

Interreg

CENTRAL EUROPE

CWC



European Union
European Regional
Development Fund

TAKING
COOPERATION
FORWARD



2019.11, 1. kiadás



Körforgásos városi vízgazdálkodás (CWC) - Oktatási modulok
1. Esővízgazdálkodás



fbr, Association for Rainwater Harvesting and Water Utilisation
(Esővízgazdálkodási Egyesület)

AZ IVÓVÍZ KÖRFORGÁSA - A TTT MODULOK ÁTTEKINTÉSE

- ❖ Bevezetés
- ❖ Az esővíz kezelése
- ❖ Vízhatékonyság és vízveszteség

- ❖ A szürkevíz és a fekete víz újrahasznosításának lehetőségei
- ❖ **Kerekasztal:** Mik az akadályok?

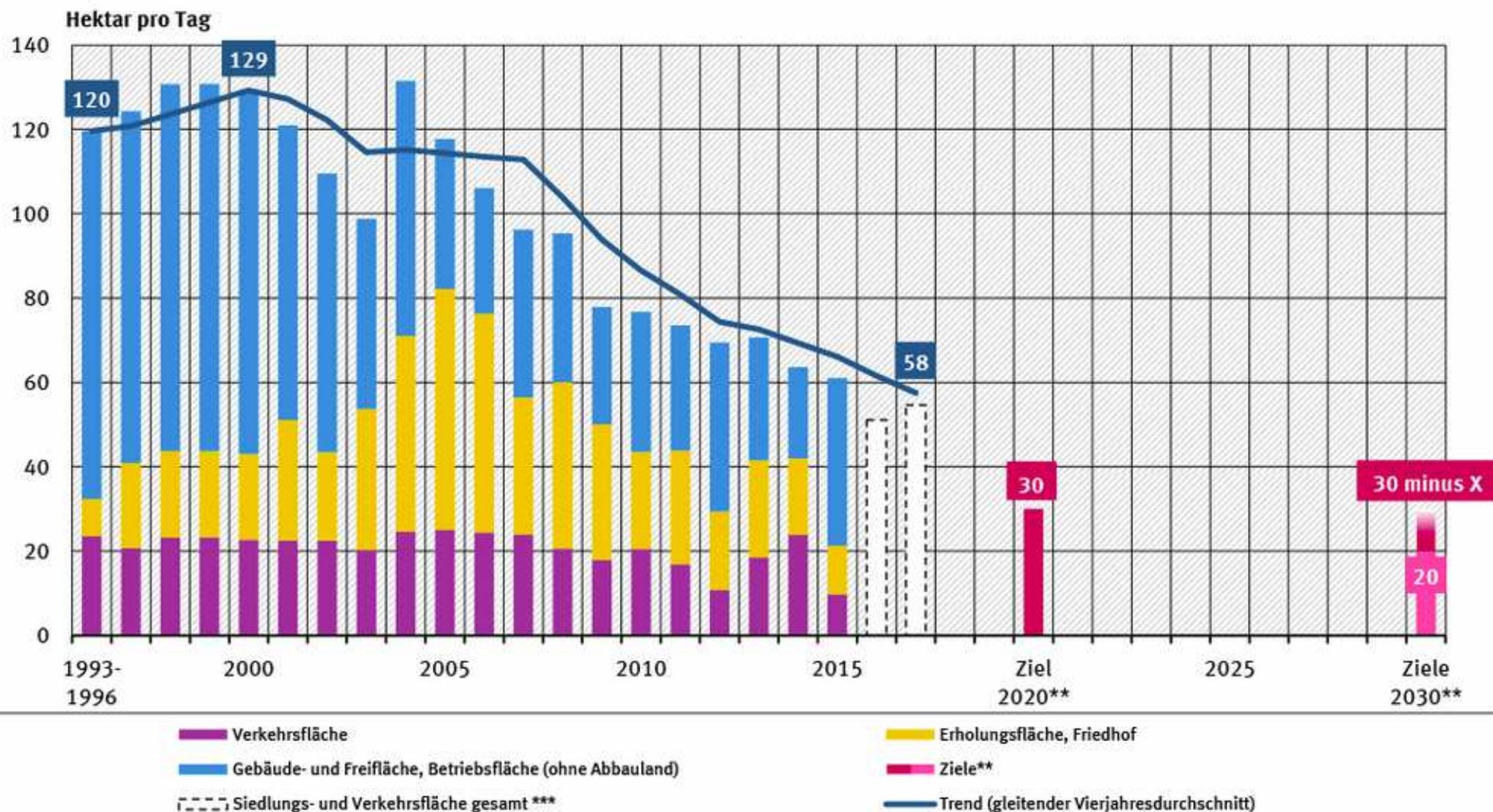


A vízellátással és szennyvízelvezető rendszerrel rendelkező városok eltérő problémái:

- Burkolt felületek növekedése - különösen városokban demográfiai növekedés, hősziget hatás
- Klímaváltozás (globális felmelegedés) több árvíz, több száraz időszak és vízhiány
- A nem lebomló és a toxikus anyagok általi szennyezés növekedése (hormonok, gyógyszerek, mikroműanyagok, rovarirtók, gombaölők)
- Az (elektromos) energiaigény növekedése a vízügyi szektorban pl.: Berlin (Népesség: 3.8 mill. A vízellátás energiaigénye megegyezik 400.000 ember energiaigényével = **305,2 GWh/év**)

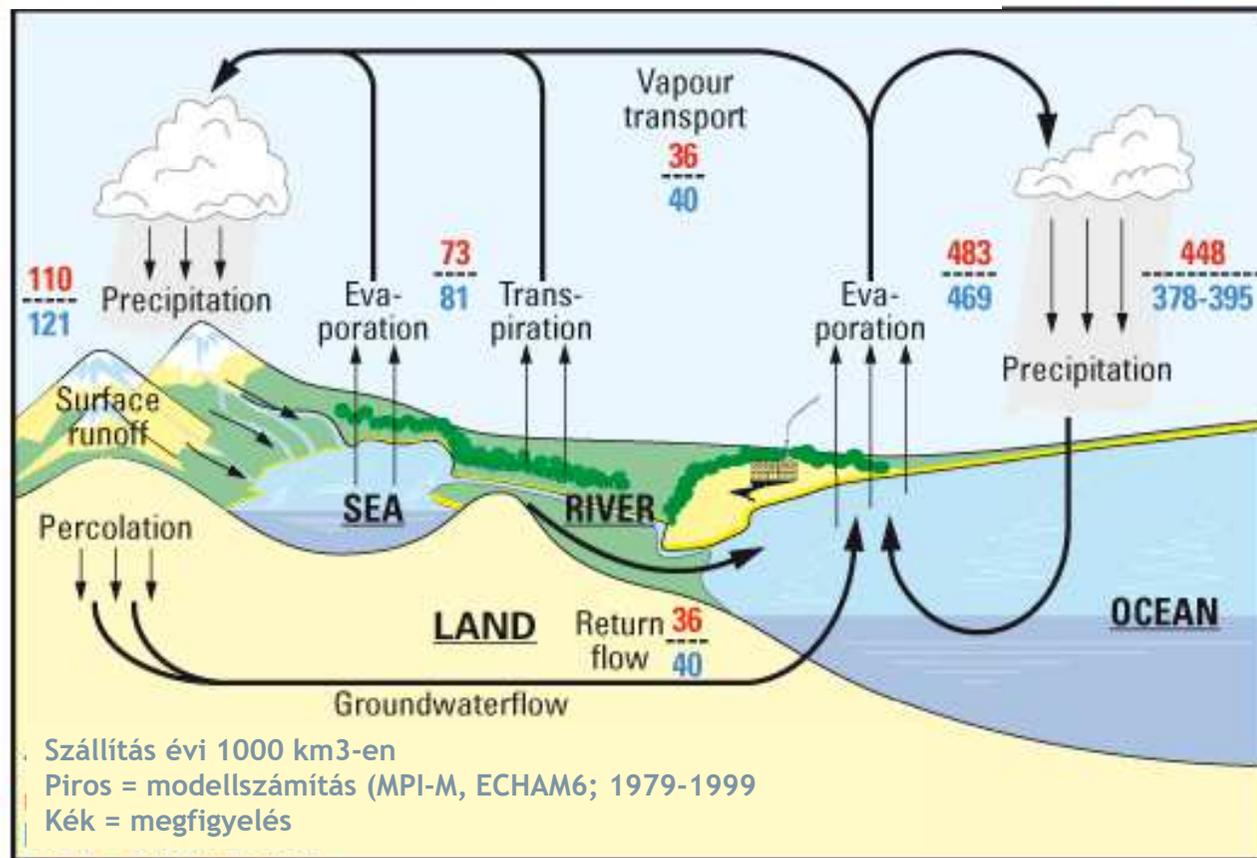


Németország lakott területeinek és közlekedési területeinek napi szintű növekedés



A csapadék körforgása

Max-Planck-Institut
für Meteorologie



Szállítás évi 1000 km³-en
Piros = modellszámítás (MPI-M, ECHAM6; 1979-1999)
Kék = megfigyelés

Precipitation = Csapadék
Evaporation = Párolgás
Transpiration = Növénypárolgás
Vapour transport = A pára mozgása
SEA = TENGER
RIVER = FOLYÓ
OCEAN = ÓCEÁN
LAND = FÖLDTERÜLET
Surface runoff = Felszíni lefolyás
Percolation = Átszivárgás
Return flow = Visszafolyás
Groundwaterflow = Talajvíz áramlás

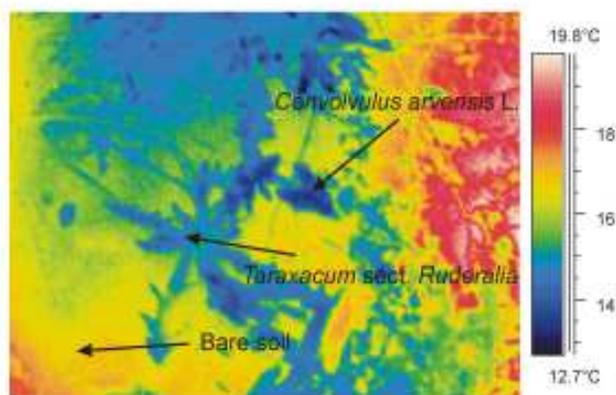
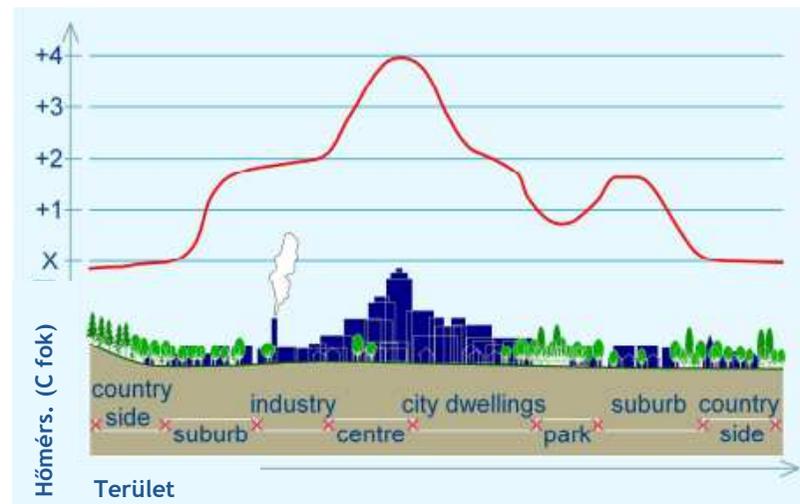
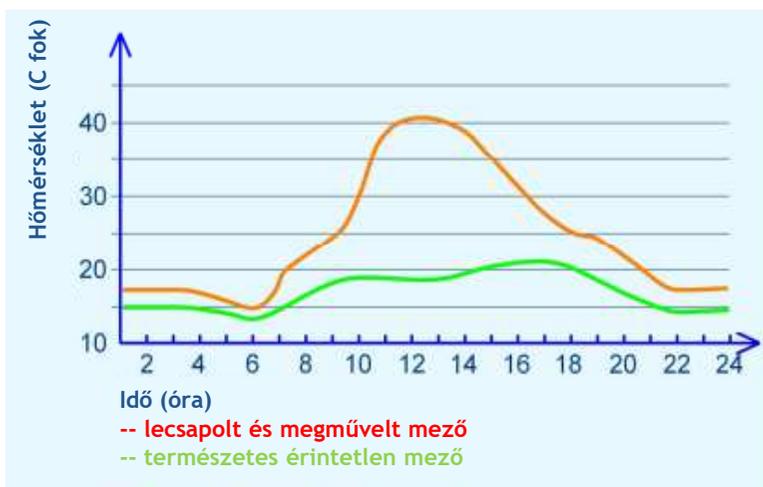




Víz a klíma helyreállításáért - Egy új víz paradigma

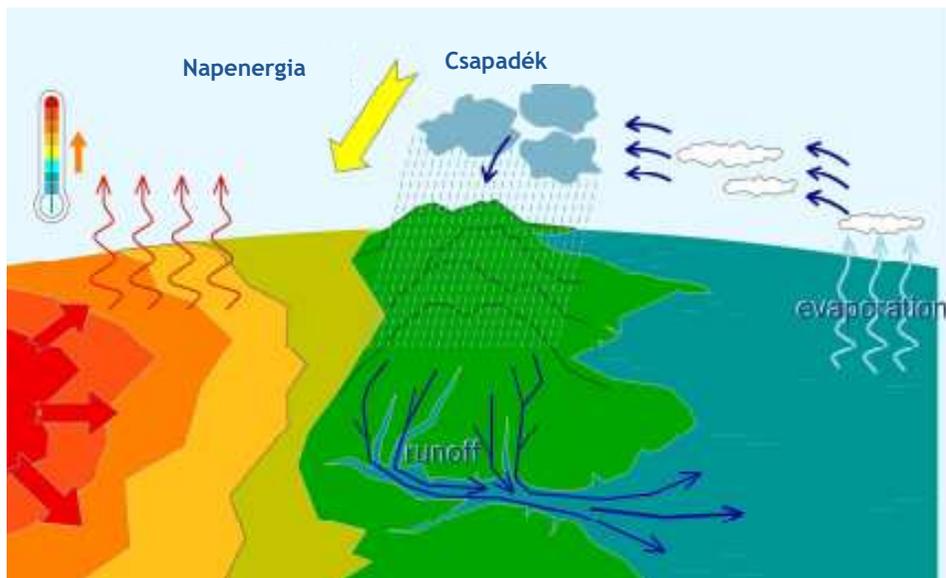
M. Kravčík, J. Pokorný, J. Kohutiar, M. Kováč, E. Tóth (2007)

http://www.waterparadigm.org/download/Water_for_the_Recovery_of_the_Climate_A_New_Water_Paradigm.pdf



Fotók a vékony aljnövényzetről infravörös spektrumban és a látható spektrumban. A csupasz talaj felülete láthatóan melegebb, mint a kipárolgás által hűtött levelek felülete. (Třeboň, Cseh Köztársaság, 2002. július 12, 10:00 óra)





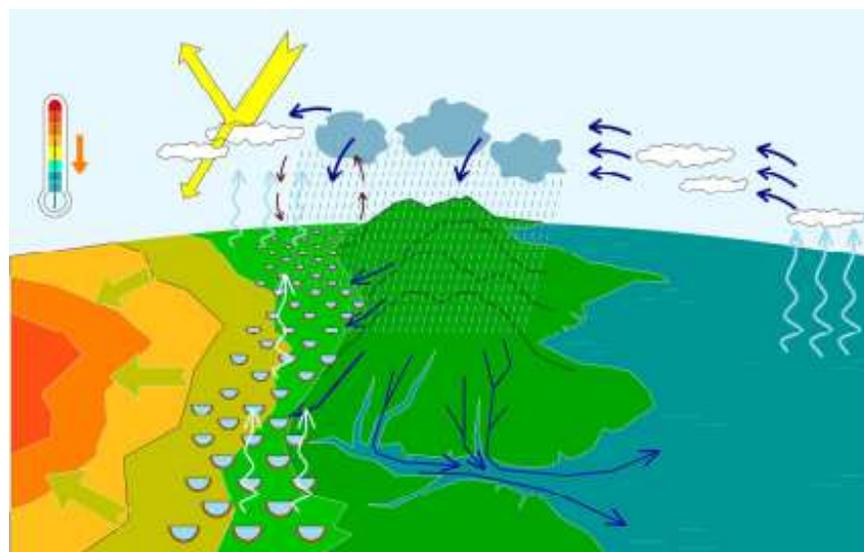
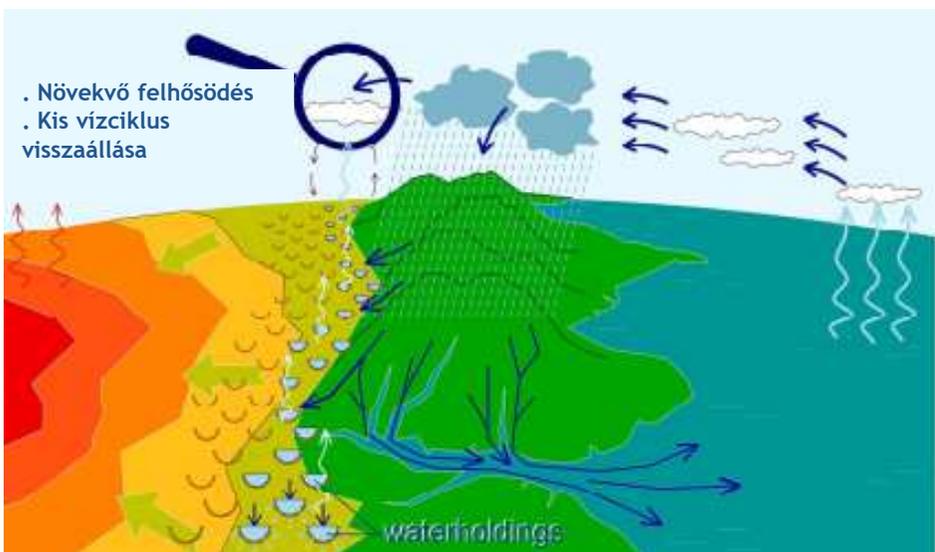
A sivatagok és a félsivatagok területének növekedése a kisebb vízkörforgások csökkenésével

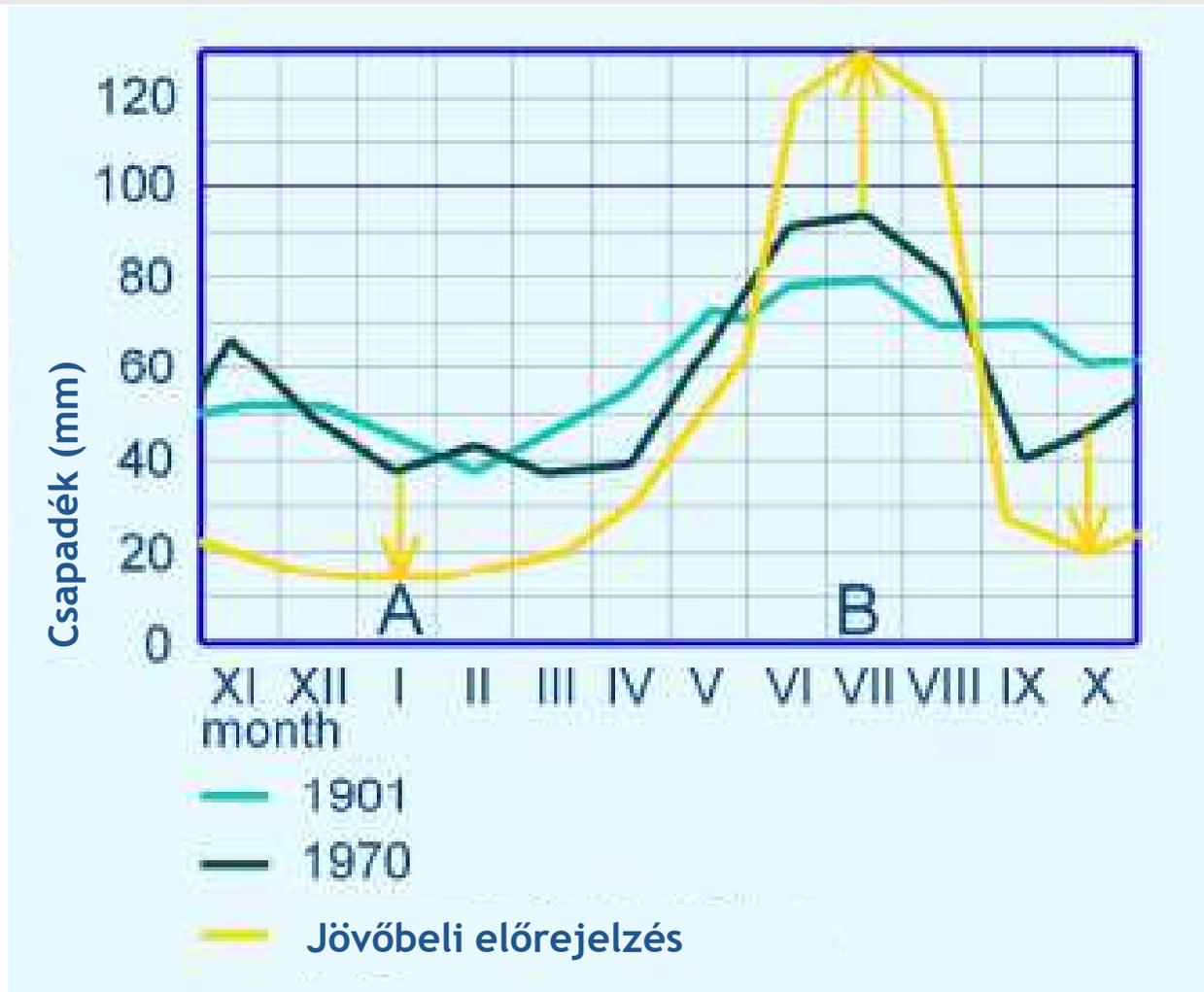
Vízmeztartási intézkedések a kritikus területek széléin

E területek szerepe a szomszédos területek kis vagy nagy vízkörforgásai (a sivatagokban is előfordul eső) által biztosított víz megtartása. Az időszak, amelyben a vízkörforgás megújul az adott körülményektől függ (a hidrológiai és a talajtani körülményektől, a védő növényzet növekedésétől, stb.).

A sivatagos területek nagyságának csökkentése

A klíma képes helyreállni olyan területeken, ahol a kis vízkörforgások megújulnak és e jelenség felhasználható földterületek további hidrológiai helyreállításához.





22. ábra: Csapadék alakulása Szlovákiában

Az aszályos időszakok hosszabbodnak (A) és a csapadékos időszakok rövidülnek (B)

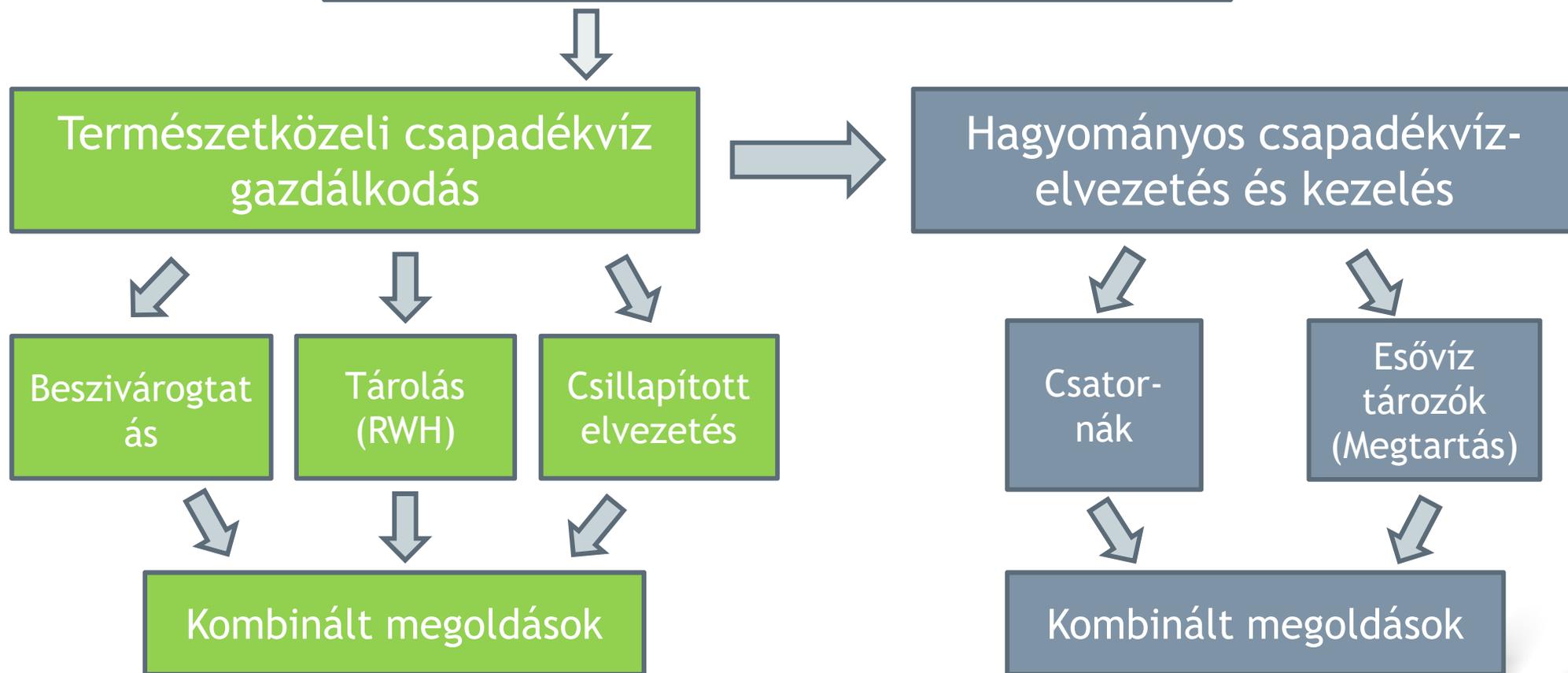


Főbb tézisek:

1. A szennyvíz csökkentése és újrahasznosítása, a lehető legkevesebb víz használata.
2. A szennyvíz egy megújuló erőforrás az új víz, az energia és a tápanyagok szempontjából.
3. Nagyobb erőforrás-hatékonyság elérése a vízügyi szektorban.



Az esővíz kezelése a lakott területeken



(Forrás: Adapted from Londong & Nothnagel)



A klímaváltozás hatása a hagyományos csatornarendszerekre

Szélsőséges esőzés és áradások



Elöntött utcák Bonnban, 2013 (Fotó: Stephan Knopp GA/Bonn)



A szélsőséges időjárási események gyakoriságának növekedése

Esős időszak



Száraz időszak



Egyesített csatornába (visszatartás nélkül): TM2

- A csatornarendszerek túlterheltek az extrém esőzések gyakoriságának növekedése miatt. **Pl.: Berlinben körülbelül 40 csatorna kiöntés évente**
➔ negatív hatás a növény- és állatvilágra, halpusztulás, stb.
- Magas vízszennyezés, különösen az útpályákról (pl.: mikroműanyagok, nehézfémek, ...)
- Természetellenes egyensúly kialakulása:
a helyi párolgási folyamatok csökkenése
a helyi talajvízfeltöltődés csökkenése
Info: Berlin természetes vízegyensúlya: 80% párolgás, 20% talajvíz feltöltődés és 0% felszíni lefolyás.



13. dia

TM2

Nekem nem egyértelmű, hogy tényleg egyesítettre gondolt-e, mivel utána a közúti szennyezésekről panaszkodik...

TÉR-TEAM; 2020. 05. 15.

Egyesített csatornába kezelés nélkül (visszatartással):



Kiöntés-gátló medencék, Berlin-Wedding (Fotó: BWB)

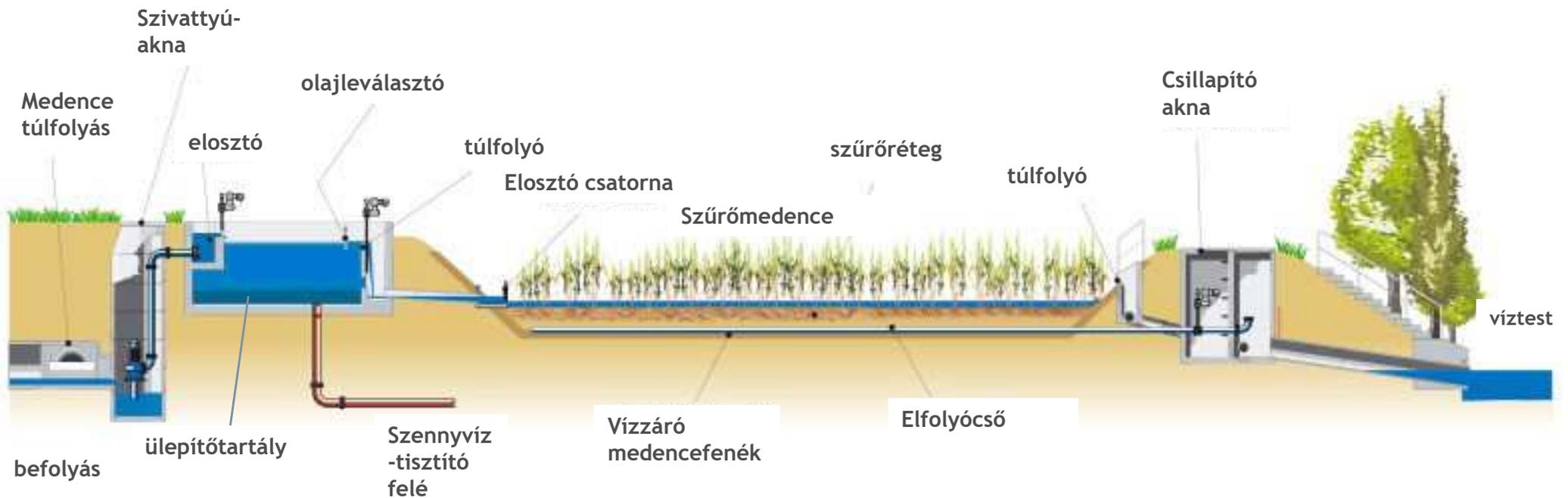
- Drága földalatti csapadék visszatartó medencék építése
(Berlini záportározók, kb. 3,000 €/m³)



Fal a tárolóterület aktivizálásához, Berlin-Wedding (Fotó: BWB)



Egy retenciós talajszűrő sematikus ábrája



(Source: BWB)



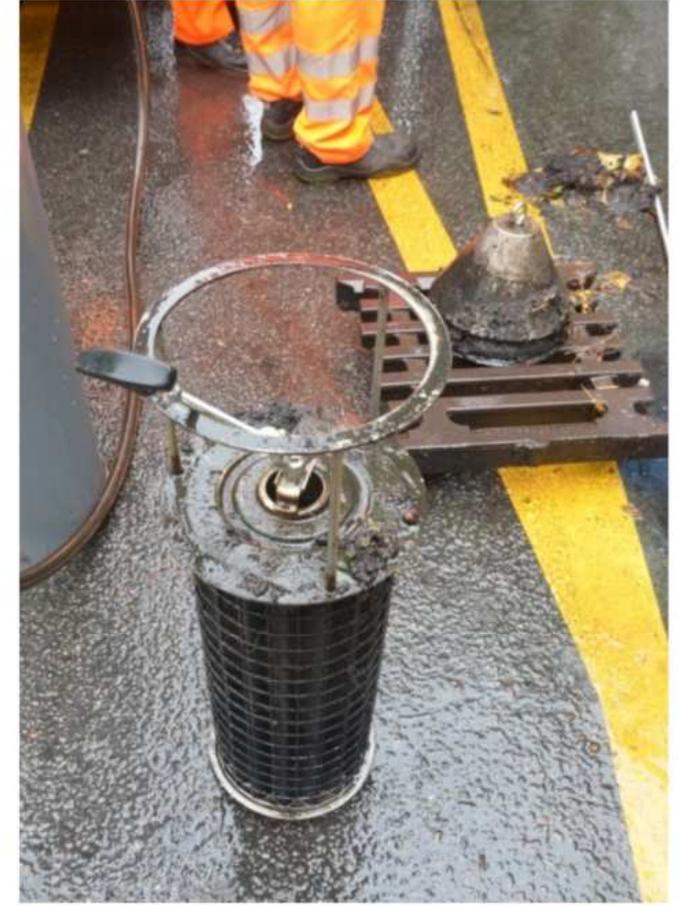
Retenciós talajszűrők



(Forrás: Retentionsbodenfilter : Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, 2015)



Decentralizált helyszíni előkezeléssel (utcai víznyelők esetén):



Eltérő rendszerek az esővíz decentralizált előkezeléséhez, Clayallee, Berlin (Fotó: KWB, Sieker)



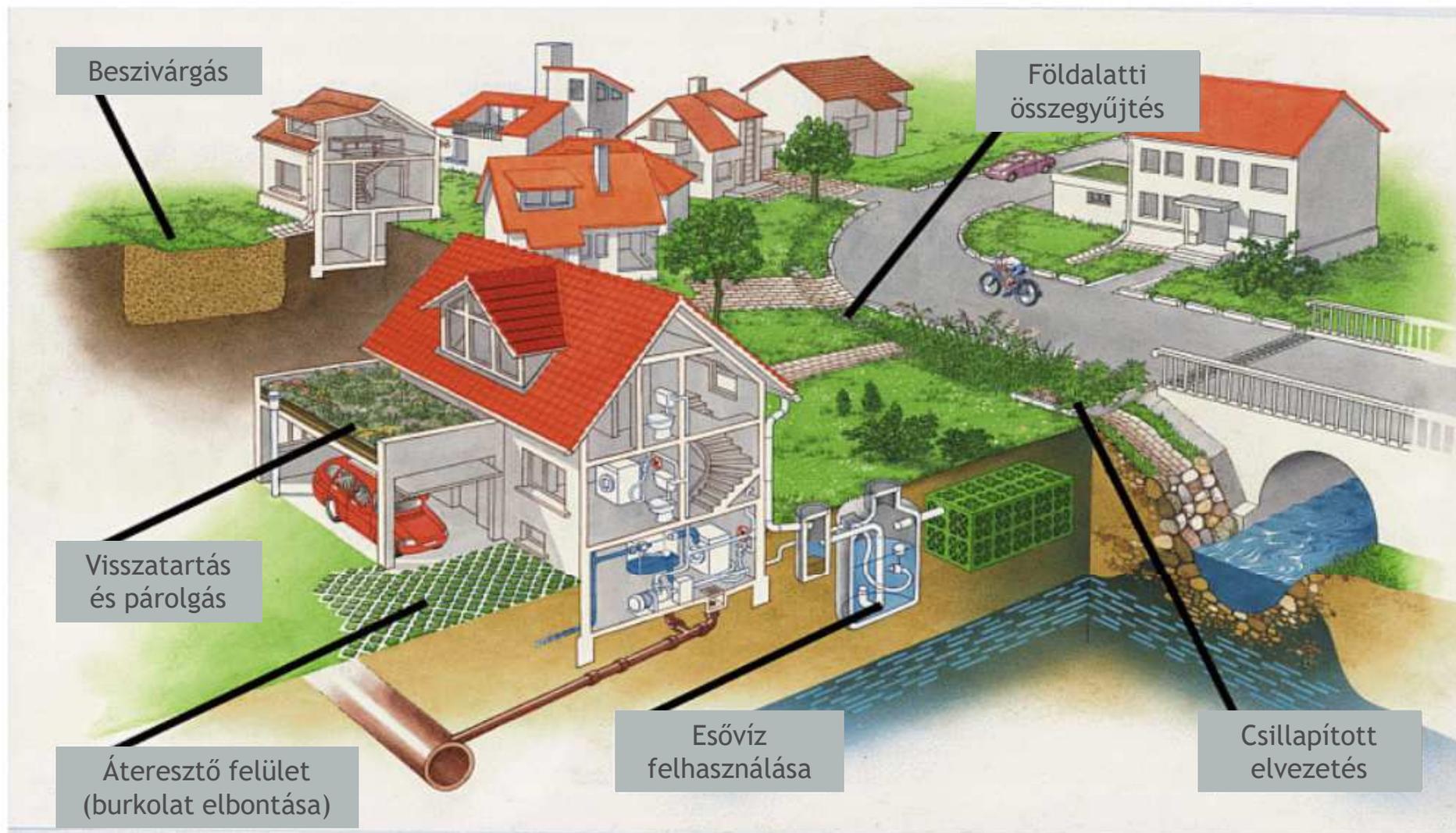
Prioritások az csapadékvíz (záporvíz)* gazdálkodásban

- 
1. A lakott területeken új burkolatok kerülése, meglévő burkolatok bontása, átalakítása
 2. A csapadékvíz helyi összegyűjtése és felhasználása
 3. Csapadékvíz megtartás
 4. Csapadékvíz beszivárogtatás (talajvíz feltöltés)
 5. Csillapított elvezetés befogadó víztestbe vagy szennyvízkezelő üzembe

*A csapadékvíz és a záporvíz kifejezéseket felváltva használjuk



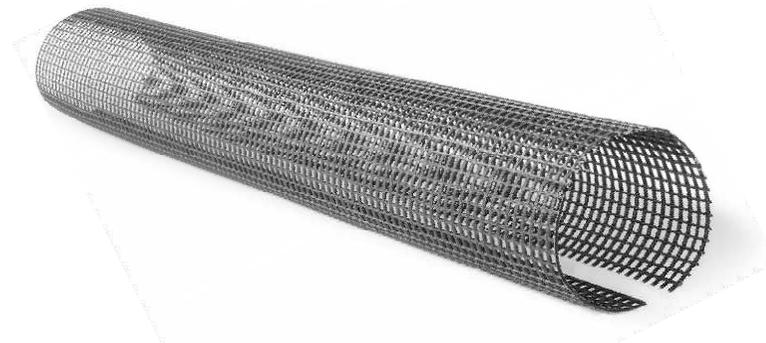
Decentralizált csapadékvíz gazdálkodás lakott területeken



(Forrás: fbr)



A falevél felfogó rács megkönnyíti a fenntartást

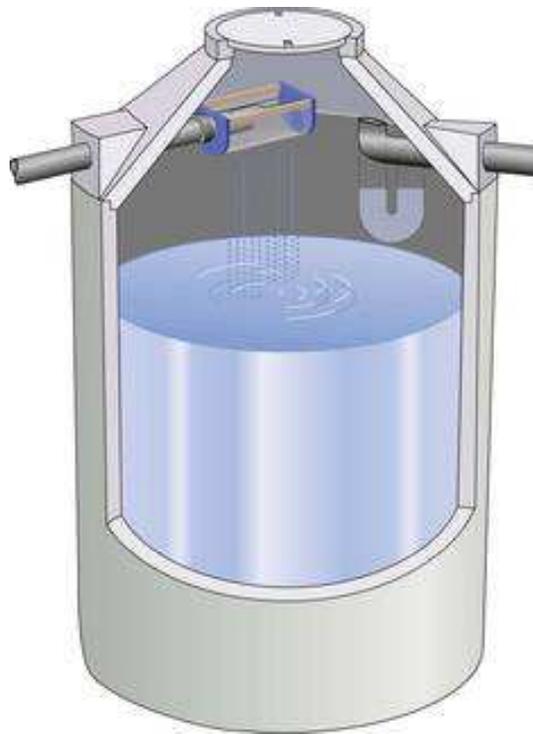


Esővízgyűjtő tartályok



Nicht enthalten: Wasser-Zapfhahn + Fallrohr-Anschluß=Zubehör, Gießkanne + Deko.

Földfeletti tartály leginkább kerti öntözéshez (Graf)



Földalatti beton tartály (Mall)



Földalatti műanyag tartály
(GreenLife)



Esővízgyűjtő tartályok kis léptékű (házi) esővíz gyűjtéshez



Földalatti tartály(Mall)



Esővízgyűjtő tartályok nagy léptékű esővízgyűjtéshez



Irodaépület

(Forrás: fbr)

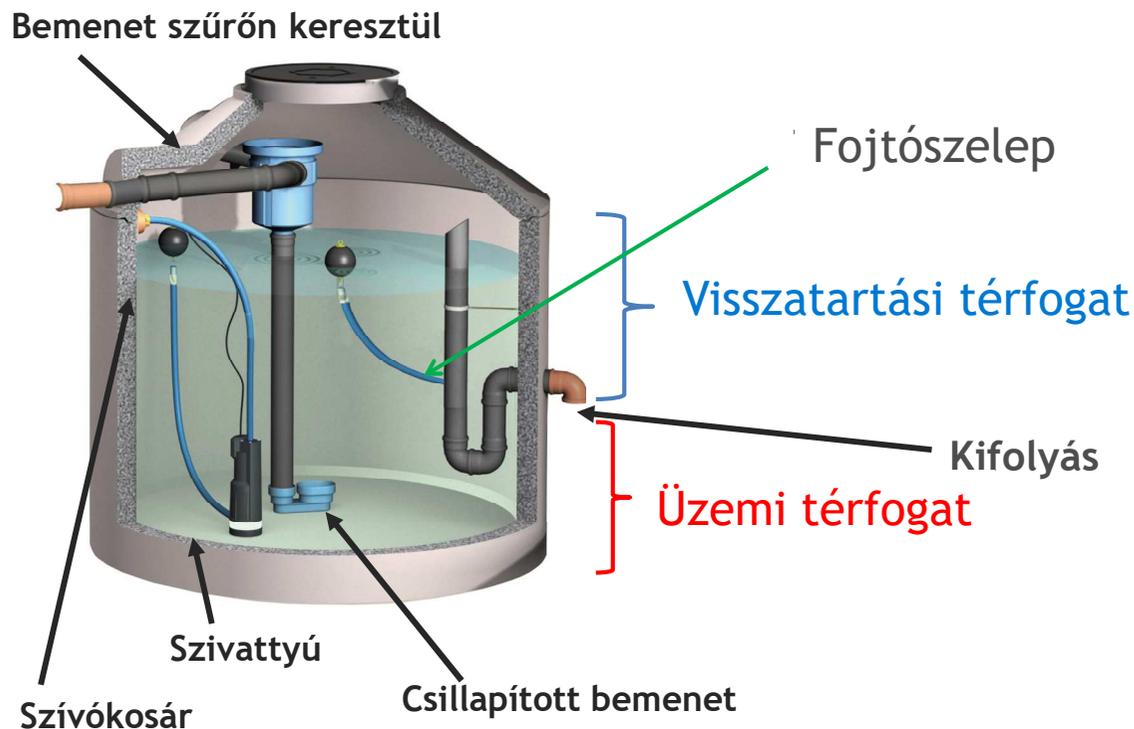


Charles de Gaulle repülőtér



Az esővíz összegyűjtése visszatartással

Víztartály fojtószeleppel

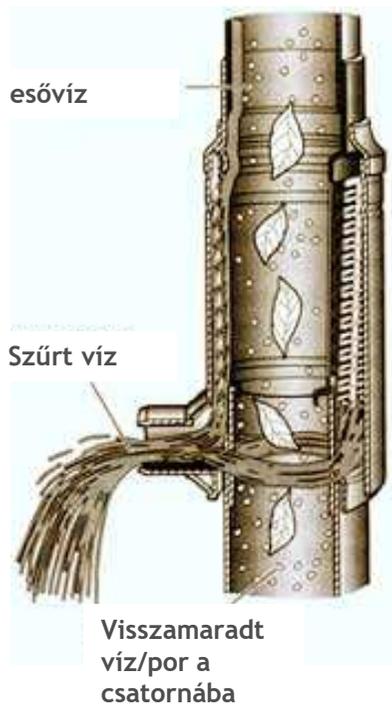


Ellentmondás az esővíz hasznosítás szempontja (a tartály legyen tele) és a csatorna tehermentesítési szempontja (a tartály legyen üres az érkező lefolyás fogadása érdekében) között.

A visszatartó tartályok úgy vannak kialakítva, hogy mindkét igényt kielégítsék. A tartályok meghatározott **visszatartási térfogattal** rendelkeznek, amely mennyiség késleltetve ereszthető a csatornarendszerbe, továbbá rendelkeznek egy rögzített **üzemi térfogattal** is a csapadékvizek hasznosítása céljából.

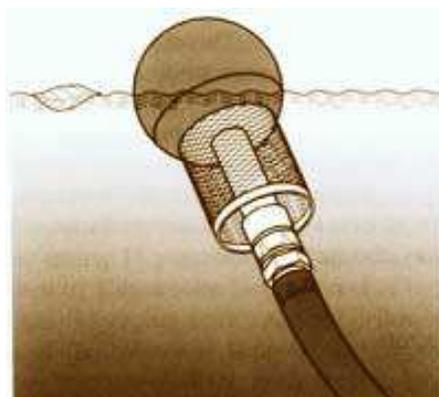


Esővíz szűrők



Az ejtőcső az esővíz 90%-át a tárolótartályba üríti egy 0,17 mm-es rozsdamentes acél szűrőn keresztül

Eltérő típusú mechanikai szűrők eltérő újrahasznosítási módszerekhez (ejtőcsövek, tartályon belüli, előszűrők, utószűrők, ...)



Egy lebegő finomszívó szűrő biztosítja, hogy az esővíz tiszta és részecskéktől mentes legyen.



Egy örvényes szűrő az esővíz 90%-át képes üríteni max. 500 m² tetőfelületről.

(WISY AG szűrők. Forrás: John Gould és Erik Nissen-Petersen (1999) Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply - Design, Construction and Implementation)



ESŐVÍZGYŰJTÉS

Esővíz szűrők



Esővíz szűrő max. 500 m² alapterületű tetőhöz (Forrás: Otto Graf GmbH)



Esővíz szűrő max. 6000 m² alapterületű tetőhöz (Source: INTEWA GmbH)



Ejtőcső szűrő

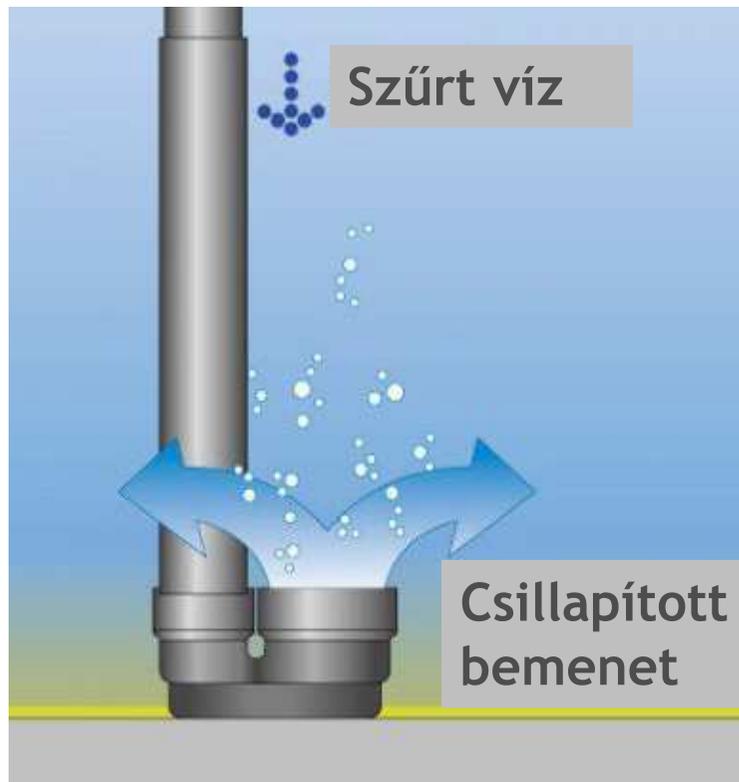


(Forrás: Wisy, AG)



Integrált szűrő esővíz tartályokhoz
(Forrás: 3P Technik Filtersysteme GmbH)

Csillapított bemenet



(Forrás: 3P Technik Filtersysteme GmbH)



A csillapított bemenet megakadályozza az esővíz tartály alján lévő üledék felkavaródását.

Finomszívó szűrő



Egy lebegő finomszívó szűrő biztosítja, hogy az esővíz tiszta és részecskéktől mentes legyen.

ESŐVÍZGYŰJTÉS

Szivattyúk

ESPA



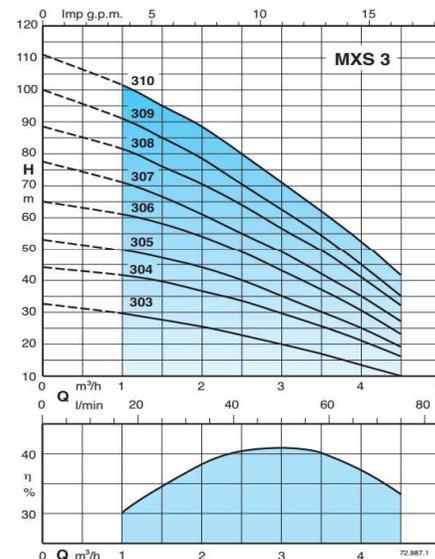
GreenLife



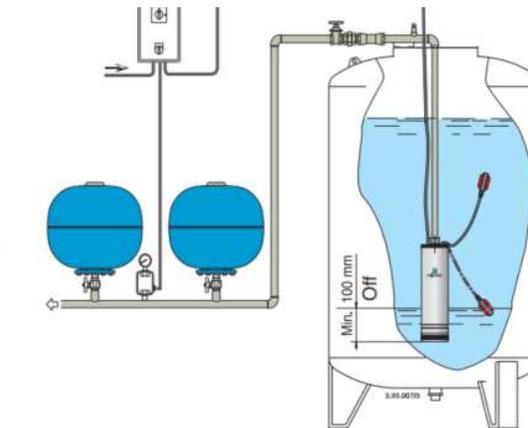
Intewa Rainmaster



Calpeda



Karakterisztikus görbe

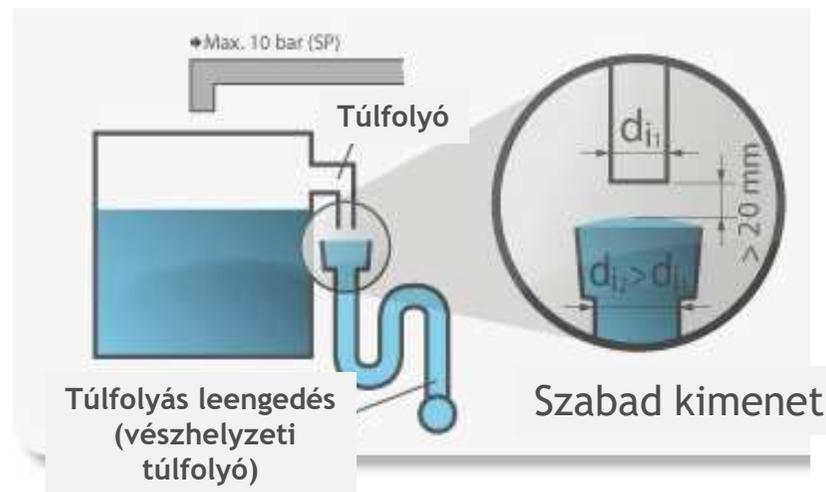


temand)

Installation example



(Az ivóvíz hálózattal való) keresztcsatlakozások mellőzése



Esővíz felhasználása ivóvízként (és sör gyártásához)



Tiszta víztartály Rainmaster Favorit SC,
AQUALOOP vezérlőrendszer and UV-s
fertőtlenítés

(Forrás: INTEWA GmbH; <https://www.intewa.de/produkte/aqualoop/referenzen/projekte/ihre-haus-wasserquellen/>)



AQUALOOP Tap Comfort 1,600 l/d



AQUALOOP egymembrános
állomás membránnal és
vezérlőrendszerrel



Gaumengenuss
durch weiches Regenwasser



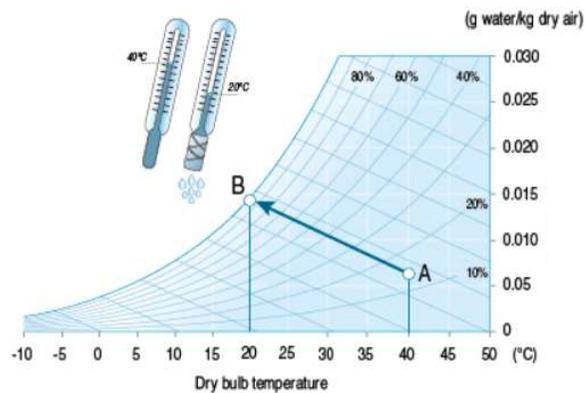
AZ ESŐVÍZ ÖSSZEGYŰJTÉSE

Adiabatikus hűtés esővízzel

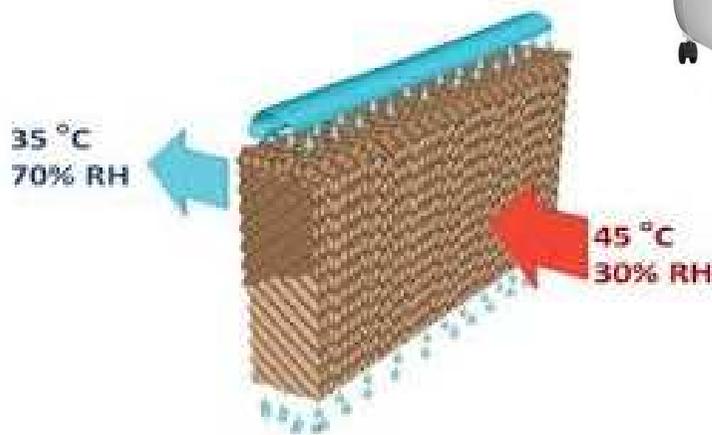
$1 \text{ kW}_{\text{elec.}} + 100 \text{ liter víz hűtőteljesítménye} = 70 \text{ kW}$

Hűtés elektromossággal

$1 \text{ kW}_{\text{elec.}} \text{ max. } 3.2 \text{ kW hűtőteljesítmény}$



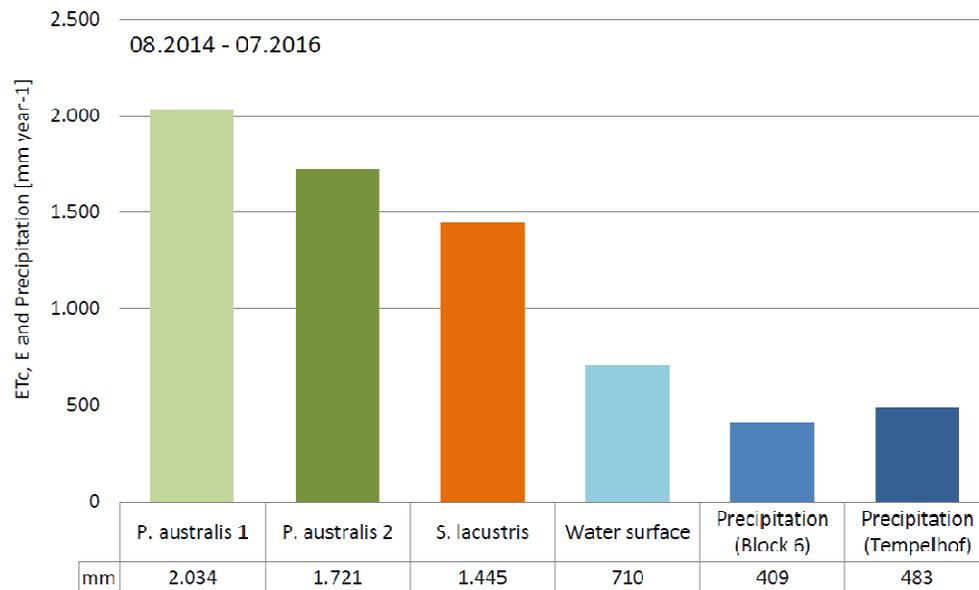
Adiabatic humidification



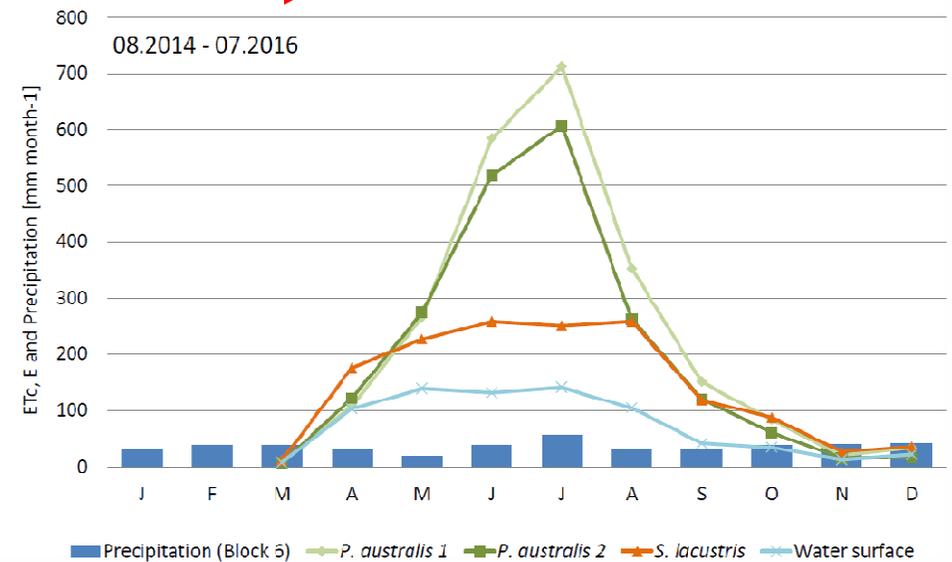
Kühlen		Energie
Hersteller	Außengerät	Innengerät
		Sehr effizient
$3.20 < \text{EER}$		A
$3.20 \geq \text{EER} > 3.00$		B
$3.00 \geq \text{EER} > 2.80$		C
$2.80 \geq \text{EER} > 2.60$		D
$2.60 \geq \text{EER} > 2.40$		E
$2.40 \geq \text{EER} > 2.20$		F
$2.20 \geq \text{EER}$		G
		Wenig effizient



Az esővíz párologtatása sűrűn lakott területeken



Párolgás a nyári időszakban: 20 mm/nap



A nád párolgása egyetlen nyári hónapban megegyezik egy fa éves párolgásával!



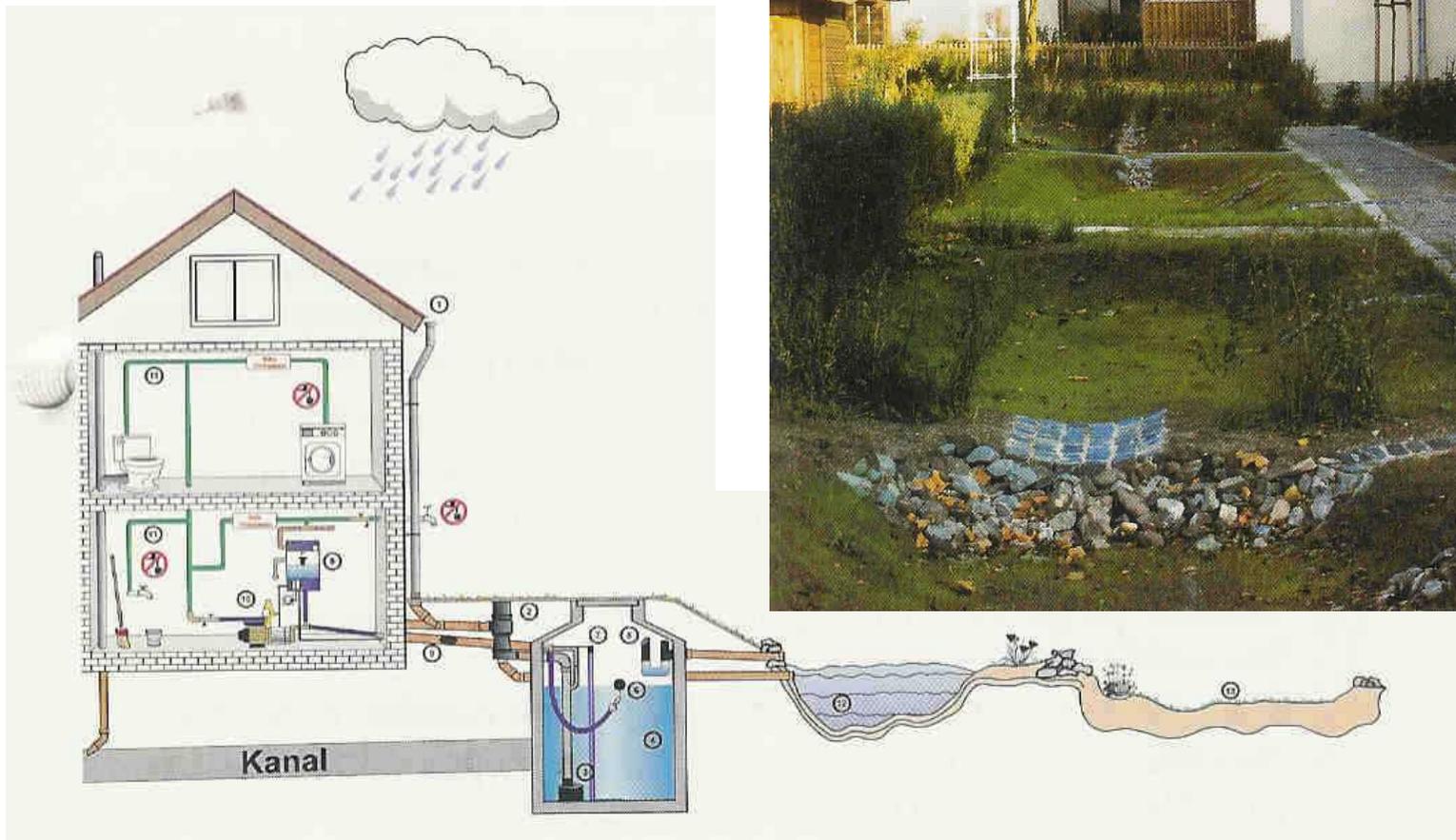
Az esővíz összegyűjtésének előnyei

- Az esővíz viszonylag tiszta és a minősége kevés kezeléssel vagy kezelés nélkül is számos felhasználási célra megfelelő.
- Az esővíz sótartalma alacsony és számos célra felhasználható. Lágyvíz szükséges mosáshoz, hűtéshez és az iparban (az RO és az ioncserélő helyett).
- A háztartási vízhasználat akár 50%-át fedezi.
- Csökkenti a hűtés energiaköltségét:
1 m³ **elpárologtatott** esővíz **680 kWh energiát szabadít fel.**
- Csökkenti a lakott területek csatornarendszereinek terhelését.
- Az esővíz összegyűjtése rugalmas technológia és bármely követelményhez testre szabható.
- Hozzájárul az önellátáshoz a vízellátás területén.



ESŐVÍZGYŰJTÉS

Az esővíz összegyűjtése a túlfolyó víz beszivárogtatásával kombinálva.



Extenzív zöldtetők



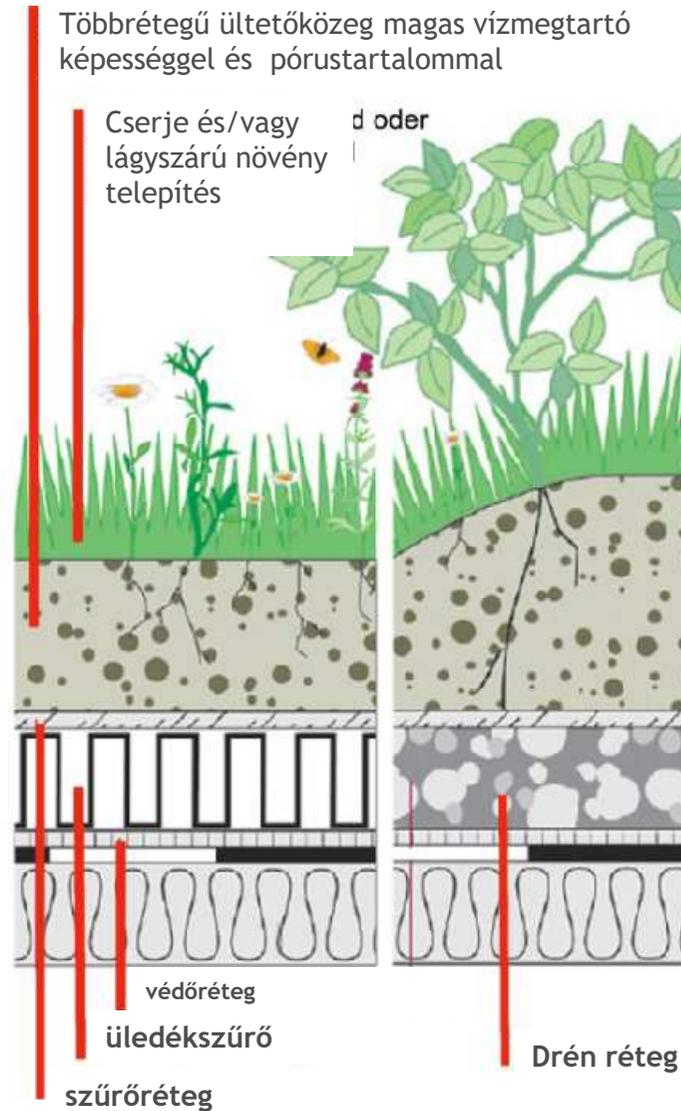
(Forrás: Nolde & Partner)



Extenzív zöldtetők



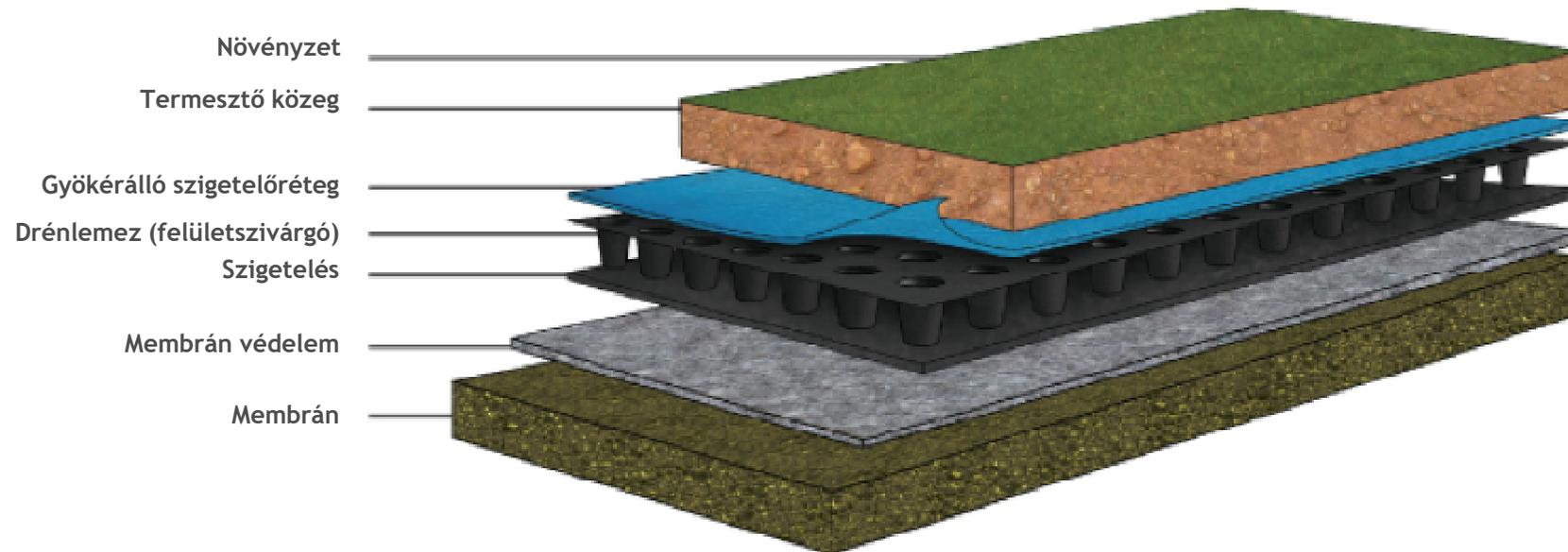
Extenzív zöldtetők, Alexa, Berlin (Fotó: FBB, G. Mann)



Extenzív zöldtetők kialakítása
(Forrás: Bertini Város és Otthonfejlesztési Szenátusi Osztály)



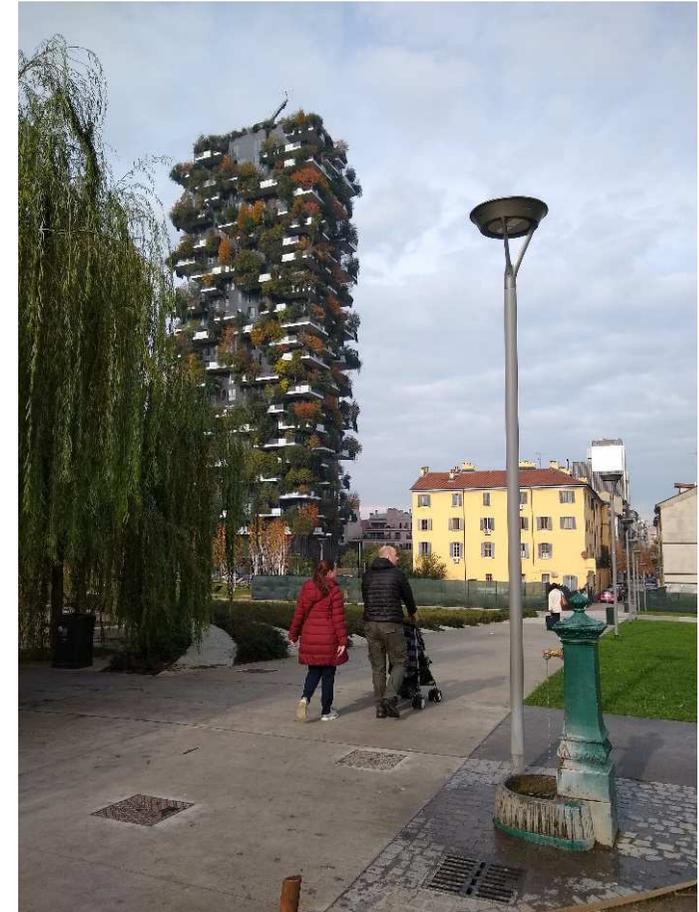
Egy többrétegű zöldtető rendszer sematikus ábrája



(Forrás: green building alliance
<https://www.go-gba.org/resources/green-building-methods/green-roofs/#lightbox/1/>)



Intenzív zöldtetők



(Forrás: Optigrün)



AZ ESŐVÍZ VISSZATARTÁS

Zöldfalak, zöldhomlokzatok



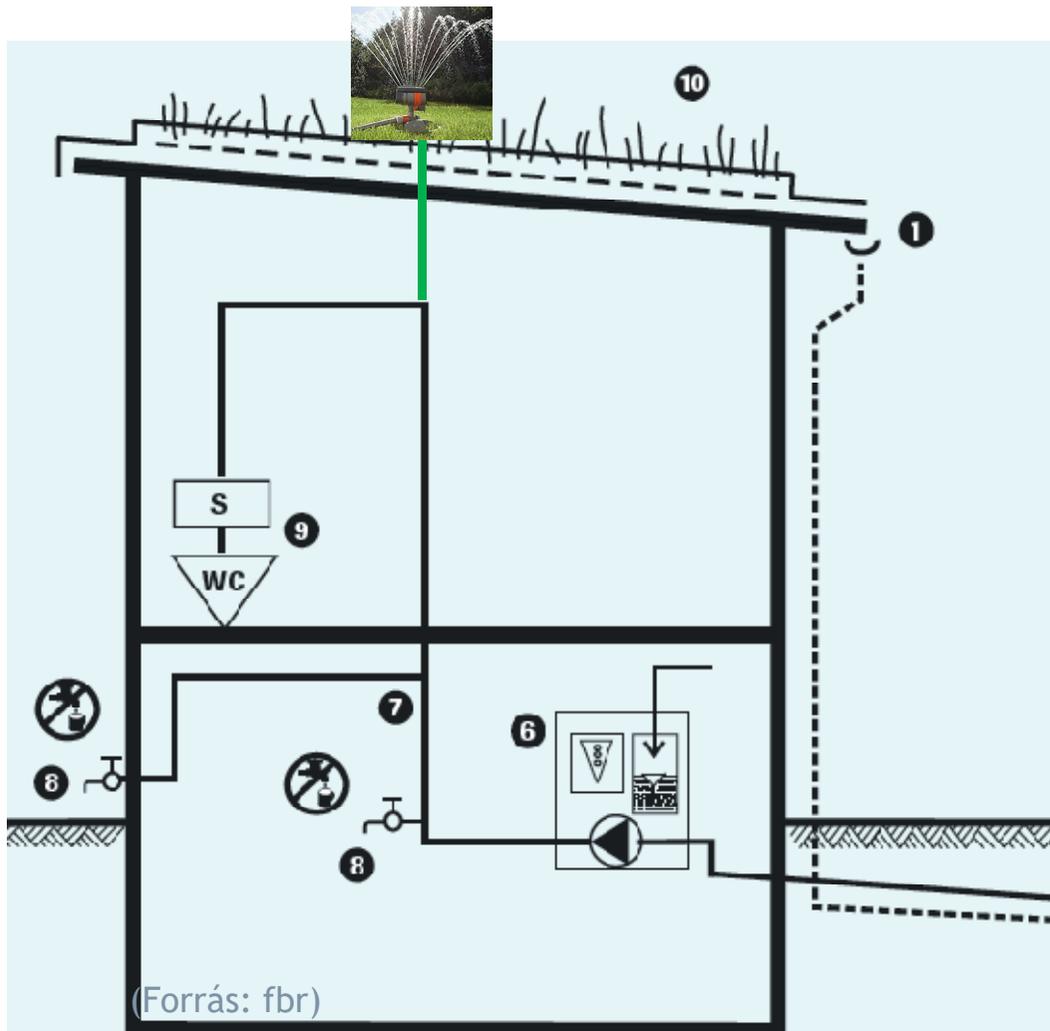
Vadszőlő homlokzatra futtatva talajszintről, Berlin-Schöneberg (Fotó: D. Kaiser)



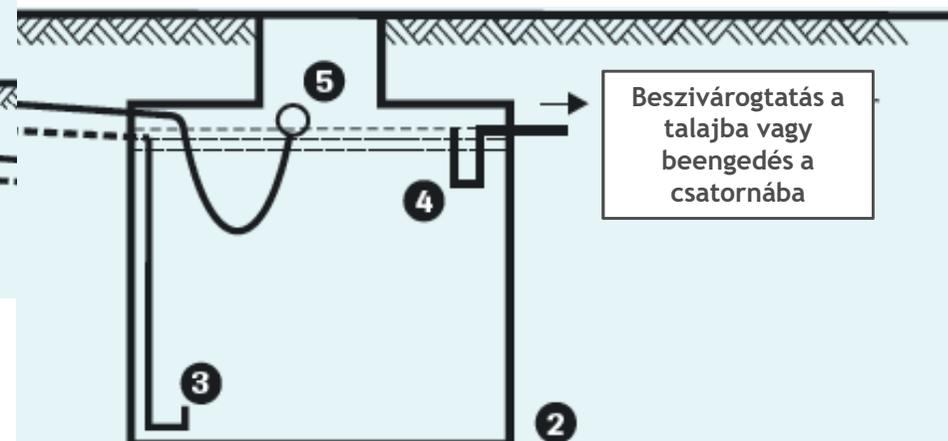
Ültetőedény-soros homlokzat zöldítés, Berlin Adlershof Fizikai Intézet (Fotó: M. Schmidt)



AZ ESŐVÍZ ÖSSZEGYŰJTÉSE ÉS A ZÖLD TETŐK KOMBINÁCIÓJA



- 1 Ereszcsona
- 2 Esővíz tartály (beton vagy műanyag)
- 3 Csillapított bevezetés
- 4 Túlfolyó búzzárral
- 5 Finomszívó szűrő (lebegőanyag leválasztás)
- 6 Esővíz ellátó rendszer szivattyúval, vezérlőpanellel és ivóvíztartalék rendszerrel
- 7 Épületen belüli csőhálózat
- 8 Csapadékvíz vételezési lehetőség. (Csap)
- 9 WC
- 10 Zöldtető



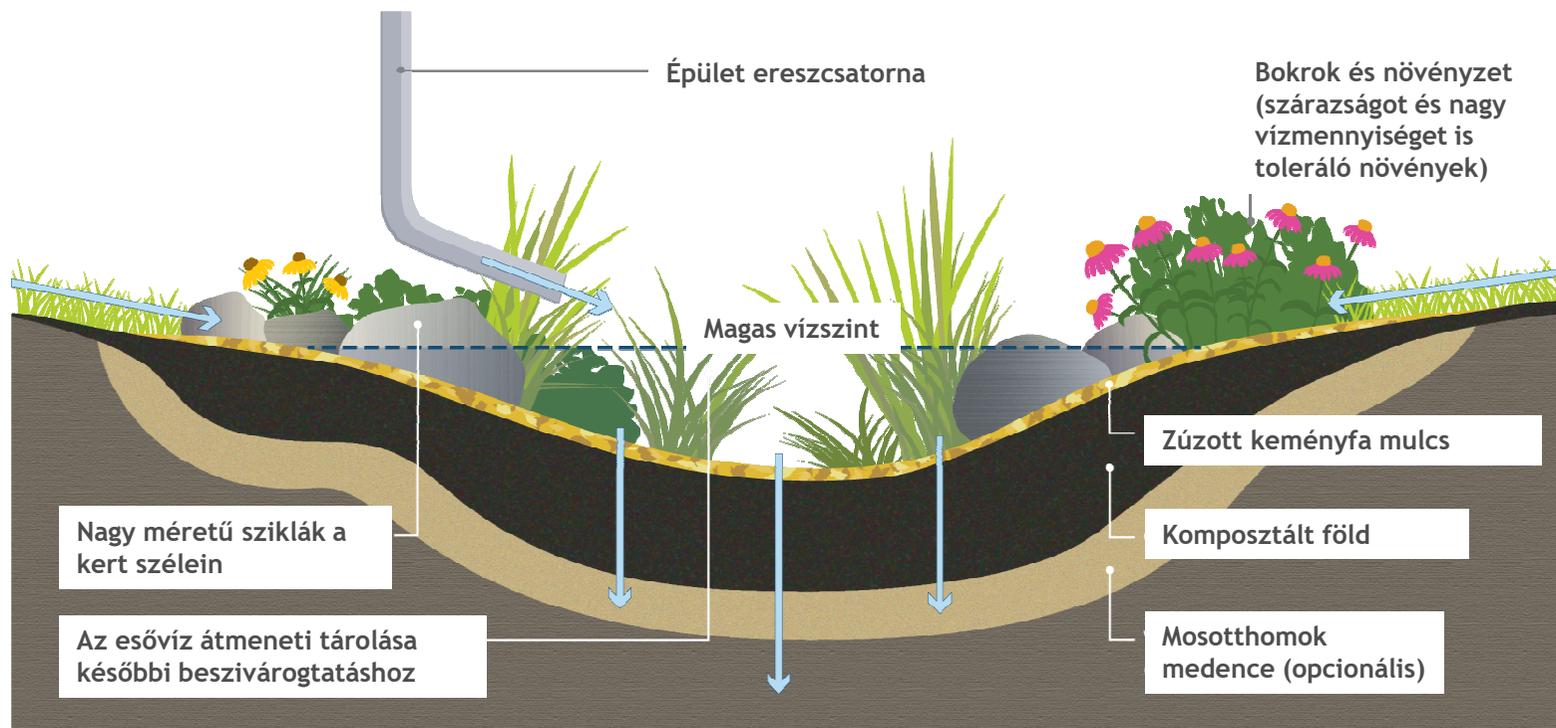
3.2 Esőkertek



(Forrás: <https://www.surfrider.org/coastal-blog/entry/cape-fear-chapter-installs-york-residential-rain-garden-in-north-carolina>)



Esőkert keresztmetszete



(Forrás: Torontói Környezetvédelmi Hatóság; <https://trca.ca/news/complete-guide-building-maintaining-rain-garden/>)



6. blokk - Berlin: 100%-os leválasztás a csatornarendszerről Zöldtetők, párologtatás, beszivárogtatás és biodiverzitás



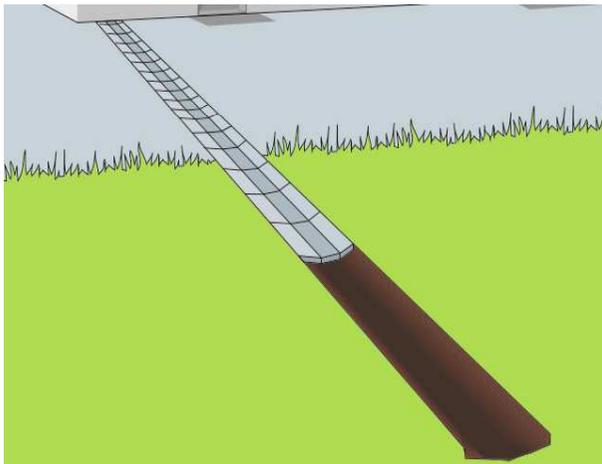
AZ ESŐVÍZ MEGTARTÁSA

Mesterséges láp Berlin központjában

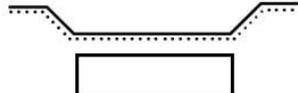
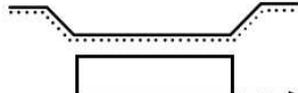
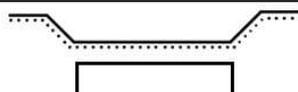


3. Beszivárogtatás

Gyepesített árok és felszíni beszivárogtatás



A beszivárogtatási technológiák eltérő talaj- és területtípusok szerint

Permeabilitás				Technológia választás az esővíz gazdálkodáshoz	
Osz- tály	Áteresztő képesség	k_f tól	k_f ig	Kis terület rendelkezésre állás (1)	Nagy terület rendelkezésre állás (2)
II	magas	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	 Beszivárogtató árok	 Beszivárogtató árok 10 : 1
II	közepes	$5 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	 Szikkasztó árok kivezetés nélkül	 Beszivárogtató árok 6 : 1
III	enyhe	$2 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-7}$	 Szikkasztó árok részleges, fojtott kieresztéssel	 Beszivárogtató árok 4 : 1
IV	ala- acsony	$7 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$	 Szikkasztó árok fojtott kieresztéssel throttled discharge (3)	 Beszivárogtató árok 2 : 1

(1) Burkolt és beszivárogtató terület aránya: 10:1

(2) Burkolt és beszivárogtató terület aránya jelölve

(3) K_f érték alsó határ nélkül

(Forrás: Adapted from Londong & Nothgnagel, 1999)



A talaj vízáteresztő képessége

- A talaj vízáteresztő képessége egy jelentős befolyásoló tényező, amely meghatározza annak tényét, hogy az esővíz beszivárogtatás az adott területen lehetséges-e, továbbá meghatározza a technológia kiválasztását.
- A talaj vízáteresztő képessége a **szivárgási tényezővel (k_f)** mérhető.
- A gyakorlatban figyelembe vehető k_f tartomány **1×10^{-3} m/s (86 m/d)** és **1×10^{-6} m/s (86 mm/d)** között van.

Például 10^{-3} -nál nagyobb k_f érték esetén az esővíz a legfelső talajrétegen történő fizikai/kémiai változás nélkül szivárog be. 10^{-6} -nál kisebb k_f érték esetén az esővíz összegyűlik a talajban és nagyon lassan folyik egyre mélyebbre.



3.1 Vízáteresztő burkolatok



(Forrás: Sieker)



Vízáteresztő burkolatok

Vízáteresztő térkő



Vízáteresztő beton



Vízáteresztő aszfalt



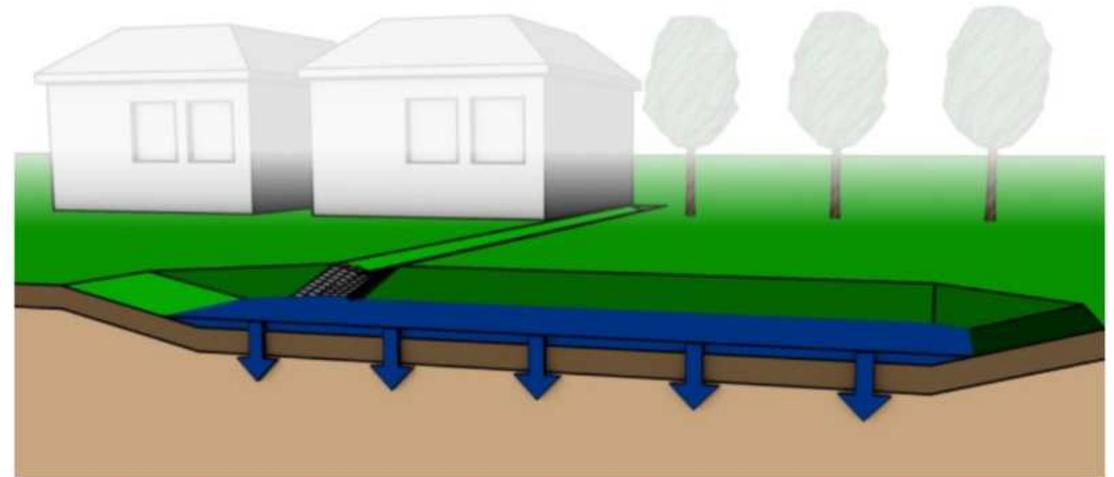
(Forrás: USGS - Wisconsin Víz tudományi Központ)



3.3 Füvesített árkok



Füvesített árok, Rummelsburger Bucht, Berlin
(Fotó: Sieker)



Egy vízáteresztő füvesített árok sematikus ábrája:
vízbefolyással, földfelszíni vízmegtartó területtel és
beszivárogtatással (Fotó: Sieker)



Füvesített árkok



(Fotó: Sieker)



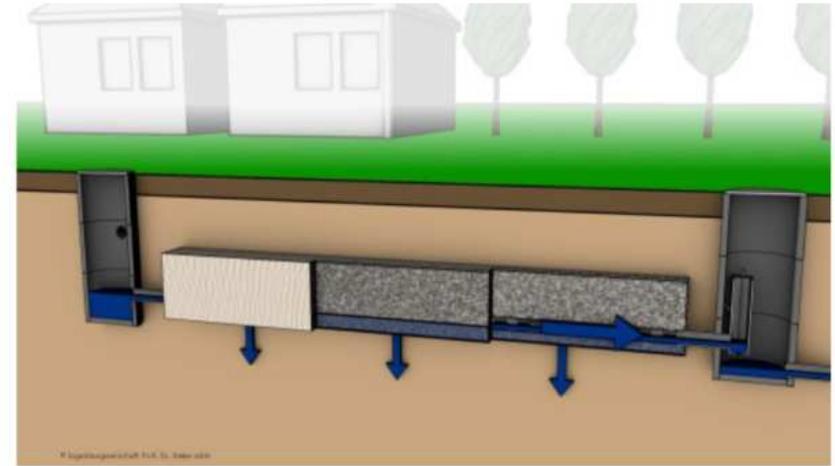
3.5 Szikkasztó árkok



Egy üres víznyelő akna alja (Fotó: Sieker)



Beszivárogató árok előkészítése szikkasztóblokkokkal (Fotó: Sieker)



Bemeneti ülepítővel és fojtott kifolyóval ellátott szikkasztó árok sematikus rajza (Fotó : Sieker)

Ablauf (Quelle: Sieker)



Szikkasztó árkok



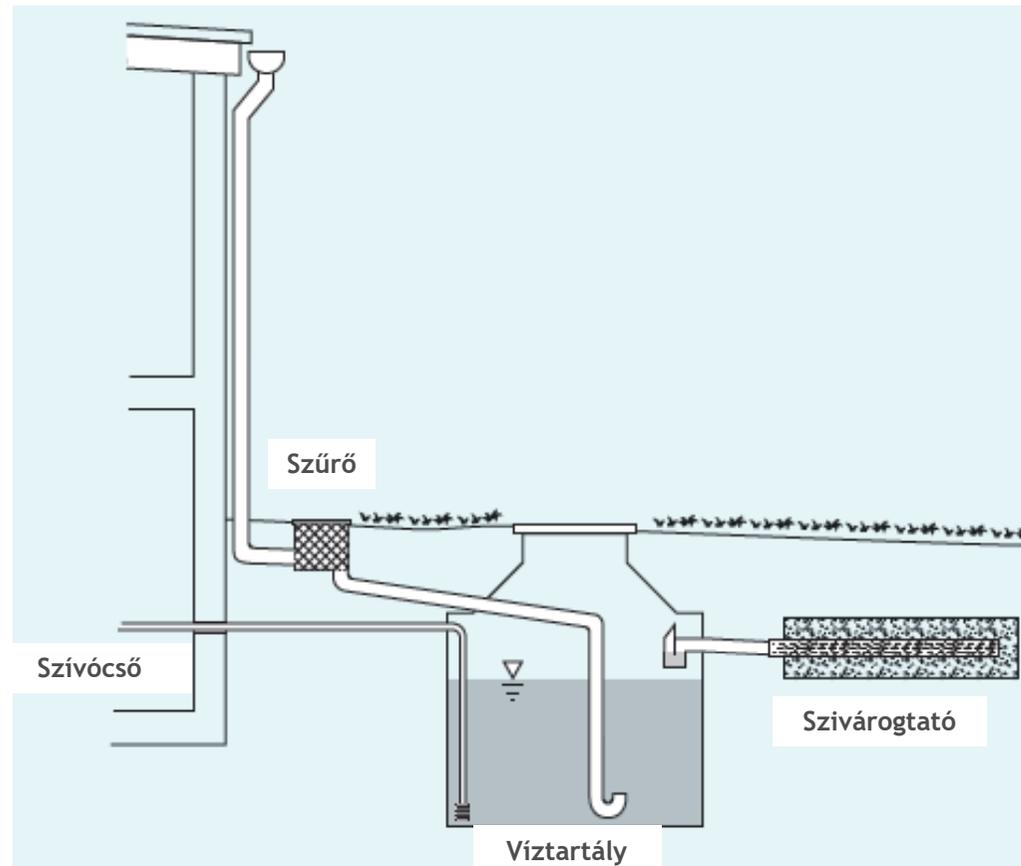
(Forrás: <https://sustainablestormwater.org/2007/05/23/infiltration-trenches/>)



(Forrás: Minnesota Stormwater Manual)



Esővíz összegyűjtés szikkasztó árokkal kombinálva



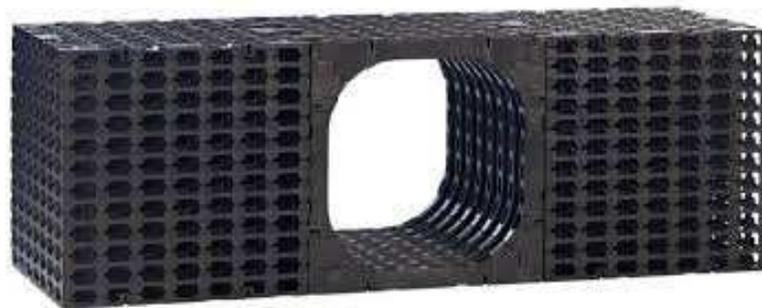
(Forrás: fbr)



Szikkasztóblokkok beszivárogtató árokhoz



(Forrás: ENREGIS)

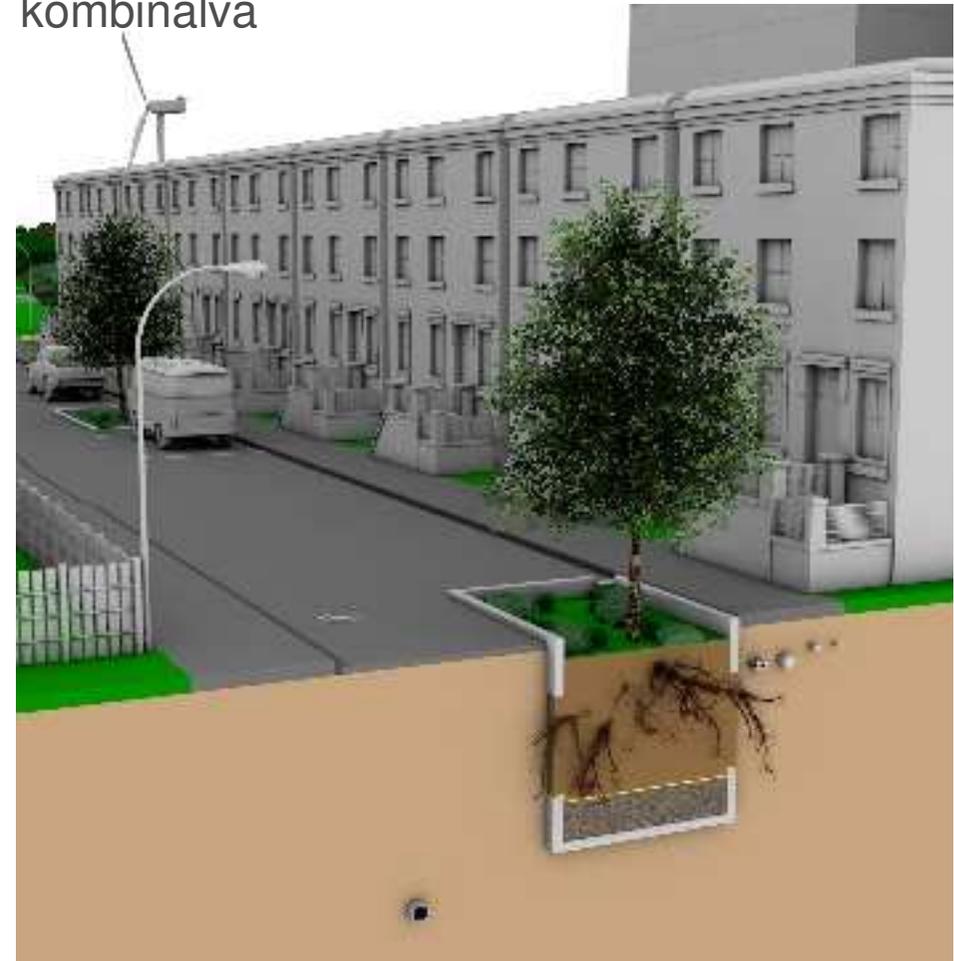


Kombinált rendszerek



Beszivárogtató és termesző árok, Birkenstein, Brandenburg
(Fénykép: Sieker)

Öntözés, párologtatás és beszivárogtatás kombinálva



Fa-árok rendszer sematikus ábrája
(Forrás: Sieker)



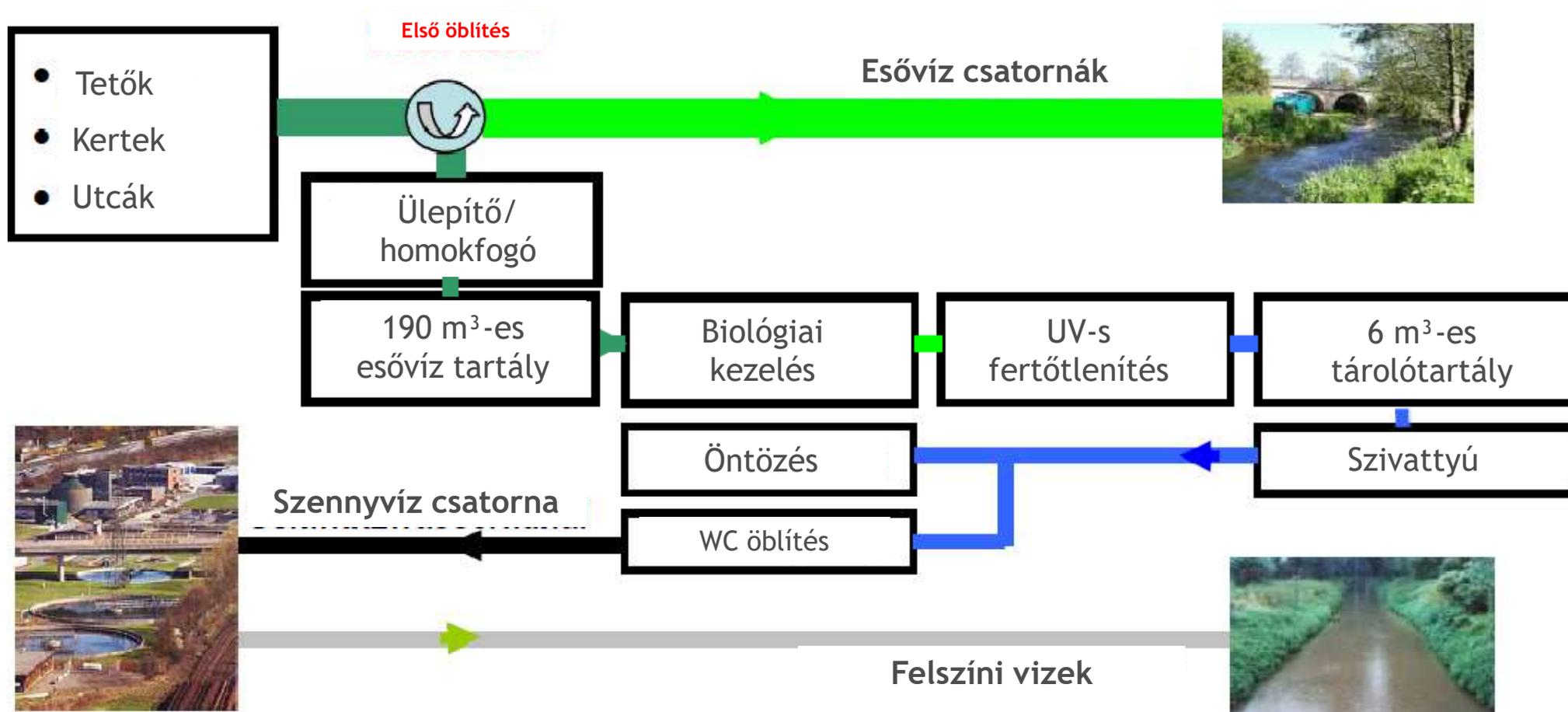
5. ESETTANULMÁNY: ESŐVÍZGYŰJTÉS (UTCAI VÍZNYELŐK IS)

Esővízgyűjtés, Berlin-Lankwitz



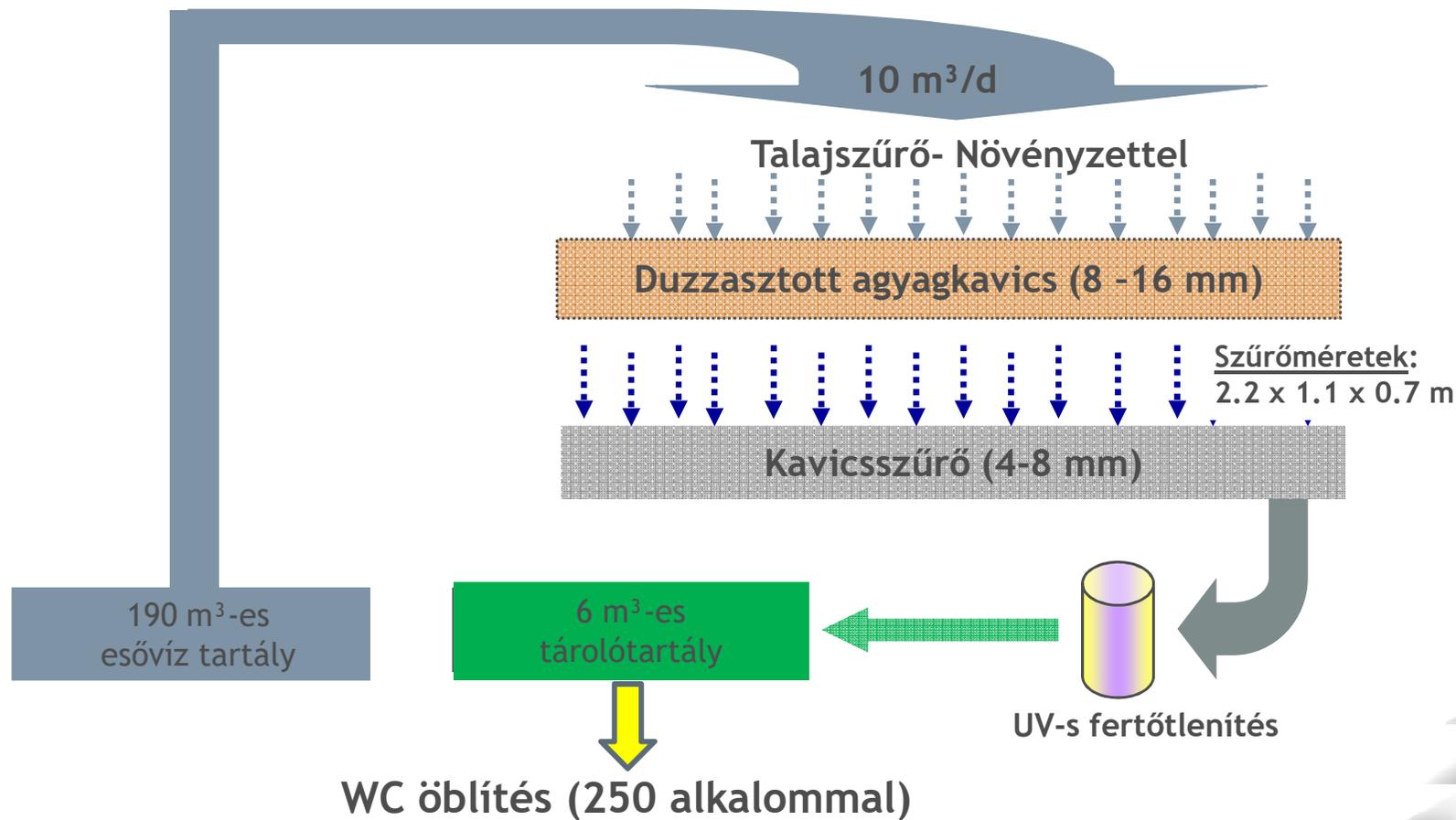
5. ESETTANULMÁNY: ESŐVÍZGYŰJTÉS (UTCAI VÍZNYELŐK IS)

Az esővíz-gazdálkodási rendszer folyamatábrája



5. ESETTANULMÁNY: ESŐVÍZGYŰJTÉS (UTCAI VÍZNYELŐK IS)

Rendszerterv



5. ESETTANULMÁNY: ESŐVÍZGYŰJTÉS (UTCAI VÍZNYELŐK IS)



Esővíz akna eltérítéssel



Épületen belüli növényel beültetett
talajsűrő



5. ESETTANULMÁNY: ESŐVÍZGYŰJTÉS (UTCAI VÍZNYELŐK IS)

Az esővíz-gazdálkodási rendszer által kezelt víz és a berlini ivóvíz minőségének összehasonlítása

Jellemző		Homokszűrő után			Berlini
		Max	Min	Közép	Ivóvíz
Vezetőképesség	uS/cm	199.00	60.00	103.38	813.00
Átlátsz	%	97.10	24.00	83.79	
Összes szerves C	mg/l	5.30	1.26	2.49	4.50
BOI		3.00	0.59	0.86	
KOI		15.80	4.56	6.82	
N össz		3.82	0.69	2.06	
Pössz		0.174	0.014	0.089	
Cl		17.22	0.81	4.05	
NO2-N		0.131	0.006	0.063	
NO3-N		3.512	0.364	1.726	
PO4		1.65	0.09	0.28	
SO4		19.51	2.72	7.09	180.00
Na		7.69	1.13	5.12	
Mg		2.07	0.05	1.47	13.00
Ca		19.76	6.68	15.74	110.00
NH4-N		6.61	0.47	3.54	

- **Ivóvíz megtakarítási potenciál:**
A WC öblítésre használt víz 70%-a (80 háztartás) = 2,500 m³/év
- A higiénés követelményeknek megfelel
- Kizárólag az esővíz szennyezetlen része jut a felszíni vizekbe.
➡ környezetvédelmi tényező



5. ESETTANULMÁNY: ESŐVÍZGYŰJTÉS (UTCAI VÍZNYELŐK IS)

Az esővíz összegyűjtése (utcai víznyelőkkel is), Berlin

Jellemzők	Az első ilyen jellegű projekt Berlinben amelyik a az utcai víznyelők vizét is felhasználja
A projekt kezdete	2000
Gyűjtési terület	Tető- és kertés felületek, beleértve a burkolt útfelületeket
Felfogási terület	12,000 m ² burkolt terület
Esővíz tartály	190 m ³ ; az esővíz elterelésre kerül az esővíz csatornából (beleértve az első öblítést is)
Előkezelés	Ülepítők és homokfogók (homokcsapda)
Biológiai kezelés	Növényzetes talajsűrítés és UV-s fertőtlenítés
Kezelési kapacitás	10 m ³ /nap
Hasznosítási lehetőség	WC öblítés (200 alkalommal) és kertöntözés



Melyik esővíz-gazdálkodási technológia a legalkalmasabb a projektemhez?

- Általában több megoldás kombinációjával érhető el a legjobb eredmény az adott körülmények között
- Ilyen esetekben egy közgazdasági tanulmány nagyon hasznos amelyik a pénzügyi célok mellett figyelembe veszi a nem monetáris célokat is. A gazdasági hatékonyság kiértékelésének alapja nem csupán a befektetés mérete, hanem a jövőbeni működtetési költségek és megtakarítások figyelembe vétele.

Lásd 5. modul: Döntéshozatali eszköz

