
Inarbetning av vattenverks-
slam i åkermark -
tillverkning av anläggningsjord
Delrapport 1: 1998-1999-03-31

**Inarbetning av vattenverksslam
i åkermark
- tillverkning av anläggningsjord**

Delrapport 1: 1998 - 1999-03-31

Johanna Blomberg, Stockholm Vatten AB

Rapport Nr 16, april 1999

Förord

Våren 1998 startades ett försök med att inarbeta vattenverksslam i åkermark vid Norsborgs vattenverk. Tanken är att få en anläggningsjord som en slutprodukt. Enligt den ursprungliga planen skall försöket pågå under minst tre år (t o m 2001). Denna delrapport inkluderar resultat och händelser för perioden 1998 – 1999-03-31.

Stockholm i vårsolen, 9 april 1999

Johanna Blomberg, Projektledare

Innehållsförteckning

Förord	2
Innehållsförteckning	3
1. Bakgrund	4
1.1 Syfte	4
1.2 Projektorganisation.....	4
2. Beskrivning av inarbetsområdet.....	5
2.1 Geoteknisk undersökning.....	5
3. Försöksupplägg.....	5
3.1 Inarbetsytorna	5
4. Resultat och händelser.....	6
4.1 Slamavvattning.....	6
Lovö - 1998.....	6
Norsborg - 1999	6
4.2 Slamspridning	6
Val av slamspridare (1998).....	6
Slamgiva och spridningsarbetet (1998)	8
Fältarbete.....	8
4.3 Provtagning och analysresultat	9
Grundvatten.....	9
Jord.....	10
Slam.....	12
5. Myndighetskontakter.....	13
6. Samråd.....	14
7. Ekonomi.....	14
8. Referenser.....	15

Bilaga A: Geoteknisk undersökning

Bilaga B: Grundvattenanalyser

Bilaga C: Kompletterande geoteknisk undersökning (CPT-sondering)

Bilaga D: Jordanalyser

Bilaga E: Slamanalyser

Bilaga F: Delegationsbeslut §168 från Miljöförvaltningen

Bilaga G: Teknisk granskning av EDAFOS AB

1. Bakgrund

I beredningsprocessen av dricksvatten genereras årligen ca 1800 ton ts kemsлам vid Stockholm Vattens vattenverk. Vattenverkssлам utgörs till ca. 50 % av aluminiumhydroxid och till 50 % av utfällt organiskt material, främst humus. Idag sker ingen behandling av slammet utan det släpps ut till Mälaren. Enligt ett beslut fattat av Stockholm Vattens styrelse skall dock slamfrågan vara löst till år 2000.

Vattenverkssлам har inte samma värde ur näringssynpunkt som biomull och av den anledningen inte lika attraktiv som gödselmedel för jordbruket. Att inarbeta vattenverkssлам för att tillverka jord är däremot en intressant teknik som har flera miljömässiga fördelar. En annan fördel är att det finns outnyttjade brukningsbara ytor för ändamålet i Stockholm stads ägor. Omfattande försök med inarbetning av biomull har gjorts under 1990-talet i Halmstad och Malmö (NV R 4823) med positivt utfall. En förstudie för Stockholm Vattens del (R. nr 3 jan 1998) visade att intresset och marknaden troligen är större för en jordprodukt som kommer från inarbetning av vattenverkssлам än biomull p g a ett lägre näringsinnehåll.

1.1 Syfte

Erfarenheter med inarbetning av vattenverkssлам i stora givor på jordbruksmark är få vilket är anledningen till att ett försök påbörjades under 1998 vid Norsborgs vattenverk. Syftet med försöket är att utvärdera om metoden är lämplig för vattenverkssлам i stor skala med hänsyn till miljö, teknik och ekonomi samt att slutprodukten uppfyller de krav som ställs på en anläggningsjord. Särskilt intressant är att ta reda på den maximala års- och totalgivan, spridningstidpunkt, spridningsteknik, bearbetningsteknik, slutprodukten kvaliteten samt miljöpåverkan. I största möjligaste mån kommer resultat från inarbetningsförsöken med biomull i Malmö utnyttjas. Föreliggande försök är ett flerårsprojekt men ambitionen är att utvärdera metodens tillämpbarhet redan efter tre år (vilket delvis påverkar utvärderingen av totalgivan i denna etapp).

1.2 Projektorganisation

Hösten 1997 organiserades pågående och planerade arbeten med vattenverkssлам i ett samordningsprojekt med fem underprojekt. På grund av att inarbetningsförsöket tillkom i efterhand (våren 1998) så ingår det formellt inte i samordningsprojektet utan styrs enligt en egen tidplan och projektorganisation som framgår av tabell 1.

Tabell 1. Projektorganisation

Projektägare	Jan Ekvall, DN
Styrgrupp	Bengt-Göran Hellström, MP, Bertil Johansson, DAU, Ulf Eriksson, DLC Jan Ekvall, DN
Projektledare	Johanna Blomberg, MP
Arbetsgrupp	Johanna Blomberg, MP, Olle Svedberg, DL, Lennart Qvarnström, MB, Johan Åkerlind, Sturehov, Kai Härnlund, DNK, Tord Jern, DNK, Jarmo Alaverronen, DNK
Lantbruksgrupp	Lennart Qvarnström, MB, Johan Åkerlind, Sturehov, Nils-Olof Nilsson, Fågelsta, Yngve Eriksson, Lorentsberg, Henrik Pettersson, Ladvik, Mikael Pettersson, Bergaholm
Referensgrupp/kontakt-personer	Birgit Öster, DAS, Lars Danielsson, Hushållningssällskapet i ABC-län, Thord Ohlsson, EDAFOS AB, Peter Nilsson, VA-teknik & Vattenvård, Lars Henriksson, J&W, Johan Ekblom, TZ

2. Beskrivning av inarbetningsområdet

Inarbetningsförsöken är placerade i omedelbar anslutning till Norsborgs vattenverk (Botkyrka kommun), på en befintlig jordbruksmark (ca 14 ha) som legat i träda sedan 1990. Försöksytorna är placerade i den nordöstliga delen av området (se översiktskarta i bilaga A:5). Totalt omfattar försöket ca 3 600 m² (0,36 ha), varav ca 3100 m² är inarbetningsyta.

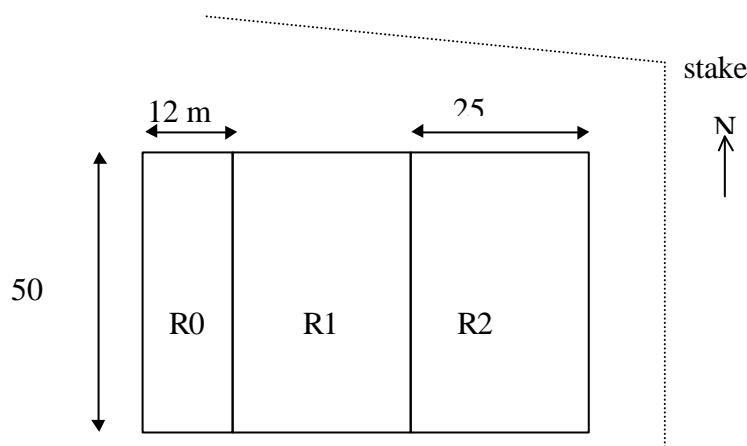
2.1 Geoteknisk undersökning

I april 1998 genomfördes en geoteknisk undersökning av området. Undersökningen visade att jorden utgörs överst av ca 0,4 m lerig mulljord ovan ett ca 0,4-1,2 m tjockt lager av torrskorpelera innehållande siltskikt. Därunder följer flera olika varierande skikt av lera, silt och sand som med ökat djup övergår till större andel friktionsjord (silt och sand). I två punkter installerades 4 st PEH-rör med en meter slits för bestämning av grundvattenytan samt för vattenprovtagning. Två rör är nedförda till grundvattenförande jordlager och två är installerade ytligt. För ytterligare detaljer, se bilaga A.

3. Försöksupplägg

3.1 Inarbetningsytorna

Försöksytorna med slamspridning, 2 st, är vardera 25 x 50 m² (1250 m²) och en tredje yta á 12 x 50 m² (600 m²) utgör referensyta (figur 1). Mellan testytorna har lämnats en frizon på fem meter för att undvika överlappning. Tanken från början var att sprida lika stor giva per år och testruta men att dela upp slamgivan mellan två spridningar, vår- och höst, på den ena rutan (R2) och bara sprida vid ett tillfälle på den andra (R1). Med hänsyn till slamlagring är det nämligen önskvärt att sprida slammet vid fler än ett tillfälle per år. Men ur praktisk synpunkt för själva försöket var detta inte genomförbart och istället har spridning hittills skett endast en gång per år och yta: 100 ton ts/ha på R2 och 200 ton ts/ha på R1. Det är tänkt att upprepa spridningen t o m år 2001. Spridningsschemat framgår av tabell 2.



Figur 1. Schematisk skiss över försöksytorna.

4. Resultat och händelser

4.1 Slamavvattning

Lovö - 1998

Slam till första årets spridning hämtades från Lovö vattenverk. Avvattningen skedde i en inhyrd centrifug (NOXON NX10-10 m³) under perioden juni-augusti. Det avvattnade slammet transporterades till Norsborg med lastbil (Sellbergs). Inkommande slamflöde (3-4 % TS) låg på 2,5 m³/h. TS-halten uppgick till 18-20 % och det krävdes mellan 8-10 kg polymer/ton TS (olika polymerer testades). Resultaten från körningarna finns väl dokumenterade i rapporten R nr 22 aug 1998.

Norsborg - 1999

Slam till 1999-års spridning skall avvattnas på Norsborg i en Alfa Laval NX 4000 (20 m³) lånad från Bromma reningsverk. Det är tänkt att avvattna merparten av Östra verkets slamproduktion under ca åtta veckors tid (v.9-v.16). Avvattningen pågår i skrivande stund. Inkommande slamflöde till centrifugen (2,5-3 % TS) ligger på 6 m³/h. TS-halten på det avvattnade slammet uppgår till 17-19 % och det åtgår mellan 6-8 kg polymer/ton TS (Zetag 59).

4.2 Slamspridning

Val av slamspridare (1998)

Den *första slamspridaren* som testades kom från Himmerfjärdens reningsverk, där den tidigare hade använts för att sprida ut biomull på åkermark. Spridaren hade sluttande väggar och två stora skruvar i botten för frammatning av slammet till en roterande skiva som slungade ut det. Provförsök med vattenverksslam visade att det "hängde sig" i vagnen. Den spridaren övergavs efter testet.

Den *andra spridaren* hyrdes av lantbrukarna i trakten (kontaktperson: Henrik Pettersson, NON Farmartjänst, Södertälje). I figur 2 finns tre foton på spridaren. Spridaren var av rysk modell och mycket rejäl (gjord av stål/järn). Väggar var vertikala och i botten löpte dubbla band med ribbor. Själva spridaraggregatet bestod av dubbla och inställbara valsar. Denna spridare fördelade slammet mycket jämnt och fint ($\varnothing < 30$ mm) över markytan. Den kan enligt uppgift lastas med upp till 12 ton (vi lastade ca 8 ton = fyra skopar). Dessvärre gick spridaren sönder vilket, enligt mekanikern (lantbrukaren Olle Nilsson), berodde på att stenar hade kilats fast i valsarna. Stenar hade hamnat i slammet i samband med lagringen. Detta inträffade när ca $\frac{3}{4}$ av slammet var utlagt.

Vid 1999 års spridning kommer den ryska spridaren (numera lagad) att användas och det är Olle Nilsson som kommer att sköta spridningsarbetet.



Figur 2. Den ryska stallgödselspridaren fungerade mycket bra.

Den tredje spridaren lånades från en lantbrukare på Lovön (kontaktperson: Johnny Edvardsson, Lovö vattenverk) i all hast. Bilder på spridaren finns i figur 3. Denna var betydligt mindre och rangligare än den ryska men fullt användbar. Botten och väggar var gjorda av trä. Väggar var vertikala och i botten löpte ett enkelt band med ribbor. Själva spridaraggregatet bestod av dubbla och inställbara valsar försedda med smala skovlar. Vagnen fylldes med endast en (1) skopa åt gången (ca 2 ton). Denna spridare fördelade slammet ojämnt över markytan och med vid spridningsvinkel; slammet slungades ut åt alla håll, såväl bakåt som framåt. Det senare resulterade i att bakrutan på traktorn gick sönder på grund av en sten.



Figur 3. Den lilla stallgödselspridaren fungerade hyfsat bra.

Slamgiva och spridningsarbetet (1998)

Under 1998 fick vi ut ca 75 % av den önskade givan vilket är tänkt att kompenseras i samband med 1999-års spridning (se tabell 2). Slamspridningen år 1998 sköttes av vattenverkets personal med verkets traktor och inhyrd spridare. Sammanlagt påfördes ca 100 respektive 50 m³ avvattnat slam (medelhalt på 19 % ts) på R2 respektive R1. Detta motsvarar ca 8 respektive 4 cm lager med slam. Bortsett från missödet med slamspridaren (se ovan) så tog spridningsarbetet ca två arbetsdagar. I början var det inga problem att sprida ut slammet men efterhand fick traktorn allt sämre grepp med hjulen. Tillslut var inte marken åkbar, utan vagnen fick lastas på plats (på åkern) av hjullastaren och spridningen skedde sporadiskt. Så länge det gick att köra spreds dock slammet ut jämnt över ytorna. Att traktorn slirade berodde på att den var försedd med fel däck, ej anpassade för jordbruksarbeten.

Tabell 2. Spridningsschema för försöksytorna.

	År 0		År 1		År 2		År 3	
	1998		1999		2000		2001	
	vår	höst	vår	höst	vår	höst	vår	höst
R 0	-	0	0	-	0	-	0	-
R 1	-	150 ¹	250 ¹	-	200	-	200	-
R 2	-	75 ¹	125 ¹	-	100	-	100	-

1) Under 1998 fick vi ut endast 75 % av den tänkta givan vilket är tänkt att kompensera under 1999.

Fältarbete

Markbearbetning i form av plöjning, tallriksredskap (se figur 4) och harvning utfördes av Johan Åkerlind, Sturehof (se tabell 3). Det var bitvis svårt att få ned plogen tillräckligt djupt p g a att marken hade legat i träda sedan 1990 samt att den var ganska torr (trots det dåliga sommarvädret!). Det kletiga slammet gjorde inte saken bättre. Utöver detta gick samtliga moment bra. Tidsåtgången uppgick till ca 2 h per moment, inklusive skifte av redskap som tog mest tid. Slammet var ej synligt med blotta ögat efter plöjning. Marken innehöll en hel del ogräs, framförallt kvickrot, p g a trädan. Eventuellt kan det bli aktuellt att behandla ytorna med bekämpningsmedel dock inte under 1999. Mekanisk bearbetning kan avlägsna rotoogräs.

Yngve Eriksson, Lorentzberg, sådde samtliga tre ytor den 7:e september med höstvetet. Det var för sent på säsongen för att så gräs av något slag (som det var tänkt från början). Höstvetet hann etablera sig innan vintern kom, uppskattningsvis 5-10 cm.



Figur 4. Plöjningsmomentet (till vänster) och tallriksredskapet (till höger).

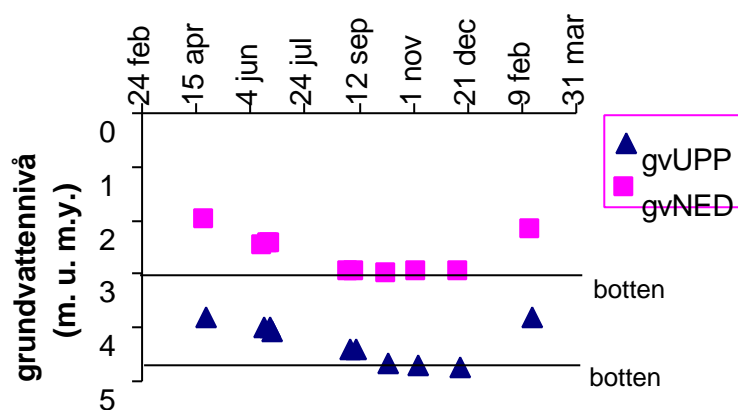
Tabell 3. Utförda åtgärder på inarbetningsytorna under 1998-1999.

1998		1999	
Datum	Åtgärd	Datum	Åtgärd
April 28	Geoteknisk undersökning	Mars 01-April 23	Avvattning Norsborg
Maj 18	Provtagning Jord		
Juni 16	Gräset slaget		
Juni 23-24	Provtagning Grundvatten		
Juni 02-Aug 07	Avvattning Lovö		
Aug 24-26	Slamspridning Provtagning slam		
Aug 27	Plöjning & Tallriksredskap		
Sept 04	Harvat		
Sept 07	Sådd (höstvet)		
Sept 09	Provtagning Grundvatten (1 av 2 rör sinat)		
Dec (v.50)	CPT-sondering		

4.3 Provtagning och analysresultat

Grundvatten

I det ursprungliga kontrollprogrammet var det tänkt att följa upp grundvattnets kvalitet i de två grundvattenrören (uppströms=referens och nedströms=eventuell påverkan från inarbetningsytorna). Redan efter två månader började dock vattennivån sjunka i rören. Vid referensprovtagningen i juni gick det bara att få upp ca 1,3 L (gvUPP) respektive 0,8 L (gvNED) vilket är i underkant för att analysera metaller, näringsämnen samt vanliga fys/kemparametrar. Vid efterföljande provtagning i början av september hade gvNED sinat helt och vattennivån i gvUPP hade sjunkit ytterligare ($V=0,5$ L). Samtliga nivåmätningar i grundvattenrören finns presenterade i figur 5. Som synes av figuren var båda rören tomma under perioden oktober-januari.



Figur 5. Grundvattennivån (meter under markytan) i grundvattenrören uppströms (referens)=gvUPP samt nedströms=gvNED inarbetningsytorna under perioden april 1998-februari 1999.

Det uppumpade vattnet var grumligt p g a små, fina partiklar (av ler/silt). Enligt Naturvårdsverkets handbok "Provtagning av grundvatten och jord" bör prover för metallanalys filtreras i fält p g a att metaller har en tendens att fällas ut på partiklar (och

flaskväggar). Detta var dock inte möjligt med den tillgängliga provtagningsutrustningen. Istället filtrerades proverna på lab med 0,45 µm filter. Analys skedde på såväl ofiltrerade som filtrerade prov samt systemblankprov (dest.vatten som hanteras på samma sätt som övriga prov förutom filtrering=bakgrundsstörning), filterblankprov (ultrarent vatten som filtrerats) och ultrarent vatten. Analysresultatet från referensprovtagningen och provtagningen i september i gvNED finns tabellerade i bilaga B. Konklusionerna var följande:

- gvUPP d v s referensen uppvisade högre värden än gvNED på TOC, konduktivitet, klorid, kväve, Zn, Ni, Mn, Cd men vice versa på fosfor, Cr, Cu och Pb.
- Filtrerade prov gav generellt lägre metallhalter än ofiltrerade med undantag för Cd som ökade markant (sannolikt p g a kontamination vid filtreringsmomentet)
- Systemblankproverna uppvisade förhöjda värden på Zn, Pb och Fe jämfört med filtrerade prov (sannolikt p g a partiklar från provtagningsutrustningen)
- Cd-halten var högre i filtrerat ultrarent vatten jämfört med icke filtrerat

Kvalitetsskillnaden mellan gvUPP och gvNED tyder på att det inte är "samma" vatten i de två rören, d v s att vattenföringen sker i olika lager. Efter samråd med J&W, som satte ned grundvattenrören, genomfördes en kompletterande geoteknisk undersökning, en sk CPT-sondering (Cone Penetration Test) i december 1998. Utifrån undersökningen (bilaga C) bedömde J&W det svårt att följa upp grundvattenkvaliteten på ett konventionellt sätt, m h a grundvattenrör och brunnar, på grund av markens heterogenitet (varvat med lera, silt och sand). De trodde dock att vattnet kunde följas upp m h a avskärande diken i kombination med flera grundvattenrör. De påpekade dock att metoden inte är någon "standard metod" och att det inte går att garantera provtagning av "rätt" vatten. På grund av osäkerheten att hitta "rätt" vatten samt risken för kontaminering i samband med provtagning och provhantering (se ovan) valde vi att avstå från grundvatten-provtagningen. Istället kommer enklare massbalansberäkningar baserade på jord- och slamanalyser att tillämpas vid utvärderingen.

Jord

Under 1998 gjordes en (1) jordprovtagning, referensprovtagning, i maj (se tabell 3). Provtagningen genomfördes av Hushållningssällskapet (kontaktperson: Lars Danielsson) med en för ändamålet avsedd jordprovtagare (märke: Nitrat-Raupe). Proverna delades in i tre nivåer: 0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm. Den översta nivån representerar det markbearbetade matjordsskiktet. Samtliga prov delades upp i dubbelprov. Proverna frystes in direkt efter provtagning. I fryst tillstånd skickades proverna (enkelprov) ned till Kristiansstad och Agro Lab för analys. Samtliga analysprotokoll finns i bilaga D. I tabell 4 finns en sammanställning av medelvärdet för R0-R2: s jordanalyser i nivå 0-30 cm och 30-60 cm. I tabellen ingår även medelvärdet för metallhalter i svensk åkermark (hämtat från NV R 4778) som referens. Vidare har även metallhalter och halten organiska miljöfarliga ämnen i vattenverksslamm som inarbetades 1998 tagits med (se även tabell 5).

Kornstorleksanalyserna visar att jorden är mycket lerrik, närmare 50 % är <0,002 mm (se bilaga D:4-9). Enligt MARK-AMA får en anläggningsjord inte innehålla mer än 15 % ler. Med största sannolikhet kommer slutprodukten från detta försök inte uppfylla MARK-AMA:s krav vad gäller mekanisk analys. Detta måste man ta hänsyn till vid val av inarbetningsytor i full skala.

Metallhalterna i den opåverkade inarbetningsjorden är generellt högre jämfört med medelvärden för en normal svensk åkermark (se tabell 5). Jämfört med medelhalter för Södermanlands län så är skillnaden inte lika stor men likväl högre. Om man jämför metallhalterna i den opåverkade jorden med uppsatta riktvärden för anläggningsjord (enligt Gatu- och fastighetskontoret i Stockholm) och förorenad mark (enligt NV nr 4638) så ligger halterna med god marginal under dessa (tabell 6).

Tabell 5a. Sammanställning av analysresultat (näringsämnen, kemiska och fysikaliska parametrar) i jord för referensprovtagningen 1999-05-18. Halterna är medelvärden från de tre inarbetningsytorna.

Parameter	Enhet	Jord 0-30 cm Medel (R0-2)	Jord 30-60 cm Medel (R0-2)
<i><u>Blandat</u></i>			
pH		7,0	7,5
Ledningstal (Lt)		1,0	1,3
Klorid-SPW	mg/l	5,0	5,0
CaO	% av TS	1,0	1,9
S2 (Kval.) sulfid	i e	ej påvisbar	ej påvisbar
<i><u>Näringsämnen mm</u></i>			
P-AL	mg/100g	19,0	6,7
K-AL	mg/100g	36,3	29,3
Mg-AL	mg/100g	18,3	29,3
Ca-AL	mg/100g	443,3	1030,0
Tot-C	%	1,6	0,8
S-HNO3	mg/kg ts	290,0	186,7
Bor, B	mg/kg	0,7	0,5
Tot-P	mg/kg ts	796,7	566,7
Tot-N	mg/100g	523,3	336,7
NO3-N (KCl)	mg/100g	0,20	0,02
NH4-N (KCl)	mg/100g	0,19	0,06
NO3-N	N/ha	8,3	1,2
NH4-N	N/ha	8,0	3,0
Växttillg N totalt	mg/kg ts	15,7	4,0
<i><u>Fysikaliska parametrar</u></i>			
Ts	%	80,5	78,2
Glödningsförlust	% av TS	4,9	3,7
Volymvikt	kg/l	1,2	1,2
CEC (beräknad)	mekv/100 g	23,8	27,0
Basmättnadsgrad	%	75->80	>80
CaO uppnå >70 % b.m	ton/ha	0	0
Karbonatöverskott	% CaCO3	0,033	1,7
Partiklar >20 mm	%	0	0,0
Mullhalt	%	2,2	0,5
Ler	%	46	58
S:a Silt	%	40	36
S:a Sand	%	10	3,0
S:a Grus	%	2,7	3,0

Tabell 5b. Sammanställning av analysresultat (metaller och organiska ämnen) i jord för referensprovtagningen 1999-05-18. Halterna är medelvärden från de tre inarbetningsytorna.

Parameter	Enhet	Jord 0-30 cm Medel (R0-2)	Jord 30-60 cm Medel (R0-2)	Vvslam ¹	Åkermark ² Sverige (Södermanland)
<i>Metaller</i>					
Pb-HNO3	mg/kg ts	28	22	15	17,1 (20)
Cd-HNO3	mg/kg ts	0,27	0,18	<0,5	0,23 (0,26)
Cr-HNO3	mg/kg ts	39	42	66	20,5 (34)
Ni-HNO3	mg/kg ts	24	28	9,8	12,5 (i.u.)
Hg-HNO3	mg/kg ts	0,11	0,042	<0,06	0,043 (0,044)
Zn-HNO3	mg/kg ts	107	107	42	59 (79)
Cu-HNO3	mg/kg ts	32	33	44	14,6 (21)
Al-HNO3	mg/kg ts	28000	32667	190000	
Mn-HNO3	mg/kg ts	600	570	590	422 (440)
Fe-HCl	mg/l	124	71	6,8	
As-HNO3	mg/kg ts	5	5	<10	4 (i.u.)
<i>Organiska ämnen</i>					
S:a PAH	mg/kg TS	<0,3		<0,3	
S:a PCB	µg/kg TS	<3		49,5	
Toluen	mg/kg TS	<1		<1	
Nonylfenol	mg/kg TS	<1		<1	

1) Analys på samlingsprov i slam från Lovö vattenverk som spreds ut 1998 (se bilaga D och tabell 7)

2) Medelvärden i matjord för en svensk åkermark och inom parantes för en åker i Södermanlands län (Tillståndet i svensk åkermark, NV nr 4778)

Tabell 6. Riktvärden för anläggningsjord (enligt Gat- och fastighetskontoret i Stockholm) och förorenad mark för olika användningsområden (enligt NV nr 4638).

Parameter	Enhet	ANLÄGGNINGSJORD		FÖRORENAD MARK		
		enligt GFK i Stockholm		enligt NV nr 4638		
		Användning 1	Användning 2	KM	MKM GV	MKM
Arsenik	mg/kg	15	40			
Bly	"	80	300	80	300	300
Kadmium	"	2	12	0,4	1	12
Koppar	"	200	500	100	200	200
Kvicksilver	"	2	7	1	5	7
Zink	"	350	700	350	700	700
Krom	"			120	250	250
Nickel	"			35	150	200

Användning 1: Känslig markanvändning (parker, odlingslotter eller plantering i friluftsområden, lekparker mm)

Användning 2: Vägslanter eller jord för att öka mullhalt vid avlägset belägna planteringar, te x träd och buskar)

KM: Känslig markanvändning. Marken kan nyttjas för ex odling av grönsaker, bostäder, daghem och grundvattenuttag

MKM GV: mindre känslig markanvändning. Marken kan nyttjas för kontor, industrier och väg och grundvattenuttag

MKM: mindre känslig markanvändning. Som MKM GV fast inget grundvattenuttag.

Slam

Slam togs ut med jämna mellanrum under spridningen i augusti 1998. Det förvarades i frysen före analys, som gjordes av Agro Lab i Kristiansstad. Analysprotokollen finns i bilaga E. I tabell 7 redovisas metallinnehållet samt värden från tidigare slamanalyser från Norsborg (Blomberg, 1997). Som synes så överensstämmer halterna väl med varandra.

Metallinnehållet i vattenverksslam är jämförbart med matjorden i en svensk åkermark (tabell 5). Med undantag för Cr, Al och Cu är halterna t o m lägre.

Tabell 7. Metallinnehåll i vattenverksslammet som spreds ut på inarbetningsytorna 1998 (samlingsprov) samt medelvärden (4-6 analyser) från tidigare analyser i vattenverksslam från Norsborgs vattenverk (Blomberg, 1997).

Parameter	Enhet	Samplingsprov Lovö ¹ juni-aug 1998	Medel Norsborg ² nov 96-april 97
Glödningsförlust (GF)	% av ts	47	47
Bly	mg/kg ts	15	6,8
Kadmium	mg/kg ts	<0,5	0,14
Krom	mg/kg ts	66	27
Nickel	mg/kg ts	9,8	34
Kvicksilver	mg/kg ts	<0,06	0,05
Zink	mg/kg ts	42	31
Koppar	mg/kg ts	44	79
Aluminium	mg/kg ts	190000	147000
Mangan	mg/kg ts	590	516
Järn	mg/kg ts	5300	
Arsenik	mg/kg ts	<10	
Totalfosfor, P-tot	% av ts	0,22	0,16
Totalkväve, N-tot	% av ts	0,86	1,18

1) Samlingsprov från avvattnat slam från Lovö vattenverk under perioden juni-augusti 1998.

2) Medelvärde på 4-6 slamprov från sedimenteringsbassängerna på Norsborgs vattenverk under perioden 961121-970430.

5. Myndighetskontakter

Inledningsvis (1998-03-30) kontaktades Miljöförvaltningen i Botkyrka kommun (kontaktperson: Marie Eriksson) för information om försöket. En anmälan (1998-07-13) gjordes även enligt överenskommelse. Enligt delegationsbeslut §168 (se även bilaga F) ställer sig MF positiva till försöket. Anmälan skickades även till Länsstyrelsen (kontaktperson: Ann Bölske) för kännedom. Lst kontaktades även per telefon (1998-04-01) för information. Lst hade inga direkta synpunkter på försöket utan hänvisade till MF.

MF informerades om problemen med grundvattenprovtagningen. Enligt MF var det ok att avstå från grundvattenprovtagningen om man inte kan garantera provtagning av ”rätt” vatten (minnesanteckningar 1998-12-14).

Enligt delegationsbeslut §168 skall vattenverksslam lagras på tät platta och så att avrinning från plattan till omgivningen förhindras. MF godtog dock att en lagring av slammet direkt på marken i anslutning till inarbetningsytorna med motivering att lagringstiden är kort (max 2,5 månader) samt att marken är förhållandevis tät (minnesanteckningar 1998-12-14). MF rekommenderade dock täckning. I samråd med MF (1999-04-06) bedömdes ytavrinningen från slamhögen på plats som mycket begränsad. Täckning kunde därför avstås med reservation att eventuellt täcka i efterhand om det visar sig att ytavrinning trots allt förekommer i samband med kraftiga regn.

6. Samråd

Försöksupplägget (daterad ver1 1998-05-05) skickades till Peter Nilsson, VA Teknik & Vattenvård, och Thord Ohlsson, EDAFOS AB, som var ansvariga för det vetenskapliga genomförandet och försöksuppläggning i Malmöförsöken (se NV R nr 4823), för teknisk granskning. Peter Nilsson hade inte tid för granskning men flera kontakter hölls per telefon i samband med upplägget. Thord Ohlssons kommentarer finns bifogade i bilaga G.

7. Ekonomi

Eftersom projektet inte fanns med i 1998 års budget fördelades kostnaderna mellan Norsborg (DN), Lovö (DL) och MP enligt tabell 8 (i stora drag). Inför 1999 lades hela budgeten på Norsborg (projektägare) vilket uppgår till 700 kkr, se tabell 9. Den totala kostnaden för 1998 och 1999 uppgår till ca 1140 kkr. Så länge det inte finns någon permanent avvattningsanläggning kommer den årliga kostnaden för projektet uppgå till ca 500 kkr.

Tabell 8. Kostnadsfördelning mellan enheterna DN, DL och MP för 1998.

Ansvarsområde	Aktiviteter	Summa (kkr) 1998
DN	- Egen arbetstid	302
	- Transport av slam från Lovö	
	- Jordbruksarbeten	
DL	- Egen arbetstid	100
	- Avvattningsanläggningen	
MP	- Egen arbetstid	35
	- Sommarpraktikant för avattning	
	- Provtagning & analyser	
	- Geotekniska arbeten	
		Σ 437

Tabell 9. Budget inför 1999 (DN).

Aktivitet	Intern och extern kostnad 1999 (kkr)
Avvattning	370
Jordbruk	80
Analyser mm	100
Projektledning & möten	100
Övrigt	50
Summa:	700

8. Referenser

Blomberg, J., 1997. *Metallinnehåll i vattenverksslamm*. Internrapport Stockholm Vatten AB, R. Nr. 25 oktober 1997.

Eklund, R., 1998. *Centrifugering av vattenverksslamm*. Internrapport Stockholm Vatten AB, R. Nr. 22 augusti 1997.

Finnsson, A., Qvarnström, L. & Öster, B., 1998. *Inarbetning av avloppsslamm – en förstudie*. Internrapport Stockholm Vatten AB, R. Nr. 3 januari 1998.

Gatu- och fastighetskontoret i Stockholm, 1997. PM daterat 1997-12-08 gällande riktvärden jord i GFK:s entreprenader.

Naturvårdsverket, 1992. *Provtagning av grundvatten och jord – En handbok att ha i byxfickan*. Naturvårdsverket Informerar.

Naturvårdsverket, 1996. *Generella riktvärden för förorenad mark*. Rapport nr 4638.

Naturvårdsverket, 1997. *Tillståndet i svensk åkermark*. Rapport nr 4778.

Naturvårdsverket, 1997. *Inarbetning av vattenverksslamm – en metod att tillverka jord*. Rapport nr 4823.