

# Analysmetoder för fastställande av 60 spårelement i klosettvatten

CHRISTINA JOHANSSON OCH SVEN-ERIK SVENSSON

*Klosettvatten är en bra växtnäringskälla vid odling av energi- och fodergrödor, med kvalitet motsvarande nötflytgödsel ur växtnärings- och tungmetallsynpunkt. Genom att välja en kraftigare uppslutningsmetod, vätefluorid och salpetersyra, i kombination med matrisseparering, kan cirka 48 spårelement kvantifieras istället för ett tjugotal med dagens konventionella metoder.*

## Avlopp som växtnäringskälla?

Klosettvatten kommer från en eller flera toaletter anslutna till en sluten avloppstank. Det vi vanligtvis kallar avloppsvatten är spillvatten från hushållen med inblandning av andra avloppsprodukter som industriellt avloppsvatten eller dagvatten i kombinerade avloppssystem. Avloppsvattnets och avloppsslammets sammansättning speglar den kemikalieanvändning som förekommer i samhället. Klosettvatten är generellt mindre förorenat än avloppsvatten, men något mer än de direkta utsöndringsprodukterna från kroppen.

Avloppsprodukter är värdefulla växtnäringskällor, men kan vara förorenade, vilket hindrar användning på produktiv åkermark. Livsmedelsbranschen ställer därför krav på att riskerna minimeras genom exempelvis begränsningar vid användning, certifiering m.m. Spårelement, och då särskilt metaller, ackumuleras i marken. Av den anledningen finns restriktioner för metallerna bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink, vid användning av slam på åkermark (SNFS 1994). På senare tid



Leverans av klosettvatten inför provtagning

har det även diskuterats restriktioner för silver och tenn i slam (Naturvårdsverket 2010).

## Ny analysmetod

I en nyligen genomförd studie vid SLU i Alnarp har tre svenska laboratorier tagit fram förslag till probbearbetning och analys av 60 spårelement i klosettvatten (Johansson & Svensson 2012). Ett av laboratorierna har föreslagit en modifierad metod för avloppsslam, vilken ger bäst möjlighet att kvantifiera spårelement i klosettvatten. De 48 spårelementen som gick att kvantifiera i studien anges i tabell 1.

Med den metod för klosettvattenanalys som vanligtvis erbjuds vid de kommersiella laboratorierna, uppslutning i

7 M salpetersyra och analys med ICP MS<sup>1</sup> eller ICP SMS<sup>2</sup>, finns det möjlighet att kvantifiera<sup>3</sup> ett tjugotal spårelement. Endast ett fåtal laboratorier erbjuder analys av fler spårelement. Genom att välja en kraftigare uppslutningsmetod med vätefluorid i kombination med salpetersyra kan 45 spårelement kvantifieras. I kombination med matrisseparering erhålls ytterligare 3 stycken.

För det analyserade klosettvattenprovet i projektet krävdes två olika matrissepareringar; en för ädelmetaller och en för sällsynta jordartsmetaller. Vid matrisseparering är det inte säkert att halterna analyserade ämnen ökar i provet, däremot sänks normalt detektionsgränsen då störande ämnen avlägsnas. Om matrisseparering tillämpas, kan kvanti-

<sup>1</sup>ICP MS = inductively coupled plasma mass spectrometry.

<sup>2</sup>ICP SMS = sector field inductively coupled plasma mass spectroscopy

<sup>3</sup>Mäta och erhålla mätvärde

Tabell 1. Klosettvattnets kvalitet – ett prov från 12 fastigheter med sluten avloppstank

Spårelement i mg per kg P							
	Lab. 1	Lab. 2	Lab. 3		Lab. 1	Lab. 2	Lab. 3
	HNO <sub>3</sub> +HF	7M HNO <sub>3</sub>	7M HNO <sub>3</sub>		HNO <sub>3</sub> +HF	7M HNO <sub>3</sub>	7M HNO <sub>3</sub>
Ag	1,2	3,8		Nd	1,9		
As	77	96	69	Ni	135	200	76
B	3846	3600	2903	Pb	29	50	18
Ba	769	1080	629	Pr	0,8		
Bi	0,2	12		Rb	2692	3000	2419
Cd	7,7	8,6	40	Re	0,1		
Ce	3,8	11	2,1	Sb	3,1	7,4	
Co	13	20		Sc	0,4		
Cr	38	82		Se	19		
Cs	9,6	9,4	7,9	Sm	0,4		
Cu	2500	2600	726	Sn	192	172	71
Dy	0,2			Sr	3077	3200	2581
Er	0,2			Tb	0,1		
Ga	0,6		16	Th	0,4		
Gd	0,2			Ti	385		
Hf	0,2			Tl	0,8		
Hg	1,3		1,8	Tm	0,02		
Ho	0,1			U	15		6,6
La	1,9			V	19	38	13
Li	38	44		W	1,5	5,8	
Lu	0,04			Y	1,9		
Mn	1731	2000	1371	Yb	0,1		
Mo	115	118	40	Zn	9615	9000	4355
Nb	0,2			Zr	7,7		

fieringsgränsen sänkas uppskattningsvis 20 - 50 gånger jämfört med direktanalys med ICP-SMS efter uppslutning i en blandning av salpetersyra och vätefluorid. Vad vi känner till, så finns det endast ett kommersiellt laboratorium i Sverige som kan erbjuda den kraftigare uppslutningsmetoden och matrisseparering. Några ackrediteringar för dessa metoder finns för närvarande inte.

De 12 spårelementen guld, beryllium, europium, germanium, indium, iridium, palladium, platina, rutenium, rhodium, tantal och tellur har inte kun-

nat kvantifieras med någon tillgänglig metod. Det återstår att avgöra om detta är nödvändigt, eller om det räcker att konstatera att halterna ligger under en mycket låg kvantifieringsnivå.

### Klosettvattnets kvalitet

För att preliminärt bestämma klosettvattnets kvalitet har ett samlingsprov från 12 enskilda avlopp med sluten avloppstank i Lunds kommun analyserats med avseende på de 60 spårelementen. Laboratorium 1 har använt den kraftigare metoden i kombination med matrisseparering. La-

boratorium 2 och 3 har använt rutinmässiga metoder som används för analys av avlopps- och miljövattnen.

Utöver analys av spårelement har samma prov också analyserats på växtnäring som totalkväve, ammoniumkväve, kalium och fosfor, samt pH och TS-halt. Studien visar att växtnäringsinnehållet i provet ligger på cirka 10,9 respektive 2,5 kilogram per kilogram fosfor för totalkväve, ammoniumkväve och kalium. Metallinnehållet i klosettvattnetsprov relativt fosforinnehållet är lågt. Det ligger mellan 1 och 33 % av föreslagna gränsvärden för avloppsslam enligt Naturvårdsverket (2010), med de högsta värdena för zink, tenn, kadmium och koppar. Provets pH-värde ligger i genomsnitt på 7,6 och TS-halten på cirka 1,8 gram per liter.

### Referenser

- Johansson, C & Svensson, S-E (2012). Halter av 60 spårelement i klosettvattnet för fastställande av klosettvattnets kvalitet – Förstudie. Rapport nr 2012:05. Svenskt Vatten Utveckling. [http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport\\_2012-05](http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2012-05)
- Naturvårdsverket (2010). Uppdatering av "Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp". Redovisning av regeringsuppdrag 21.
- SNFS (1994:2). Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Statens naturvårdsverks författningssamling.

### Faktaruta

- Faktabladet är utarbetat inom LTJ-fakultetens Område Agrosystem, SLU Alnarp. [www.slu.se/agrosystem](http://www.slu.se/agrosystem)
- Svenskt Vatten Utveckling (SVU) (projekt nr 10-132) samt REVAQ har finansierat projektet "Halter av 60 spårelement i klosettvattnet för fastställande av klosettvattnets kvalitet – Förstudie" som ligger till grund för detta Faktablاد.
- Författare: Christina Johansson, Utredningar och Dokumentation [christina.johansson63@gmail.com](mailto:christina.johansson63@gmail.com) och Sven-Erik Svensson, Område Agrosystem, SLU Alnarp, [sven-erik.svensson@slu.se](mailto:sven-erik.svensson@slu.se)
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablاد hämtas elektroniskt.