

Den "tekniska" verktygslådan för kretslopp

Peter Ridderstolpe, WRS Uppsala AB, peter.ridderstolpe@wrs.se



Bild: Krav. se

Maria Hübinette Peter Ridderstolpe
Jonas Christensen

1. Källsortering av avlopp (kopplar till typfall 2 och 3)



Toalettavfall

Vatten: 1-5%

Näring (NPK): ca 85- 90%

Smittämnen: 99,99%

BDT-vatten

Vatten: 95-99%

BOD: 60-70%

1. Källsortering av avlopp



Toalettavfall

Vatten: 1-5%

Näring (NPK): ca 85- 90%

Smittämnen: 99,99%

BDT-vatten

Vatten: 95-99%

BOD: 60-70%

KI- sortering -hur bra är recipientskyddet?

Bara utsorteringen ger cirka 90% fosfor och kväverening!

Håkan Jönsson, SLU, Temadagen BDT risker, skyddsbehov och teknik,
2012, Göteborg

"Med enkel BOD-rening uppfylls kraven för hög skyddsnivå"

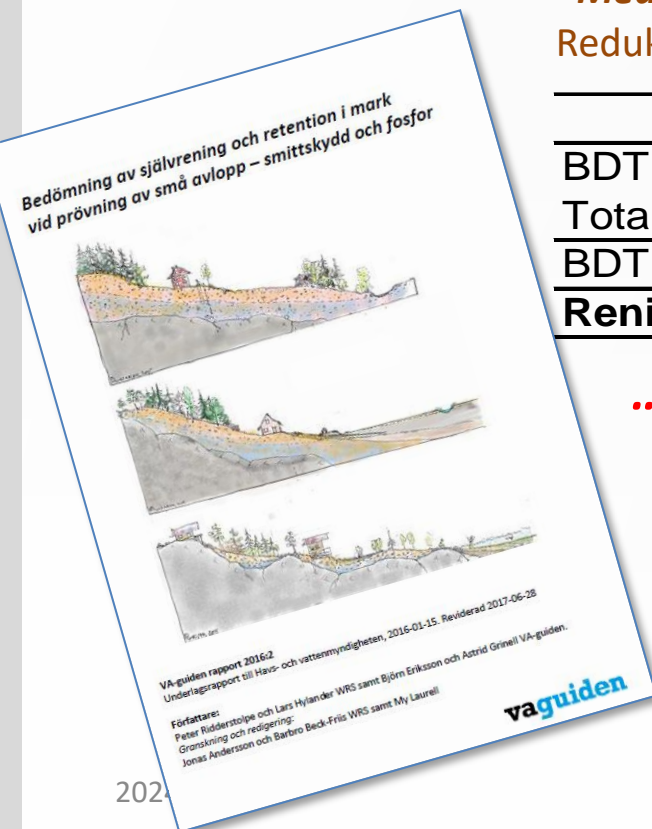
Reduktionskrav: $\geq 90\%$ BOD och P, $\geq 50\%$ N, Innehåll enligt AR2006

	N	P	BOD
BDT	1,4	0,15	28
Totalt	14	1,65	48
BDT av tot	10%	9%	58%
Reningsbehov	0%	0%	83%

... Rening och bortledning i mark avskiljer resten !

**" Efter 20-30 m finns inget fosfor
och kväve kvar" , Rapport 2017,
VA guiden**

Maria Hübinette Peter Ridderstolpe
Jonas Christensen



Hur stor är smittrisker vid utsläpp av (BDT vatten gråvatten?)

Temadagarna: "BDT vatten - risker, skyddsbehov och teknik, Uppsala och Göteborg,

Jakob Ottosson, (SMI, idag Livsmedelsverket)

"Smittrisk är en funktion av fekal kontaminering" (WHO,)

"Hygienriskerna kan vara större med dagvatten " (NV, SMI och Socialstyrelsen, rapport 4683)

" Smittrisk BDT vatten är c:a 1000 ggr lägre än blandat avloppsvatten

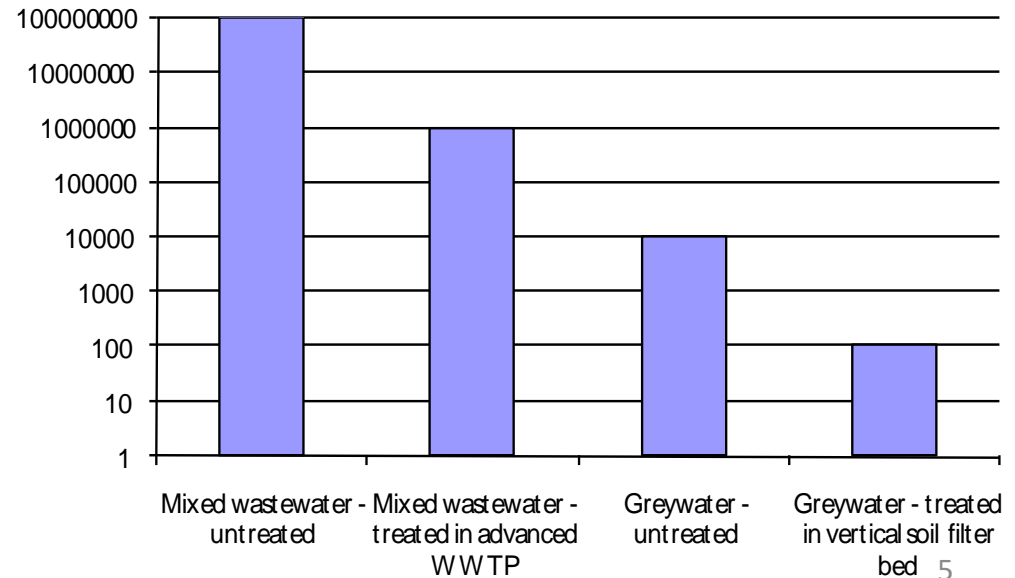
" Enkel markbaserad rening ger (som regel) fullgott skydd"

Peter Ridderstolpe, Ecosnres 2004)

"Obehandlat gråvatten utgör betydligt mindre smittrisk än behandlat kommunalt Spillvatten

" mycket större risk att barn smittas på buss till skolan än från BDT vatten från markbädd

(Jakob Ottosson, SLU, rättsfall Värmdö 2012

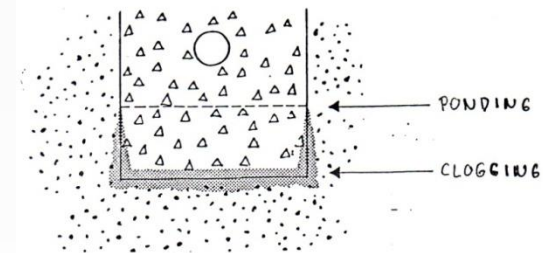
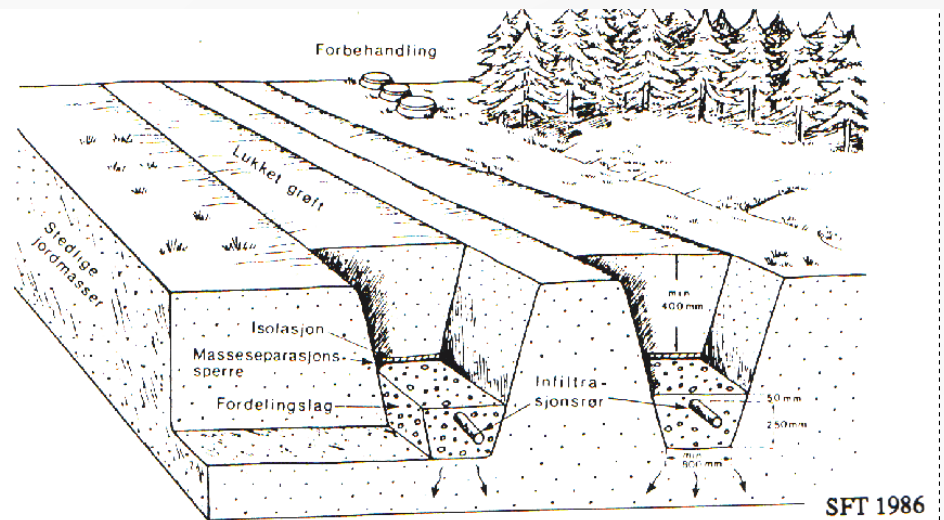




Markbaserad rening

En förstudie för bedömning av kunskapsläge och utvecklingsbehov

BDT renas enkelt och effektivt i mark



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

Gråvatten: Usch eller resurs?

Temadagarna: "BDT vatten - risker, skyddsbehov och teknik,
Uppsala och Göteborg,

"Problem ev. för fastighetsägaren och närmaste granne"

" Lukt (och sekundär ohyra) kan uppstå om vattnet ej behandlas"

" Rening och bortledning via mark ger fullgott skydd"

" Infiltrering/resorption bidrar till bättre vattenbalans"

" Värme (och vatten) kan återvinnas"

" Kan i staden bidra till gestaltning, "infrastrukturparker"



Lästips

<http://husagare.avloppsguiden.se/bad--disk--och-tvattvatten-bdt.html>

Dokumentation från BDT seminarier i
Uppsala 2011 och Göteborg 2012,
Kunskapscentrum små avlopp



Toalettavfallet?

System för hygienisering och återvinning finns! Ex/ Norrtälje, Södertälje, Strängnäs Uddevalla, Enköping, Västerås, Haninge



Karby, Norrtälje

Jordbrukare och LRF är (oftast) positiva

Avlopp i kretslopp

LRFs kretsloppsmodell innebär uppsamling av klosettvatten i en sluten tank dit endast toalettvatten leds. Materialet transporteras iväg till en lokal hygieniseringsanläggning och kan därefter spridas ut på lämplig åkermark. I modellen står slutprodukten i fokus – en koncentrerad västnärning utan andra oönskade ämnen. Så väl fastighetsägare, entreprenörer och jordbrukare är viktiga aktörer i skapandet av LRFs kretsloppsmodell.

Affärsidén är miljösäker och kretsloppsentreprenören cirkulerar ren västnärning med spårbarhet och kan ombesörja hela kretsloppskedjan med lokalt handhavande.

Den hygieniserade gödseln sprids på lämplig åkermark och är då

- källsorterad (WC separerat från BDT)
- hygieniskt säkert (fri från smittämnen)
- intressant som gödselmedel
- spårbar

Avloppet från BDT (Bad, Dusch och Tvättvatten) leds vidare till en infiltration eller markbädd.

På den lokala hygieniseringsanläggningen görs en pH-höjning med urea respektive temperaturhöjning så att oönskade mikroorganismer dör.

En stor andel av landets dricksvattenbrunnar är i dag förorenade av dagens enskilda avlopp.

Avloppsfractionen kan hämtas av den lokala lantbrukaren och transporteras till en hygieniseringsanläggning.

I fastigheten installeras antingen en vakuumtoalett eller urin- och fekaliesorterande toalett. Fraktionen från toalettarna samlas upp i en sluten tank.

Det vi äter blir växtnäring.

Lantbruket arbetar med att gårdens livsmedelproduktion är säker, bra för miljön och klimatet.

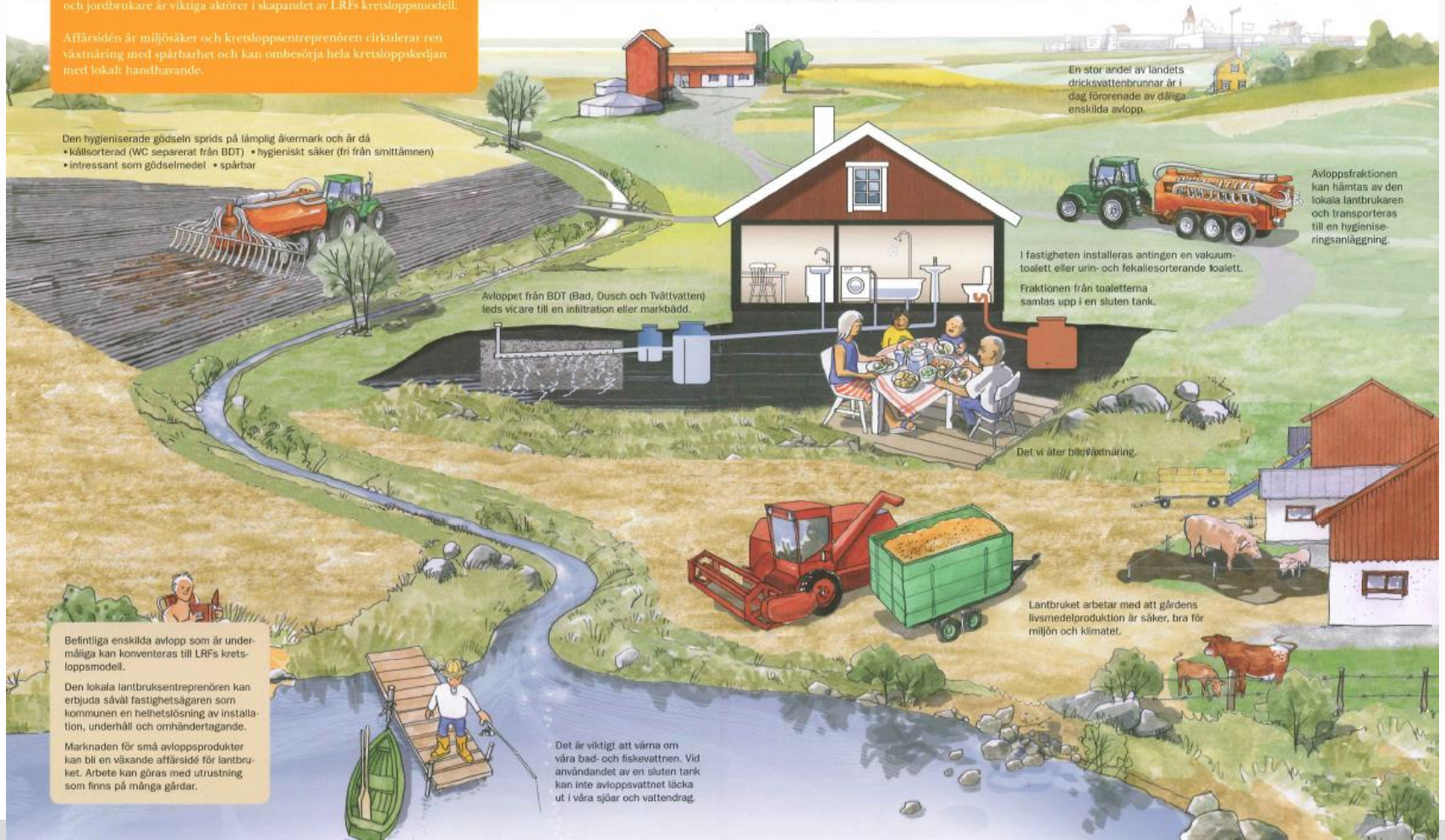
Befintliga enskilda avlopp som är undermåliga kan konverteras till LRFs kretsloppsmodell.

Den lokala lantbruksentreprenören kan erbjuda såväl fastighetsägaren som kommunen en helhetslösning av installation, underhåll och omhändertagande.

Marknaden för små avloppsprodukter kan bli en växande affärsidé för lantbruket. Arbete kan göras med utrustning som finns på många gårdar.

Det är viktigt att värna om våra bad- och fiskevattnen. Vid användandet av en sluten tank kan inte avloppsvattnet läcka ut i våra sjöar och vattendrag.

Tillsammans får vi landet att växa!



Toaletter för fritidshuset och villan (exempel vacuumtoalett)

NYHET
ECO-VAC/Mini-flush
Från: Wost Man Ecology och Gustavsberg

Spoltoalett med villakomfort

En helt ny kombination av två välkända produkter som förenar högsta kvalitet och funktion. Resultatet: extremt snålspolande toalett med hög komfort till bra pris. Ett självklart alternativ för den som idag saknar möjlighet till spoltoalett eller där tönningskostnaderna börjar kännas alltför betungande.

ECO-VAC/Mini-flush från Wost Man Ecology och Gustavsberg erbjuder ett ekonomiskt och ekologiskt hållbart alternativ till vanlig spoltoalett.

Systemet ansluts till sluten tank eller till särskild uppsamlingsenhet för kompostering



Toaletten är extremt snålspolande och förbrukar enbart 0,5 liter vatten vid varje spolning. Vinsten blir en låg vattenförbrukning och färre tömningar av slamtanken. (En standardtank: 3.000 lit medger ca 5.000 toaletbesök).



LOCATION



The Vacuumator can be located separately from the toilet. In the installation shown overleaf, it is built into a cupboard in the room containing the toilet. If more appropriate, it can just as easily be located in another room, e.g. in the cellar.

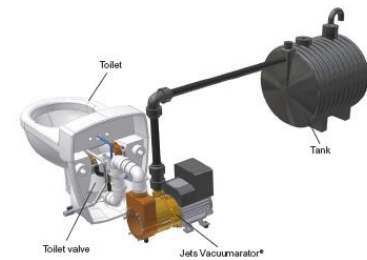
Jets vacuum toilet system

MAIN PRINCIPLE

A Vacuum toilet system uses air and not water as the transport agent for toilet waste. A Jets Vacuumator® works by evacuating air via the waste pipes. This takes place automatically with activation of the flush button (VOD-system). On flushing a valve is opened to the toilet. The air difference thereby occurring ensures that transport of toilet waste takes place.

Jets Vacuumator® ensures that toilet waste is macerated at the same time as it is pumped to a collecting tank, a BIO-tank or to a sewage outlet. At the same time the toilet is supplied with a small amount of water. This ensures that the toilet is kept clean with minimum water consumption. The whole operation takes only a few seconds.

Presented in this brochure are VOD (VOD = Vacuum On Demand) type toilets and sanitation plant-systems with 1 to 10 toilets. These are also used in "public areas" (waiting rooms, restaurants etc). The same technology is used in principle as is used in trains and buses.



Toalettsystem Roslagen Kretsloppsanpassad vakuumpalett

Elektronikbox / spolknapp
Styr spolningsprocessen och därmed vattenmängd, spoltid samt vakuumtid



Toalettsol
Toalettsolen i porlän är specialanpassad för detta system och tillverkas av Gustavsberg.

Vattenmätare
Mäter systemets vattenförbrukning och ger information om när det är dags för tömning

Ø 50 PEM / polyeten och elkabel till vakuumpaggetat.

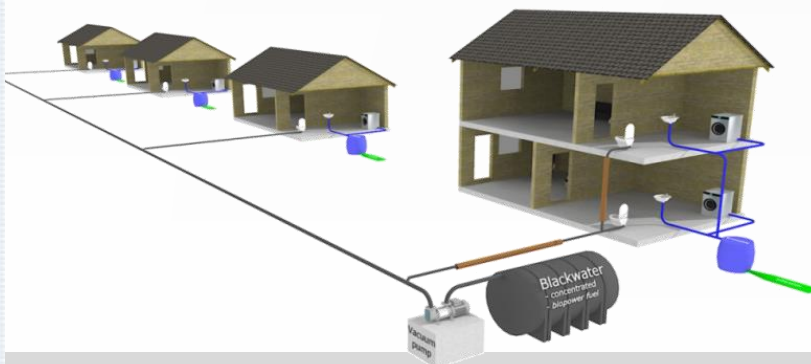
Extremt snålspolande
Genomsnittlig förbrukning på ca 0,5 liter per spolning
Färre slamtömmingar
Vattenmätaren visar när det är dags för tömning
Inget vatten i ledningarna
Avloppsledningen töms helt vid varje spolning



Vakuumpaggetat
Vakuumpump (styrts via elektronikboxen) monterad i en specialanpassad förhöjningsbox med lock

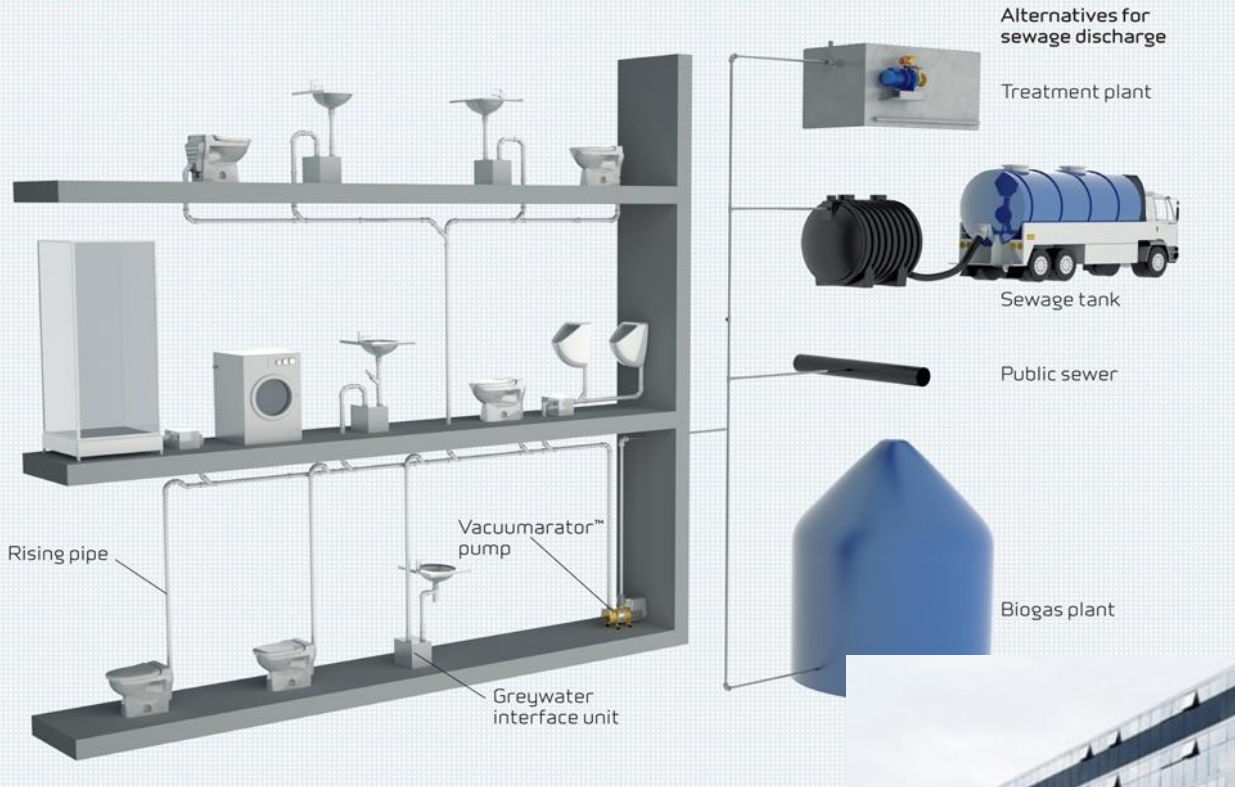
ST 3000
Sluten tank för kv-vatten

Teknik för mindre bebyggelsegrupper (exempel vacuumtoalett)



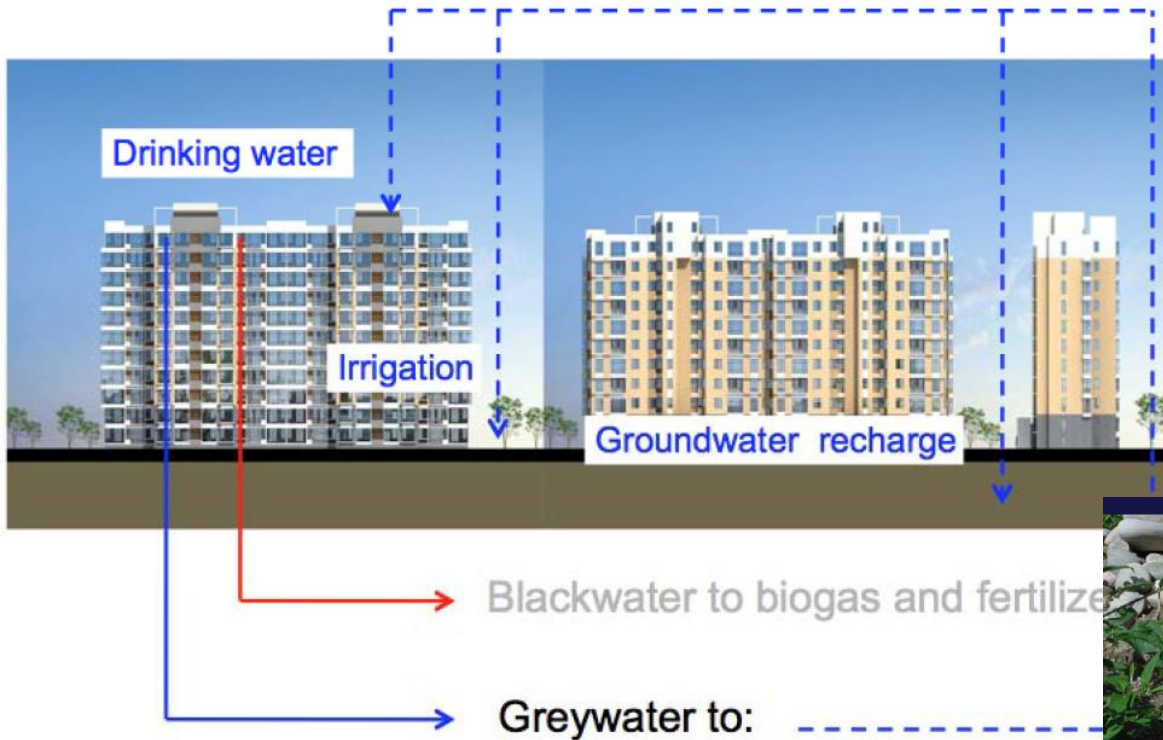
Ex. Runsten planerad gruppvis bebyggelse i Haninge kommun (ej genomförd)

Teknik för staden (vacuumteknik)



Universitetsbyggnad i Sao Paulo,
2024-03-27 Brasilien. Ref: Jets
Maria Hübin
Jonas

Kretslopps-system för staden, ex Norge



Forskning Tekniska Fag, Högskolan i Ås.

Blackwater to biogas and fertilizer

Greywater to: _____

www.umb.no



Greywater treatment at Klosterenga Oslo

Effluent values:
Fecal coli.: <10
Total-N: 2,5 mg/l
Total-P: 0,02 mg/l

Klosettvattnensortering för staden, ex Holland

Sneek – Nederländerna



Sneek – Lemmerweg

- 32 hushåll
- I drift sedan 2006
- Vakuumsystem för svartvatten

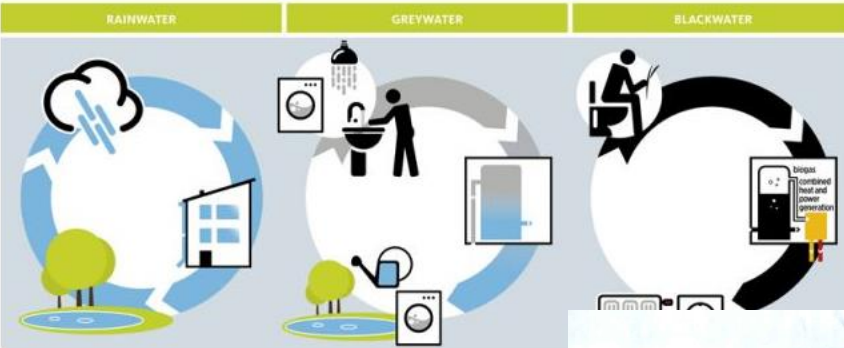
Sneek – Noorderhoek

- 250 lägenheter
- Färdigt 2013/2014 men redan i drift (60 hushåll)
- Vakuumsystem för matavfall och svartvatten



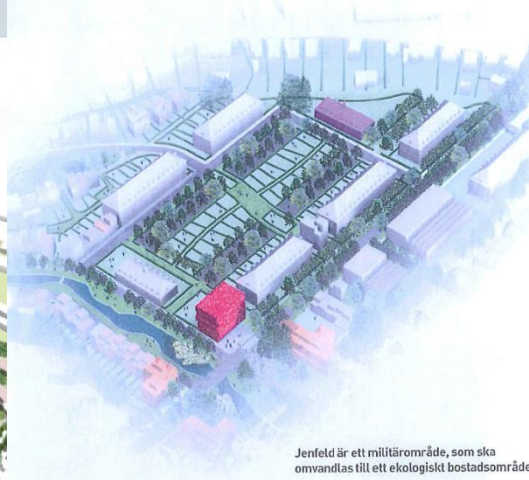
Klosettvattnensortering för staden, ex Tyskland

Home (Englisch) > HAMBURG WATER Cycle®



The Innovative HAMBURG WATER Cycle®

Jenfelder Au – Hamburg



Jenfeld är ett militärområde, som ska omvandlas till ett ekologiskt bostadsområde.

- Område med gamla baracker kommer att byggas om för att rymma Europas största system med sorterande avlopp (2000 personer med vakuumsortering av svartvatten)
- Svartvatten och trädgårdsavfall kommer att rötas till biogas i området
- Området kommer att inkludera hållbara lösningar för lokal hantering av BDT-vatten hantering

Flintenbreite, Lubeck, viktigt pilotprojekt!



Levande Jenfeld präglas av låga grupphus i ett landskap, genomkorsat av gångvägar och kanaler i holländsk karaktär.

Källseparerade avlopp gör Hamburg grönare

I Hamburg, Europas miljöhuvudstad 2011, påbörjas nu ett projekt med **källseparerade avlopp** där svart- och gråvatten skiljs åt. Bo Göran Hellers, professor emeritus vid Kungliga tekniska högskolan Arkitektur i Stockholm, har besökt Tysklands näst största



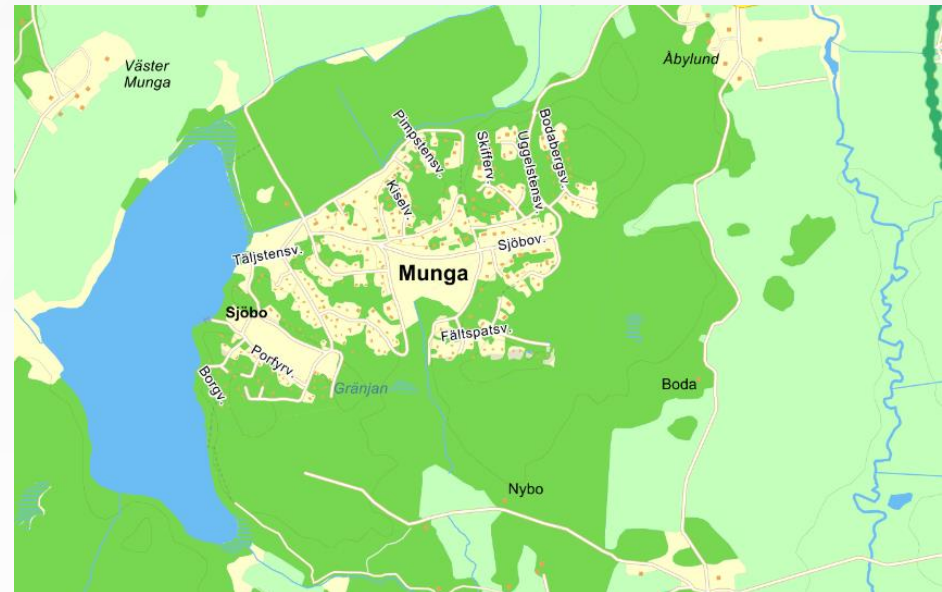
Kretsloppslösningar i Sverige, Exempel: "omvandlingsområden"

Tofsö. Trosa kommun



Individuella lösningar för uppsamling av KL vatten och rening av BDT i kommunal regi (§6 LAV)

Munga, Västerås



Gemensam lösning för uppsamling av KL vatten och rening av BDT i kommunal regi (§6 LAV)

Kretsloppslösningar i Sverige, Exempel: "nya stadsdelar "

H-Plus, Helsingborg stad/Sydava.
Sortering BDT, KL och oorganiskt avfall



Norra Djurgårdsstaden, Stockholm

Sege Park, Malmö stad/VA Syd. Torr urinsorterande toalett (SLU) och återvinning av vatten och värme från dusch (Orbital Systems).



Klosettvattnensortering = framtidens VA?

Det traditionella

Allt i ett rör,
bortledning för
rening till stort
reningsverk



Det nya

Sorterat , Lokal
uppsamling,
rening och
och återvinning

Slutsatser

1. Sorterande system har bäst potential klara både smittskydd, recipientskydd och resurshushållning och kretslopp.
2. Tekniken finns för både den lilla och stora skalan. Är ekonomisk rimlig.
3. Sorterande system kan även ta hand om organiskt avfall (matavfall)
4. Lantbruket och LRF är positiva.
5. Pröva alltid seriöst möjligheten till sorterande system!

1. Bevattning (kopplar till typfall 1, 2 och 4)

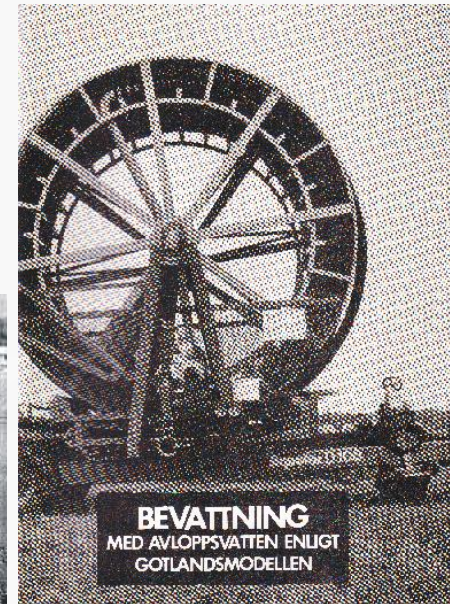
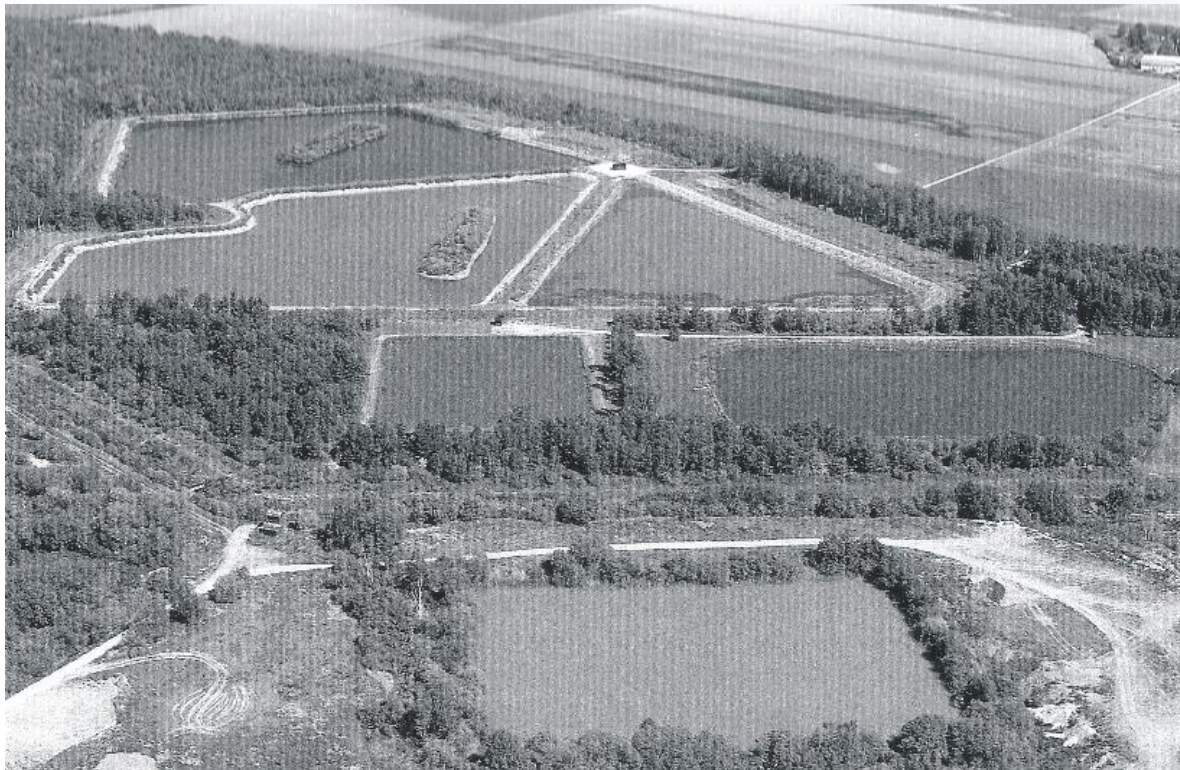


Ex/ Wratslaw, Polen

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



Gotlandsmodellen



6000 pe, 5 byar

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

Sockerbetor, vete, etc

Ex/ Herrvik, Gotland, Bevattning på jordbruksgröda

8
Nyheter SOPIAN

Vattenrening. På östra Gotland släpps inget ut i havet.

Unikt system tar vara på varje droppe

Ostergårn. 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 mrotsodling. Systemet är unikt och finns tack vare några envisa eldsjalar.

Jamilla Källberg
jamilla.kallberg@sofia.se

– Vårt system är precis omöjligt mot när man tar upp grundvattnet och släpper ut det i havet. Vi fylt här på grundvattnet, säger Gunnar Bendelin.
Han är projektsamordnare för ett nytt avloppssystem på Östergårnsländan 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 toalet pumpas avloppsvattnet till ett reningsverk. Där renas vattnet i flera steg och blir så rent att det blir "minst badsvattenkvalitet". Sedan pumpas vattnet ut i en stor damm som rymmer 50 000 kubikmeter för att användas för att bevattna till där avrötter och annat odlas.

Ett av de problem vi har på Gotland är att det är så utdikat 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 inte finns någon flödesmätning som man kan använda sig av för att mäta vattenflödet. Det är ett stort problem för att kunna utvärdera systemet. Det är också ett stort problem för att kunna utvärdera systemet. Det är också ett stort problem för att kunna utvärdera systemet.

LÖRDAG 1 JULI 2017 • DAGENS NYHETER
Nyhetsredaktionen
Senshäftet: Pia Skugermar. Planering: nyhetschef. Axel Eriksson
Fotograf: Lena Karlsson. Webben: Thomas Björk. E-post: nyhets@sofia.se
Telefon: 08-728 10 00



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

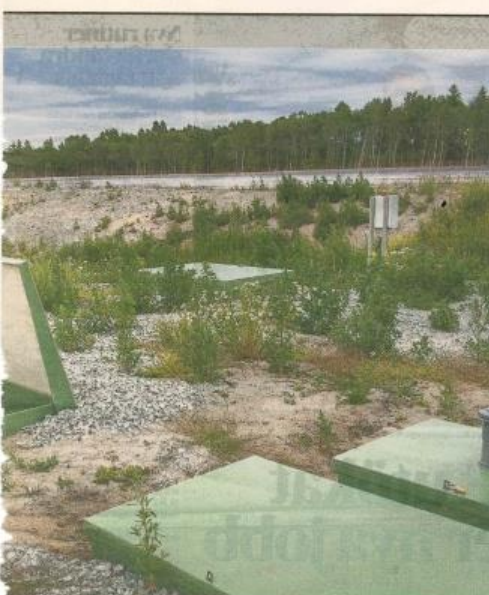


Avloppsvattnet från hushållen går igenom flera steg för att bli så rent att det kan användas till bevattning.

Regionen har problem med att generalrengöring i stöten Karlshamnsviken. Det har förslag på en damm och ligger på ett plats vilket har gjort att ornat avloppsvattnet gått rakt ut i havet vid över 200 tillfällen på ett år. Tanken 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 stolta, utländska press ringer och på många sätt projektet presenteras under Almedalsdagerna.
– Jag har aldrig varit så populär i hela min liv, skämtar Gunnar Bendelin.

Östergårnens nya avloppssystem är välkommet för odlarna. Det är med på årets premiärskörd av morötter, två veckor tidigare än normalt.
– Det här är bättre än galpopermi i Stockholm, säger Johan Hellgren, vd för Skogsgrönsaker.
Landsvärd är brevs och han ser verkligen lycklig ut där han står bland morötterna.
Han förklarar att som leverantör

DAGENS NYHETER • LÖRDAG 1 JULI 2017
SOPIAN



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



Första skörden av morötter sker två veckor tidigare än vanligt.

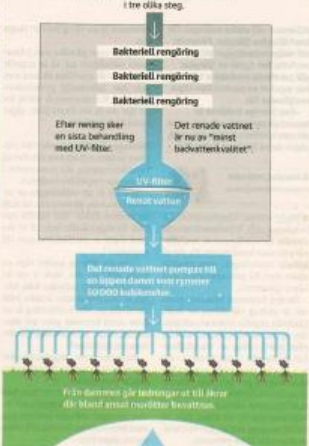
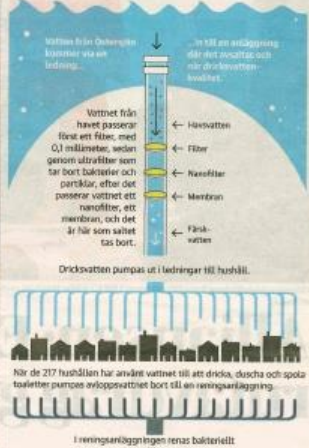
Johan Hellgren stiger i styrelsen för reningssättningen och har varit delaktig i projektet. Styrelsen består av projektledaren Gunnar Bendelin liksom två av de stora odlarna där det renade vattnet lagras. Några grönodlare flyttat lagret på ytan och ser ut att trivas. Ett elsläpp på dammvattnet ska hålla över och räddar beret. Mörken på kanten visar att avlopp har sjunkit

i de har han bevakning 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 mjölkstora bli, rensa om utrustningen håller och också låra sig hur långt vatten räckes. Hållits har någon slang krängit till men i stort sett har allt gått bra.
– Allt har varit bra på ett sätt. Det är ett stort steg för oss som odlare. Vi har varit lyckliga på ett sätt. Arbetet med den reningssättningen fortsätter. Projektet går att

9
Nyheter

Så fungerar VA-systemet på östra Gotland

ett slutet system för vatten och avlopp till hushållen tar tillvara vattendroppen på Östergårnsländan.



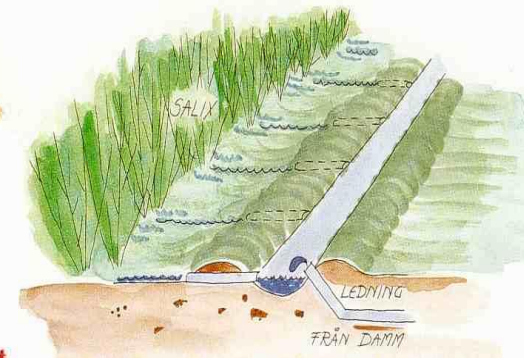
Energiskogsbevattning



Ex: Götene kommun

Liten by: 250 personer

*Slamavskiljare+ lagring
vintertid , bevattning
sommartid*



Översikt

Skiss över avloppsrenings-
anläggningen i Österäng.

Ex/ Bevattning av kommunalt renat avloppsvatten sommartid



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



Enköpingsmodellen

- 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

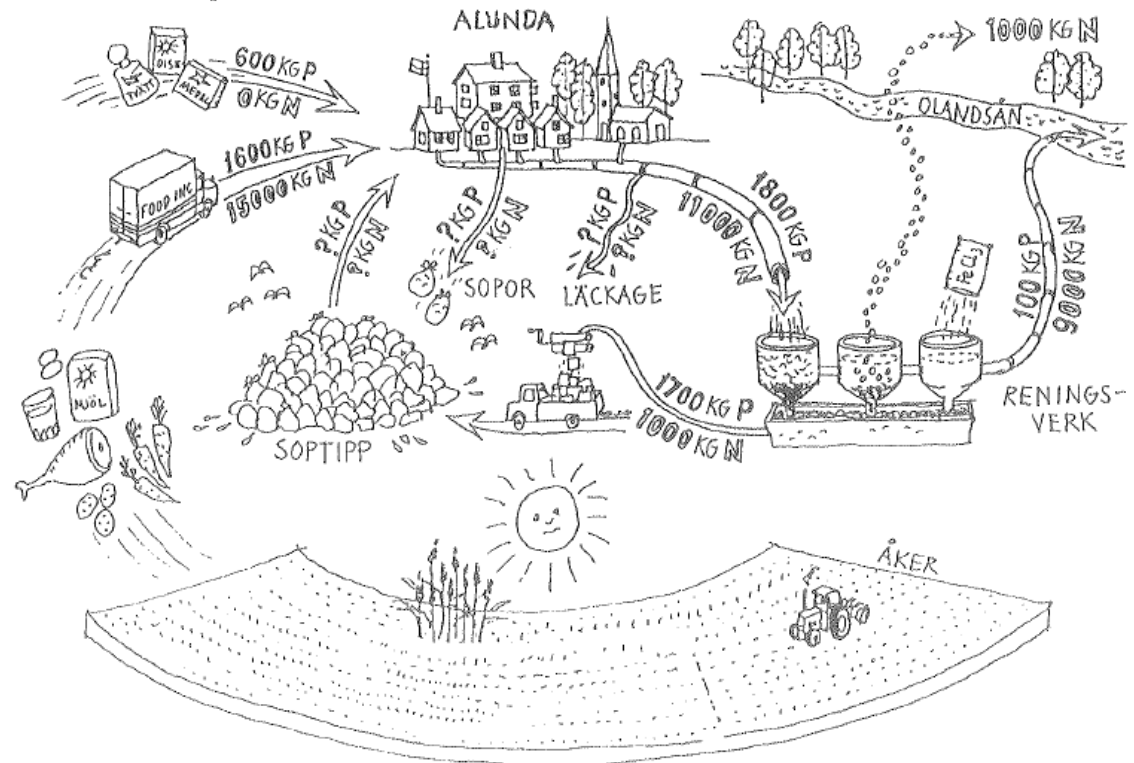
Ide: "våtslam är mycket näringsrikt och lätt att sprida för bonden"

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



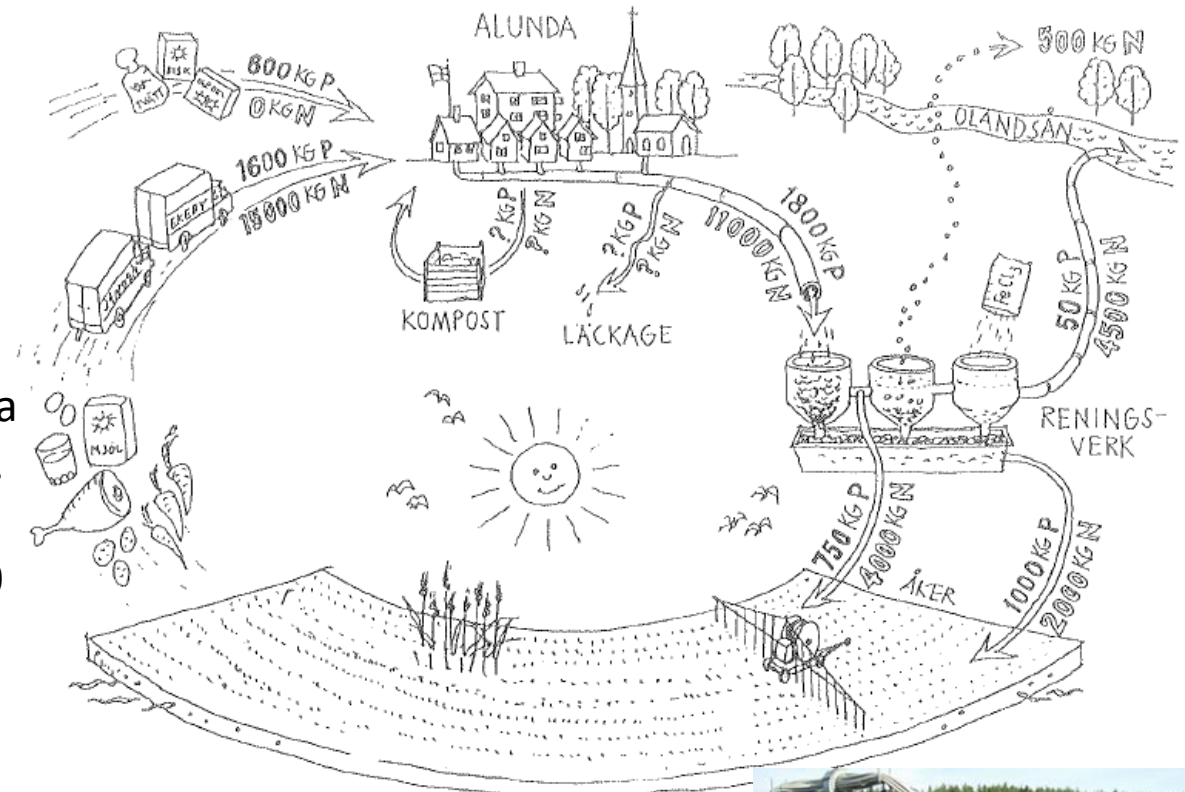
NÄRINGSFLÖDET GENOM ALUNDA IDAG

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



NÄRINGSFLÖDET GENOM ALUNDA



Bevattning (Förslag) med våtslam, Ex/ Nytt Reningsverk i Trosa

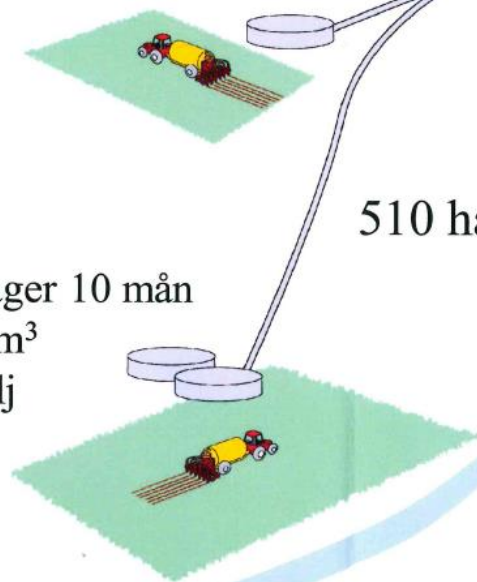
- 14 000 pe**
- 9 500 m³ hygieniserat våtslam
 - 9,5 ton fosfor/år
 - 17 ton kväve/år

10 ton fosfor och 77 ton kväve/år



510 ha

Slamlager 10 mån
8 000 m³
2,5 milj



Nytt Avloppsreningsverk i Trosa, - förstudie 2009,
WSP, WRS och JTI, ej genomfört

Slamvassbäddar

Slutprodukt näringsrik mull.

Växter fångar kol. Mikro och makrofauna (kompostmask) ger snabb nedbrytning och avdödning av patogener- Tillräckligt?



Ex. Hagfors, Sweden

Slutsatser

1. Bevattnings 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 bevattnings
5. Slamavvattnings/förädling i Vassbädd kan vara intressant för små verk

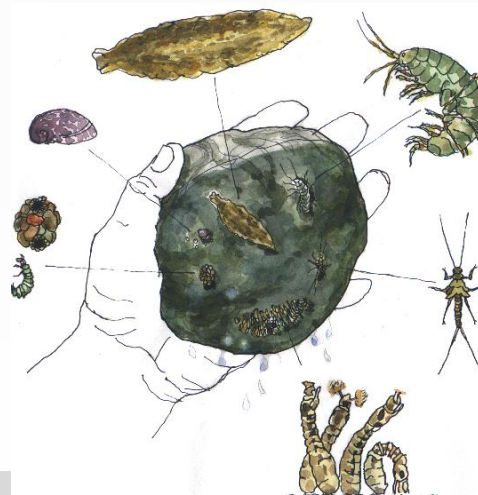
1. Våtmark som del i KARV (kopplar till typfall 1)

Kan öka skydd och spara resurser och mycket pengar!



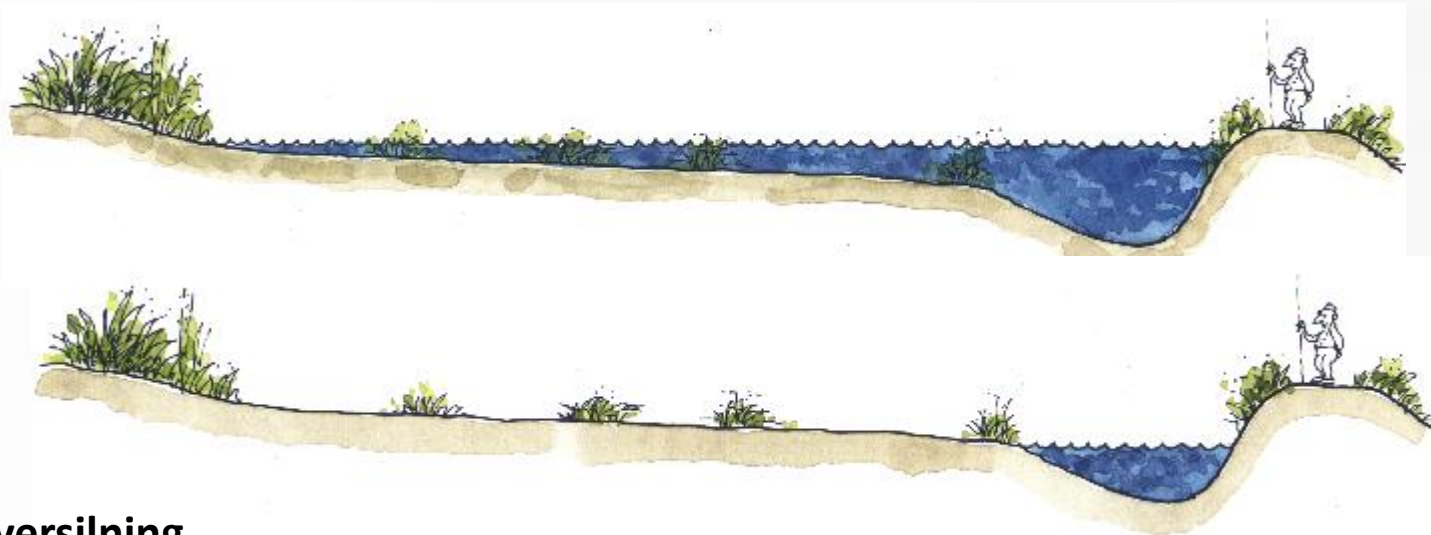
Varför våtmark som processdel?

- 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?
- Skapar mervärden!

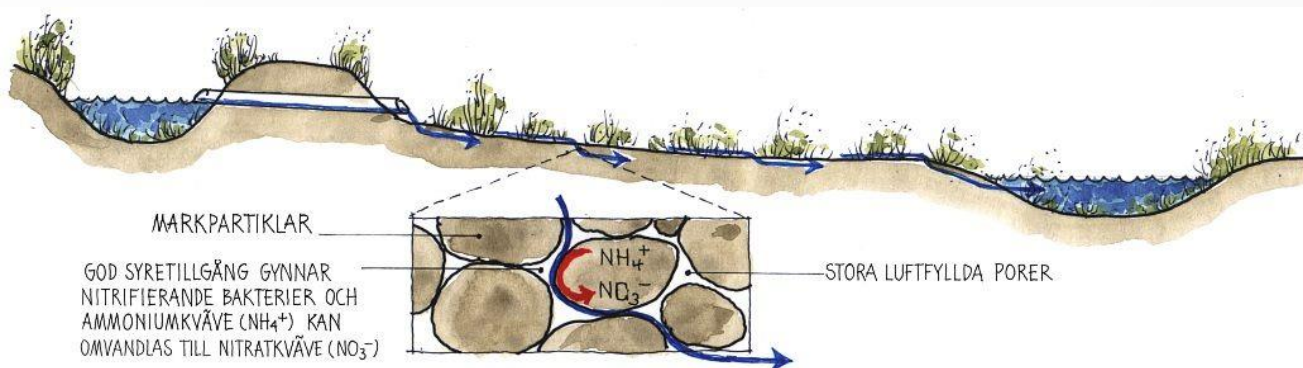


“WRS modellen”: “torra våtmarker”

Överdämningssärr



Översilning



Exempel: Våtmark Rådmanbackarna, Trosa kn

5000 personer, Gammalt verk (MKB) + 6 ha våtmark



Mål

- > 50% N red*
- > 99% P red (lägre hal t än Trosaån)*
- > Badvattenkvalitet i utlopp*



Rekreation

Översilningsyta

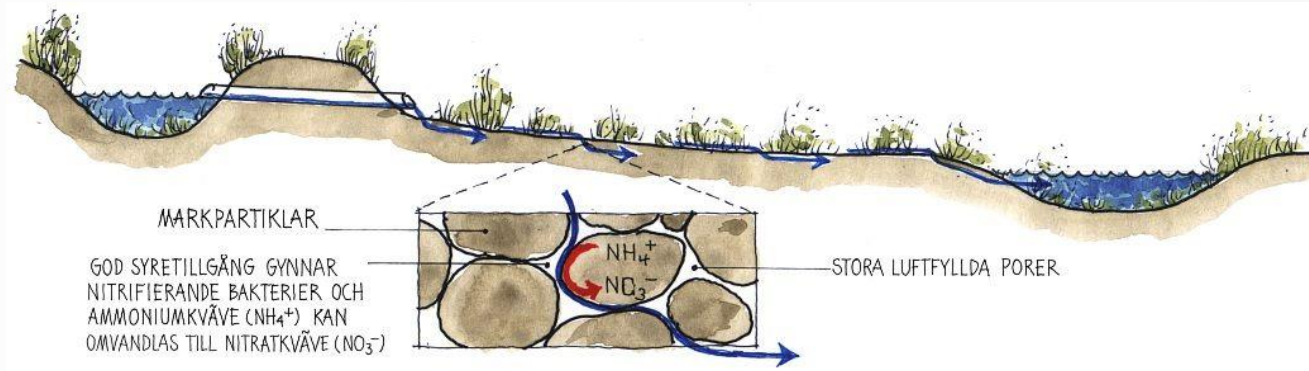
Grunda dammar

- Ca 5000 p.e.
- 1100 m³/dygn
- 7 ha yta
- 2 ha översilning
- 4 ha grunda dammar
- 1 ha efterpolering



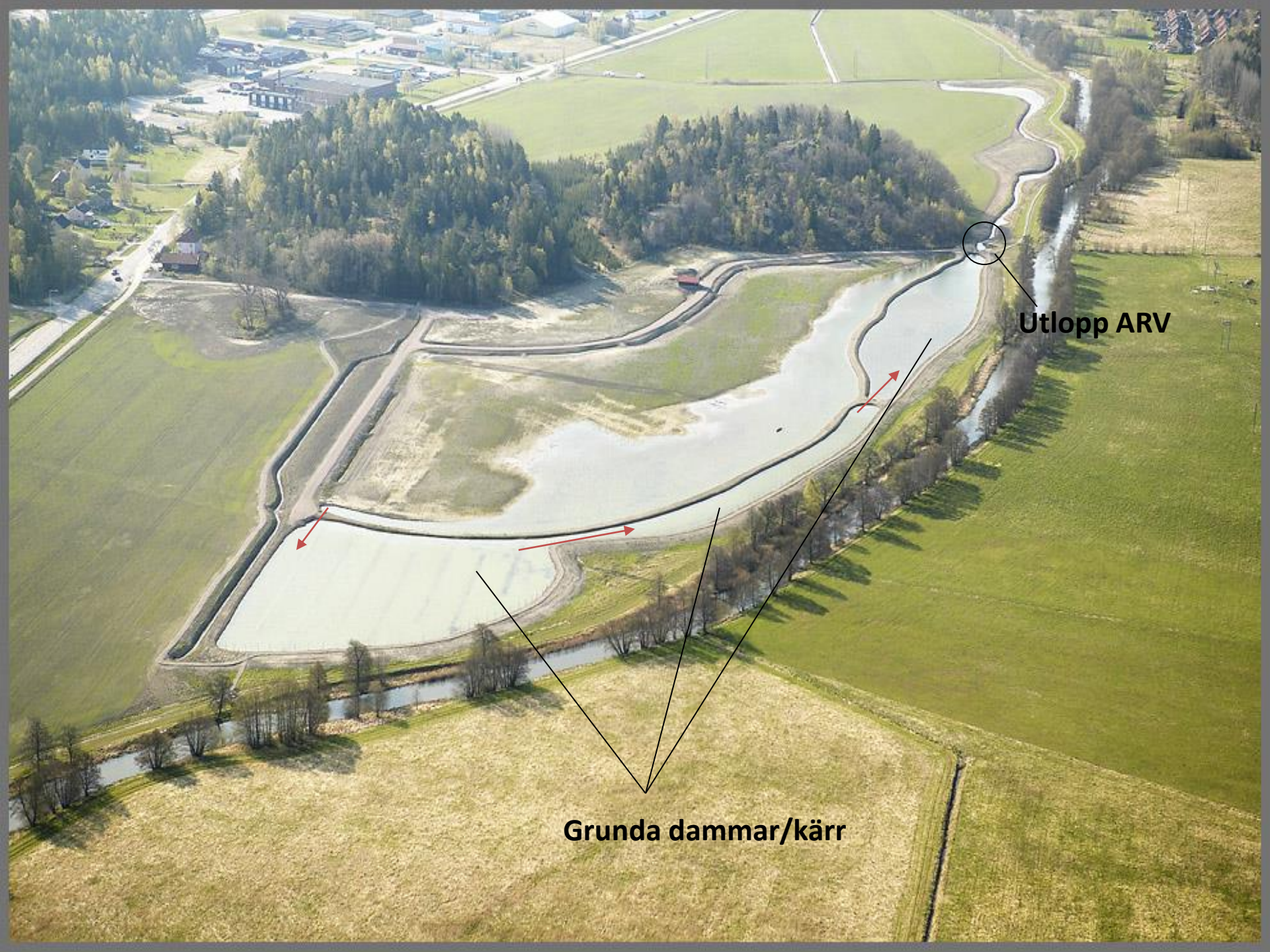
Översilningsyta

Torra våtmarker - översilning



Rörflen & andra fukttoleranta gräs

- filtrering / sedimentering
- mineralisering (kräver O_2)
- nitrifikation (kräver O_2)
- hygienisering



Utlopp ARV

Grunda dammar/kärr

Blöta våtmarker



- Snabbväxande emersa makrofyter skapar stora mängder biomassa
- Vid nedbrytningen som utförs av bakterier förbrukas syre
- När syret tar slut utnyttjas nitrat



- Denitrifikation
- Filtrering/sedimentation

Rekreation & gestaltning



Några svenska spillvattenvåtmarker

Brannäs,
Oxelösund,
1993 14 000 pe



Alhagen,
Nynäshamn 1997,
20 000 pe



Karö Våtmark, Östhammar
2015, 7000 pe



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

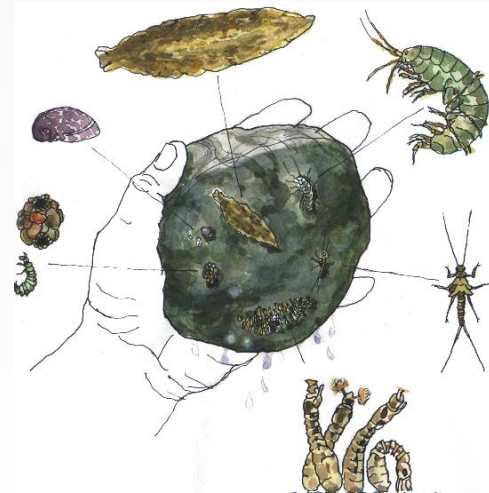


Mer än bara avloppsrening!



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

*Utgående vatten som
naturvatten!*



Slutsatser

1. Beprövad teknik.
2. Soldrivna processer ger mycket hög biologisk rening och uthållig avskiljning av restfosfor
3. Passar särskilt bra för det lilla verket på landet med ojämn belastning, episoder med slamflykt och utsläpp i känslig recipient

4. Slamfrågan (kopplar till typfall 4)

??

Hans Bertil Wittgren

Forsknings och utvecklingschef på VA Syd:

- Hela VA väntar på NV utredning (2013)
- Svenskt Vatten hoppas på REVAC och slamgödsling
- VA Syd tror inte att slamgödsling räcker, speciellt inte om krav kommer på kväveåtervinning . Utreder andra lösningar. Förbränning eller Struvitfällning undersöks för P och kvävestripping för N.
- Pris på handelsgödsel handlar på kort sikt om kostnad för rena bort Cd.
- Tyskland har beslutat om 50% P återvinning.
- Starka lobbykrafter påverkar frågan

