրինակ՝ Հունաստանում մեկ շնչի հաշվով այն կազմում է օրական 180 լիտր): Աղյուսակ 1-ում ներկայացված է կենցաղային կեղտաջրերի բնորոշ բաղադրությունը:

**Աղյուսակ 1.** Չմաքրված կենցաղային կեղտաջրերի բնորոշ բաղադրությունը

Աղտոտիչներ	Միավոր	Խտություն		
		Թույլ	Միջին	Բարձր
Գումարային պինդ մասնիկներ, (ԳՊՄ)	մգ L <sup>-1</sup>	350	720	1200
Գումարային լուծված նյութեր (ԳԼՆ)	մգ L <sup>-1</sup>	250	500	850
Կայուն	մգ L <sup>-1</sup>	145	300	525
Ցնդող	մգ L <sup>-1</sup>	105	200	325
Կախված պինդ մասնիկներ (ԿՊՄ)	մգ L <sup>-1</sup>	100	220	350
Կայուն	մգ L <sup>-1</sup>	20	55	75
Ցնդող	մգ L <sup>-1</sup>	80	165	275
Նստող պինդ մասնիկներ	մգ L <sup>-1</sup>	5	10	20
ԹԿՊ <sub>5</sub> 20° C պայմաններում	մգ L <sup>-1</sup>	110	220	400
Գումարային օրգանական ածխածին (ԳՕԱ)	մգ L <sup>-1</sup>	80	160	290
Թթվածնի քիմիական պահանջարկ (ԹՔՊ)	մգ L <sup>-1</sup>	250	500	1000
Ազոտ (գումարային՝ N)	մգ L <sup>-1</sup>	20	40	85
Օրգանական	մգ L <sup>-1</sup>	8	15	35
Ազատ ամոնիակ	մգ L <sup>-1</sup>	12	25	50
Նիտրիտներ	մգ L <sup>-1</sup>	0	0	0
Նիտրատներ	մգ L <sup>-1</sup>	0	0	0
Ֆոսֆոր (գումարային՝ P)	մգ L <sup>-1</sup>	4	8	15
Օրգանական	մգ L <sup>-1</sup>	1	3	5
Անօրգանական	մգ L <sup>-1</sup>	3	5	10
Քլորիդներ	մգ L <sup>-1</sup>	30	50	100
Սուլֆատներ	մգ L <sup>-1</sup>	20	30	50
Հիմքայնություն (որպես CaCO <sub>3</sub> )	մգ L <sup>-1</sup>	50	100	200
Ճարպեր	մգ L <sup>-1</sup>	50	100	150
Գումարային կոլիֆորմ	CFU 100 մլ <sup>-1</sup>	106-107	107-108	108-109
Ցնդող օրգանական միացություններ(ՑՕՄ-ներ)	մգ L <sup>-1</sup>	<100	100-400	>400

Աղբյուր՝ Metcalf and Eddy (1991) Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, G. Tchobanoglous and F.L. Burton (Eds.), 1820 pp. New York: McGraw-Hill:

## 1.2 ԵՎՐՈՊԱԿԱՆ ՕՐԵՆՍԴՐՈՒԹՅՈՒՆ

Քաղաքային կեղտաջրերի վերաբերյալ Եվրոպական Խորհրդի 91/271/EEC Դիրեկտիվն ընդունվել է 1991թ. մայիսի 21-ին: Դրա նպատակն է շրջակա միջավայրի պաշտպանությունը քաղաքային կեղտաջրերի արտահոսքի և որոշ արտադրությունների արտահոսքի բացասական ազդեցություններից, և այն առնչվում է՝

- կենցաղային կեղտաջրերի,
- խառը կեղտաջրերի,
- արդյունաբերության որոշ ոլորտների կեղտաջրերի հավաքմանը, մաքրմանը և հեռացմանը:

Դիրեկտիվի չորս հիմնական սկզբունքներն են՝

- պլանավում,
- կարգավորում
- մշտադիտարկում
- տեղեկատվություն և հաշվետվողականություն:

Մասնավորապես, Դիրեկտիվը պահանջում է՝

- կեղտաջրերի հավաքում և մաքրում 2000-ից ավելի բնակչության համարժեք (բ.հ.) ունեցող ագլոմերացիաներում,
- 2000-ից ավելի բ.հ. ագլոմերացիաների բոլոր արտանետումների երկրորդական մաքրում, և ավելի խորացված մաքրում 10000-ից ավելի բնակչության համարժեք ունեցող ագլոմերացիաներում՝ խոցելի տարածքներում և դրանց ջրհավաք ավազաններում,
- քաղաքային կեղտաջրերի հավաքման համակարգեր քաղաքային կեղտաջրերի բոլոր արտանետումների, սննդարդյունաբերության արտանետումների և արդյունաբերական արտանետումների համար նախնական թույլտվության պահանջ,
- մաքրման կայանների աշխատանքի և ընդունող ջրերի մշտադիտարկում և
- կոյուղու նստվածքի հեռացման և վերաօգտագործման և մաքրված կեղտաջրերի վերաօգտագործման վերահսկում, երբ դա հնարավոր է:

## 1.3 ՄԱՔՐՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ

Ի պատասխան մաքրման ավանդական համակարգերի էկոլոգիական, տնտեսական և սոցիալական սահմանափակումների՝ ամբողջ աշխարհում ստեղծվում են կեղտաջրերի կառավարման բազմաթիվ նոր տեխնոլոգիաներ և մեթոդներ: Նոր մտեցումները ներառում են բնական գործընթացներ և նախագծված են ի նկատի ունենալով կայունությունն՝ ի տարբերություն ներկայում օգտագործվող էներգատար և քիմիական նյութերի վրա հիմնված համակարգերի (Աղյուսակ 2):

**Աղյուսակ 2.** Քաղաքային և գյուղական կեղտաջրերի մաքրումը

ՔԱՂԱՔԱՅԻՆ/ՄԵԾԱՄԱՍՇՏԱԲ	ԳՅՈՒՂԱԿԱՆ/ՏԵՂՈՒՄ
Արհեստական ճահճուտային համակարգ	Մասնաճանաչներ
Մեմբրանային կենսառեակտորներ	Մաքրման խորացված համակարգեր
Փոքր տրամագծի հավաքման համակարգեր	Կոմպոստացման զուգարաններ
Կեղտաջրերի կիրառում հողի համար և ստորգետնյա ջրերի վերականգնում	Համատեղ և խմբային համակարգեր
Տիղմի և սեպտիկի նստվածքի մաքրման տարբերակներ	

## 2. ԲՆԱԿԱՆ ՄԱՔՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ

### 2.1 ԿԵՂՏԱԶՐԵՐԻ ՄԱՔՐՄԱՆ ԲՆԱԿԱՆ ԵՎ ԱՎԱՆԴԱԿԱՆ ՁԵՎԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ո՞րն է կեղտաջրերի մաքրման կատարյալ համակարգը: Կատարյալ տարբերակը պետք է արտադրի բարձրորակ արտահոսք, լինի էսթետիկորեն գրավիչ, ունենա նվազագույն ազդեցություն շրջակա միջավայրի վրա: Կեղտաջրերի ավանդական մաքրման համակարգերն (ԱՄՀ) առաջարկում են ֆիզիկական, քիմիական և կենսաբանական գործընթացների և գործողությունների համակցություն, որոնք տեղի են ունենում արհեստական միջավայրում, որպեսզի կեղտաջրերից հեռացվեն պինդ նյութերը, օրգանական նյութերը և անգամ սննդարար նյութերը: Բնական մաքրման համակարգերը (ԲՄՀ) փորձում են նմանակել կեղտաջրերի քայքայման բնական գործընթացները և նպաստել աղտոտիչների հեռացմանը: Երբ բնական համակարգերը ներառված են բնական լանդշաֆտների կամ շինությունների նախագծերում, դրանք կարող են ունենալ հավելյալ օգուտներ՝ համեմատած մաքրման ավանդական համակարգերի հետ:

Կեղտաջրերի մաքրման բնական և ավանդական համակարգերի համեմատության հիմնական պարամետրերը ներկայացված են Աղյուսակ 3-ում:

**Աղյուսակ 3.** Կեղտաջրերի մաքրման բնական և ավանդական համակարգերի համեմատություն

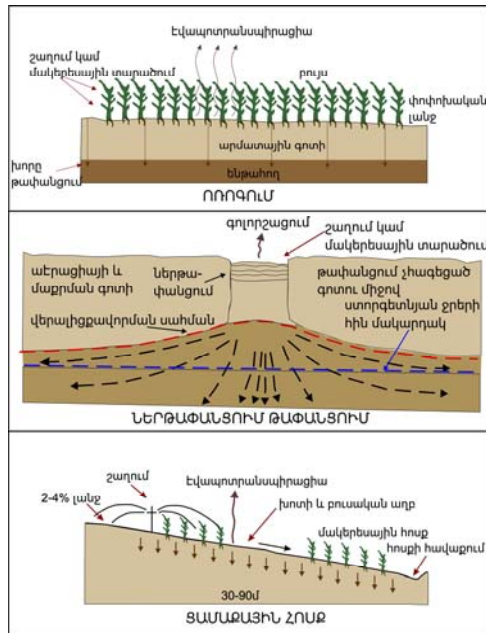
Կեղտաջրերի մաքրում		
	Ավանդական	Բնական
<b>Նպատակներ</b>	Միակ	Բազմաթիվ
<b>Օգուտները շրջակա միջավայրի համար</b>	Ցածր առաջնահերթություն	Բարձր առաջնահերթություն (բնական միջավայրի ստեղծում, էսթետիկական գրավչություն, կրթություն և այլն)
<b>Կառուցում</b>	Պահանջվում են մեխանիկական սարքեր, արհեստական նյութեր	Մեխանիկական սարքեր չեն պահանջվում, բնական նյութերի օգտագործում
<b>Էներգիայի պահանջներ</b>	Էներգիայի ավանդական աղբյուրների մեծ ծավալներ՝ էլեկտրականություն և այլն	Էներգիայի վերականգնվող աղբյուրներ, բույսերի օգտագործում և այլն
<b>Զանգվածի տեղափոխման մեխանիզմներ</b>	Պոմպեր, օդամղիչներ	Ինքնահոս, բնական մանրէաբանական գործընթացներ
<b>Գործընթացներ</b>	Մարդու կողմից վերահսկվող	Բնական
<b>Կառուցվածքի տեղակայումը</b>	Նշանակություն չունի, կարևոր չէ	Առանցքային, կախված է չափից և երկրից
<b>Կյանքի տևողություն</b>	Համեմատաբար կարճ	Երկար
<b>Արդյունավետություն</b>	Վերահսկվում է, սակայն բավարար չէ, երբ ենթարկվում է գործընթացի պատահական խափանման (չնախատեսված բարձր բեռնվածություն)	Զգայուն է կլիմայի նկատմամբ, հարմարվողականություն-ճկունություն և կայունություն հոսքի և աղտոտիչների խտության տատանումների նկատմամբ
<b>Շահագործման և սպասարկման ծախսեր</b>	Բարձր, հաճախակի մշտադիտարկումներ և մասնագիտացված աշխատակիցներ	Ցածր
<b>Պահաջվող տարածք</b>	Փոքր	Մեծ (մաքրման կայանների տեղակայման համար տարածքների հասանելիությունը և արժեքը սահմանափակող գործոններ են)
<b>Ընդհանուր ծախսեր</b>	Մեծ ընդհանուր ծախսեր և հաճախ՝ կապիտալ ծախսեր	Փոքր ընդհանուր ծախսեր և հաճախ ավելի փոքր կապիտալ ծախսեր

Ընդհանուր առմամբ, բնական համակարգերը դրսևորվել են որպես մաքրման ավանդական համակարգերի՝ ծախսերի տեսակետից արդյունավետ և էկոլոգիապես մաքուր այլընտրանք: Դրանք կատարյալ են՝ փոքր, մեկուսացված կամ քաղաքամերձ համայնքներում առաջացող կեղտաջրերի մաքրման համար, որտեղ հողն ունի ցածր արժեք և բարձր հասանելիություն:

## 2.2 ԲՆԱԿԱՆ ՄԱՔՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՏԵՄԱԿՆԵՐ

Ընդհանուր առմամբ, բնական մաքրման համակարգերը բաժանվում են չորս հիմնական տեսակների:

### 2.2.1 ՑԱՄԱՔԱՅԻՆ ՄԱՔՐՄԱՆ ՄԵԹՈՂՆԵՐ



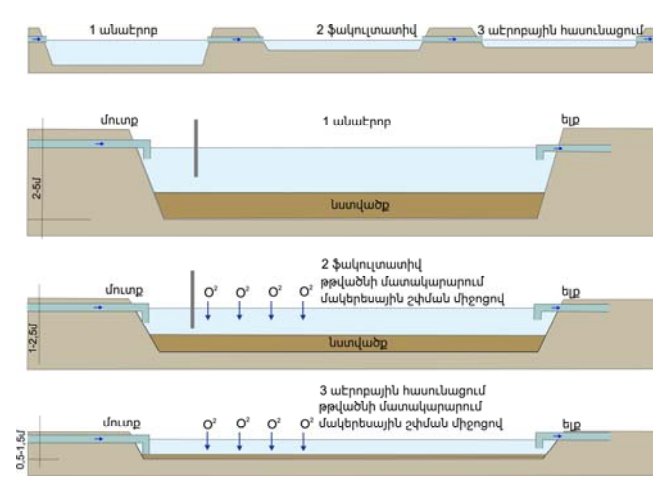
**Գծապատկեր 1.** Ցամաքային մաքրման մեթոդներ

բնականորեն, այսինքն՝ կենսաբանորեն: Բակտերիաների և ջրիմուռների միջոցով կեղտաջրերը կայունացվում են և դրանց պաթոգենները նվազում են: Արտահոսքի հիմնականում օրգանական բաղադրիչները վերածվում են ավելի կայուն ձևերի: Կայունացման լճակները ներառում են մի քանի տեսակներ, ինչպիսիք են՝ կեղտաջրերի լազոնները և օքսիդացման, օքսիդացիոն-վերականգնողական, հասունացման, ֆակուլտատիվ, անաէրոբ, աէրոբային և աէրոբային լճակները: Դրանք կարող են օգտագործվել եղանակային ամենատարբեր պայմաններում՝ առանձին, տարբեր լճակների տեսակների շարքի տեսքով (ընդունված շարքը ներառում է անաէրոբ, ֆակուլտատիվ և հասունացման լճակները) կամ կեղտաջրերի մաքրման այլ համակարգերի հետ միասին:

Այս մեթոդները կախված են հողի մատրիցայի վրա և դրանում տեղի ունեցող ֆիզիկական, քիմիական և կենսաբանական ռեակցիաներից: Նախնական մաքրումից հետո կեղտաջրերը լցվում են հողի վրա (բուսածածկ կամ ոչ): Տեխնոլոգիաները բաղկացած են դանդաղ կամ արագ ներթափանցման և մակերեսային հոսքի համակարգերից, ինչպես նաև այս տեսակների համակցություններից: Դանդաղ ներթափանցման (ՂՆ) և մակերեսային հոսքի (ՄՀ) մեթոդների դեպքում բուսածածկը հանդիսանում է մաքրման նշանակալի բաղադրիչ, իսկ արագ ներթափանցման դեպքում, բուսածածկի կարիք չկա:

### 2.2.2 ԿԵՂՏԱՋՐԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆԱՑՄԱՆ ԼՃԱԿՆԵՐ

Մրանք բաց լճակներ են, որոնց մաքրման գործառույթը կախված է արևի լույսից, մանրէաբանական կյանքից և ստորակարգ բույսերից և կենդանիներից: Օրգանական նյութերը քայքայվում են



**Գծապատկեր 2.** Կայունացման լճակների տեսակներ



### 2.2.3 ՋՐԱՅԻՆ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ

Մրանք նման են կայունացման լճակներին, սակայն կեղտաջրերը մաքրում են նաև դրանցում եղած բարձրակարգ բույսերի և կենդանիների միջոցով: Նման համակարգերը կարող են բաժանվել լողացող բույսերով և ընկղմված բույսերով համակարգերի: Դրանց զարգացած արմատային համակարգերը ստեղծում են միջավայր միկրոօրգանիզմների աճի համար, ինչը նպաստում է աղտոտիչների հեռացմանն, այդպիսով հանգեցնելով լավագույն հնարավոր մաքրմանը:

### 2.2.4 ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ՃԱՀՃՈՒՏԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ

ԱՃ-ներն արհեստական ինժեներական համակարգեր են, որոնք նախագծված են այնպես, որպեսզի նմանակեն բնական ճահճուտների աղտոտիչների հեռացման գործառույթը: Կեղտաջրերի մաքրման համար ԱՃ-ներում տեղի են ունենում մի շարք ֆիզիկական, քիմիական և կենսաբանական գործընթացներ, որոնք հիմնված են ջրի, հողի, մթնոլորտի (այսինքն, արև և քամի) և միկրոօրգանիզմների փոխազդեցության վրա: Ճահճուտների բուսականությունը կենսական դեր է խաղում օրգանական նյութերի, սննդարար նյութերի, ծանր մետաղների, տարբեր թունավոր նյութերի հեռացման և պահպանման գործում: Հարավային եղեգը (*Phragmites australis*) և կեռոնը (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*) ճահճային տեսակների լավ օրինակներ են, որոնք կարող են արդյունավետորեն կյանել աղտոտիչները, ուստի հաճախ օգտագործվում են ԱՃ-ներում:

## 2.3 ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ՃԱՀՃՈՒՏԱՅԻՆ ՄԱՔՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐ

Կան ԱՃ-ների երեք առավել հաճախ հանդիպող տեսակներ՝ ջրի մակերևութային հոսքով (ՋՄՀ) համակարգեր, ենթամակերևութային հորիզոնական հոսքով (ԵՀՀ) համակարգեր և ուղղահայաց հոսքով (ՈւՀ) համակարգեր:

### 2.3.1 ՋՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ՀՈՍՔՈՎ ԱՃ-ՆԵՐ

Մրանք բաղկացած են մեկ կամ մի քանի բուսածածկ ծանծաղ անթափանց ավազաններից կամ ջրանցքներից (40-ից 60 սմ խորությամբ), որոնցում լցված է հող, տնկված են տեղական բուսատեսակներ (օրինակ՝ կեռոնի, եղեգի տեսակներ) և ունեն մուտքի և ելքի համապատասխան համակարգեր: Կեղտաջրերը հոսում են 10-ից 30 սմ կամ անգամ 45 սմ խորության վրա և ենթարկվում է մթնոլորտի, քամու և արևի ուղիղ ճառագայթների ազդեցությանը:

Ճահճուտի հատակին գերակշռում է թթվածնից զուրկ (անաէրոբ) գոտին, մինչդեռ աերոբային գոտին գտնվում է մակերեսի մոտ, որը հարստանում է թթվածնով մթնոլորտային ռեաերացիայի միջոցով, որին նպաստում է բույսերի շարժումը քամու ազդեցության տակ:

Ճահճուտով կեղտաջրերի հոսքի ընթացքում ֆիզիկական, քիմիական և կենսաբանական գործընթացները հեռացնում են աղտոտիչները: Չնայած ստորջրյա հողաշերտը անաէրոբ է, բույսերի արմատներն իրենց շրջապատ են արտանետում թթվածին, ստեղծելով բարդ կենսաբանական և քիմիական ակտիվության միջավայր:

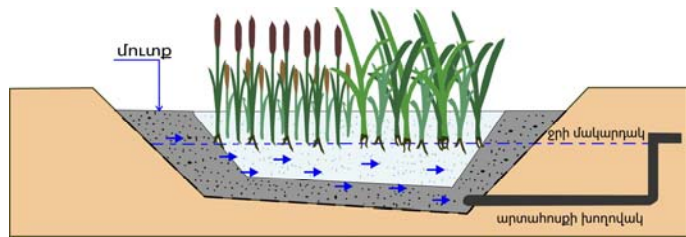


**Գծապատկեր 3.** Ջրի մակերևութային հոսքով լճակի սխեմա:

### 2.3.2 ԵՆԹԱՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ՀՈՐԻԶՈՆԱԿԱՆ ՀՈՍՔՈՎ ԿԼ-ՆԵՐ

Մրանք մանրախճով և ավազով լցված մեծ ջրանցքներ են, որոնցում տնկված է ջրային բուսականություն: Հունի շերտն ունի 0,5-ից 1 մ խորություն (3-32 մմ տրամագծով հատիկներ) և տեղադրված է անջրաթափանց միջադրի վրա (կավ կամ անջրաթափանց գեոմեմբրան), որպեսզի կանխվի արտահոսքը:

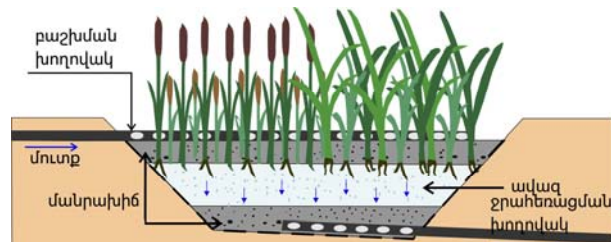
Կեղտաջրերը պետք է մնան մանր ծակոտկեն նյութի մակերեսից ցածր, հոսելով ծակոտիների միջով և բույսերի արմատների և կոճղարմատների շուրջ: Հունը պետք է լինի լայն և ծանծաղ, որպեսզի ջրի հոսքի ուղին հասցվի առավելագույնի: Մուտքի լայն գոտին օգտագործվում է հոսքի հավասար բաշխման համար: Հունի թեքությունը սովորաբար 1% է: Ինչ վերաբերվում է լճակի բուսականությանը, բոլոր խորը, լայն արմատներ ունեցող բույսերը, որոնք կարող են աճել խոնավ և սննդարար նյութերով հարուստ միջավայրում, կարող են հարմար լինել նման համակարգի համար: Կեղտաջրերը մաքրվում են ֆիլտրող միջավայրի և բույսերի արմատների հետ շփման միջոցով:



**Գծապատկեր 4.** Ենթամակերևութային հորիզոնական հոսքով ԿԼ սխեմա:

### 2.3.3 ՈՒՂԱՀԱՅԱՅԱՑ ՀՈՍՔՈՎ ԱՃ-ՆԵՐ

Մրանք գտիչ հուններ են, որոնցում տնկված են ջրային բույսեր: Կեղտաջրերը լցվում են ճահճուտ անցքավոր խողովակների միջոցով, որպեսզի հոսքը համասեռ լինի: Ջուրը ֆիլտրերի մատրիցայի միջով ինքնահոս թափանցում է ներքև: Այնուհետև այն հասնում է ջրահեռացման շերտին (հատակ), որտեղ գտնվում է հավաքման և աերացիայի անցքավոր խողովակների ցանցը: Հունը բաղկացած է տարբեր հատիկային կազմ ունեցող մի քանի շերտերից: Հատակին մոտ առաջին շերտը բաղկացած է ջրահեռացման համար օգտագործվող մանրախճից (առնվազն 20 սմ հաստությամբ), որի վրա գտնվում են մանրախճի և ավազի շերտեր (մակերեսի շերտը՝ 10-30 սմ հաստությամբ): Վերին շերտը բուսածածկ է, և բուսականությանը հնարավորություն է տրված զարգացնել խորը, լայն արմատներ, որոնք ներթափանցում են ֆիլտրող միջավայր: Ընդհանուր խորությունը 0,90-ից մինչև 1,20 մ է: Ջրահեռացման համար անհրաժեշտ է հունի 1% թեքություն:



**Գծապատկեր 5.** Ուղղահայաց հոսքով ԿԼ սխեմա:

Ուղղահայաց հոսքով ԱՃ-ները կարող են գործել՝ ընդհատվող հոսքով, չհագեցած իջնող հոսքով, հագեցած բարձրացող կամ իջնող և մակընթացային հոսքով: Այս համակարգերն ունեն երկու փուլեր՝ լցման և չորացման: Կախված կլիմայից, ընդունված տարբերակներն են *Phragmites australis*, *Typha latifolia* կամ *Echinochloa Pyramidalis*: Ուղղահայաց հոսքով և հորիզոնական ենթամակերևութային հոսքով ԱՃ-ների կարևոր տարբերությունը ոչ թե պարզապես հոսքի ուղղությունն է, այլ ավելի շուտ լցման և չորացման ցիկլերը և ընդլայնված աերացիային պայմանները ՈւՀ դեպքում՝ գործոններ, որոնք հանգեցնում են պահանջվող տարածքի կրճատմանը:

### 3. ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ՃԱՀՈՒՏՆԵՐԻ ՄԱՔՐՄԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐ

Աղտոտիչների հեռացման նպատակով արհեստական ճահճուտներում օգտագործվում են բնական գործընթացներ (ճահճուտային բուսականություն, հող, մանրէաբանական ակտիվություն)՝ ավելի վերահսկվող միջավայրում: Հեռացման հիմնական մեխանիզմները կարելի է բաժանել ոչ կենսական (ֆիզիկական և քիմիական) և կենսական (կենսաբանական) գործընթացների: Արհեստական ճահճուտներում աղտոտիչների հեռացման համար պատասխանատու ոչ կենսական գործընթացներն են՝

- նստեցումը և նստվածքագոյացումը, որոնք նպաստում են պինդ մասնիկների և կախված մասնիկների հեռացմանը,
- ադսորբցիան և աբսորբցիան, որոնք տեղի են ունենում բույսերի, սուբստրատի, նստվածքների և բուսական մնացորդի մակերեսին և հանգեցնում են աղտոտիչների կարճաժամկետ պահմանը կամ երկարաժամկետ անշարժացմանը,
- քիմիական օքսիդացումը/անջատումը/նստեցումը, որոնց արդյունքում ներհոսող մետաղները վերածվում են չլուծվող պինդ ձևի և անշարժանում են, երբ ջուրը շփման մեջ է մտնում սուբստրատի և բուսական մնացորդի հետ,
- ֆոտոքայքայումը՝ օքսիդացումը և միացությունների քայքայումը արևի լույսի առկայության պայմաններում,
- գոլորշիացումը, որը տեղի է ունենում, երբ ցնդող միացությունները վերածվում են գազերի:

Համապատասխանաբար, կենսական գործընթացներն են՝

- աերոբային/անաերոբ կենսաքայքայումը միկրոօրգանիզմների մեթաբոլիկ գործունեության միջոցով,
- անօրգանական տարրերի ֆիտոկուտակումը,
- ֆիտոկայունացումը՝ բույսերի արմատներում անօրգանական միացումների կուտակման կարողություն,
- գոլորշիացման ընթացքում բույսեր ներթափանցող օրգանական և անօրգանական աղտոտիչների ֆիտոքայքայումը բույսերի կողմից արտադրվող էնզիմների միջոցով,
- ռիզոքայքայումը բույսերի կողմից արտադրվող էքստուդաթների միջոցով, որոնք հանգեցնում են օրգանական միացությունների մանրէաբանական քայքայմանը,
- ֆիտո-ցնդումը/գումարային գոլորշիացումը բույսերի տերևների միջոցով:

#### Աղյուսակ 4. Որոշ աղտոտիչների հեռացման մեխանիզմները

<i>Աղտոտիչի հեռացում</i>	<i>Գործընթաց</i>
Օրգանական նյութեր	Կենսաբանական քայքայում, նստեցում, մանրէաբանական սպառում
Կախյալ նյութեր	Նստեցում, գտում
Ազոտ	Նստեցում, նիտրիֆիկացում/դենիտրիֆիկացում, մանրէաբանական սպառում, կլանում բույսերի կողմից, գազացում
Ֆոսֆոր	Նստեցում, գտում, ադսորբցիա, կլանում բույսերի կողմից և մանրէաբանական սպառում
Պայթուցիկներ	Բնական մահ, Նստեցում, գտում, ՈւՄ քայքայում, ադսորբցիա
Ծանր մետաղներ	Նստեցում, ադսորբցիա, կլանում բույսերի կողմից
Օրգանական միացումներ (թունաքիմիկատներ և այլն)	Ադսորբցիա, գազացում, ֆոտոլիզ, կենսական/ոչ կենսական քայքայում

#### 4. ԱՃ-ՆԵՐԻ ԱՐԺԵՔԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

ԱՃ-ի ընդհանուր արժեքի հիմնական բաղադրիչները ներառում են՝ (ա) կապիտալ ներդրումներ, ինչպիսիք են հողի արժեքը, շինարարության արժեքը (հողային աշխատանքներ՝ փորում, հետլիցք և հավասարեցում, ներհոսքի և արտահոսքի համակարգեր, բաշխիչ խողովակներ, մեկուսիչներ, տնկում և ճանապարհներ) և ինժեների և կապալառուի վարձավճարները և (բ) շահագործման և պահպանման ծախսեր:

Արհեստական ճահճուտները պահանջում են համեմատաբար մեծ տարածություններ, պայմանավորված հիդրավլիկ պահման ժամանակով և հաշվարկային հոսքի արագությամբ: Կեղտաջրերի մաքրման ճահճուտային համակարգերի արժեքի վրա ազդող գործոնները ներառում են մաքրման նպատակները, ճահճուտի չափը, տարածքի վիճակը և մեկուսիչների պահանջը: Հունաստանում 200-1,000 մարդուն համարժեք (մ.հ.) ԱՃ-ների շինարարության արժեքը գնահատվում է 310-ից 570 եվրո/մ.հ., իսկ շահագործման ծախսերը գնահատվում են տարեկան 7-14 եվրո/մ.հ.՝ ենթամակերևութային հոսքով համակարգերի համար: Սա կեղտաջրերի մաքրման ավանդական կայանների ծախսերի 1/10-ից պակաս է: Կոպիտ հաշվարկի համար կարելի է ենթադրել, որ շահագործման ծախսերը կարող են կազմել կեղտաջրերի մաքրման ավանդական մեթոդների ընդհանուր ծախսերի մինչև 50%: Միջին հաշվով, Եվրոպայում 10,000 մ.հ. դեպքում կեղտաջրերի մաքրման ավանդական կայաններին բնորոշ տարեկան ծախսերը կարող են կազմել մինչև 25-35 եվրո/մ.հ.: Ավելի փոքր կայանների ծախսերը կարող են գերազանցել այս թիվն ավելի քան երկու անգամ:

##### 4.1 ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԾԱԽՍԵՐ

ԶՄՀ արհեստական ճահճուտների շինարարական ծախսերի տարրերը ներառում են ավազանի փորումը և շեպերի կառուցումը, մեկուսիչ շերտերի, ներհոսքի և արտահոսքի կառուցվածքների և խողովակների տեղադրումը, գրունտի լիցքը, բույսերի տնկումը և հարակից աշխատանքներն, ինչպիսիք են ճանապարհները և ցանկապատումը:

Սակայն առանձին ծախսերի համամասնությունները կարող են զգալի տարբերվել աշխարհի տարբեր մասերում: Բացի այդ, ավելի մեծ համակարգերի դեպքում առկա է ավելի մեծ տնտեսում մասշտաբից: Ընդհանուր առմամբ, ենթամակերևութային հոսքով արհեստական լճակների կապիտալ ծախսերը հավասար են կամ մի փոքր զիջում են մաքրման ավանդական համակարգերի ծախսերին: ԶՄՀ ԱՃ-ների կապիտալ ծախսերը սովորաբար ավելի փոքր են, քան ենթամակերևութային հոսքով համակարգերի ծախսերը, հիմնականում պայմանավորված ծակոտկեն միջավայրի գնով:

##### 4.2 ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ԵՎ ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ԾԱԽՍԵՐ

Արհեստական ճահճուտներն ունեն շահագործման և պահպանման շատ ցածր ծախսեր, ներառյալ պոմպերի (անհրաժեշտության դեպքում), մշտադիրտարկման, ճանապարհների և շեպերի սպասարկման, նախնական մաքրման սպասարկման (ներառյալ ճաղավանդակների կանոնավոր մաքրումը և սեպտիկ կամ Իմհոֆֆի բաքի և ավազորսիչի մաքրումը), բույսերի հավաքման (եթե կիրառելի է), շեպերի և մեկուսիչ շերտերի վերանորոգման, սարքավորումների վերանորոգման և փոխարինման ծախսերը: Հիմնական ծախսերը շատ ավելի փոքր են, քան բետոն և պողպատ օգտագործող մրցակից տեխնոլոգիաներինը՝ 10 անգամ: Բացի այդ, քանի որ ճահճուտներն ունեն կենսաբանական ակտիվության ավելի բարձր մակարդակ, քան էկոհամակարգերի մեծամասնությունը, դրանք կարող են սովորական կեղտաջրերում գտնվող հասարակ աղտոտիչներից շատերը վերածել անվտանգ կողմնարդյունքի կամ կարևոր սննդարար նյութերի, որոնք կարող են օգտագործվել հավելյալ կենսաբանական արտադրողականության համար: Այդ փոփոխությունները տեղի են ունենում արևի, քամու, հողի, բույսերի և կենդանիների սովորական բնականան էկոլոգիապես մաքուր էներգիայի միջոցով: Քանի որ մաքրման արհեստական ճահճուտներում գործում են բնական էկոլոգիապես մաքուր էներգիաներ, մաքրման նպատակներին հասնելու համար սովորաբար պահանջվում են նվազագույն էներգիա հանածո վառելիքից և քիմիական նյութեր:

## 5. ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ավելի քան հինգ տասնամյակների հետազոտություններից և ներդրումից հետո, ԱՃ-ները ճանաչվել են կեղտաջրերի մաքրման հուսալի տեխնոլոգիա և ներկայումս դրանք հանդիսանում են հարմար լուծում կեղտաջրերի բազմաթիվ տեսակների մաքրման համար: Դրանց անվտանգ և հուսալի օգտագործման հետ կապված նախկինում եղած մտահոգությունների մեծ մասը հերքվել է: Օրինակ՝ ցույց է տրվել, որ արհեստական ճահճուտները լավ են աշխատում ցուրտ կլիմայական պայմաններում: Բացի այդ, տարածքի նկատմամբ պահանջն այնքան մեծ չէ, ուստի արհեստական ճահճուտները հաճախ են կիրառվում անգամ բնակչության բարձր խտություն ունեցող երկրներում, ինչպիսիք են Դանիան կամ Նիդերլանդները: Այնուամենայնիվ, արհեստական ճահճուտներն ավելի հարմար են փոքր մասշտաբներում կիրառելու համար: Արհեստական ճահճուտները օգտագործումը տարբեր արդյունաբերական աղտոտիչների համար ներկայումս նույնպես ընդունված է: Այսօր արհեստական ճահճուտները կենսունակ այլընտրանք են որպես կեղտաջրերի մաքրման տեխնոլոգիա և աշխարհով մեկ առկա են դրանց տասնյակ հազարավոր կիրառումներ:

21-րդ դարի առաջին տասնամյակում արհեստական ճահճուտներում կեղտաջրերի մաքրման տեխնոլոգիան կարող է բնութագրվել հետևյալ կերպ՝

- Արհեստական ճահճուտների տարբեր տեսակների համակցություն հիբրիդային համակարգերում ավելի լավ արդյունքների հասնելու համար՝ հատկապես ազոտի մասով,
- Կեղտաջրերում գտնվող հատուկ միացությունների մաքրում,
- Համապատասխան միջավայրի որոնում, որը կունենա ենթամակերևութային հոսքով արհեստական ճահճուտներում ֆոսֆորի հեռացման բարձր կարողություն,
- Մաքրման գործընթացներին օգնող մանրէների հայտնաբերում,
- Հիդրավլիկայի և աղտոտիչների հեռացման մոդելավորում արհեստական ճահճուտների տարբեր տեսակներում:

## 6. ԱՌԱՋԱՐԿՎՈՂ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ՀԵՏԱԳԱ ԸՆԹԵՐՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

- Angelakis A. N. and Tchobanoglous G., 1995, *Municipal Wastewaters: Natural Treatment Systems, Reclamation and Reuse and Disposal of Effluents*, Crete University Press, pp. vii (in Greek).
- García J., Rousseau D.P.L., Morató J., Lesage E., Matamoros V. and Bayona J.M., 2010, Contaminant Removal Processes in Subsurface-Flow Constructed Wetlands: A Review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 40: 561–661.
- Kadlec R.K and Wallace S.D., 2009, *Treatment Wetlands*, Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Reed S., Middlebrooks E. and Crites R., 1995, *Natural Systems for Waste Management and Treatment*, McGraw Hill.
- Tchobanoglous G., Burton F.L. and Stensel H.D., *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* Metcalf and Eddy (2003), New York: McGraw-Hill.
- Tsihrintzis V.A., Akratos C.S., Gikas G.D., Karamouzis D. and Angelakis A.N., 2007, Performance and cost comparison of a FWS and a VSF constructed wetland systems, *Environmental Technology*, 28 (6): 621-628.
- Tsihrintzis V.A. and Gikas G.D., 2010, Constructed wetlands for wastewater and activated sludge treatment in north Greece: a review, *Water Science and Technology*, 61 (10): 2653-2672.
- Vymazal J., 2011, *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Five Decades of Experience*, *Environmental Science and Technology*, 45: 61–69.
- Vymazal J., 2007, Removal of nutrients in various types of constructed wetlands, *Science of the Total Environment*, 380: 48–65.
- Zhi W. and Ji G., 2012, Constructed wetlands, 1991–2011: A review of research development, current trends, and future directions, *Science of the Total Environment*, 441: 19–27.



# Համագործակցություն

Դիմորդ	Կավալայի ջրմուղկոյուղու կոմունալ ձեռնարկություն, Հունաստան
ԵՀԳԳ գործընկեր 1	Թրակիայի Դեմոկրիտեսի համալսարան, Հունաստան
ԵՀԳԳ գործընկեր 2	Հայաստանի ամերիկյան համալսարան, Հայաստանի
ԵՀԳԳ գործընկեր 3	Իլիայի պետական համալսարան, Վրաստան
ԵՀԳԳ գործընկեր 4	«Էկո-ՏԻՐԱՍ» գետերի պահպանների միջազգային ասոցիացիա, Մոլդովա Հետազոտությունների և զարգացման Դանուբի դելտայի ազգային ինստիտուտ, Ռումինիա
ԵՀԳԳ գործընկեր 5	Օդեսայի տարածքային պետական վարչություն, Ուկրաինա
ԵՀԳԳ գործընկեր 6	Կոջաեյի ջրմուղկոյուղու վարչություն, Թուրքիա
ՆԱԳ ՖԳՇ	
ՆԱԳ գործընկեր 1	Յալովա համալսարան, Թուրքիա



[www.waste-net.info](http://www.waste-net.info)

**Կեղտաջրերի բնական ինտեգրված մաքրման համակարգերը խրախուսող սևծովյան ցանց՝ WASTEnet**

Մշակվել է Թրակիայի Դեմոկրիտեսի համալսարանի կողմից: Տպագրության համար պատրաստվել է Էկո-ՏԻՐԱՍ-ի կողմից:

Տպագրման ամսաթիվ՝ 2014թ. փետրվար:

Տպագրությունն իրականացվել է Եվրոմիության օժանդակությամբ:

Սույն տպագրության բովանդակության համար միակ պատասխանատվություն կրողը WASTEnet ցանցն է

և այն որևէ կերպ չի արտացոլում Եվրոմիության կարծիքը:

Common borders. Common solutions.