

Naturnära teknik för behandling av avloppsvatten och slam

teori och praktik

Kurs TNO320, 2021

Peter Ridderstolpe

WRS Uppsala AB

peter.ridderstolpe@wrs.se



Levande filterväggar vid Forsmarks nya reningsverk

Vi är experter på spillvatten, dagvatten, naturvatten och lakvatten.

Vi arbetar med: rådgivning, information, planering, idégivning och projektering. WRS utför konsulttjänster för miljösäker, resurshushållande och kostnadseffektiv hantering av avloppsvatten, dagvatten och annat förorenat vatten, samt utvecklar kunskap och teknik för framtidens VA-system.

Peter Ridderstolpe: tekn lic. Tillämpad ekolog

- Seniorkonsult, grundare och delägare till WRS
- VA planering, utredningar för uthållig VA (Öppen VA planering)
- Expert markbaserad rening, våtmarker och annan naturnära rening
- Små avlopp, -bedömning av miljöpåverkan och skyddsåtgärder
- Idégivare och projektör till många hundra spill-, dag- och lakvattenanläggningar

Aktuellt

31 oktober, 2019

Webbinarium om spillvattenvåtmarker 28 nov

Inbjudan till webinarium om spillvattenvåtmarker som processteg i kommunala avloppsreningsverk I över 20 år har WRS tagit fram och... [Läs mer](#)

28 oktober, 2019

Examensarbete om tungmetaller i dagvattendammars sediment

I september blev Mathias Andersson klar med sitt kandidatarbete om tungmetaller i sediment i dagvattendammar som han skrev med... [Läs mer](#)

15 oktober, 2019

Peter debatterar enskilda avlopp i SvD och Cirkulation

WRS medarbetare och medgrundare Peter Ridderstolpe syntes under september i ett par inlägg i Svenska Dagbladet. Där debatterade han... [Läs mer](#)

Arkiv

Anställda:

23 personer 11 st WW!)

Omsättning:

c:a 19 mkr/år

Upplägg

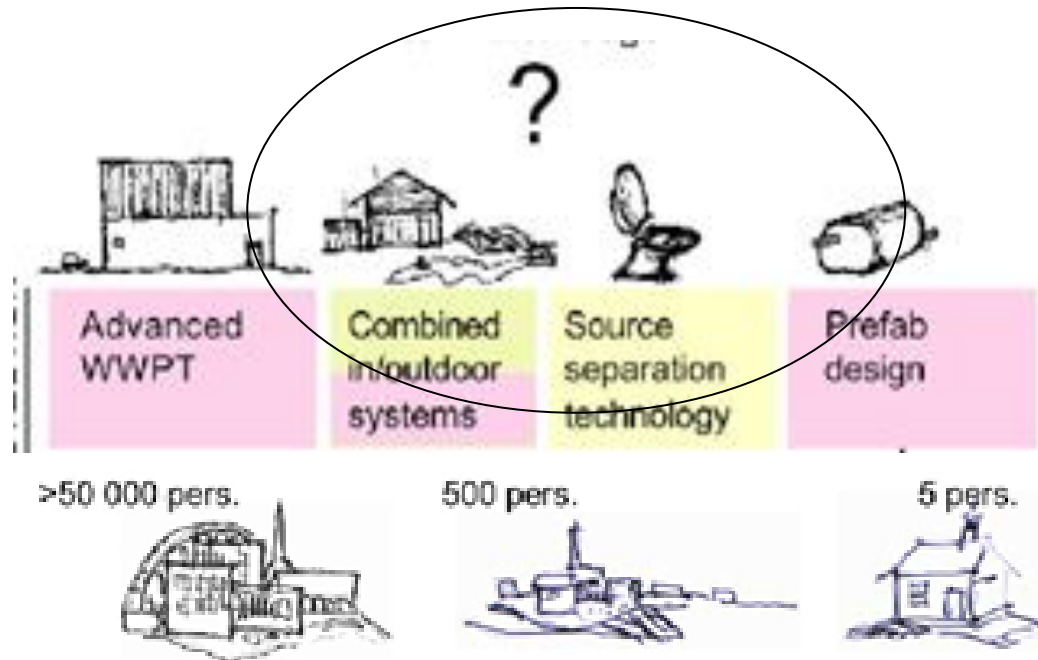
Naturnära rening

vad menas och varför intressant?

Teknik och exempel

- Markbaserad rening och retention
- Bevattning
- (Fällningsdammar)
- (Slam(vass)bäddar)
- Våtmarker som kompletterande rening till ARV
- Litteratur

Plats för naturnära avloppsrening



- ✓ där plats finns
- ✓ när enkla robusta (billiga) system önskas
- ✓ När resurshushållning/återvinning är viktigt
- ✓ När gamla tekniska verk måste upprustas

Samma processer – men olika applikationer

	Konventionell rening (Intensiv/inomhus)	Naturnära rening (Extensiv/utomhus)
Förbehandling (SS-avskiljning)	Galler, sandfång, försedimentering, etc,	Slamavskiljare, sedimenteringsdammar
BOD-avskiljning	Fällning Aktiv slam Biobäddar	Stabiliseringsdammar "Torra" våtmarker) Markbaserad rening
P-avskiljning	Kemisk fällning Bio-P	Fällningsdammar Infiltration Reaktiva filter Bevattning
N-avskiljning	Nitrifikation-denitrifikation i reningsverk	Torra-våta våtmarker Bevattning
Slambehandling	Förtjockare Centrifuger Rötning	Dräneringsbäddar Vassbäddar Kompostering, kalk- stabilisering

Reningsprocesser speciella för naturnära system

- Avdunstning/transpiration
- Både mikro- och makrofauna deltar
- Mykorrhiza
- Fotosyntes och växtupptag (alger högre växter)
- Fastläggning/adsorption i marken och vatten
- Slamproduktion liten (eller ingen)



Teknik och exempel

Markbaserad rening och retention

”Vanligaste mest beprövade för små avlopp”

Förstudie 2009, bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov,

NV rapport 2012, fördjupning genom internationell expertgrupp. Råd till vägledning och forskning

HaV projekt 2016, Bedömning av självrening av fosfor i mark, Verktyg för kvantifiering (under granskning)

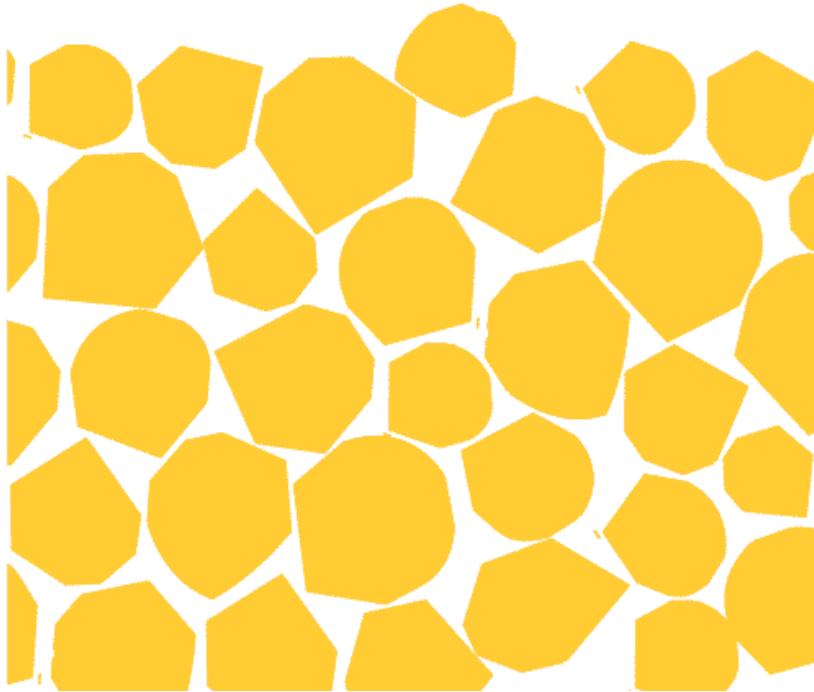


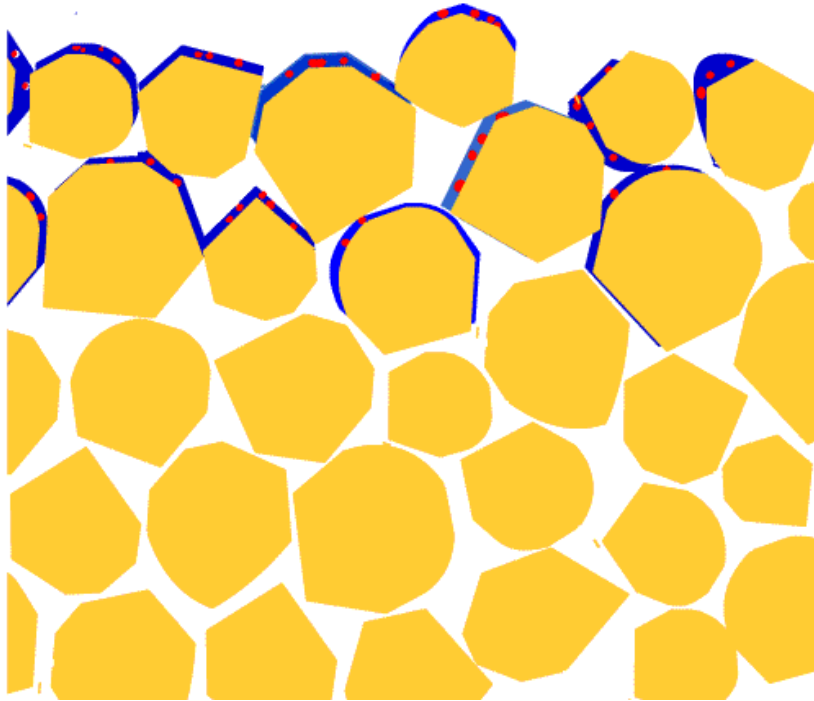
Vad händer i marken och hur bra är skyddet?

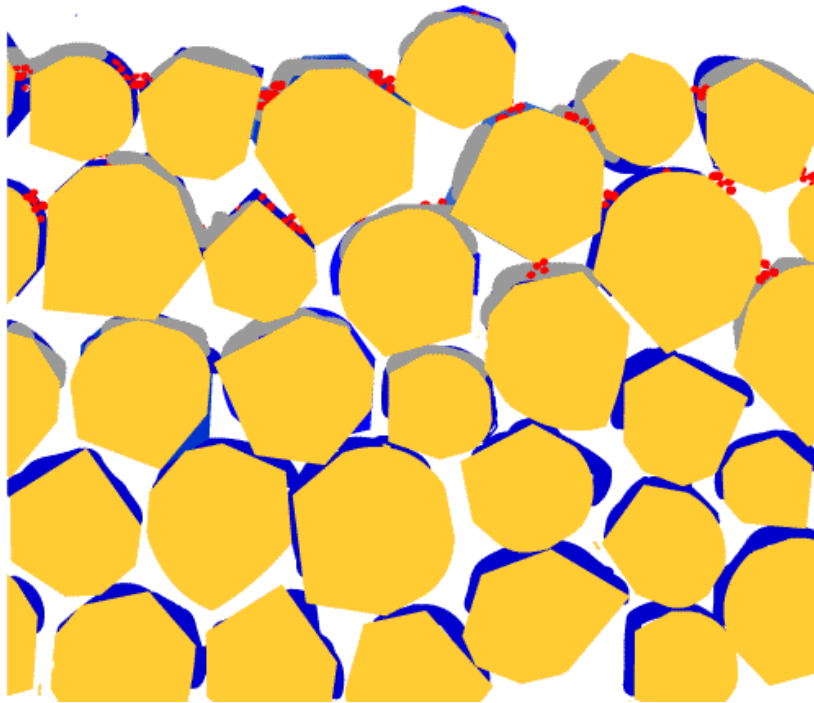


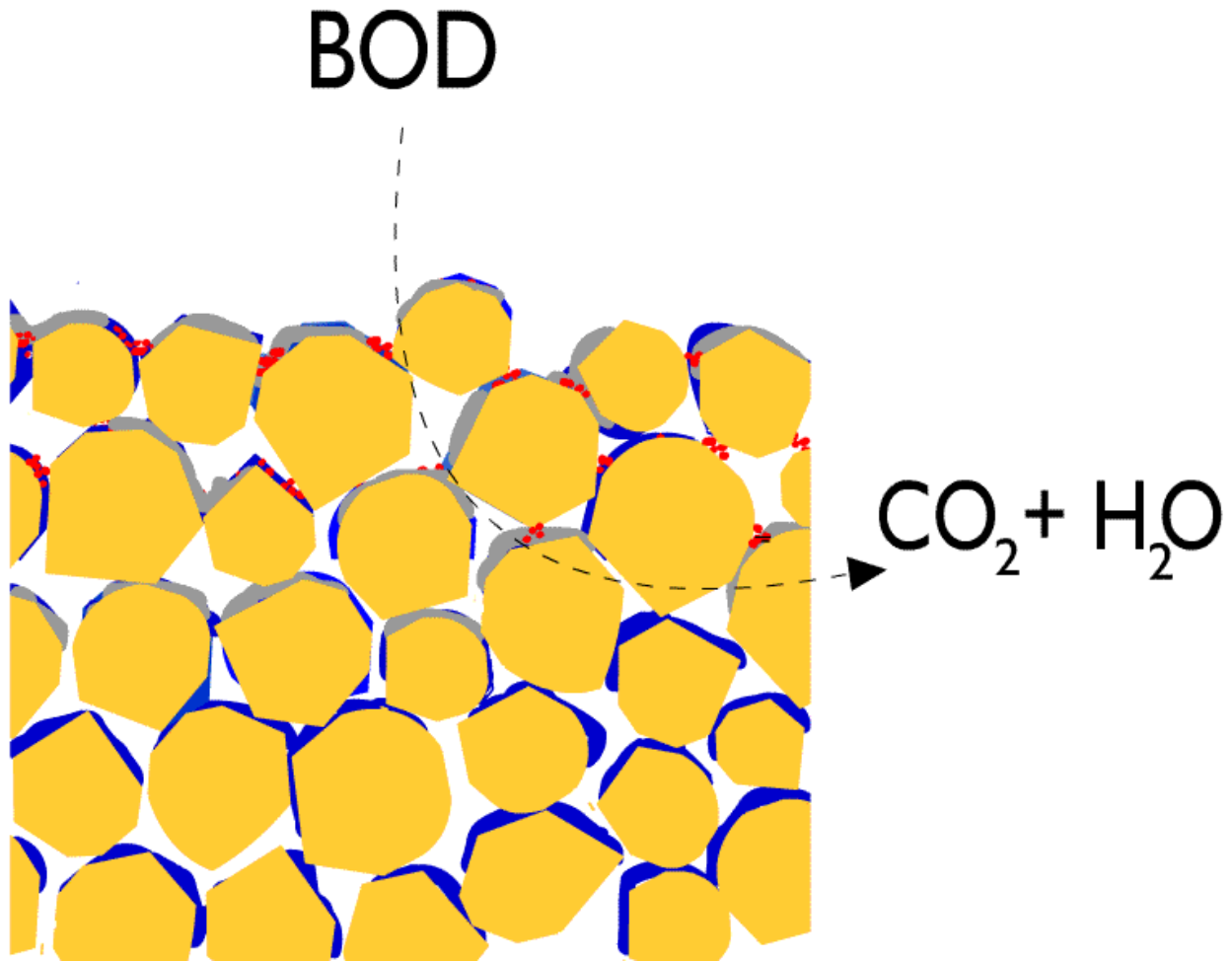
- ✓ Filtrering
- ✓ Biotransformering
- ✓ Sorption
- ✓ Utfällning
- ✓ Växtupptag

Sigriest et al, 2000, Design and Performance of onsite wastewater soil adsorption systems, White paper, USEPA



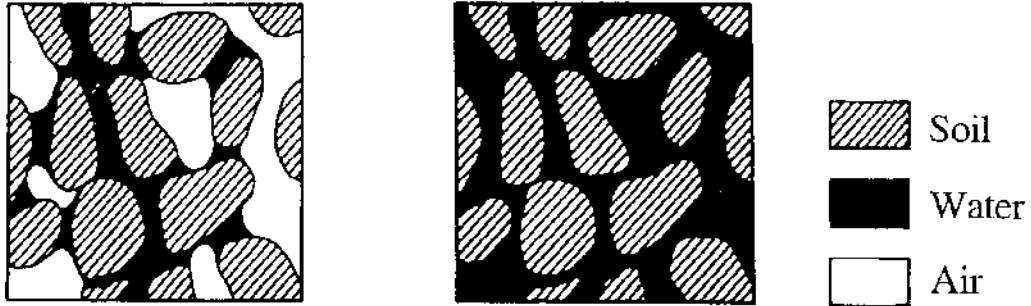






Unsaturated flow vs. saturated flow

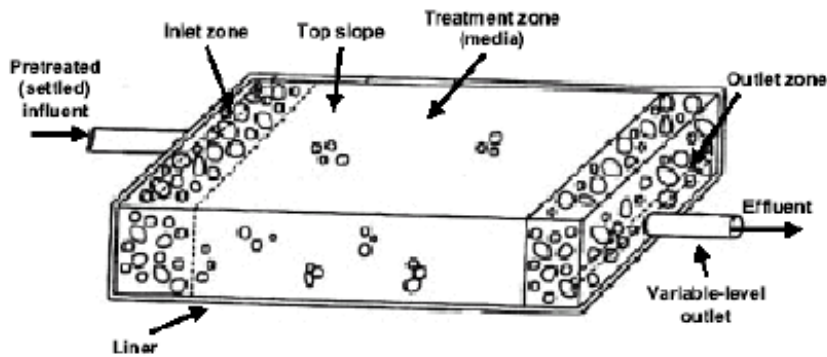
- Better filtration!
- Better oxygenation!



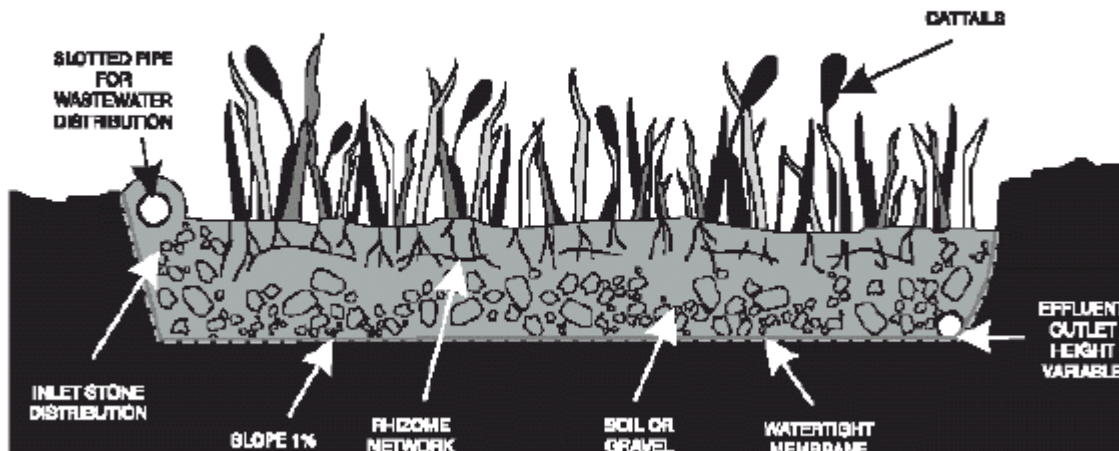
Horisontalfilter > Mättad strömning

Ej effektiv SS och BOD reduktion!

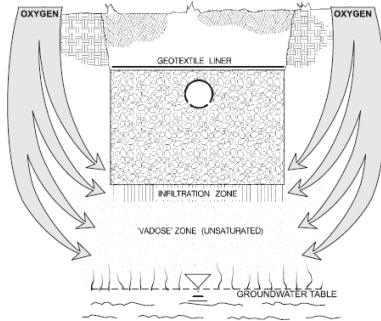
Figure 4.1. Constructed Wetland Sveti Tomaž



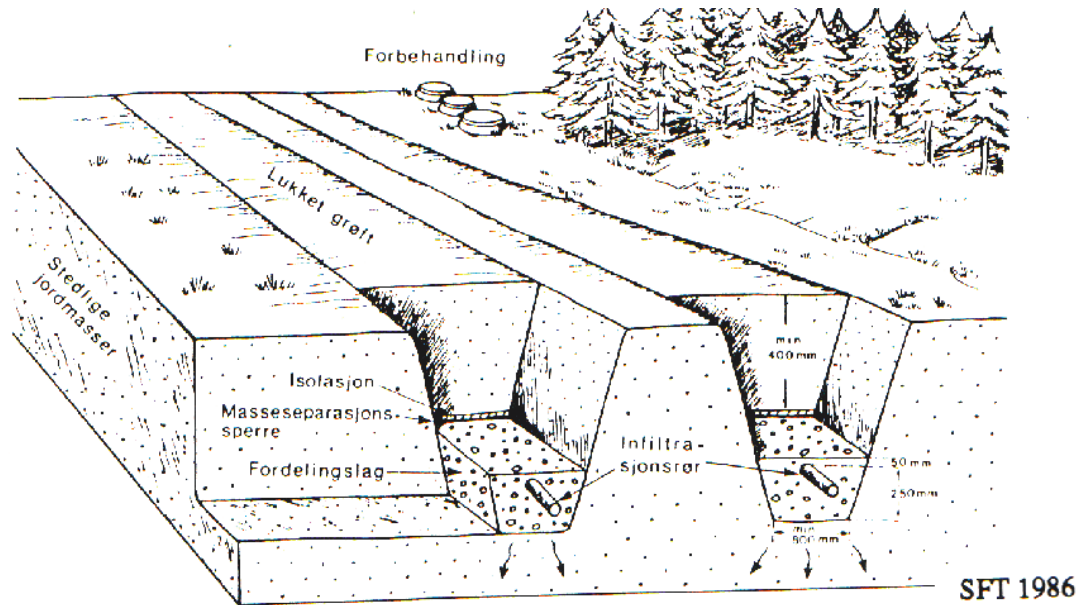
Ex. Constructed Wetland Sveti Tomaž, Slovenien



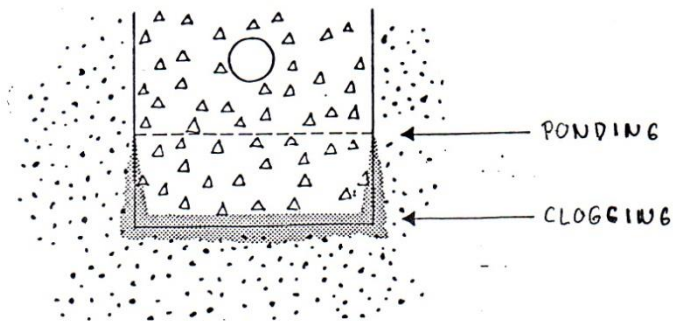
Något om grundläggande reningsprocesser



Ventilation-syresättning!

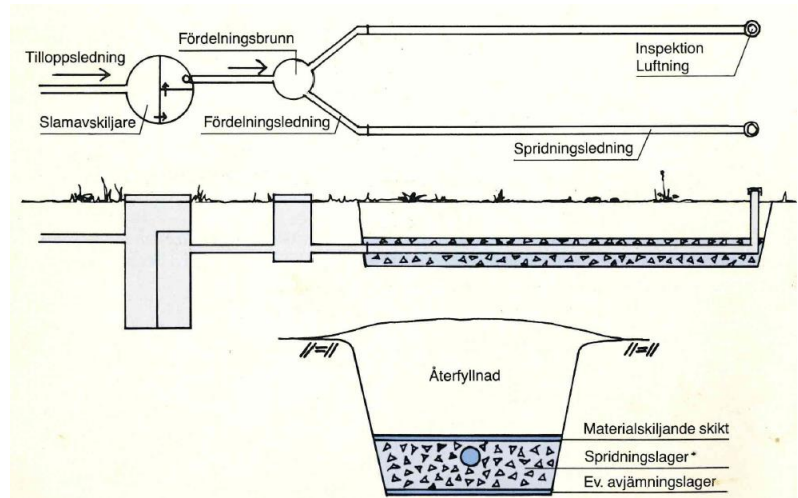
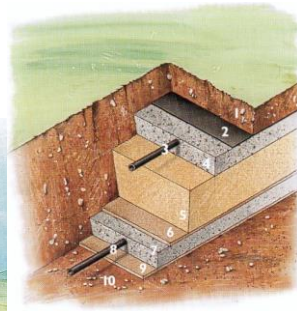


From, Jensen, P, 1996, *Fundamentals in water infiltration and transport in soils*



Controlled clogging !

Markbaserat "enligt svensk standard", NV 87:6



Belastning 40-60 mm/d
=> 4-5 m²/person

2021-11-22

Maria Hübinette Peter Ridderstolpe
Jonas Christensen

Extensiva infiltrationer



Ex USA: Lågbelastad pumpbeskickad infiltration. Belastning 5-20 mm/d
50-100 m²/hushåll



Dyp grøft



Dyp grøft med fordelingslag og inf.rør



Grunt filter

Ex Norge: Opplyft lågbelastade infiltrationer . Ett hushåll:
75 -100 m²/hushåll

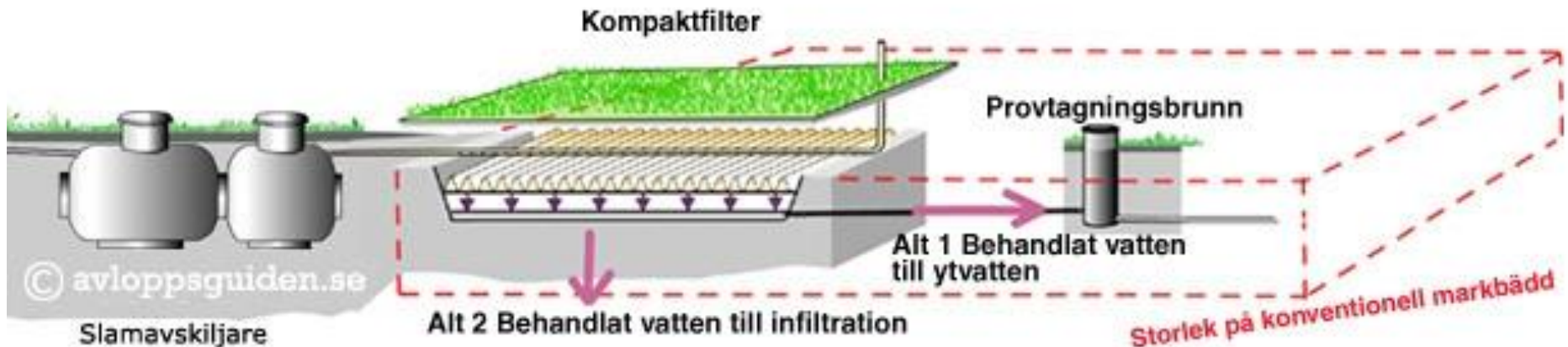
Ex Danmark: Pilträds-
Anläggning. Ett hushåll:
100 - 150 m²



Teknik för kompaktering

- Artificiella filtermedia/spridarlager

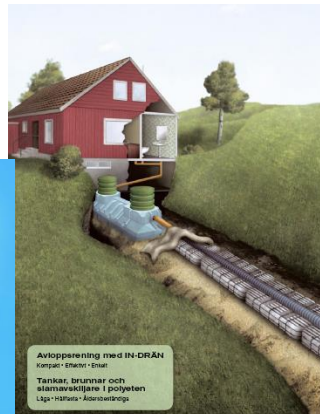
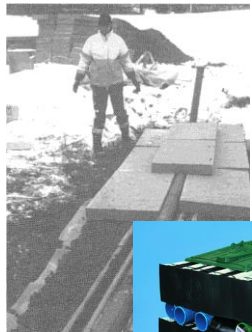
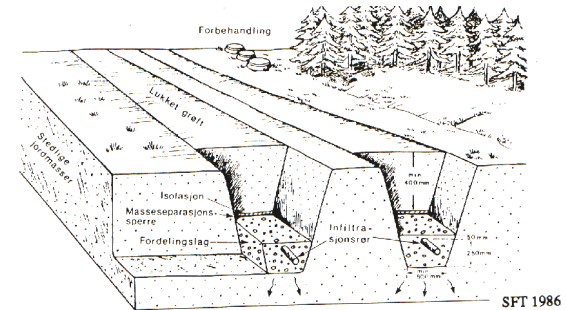
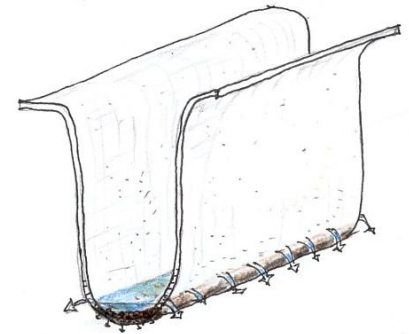
Belastning 120-160 mm/d
=> 1-2 m²/person



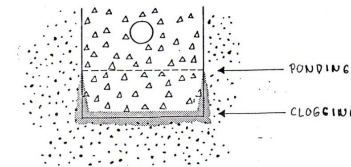
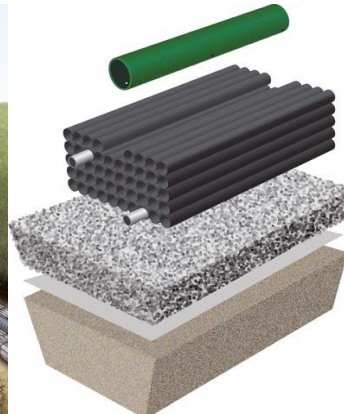
Kompakt filter- hur funkar de (borde de funka)?

Processiden är (borde vara):

1. Möjligöra spridning av vattnet över underliggande filteryta (även vid självfall)
2. Ge större specifik yta för partikelavskiljning och biohud
3. Säkerställa syreförsörjning (för biofilmen)
4. Utjämna vattenflöden (jämn beskickning av underliggande filteryta)



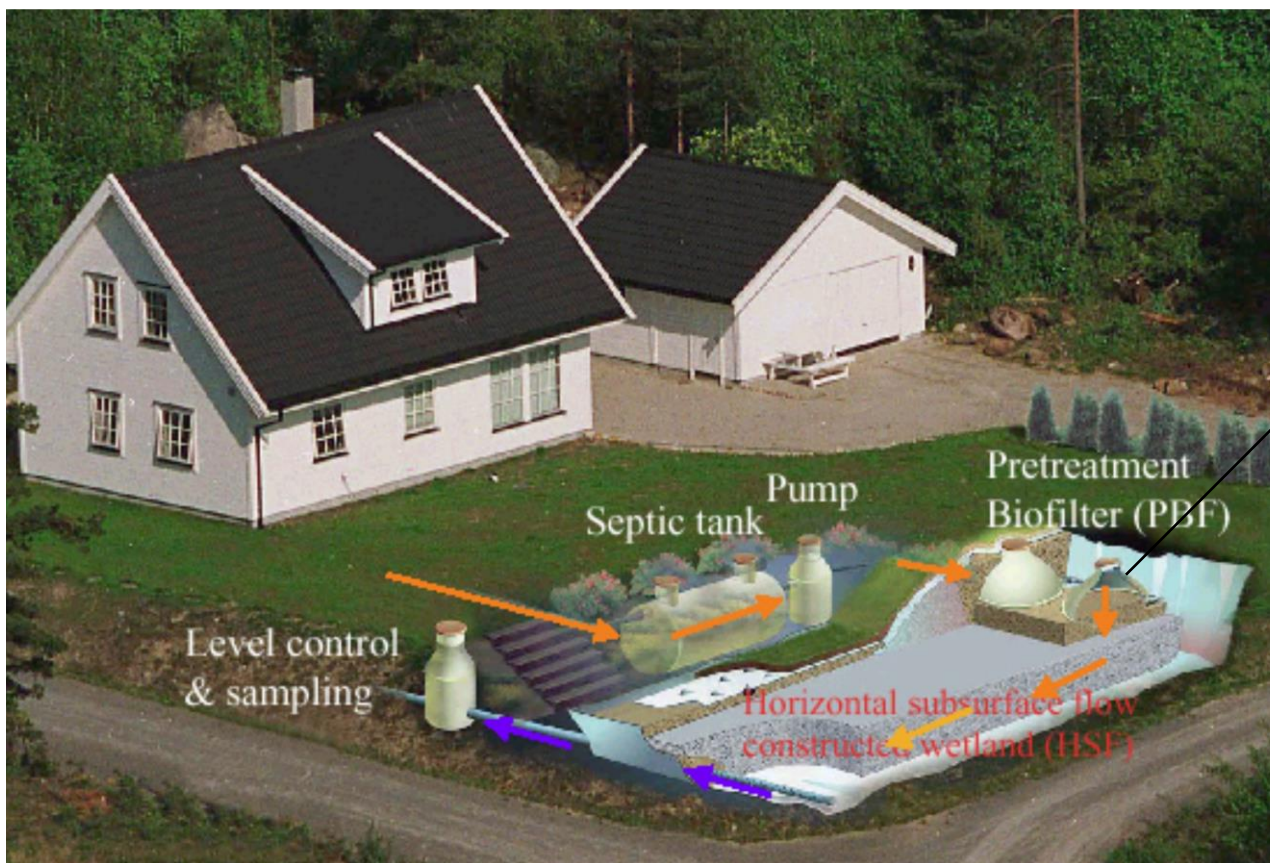
Avlopprensning med IN-DRÄN
Kompatibel med Östra
Tänkar, brunnar och
slamavskiljare i polyeten
Upp-Härens - Åkersvåg



Sprayteknik (+ fosforfälla)

Belastning 250-400 mm/d
=> 0,5 m² m²/person

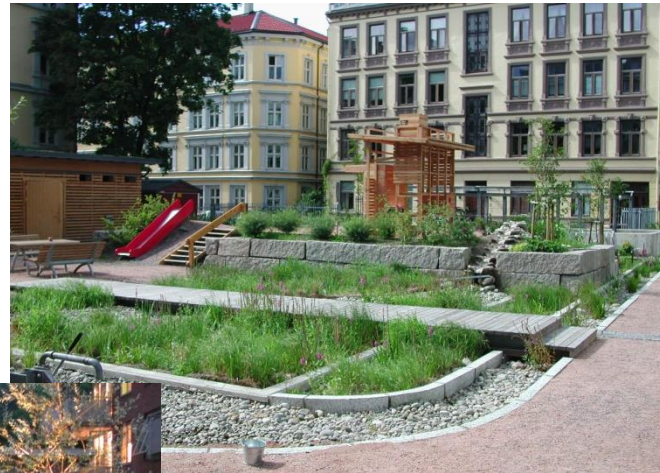
d





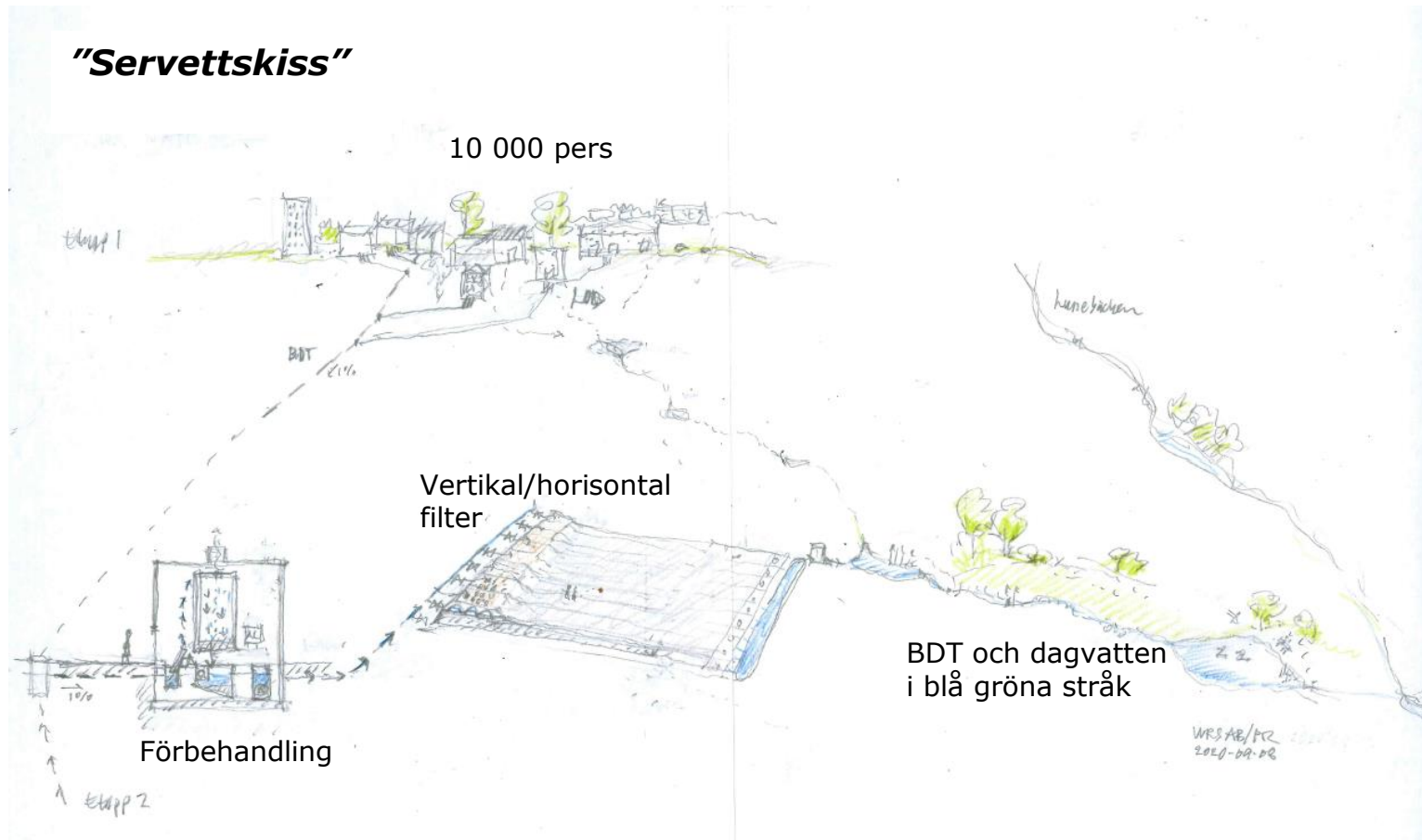
Ex/: Klosteregna, Oslo

BDT-vatten från ca 100 personer renas med kombinerat spray-horizontalfilter på gården



Ex/ Östra Ramlösa Helsingborg

Rening av BDT-vatten från ca 10 000 personer



Kompostfiltrering BDT vatten Sydafrika



Curious expert keen to explore...



Basket one month without emptying



Debris in different degrees of degradation



Under basket: strained particles and light coloured slime, no smell



WRS
Water Revival Systems

EcoSanRes

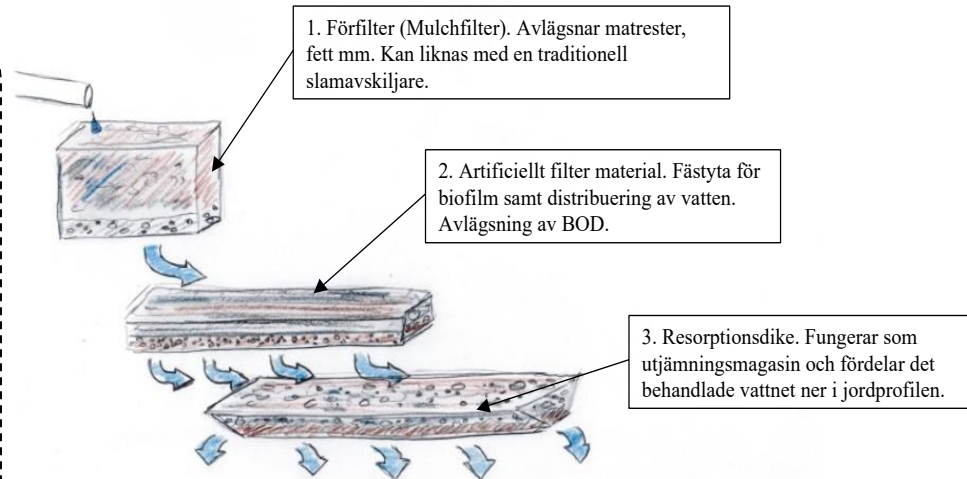
Mulch Filter and Resorption Trench for Onsite Greywater Managment

Report from a demo-facility built in
Kimberly, South Africa.



Peter Ridderstolpe
2007-02-12

Ex. Mullfilter för sommarstugor



50 ggr snabbare nedbrytning av SS och BOD än med markbädd, tack vare att hela nedbrytarkedjan deltar



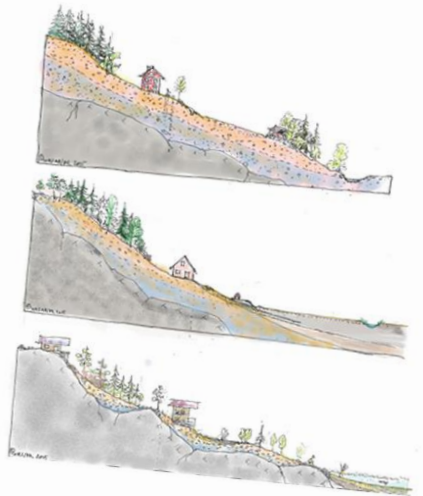
Sammanfattning markbaserad rening

Förstudien 2009, Läget för markbaserad rening 2012, Upplandstudien 2018

- Enkel effektiv och robust teknik. Rätt lokaliserad, byggd och skött erhålls ett mycket bra grundskydd.
- Läkemedelsrester och organiska ämnen reduceras bättre än i kommunala reningsverk.
- Viss fosforering förekommer alltid. Anläggningar byggda enligt gamla AR har cirka förväntas ha ca 50% rening över sin livstid
- Kunskap från USA, Finland och Norge kan lära oss att bygga ännu säkrare och bättre.
- Kombinerades system (inomhus/utomhus) ger möjligheter till smarta lösningar.
- När extra skydd eftersträvas eller där krav på hushållning är stora bör sorterande avlopp användas. Markbaserad lämplig teknik för rening av BDT-vatten

Markretention –hur mycket föroreningar (fosfor) når recipient?

Bedömning av självrening och retention i mark vid prövning av små avlopp – smittskydd och fosfor



Författare:

Peter Ridderstolpe och Lars Hylander WRS samt Björn Eriksson och Astrid Grinell VA-guiden.

Granskning och redigering:

Jonas Andersson och Barbro Beck-Friis WRS samt My Laurell

2016-01-15, Granskningshandling till Havs och Vattenmyndigheten

?

Brännande aktuell fråga!

- Behövs särskilda reningskrav för fosfor?
- Är sådana krav skäliga?

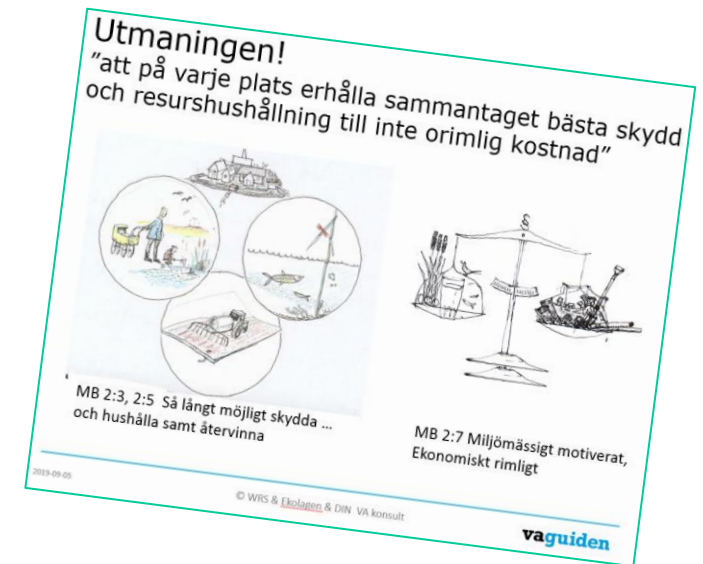
Ur debatten 2019:

UNT 15/3: *Tusentals fastighetsägare tvingas till kostsamma och ofta helt onödiga investeringar, eftersom fosfor ändå avskiljs i mark, Rolf Wendle*

UNT 26/3: *"Forskarrapport visar att fosfor fastnar i mark men forskarvärlden oense om hur mycket", Ann Lundström, sektionschef, Hav*

DD 10/7. *"Om inte småhusägarna tar ansvar för sina avlopp får vi fortsätta leva med algblomning i våra hav och sjöar. Då blir det ingen rolig semester". Anders Mårtensson, Vd för VVS-Fabrikanternas Råd*

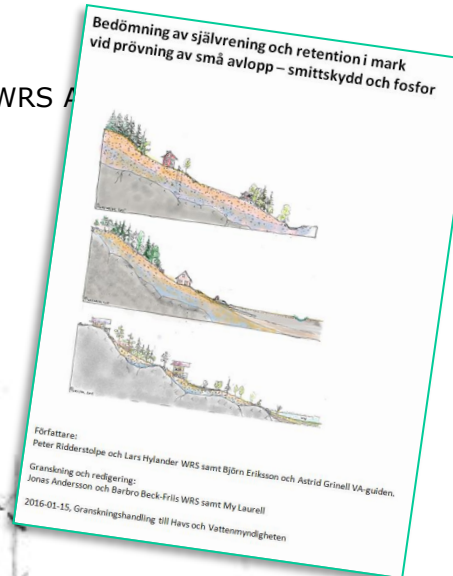
SvD 8/9: *"Enskilda avlopp påverkar normalt inte näringstillståndet i våra sjöar och havsområden". Särskild fosforrening ger tveksam miljönytta och är alltid (orimligt) dyrt". Peter Ridderstolpe. Tekn lic. WRS*



Retentionsrapporten 2017

Utgångspunkt: -marken ger extra skydd som bör beaktas (vid kravställande) och tillvaratas (vid lokalisering)

Sammanlagd reduktion (anläggning + retention)

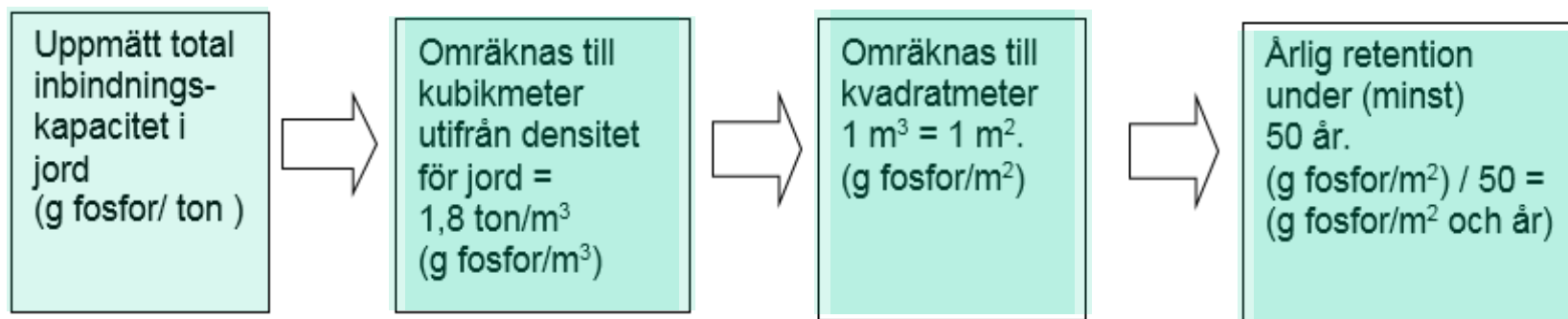


Syfte och ambitioner:

- Praktiskt fungerande i det enskilda fallet
- Naturvetenskapligt väl underbyggt och juridiskt möjligt.
- Skapa bättre miljöskydd och resurshushållning
- Undvika investeringar i dyr och onödig reningsteknik
- Bättre än "ingenting"

Kvantifiering av retentionspotential

Sammanställning av en mängd litteraturdata omräknat enligt tankemodellen:



⇒ **Långsiktig kvarhållning av fosfor (50 år) i markekosystemet varierar mellan 0,5-17 g/ m² jord och år. Bäst är vittrad yttjord.**

⇒ **Retention i sommartorra diken 5-15 g P/m² år.**

⇒ **Skörd av vedbiomassa 0,2 -1,5 g P/m² år**

(Sjöretention 0,5-3 g P/m² och år)

OBS!

I verktyget har retentionspotential satts betydligt lägre än faktiskt uppmätt retention. Detta för att ta höjd för osäkerheter och undvika överskattning.

Hur mycket fosfor genererar ett normalhushåll?



Ett normalhushåll (tot-P/år)

Blandat avlopp (WC+ BDT) => 1 kg
Endast BDT avlopp => 0,1 kg

Räknat på:

Specifik fosforbelastning ; WC+BDT =1,7 g/P och dag, BDT 0,185 g/P o dag (Ek m.fl., 2011). Antal personer per hushåll: 2,4 st (SCB)
Hemvaro : 65 %



Fritidshuset (tot -P/år)

Endast BDT avlopp => 17-33 gram

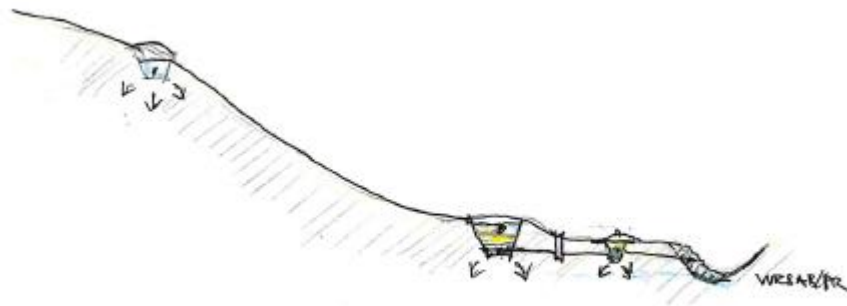
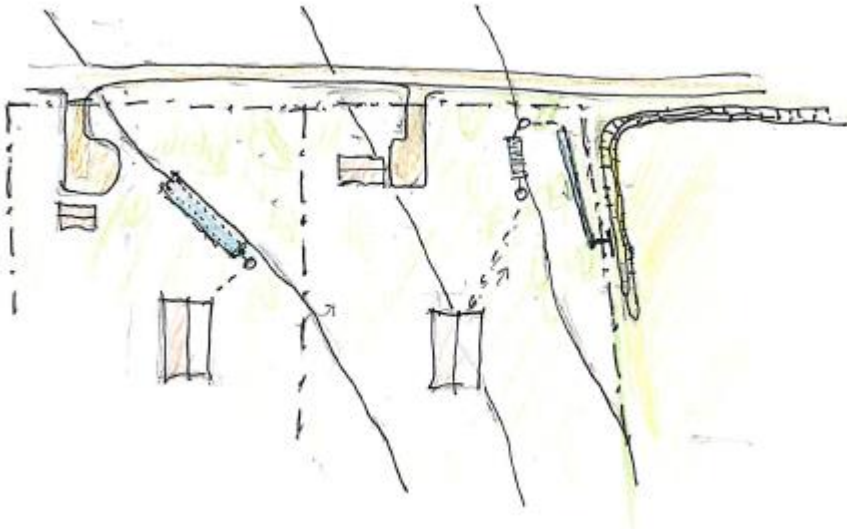
Räknat på:

Specifik fosforbelastning; BDT 0,185 g/P och dag (Ek m.fl. 2011). 90 -180 persondagar/år, 100% hemvaro.

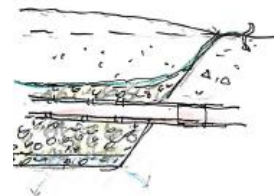
**Utsläpp efter infiltration/markbädd circa 500 gram fosfor per år
(= läckage från 1 hektar åker)**

Olika sätt att bortleda via mark

Exempel på placering av utsläpp till mark via (a) infiltration och (b) markbädd med (c) infiltrationsdike.



Exempel på utformning av infiltrationsdike efter tex markbädd eller minireningsverk



Förväntad fosforavskiljning vid markbaserad rening.

(ur Förstudien 2009 bearbetad av L Hylander)

Typ av anläggning	Dim. Belastn. (mm/dygn)	Yta/jord-volym (m ² /m ³)	Vikt jord (ton)	Tillförd fosfor (kg)	Fastlagd fosfor (kg)	Avskiljning av fosfor i			
						Markanlägg. (%)	Slamavskilj. (%)	Självrän. (%)	Sammanlagt (%)
Förstärkt markbädd (InDrän el. InFitra)	140	5,4	9	30	3	9	10	10	29
Traditionell markbädd enl. svensk praxis	60	13	22	30	7	22	10	10	42
Infiltration enl. svensk praxis	30	25	43	30	13	43	10	10	63
Infiltration enl. norsk praxis upphöjd, lågbelastad	6	125	213	30	>30	100	10	10	100

- belastning från ett normalhushåll under 25 års drift
- Jordens inbindningskapacitet: 350 g P/ton (typ vittrad natursand)
- Den omättade markzonen under fördelningslagret är 1 m och hela volymen deltar i filtreringen
- Jorden har en volymvikt på: 1,7 kg/L.

Källa: Lars Hylander, omarbetad efter P Ridderstolpe 2009, Förstudie Markbaserad rening, sid 47

Smed 2015:
Infiltration 50%+/- 30%

Retention av fosfor i mark

*Komplexa fysikaliska, kemiska och biologiska processer
 "Loopar" med upptag och frisättning. Viss del upplagras i "sänkor"*

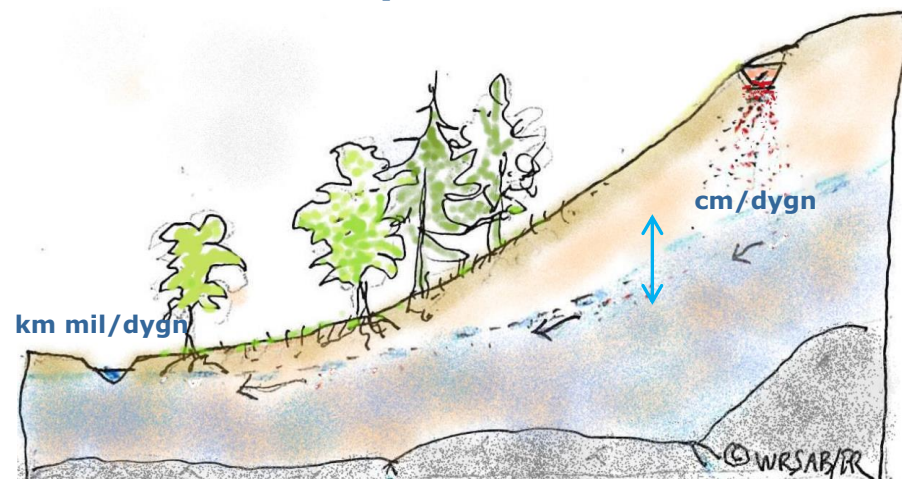
- **Hydrogeologi** – hur och hur länge vattnet rör sig från anläggningen fram till det att det tränger fram som ett grundvattenutflöde. Lutning och jordart (kornstorlek och kornstorleksfördelning) spelar här en viktig roll.

- **Markkemi** - förekomst av aluminium, järn och kalk. Surhetsgrad och syretillstånd inverkar på fosfors fastläggning

- **Markliv och vegetation** – påvekar vittringsprocesser. Mykorrhizza genomväver marken och hjälper växterna att komma åt fosfor. Skörd av skog och bete avlägsnar fosfor, spridning i ekosystem via bete och förna

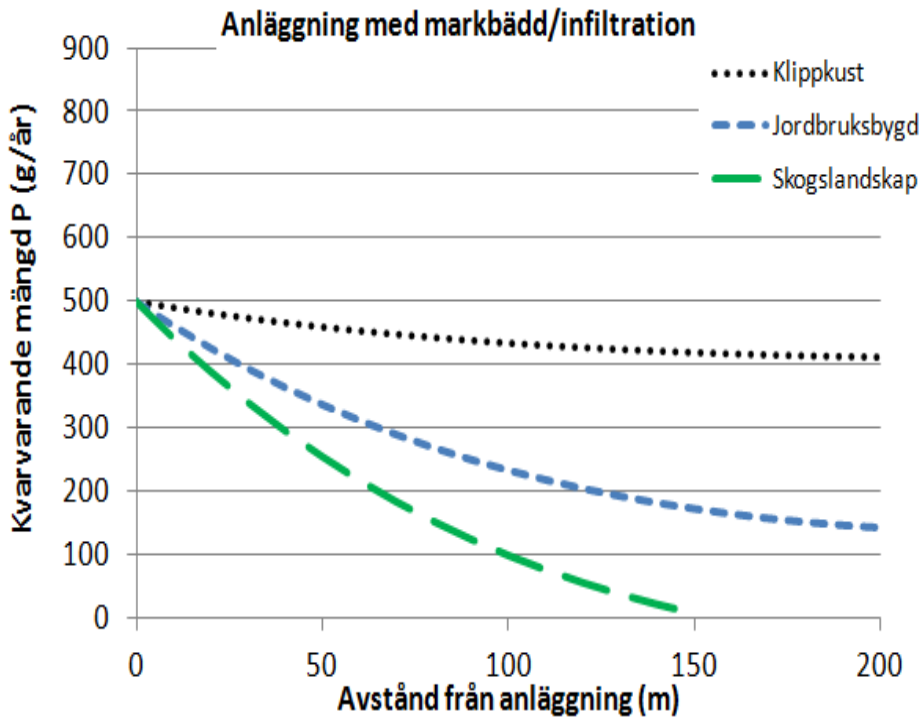
**Vattnet rör sig långsamt i mark –
 men fort i ytvatten**

**Grundvattennivå varierar ofta
 mycket**



Förenklingsmetoden

Översiktlig uppskattning om påverkan



Retentions- och avståndsklasser

Retentionsklass	Avrinning via grundvatten i mark	Retention (gram fosfor per m ² och år)
A	Berg i dagen och mycket tunna jordar (< 0,5 m). Alvar, klippmark, grus. Endast buskar och dvärgvuxna träd kan växa.	0,1
B	Sammanhängande jordtäcke men ställvis berg i dagen. Blandade jordarter men friktionsjord överväger. Mulljordar. Mestadels öppen mark, men träd förekommer.	0,5
C	Sammanhängande jordtäcke utan berg i dagen. Skogsmark eller mark som tidigare burit skog. Jorddjup övervägande över 2 m. Lera eller leriga - siltiga moräner.	0,8
D	Sammanhängande jordtäcke > 2 m. Grövre moräner el sandjordar. Skogsmark över högsta kustlinjen (HK).	1,2

Retentionsklass	Avrinning via "sommartorra diken" Är vattenförande enbart efter häftiga regn och snösmältning. Tillrinningsområde vid utsläppspunkt < 75 ha. Om öppet dike saknas kaveldun	Retention* (gram fosfor per löpmeter och år)
E	Täckdike	1
F	Öppet dike	3
G	Utlopp anlagt som infiltrationsdike	5

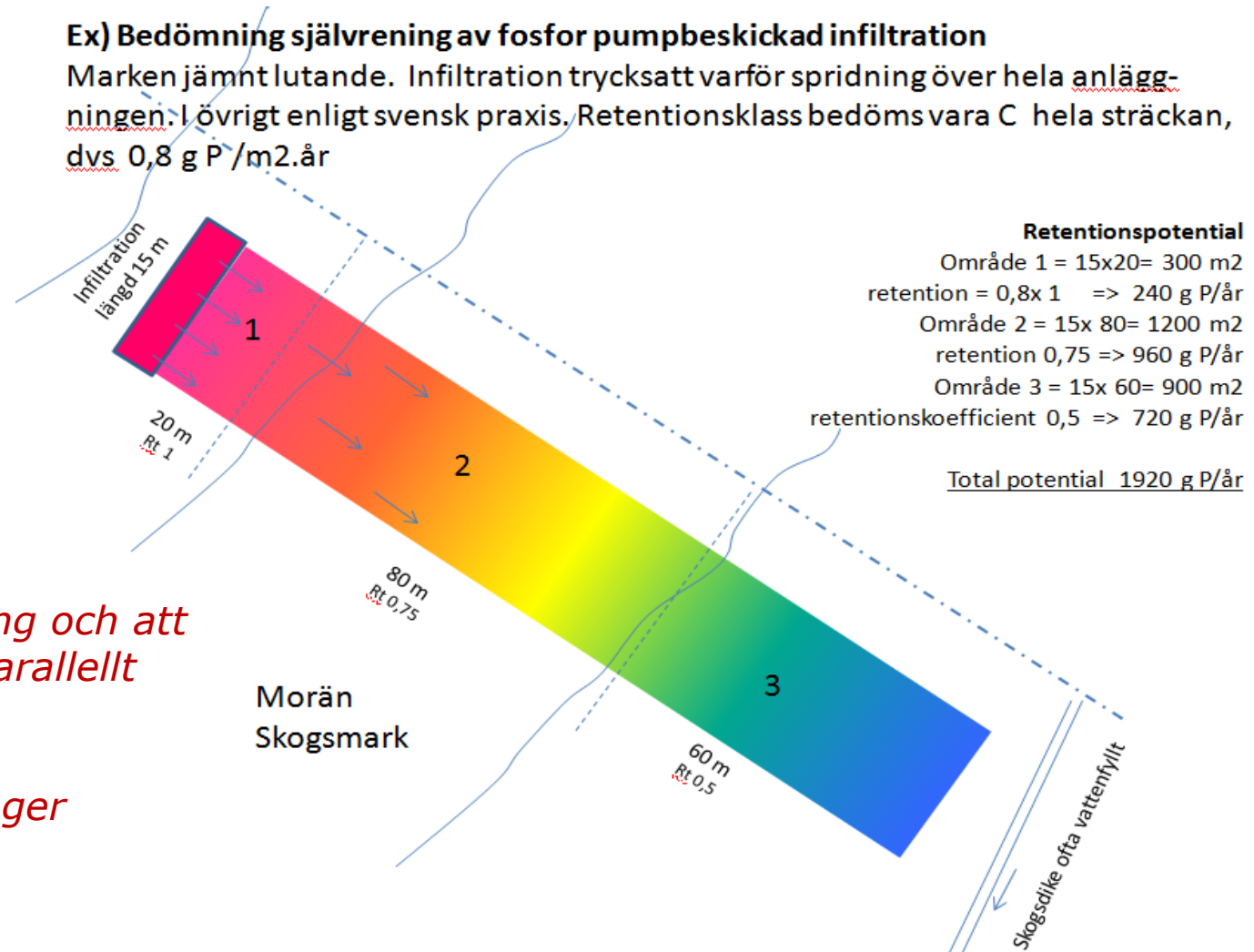
Avstånd	0-20 m	20-100 m	>100 m
Retentionskoefficient	1	0,75	0,5

Beräkningsmetoden, för bedömning i det enskilda fallet

Exempel – pumpbeskickad infiltration

Ex) Bedömning självrening av fosfor pumpbeskickad infiltration

Marken jämnt lutande. Infiltration trycksatt varför spridning över hela anläggningen. I övrigt enligt svensk praxis. Retentionsklass bedöms vara C hela sträckan, dvs 0,8 g P/m².år

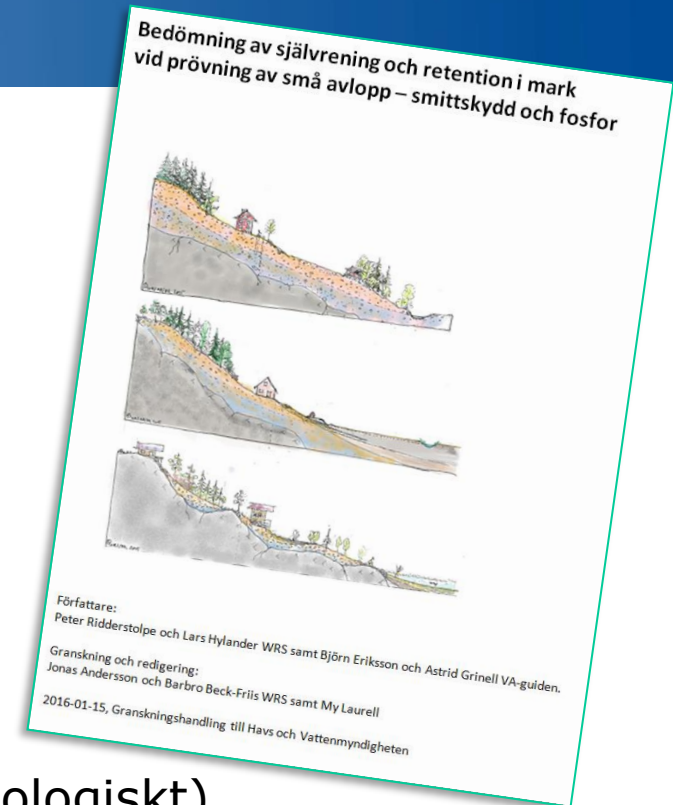
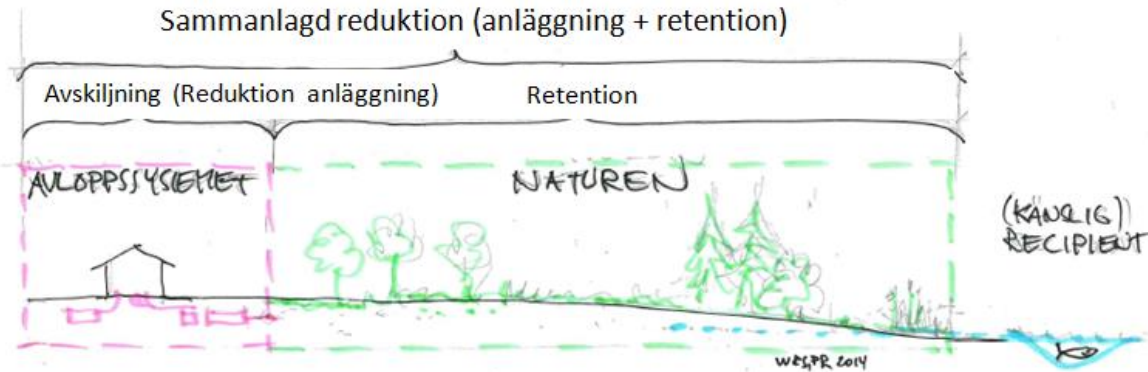


Notera:

Vikten av bra spridning och att anläggningar läggs parallellt med höjdkurvorna.

Retention i exemplet ger nollutsläpp i 100 år

Retention av fosfor i mark



Viktiga slutsatser:

- Fosfor fastläggs effektivt i mark (kemiskt och biologiskt)
- Inget (mycket litet) fosfor når ytvatten om avståndet mellan anläggning och utströmningsområde är mer än 100 m
- Fosfor och smittämnen i BDT vatten, -"en icke fråga"
- Markbaserad rening ger bra grundskydd- oftast tillräckligt
- Särskilda krav på fosforrening (Hög skyddsnivå) bör förenas med kretsloppskrav

Råd till beslutsfattare

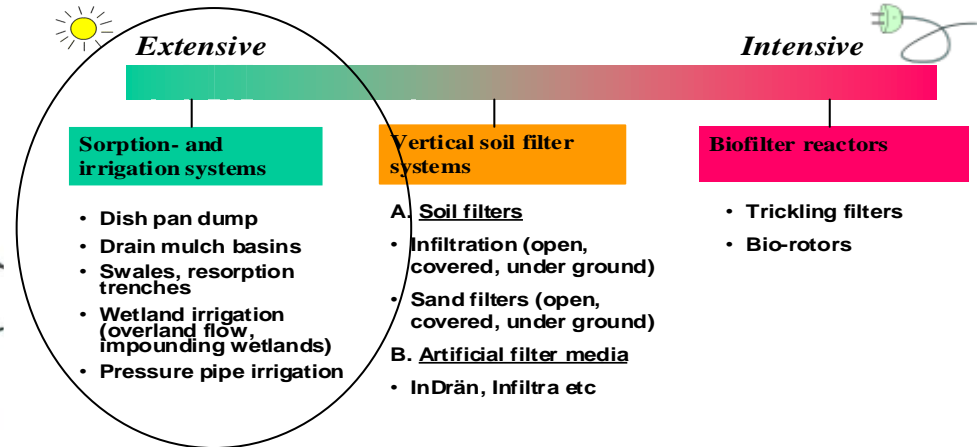
Råd till nationella myndigheter

- Markretention måste beaktas då nya reduktionsnivåer sätts för miljöskydd i de föreskrifter som planeras!
- För grundläggande skyddsnivå bör reduktionsnivå för fosfor vara högst 40% (motsvarande markbaserad rening).
- Arbeta in markretention i HYPE, PLC. Nuvarande modeller övervärderar utsläppen kraftigt!

Råd till regionala och lokala myndigheter

- Tänk på att enskilda fastighetsägare är en svag motpart! Miljöskäl måste finnas för krav. Kostnader får ej vara orimliga. Var speciellt noggrann då LAV används.
- Använd verktyget för att bedöma risk för övergödning!
- Om långtgående fosforrening behövs, ställ krav på kretslopp!

1. Bevattning



Ex/ Wratslaw, Polen



Ängsbevattnings byggd av tyska ingenjörer 1890. Utbyggd i omgångar. Omhändertar fortfarande avlopps vatten från staden (1 miljon människor)

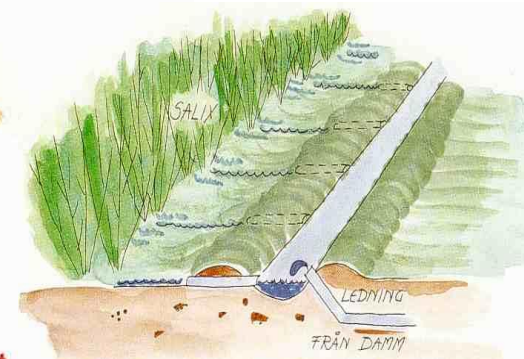


Bevattning av energiskog

Ex: Götene kommun

Liten by: 250 personer

*Slamavskiljare+ lagring
vintertid , bevattning
sommartid*



Översikt

Skiss över avloppsreningsanläggningen i Österäng.

.. Winter/summer treatment (WWTP/Irrigation)



Ex Kågeröd, Sweden

1500 persons, WWTP +13 ha
Salix

Winter: M/B/Ch- treatment in
WWTP

Summer: reduced treatment+
irrigation

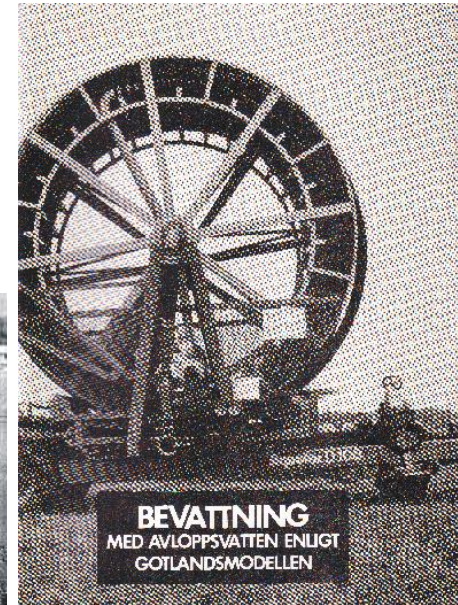
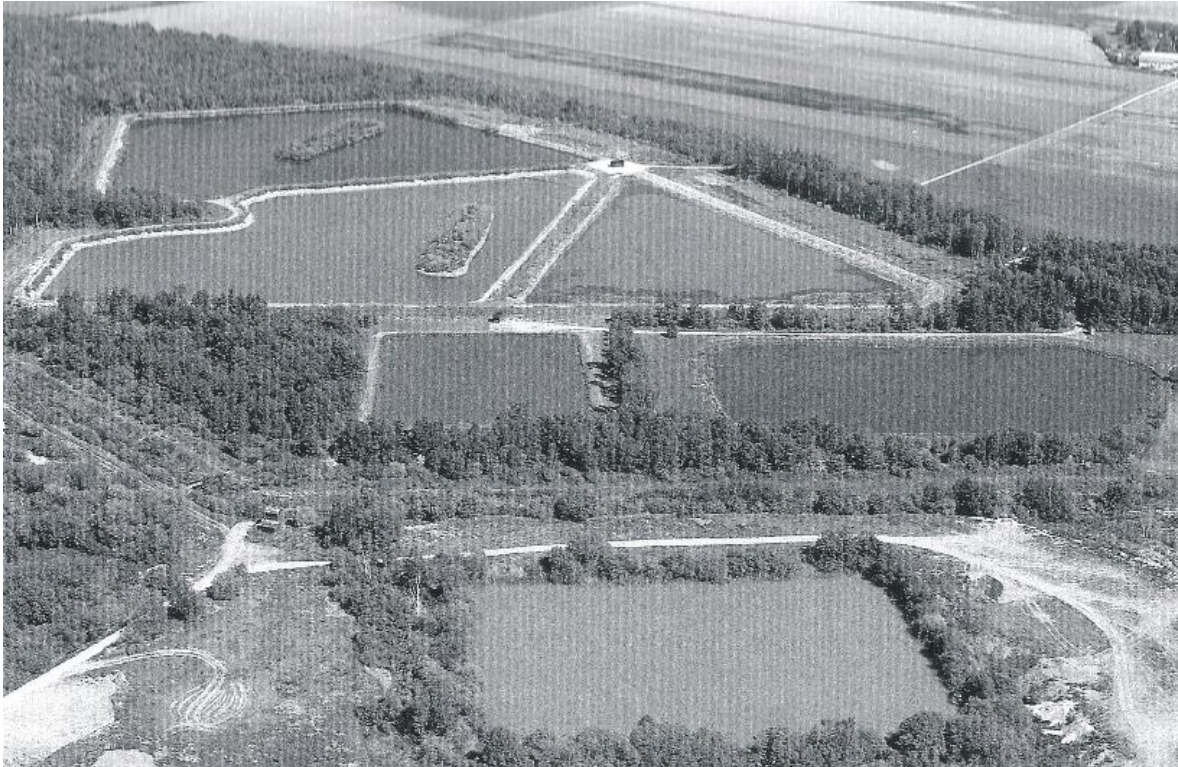
6 mm (2-12 mm) mm/d, 6-7
month

Result: no effluent, 12 ton
Ts/ha year

Recycling of water and 50%
nutrients



Bevattning på jordbruksgröda, Gotland



6000 pe, 5 byar

Galler+ Biodammar+
parallella lagrings-
dammar (> 4 månaders
lagring före bevattning)

Sockerbetor, vete, etc

Ex/ Herrvik, Gotland, Bevattning på jordbruksgröda

Vattenrening. På östra Gotland släpps inget ut i havet.

Unikt system tar vara på varje droppe

Östergårn. Från att ha haft stora problem med dricksvatten har östra Gotland nu ett överflöd. I ett slutet system tas vatten från Östersjön till hushållen, sedan renas avloppsvatten och används i motsodling. Systemet är unikt och finns tack vare några envisa eldsjalar.

Jamilla Källberg
jamilla.k@wrs.se

• Vårt system är precis omöjligt mot när man tar upp grundvattnet och släpper ut det i havet. Vi flyttar på grundvattnet, säger Gunnar Bendelin.

Han är projektsamordnare för ett nytt avloppssystem på Östergårnlandet på östra Gotland. Det är ett slutet kretslopp där avloppsvatten klyps in från region Gotlands anläggning i Herrvik. Vattnet chloreras sedan till de 217 hushåll som har anslutit sig.

När det har använts till dusch, disk, dusch och tvätt pumpas avloppsvattnet till ett reningsverk. Där renas vattnet i flera steg och blir så rent att det blir "minst badvattnet kvalitét". Sedan pumpas vattnet ut i en stor damm som rymmer 50 000 kubikmeter för att användas för att bevattna till där ärorötter och annat odlas.

Systemet har varit i bruk i drygt ett halvår och har jättliga fördelar, säger han. Så bra att Östergårnlandet som under många år, långt innan den akuta vattenbristen, låst stora problem med dricksvatten. I år har ett överflöd av vatten återvänt till Östergårnlandet. Vattenbristen har varit ett stort problem för de som bor i Herrvik. Det är ett helt nytt avloppssystem som fungerar, säger Gunnar Bendelin. Systemet är helt unikt. Och att

det inte finns något liknande har skapat en del problem med olika tillstånd eftersom det inte har funnits någon referensanläggning att hänvisa till.

Gunnar Bendelin sitter i styrelsen för det lokala utvecklingsbolaget Nygård och det har krävt många års enligt arbete och inte så lite utgående med myndigheter för att få till det nya avloppssystemet. Problemet med östergårnlandet är kvaliteten på dricksvatten i området gjorda att kända om avsevärt kom upp redan för tio år sedan.

Det krävs eldjältar och gleskollar. Men hade vi inte haft ett utvecklingsbolag hade det inte blivit några åskådare på oss nytt, säger Gunnar Bendelin.

• Vi tänkte att ska vi skapa utveckling måste vi ta tag i vattenbristen. Nu har vi det inte lika problematiskt som övriga Gotland där vattenbristen bryms utvecklingen. Från början var planen en smärre östergårn.

• Ett av de problem vi har på Gotland är att det är så utdiktat att allt vatten rinner av ön och ut i havet. Vi vill behålla vatten på ön och det här är ett bra sätt att göra det på.

Patrik Ramberg, chef på regionens teknikutveckling.

• Det här är bättre än en galpemetri i Stockholm, säger Johan Hellgren, vd för Skogsgrödaner. Leanda är bredd och han ser verkligen lycklig ut där han står bland

• Vi hoppas komma överens. Det här systemet ligger i klyva med vårt sätt att arbeta på Gotland, säger Patrik Ramberg, chef på regionens teknikutveckling.

• Ett av de problem vi har på Gotland är att det är så utdiktat att allt vatten rinner av ön och ut i havet. Vi vill behålla vatten på ön och det här är ett bra sätt att göra det på.

Regionen har problem med att generalisera rening av skräp i skräp i skräp. Det har för sig låg kapacitet och ligger på fel plats vilket har gjort att ornat avloppsvatten gått rakt ut i havet vid över 200 tillfällen på ett år. Tankarna är att det reningsverket ska ersättas av det nya.

• Björklaras intresse och hållbara arbete har efter tio år gett ett tydligt resultat som väcker stort uppmärksamhet. De boende är nöjda, utländsk press ringer och på omslag ska projektet presenteras under Almedalsdagerna.

• Jag har aldrig varit så populär i hela min liv, skämtar Gunnar Bendelin.



Gunnar Bendelin tittar till reningssanläggningen som tog tio år att få på plats.



Avloppsvattnet från hushållen går igenom flera steg för att bli så rent att det kan användas till bevattning.

Vattentillgångar ger en tidigare skörd

Östergårnens nya avloppssystem är välkommet för odlarna. Det är med på årets premie för odlarna, två veckor tidigare än normalt.

• Det här är bättre än en galpemetri i Stockholm, säger Johan Hellgren, vd för Skogsgrödaner. Leanda är bredd och han ser verkligen lycklig ut där han står bland

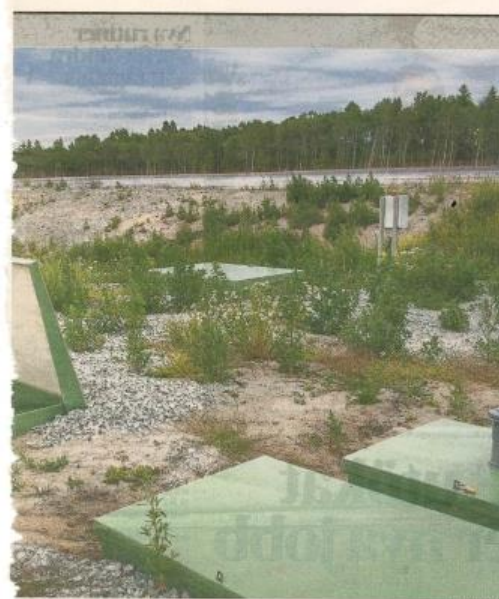


Foto: Karl Melander



Johan Hellgren, vd för Skogsgrödaner, har varit med i projektet och är nu nöjd över att kunna använda vattnet till odlarna.

ger en tidigare skörd

Johan Hellgren sitter i styrelsen för utvecklingsbolaget och har varit delaktig i projektet. Tillammans med projektleddaren Gunnar Bendelin står vi ut över den stora dammen där det renade vattnet lagras. Några gräsköror flyter lugnt på ytan och ser ut att trivas. Ett elställe på dammvolven ska hålla övriga och räddar borta. Mörken på kanten visar att solen har sjunkit

• I år har han beväring på en del av sin mark, så brukar, men hoppas att det i framtiden ska bli dubbel så mycket, 80 hektar. Men så här första året är det lagom att mjölksyra lösa, rensa om utrustningen håller och också låra sig hur långt vatten räckes. Hållna har någon slang krängat till men i stort sett har allt gått bra.

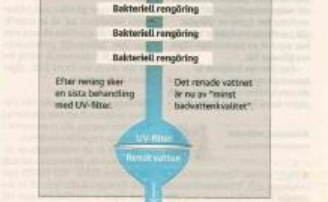
Så fungerar VA-systemet på östra Gotland

• Ett slutet system för vatten och avlopp till hushållen tar tillvara vattendroppen på Östergårnlandet.

Gräns: Erik Lindkvist, Källa: Oki, Någon annan och avlopp



I reningssanläggningen renas bakterier i tre olika steg.



Det rensade vattnet pumpas till en sista damm och blir rensat i 50 000 kubikmeter.



Enköping

- Klosettwater + brunnslam + externslam + rejekt/dekantat. Hela kommunen.
- Volym per år: 18 000 m³
- Öppna dammar, tät botten
- 4 bönder, 4 dammar
- Lagring 1 år ca
- Spridning på energiskog



Bevattning med våtslam, ex Alunda

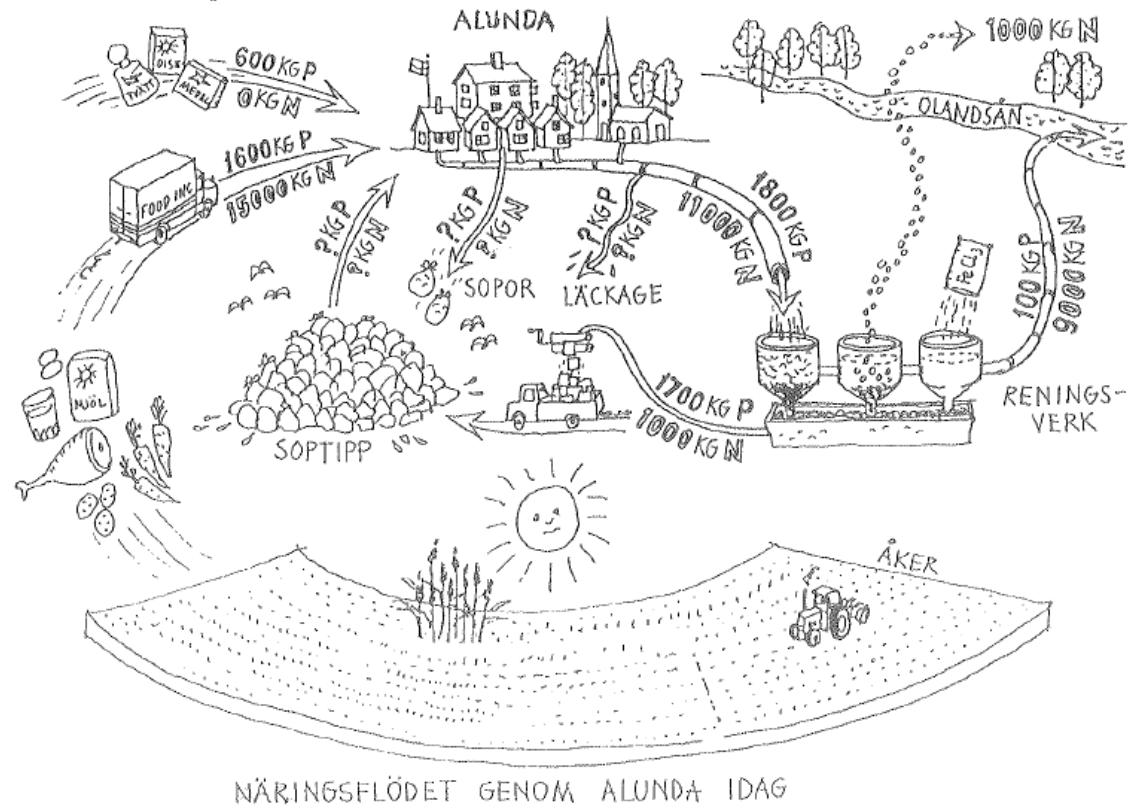
Ide: "våtslam är mycket näringsrikt och lätt att sprida för bonden"

Tätort på "landet", cirka 2000 personer i Östhammars kommun

Avloppsrening traditionellt (MKB)

Slam avvattnas blandas med sand bark mm till anläggningsjord

Resultat: Ingen näring återvinns



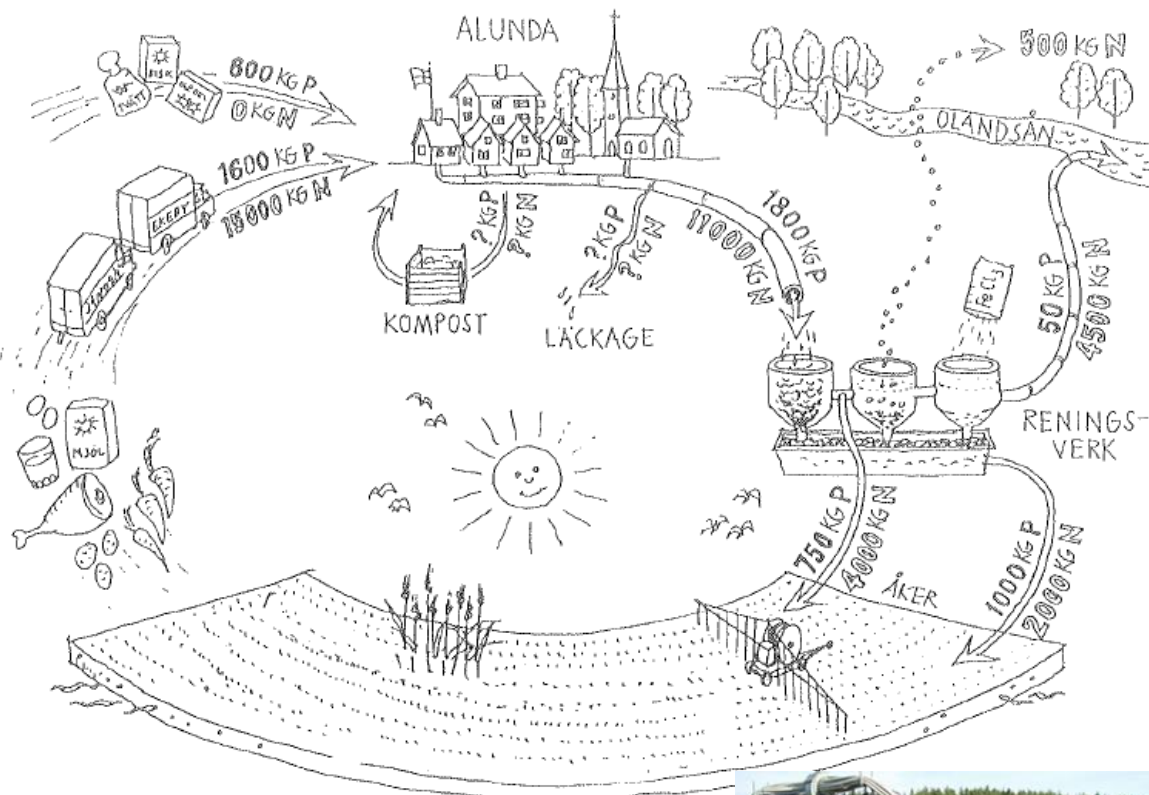
Bevattning (Förslag) med våtslam, ex Alunda

Slammet avvattnas ej men förtjockas. Stor del av kväve och annan näring behålls i slammet.

Lagras 2500 -3000 m³. Tomma flytgödsel brunnar kan nyttjas. Sprids med släpslang på intilliggande åkermark. 50-100 hektar behövs.

Resultat; mer 85 % fosfor och 30% kväve återvinns God näringsbalans. Lägre Cd tillförs än vid handelsgödsel

Ref: Östhammars Kretsloppsverk, 1995, Ridderstolpe&Salomon, SLU.



NÄRINGSFLÖDET GENOM ALUNDA



Maria Hübinette Peter Ridderstolpe
Jonas Christensen

Bevattning med avloppsvatten – dimensionering

- Bevattningsgivan anpassas till grödan, för salix är vanlig giva 4 – 10 mm/d, eller 100-150kg kväve/ha.
- Lagringsvolym dimensioneras för 5-7 månaders lagring + ev. Säkerhetsmarginal
- Avkastning 8-12 ton Ts/ha år

Slutsatser

1. Bevattning är en effektiv metod att återföra en stor del av både vatten och näringsämnen till odling.
2. Ofta (förvånansvärt) billig
3. Passar tätorter "på landet".
4. Både rejektivatten, våtslam och avloppsvatten är lämpliga för bevattning
5. Ökat intresse inom EU: Förordning 2020: *"Reuse of Wastewater in Agriculture"*

Fällningsdammar

Bio-dammar vanliga i stora delar av världen.

Fungerar dåligt vintertid.

I Sverige startades FoU 1965 för att förbättra Funktionen genom fällning.

- Kalk
- Aluminium
- Järn

70-tal anläggningar i drift, för 100-6000 anslutna pe.



Kalkfällningsdammar

Exmpel: Funäsdalen Jämtland

Vinterturistort

1000-4000 anslutna
personer

Byggd 1987

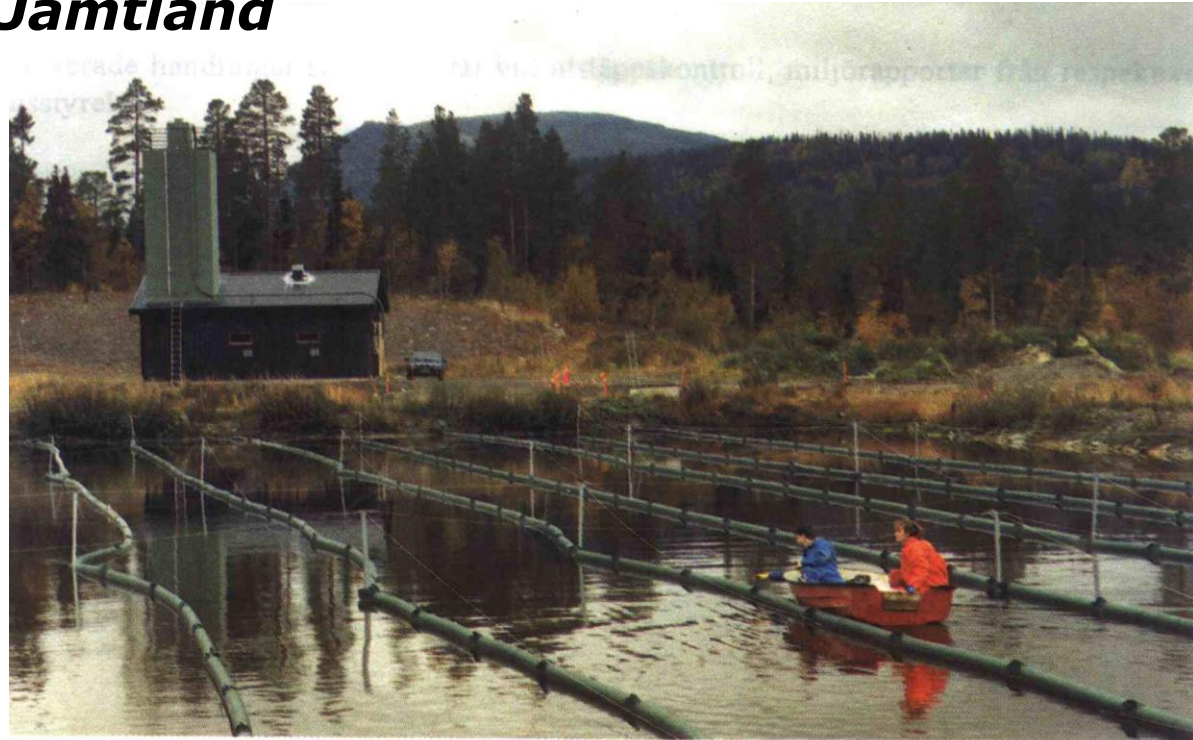
Släckt kalk (CaOH_2)
granulates added by
screw. Sedimentering i
små dammar

500-600 g/m³, pH > 12

10 dagars uppehållstid

Erfarenhet: mycket robust

P: 90% (< 0,5 mg/l) N:70% BOD:80%, badvattenkvalitet, slam till jordbruk



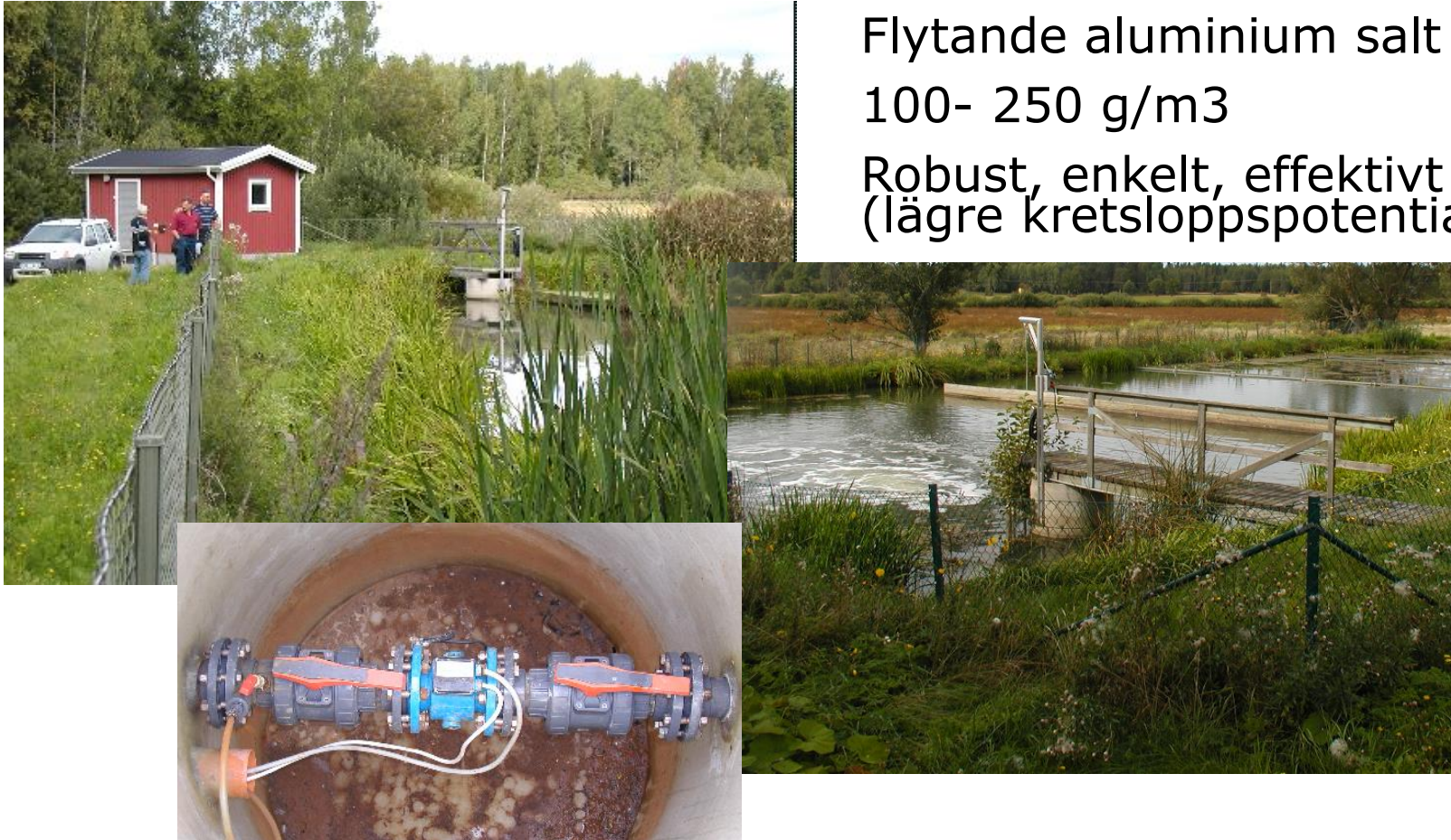
...och aluminium.

Exempel: Ervalla, Örebro

Flytande aluminium salt

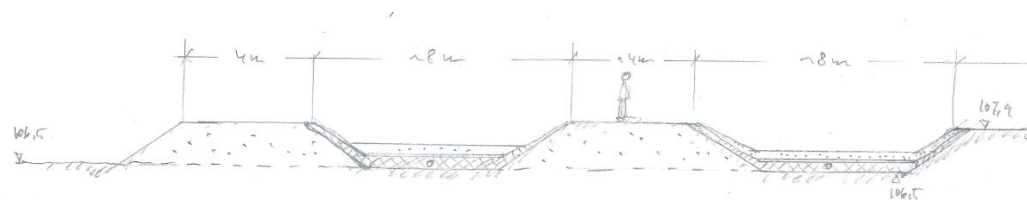
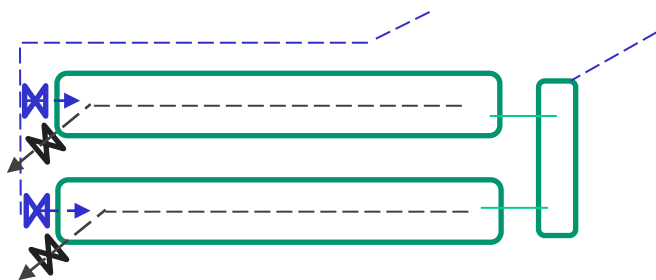
100- 250 g/m³

Robust, enkelt, effektivt
(lägre kretsloppspotential)



Fällningsdammar – dimensionering och utformning

- Vanlig dimensionering: 3 – 5 m²/person
- Dammdjup 1 m (med möjlighet att höja nivån 0,5 m vid isbildning)
- Utformning för lång uppehållstid och enkel slamtömning

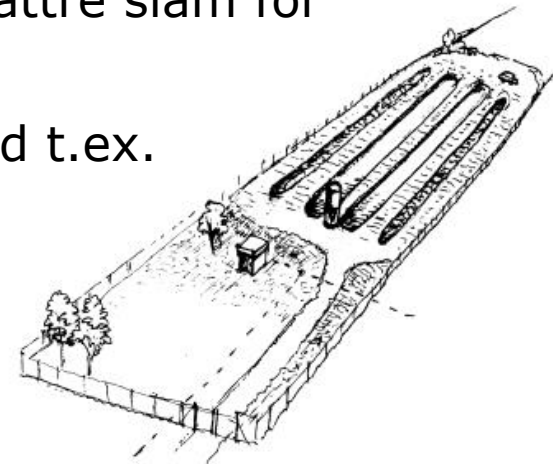


Ex/ Dräneringsbara sedimentationskanaler, Emmaljunga ARV, WRS 2020

Litteratur: Hanaeus, J. et al (2009) Fällningsdammar – nuläge och framtid. Svenskt Vatten Utveckling rapport 2009:16

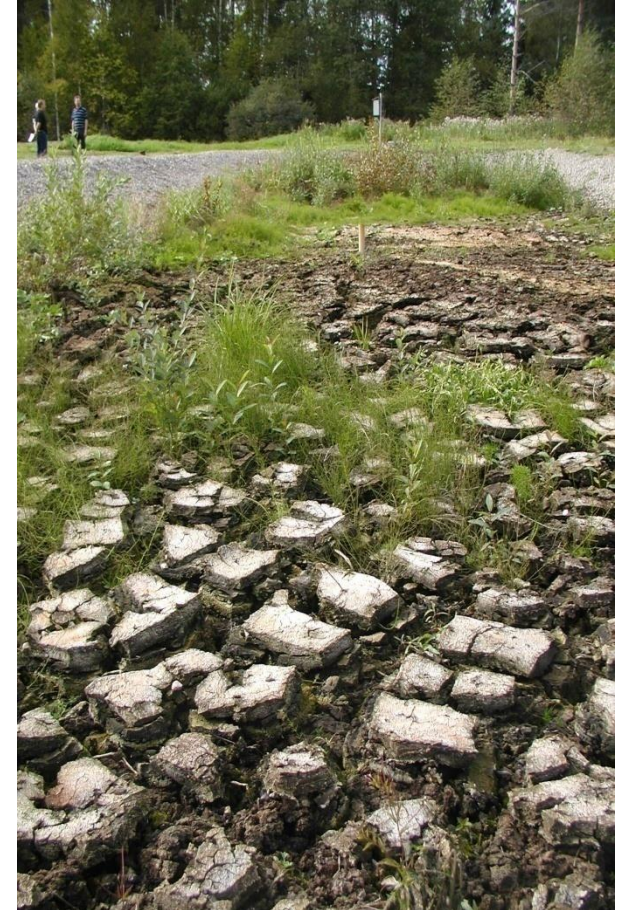
Fällningsdammar - värdering

- + Robust och enkel (klarar belastningsvariationer mycket väl)
 - + Hög och
 - + Aluminium ger enklast drift
 - + Kalk ger bättre N- och bakterie-reduktion, och bättre slam för jordbruket
 - + Bra för behandling vintertid, kan kombineras med t.ex. Bevattning sommartid.
-
- Går åt kemikalier
 - Arbetsmiljöaspekter (kalk)
 - slam bildas
 - > *Kräver slamhantering.*
 - > *Stor potential, även gamla anläggningar på landet*

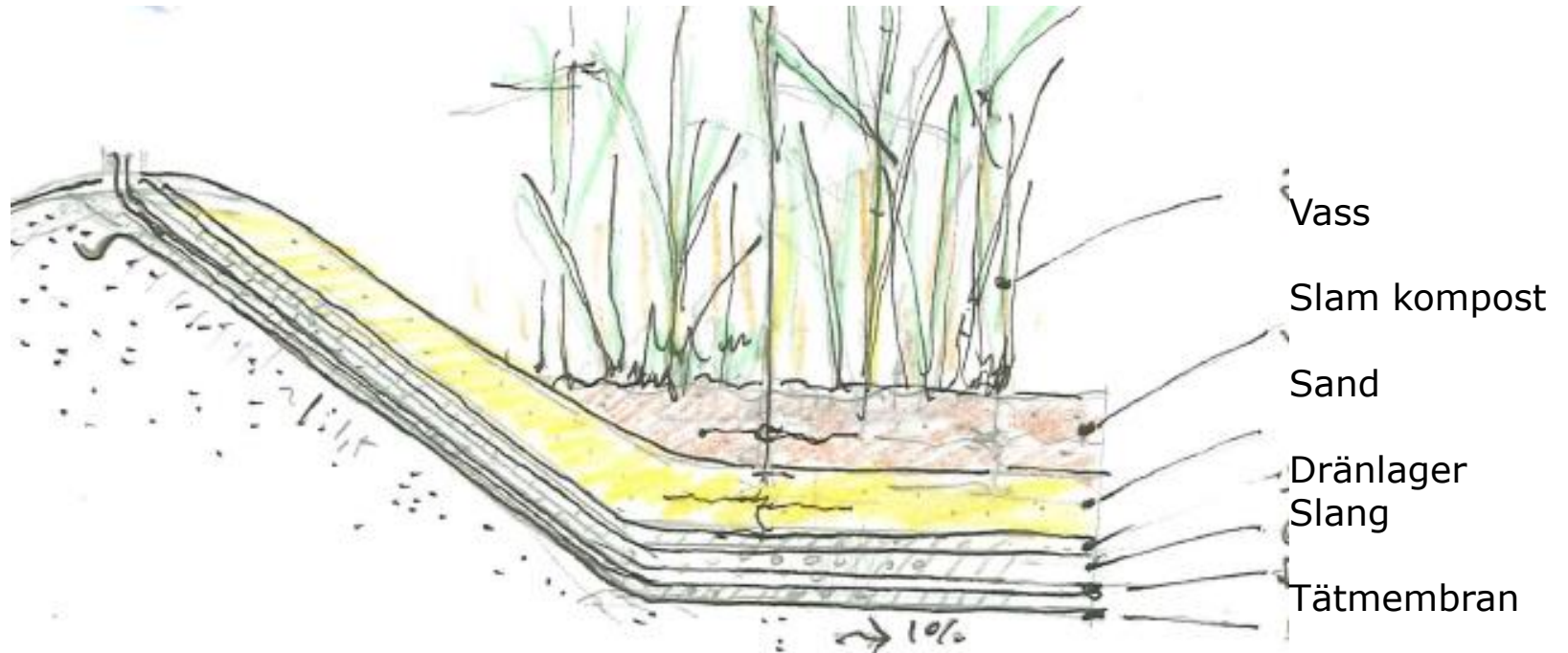


Slamdräneringsbäddar

Ex Nora, Sweden



Vassbäddar – utformning och dimensioning



Slam 1-2% ts

50-70 kg TS/m²,år

(1-1,5 m²/person)

Slamvassbäddar



Ex. Hagfors, Sweden

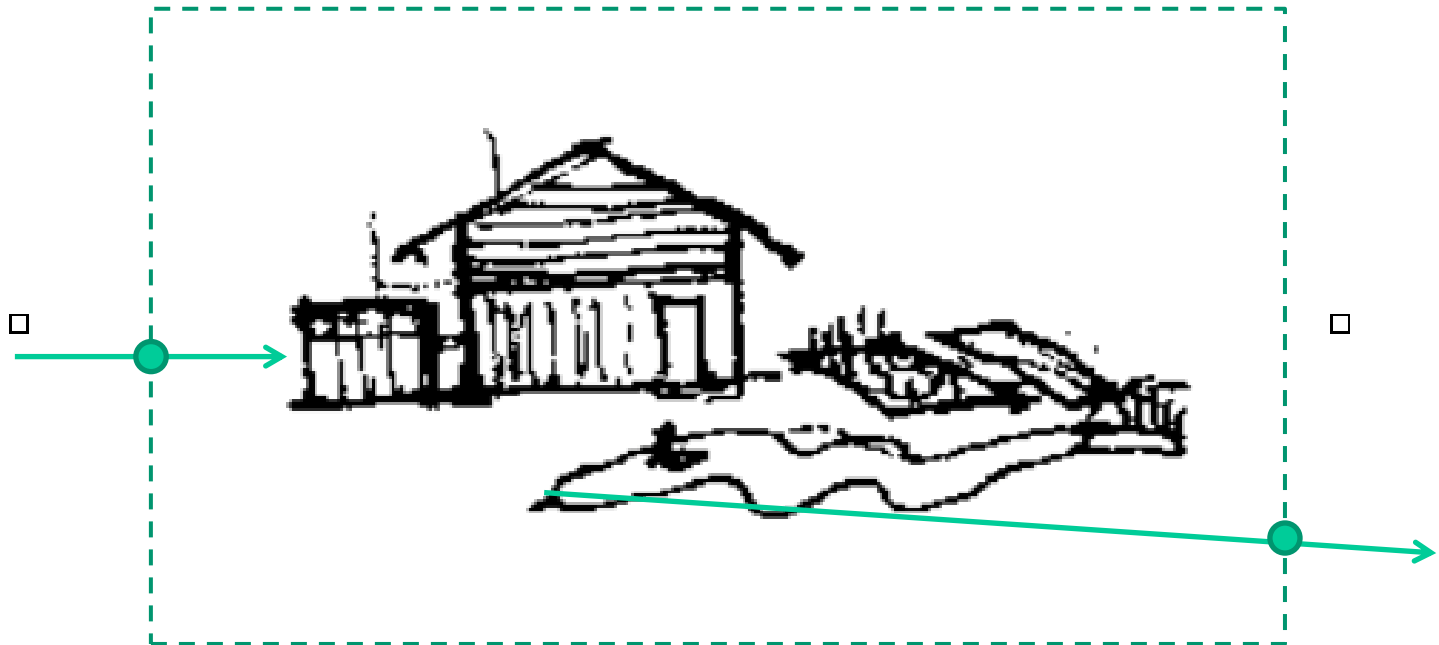
Slutprodukt "jord"

25-40% Ts

Balans C/N/P

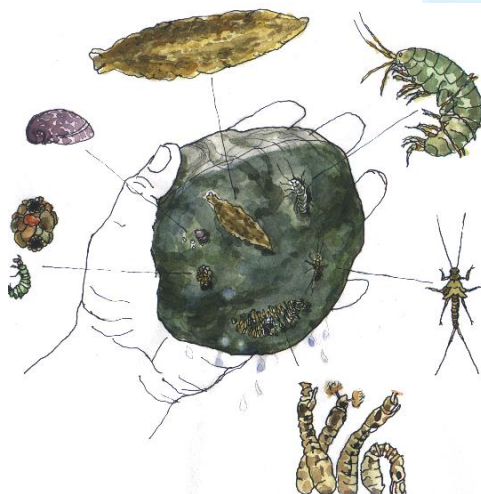
Våtmark som del i KARV- ett fjärde reningssteg

Kan öka skydd, spara resurser och pengar!



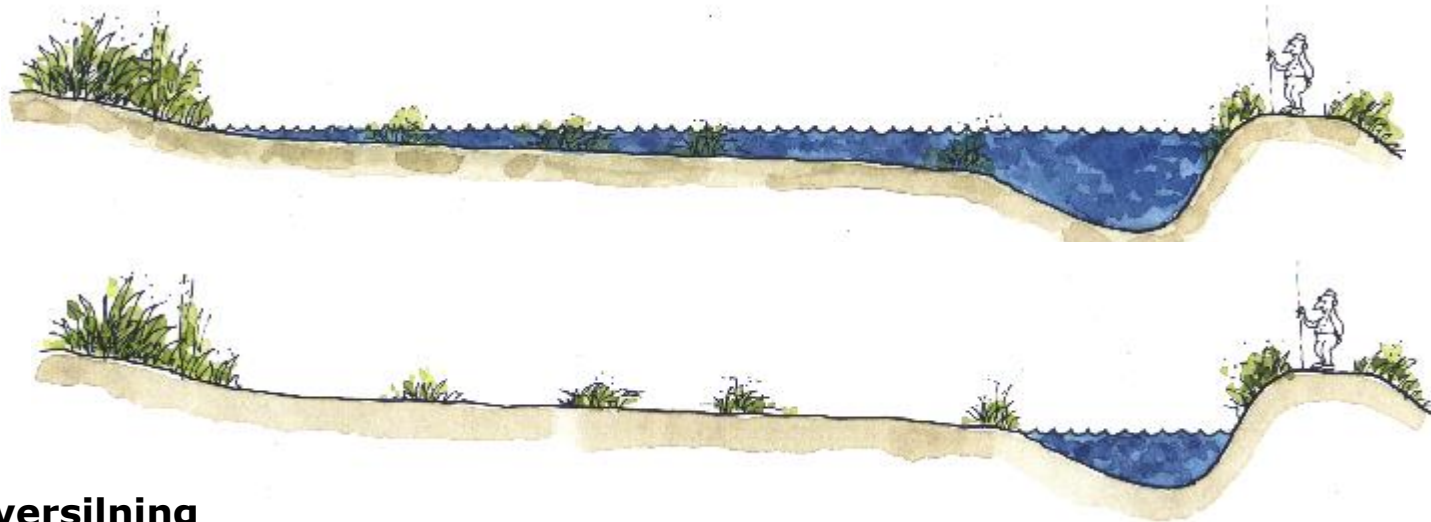
Varför våtmark som processdel? (fjärde steg)

- Billigt och resurshushållande sätt att förbättra skydd (och klara höga kravvillkor). Kan spara energi och kemikalier!
- Robust och enkel teknik!
- Ger långtgående rening av:
 - Näringsämnen
 - Smittämnen
 - Läkemedelsrester
 - Mikroplast/mikrofibrer?
 - => **Fjärde reningssteg**
- Skaparervärden!

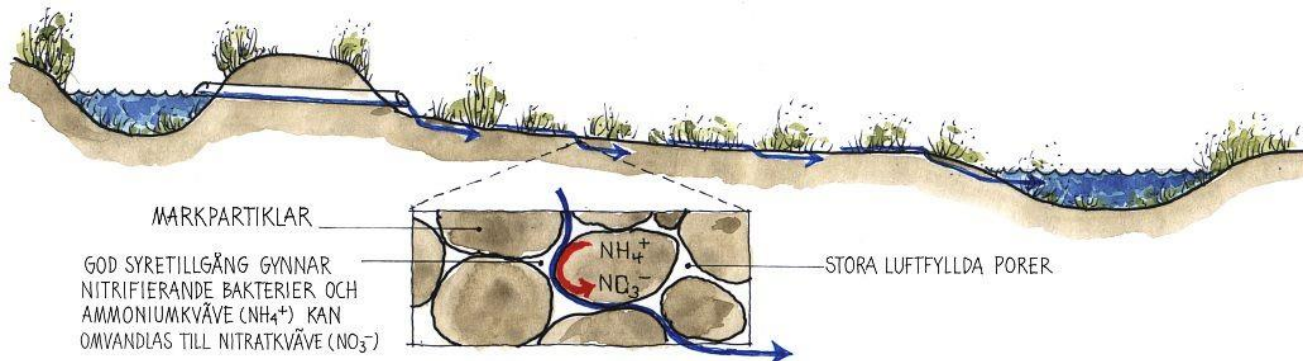


“WRS modellen”: “torra våtmarker”

Överdämningssärr



Översilning

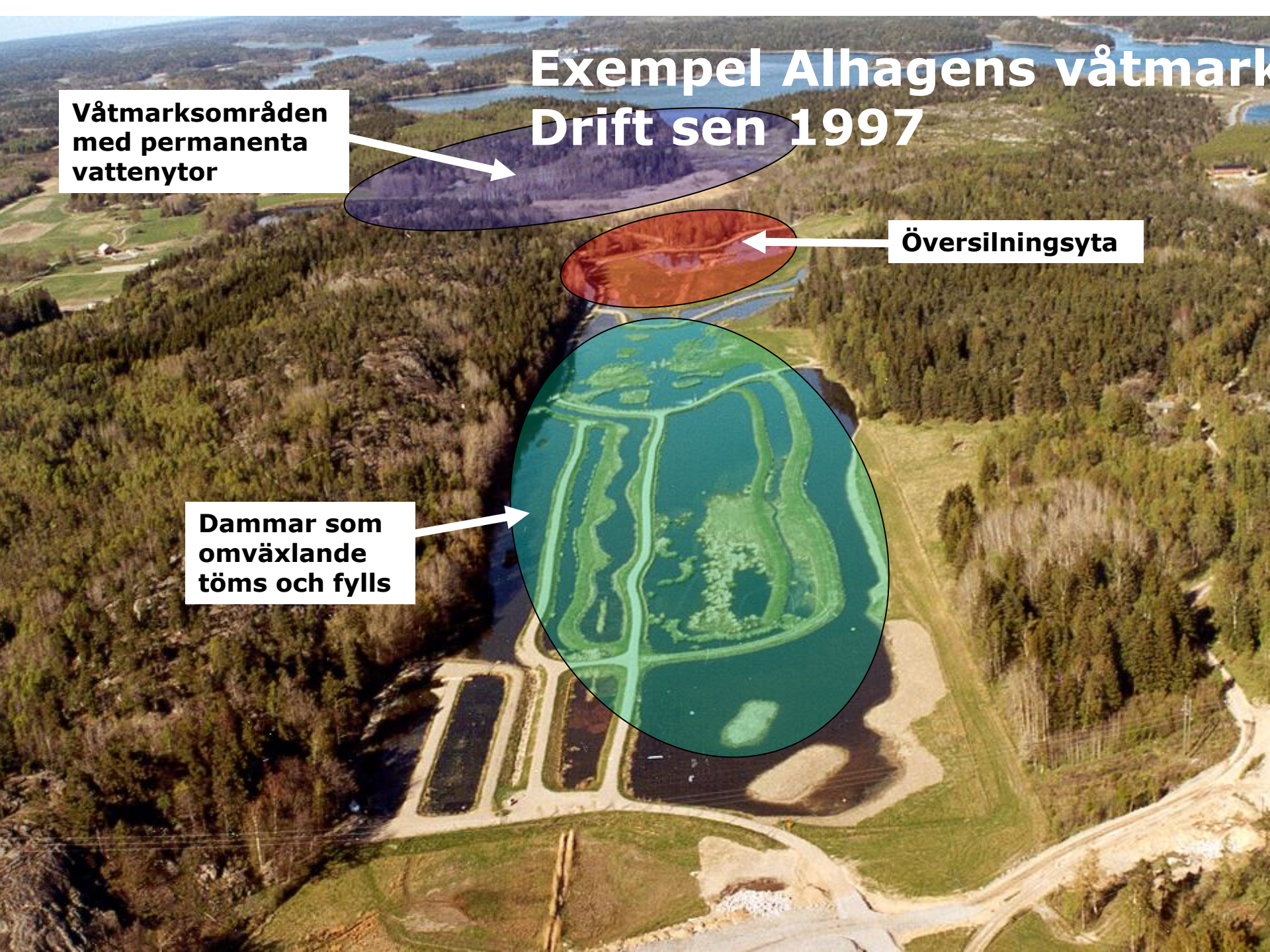


Exempel Alhagens våtmark Drift sen 1997

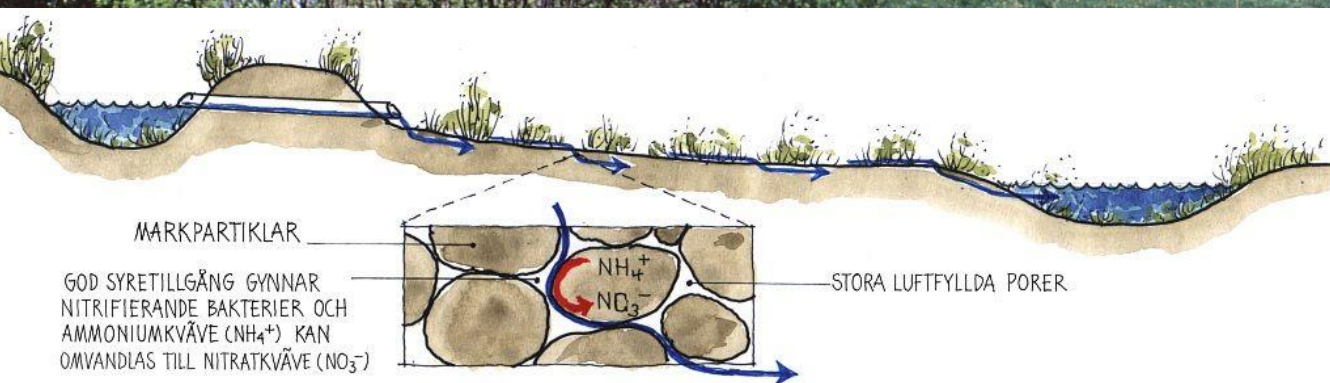
Våtmarksområden
med permanenta
vattenytor

Översilningsyta

Dammar som
omväxlande
töms och fylls

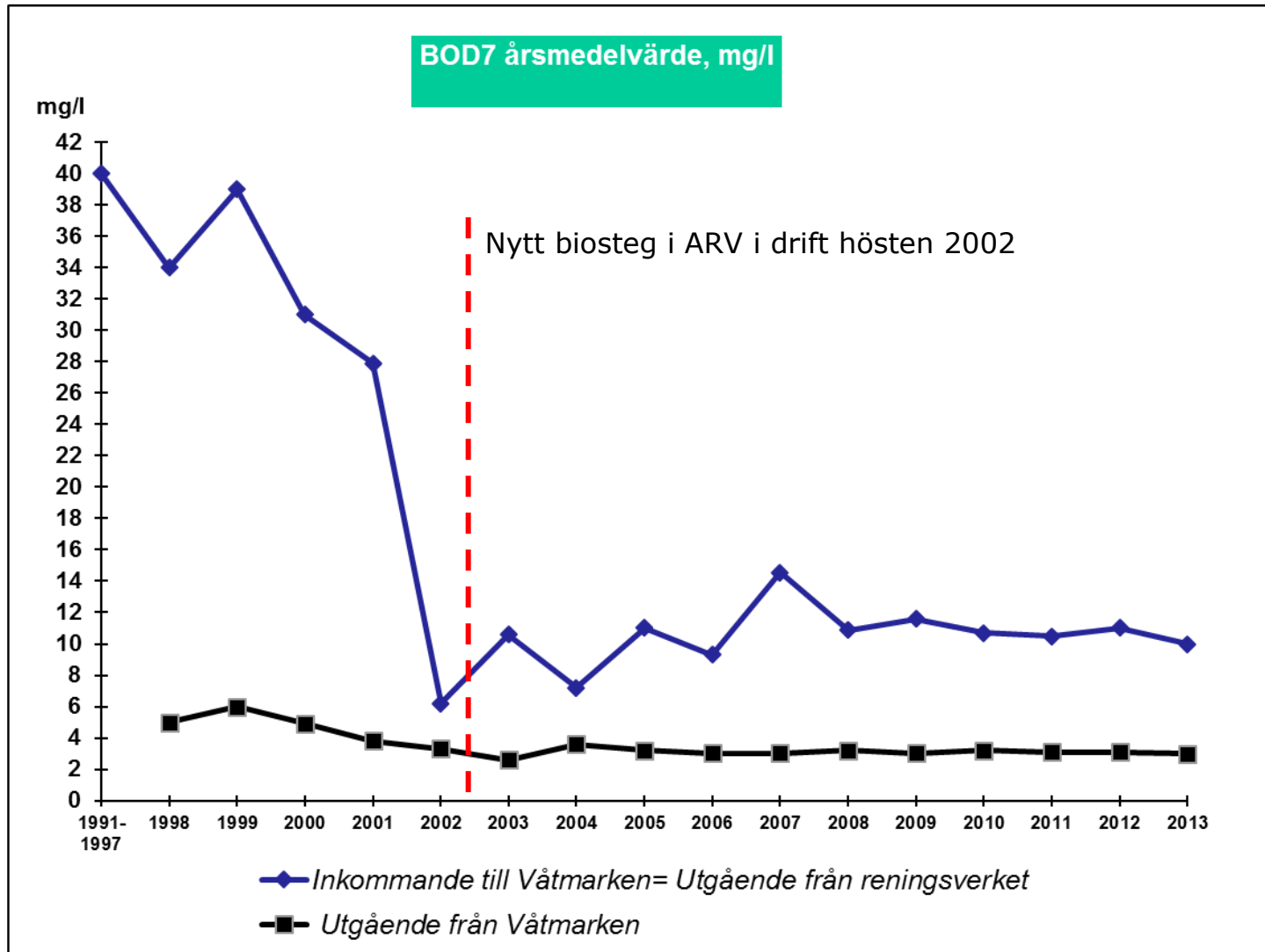


“Torr våtmark” - Översilning

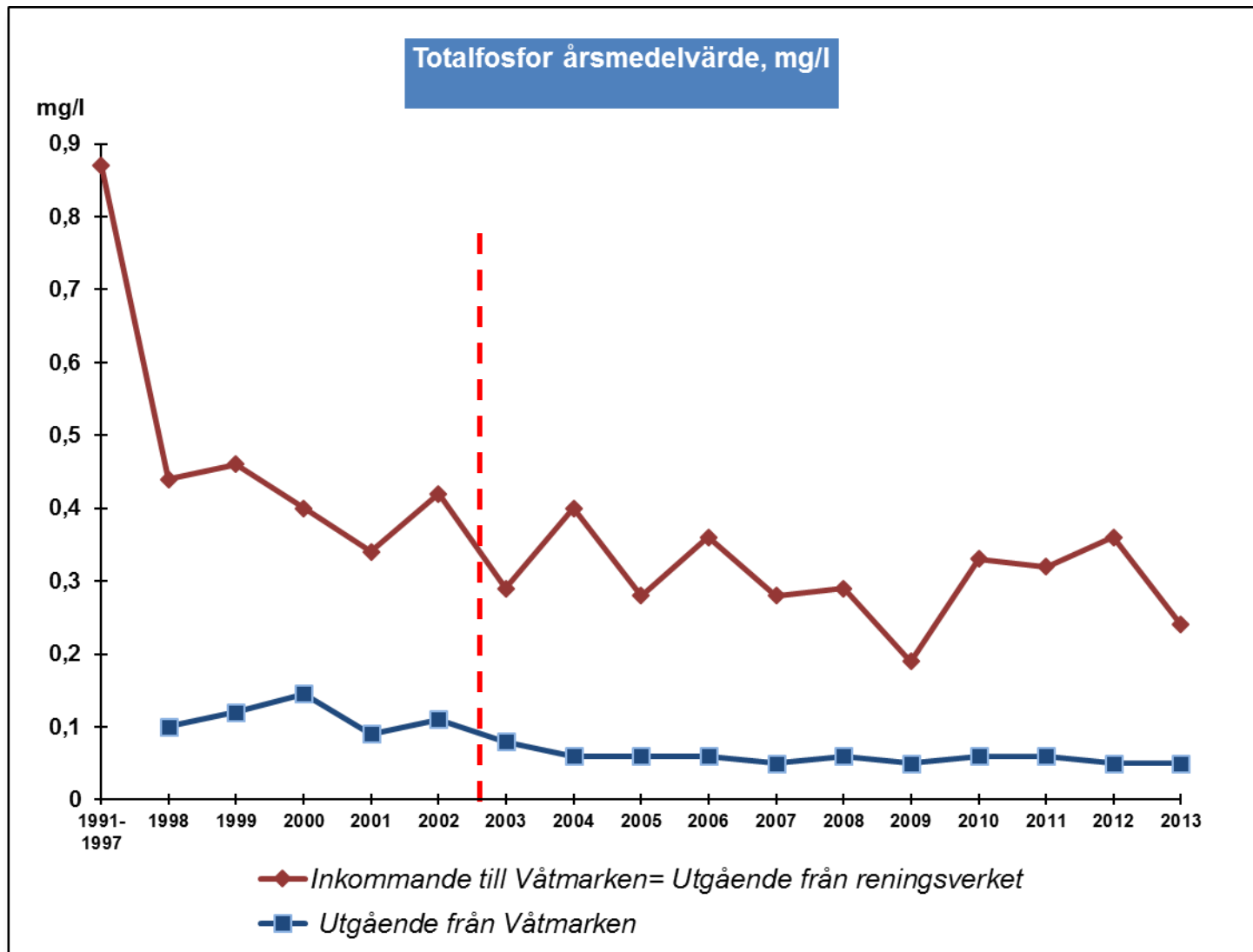


“Blöt våtmark” - damm



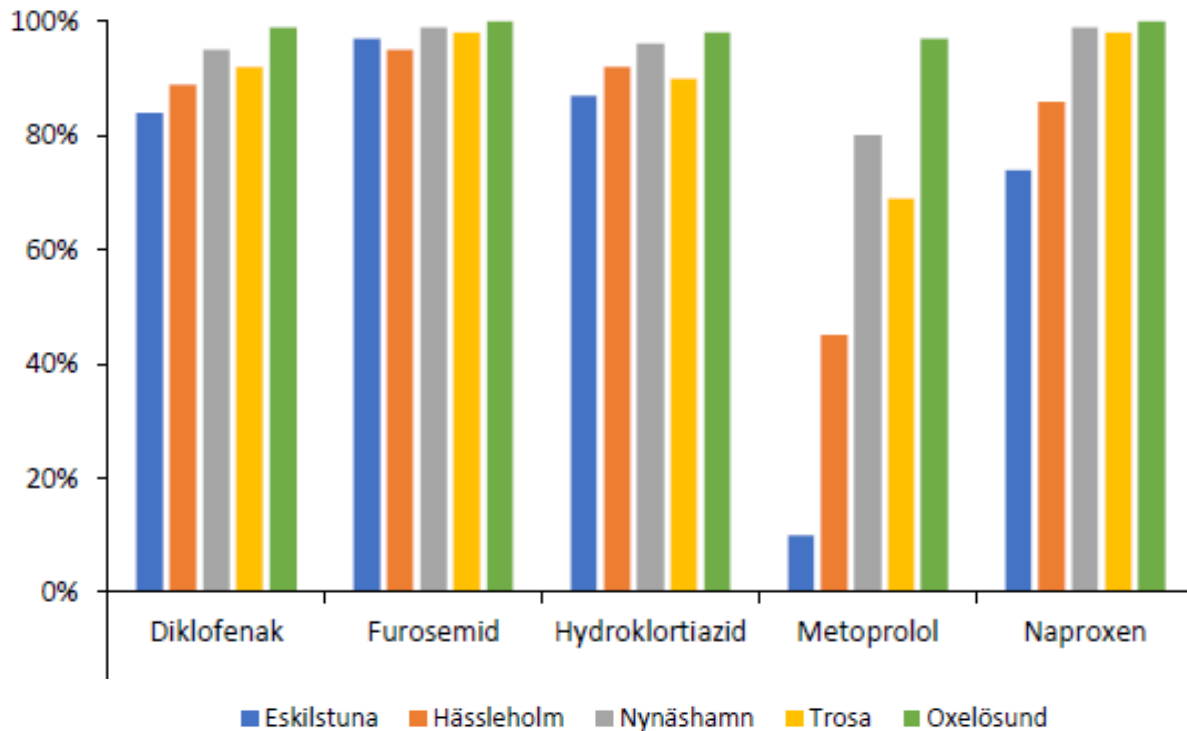


Resultat från våtmark Alhagen, Nynäshamn



Resultat från våtmark Alhagen, Nynäshamn

Läkemedel -sommarsituation



Avskiljning [%] av sex läkemedelssubstanser i fem studerade spillvattenvåtmarker, Examensarbete 2019, Johannes Randefelt.

***Diklofenak:** antiinflammatoriskt, **Furosimid:** mot vätskeansamling inre organ, **Hydroklorazid** och **Metoprolol:** blodtrycksänkande, **Naproxen:** Smärtstillandem febernedsättande*

Nå

**Brannäs,
Oxelösund,
1993 14 000
pe**

Naturnära behandling av avloppsvatten och slam, Peter Ridderstolpe, WRS AB. Kurs TN0320 2021



**Alhagen,
Nynäshamn 1997,
20 000 pe**



**Karö Våtmark,
Östhammar 2015, 7000
pe**



**Rådmanbackens och Vagnhärads våtmark, Trosa, 2002/03, 4000-
5000 pe**



Slutsatser- Våtmarker som del i KARV

- Beprövad teknik.
- Ger mycket hög biologisk rening (smittämnen, läkemedel) och uthållig avskiljning av restfosfor.
- Inget slam produceras
- Passar särskilt bra för det lilla verket på landet med ojämn belastning, episoder med slamflykt och utsläpp i känslig recipient
- Markåtgång 10-20 m²/person => ger kvalitet nästan som naturvatten

Naturnära teknik mer än bara rening!



Outlet from treatment facility (WWTP and wetland) in Nynäshamn, Sweden

Utgående vatten som naturvatten!

