

Halmfilter

Claës Englund



VA-Forsk

VA-Forsk är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande 1,05 kronor per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-Forsk initierades gemensamt av Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-Forsk styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Ola Burström, ordförande

Olof Bergstedt

Roger Bergström

Stefan Marklund

Mikael Medelberg

Peter Stahre

Jan Söderström

Göran Tägtström

Agneta Åkerberg

Skellefteå

Göteborgs VA-verk

Svenskt Vatten AB

Luleå

Roslagsvatten AB

VA-verket Malmö

Sv kommunförbundet

Borlänge

Falkenberg

Steinar Nybruken, adjungerad

Thomas Hellström, sekreterare

NORVAR, Norge

Svenskt Vatten AB

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

VA-Forsk
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Halmfilter
Title of the report:	Straw filter
Rapportens beteckning Nr i VA-Forsk-serien:	B 2003-104
Författare:	Claës Englund, Agros
VA-Forsk projekt nr:	22-134
Projektets namn:	Halmfilter
Projektets finansiering:	VA-Forsk, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, Innovation Väst
Rapportens omfattning Sidantal: Format:	12 A4
Sökord:	Avloppsvatten, dräneringsvatten, dagvatten, kväve, reduktion, eutrofiering
Keywords:	Drain off water, sewage, nitrogen, reduction, eutrophication
Sammandrag:	Försök med halmfilter, som skall fånga upp näring från förorenat vatten. Fyra olika fasta försöksplatser med dränerings- och avloppsvatten har använts. Försöket visar att halmfilter kan reducera kvävehalten från vatten med hittills upp till 13 %.
Abstract:	Tests with straw filter have been performed, in order to clean polluted water from nutrients. Four test sites have been established with drain off and sewage water. The study show that straw filter so far can reduce the content of nitrogen with 13 %.
Målgrupper:	Kommuner, industrier och lantbruksföretag
Omslagsbild:	Uddetorpsfiltret med inlopp och utlopp. Foto: Sofia Englund, Agros
Rapporten beställs från:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2003
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Innehåll

1	Sammanfattning.....	5
2	Summary.....	5
3	Introduktion	5
4	Beskrivning av metoder och försöksplatser.....	6
4.1	Uddetorp	6
4.2	Lidköping	7
4.3	Hudene	8
4.4	Hällekis	9
5	Försöksresultat	9
5.1	Uddetorp	10
5.2	Lidköping	10
5.3	Hudene	11
5.4	Hällekis	11
6	Diskussion.....	12

1 Sammanfattning

Försök har gjorts med halmfilter, som skall fånga upp näring i förorenat vatten. Fyra försöksplatser har använts och dessa är valda för att kunna prova olika förutsättningar: ett försök med dräneringsvatten från jordbruk, ett med dagvatten, ett vid en poleringsdamm till ett reningsverk samt ett på en industritipp med extremt höga kvävehalter. Som indikator har använts totalkväveanalyser på vattnet till och från filtret. Till filtren har använts havrehalm.

Resultaten från denna studie har visat att ett halmfilter kan reducera halten av N med upp till 13 % i vatten med 2,3 ppm N-tot. Det är rimligt att anta att effekten kan förbättras genom förpreparering av halmen och förhindrande av algtillväxt i tillrinnande vatten. Försöken har visat att systemet fungerar och har givit värdefulla praktiska kunskaper för fortsatta försök. Nya försök planeras där hackad halm samt lutad halm kommer att användas.

2 Summary

Tests with straw filter have been performed in order to evaluate the effect of cleaning polluted water from nutrients. Four test sites have been established in order to test the effect on rural and urban drain off water, water from sewage plant and water from an industrial dump with high nitrogen content. Total nitrogen has been used as an indicator for efficiency. The straw used was not short cut.

The study has shown that a straw filter can reduce the N-content with 13 % in water containing 2.3 ppm N-tot. It is reasonable to assume, that the efficiency can be increased by preparing the straw and prohibit alga growth in incoming water. The tests have shown that the straw filter works and have given valuable experiences for further tests. New tests are planned with short cut straw and straw soaked in lye.

3 Introduktion

Under våren och sommaren 2003 har försök gjorts med halmfilter för rening av vatten. Avsikten är att halmfiltren skall fånga upp näringsämnen, främst kväve, från dränerings- och avloppsvatten genom att utgöra tillväxtplats för mikroorganismer

och komplettera dessas behov av energi och kolkälla. Energi är en bristvara för mikroorganismerna i dräneringsvatten, men tillgången till näring är ofta god. Halmen har en extremt låg halt av näring, främst kväve, men god tillgång till energi i form av cellulosa. Det har under 1900-talet gjorts otaliga försök med nedbrytning av halm, som visat att det måste tillföras näring från omgivningen för att mikroorganismerna skall kunna tillgodogöra sig cellulosan i halmen.

Försöket har finansierats av: VA-Forsk, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, Innovation Väst, Lidköpings Kommun, ViaCon i Lidköping, Agros i Lidköping.

4 Beskrivning av metoder och försöksplatser

Filtret är utformat som en brunn med en diameter av två meter samt en höjd av ca två meter. I brunnen appliceras en rund halmbal. Tilloppen varierar på de olika försöksplatserna. På två ställen pumpas vattnet till brunnen genom en slang, som trycks ner i halmbalen och på de två andra ställena rinner vattnet fritt till filtret och fördelas över halmen. Utlopp är arrangerat längst ner i brunnens sida. På två ställen har halmen ympats med aktivt slam från reningsverket i Lidköping.

För att få ett mått på den bakteriella aktiviteten, mäts totalkvävehalterna både vid inloppet till och vid utloppet från filtren. Det vore även intressant att mäta fördelningen mellan nitrat- och ammoniumhalterna för att bättre kunna bedöma vad som sker, men härtill räckte inte budgeten.

Alla försöksplatserna är noga utvalda och synnerligen lämpade för försöken och på alla platserna är kommun resp. företag mycket intresserade och behjälpliga med arbetet. De fyra försöksplatserna benämns efter sina geografiska placeringar.

4.1 Uddetorp

Filtret (en betongbrunn) ligger vid utloppet från en damm, som avskärmar en bäckravin. Tillflödet kommer från åkerdräneringar, skogsmark, gårdsplaner och enskilda anläggningar. Flödet varierade mellan 0–5 liter/sek, med ett normalvärde under perioden på ca 2 liter/sek. Platsen är representativ för lantbrukets avlopp.

Första analysen gjordes först efter en månad, eftersom de förväntade kvävehalterna var låga. Filtret slammade igen efter tre månader, delvis kanske beroende på att dammen nyligen bearbetats med grävmaskin. Försöket ympades med aktivt slam efter andra provtagningen. Försöket startade 28/3. Vattentemperaturen vid starten var under 10° och steg till över 15° först vid femte provtagningen.

Bild 1 visar Uddetorpsfiltret med inlopp och utlopp.



Bild 1. Filter i Uddetorp.

4.2 Lidköping

Filtret (en betongbrunn) ligger i en bäck med dagvatten, som avvattnar ett bostadsområde och ett skogsparti, och som levererar ca 300 kg kväve varje år till Lidan. Bäckens rinner genom en nyanlagd damm före filtret. Dammen som tillkom samtidigt som filtret, har den fördelen att vattenflödet blir jämnare. Flödet varierade mellan 0–20 liter/sek., med ett normalvärde på ca 2,5 liter/sek under försöksperioden.

Genomströmningen i filtret fungerade tillfredsställande, men efter en tid slammade halmbalen igen av järnslam. Detta var väntat, men jag antar att järnslammet i framtiden kommer att fällas ut i den nyanlagda dammen som ligger före filtret. För att initiera en snabb start på försöket ympades halmen med aktivt slam från reningsverket i Lidköping. Ympningarna gjordes i anslutning till provtagningstillfällena med tre liter per tillfälle. Försöket startade 9/5. Temperaturen i vattnet var 10° i starten och steg sedan till över 15°.

Bild 2 på Lidköpingsfiltret tagen nerifrån. Den kulvert som leder vattnet från dammen till filtret, mynnar ca 10 meter bortom filtret.



Bild 2. Filter i Lidköping.

4.3 Hudene

Filtret (en stålbrunn) står vid en poleringsdamm efter ett litet reningsverk. I dammen är placerat en pump, som matar filtret med konstant flöde på 1,4 Liter/sek via en slang som trycktes ner i halmbalen. Platsen är väl lämpad för försök med avloppsvatten. I dammen var algkoncentrationen hög under hela försöket, men tidigare analyser har visat att kvävehalterna i dammens utlopp är lika höga som i dess inlopp. Någon bakterieympning gjordes inte, eftersom filtret matades från en damm i direkt anslutning till ett reningsverk. Försöket startade 6/5. Vattentemperaturen var vid starten ung. 10° och steg mot slutet till 20°.

Bild 3 visar stålbrunnen i Hudene. Matningen sker med slang, som syns till höger. Utloppet går till vänster (syns inte) och ut i ett avlopp som mynnar i Nossan.



Bild 3. Stålbrunn i Hudene.

4.4 Hällekis

Filtret (en betongbrunn) står på en industritipp vid en damm, som utgör tippens nedersta punkt. Materialet i tippen är mycket genomsläppligt, varför vattennivån inte ändrar sig nämnvärt. I dammen har placerats en pump, som matar filtret med 0,5 l/sek via en slang, som trycktes ner i halmen. Försöksplatsen är intressant med sin extremt höga kvävehalt. Någon bakterieympning gjordes inte. I dammen från vilken vattnet togs, pågick hela tiden en ymnig algbloomning. Försöket startade 24/6. Vattentemperaturen var över 15° under försöket.

Bild 4 visar halmfiltret i Hällekis. Stegen står för att möjliggöra provtagning på inloppsvattnet. Matningen sker med slang från en pump i dammen. Utloppet på baksidan mynnar en bit bortom filtret på området.



Bild 4. Halmfilter i Hällekis.

5 Försöksresultat

Tabellerna visar ”dag nr” som antal dagar från start. Startdagen angavs i texten ovan. ”Tillrinnande” och ”Från rinnande” avser prov tagna vid filtrets inlopp resp. dess utlopp. Reduktionen av kväve anges som procentminskning av tot-N halten vid utloppet i förhållande till inloppet. *Om man räknar på halmens C/N kvot, har en halmbal en teoretisk förmåga att samla upp ca 20 kg N,*

5.1 Uddetorp

Värdena på kvävenivån var lägre i detta försök än på de övriga. Reduktionen av kvävehalten blev 3–13 %. Vid alla mättillfällena var halten kväve lägre vid utloppet än vid inloppet.

Tabell 1. Kvävereduktion.

Prov nr.	Dag nr.	Tillrinnande	Frånrinnande	% minskning
1	32	1,8	1,7	5,6
2	46	5,2	4,8	7,7
3	51	2,3	2,0	13,0
4	57	2,7	2,5	7,4
5	64	3,9	3,8	2,6
6	72	1,3	1,2	7,7

Med ett flöde på 2 l/sek och en N-halt på 4 ppm och 7 % reduktion, blir reduktionen av kväve 18 kg N/år. Driftskostnaderna för ett filter utgörs av halm och maskiner för byte. Två halmbyten per år, med en kostnad per halmbal på 100:– samt 100:– för maskin till byte (traktor med frontlastare) ger en årskostnad på 400:–. I detta fall har kostnaderna för ett lantbruk redovisats i överkant, då halmen ofta saknar alternativvärde. Värdet av det uppsamlade kvävet uppgår till ca 10 kr/kg N. *Kostnaden för att ta bort ett kilo N blir då 12:–.*

5.2 Lidköping

Reduktionen av kväve kom igång efter ett par veckor. Halterna var i genomsnitt något högre här än i Uddetorp. Vid starten var halmen möjlig, vilket resulterade i att vattnet mörkfärgades vid passagen av halmen. Detta kan vara orsaken till att kvävehalten var högre vid utloppet än inloppet vid första provtagningen. Vid de senare mätningarna visade halmfiltret en reduktion av kvävehalten med 5–9 %.

Tabell 2. Kvävereduktion.

Prov nr.	Dag nr.	Tillrinnande	Frånrinnande	% minskning
1	3	2,7	4,4	–63
2	10	4,3	4,3	0
3	17	6,4	6,1	4,7
4	25	3,4	3,1	8,8

Med ett normalflöde på 2,5 l/sek och en N-halt på 4 ppm och 5 % reduktion, blir reduktionen av kväve 16 kg N/år. Två halmbyten per år, med en kostnad per halmbal

på 150:– samt 250:– för maskin till byte (traktor med frontlastare) ger en årskostnad på 800:–. Om värdet på det uppsamlade kvävet beaktas, *blir kostnaden för att ta bort ett kilo N 40:–.*

5.3 Hudene

Provtagning var besvärlig, varför jag ändrade utloppet vid fjärde provtagningen. Detta kan ha resulterat i att avlagringar från utloppsroret hamnat i provet? Prov nummer 1 och 5 visade en reduktion, och övriga oförändrat innehåll av kväve efter passagen genom filtret.

Tabell 3. Kvävereduktion.

Prov nr.	Dag nr.	Tillrinnande	Frånrinnande	% minskning
1	3	12	11	8,3
2	7	12	12	0
3	10	12	12	0
4	14	12	13	–8,3
5	20	13	11	15,4
6	28	17	17	0

5.4 Hällekis

Halterna var mer än 100 gånger högre här än i de andra försöken. Med ett pumpflöde på 0,5 l/sek och 900 ppm, skulle ett ton N passera filtret på en månad. Det förefaller som om filtret mättats efter ett par veckor. Vid prov tagna vid tre och sex dagar hade kvävehalten reducerats med 7,1 resp. 2,4 %. En reduktion med 5 % innebär att 20 kg N tas upp av halmen på knappt två veckor, varefter det skulle vara fullt. Detta tycks ha visats av försöket.

Tabell 4. Kvävereduktion.

Prov nr.	Dag nr.	Tillrinnande	Frånrinnande	% minskning
1	1	750	760	–1,3
2	3	840	780	7,1
3	6	850	830	2,4
4	14	980	1020	–4,1
5	20	1000	970	3
6	28	910	910	0

6 Diskussion

Försöksplatserna är mycket väl lämpade med hela spektret av förorenat vatten. Anläggningarna är dessutom permanenta och lätt tillgängliga för byte av halm och provtagning. Vid alla platserna får jag hjälp med maskiner för halmbyte.

Halterna av kväve på ingångsvattnen varierade med över 200 ggr mellan försöksplatserna. Vid den höga halten i Hällekis blev filtret överbelastat inom två veckor, men vid de låga halter som rådde vid Uddetorp och Lidköping, blev effekten stabil över hela perioden med 3–13 % reduktion. Ett filter kan teoretiskt ta upp ca 20 kg N.

Halmen som användes vid försöken var havrehalm, som inte skurits eller rivits. Tillgängligheten till cellulosan är därmed begränsad, eftersom stråna har hög ligninhalt. Vid de nedbrytningsförsök som nyligen gjorts vid SLU i Skara av Sunita Hallgren i såväl fält som laboratorium, visade det sig att halmen måste vara sönderdelad för att nedbrytningen skall ske i rimlig tid. Detta framgår också av andra försök beskrivna i litteraturen. Halmbalarna från alla fyra försöken visade dock tydliga tecken på stark nedbrytning.

Beträffande alghalten i vattnet som rann till filtren, var den mycket hög i Hudene och Hällekis. Enligt litteraturen är många alger mycket svårnedbrytbara för bakterier. I fortsatta undersökningar skall detta beaktas. Ett sätt är att starta försök på hösten, då solinstrålningen är låg.

Vid nästa försöksomgång avser jag att använda riven halm. Vid rivningen ökar angreppsytan för bakterierna mångfaldigt. Jag önskar även att prova med lutad halm. Vid lutningen bryts ligninet ner och lut efterlämnar inga för naturen besvärande rester.

Det är troligt att halmfilter kommer att bli ännu effektivare när cellulosan gjorts bättre tillgänglig för bakterierna och vi lärt oss mer om hur alghalten interfererar. När halmfiltren fungerar till min belåtenhet med minst 20 % reduktion av kvävehalten, får vi tillgång till en billig metod att rena vattendrag från övergödning och dessutom återföra denna näring till åker där den hör hemma.



Box 47607 117 94 Stockholm

Tfn 08-506 002 00

Fax 08-506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se