

Vertikalstrøms- våtmarksfilter for rensing av overløp VVO

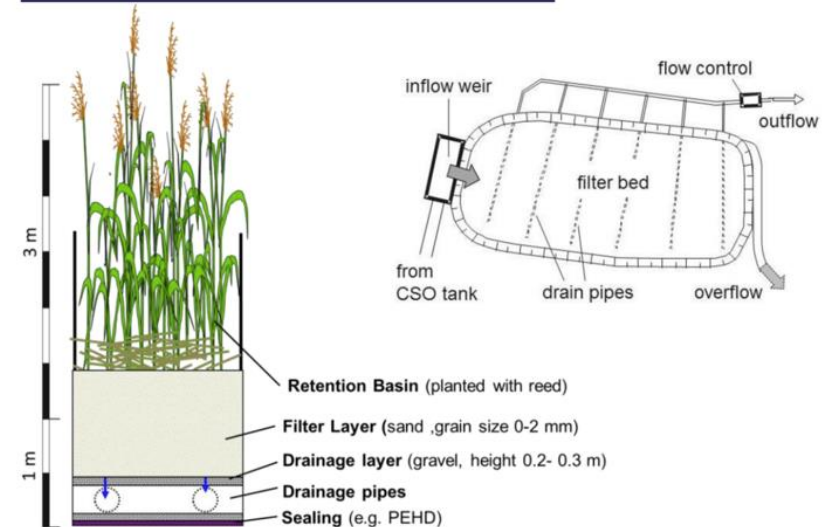
Bent C. Braskerud og
Anette M. Åkerström
Oslo kommune, Vann og avløpsetaten

Vannforsk webinar
24. Mars 2023

Vertikalstrøms våtmarksfilter for å rense avløpsvann fra overløp

En mulighetsstudie for bruk av
konstruerte våtmarker til å redusere
de negative effektene ved overløp
fra AF-ledninger

Versjon 1.0
27.02.2023



Bakgrunn

- ▶ VAVs strategi: Nullutslipp av urensset avløpsvann
- ▶ FoUI-område: Teknologier for å rense overløpsutslipp på ledningsnett og renseanlegg
- ▶ FoUI-handlingsplan: Litteraturstudie over hva som finnes av eksisterende teknologier, og hva som gjøres i andre land
- ▶ Idédugnad om FoUI prosjekter
- ▶ Forslag til nytt EU-avløpsdirektiv: Forvaltningsplan om å redusere overløpsutslipp gjennom separering, hindre inntrenging av fremmedvann, utnyttelse av kapasitet i nettet og rensing av overløp.

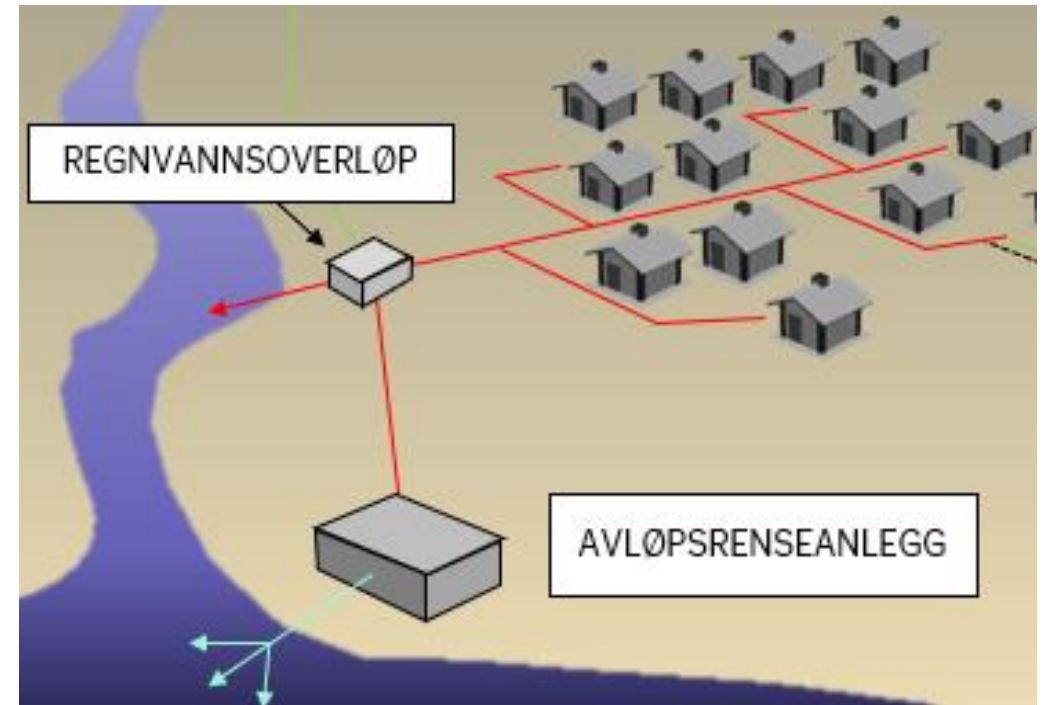


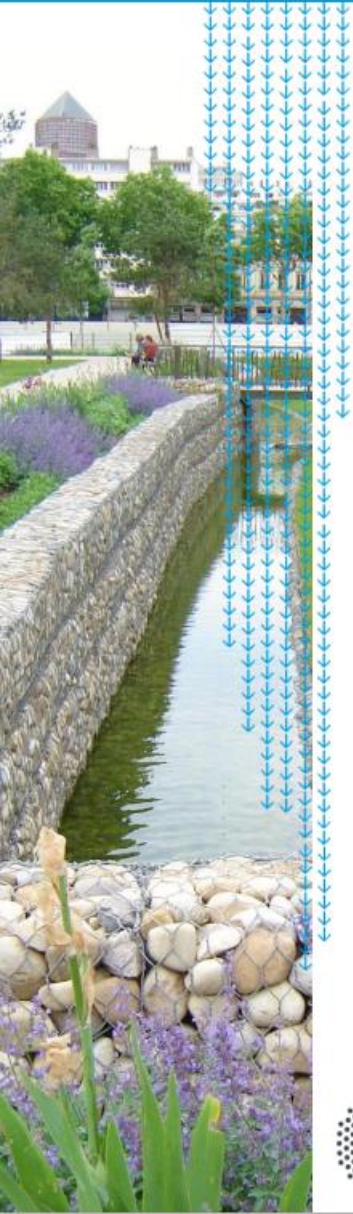
Bakgrunn

- Oslo har 820 km med avløpsfellesledninger (AF-ledninger) med ca. 200 overløpspunkter med utslipp til nærmeste vassdrag.
- Seks elver med økologisk tilstandsgrad dårlig eller svært dårlig.

Tabell 7-8: Næringsstilkonsentrasjoner og -transport i vassdragene i 2021. Farge indikerer status iht. vanddirektivet. En vannforekomsts tilstand bestemmes av dårligste tilstand blant målte parametere.

	Tot P [mg/l]	Tot N [mg/l]	P-transport [kg]	N-transport [kg]	Tilstand
Lysakerelva	0,013	0,448	1 830	61 700	Svært god
Mærradalsbekken	0,091	1,653	210	4 000	Svært dårlig
Hoffselva	0,067	1,163	520	9 000	Svært dårlig
Frognerelva	0,041	0,948	420	9 600	Dårlig
Akerselva	0,017	0,351	2 920	51 300	God
Hovinbekken	0,096	1,184	470	5 400	Svært dårlig
Alna	0,083	1,328	3 650	49 600	Svært dårlig
Ljanselva	0,059	1,213	940	15 500	Dårlig
Ellingsrudelva	0,030	0,718	310	7 600	God





Treatment of CSO in Retention Soil Filters

Lessons Learned from 25 years of Research and Practice

Ulrich Dittmer*, Daniel Meyer**, Katharina Tondera***,
Benedikt Lambert****, Stephan Fuchs*****

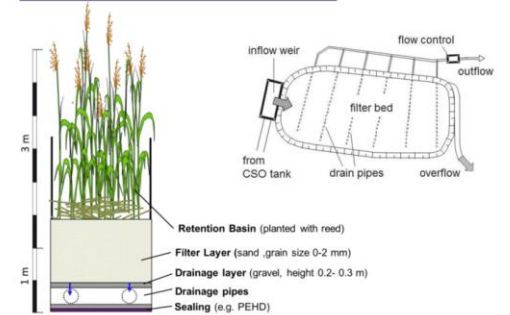
- * ISWA, University of Stuttgart
- ** IRSTEA, Lyon
- *** ISA, RWTH Aachen University
- **** BIOPLAN Landeskulturgesellschaft, Sinsheim
- ***** IGW, Karlsruhe Institute of Technology



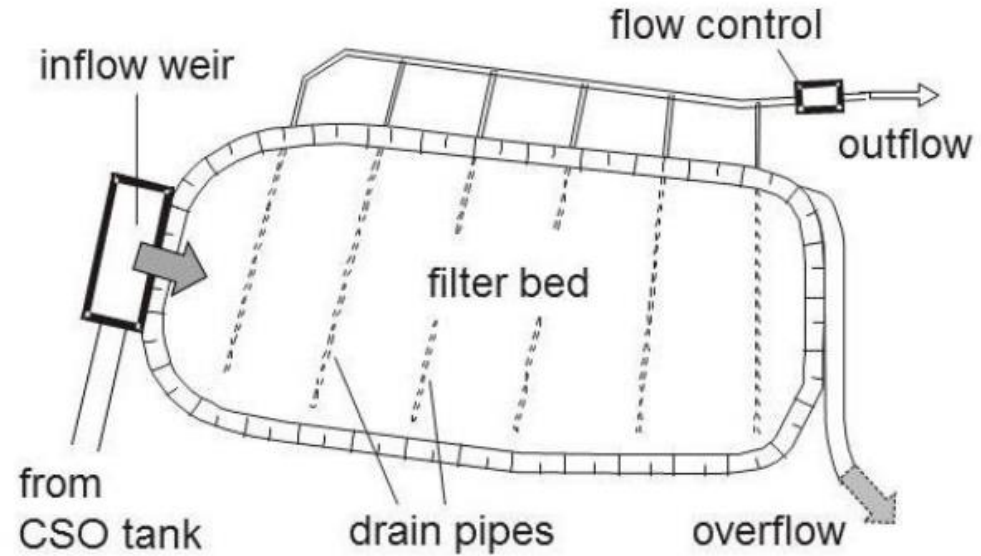
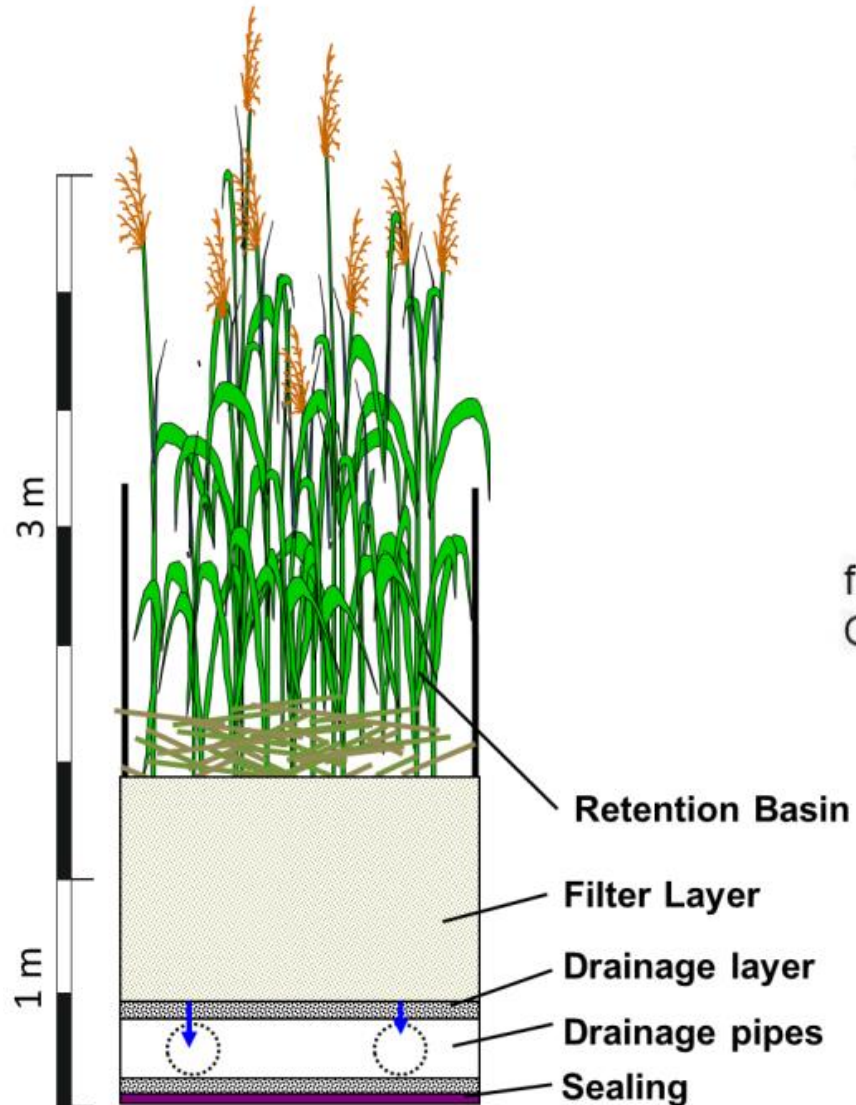
Vertikalstrøms våtmarksfilter for å rense avløpsvann fra overløp

En mulighetsstudie for bruk av
konstruerte våtmarker til å redusere
de negative effektene ved overløp
fra AF-ledninger

Version 1.0
27.02.2023



Hvordan kan en våtmark for overløpsrensning se ut?



Sizing:

- max. hydraulic load: 40 m/a determined by long term simulation
- Filter area \approx 1 % of impervious area

Forurensinger i overløpsvannet

- stochastic nature
- highly variable in duration, volume, pollution and dry periods
- pollutant ranges (central Europe):

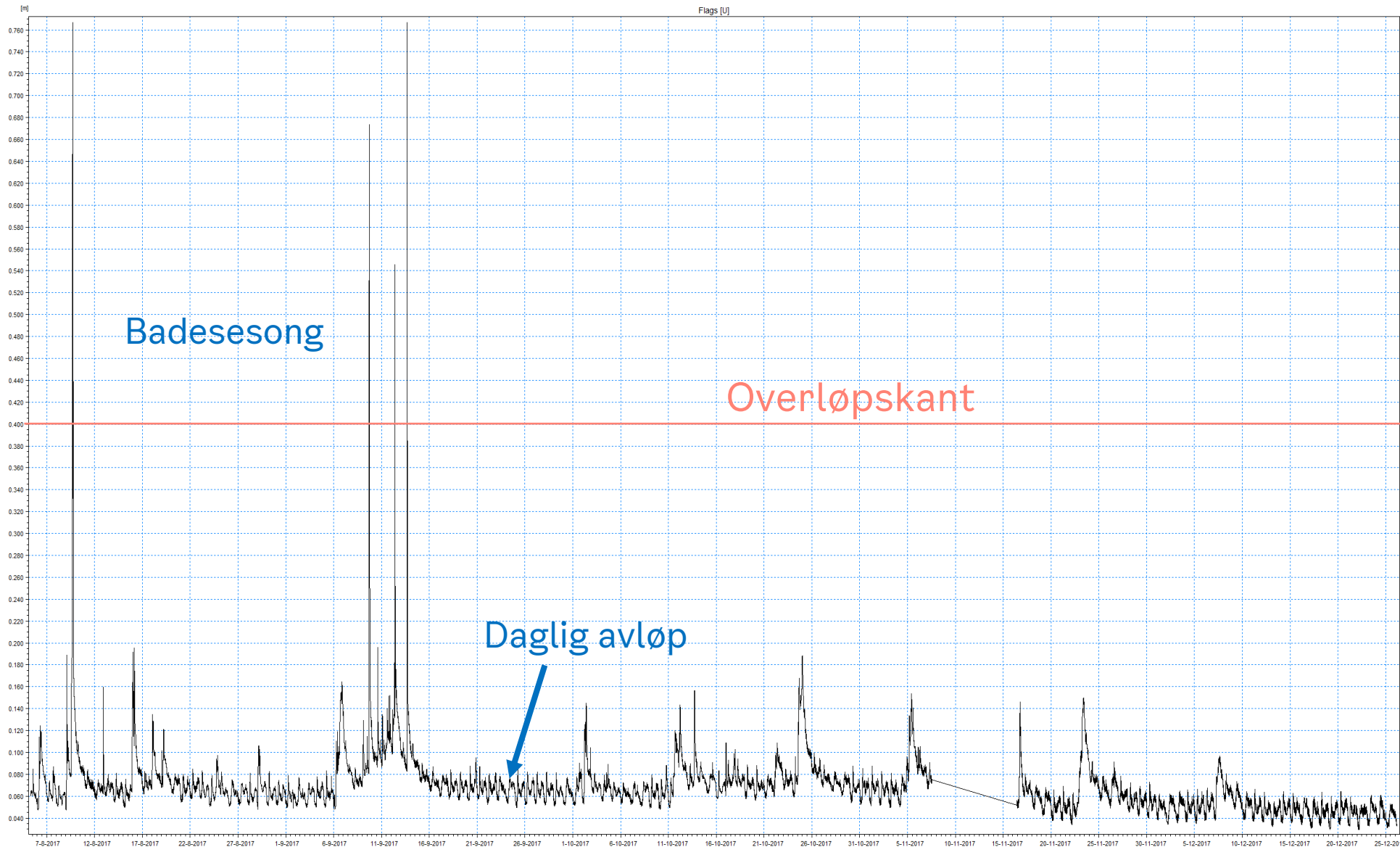
Parameter	Average	Percentile		
		Median	25 %	75 %
SS	230	180	110	280
COD	170	110	90	240
NH ₄ -N	2.4	1.8	1.4	2.7

(based on data from Brombach et al., 2005)

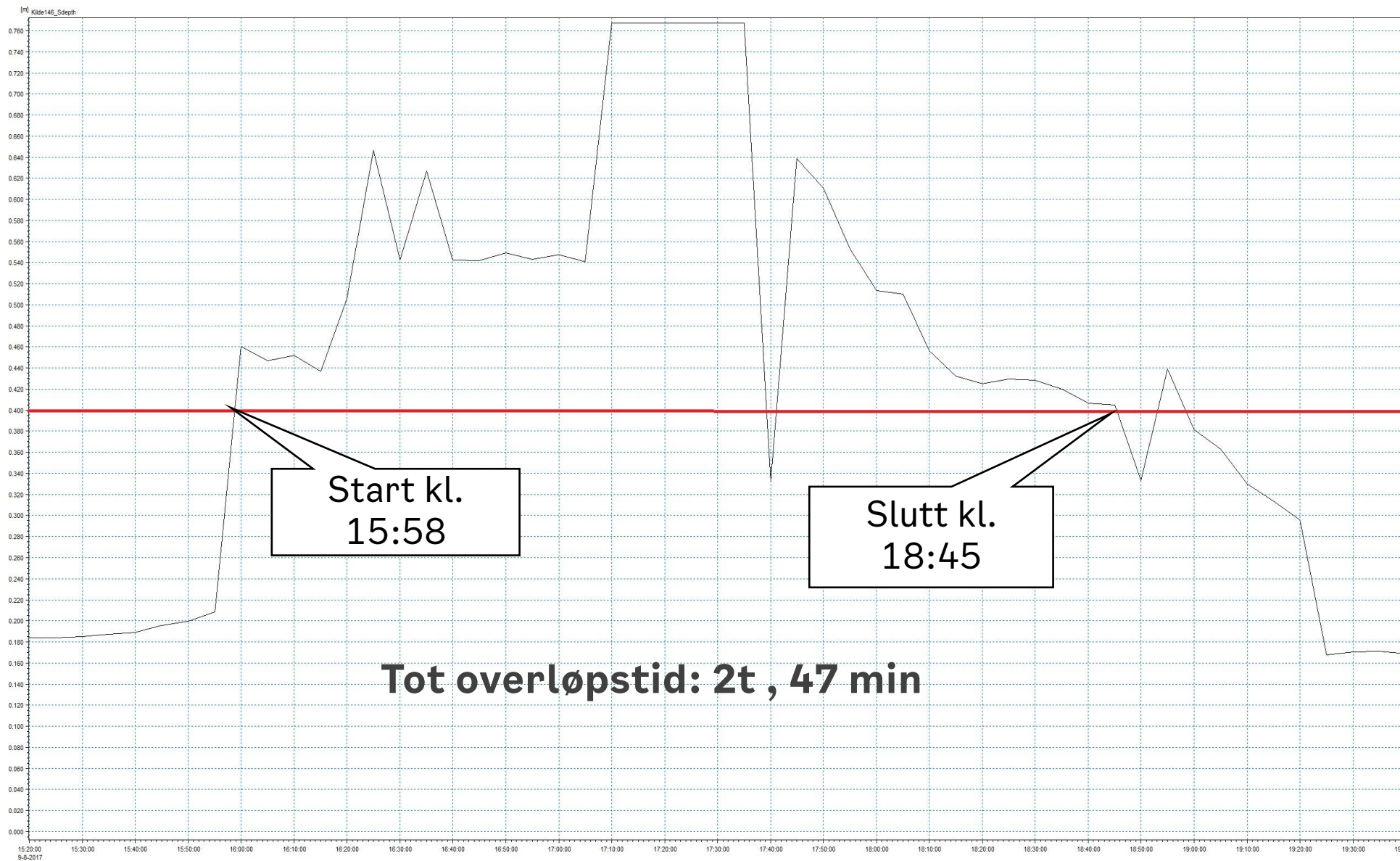
Tommelfinger i Oslo: 20% av produsert avløp per PE i tidsrommet for overløp
Tap av fosfor er viktig



AK52, nivåmåling. D=800mm (innvendig)



Overløpstid

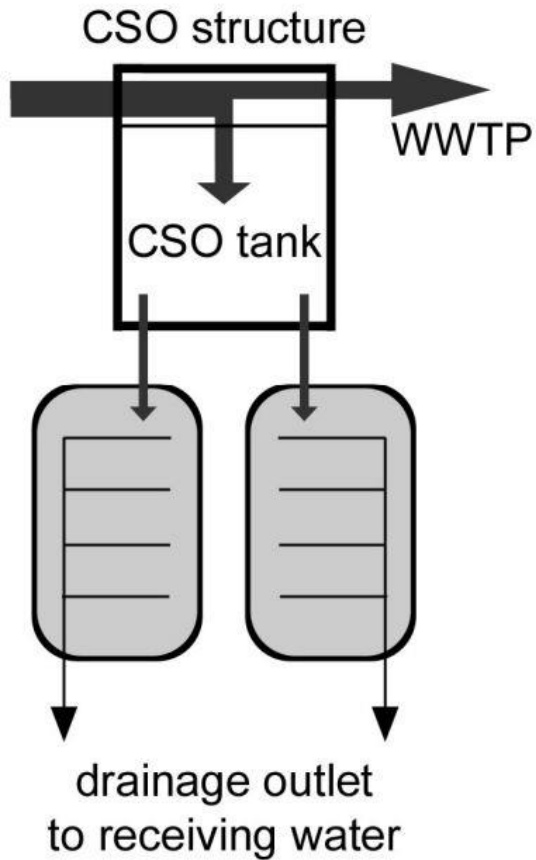


Design av ulike typer VVO-anlegg

Long term removal

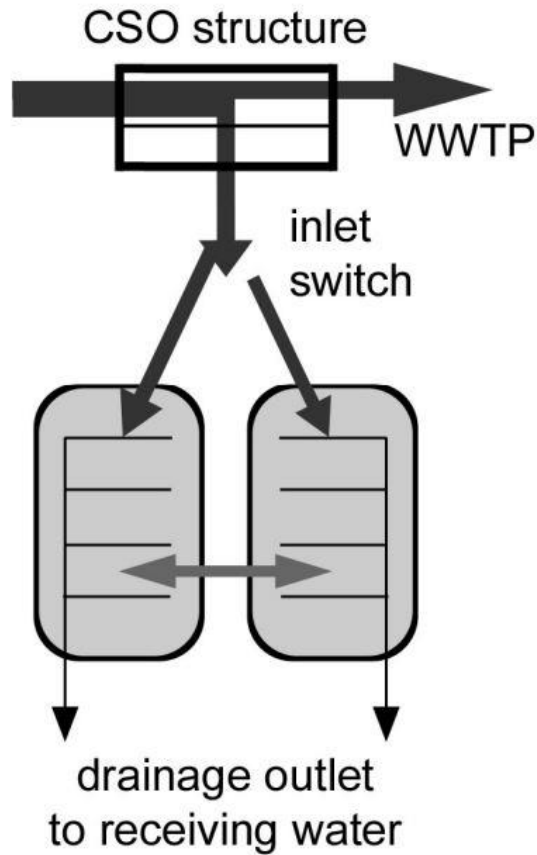
SS	> 90 %
COD	> 80 %
NH ₄ -N	> 95 %

A Saarbrücken-Ensheim



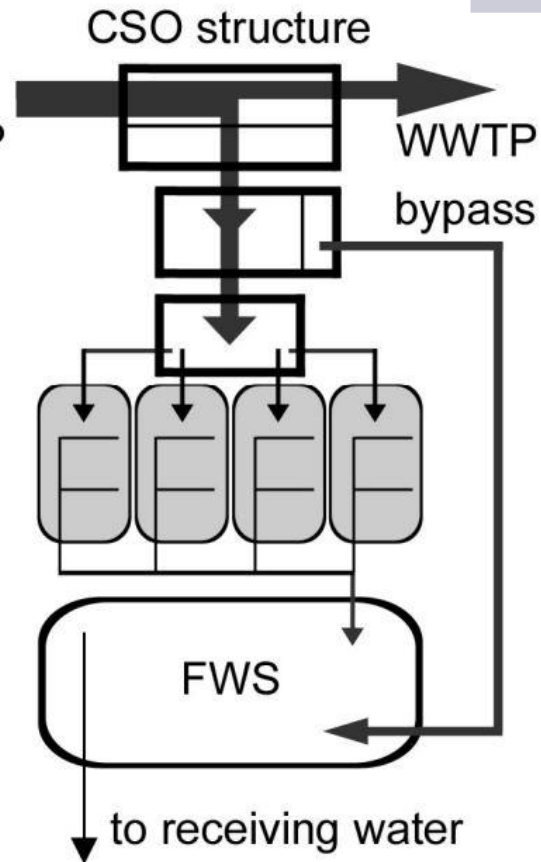
Tysk

B Marcy-l'Etoile



Fransk

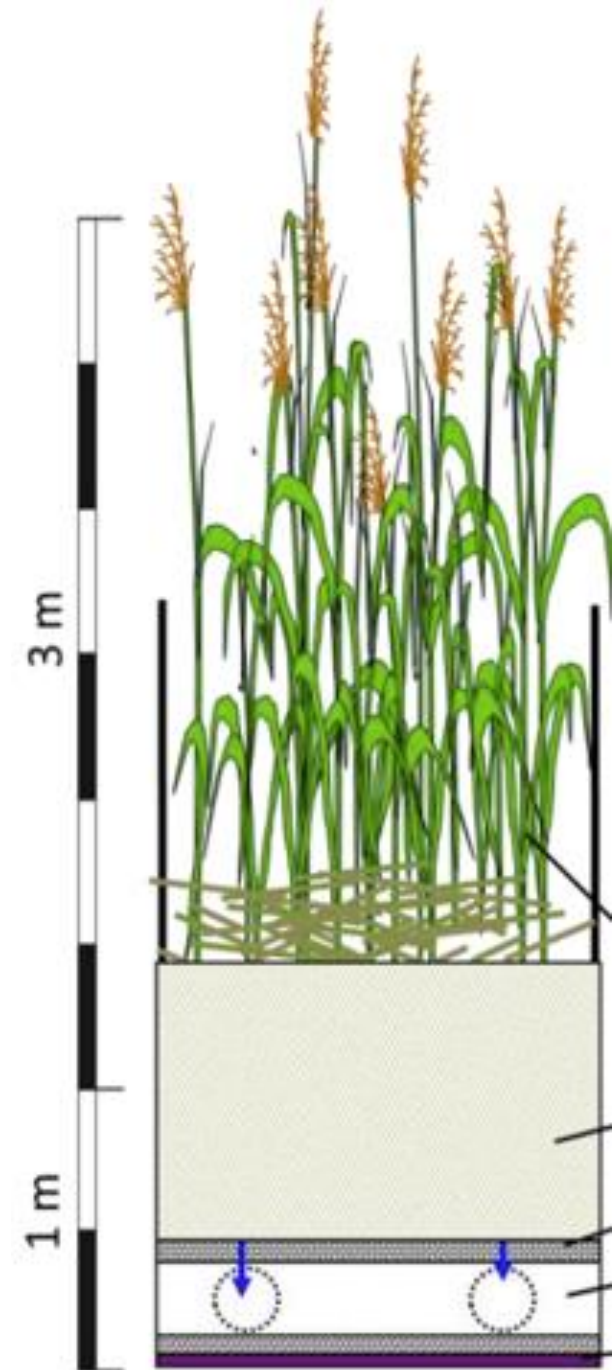
C Gorla Maggiore



Italiensk

Vegetasjons funksjon

- Fjerne olje og fett, partikler og sporstoffer.
- En del organiske stoffer som PAH kan brytes ned i rhizosfæren (området rundt røttene).
- Fosfor og nitrogen kan variere fra lekkasje til sterk tilbakeholding.
- Vannvolumet reduseres gjennom fordamping
- Rotutviklingen holder oppe infiltrasjonen i filtermediet.

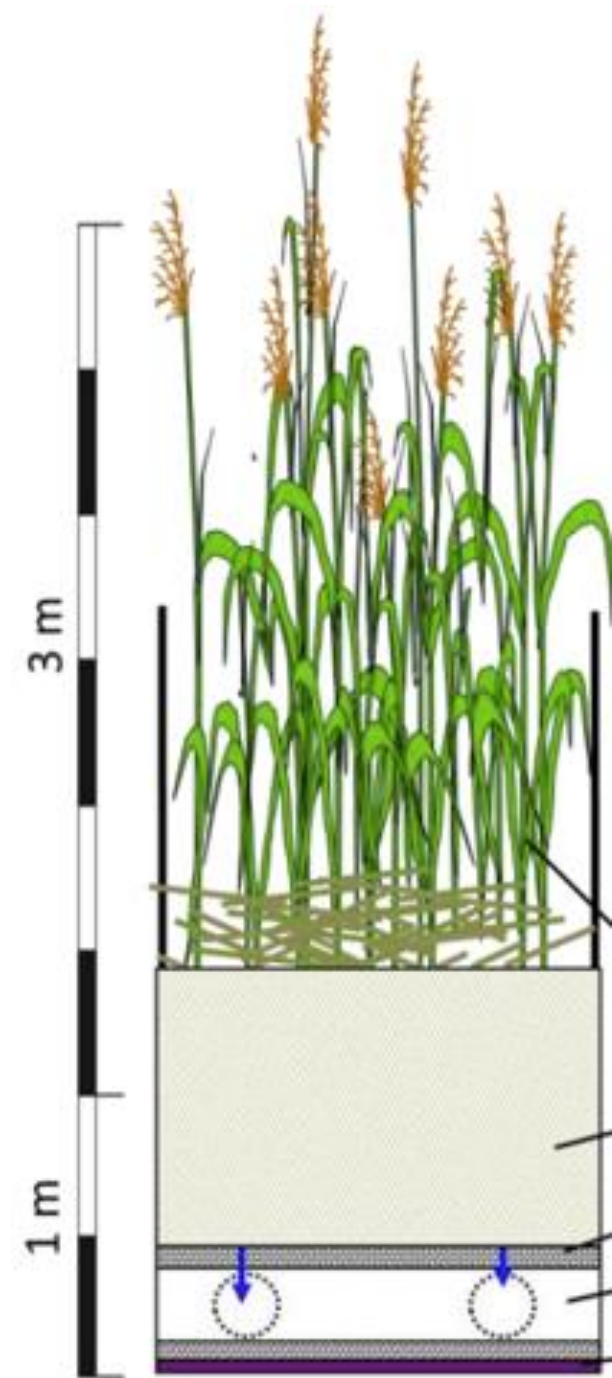


Vegetasjons funksjon

Sammenlignet med filtermedium uten vegetasjon fremmer planter:

- Bedre partikkelbundet og løst fosforfjerning om sommeren, kun bundet om vinteren
- Bedre fjerning av total nitrogen og nitrat, liten betydning for ammonium
- Litt bedre fjerning av org. materiale

Takrør (*Phragmites australis*) er foretrukket plante
Den høstes ikke, fordi dødt materiale blander seg med sediment og holder infiltrasjonen oppe, samt virker isolerende mot frost.



Hydraulic effects

- Sizing concept: limit SS load to 4 kg/(m² x a)
- Operational experience: up to 9 kg/(m² x a)
- No negative effects on hydraulic conductivity (> 20 cm sediment depth)

- 
- Mixing of reed straw and sediments produces a well structured, highly permeable *friable* soil
 - Main role of the plants → Choice of vegetation!

● No mowing of reed

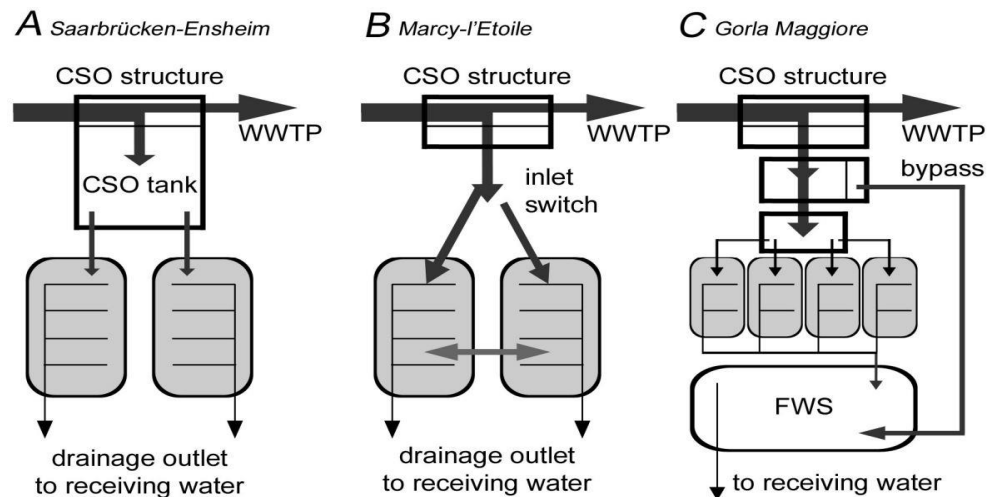


Oppbygging av filtermediet

- Grovt materiale vanligvis brukt; godt sortert middel sand i Tyskland (0,2-0,63 mm)
- Leire og finmateriale sprekker ved tørke => kortslutning
- Innblanding med 20% kalkstein eller andre Ca-materialer med høy pH (kan være negativt for planteveksten). Fe og Al rike materialer også i bruk for P-binding.
- Savner gode oppskrifter. Hva med Leca[®], biokull ol?
- Biofilm utvikler i filtermediet => økt rensing
- Tilførsel av sedimenter kan øke virkningsgraden => anlegget «modnes» ikke «eldes»



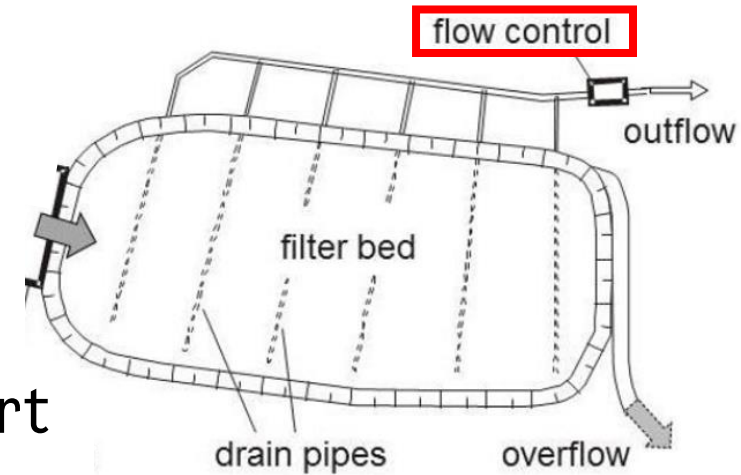
Detaljert oppbygning



Element	Tyskland	Frankrike	Italia
Innløpsvann	Forbehandlet	Direkte fra overløp	Delvis forbehandlet
Ant. VVO	1 eller flere	2 parallelle	4
Dybde overflate	Ofte 1 m	Fra 0,1-0,8 m	minst 0,2 m
Filteroverflate	5 cm grus (2-8 mm)	10 cm kompost	20 cm grus (10 mm)
Filter	75 cm sand (inntil 2 mm) med 20% kalkstein	60 cm sand evt. med Zeolit, over 10 cm sand/grus (2-6 mm)	40 cm grus (2-6 mm)
Drenslag	25 cm grus (2-8 mm)	20 cm grus (10-20 mm)	20 cm puk (40-80 mm)
Avrenningshastighet	0,01-0,03 L/(m ² *s)	0,01-0,05 L/(m ² *s)	0,004-0,02 L/(m ² *s)
Hydraulisk belastning	40 m ³ /(m ² /år)	40-80 m ³ /(m ² /år)	35-40 m ³ /(m ² /år)

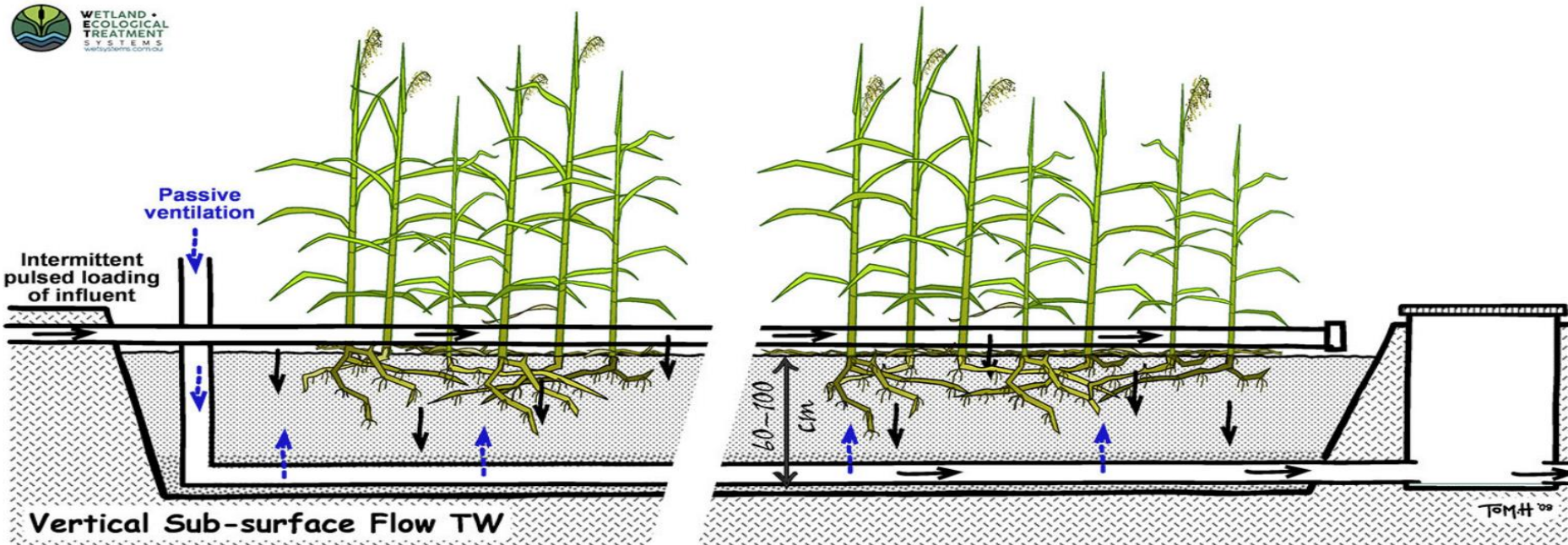


Drenering



- Alle anlegg har drenering for god lufting
- Tyskland: drenerør helt på bunnen => garantert tørt
- Frankrike + Italia: 30 cm over => noe vann til vegetasjonen (luktproblemer?)
- Avrenningsregulering (flow control):
 - 0,01 L/(m²*s) for patogener,
 - 0,02 L/(m²*s) for NH₄, og
 - 0,03 L/(m²*s) for partikler, COD, BOD, tungmetaller og fosfor
- Anleggene tømmes for vann på 5-8 timer

Vannet må fordeles over hele overflata



- Fordeling av overløpsvann i rør på overflaten sikrer spredning, men kan tettes av partikler.
- Lufting av drenerøret sikrer økt lufttilgang i filteret. Avrenningen kan styres i kummen i utløpet (Tom Headley, www.wetsystem.com.au)

Renseeffekter

Long term removal	
SS	> 90 %
COD	> 80 %
NH ₄ -N	> 95 %

- Varierer med anleggstype og belastning
- Fosforfjerningen er trolig viktig i Norge og må forbedres i forhold til de Europeiske eksemplene gitt her:
 - Tot.-P ca. 45%
 - Løst-P avtakende over tid
- Metaller: 33-99%
- E.coli m.fl.: 1-3 log₁₀, avhengig av anleggets oppbygging og belastning. Kan påvirkes av avrenningsreguleringen



Vedlikehold og drifts utfordringer

- Tilførsel av finstoff:
Problematisk hvis
vegetasjonen er uetablert
- Vurdér nedbørfeltet



- For lite vann => tørke og misvekst.
- Kan noe vann fra veg tilføres?
- Vått for lenge => luktproblemer

Summary and Conclusion

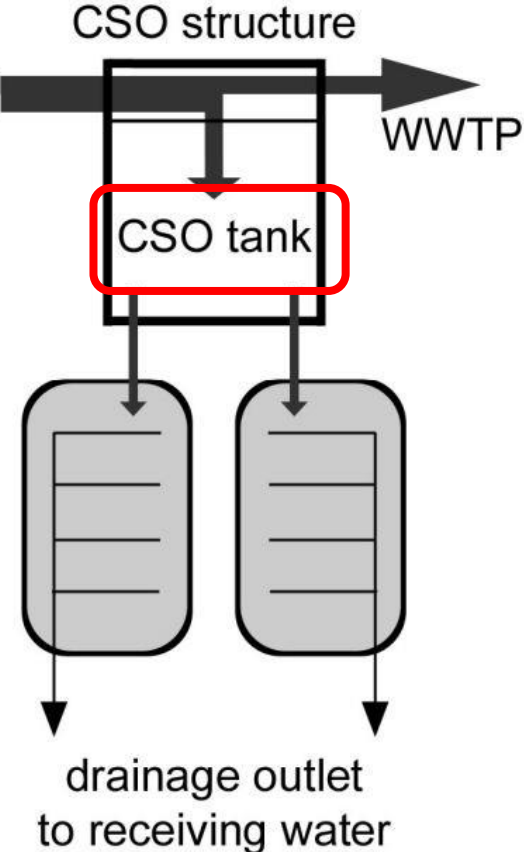
Fra Tyskland

- VVO are a powerful tool for CSO treatment
- Purification processes are well understood → prediction of effects
- Filter material should be hydraulically and chemically stable and provide a homogeneous pore system → middle sand
- Sediment layer improves purification and water supply of reed and does not lead to clogging → “maturation” instead of “aging”
- Operation: succession of wet and dry periods is essential for purification efficiency and reliable operation → alternate loading
- Underloading is the main problem in practice
 - increase of loading, verification of model input data
 - monitoring of hydraulic performance (water level)
- Best performance under strictly aerobic conditions
- Guidelines should be based on long term experience from full scale plants



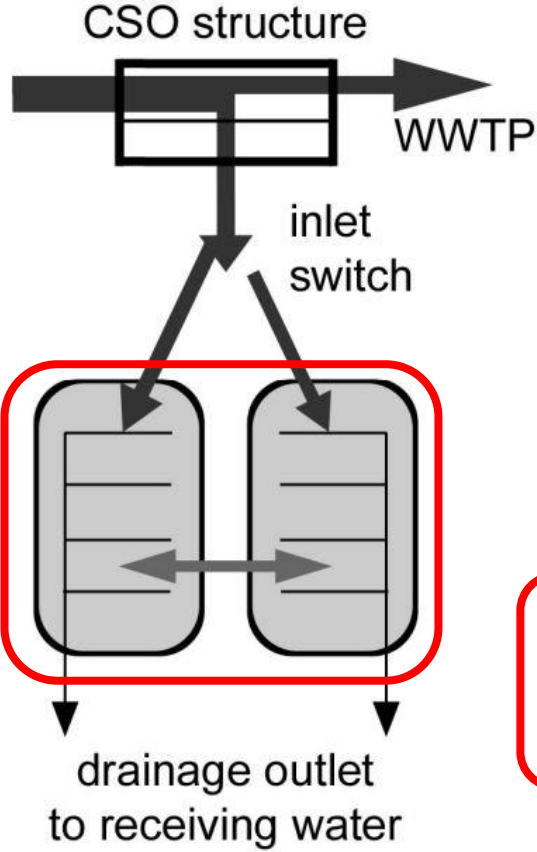
Vårt forslag til VVO-anlegg

A Saarbrücken-Ensheim



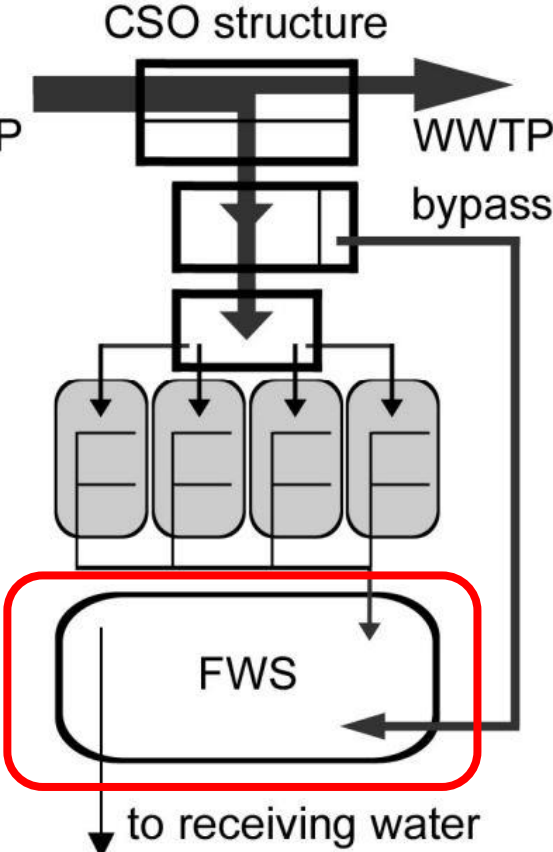
Tysk

B Marcy-l'Etoile



Fransk

C Gorla Maggiore



Italiensk

**Thank you for your
attention!**



Oslo