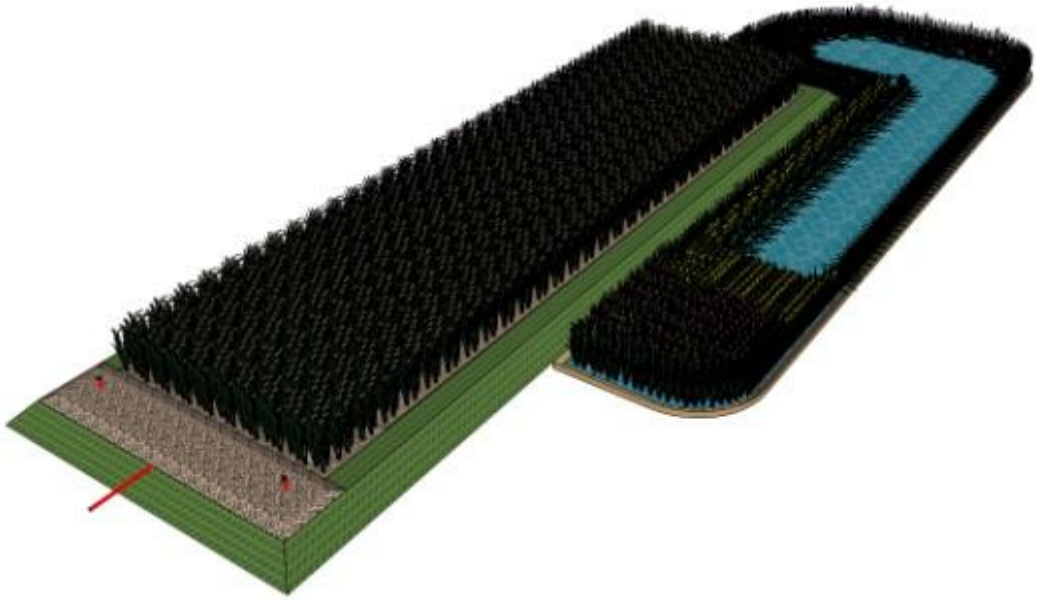
Tisza – Tisa Project

(CEE-project, Flemish Government HON/002/07)

Épített gyökérzónás szennyvíztisztítók



Rob Van Deun

Mia Van Dyck

Katholieke Hogeschool Kempen, Geel, Belgium

FLANDERS FITS YOU

WITH THE SUPPORT OF THE FLEMISH GOVERNMENT

Épített gyökérzónás szennyvíztisztítók

Rob Van Deun

Mia Van Dyck

Katholieke Hogeschool Kempen, Geel, Belgium

2010

Translation:

UNIVERSITY OF SZEGED, FACULTY OF AGRICULTURE,

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY (Hungary)

SZTE MGK, Andrássy u. 15., H-6800 Hódmezővásárhely, Hungary
Phone: +36-62-532990, Fax: +36-62-532991
http://www.mgk.u-szeged.hu/

FLANDERS FITS YOU

WITH THE SUPPORT OF
THE FLEMISH GOVERNMENT

Vízügyi politika Európában

Európai szabályozás

EU vízügyi politika: *irányelvek*, nem *rendelkezések*

- Először: Környezeti politika: “Akcióprogram”;
- Később: Direktívák (irányelvek).

Nyugat-Európa környezeti politikája:

- 1960-1975: hígítás;
- 1975-1986: „end-of-pipe” politika (csővégi eljárások);
- 1986-1992: erőteljesebb „end-of-pipe” politika;
- 1992-1998: intézkedések.

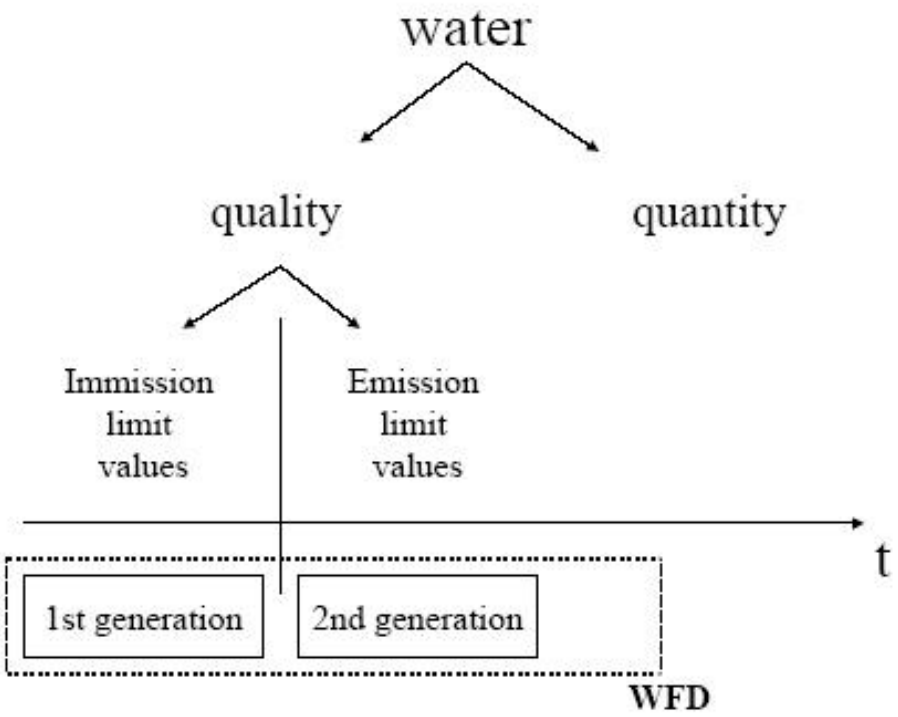
1975 – 1980: “Elsőhullámos” generáció:

- A direktívák szabványokat állítanak a vízminőség védelmére
- Jogalap:
  - A közös piac védelme;
  - A közegészségügy védelme.
- 1975 Direktíva az ivóvízminőségről;
- 1976 Direktíva a veszélyes anyagok vízi környezetbe való kibocsátásáról (felszíni vizek, talajvíz).

Az Európai Egyezmény aktualizálásay:

- 1986, Egységes Európai Okmány
  - Útmutató alapelvek: a szennyező fizet, korrekció a forrásnál,…
- 1992, Maastricht Egyezmény, 1999, Amsterdami Egyezmény
  - Döntéshozó folyamat: az egyöntetűség már nem szabály
  - Szubszidiaritás: Az EU jog alapvető elve („Gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan’)

- Az Európai szabályozás nem számol a tagállamokban tapasztalható problémákkal
- Város ←→ Vidék
  Észak ←→ Dél
- Nincs összhang a direktívák követelményeinek betartása és a gyakorlati megvalósíthatóság között a szegényebb tagállamokban.



Első generáció: Vízminőségi szabvány;
Második generáció: Kibocsátási határértékek.

Bebocsátási határértékek szemlélete: a szabványok meghatározásánál figyelembe veszi a vízhígítás természetes kapacitását a kibocsátási ponton; „*Közegészség-orientált*";

Kibocsátási határértékek szemlélete: az elérhető legjobb technológiák alkalmazása (BAT) a lehető legalacsonyabb kibocsátás biztosításának érdekében; „*Környezet-orientált*".

Víz Keretirányelv 2000/60/EC

- Valamennyi víz védelme, felszíni és talajvizek;
- 'Jó státusz' elérése 2015 előtt;
- Folyómedreken alapuló vízgazdálkodás;
- A kibocsátási ellenőrzés és a vízminőségi szabvány kombinált alkalmazása.

Folyómedreken alapuló vízgazdálkodás:

A folyómedrek jellemzőinek elemzése;
Az emberi tevékenységek vízre gyakorolt hatásának áttekintése;
A vízhasználat közgazdasági elemzése;
Rendeletek annak érdekében, hogy a Víz Keretirányelv célkitűzései megvalósuljanak az adott határidőkre;
Együttműködés valamennyi érdekelt között

Integrációs politika

A Víz Keretirányelv ösztönzi, illetve megköveteli a politika és cselekvés integrációját a vízminőség javításának érdekében.

Fenntartható vízhasználat

Elegendő mennyiségű, kiváló minőségű víz a jövő generációk részére.

Méltányos vízárak kialakítása

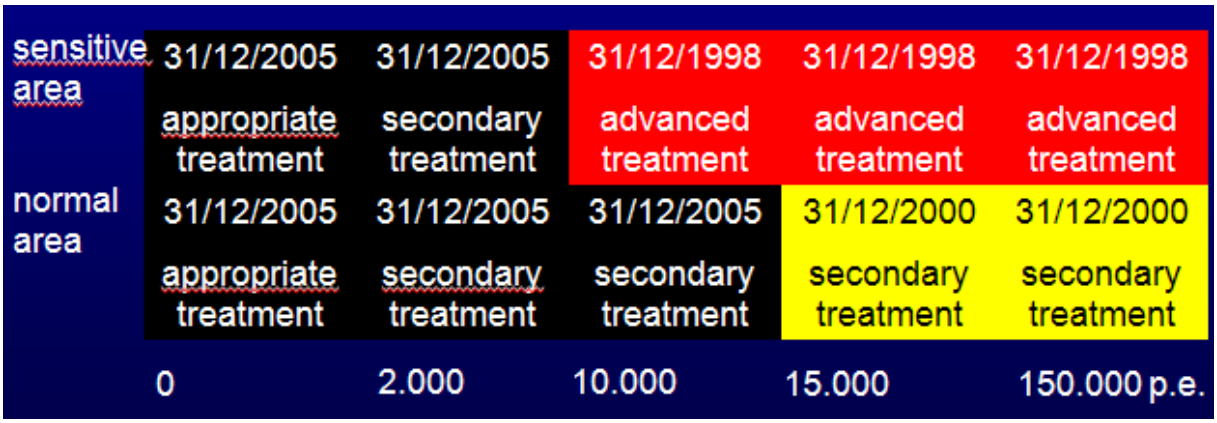
Az árak kialakítása ösztönzőleg hat a takarékosabb vízhasználatra;
Olyan vízárpolitika, amely biztosítja, hogy valamennyi felhasználó megfelelő arányban fizessen.

Direktíva a csatornázásról és a szennyvíztisztításról 91/271/EEC

Követelmények:

- Szennyvízkezelés valamennyi agglomerációban 2000 lakosegyenérték felett;
- Biológiai (másodlagos) kezelés mint szabványkövetelmény;
- Magasabb fokú kezelés az ún. érzékeny területekre történő kibocsátás esetében.

Határidők:



Kezelési célok a 91/271/EEC értelmében:

a) standard provisions

Parameter	Value (concentration)	Value (% reduction)
Biological Oxygen Demand BOD_5	25 mg/l	70 - 90 %
Chemical Oxygen Demand COD	125 mg/l	75 %

(24 hour average; either concentration or percentage of reduction shall apply)

b) additional provisions for 'sensitive areas'

Parameter	Value (concentration)	Value (% reduction)
Total nitrogen Plants of 10 000 - 100 000 p.e. Plants >100 000 p.e.	 15 mg/l 10 mg/l	 70 - 80 %
Total phosphorus Plants of 10 000 - 100 000 p.e. Plants >100 000 p.e.	 2 mg/l 1 mg/l	 80 %

(annual averages, either concentration or percentage of reduction shall apply)

Érzékeny területek

A szennyvízelvezető rendszerbe történő kibocsátás tilos, (magas fokú) kezelés kötelező

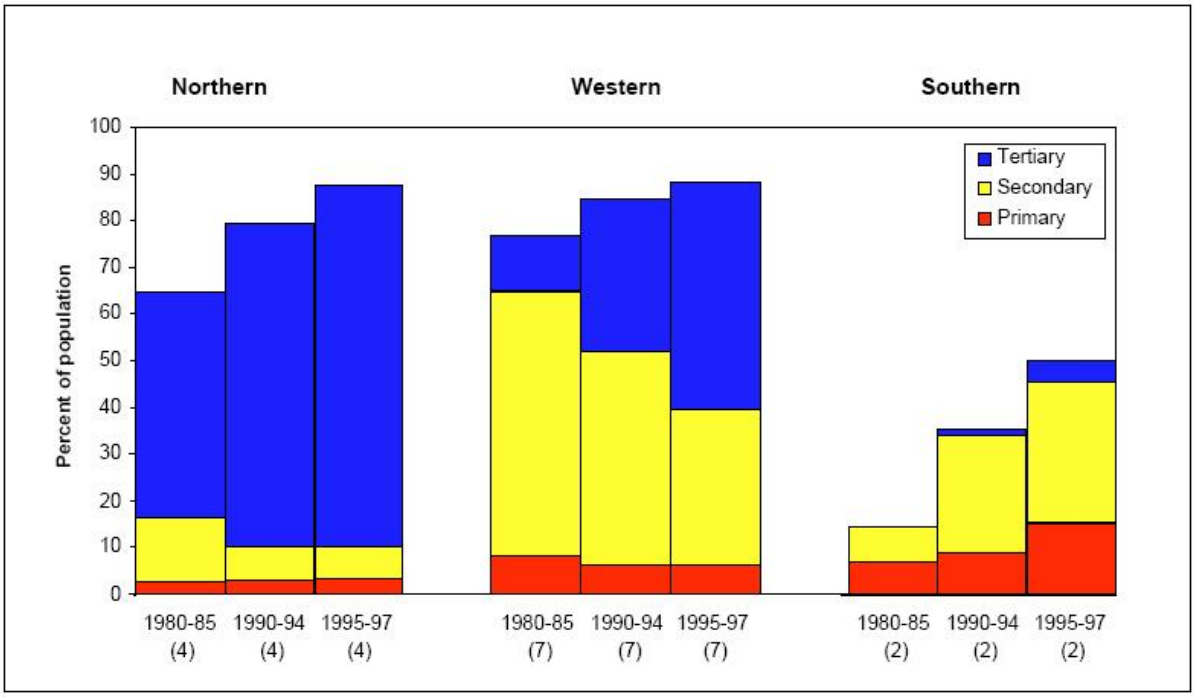
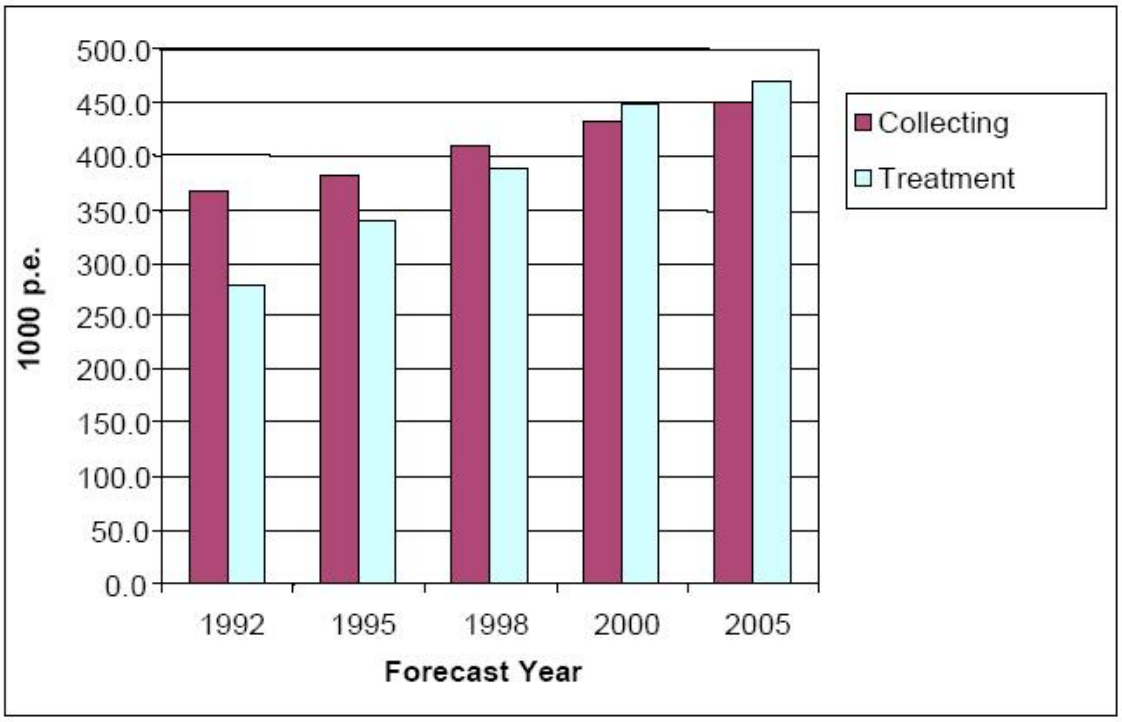


Figure 2 Planned development of collecting systems and treatment plants in EU Member States, 1992 - 2005



Note: Data excludes Italy. Data for Belgium for collecting systems relate to the Walloon region only.

Source: European Commission Report of 27 February 1998 on Council Directive 91/271/EEC.

Table 1 % of population connected to different wastewater treatment types by region

Region	Period	Primary (%)	Secondary (%)	Tertiary (%)
Northern countries	1980-85	2.7	13.9	48.3
	1990-94	3.1	7.0	69.2
	1995-97	3.5	6.4	77.6
Central part of EEA	1980-85	8.3	57.7	12.2
	1990-94	6.7	46.3	33.2
	1995-97	6.2	33.2	48.9
Southern part of EEA	1980-85	7.0	7.3	0
	1990-94	8.6	25.2	1.6
	1995-97	15.1	30.1	4.7

Table 3 Development in the capacity of treatment plants in EU Member States

	1992	1995	1998	2000	2005	Increase	
	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	%
Belgium	5.499	6.836	7.77	8.3	9.919	4.42	80
Denmark	5.95	9.246	9.246	9.246	9.246	3.296	55
Germany	111.456	131.403	141.221	142.022	143.831	32.375	29
Greece	2.058	2.785	5.028	8.624	8.637	6.579	320
Spain	23.872	30.152	45.713	60.862	73.754	49.882	209
France	40.333	51.188	60.761	66.924	69.378	29.045	72
Ireland	483	550	698	3.641	3.81	3.327	689
Luxembourg	777	808	939	948	969	192	25
Netherlands	21.396	21.705	22.053	22.053	22.053	657	3
Austria	14.413	14.413	16.945	18.864	19.467	5.054	35
Portugal	5.731	6.66	11.194	15.873	16.387	10.656	186
Finland	3.598	3.772	3.905	3.925	3.935	337	9
Sweden	13.038	13.038	13.038	13.038	13.038	0	0
United Kingdom	29.335	46.841	50.964	74.233	75.323	45.988	157
Total	**277.939**	**339.397**	**389.475**	**448.553**	**469.747**	**191.808**	**69**

Table 4 Development in the capacity of collecting systems in EU Member States

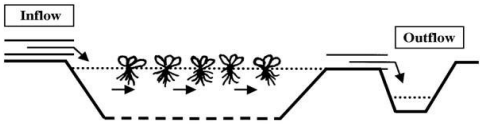
	1992	1995	1998	2000	2005	Increase	
	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	1000 p.e.	%
Belgium	1.721	1.721	1.81	1.898	2.201	480	28
Denmark	12.133	12.133	12.133	12.133	12.133	0	0
Germany	114.084	114.23	121.754	124.589	127.055	12.971	11
Greece	7.278	7.465	8.17	8.708	8.708	1.43	20
Spain	35.001	41.456	52.836	65.89	74.439	39.438	113
France	55.78	61.192	65.893	68.648	70.508	14.728	26
Ireland	878	1.02	1.196	3.862	3.918	3.04	346
Luxembourg	914	937	969	969	969	55	6
Netherlands	21.78	21.78	21.78	21.78	21.78	0	0
Austria	16.571	16.571	17.906	18.997	19.467	2.896	17
Portugal	9.367	9.657	13.188	16.235	16.462	7.095	76
Finland	3.395	3.461	3.576	3.576	3.576	181	5
Sweden	13.044	13.044	13.044	13.044	13.044	0	0
United Kingdom	76.526	76.322	76.957	75.635	75.604	-922	-1
Total	**368.472**	**380.989**	**411.214**	**432.964**	**449.864**	**81.392**	**22**

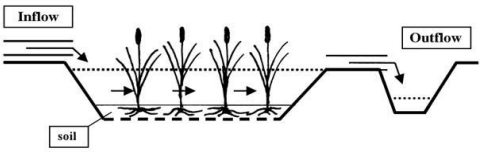
Szabad felszínű épített gyökérzónás szennyvíz-tisztítók Flandriában

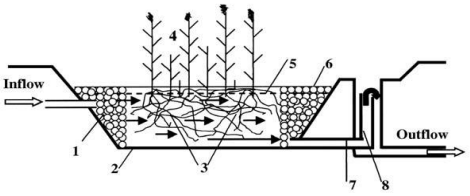
Bevezetés

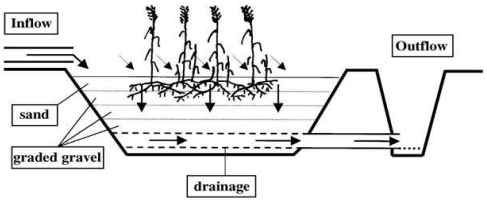
Gyökérzónás víztisztító típusok:

- Felszíni folyású szennyvíztisztító (free-water surface wetlands (FWS)
    - Stabilizációs tavak;
    - Lebegő makrofita szűrő rendszerek
- Felszín alatti folyású (Subsurface Flow (SSF)
    - Vízszintes folyású (gyökérzónás nádas)
    - Függőleges folyású.









Tisztítási mechanizmus

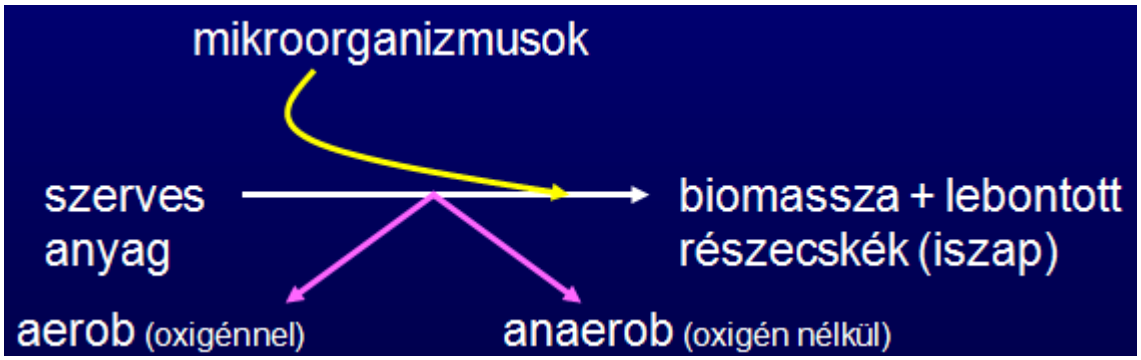
- Gyökérzónás kezelés:

  Szerves anyagok, TSS, N, P, patogének

- Tisztítási mechanizmus:
    - Biológiai:
        - mikróbás lebontás
        - növényi tápanyagfelvétel
    - Fizikai-kémiai:
        - adszorpció
        - ülepítés
        - kicsapódás

SZERVES ANYAGOK

- Cukrok, fehérjék, zsírok;
- Fürdőszobai szennyvíz, mosóvíz, élelmiszer hulladékok,…



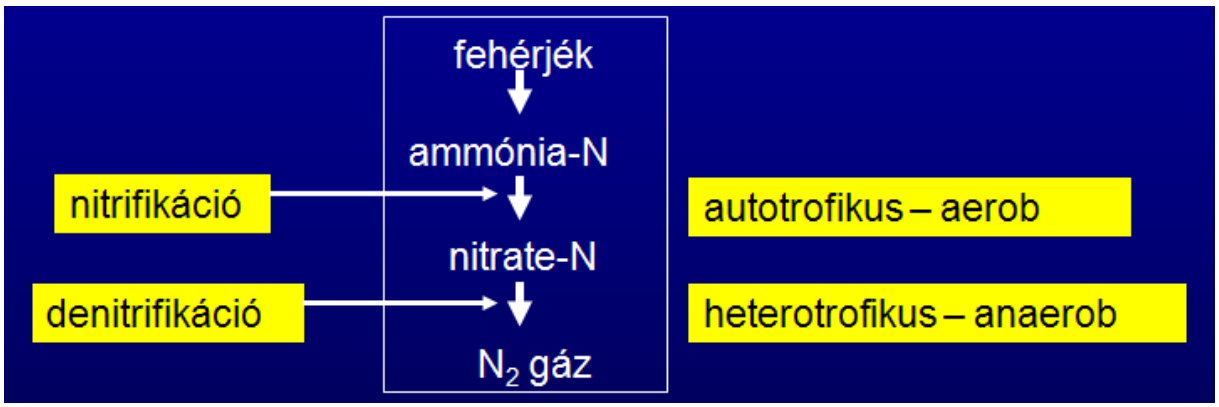
LEBEGŐ ANYAGOK

- Kicsapódás
- Szűrés

NITROGÉN (N)

- Szerves nitrogén: fehérjék, aminosavak, vizelet,…;
- Ammónia (NH_3, NH^{4+});
- Nitrátok (NO^{3-}), nitritek (NO^{2-});
- Nitrogén gáz (N_2).

Nitrogén eltávolítás:



- Növények táplálékfelvétele
- Ammónia párolgás
- Törmelék és üledék lerakódás

FOSZFOR (P)

- Szerves foszfor: tápanyagok, fürdőszobai szennyvíz, állati eredetű szennyvíz, …
- Orthofoszfátok (PO_4^-P): műtrágyák
- Polyfoszfátok: mosószerek

Foszfor eltávolítás

Fizikai – kémiai folyamatok

- Foszfor felszívódás: agyag – humusz komplex
- Foszfor komplex, kicsapódás,: vas, alumnium, kalcium
- Problémák: oldódás, (anaerob), maradványok, eltömődés

Növények tápanyagfelvétele

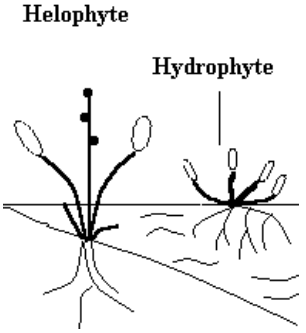
PATOGÉNEK

- Ülepítés/Szűrés
- Természetes elhalás
- Antibiotikum-kiválasztás (makrofiták gyökerei)

Növényfajok

Helofiták: Mocsári növények, évelő szövetek a talajban a vízfelszín alatt, gyökérzet a vízfenéken.

Hidrofiták: Édesvízi növények, évelő szövetek a víz felszíne alatt, szabadon lebegő vízinövények.



A növények szerepe:

- A növények gyökérzete növeli a baktérium kolonizáció számára elérhető felszín területét;
- Az oxigén szállítás aerob környezetet biztosít, oxigén szabadul fel a gyökerekből (korlátozott mértékben);
- Kémai anyagok asszimilációja (N és P) (korlátozott mértékben);
- Hidraulikus ösvényeket tart fenn a szubsztrátumban;
- A növényi hulladék helyet biztosít a mikroorganizmusok számára;
- A felhalmozódott hulladék hőszigetelőként működik;
- Esztétikussá teszi a víztisztítót.

A hidrofiták előnyei

- Megtartják a víz anaerob jellegét
- A víz és az atmoszféra közti gázcserét korlátozzák
- Csökkentik a napsugárzás vízbe jutását

A vízinövények nagy választéka felhasználható.

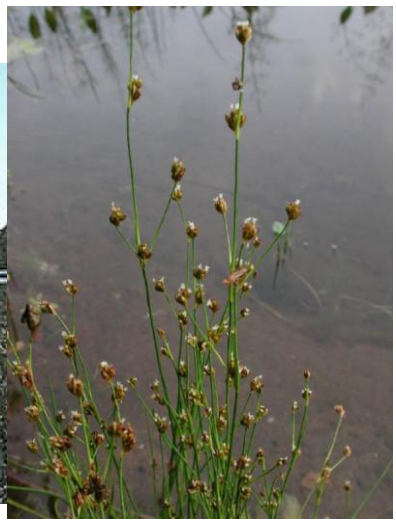
Növényválasztás szempontjai:

- őshonos növények;
- aktív vegetatív betelepítés;
- jelentős biomassza, szársűrűség;
- olykor a fajok kombinációja.

Typha latifolia

Phragmites australis

Iris pseudacorus



Juncus effusus

Glyceria maxima

Carex spp.

Scirpus spp

Lemna spp.

Szennyvízkezelés

Elsődleges kezelés: ***Ülepítő:*** csökkenti a szerves anyag terhelést, elválasztja a folyékony és szilárd részeket.

Másodlagos kezelés: ***Épített víztisztító:*** az oldott vagy elválasztott anyagokat hasznossá alakítja és elkülöníti a víztől.

Épített víztisztítók: Ülepítő

Szennyvízbefogadás;

Szilárd anyagok elválasztása a folyadéktól: Amint a szennyvíz az ülepítőbe ér, a folyási sebesség csökken, és a szilárd alkotóelemek leülepszenek, iszap képződik, a zsírok és a könnyebb fajsúlyú szennyeződés a felszínre kerülnek, ezekből lesz a hab;

Anaerob (részleges) biológiai kezelés;

Iszap és hab tárolása : Az iszap és a hab idővel elbomlik, felszívódik.

Fontos:

Anaerob körülmények;

Kapacitás – Retenciós (tárolási) idő: Effektív térfogat: Az effektív térfogat az iszap és a habréteg közötti térben elhelyezkedő folyadék térfogata. Retenciós idő (nap) = Effektív térfogat (m^3)/átfolyási sebesség (m^3/nap);

Az ülepítőben relatíve nyugalmi állapotban van a szennyvíz, és a tárolási időnek is elég hosszúnak kell lennie, hogy a szilárd anyagok leülepedjenek, illetve a felszínre kerüljenek;

Beömlő nyílás: meggátolja a lebegő habréteg zavarását és csökkenti a beáramló szennyvíz bomlasztó turbulenciáját;

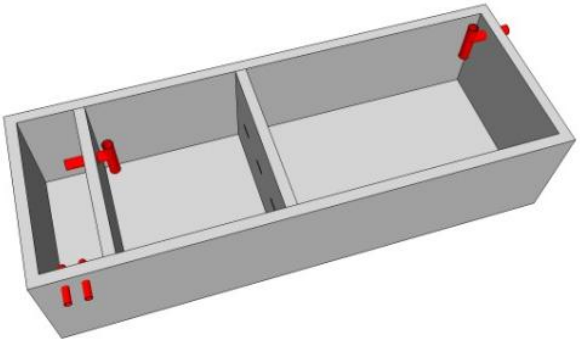
Kifolyó: Úgy tervezték, hogy visszatartsa a habot az ülepítőben.

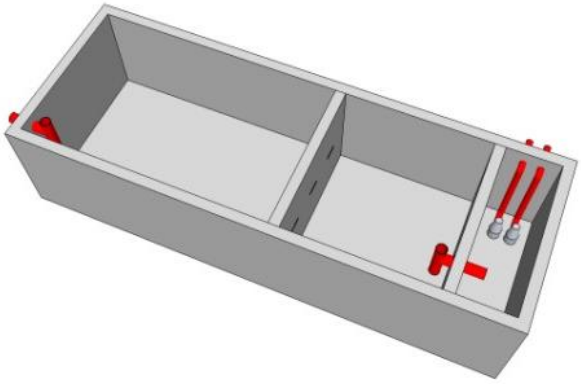
Az ülepítő kapacitása:

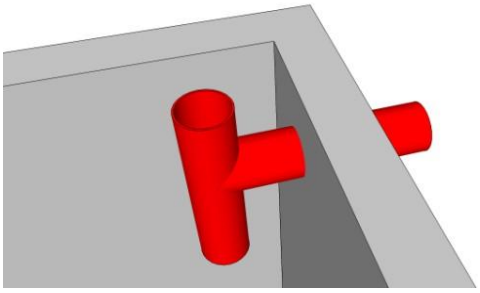
(SAz épített szennyvíztisztítók előkezelőjeként szolgál)

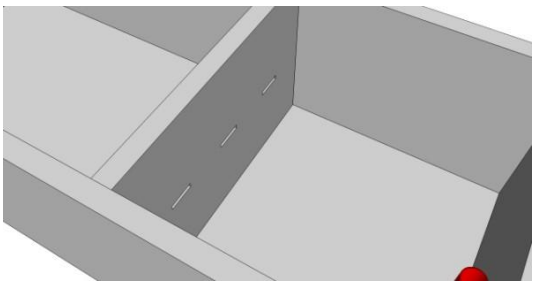
- Blackwater (fekete víz) + greywater (szürke víz),
- Retenciós (tárolási) idő: (min.) 4 nap.

→ 150 liter x 4 nap = (min.) 600 liter lakos-egyenérték (p.e.)

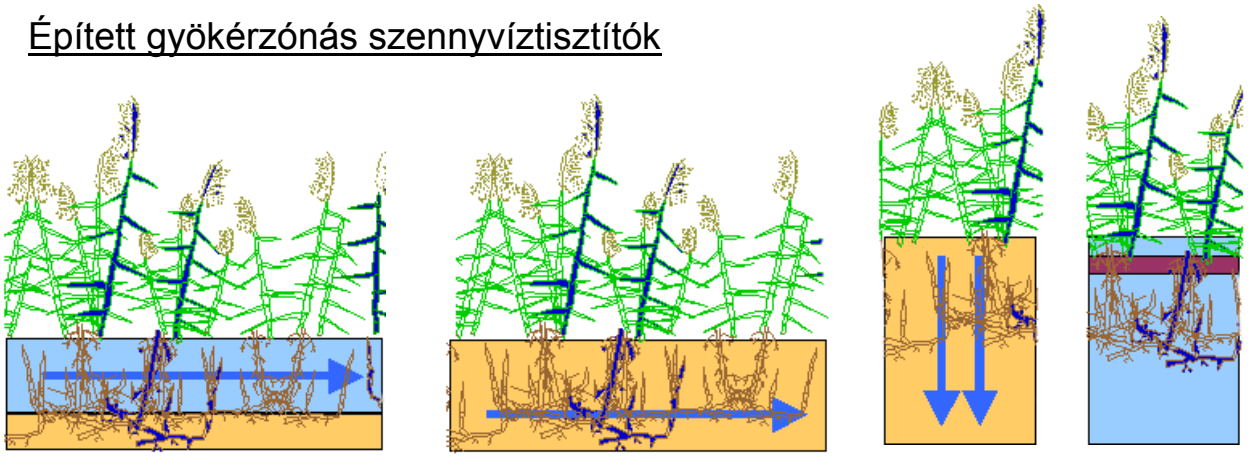








Épített gyökérzónás szennyvíztisztítók



1 2 3 4

1: Felszíni folyású (Stabilizációs tó)
2: Vízszintes felszín alatti folyású
3: Függőleges felszín alatti folyású
4: Lebegő makrofita rendszer

Felszíni lefolyású szennyvíztisztító

A szennyvíz végigfolyik a felszínen, a szilárd anyagok leülepszenek, és összeköttetésbe kerülnek a talajon, illetve a növények gyökerén található baktériumpopulációkkal.

Példa: Stabilizációs tó: Ez a rendszer természetes, lebegő fajokat használ, pl. békalencsét (Lemna, Wolffia,) vagy páfrányt (Azolla sp.),stb. Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy teljes a kontaktus a gyökérzet és a szennyvíz között, nagy felületen alkalmazható anaerob feltételekkel (denitrifikáció)

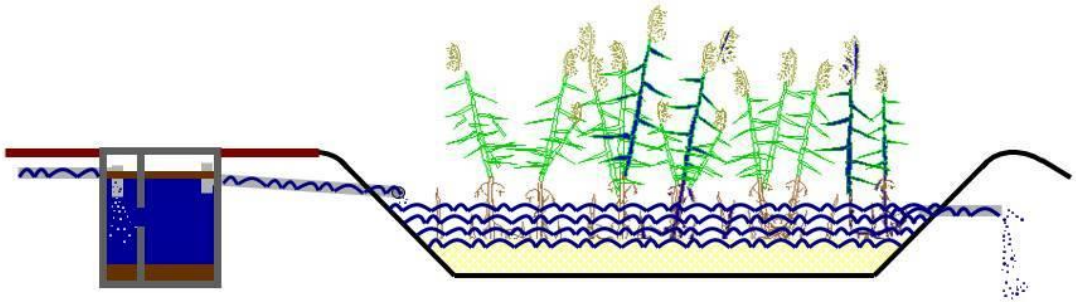
Szabad felszíni folyású víztisztító:

Másodlagos kezelés

- 10 – 20 m² lakos egyenérték;
- Vízmélység: 10 – 50 cm;
- Hidraulikus visszatartási idő: min. 10 nap;

Harmadlagos kezelés (Stabilizációs tó)

- 10 – 20 m² lakos egyenérték;
- Lebegő vízinövények (makrofiták) a víz felszínén;
- Denitrifikáció.



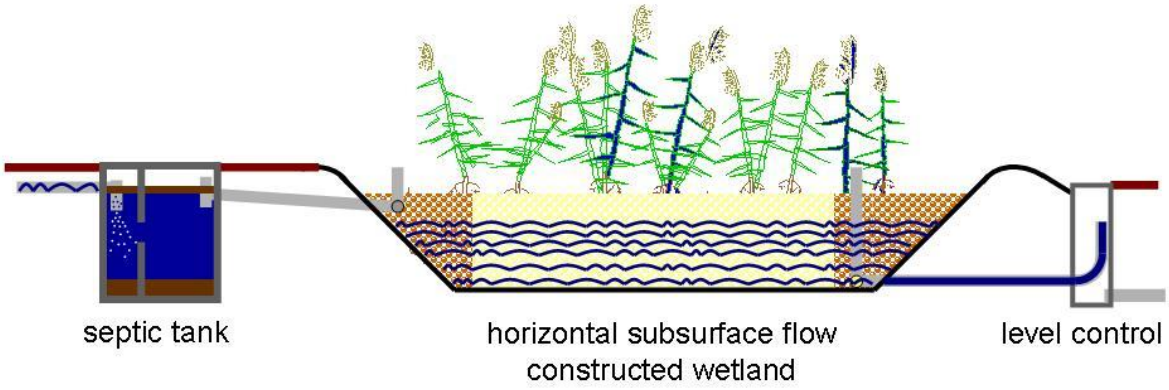
Vízszintes felszín alatti folyású szennyvíztisztító (HSSF)

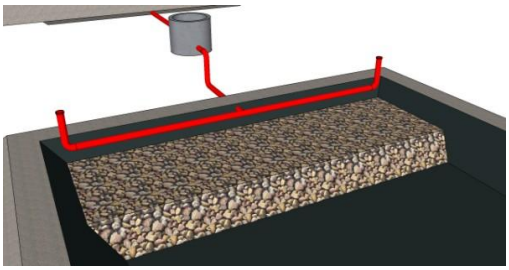
A HSSF valamilyen közvetítőanyaggal kerül feltöltésre, amelyen a szennyvíz keresztülhalad. Ez lehet föld vagy lazább szerkezetű agyag. A befolyó nyílásnál nagyobb darabokból álló töltőközeg szükséges, amely biztosítja a szennyvíznek a közvetítőanyagba jutását.

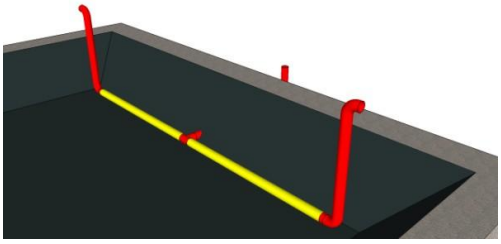
Vízszintes felszín alatti folyású szennyvíztisztító:

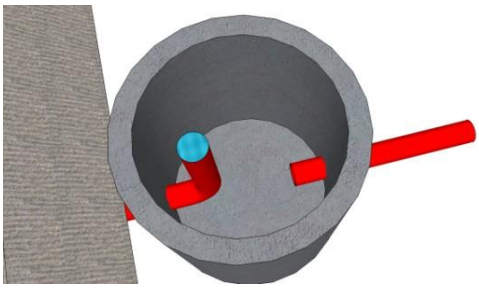
- 5 – 10 m² lakos egyenérték;
- Hossza min. 6 m;
- A nádas alja enyhén lejtős (1%)
- Mélysége a befolyónál: ± 0,6 m; a kifolyónál: max. 0,8 m; minimális mélység 0,3 m;
- Vízszint kontrolláló kifolyó: Darcy Formula
- Apró kavics (2mm-6,3mm).

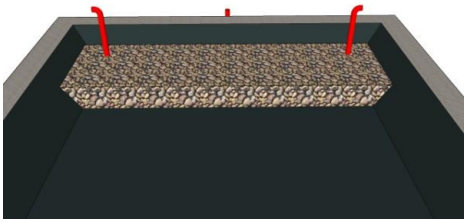
.

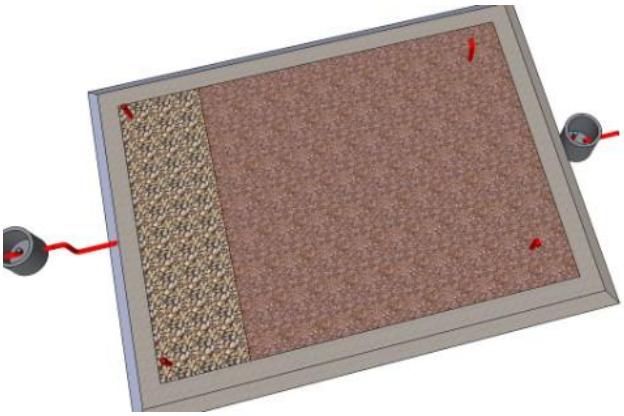


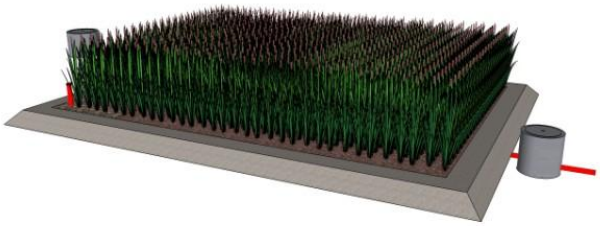










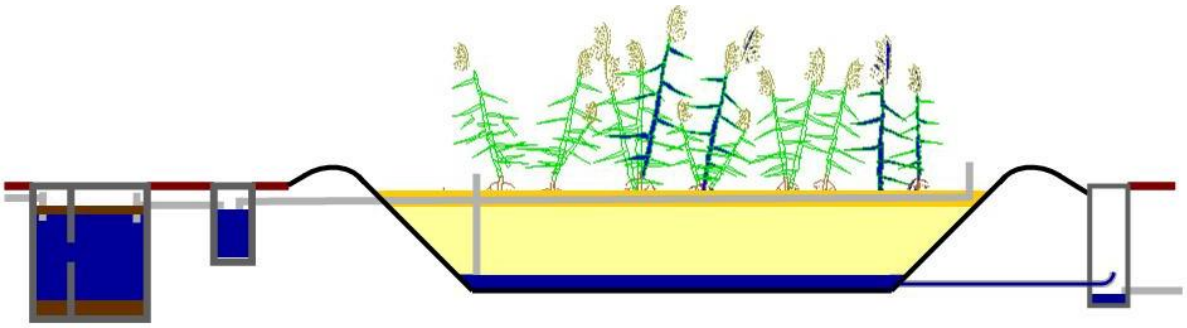


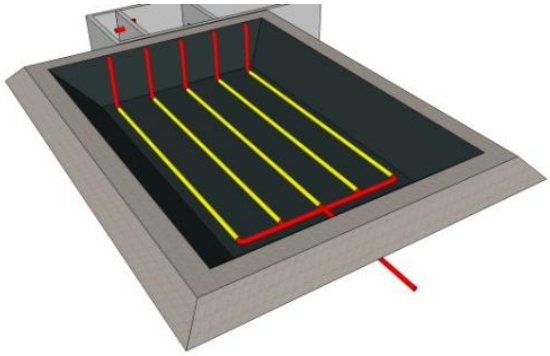
Függőleges felszín alatti folyású szennyvíztisztító

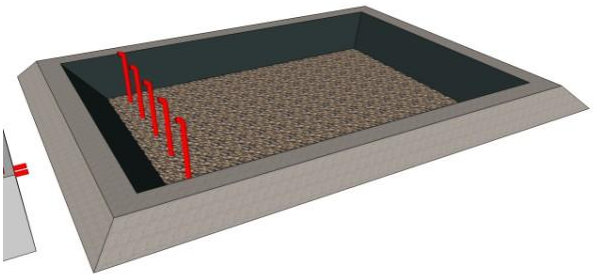
A szennyvizet naponta 2 - 4 alkalommal, szivattyúzással juttatják ki. A szennyvíz lassan szivárog át a közegben, a szilárd testek kiszűrődnek, a víz kapcsolatba kerül a talaj felszínén és a gyökereken található mikróbás populációkkal. A kezelés főként aerob, szivattyúzások és szűrések ciklikus sorozatából áll.

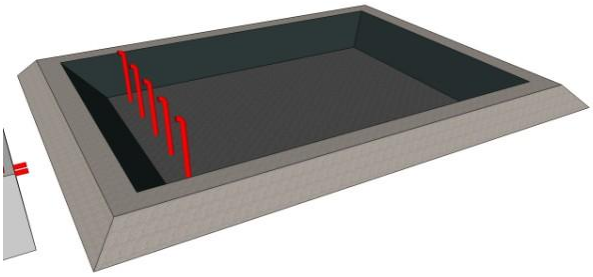
Függőleges felszín alatti folyású szennyvíztiszító:

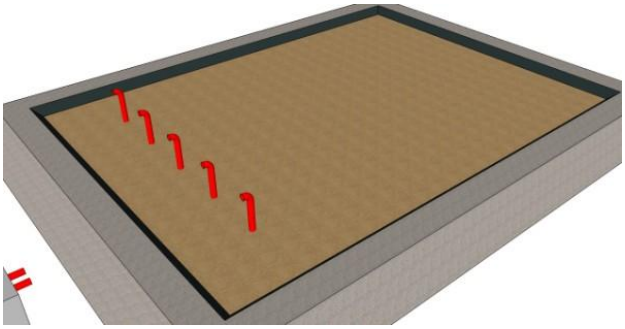
- 3 – 5 m² lakos egyenérték;
- Szivárogtató akna: min. 0,6 m; teljes mélysége 1 m – 1,2 m;
- Hidraulikus terhelés: min. 25l/m².d – max. 60l/m².d, amennyiben szükséges: újra keringetés;
- Homok: d10 0.25 - 1.2 mm, d60 1 - 4 mm, uniformitási együttható (U = d60/d10) < 3;
- Agyagtartalom: < 10%, ellenkező esetben eltömődik;
- A foszforeltávolítás elősegítésére: + 10 kg vasreszelék per m³ a felső rétegben (± 40 cm), eltömődést okozhat!!;

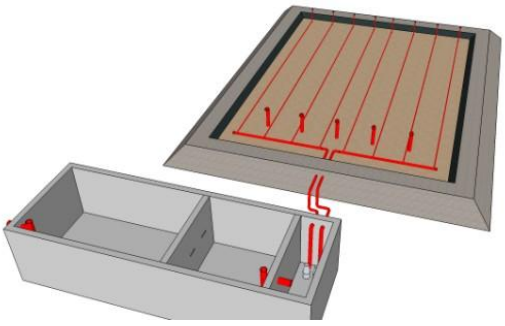

septic tank
pump
vertical subsurface flow constructed wetland
level control

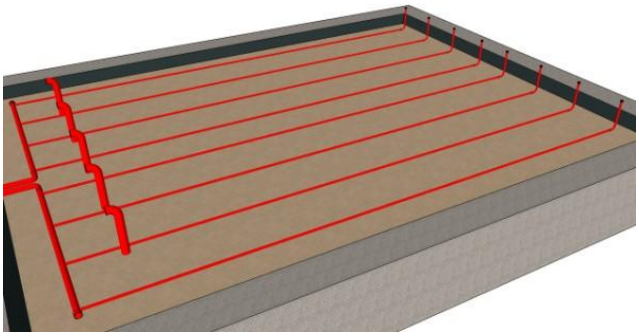


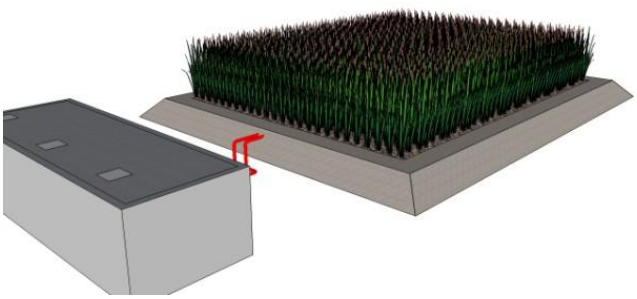






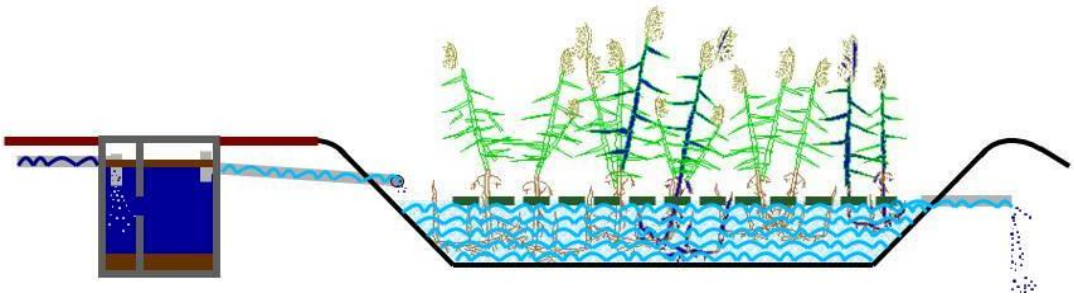






Lebegő makrofita szűrő rendszer

Ez a rendszer olyan makrofitákat alkalmaz, melyek természetes módon a talajban gyökereznek, azonban mesterséges módon lebegőkké alakították őket. Ily módon egyesíthetők a két fajta növény (lebegő és gyökeres) előnyei.



Teljesítmények

A szabad felszíni folyású rendszer tisztító hatékonysága: a legalacsonyabb;
A felszín alatti folyású, különösen a függőleges: a legjobb;
Szerves anyagok eltávolítására valamennyi jó teljesítményt nyújt;
Foszfor eltávolításl: vas hozzáadása→ eltömődés,szaturáció;
Össz nitrogén eltávolítás: egyik sem teljesen kielégítő.

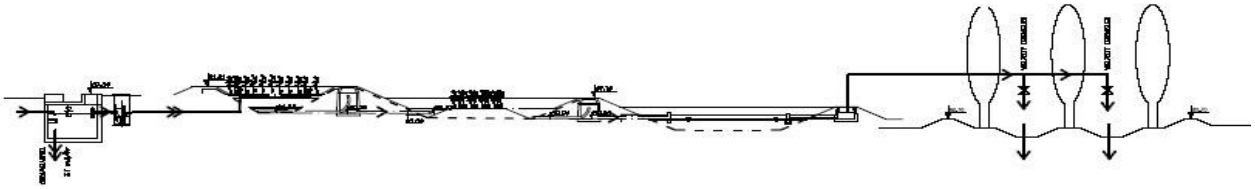
Hatékonyabb N-eltávolítás→ Hibrid (Kombinált) rendszerek (Aquafin) : Ülepítő: ammonifikáció (anaerob), Függőleges: nitrifikáció (aerob), Vízszintes, illetve stabilizációs tó: denitrifikáció(anaerob).

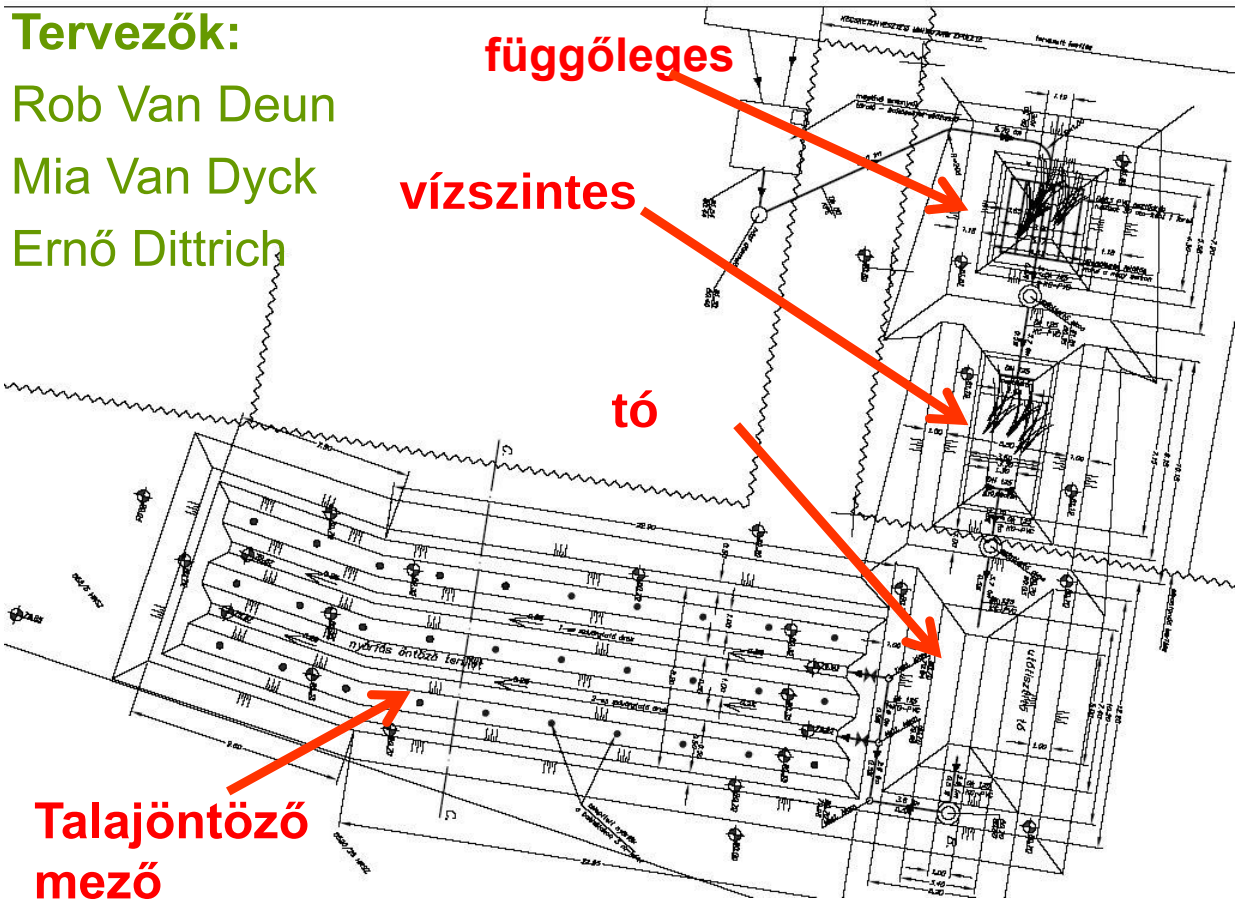
Hibrid rendszerek

Proiekt -Tokai: *CEE-project, supported by the Flemish Government, Hungary*

Hibrid rendszer:

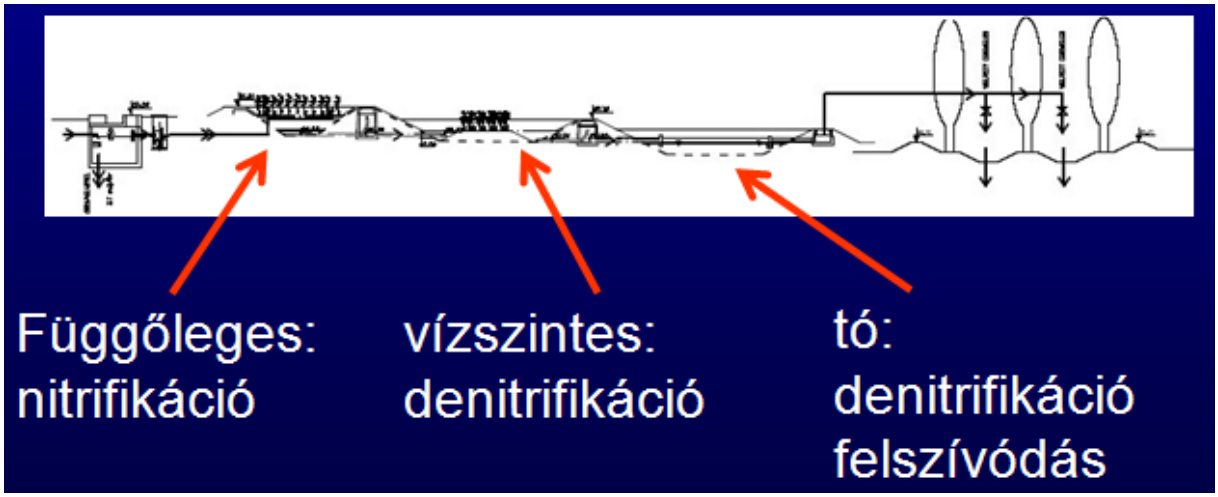
1. Előkezelő ülepítő
2. Függőleges felszín alatti folyású épített gyökérzónás víztisztító
3. Vízszintes felszín alatti folyású épített gyökérzónás víztisztító
4. Stabilizációs tó





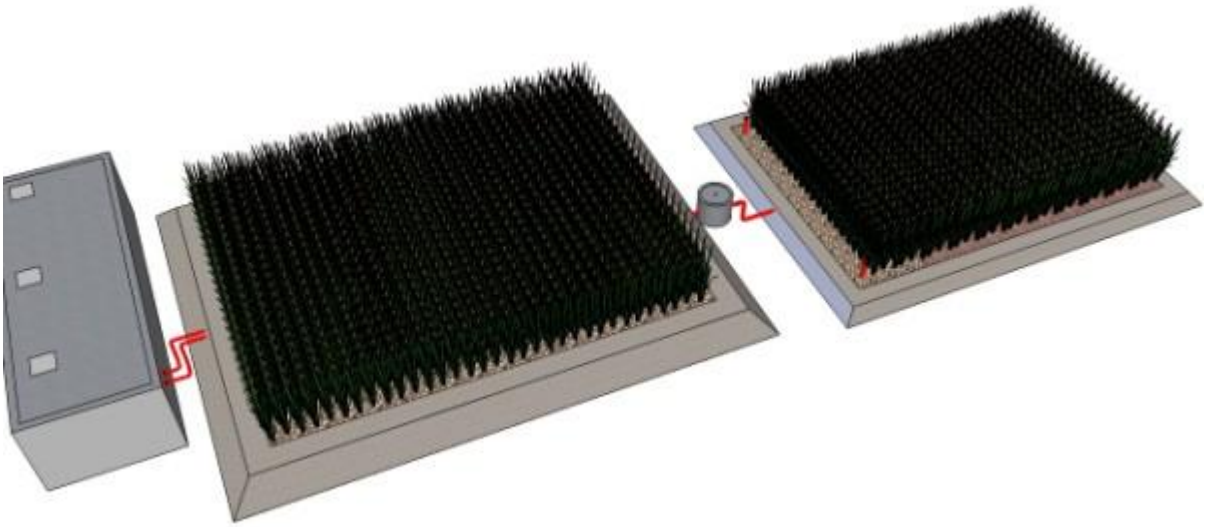
Miért a hibrid rendszer?

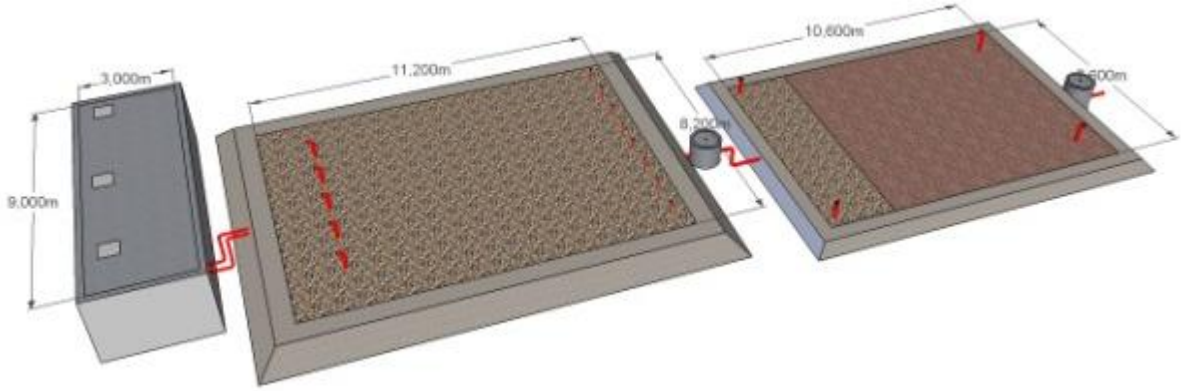
Optimális kémiai anyag (N,P) eltávolítás, főként nitrogén

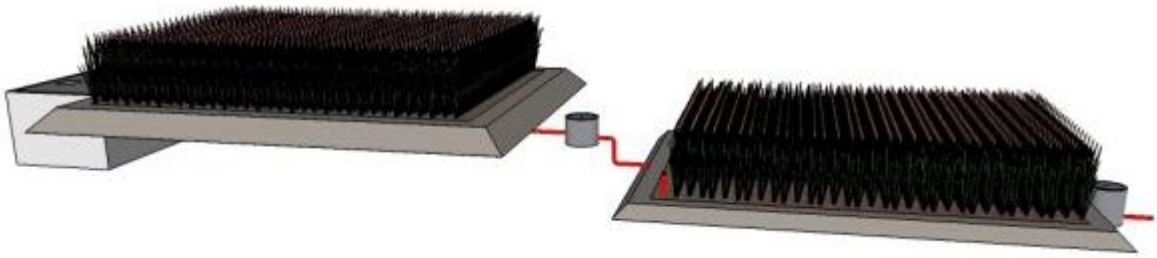


.

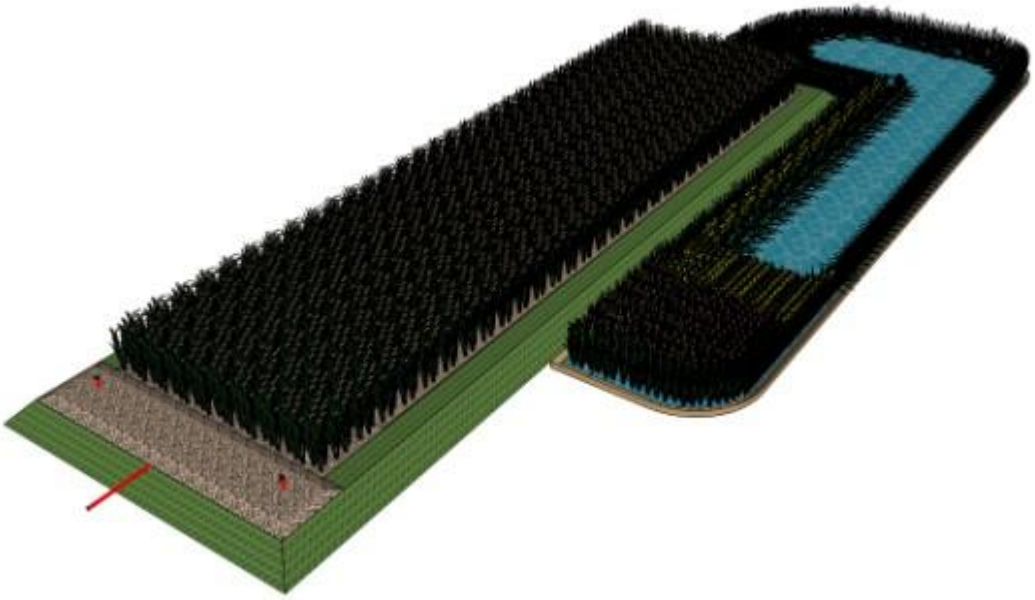
Projekt -Pagubice: *CEE-project, supported by the Flemish Government, Croatia*

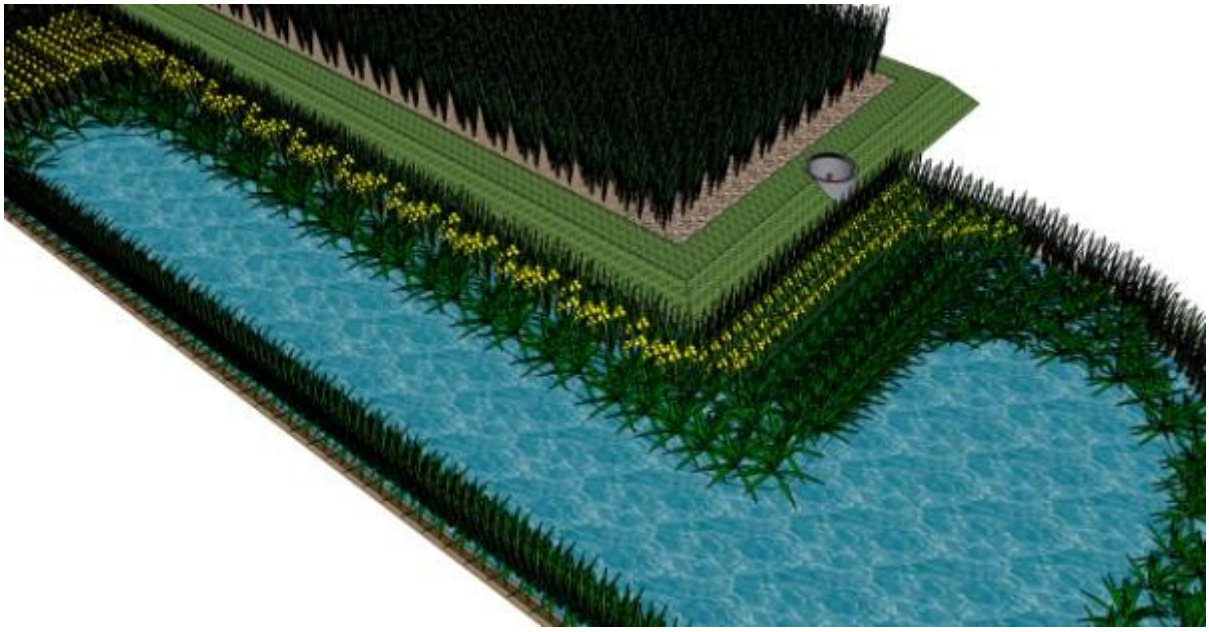






Constructed Wetland: *Farm and camping site, Holland, 100 P.E.*
Design: Rob Van Deun, Mia Van Dyck, K.H.Kempen, Geel, Belgium





Rob Van Deun, rob.van.deun@khk.be
Mia Van Dyck, mia.van.dyck@khk.be

Katholieke Hogeschool Kempen, Kleinhoefstraat 4, 2440 Geel, Belgium

Vízvédelmi területek (pufferzónák)

Woodland

Meadow

Riparian Buffer Strip

Wetland

Definíciók

Part menti – víz (patak, folyó, tó) melletti területtel kapcsolatos
Vízvédelmi terület – a part menti területeken lévő növényzet, amely segít a szennyeződések szűrésében, a part stabilizálásában, és a vízbe ömlő esővíz folyásának lassításában

Vízvédelmi terület típusok

Füves

- A legalacsonyabb szűrési potenciál
- Élőhelyet biztosít a fűben fészkelő madárfajok és kisebb emlősök számára

Bokros

- Magasabb szűrési és árvíz-kontroll potenciál
- Élőhelyet biztosít az énekesmadarak, kisebb emlősök és halak számára

Fás

- Magas fokú szűrő kapacitás
- Magas fokú árvíz-kontroll potenciál
- Élőhelyet biztosít a nagyobb emlősök, ragadozó madarak és halak számára

Vegyes

A leghatékonyabb a vízminőség biztosításának szempontjából, és a legnagyobb potenciált képviseli a növény és vadfajok diverzitását illetően

Vízvédelmi terület típusok

- A különféle vízvédelmi területek különböző módokon kezelik a szennyezőanyagokat
- A vízvédelmi területek kialakítását speciálisan az adott helynek megfelelően kell végezni, az elérni kívánt eredmény figyelembevételével

Vízminőség javulása

Kémiai anyag csökkenés
- A növények tápanyagot vesznek fel a levelek, a szár, és a gyökér fejlődéséhez.
- A vízparti talajban élő baktériumok és gombák a nitrogént a vízi organizmusok számára használható ásványokká alakítják.
- Várhatóan 50%-80%-os csökkenés

Növényvédőszer csökkenés
- Várhatóan 50%-os csökkenés

Patogén csökkenés
- Várhatóan 60%-os csökkenés

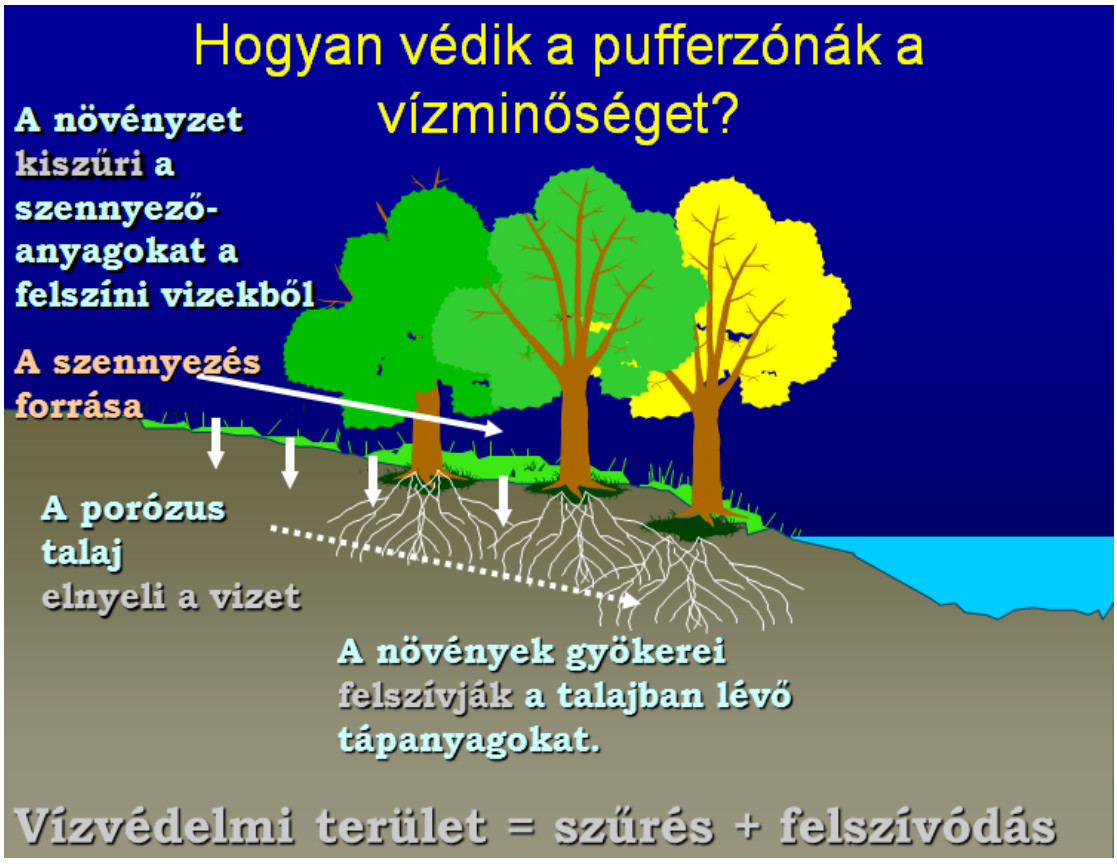
Hőmérséklet szabályozás
- A kevésbé intenzív napsugárzás csökkenti a vízhőmérsékletet nyáron
- A lombozat eltávolítását követően a maximális nyári hőmérséklet 6-15oC-kal növelheti a vízhőmérsékletet
- A 2-6oC-os hőmérsékletváltozás rendszerint alapvetően megváltoztatja több faj életfeltételeit
- A vízvédelmi területek csökkentik a téli hőmérséklet-esést

Erózió szabályozás

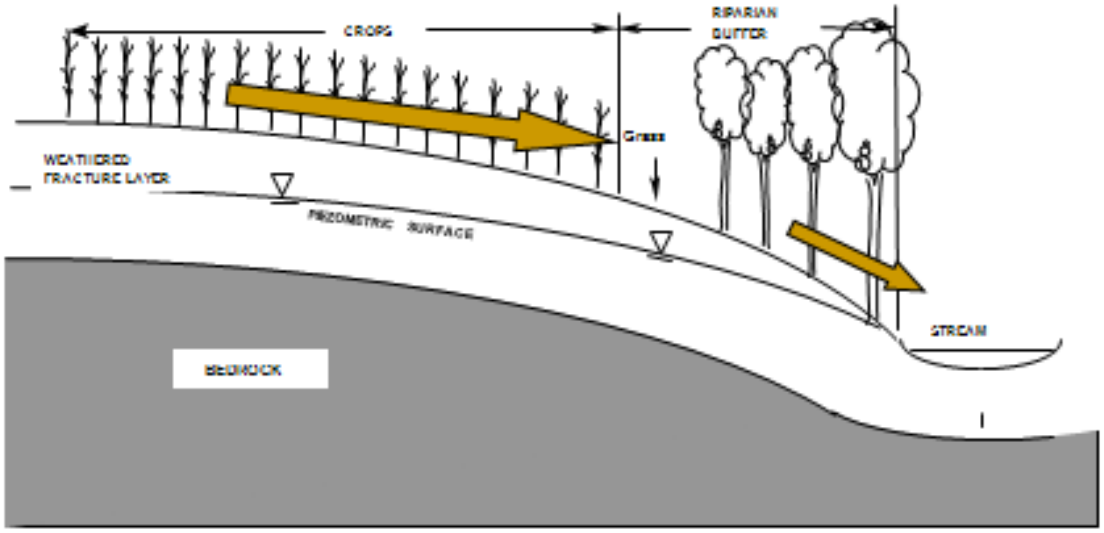
- A lombok, ágak, indák felfogják az esőcseppeket és elosztják az esőcseppek energiáját
- A gyökérzet fizikálisan megköti és visszatartja a talajrészecskéket, ezáltal stabilizálja a vízpartot
- A szerves hulladék növeli a vízfelszín egyenetlenségét, így csökkentve az áramlás sebességét
- A gyökerek és szerves hulladékok növelik az áteresztőképességet a talaj porozitásának és átjárhatóságának fenntartásával
- A növények a párologtatással felhasználják a talaj nedvességét, így teszik lehetővé, hogy a talaj vizet vegyen fel.

Üledékek kiszűrése

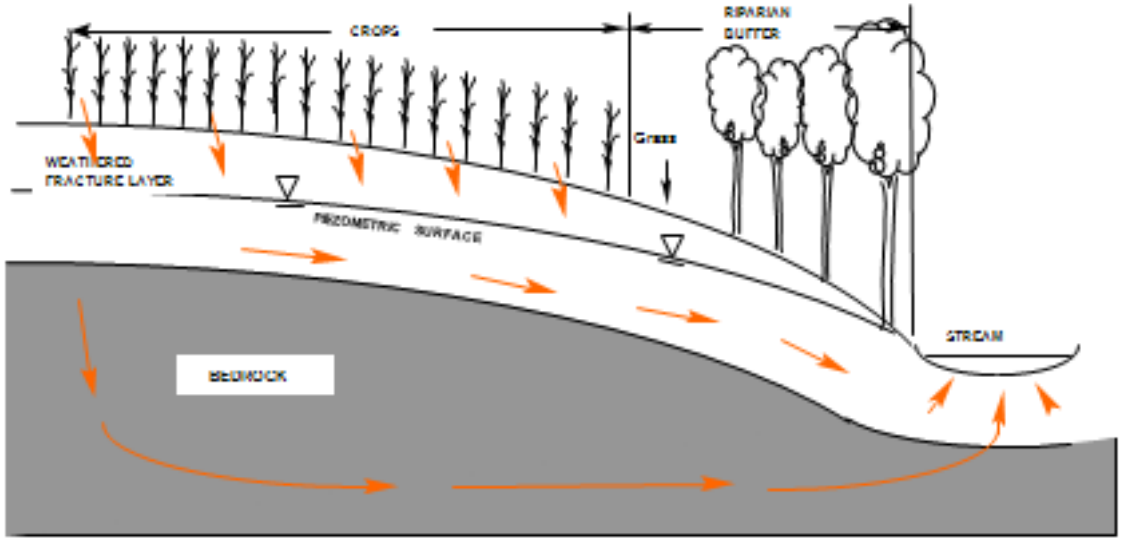
- A vízvédelmi területek növényzete megköti az üledékeket, ezáltal tisztítja a talajvizet.
- A vízben levő talajrészecskék meggátolják a napfény átszűrődését, és akadályozzák a vízinövények fejlődését, szaporodását.
- A nagy mennyiségű üledék eltömítheti a csatornákat, megváltoztathatja a víz folyását, és az árvizek következtében anyagi kárt okozhat.



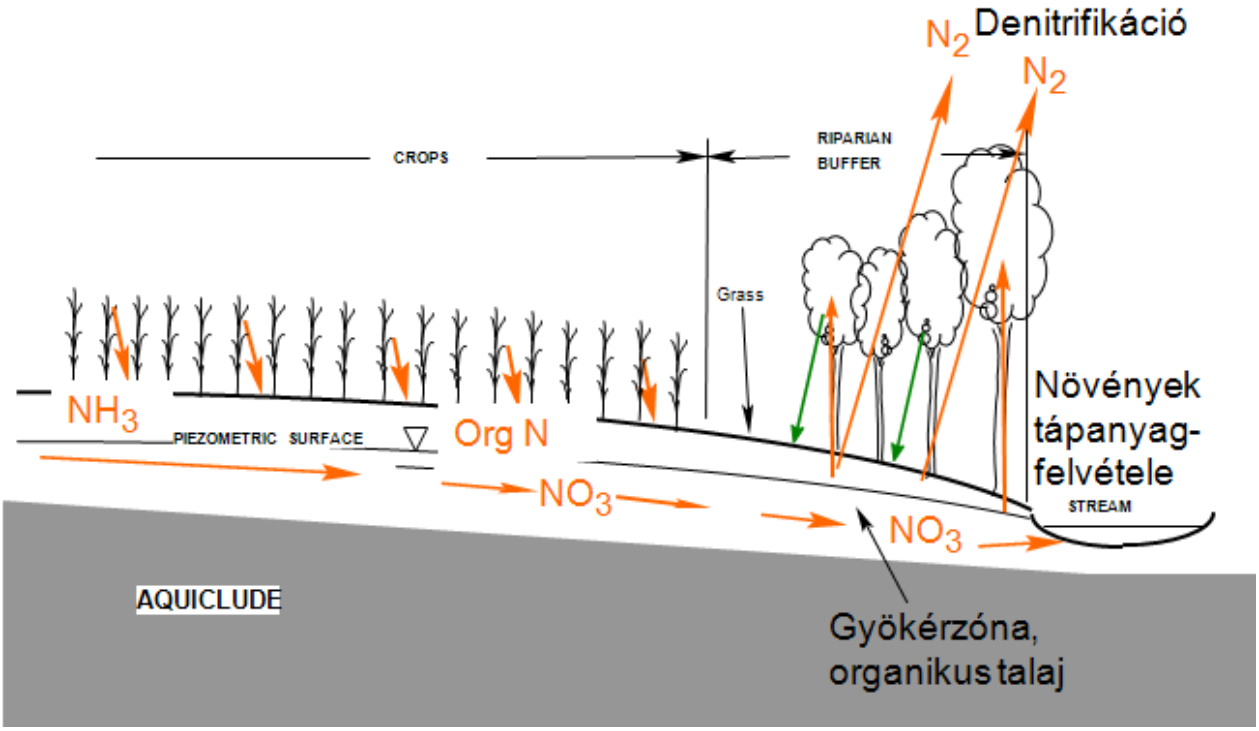
A vízvédelmi területek meggátolják egyes kémiai anyagok (elsősorban a foszfor) és az üledékek felszíni vízbe jutását

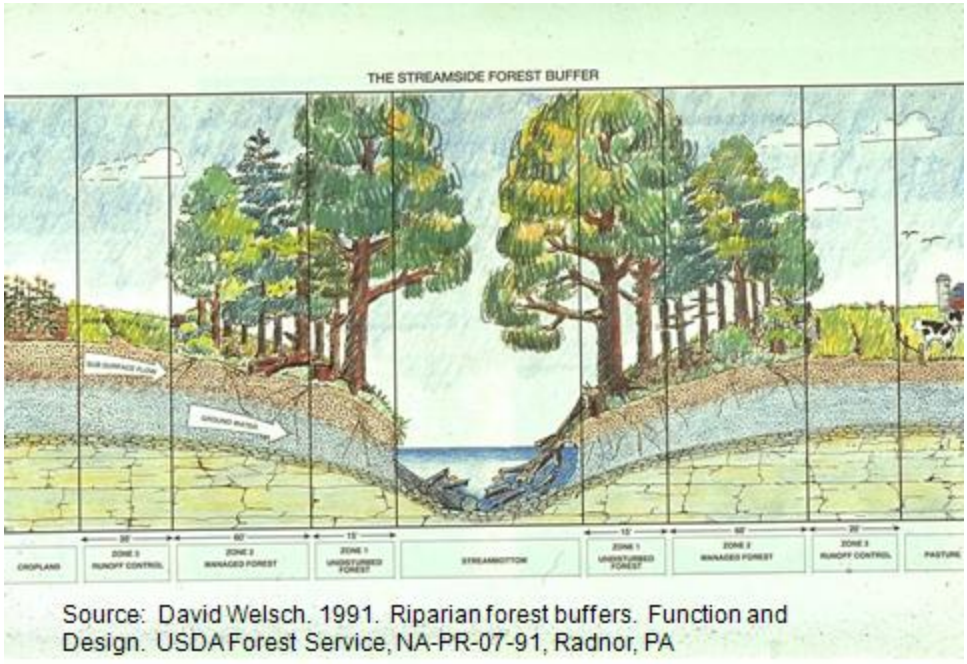


Kiszűrnek egyes kémiai anyagokat (főként a nitrogént) a felszín alatti vizekből

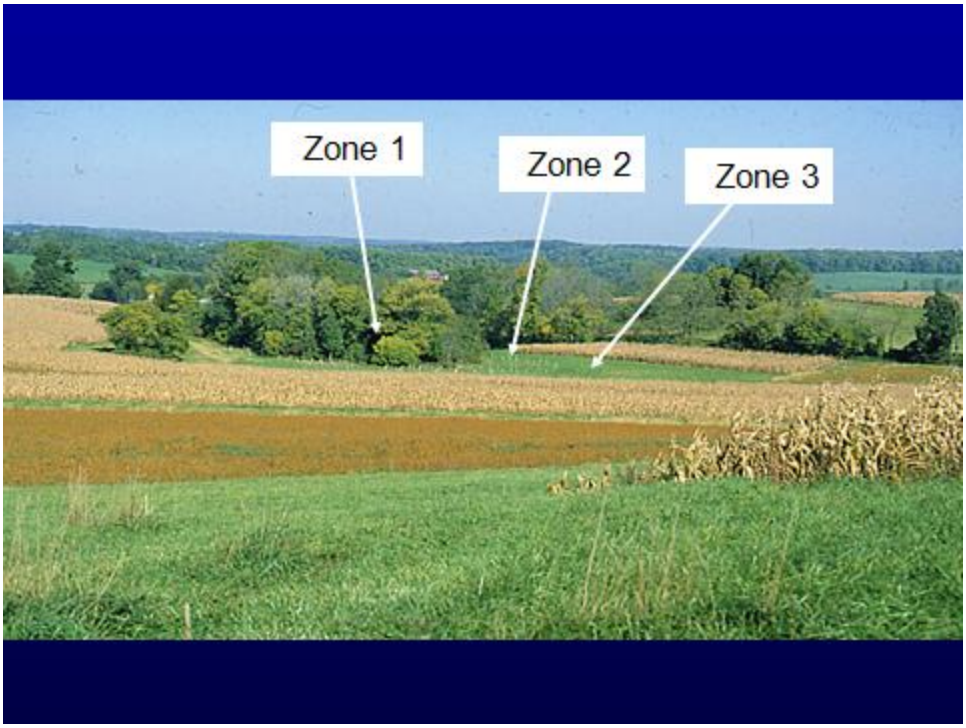


A magas nitrogén-eltávolítási arány a denitrifikáció-nak tudható be, és akkor fordul elő, amikor a víz sekély, és a talaj sok szerves anyagot tartalmaz.





www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/n_resource/buffer/cover.htm



Gazdasági előnyök

Növekszik az ingatlan értéke

- A fás területen lévő ingatlanok eladási aránya 20%-kal magasabb
- Bizonyos területeken az ingatlanok ára 17%-kal is emelkedhet a fás vízvédelmi területek által
- Magasabb esztétikai érték
- Bevételi lehetőségek
- Fakitermelés
- Gyümölcsök, termések, díszítés
- Halászati/vadászati célokra történő bérbeadás

Több rekreációs lehetőség

Vadászat, horgászat, csónakázás, túrázás, vadvilág megfigyelése, fényképezés – kialakulása és fejlődése a vízvédelmi területeken.

Árvízvédelem

A vízvédelmi területek sekélyvizű víztározókként működnek, melyek magas vízállásnál megtelnek, alacsony vízállásnál leengednek – ez árvíz idején csökkenti a vízszintet, illetve növeli vagy meghosszabbítja a víz áramlását.

Minél nagyobb a tárolási kapacitás, annál nagyobb az árvízvédelem mértéke, illetve a száraz nyári hónapokban annál tovább fenntartja a vízszintet és áramlást.

Ivóvízkezelés

Csökkenti a kezelési költségeket;

Növeli a rendelkezésre álló vízkészletet.

Rob Van Deun
Mia Van Dyck

Katholieke Hogeschool Kempen
Departement Agro and Biotechnology

Kleinhoefstraat 4
2440 Geel, Belgium

Tel. +32 14 56 23 10
Fax. +32 14 58 48 59

rob.van.deun@khk.be
mia.van.dyck@khk.be

http://www.constructedwetlands.net

http://www.khk.be/english

WITH THE SUPPORT OF
THE FLEMISH GOVERNMENT