

Rapport – Test av grävattenfilter

dnr 70501-2020

Vidar Eriksson Nykäinen, Jonathan Alm, Robin Jensen

Inledning

Mindre BDT-anläggningar, så kallade grävattenfilter, är vanliga i skärgården där slamtömning inte går att ordna. Deras reningsfunktion av näringsämnen och organiskt material har således en potentiell inverkan på näringstillförseln till känsliga lokala vikar i skärgårdsområden och andra känsliga recipienter.

Under projektet "test av grävattenfilter" genomfördes under 2022-2023 tester av grävattenfiltren Uponor BDT-easy och Raita Biobox XL+ av Vattencentrum. Projektet delfinansierades med LOVA-stöd från Stockholms länsstyrelse och medfinansierades av Campus Roslagen AB. Även tillverkarna Uponor Infra AB respektive Raita Environment Oy Ltd bidrog genom att låna ut de aktuella grävattenfiltren.

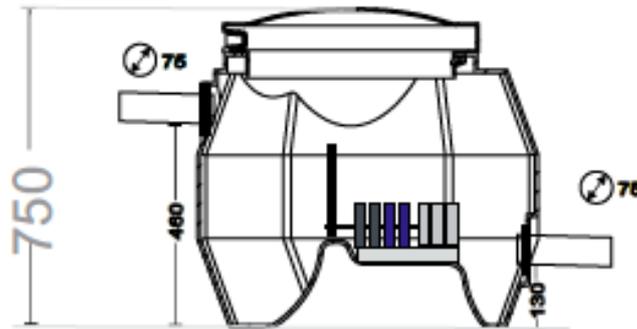
Bakgrund, syfte & mål

Projektets mål var att öka kunskapsläget kring reningsfunktionen för mindre grävattenfilter med eget slamomhändertagande. Det innefattade att som delmål bygga upp en testanläggning extremt kostnadseffektivt. Testningen av grävattenfilter skulle ske utifrån standarden "SS 825640:2020" Reningsanläggningar upp till och med 50 pe – provningsmetoder för utvärdering av förtillverkade BDT-anläggningar". "SS 825640:2020" ämnades följas när det var tillämpligt och tekniskt möjligt. Standarden går egentligen inte att applicera för grävattenfilter med eget slamomhändertagande. Antingen för att de inte kan ta emot 600 l/dygn eller för att anslutningsröret är mindre än 100 mm nominell diameter, vilket specificeras i standarden att det ska vara. Vissa avsteg från standarden beslutades under planeringsstadiet, dessa nämns i metodavsnittet och diskuteras i diskussionsdelen av rapporten.

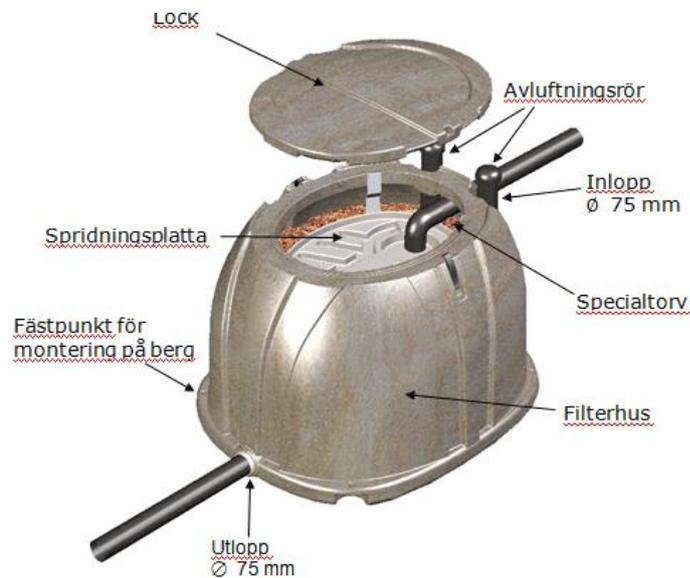
Metod

Val av avloppsanläggningar

Valet föll på två vanliga grävattenfilter, Raita Biobox XL+ och Uponor BDT-easy. I Raita Biobox XL+ rinner BDT-vattnet in till en förkammare där sedimentering kan ske och sedan vidare genom en serie filterplattor bestående av löst hoptryckta plasttrådar till utloppet. Förkammaren separeras av två permeabla markduksbeklädda större filterplattor av samma material (se figur 1 för schematisk beskrivning). I Uponor BDT-easy används torv som reningsmaterial. BDT- vattnet kommer in uppfifrån till en spridarplatta och sprids över en torvbädd. I botten ligger en fiberduk och sedan ett lager lecakulor och ett dräneringsrör som leder vattnet till utloppet.



Figur 1, Schematisk ritning av Raita Biobox XL+. Bildkälla: raita.com

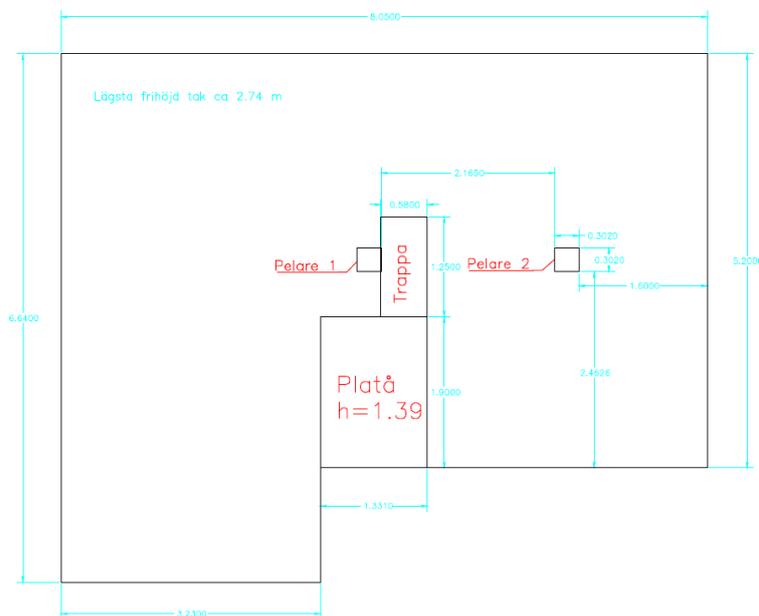


Figur 2, Beskrivande bild av Uponor BDT-easy. Bildkälla: avloppscenar.se

Konstruktion testanläggning

Konstruktion testomgång 1

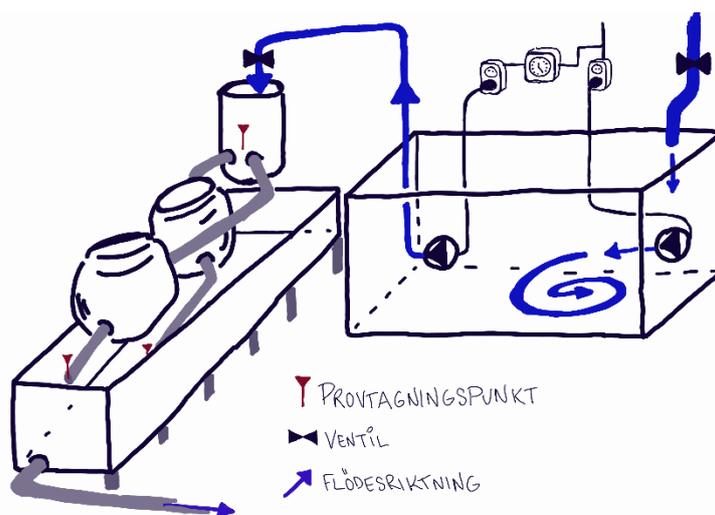
Testbädden byggdes upp i en källarlokal på Campus Roslagen, systemets utformning anpassades efter rummets förutsättningar (inkommande färskvatten, golvbrunn, fria golvtytor mm).



Figur 3, Måttsatt lokalritning

En blandningstank där det konstgjorda BDT-vattnet tillreddes byggdes upp av konstruktionsplywood med ett utvändigt regelverk. Insidan kläddes med dammduk av gummi. Volymen på tanken var ca 5 kubikmeter (B 120, H 120, L 360 cm).

Avloppsanläggningarna placerades i ett tråg, också det bestående av konstruktionsplywood, träreglar och gummiduk. Tråget, vars botten hade en viss lutning, försågs med ett utlopp i nederkant. I tråget byggdes nivåanpassade plattformar som avloppsanläggningarna och fördelningsbrunn placerades på.

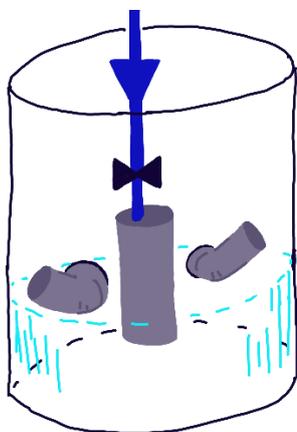


Figur 4, Testanläggningen testomgång 1

På röret mellan fördelningsbrunn och Biobox XL+ kopplades ett rör upp mot frånluftsventilen belägen cirka 4 meter från golvnivå. Detta för att förbättra luftningen av anläggningen. Ingen sådan installation gjordes för Uponor BDT-easy eftersom anläggningen är försedd med luftningsrör (se bild 2 ovan)

I blandningstanken placerades två enkla pumpar; en som bara pumpade runt vattnet för att hålla blandningen homogen och en (timerstyrd) som pumpade vattnet till fördelningsbrunnen. PEM-slangen från pumpen till fördelningsbrunnen förseddes med en ventil för att kunna anpassa flödet. Ventilfriktionen gör dessutom att flödets beroende av nivån i blandningstanken minimeras (nivån i blandningstanken pendlade mellan 1,0 och 0,2 meter).

Fördelningsbrunnen bestod av ett cylindriskt kärl med två utlopp (75 mm) som försågs med rörböjar riktade uppåt. Genom att justera vinkeln på rörböjarna kunde flödena till respektive anläggning väljas.



Figur 5 - Fördelningsbrunn



Figur 6 - Rörböj för flödesreglering

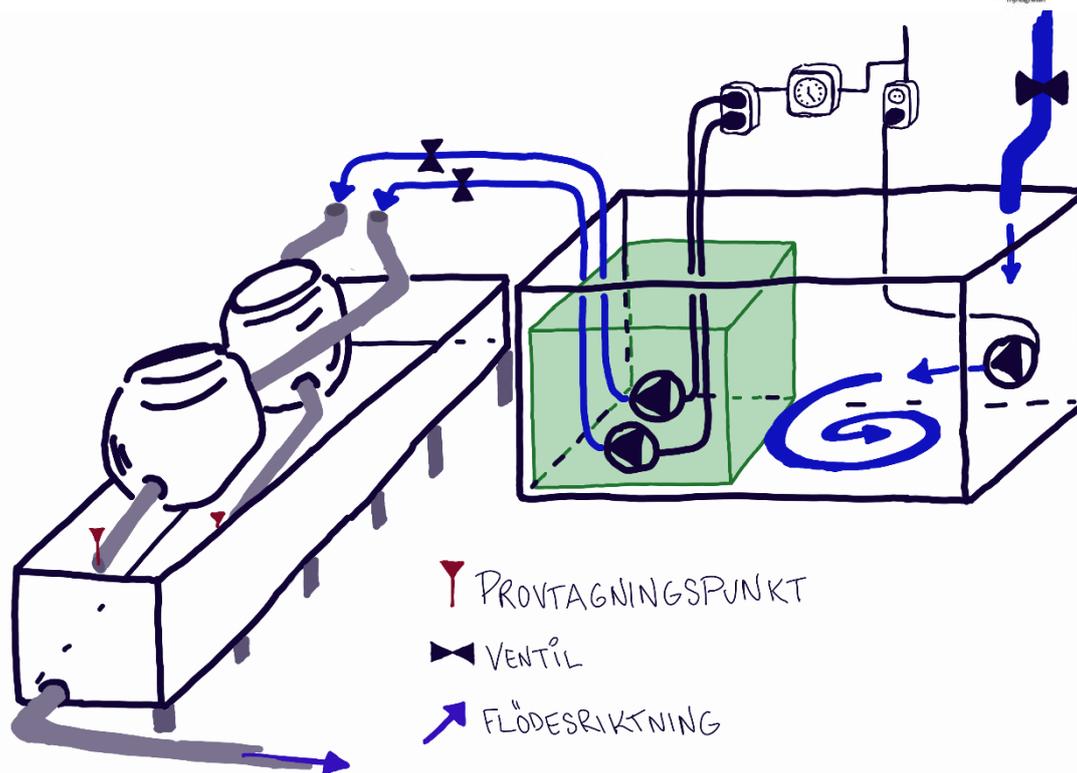
Från fördelningsbrunnen leddes vattnet till och genom avloppsanläggningarna som testades, varefter utgående vatten kunde samlas upp och analyseras.

Det använda och reade vattnet leddes bort till en golvbrunn och vidare till kommunalt spillvattennät.

Konstruktion testomgång 2

Kompletterande testning utfördes då tillverkarens instruktioner med avseende på bräddning över 1:a filtren inte följts för Biobox XL+. Samt att det av tillverkaren föreskrivna högsta timflödet på 120 liter överskreds med 45 liter en gång per dygn under normal belastning. I samband med det byggdes testanläggningen delvis om. Framst för att underlätta flödesregleringen. Det kompletterande testningen samkördes med en testning bekostad av tillverkaren. Den testningen bestod av en Biobox XL+ anläggning där vattnet förbehandlades av Raita SK250, som är en liten 250 liters slamavskiljare.

Fördelningsbrunnen med ventil för att reglera totalflödet och vridbara rörböjar för att reglera flödesfördelningen mellan anläggningarna byttes mot två separata pumpar där flödet reglerades med kranventil. Efter kranventilen kopplades en lös slangbit för att förenkla flödesmätning och provtagning av inkommande vatten. Pumparna placerades i en nätad bur för att undvika risken att partiklar och skräp skulle fastna i kranventilerna och minska det önskade flödet.



Figur 7 - Testanläggning testomgång 2

BDT-vattenblandning

Inget naturligt BDT-vatten fanns att tillgå och alternativet att späda blandat avloppsvatten valdes bort på grund av förmodade luktproblem i fastigheten, samt att avloppsvattnet från ett kontorshus skiljer sig från ett avloppsvatten från bostäder. I stället tillverkades ett konstgjort BDT-vatten. Rapporten "Mängd mat och dryck via avloppet från svenska hushåll 2021" användes som utgångspunkt för mat och dryck. Egna mätningar i hemmet för övrigt (diskmedel, tvättmedel, tandkräm etcetera) till receptet. Mängderna mat och dryck fick ökas betydligt och inbördes fördelning mellan olika typer av mat och dryck ändras något för att få tillräckligt organiskt material för nå ett tillräckligt högt BOD₇-värde. För att nå de fosfor- och- kväve-halter som anges i standarden SS 825640:2020 tillsattes även fosforsyraanhydrid, ammoniumkväve, nitratkväve och urea. TripPart Grow NPK 3-1-6 från Terra Aquatica och MONO Nitrogen 17% från CANNA International NV användes för detta. BOD₇-värdet låg med några undantag i lägre delen av spannet (100-400 mg/l) som specificeras i standarden SS 825640:2020 och medelvärde låg under de (200-400 mg/l) som anges i standarden. Totalkvävehalterna låg något under det från standarden specificerade medelvärde (10-20 mg/l) och under spannet 5-30 mg/l vid 6 tillfällen under första testomgången, under andra testomgången låg värdet inom ovanstående medelvärde och spann. Vad gäller totalfosforhalterna så var de inom medelvärdet (1-3 mg/l) och spannet (0,5-5 mg/l) som anges i standarden vid båda testomgångarna.

Recept

Det konstgjorda BDT-vattnet tillreddes två gånger i veckan, tisdag före klockan 10:00 och fredag efter klockan 14:32. 3850-4200 liter vatten blandades med receptet nedan (Tabell 1).

Tabell 1 - Recept för konstgjort BDT-vatten

Recept BDT-Vatten		
Till 3850-4200 liter vatten		
	Enhet	
300	g	Pulvermos
180	g	Majonäs
150	g	Kaffepulver
350	g	Yougurt
90	g	Oblandad saft 1:7
100	g	Tomatpuré
30	g	Socker
2,3	dl	Dushtvål
4	dl	Tvättmedel
7	Tabletter	Maskindiskmedel
0,6	dl	Handdiskmedel
15	g	Hudlotion
4	mått	Sköljmedel
15	g	Salt
15	g	tandkräm
10	dl	TriPart Grow NKP 3-1-6
1,5	dl	MONO Nitrogen 17%

Beskickning

Testschema

Testschema omgång 1

Antal veckor för testning, sekvenser och provtagningar från standarden "SS 825640:2020" följdes med några undantag. Sekvensen med överbelastning valdes bort. Uppstartstiden blev längre än planerat under testomgång 1 p.g.a. stopp för att förändringar i receptet av det konstgjorda gråvattnet behövdes, samt att mindre förändringar i testanläggningens konstruktion behövde göras. Under de 4 sista veckorna av uppstartstiden beskickades anläggningarna kontinuerligt enligt "normalbelastning". Normalbelastning innebär 600 liter per dygn för Biobox XL+ och 500 liter per dygn för Uponor BDT-easy. Underbelastning innebär en halvering av dygnsflödet.

Tabell 2 - Testschema omgång 1

Sekvens	Antal veckor	Antal provtagningar
Uppstartstid	8*	-
Normalbelastning	4	8
Underbelastning	2	3
Normalbelastning	2	4
Nollbelastning	2	-
Normalbelastning	6	13
Totalt	24	28
*Kontinuerlig daglig beskickning skedde 4 sista veckorna av uppstartstiden		

Testschema omgång 2

Testtiden minskades till hälften genom att belastningssekvenserna från testomgång 1 halverades.

Tabell 3 - Testschema omgång 2

Testomgång 2		
Sekvens	Antal veckor	Antal provtagningar
Uppstartstid	2	-
Normalbelastning	2	4
Underbelastning	1	2
Normalbelastning	1	2
Nollbelastning	1	-
Normalbelastning	3	7
Totalt	10	15

Flöde

Flöde omgång 1

Totalflöde till fördelningsbrunnen reglerades med ventilen till 13,75 liter per minut. Rörböjarna i fördelningsbrunnen ställdes in så att flödet till Biobox XL+ blev 7,5 liter per minut och 6,25 liter per minut för Uponor BDT-easy. Ett ur programmerades för tillslag 80 minuter per dygn under sekvensen normalbelastning enligt tabell 5 nedan. Vilket ger $7,5 \cdot 80 = 600$ liter per dygn för Biobox XL+ och $6,25 \cdot 80 = 500$ liter per dygn för Uponor BDT-easy. Det dagliga flödesmönstret från standarden SS 825640:2020 (se tabell 4 nedan) följdes med undantag för att doseringarna under belastningsperiod 4 inte fördelades jämt över perioden. Detta för att få ett sammanhängande flöde på 10 minuter, vilket ska efterlikna duschtid. Flödesschemat (tabell 5) visar totalt flöde som sedan fördelades till anläggningarna i fördelningsbrunnen enligt beskrivning ovan.

Tabell 4 - Dagligt flödesmönster från standarden SS825640:2020

Belastningsperiod	Antal timmar	Procent av dygnsflödet	Procent av dygnsflödet per timme	Doceringar per timme
1	3	30	10	4
2	3	15	5	2
3	6	0	0	0
4	2	40	20	8
5	3	15	5	2
6	7	0	0	0

Tabell 5 – Dagligt totalflödesschema testomgång 1

Belastningsperiod	Start	Stopp	liter
1	22:00	22:02	27,5
1	22:15	22:17	27,5
1	22:30	22:32	27,5
1	22:45	22:47	27,5
1	23:00	23:02	27,5
1	23:15	23:17	27,5
1	23:30	23:32	27,5
1	23:45	23:47	27,5
1	00:00	00:02	27,5
1	00:15	00:17	27,5
1	00:30	00:32	27,5
1	00:45	00:47	27,5
2	01:00	01:02	27,5
2	01:30	01:32	27,5
2	02:00	02:02	27,5
2	02:30	02:32	27,5
2	03:00	03:02	27,5
2	03:30	03:32	27,5
3	04:00	10:00	0
4	10:00	10:04	55
4	10:15	10:19	55
4	10:30	10:34	55
4	10:45	10:49	55
4	11:00	11:04	55
4	11:15	11:25	137,5
4	11:45	11:47	27,5
5	12:00	12:02	27,5
5	12:30	12:32	27,5
5	13:00	13:02	27,5
5	13:30	13:32	27,5
5	14:00	14:02	27,5
5	14:30	14:32	27,5
6	15:00	22:00	0
		totalt:	1100

Dagligt flödesmönster omgång 2

Minutflöde till anläggningarna reglerades med ventiler till 7,5 liter. Det dagliga flödesmönstret från standarden SS 825640:2020 (se tabell 4 ovan) följdes, doseringarna fördelades jämt även under belastningsperiod 4. Detta för att det under testomgång 1, mellan 10:30-11:30 blev ett timflöde på 165 liter för Raita Biobox XL+, vilket är högre än de 120 liter som tillverkaren specificerar som högsta timflöde för anläggningen. Med en jämn fördelning av doseringar blev timflödet 120 liter under hela period 4. I övrigt användes samma dagliga flödesschema som för testomgång 1 för anläggningen utan förbehandling. Under de sista två veckorna halverades minutflödet till anläggningen med förbehandling till 3,25 liter/minut.

Tabell 6 – Till vänster: Dagligt flödesschema till respektive anläggning under testomgång 2, förutom sista 2 veckorna för anläggningen med förbehandling. Till höger: Dagligt flödesschema under sista 2 veckorna för anläggningen med förbehandling

Belastningsperiod	Start	Stopp	liter		Belastningsperiod	Start	Stopp	liter
1	22:00	22:02	15		1	22:00	22:02	7,5
1	22:15	22:17	15		1	22:15	22:17	7,5
1	22:30	22:32	15		1	22:30	22:32	7,5
1	22:45	22:47	15		1	22:45	22:47	7,5
1	23:00	23:02	15		1	23:00	23:02	7,5
1	23:15	23:17	15		1	23:15	23:17	7,5
1	23:30	23:32	15		1	23:30	23:32	7,5
1	23:45	23:47	15		1	23:45	23:47	7,5
1	00:00	00:02	15		1	00:00	00:02	7,5
1	00:15	00:17	15		1	00:15	00:17	7,5
1	00:30	00:32	15		1	00:30	00:32	7,5
1	00:45	00:47	15		1	00:45	00:47	7,5
2	01:00	01:02	15		2	01:00	01:02	7,5
2	01:30	01:32	15		2	01:30	01:32	7,5
2	02:00	02:02	15		2	02:00	02:02	7,5
2	02:30	02:32	15		2	02:30	02:32	7,5
2	03:00	03:02	15		2	03:00	03:02	7,5
2	03:30	03:32	15		2	03:30	03:32	7,5
3	04:00	10:00	0		3	04:00	10:00	0
4	10:00	10:04	30		4	10:00	10:04	15
4	10:15	10:19	30		4	10:15	10:19	15
4	10:30	10:34	30		4	10:30	10:34	15
4	10:45	10:49	30		4	10:45	10:49	15
4	11:00	11:04	30		4	11:00	11:04	15
4	11:15	11:19	30		4	11:15	11:19	15
4	11:30	11:34	30		4	11:30	11:34	15
4	11:45	11:49	30		4	11:45	11:49	15
5	12:00	12:02	15		5	12:00	12:02	7,5
5	12:30	12:32	15		5	12:30	12:32	7,5
5	13:00	13:02	15		5	13:00	13:02	7,5
5	13:30	13:32	15		5	13:30	13:32	7,5
5	14:00	14:02	15		5	14:00	14:02	7,5
5	14:30	14:32	15		5	14:30	14:32	7,5
6	15:00	22:00	0		6	15:00	22:00	0
		totalt:	600				totalt:	300

Provtagning och flödesmätning

De första 7 provtagningarna från anläggningarna togs direkt från utloppsrören. Senare placerades 9 liters baljor under utloppsrören och proven togs från dem när de blivit fyllda. Under andra testomgången användes enbart balja för provtagning. Baljorna diskades och torkades noggrant innan provtagning skedde. Klockslag för provtagning varierades, likaså när under en beskickning som baljorna ställdes dit (början-mitten-slutet-efter). Inkommande vatten provtogs alltid i samband med att utgående vatten provtogs. Det skedde från fördelningsbrunnen under första omgången och från slang efter kranventilen under andra omgången. Temperatur i luft och vatten mättes vid varje provtagning.

Parametrar & analyser

De parametrar som analyserades var totalfosfor (P_{tot}), totalkväve (N_{tot}), biologisk syreförbrukning under 7 dygn (BOD_7), suspenderade partiklar (TSS). Både inkommande och utgående vatten analyserades för ovanstående parametrar vid varje provtagningstillfälle. Vid ett antal gånger analyserades även kemisk syreförbrukning (COD_{cr}). Analyserna utfördes med ackrediterade metoder av ALS Scandinavia AB

Flödesmätning

Under första testomgången utfördes flödesmätningen till respektive anläggning genom att ett treliterskärl placerades under inloppet till anläggningarna under 20 sekunder. Vattenmängden mättes upp och multiplicerades med tre för att erhålla minutflödet. Under andra testomgången utfördes flödesmätningen genom att pumpen fick gå i en minut när slangstumpen efter ventilen var placerad i en mätink.

Resultat

Resultat omgång 1

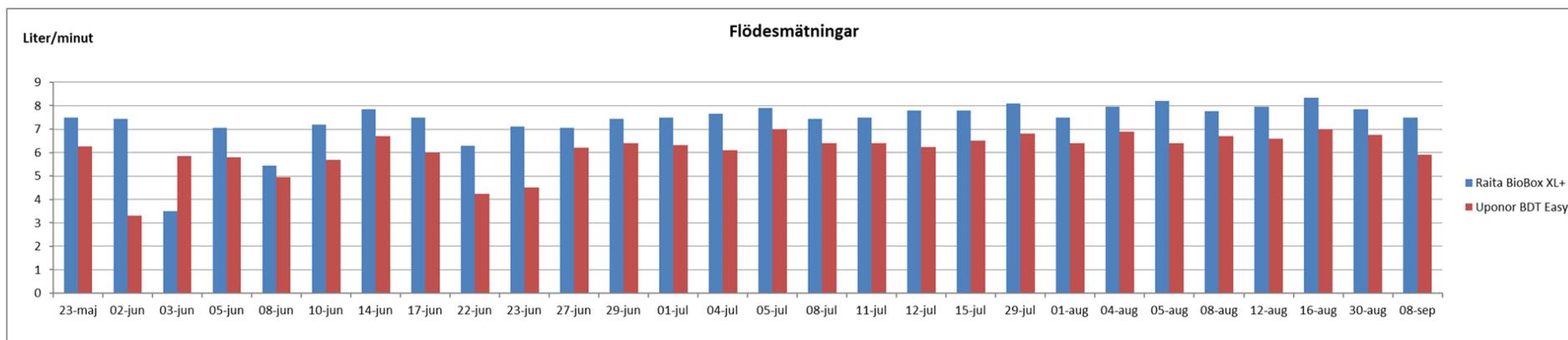
Tabell 7 – Sammanställning av resultat och reningsgrad från testomgång 1

Parameter	Ptot-medelvärde (mg/l)	Reningsgrad P-tot	BOD7-medelvärde (mg/l)	Reningsgrad BOD7	CODcr medelvärde (mg/l)	Reningsgrad CODcr (mg/l)
Konstgjort gråvatten	2,12		126,2		264	
Raita BioBox XL+	2,11	1%	115,5	8%	217,9	17%
Uponor BDT Easy	1,77	16%	52,5	58%	146,6	44%
Antal prov	27		28		11	
Parameter	TSS medel (mg/l)	Reningsgrad TSS (mg/l)	Ntot medelvärde (mg/l)	Reningsgrad Ntot	Minutflöde medelvärde (l/minut)	Önskat minutflöde (l/minut)
Konstgjort gråvatten	51,4		8,7		13,44	13,75
Raita BioBox XL+	46,0	11%	8,2	6%	7,36	7,5
Uponor BDT Easy	21,4	58%	5,7	34%	6,08	6,25
Antal prov	28		28		28	

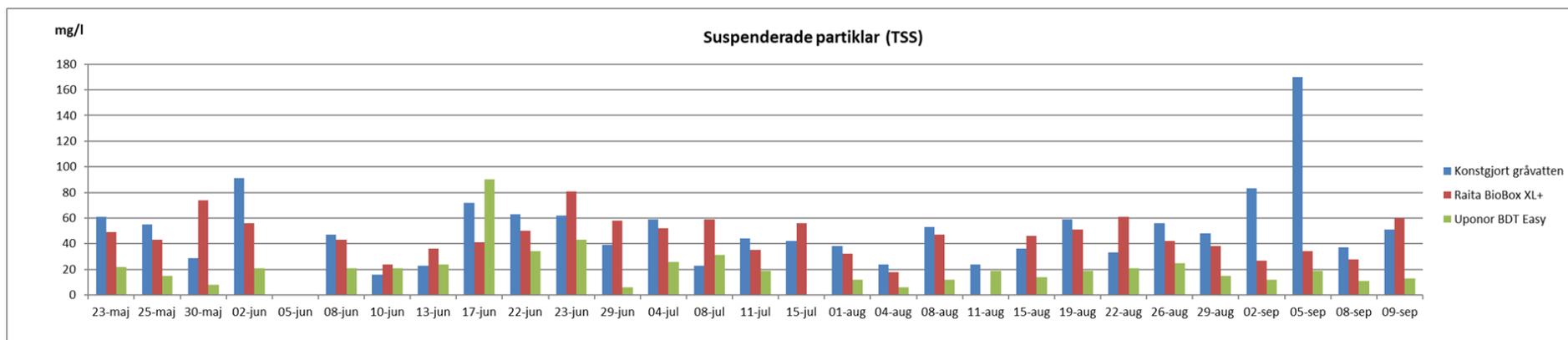
Tabell 8– Resultat testomgång 1

N r	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D a t u m	23-maj	25-maj	30-maj	02-jun	08-jun	10-jun	13-jun	17-jun	22-jun	23-jun	29-jun	04-jul	08-jul	11-jul	15-jul
Provtagningsstid		11:20	10:00	10:00	16:00	10:30	10:00	10:00	11:00	10:30	10:15	10:15	10:00	12:00	10:00
Konstgjort gråvatten P-tot (mg/l)	2,42	1,62	1,85	1,82	2,07	1,65	1,39	1,92	2,07	2,08	2,97	2,19	1,86	1,88	1,99
Raita Biobox XL+ P-tot (mg/l)	1,48	1,52	1,74	1,63	1,49	1,46	1,84	1,73	1,96	2,4	5,46	2,71	1,9	1,65	2,18
Uponor BDT Easy P-tot (mg/l)	0,74	0,544	1,54	1,31	1,48	1,43	1,9	1,86	1,94	2,24	2,83	2,1	2,15	1,72	1,64
Konstgjort gråvatten N-tot (mg/l)	7,2	4	4,4	6,6	6,32	5,08	5,94	4,3	4,89	4,82	7,72	7	5,2	3,9	4,7
Raita Biobox XL+ N-tot (mg/l)	3,5	3,6	4,3	5,6	6,25	4,84	7,48	5,14	5,02	6,34	9,87	7,1	8,2	3,7	7,8
Uponor BDT Easy N-tot (mg/l)	2	1,8	2,7	2,7	3,76	4,54	5,81	5,4	5,33	6,91	9,24	5,7	5,6	3,1	3,3
Konstgjort gråvatten BOD7 (mg/l)	183	115	144	158	77	128	114	144	118	112	88,2	126	106	96,9	155
Raita Biobox XL+ BOD7 (mg/l)	130	90,2	130	133	124	116	134	101	113	109	137	74	169	127	180
Uponor BDT Easy BOD7 (mg/l)	25,9	21,3	47,8	44	78	97,5	92,8	123	103	96,4	8,6	86,4	53,6	79,2	41,7
Konstgjort gråvatten TSS (mg/l)	61	55	29	91	47	16	23	72	63	62	39	59	23	44	42
Raita Biobox XL+ TSS (mg/l)	49	43	74	56	43	24	36	41	50	81	58	52	59	35	56
Uponor BDT Easy TSS (mg/l)	22	15	7,9	21	21	21	24	90	34	43	6,1	26	31	19	<20
Konstgjort gråvatten COD-Cr (mg/l)	400	251						299	258	263	173				
Raita Biobox XL+ COD-Cr (mg/l)	221	204						196	242	228	331				
Uponor BDT Easy COD Cr (mg/l)	91	85,7						253	220	217	67				
Flöde Raita Biobox XL+	7,5			7,45	5,45	7,2		7,5	6,3	7,1	7,43	7,65	7,44	7,5	7,79
Flöde BDT Easy Uponor	6,25			3,3	4,95	5,7		6	4,25	4,5	6,4	6,1	6,4	6,4	6,5
Belastning [noll halv normal]															
N r	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
D a t u m	01-aug	04-aug	08-aug	11-aug	15-aug	19-aug	22-aug	26-aug	29-aug	02-sep	05-sep	08-sep	09-sep	09-sep	09-sep
Provtagningsstid	12:30	14:30	11:00	12:00	11:00	12:00	12:00	11:00	14:30	10:30	10:30	13:30	10:20	11:26	13:29
Konstgjort gråvatten P-tot (mg/l)	2,51	2,12	2,16	1,99	2,08	2,53	1,83	2,13	2,45	2,71	2,51		2,48		
Raita Biobox XL+ P-tot (mg/l)	2,36	2,14	2,24	1,63	2,07	2,11	2,6	2,24	1,91	1,99	1,97		2,43	1,89	2,02
Uponor BDT Easy P-tot (mg/l)	1,96	1,64	2,13	1,91	1,95	2,01	1,83	1,9	1,1	1,85	1,93		2,22	2,22	1,94
Konstgjort gråvatten N-tot (mg/l)	5,37	4,85	6,16	7,4	9,5	16,9	13,7	15,4	19	14	15,3	17,9	16,8		
Raita Biobox XL+ N-tot (mg/l)	5,19	4,94	6,52	7,7	10	14,6	20,7	15,8	13,6	13	12,2	9,5	8,1	7	5,5
Uponor BDT Easy N-tot (mg/l)	2,63	5,8	2,37	1,9	2,2	8,8	11,2	12,2	8	6,6	6,8	9	15,2	13,5	11,9
Konstgjort gråvatten BOD7 (mg/l)	131	115	123	120	135	141	130	114	155	113	129	134	129		
Raita Biobox XL+ BOD7 (mg/l)	116	94,8	130	21,9	125	109	148	108	120	108	118	96,4	71,7	30,2	29,2
Uponor BDT Easy BOD7 (mg/l)	19,2	6,9	22,7	27,1	52,1	45,9	55,2	50	42	36,7	47,2	24,7	42,2	115	102
Konstgjort gråvatten TSS (mg/l)	38	24	53	24	36	59	33	56	48	83	170	37	51		
Raita Biobox XL+ TSS (mg/l)	32	18	47	<10	46	51	61	42	38	27	34	28	60	13	7,4
Uponor BDT Easy TSS (mg/l)	12	5,8	12	19	14	19	21	25	15	12	19	11	13	59	30
Konstgjort gråvatten COD-Cr (mg/l)				236	266	337				236	302	264	270		
Raita Biobox XL+ COD-Cr (mg/l)				64,7	261	241				205	209	185	234	87,3	78
Uponor BDT Easy COD Cr (mg/l)				217	106	109				86,4	109	113	115	226	181
Flöde Raita Biobox XL+	7,5	7,95	7,76									7,5			
Flöde Uponor BDT Easy	6,4	6,9	6,7									5,9			
Belastning [noll halv normal]															

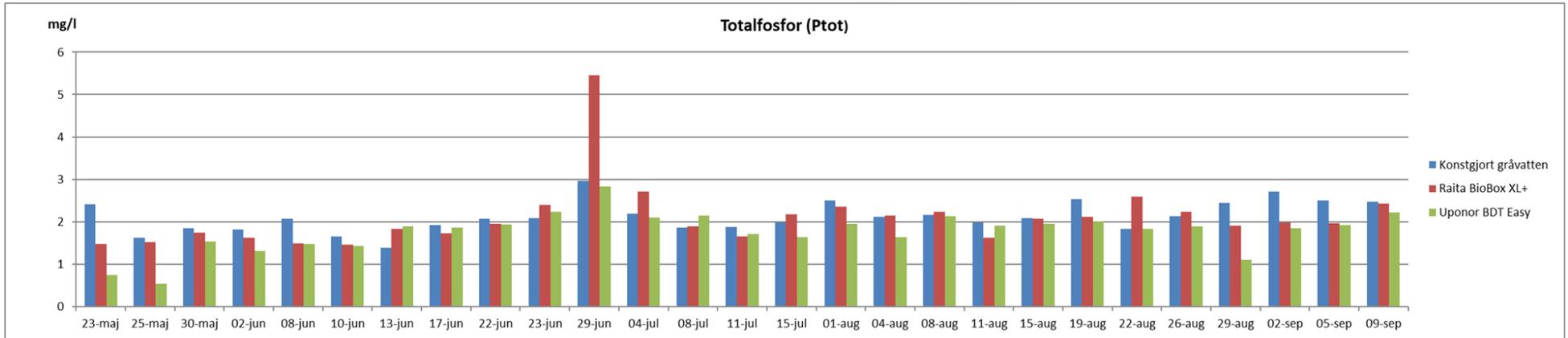
Alla flödesmätningar är inte med i tabellen 8 ovan, de (12) som inte gjordes samma dag som provtagning skedde saknas. Se tabell och diagram nedan för samtliga flödesmätningar.



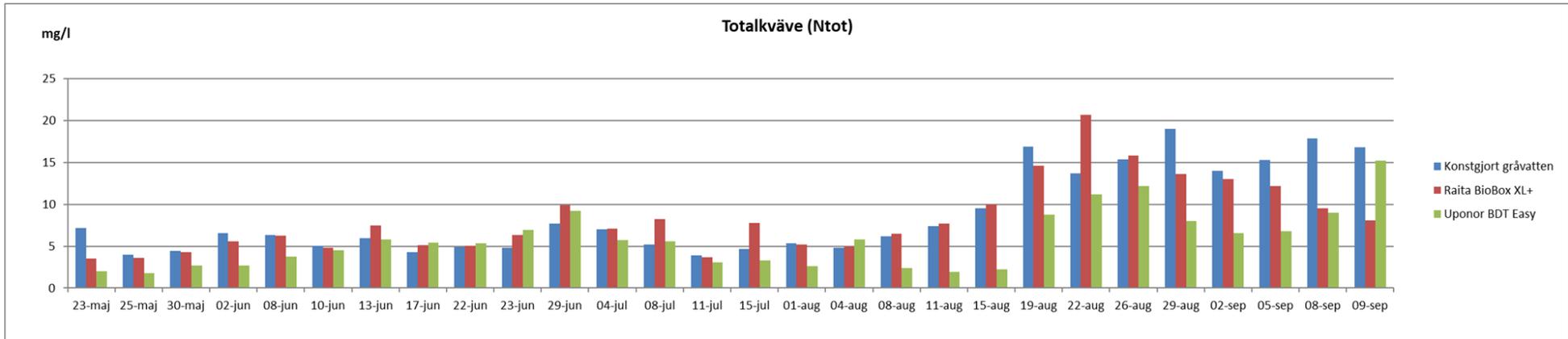
Figur 8 – Flödesmätningar testomgång 1



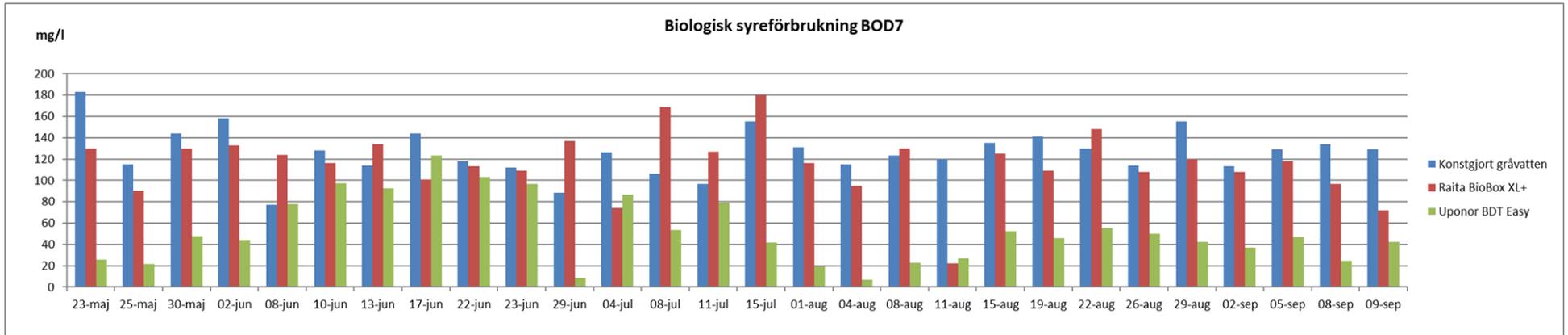
Figur 9 – Suspenderade partiklar (TSS) testomgång 1



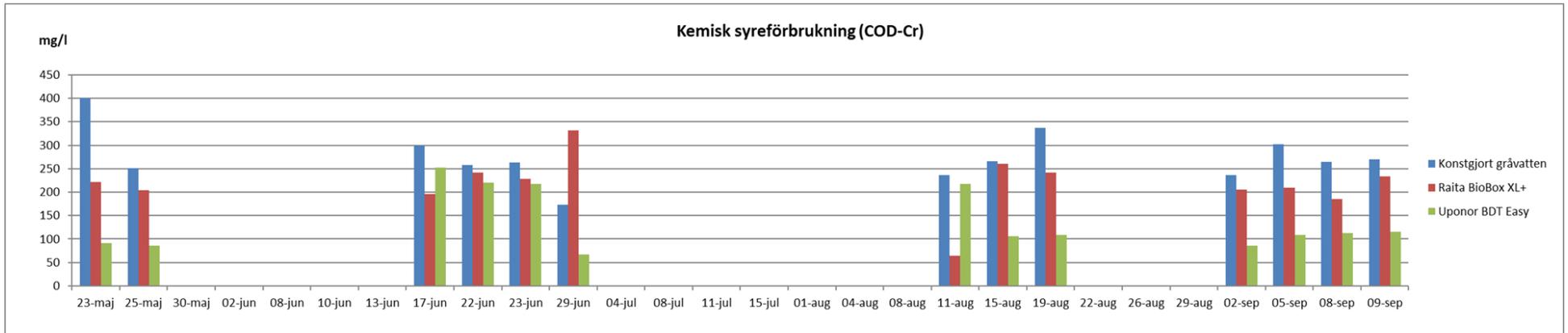
Figur 10 – Totalfosfor (Ptot) testomgång 1



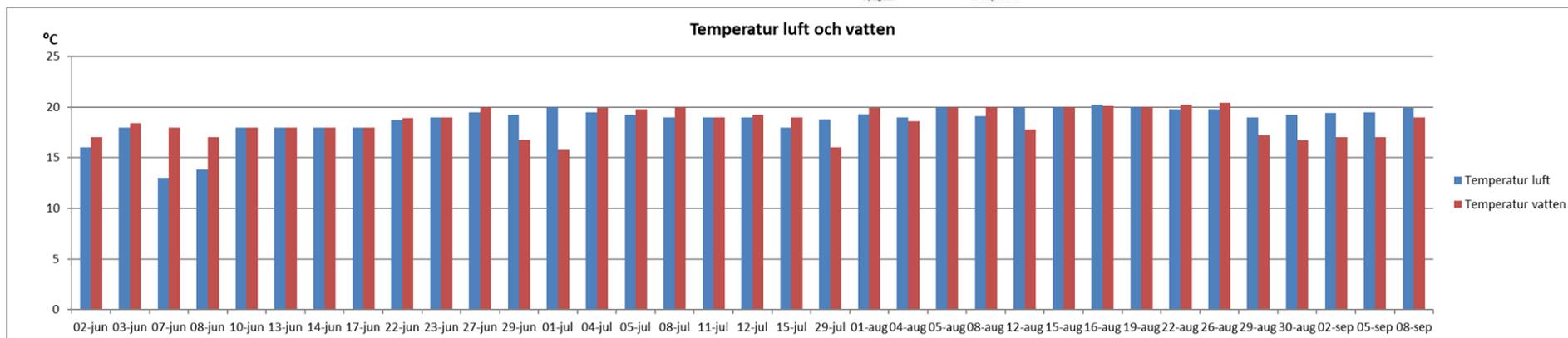
Figur 11 – Totalkväve (Ntot) testomgång 1



Figur 12 – Biologisk syreförbrukning (BOD7) testomgång 1



Figur 13 – Biologisk syreförbrukning (COD-Cr) testomgång 1



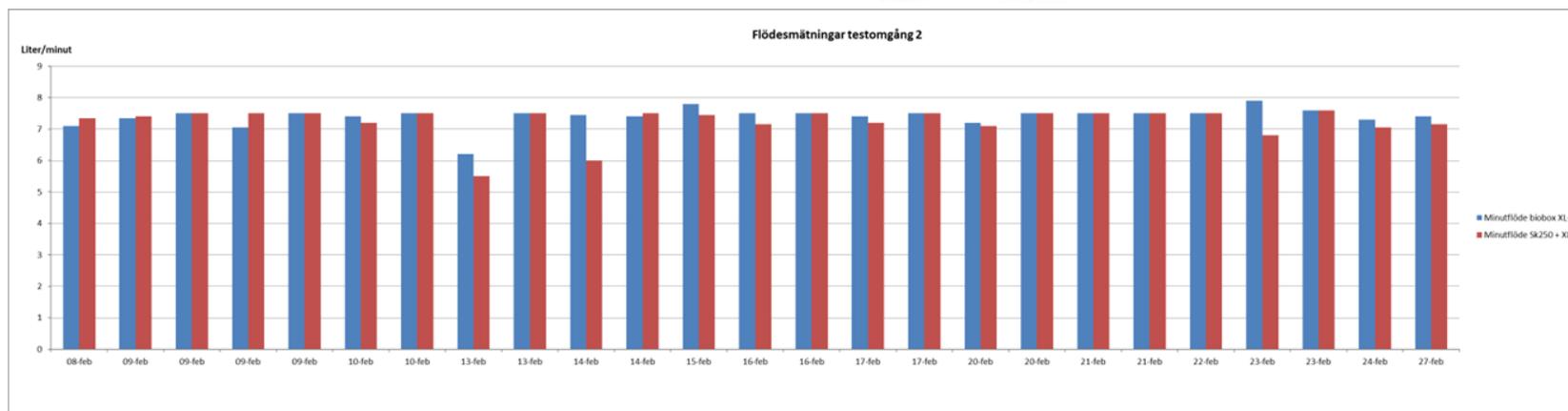
Datum	02-jun	03-jun	07-jun	08-jun	10-jun	13-jun	14-jun	17-jun	22-jun	23-jun	27-jun	29-jun	01-jul	04-jul	05-jul	08-jul	11-jul	12-jul	15-jul	29-jul	01-aug	04-aug	05-aug	08-aug	12-aug	15-aug	16-aug	19-aug	22-aug	26-aug	29-aug	30-aug	02-sep	05-sep	08-sep
Temperatur luft	16	18	13	13,8	18	18	18	18	18,7	19	19,5	19,2	20	19,5	19,2	19	19	19	18	18,8	19,3	19	20	19,1	20	20	20,2	20	19,8	19,8	19	19,2	19,4	19,5	19,9
Temperatur vatten	17	18,4	18	17	18	18	18	18	18,9	19	20	16,8	15,8	19,9	19,8	20	19	19,2	19	16	19,9	18,6	20	20	17,8	20	20,1	20	20,2	20,4	17,2	16,7	17	17	19

Figur 14 – Temperaturmätningar testomgång 1

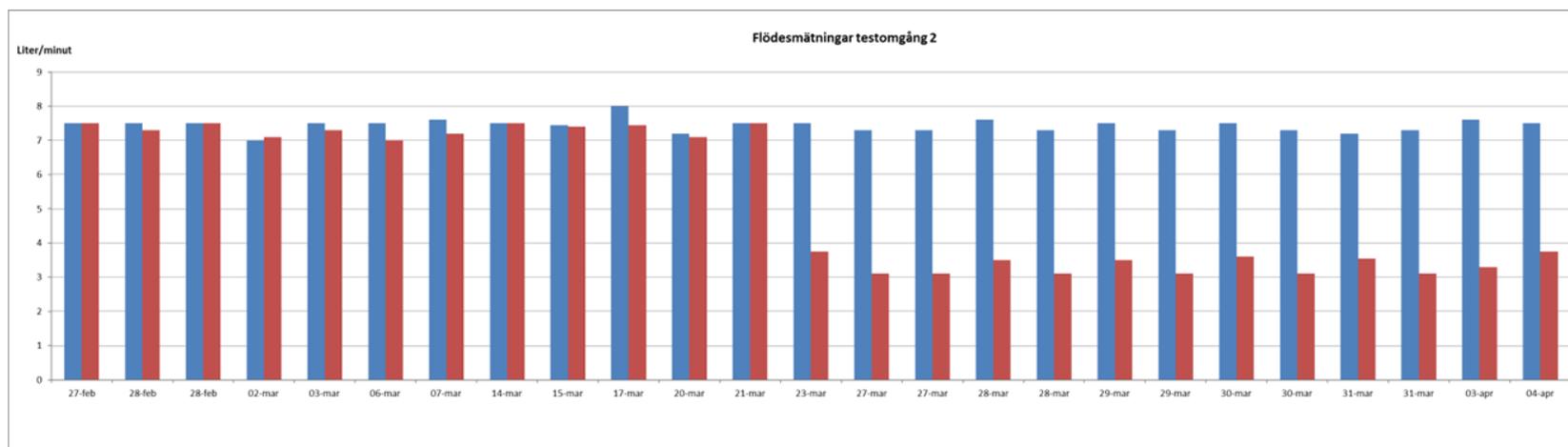
Resultat testomgång 2

Tabell 9 Sammanställt resultat och reningsgrad omgång 2

Parameter	Ptot-medelvärde (mg/l)	Reningsgrad P-tot	BOD7-medelvärde (mg/l)	Reningsgrad BOD7	CODcr medel (mg/l)	Reningsgrad CODcr (mg/l)
Konstgjort gråvatten	1,9		153,5		326,4	
Raita Sk250 + BioBox XL+	1,7	12%	108,5	29%	203,6	38%
Raita BioBox XL+	1,8	8%	124,2	19%	236,0	28%
Antal prov	15		15		5	
Parameter	TSS medel (mg/l)	Reningsgrad TSS (mg/l)	Ntot medelvärde (mg/l)	Reningsgrad Ntot		
Konstgjort gråvatten	72,0		12,2			
Raita Sk250 + BioBox XL+	23,2	68%	11,6	5%		
Raita BioBox XL+	46,9	35%	11,6	5%		
Antal prov	14*		15	15		
	*saknar inkommande värde för provtagning 14					

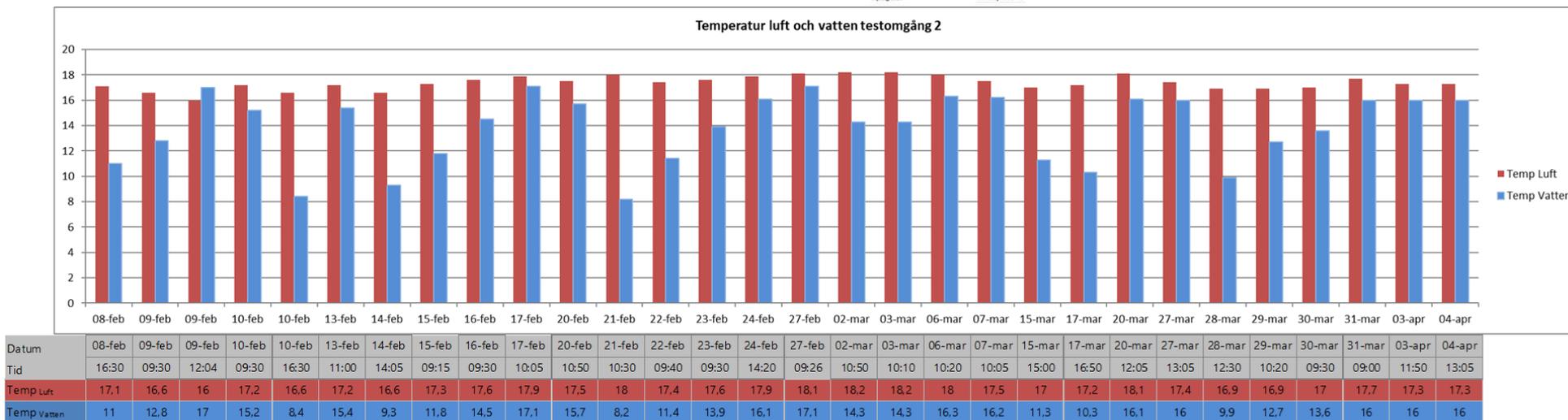


Datum	08-feb	09-feb	09-feb	09-feb	09-feb	10-feb	10-feb	13-feb	13-feb	14-feb	14-feb	15-feb	16-feb	16-feb	17-feb	17-feb	20-feb	20-feb	21-feb	21-feb	22-feb	23-feb	23-feb	24-feb	27-feb
Tid	16:30	09:30	11:31	12:04	15:30	09:30	16:30	09:30	12:07	08:30	14:05	09:15	09:30	12:50	10:05	17:00	10:50	13:29	10:30	16:00	09:40	09:30	15:10	14:20	07:50
Minutflöde biobox XL+	7,1	7,35	7,5	7,05	7,5	7,4	7,5	6,2	7,5	7,45	7,4	7,8	7,5	7,5	7,4	7,5	7,2	7,5	7,5	7,5	7,5	7,9	7,6	7,3	7,4
Minutflöde Sk250 + XL+	7,35	7,4	7,5	7,5	7,5	7,2	7,5	5,5	7,5	6	7,5	7,45	7,15	7,5	7,2	7,5	7,1	7,5	7,5	7,5	7,5	6,8	7,6	7,05	7,15

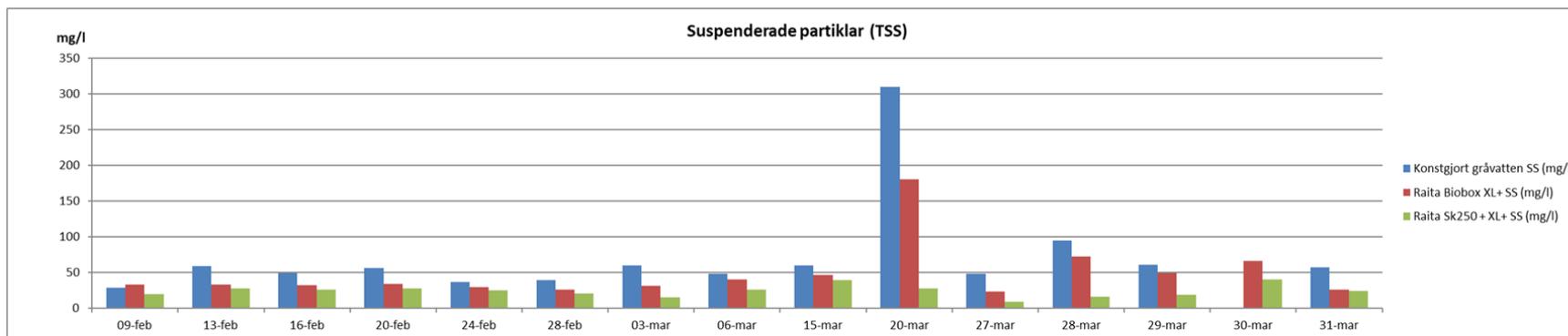


Datum	27-feb	28-feb	28-feb	02-mar	03-mar	06-mar	07-mar	14-mar	15-mar	17-mar	20-mar	21-mar	23-mar	27-mar	27-mar	28-mar	28-mar	29-mar	29-mar	30-mar	30-mar	31-mar	31-mar	03-apr	04-apr
Tid	09:26	09:45	18:00	10:50	10:10	10:20	10:05	16:30	15:00	16:50	12:05	09:30	16:30	13:05	13:32	12:30	13:00	10:20	10:49	09:30	10:02	09:00	10:00	11:50	13:05
Minutflöde biobox XL+	7,5	7,5	7,5	7	7,5	7,5	7,6	7,5	7,45	8	7,2	7,5	7,5	7,3	7,3	7,6	7,3	7,5	7,3	7,5	7,3	7,2	7,3	7,6	7,5
Minutflöde Sk250 + XL+	7,5	7,3	7,5	7,1	7,3	7	7,2	7,5	7,4	7,45	7,1	7,5	3,75	3,1	3,1	3,5	3,1	3,5	3,1	3,6	3,1	3,55	3,1	3,3	3,75

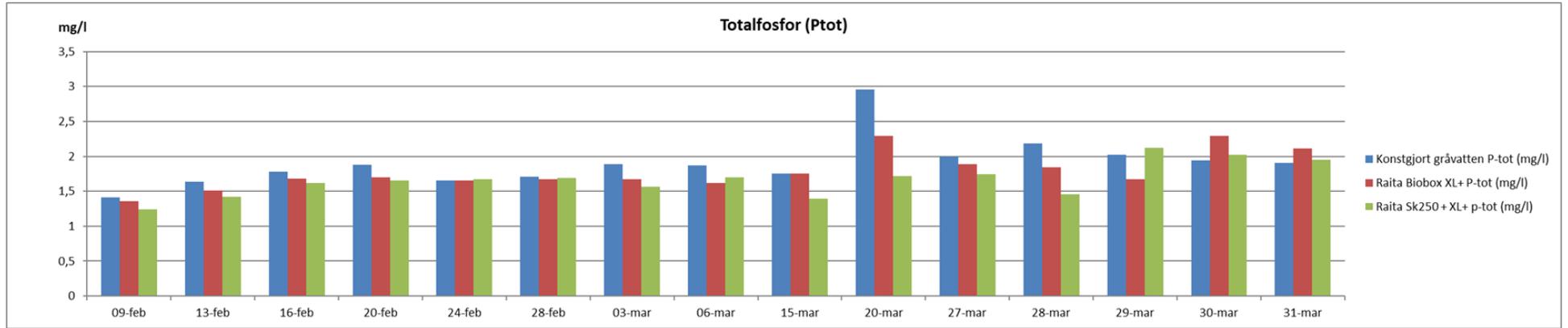
Figur 15 – Flödesmätningar testomgång 2



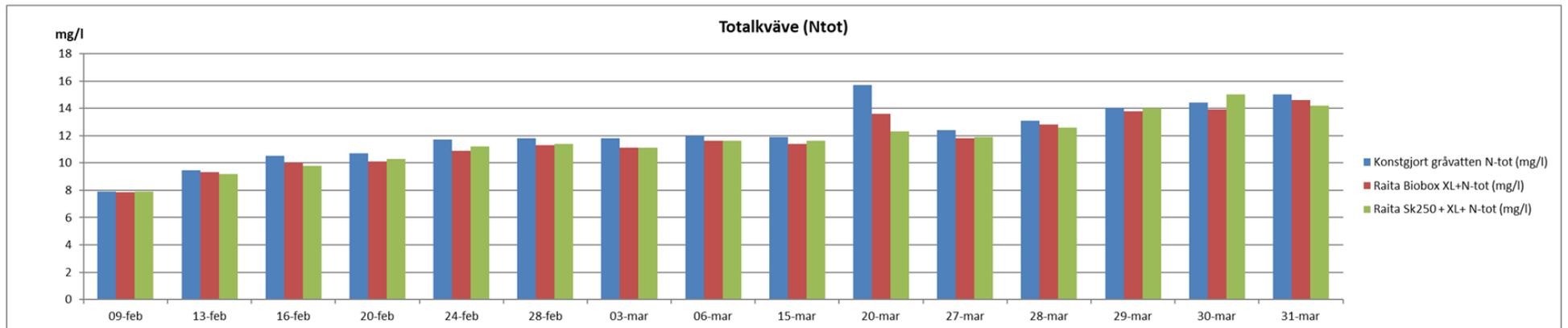
Figur 16 – Temperaturmätningar testomgång 2



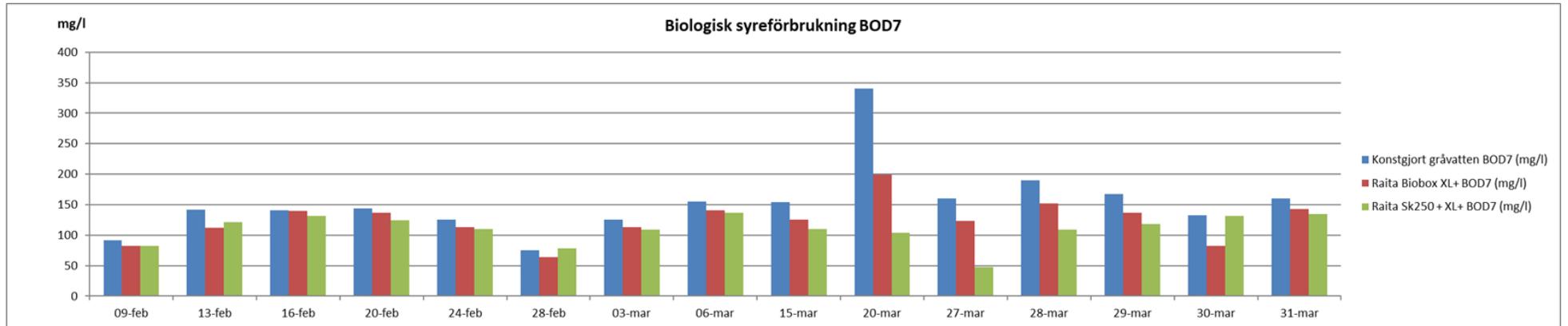
Figur 17 – Suspenderade partiklar (TSS) testomgång 2



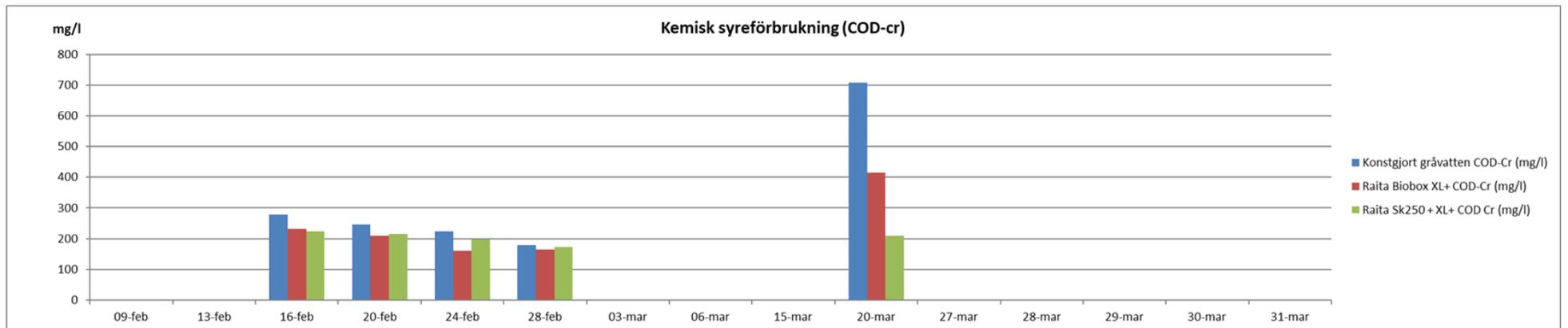
Figur 18 – Totalfosfor (Ptot) testomgång 2



Figur 19 – Totalkväve (Ntot) testomgång 2



Figur 20 – Biologisk syreförbrukning (BOD7) testomgång 2



Figur 21 – Kemisk syreförbrukning (COD-cr) testomgång 2

Diskussion

Standarden SS 825640:2020

Standarden "SS 825640:2020, Reningsanläggningar upp till och med 50 pe – provningsmetoder för utvärdering av förtillverkade BDT-anläggningar" applicerades inte fullt ut. Perioden med överbelastning valdes bort, dels p.g.a. kostnadsskäl och tekniska utmaningar men främst för att ett dygnsflöde under två veckor på 900 liter för Raita Biobox XL+ respektive 750 liter för Uponor BDT-easy bedömdes som mycket ovanligt i faktiska fall. Ett dygnsflöde på 600 respektive 500 liter bedömdes redan som ovanligt i verkliga fall. Diskussioner fördes under projektplaneringen om anläggningarna i stället skulle testas med ett dygnsflöde på 300 liter för att troligen bättre representera verkligheten. Stötblastningen på 200 liter som kan representera en badkarstämning och ska ske 1 gång i veckan under normalbelastning valdes också bort.

Ser man till mängderna i receptet kan det argumenteras om koncentrationerna av organiskt material, kväve och fosfor som anges i standarden SS 825640:2020 är rimliga för ett dygnsflöde på 600 liter. Det är mer troligt att dessa koncentrationer uppnås i ett naturligt BDT-vatten om dygnsflödet är betydligt lägre. Vidare kan man argumentera att personer med eget avlopp generellt är mer försiktiga med vad som hamnar i avloppet än personer med kommunalt avlopp, speciellt om det gäller avloppsanläggningar med eget slamomhändertagande.

Testanläggningen

Ambitionen var att bygga en fullgod testanläggning extremt kostnadseffektivt. All byggnation utfördes av projektgruppen, förutom viss elinstallation och en del rörmokeri. Testanläggningens konstruktion och uppbyggnad fungerade bra förutom konstruktionen för flöde och flödesreglering, speciellt under 1:a omgången med fördelningsbrunn och vinklade rör för att fördela flödet till anläggningarna. Justeringar behövde göras efter varje flödesmätning, vilket var tidskrävande. Det genomsnittliga totalflödet och flödena till anläggningarna under 1:a omgången blev lägre än önskat, men variationer fanns med både för lågt och för högt flöde till anläggningarna, vilket framgår i resultatdelen. Flödeskonstruktionen under 2:a omgången med separat pump och kranventil till anläggningarna var betydligt bättre. Justeringar behövdes dock göras ibland, men det gick betydligt enklare och snabbare än under 1:a omgången. Bäst hade varit en robust konstruktion med teknik för att styra flöde automatiskt. Även om inköpet blivit betydligt dyrare hade man sparat in det på arbetstimmar.

Konstgjort BDT-vatten

Vissa osäkerheter följer av att BDT-vattnet tillreddes på konstgjord väg. Det är möjligt att den mikrobiella tillväxt som hjälper till med reningen i anläggningarna haft bättre effekt i ett naturligt BDT-vatten med annan C-N-P fördelning, samtidigt behöver det inte vara fallet. Om högre andel organiskt material, fosfor och kväve varit partikulärt bundet hade sannolikt reningsgraden varit högre genom hydraulisk/mechanisk rening i anläggningarna.

Reningsgrad

Eftersom koncentrationerna av kväve och fosfor normalt är låga i orenat BDT-vatten finns i regel inget krav på reducering av dessa för BDT-avloppsanläggningar. Det krav som ställs är reducering av

organiskt material som kan mätas genom analysen "biologisk syreförbrukning under 7 dagar" eng. *Biological Oxygen Demand (BOD)*". Kravet är 90% reduktion av BOD-värdet för både normal och hög skyddsnivå. Om WC-vatten omhändertas på annat sätt, till exempel leds till sluten tank, reduceras BOD-värdet med 42% som man kan räkna bort (omräknat från bilaga 1 i *Naturvårdsverkets allmänna råd om små avloppsanläggningar*). För att nå totalt 90% reduktion av BOD-värdet krävs 82% reningsgrad av BDT-vattnet.

Raita Biobox XL+

Vikten av att tillverkarens instruktioner följs blir tydlig när resultatet från testomgång 1 jämförs med resultaten från testomgång 2. Det visar att stort ansvar ligger på användaren att regelbundet kontrollera sin anläggning och utföra åtgärder när det krävs. Under 1:a testomgången noterades bräddning tidigt under första sekvensen med normalbelastning. Ingen åtgärd vidtogs så bräddningen fortsatte periodiskt genom hela testperioden. Under testomgång 2 noterades bräddning över 1:a filtret efter 23 dagar inklusive uppstartsfasen i anläggningen med förbehandling av slamavskiljare sk250. Filtren lyftes då ur och rengjordes. Ingen bräddning skedde under resterande testtid, men nämnas bör att totalflödet halverades under de sista två testveckorna för anläggningen med förbehandlig av sk250. Ingen bräddning skedde i anläggningen utan förbehandling under testomgång 2. Reningsgraden var betydligt bättre under andra testomgången, men samtidigt inte tillräckligt bra för utsläpp till dike, vare sig för Biobox XL+ eller Biobox XL+ med förbehandling av slamavskiljare sk250. Om det behandlade BDT-vattnet leds till efterföljande markbaserad rening kan sannolikt acceptabel reningsgrad uppnås. Riskerna med användarens ansvar för skötsel av anläggningen minskar också eftersom markbaserad rening normal sätter igen över tid om bädden belastas med alltför orenat avloppsvatten. Om utloppet mynnar i dike eller dylikt blir användaren inte varse om problemet om inte regelbundna kontroller av anläggningen görs, som då kan fortgå utan åtgärd.

Under 2:a testomgången halverades sekvenserna i testschemat, även uppstartsfasen, vilket kan ha påverkat tillväxten av biohuden/biologisk tillväxt negativt i anläggningarna.

Raita Biobox XL+ är enligt tillverkaren inte anpassat till den flödesbelastning som var under testserierna (se tillverkarens kommentarer i bilaga 1). Men det framgick inte i marknadsföringsmaterial eller bruksanvisningen när projektet planerades.

Lukten som tillverkaren beskriver kom dels från blandningstanken men främst från utloppsrören från Biobox XL+ anläggningarna. Flera åtgärder vidtogs under andra testomgången som alla gav effekt. Luftningsröret som placerats mot frånluftventilen sattes dikt mot frånluftventilen och tätades med tejp, utloppsrören drogs ut så långs som möjligt för att skapa en så stor luftspalt som möjligt mellan rör och filtermaterial, locken till bioboxarna och sk250 tätades med fönstertätninglist och lock med borrade hål för slangstumparna sattes på röret för inkommande vatten för att förbättra skorstenseffekten. När alla dessa åtgärder vidtagits var lukten från utloppsrören acceptabel. Det är sannolikt att en nedgrävd anläggning med luftning över nock har likvärdig eller bättre luftning genom temperaturgradient och skorstenseffekt. Under första testomgången vidtogs inga åtgärder för att förbättra luftningen av Biobox XL+.

Uponor BDT-easy

Med de osäkerheter som finns kring det konstgjorda BDT-vattnet bedöms reningsgraden i anläggningen som bra.

Anläggningens reningsgrad kan delas in 3 perioder. 23/5 - 7/6 som representerar 4 provtagningar, 8/6 - 11/7 som representerar 10 provtagningar och 15/7 - 9/9 som representerar 14 provtagningar.

Under period 1 och 3 var reningsgraden betydligt bättre, 77% och 72% under period 1 respektive period 3 mot 26% under period 2 med avseende på BOD₇. Tillverkaren menar att konsekventa fel i testningen skett under period 2 vilket lett till att en del av vattnet lämnat anläggningen obehandlat. D.v.s. att anläggningen bräddat (se tillverkaren kommentarer i bilaga 1). Ingen bräddning har dock observerats under testperioden och inga synliga spår av bräddning kunde konstateras efter noggrann undersökning av anläggningen efter testperioden. Det bedöms osannolikt att bräddning förekommit utan att några synliga spår lämnats, vare sig i bräddningsröret som var helt rent, och inte heller någon avlagringsrand i anläggningen som en vattennivåstigning i anläggningen skulle medföra. Efter noggrann genomgång kunde inga konsekventa fel i testningen under perioden med sämre reningsgrad hittas eller misstänkas, men det kan samtidigt inte uteslutas helt.

Om användaren inte sköter anläggningen och byter torven enligt tillverkarens instruktioner kommer den över tid börja brädda. Är då utloppet draget till dike eller dylikt blir användaren inte varse om problemet om inte regelbundna kontroller av anläggningen görs, som då kan fortgå utan åtgärd. Hade anläggningen varit konstruerad utan möjlighet till bräddning skulle risken med misskötsel minimeras. Samtidigt skulle lågpunkter i fastighetens avloppsinstallationer som golvbrunnar till slut svämma över när anläggningen inte kan ta emot avloppsvattnet då torven mättats för att den inte byts ut i tid. Vilket skulle medföra betydande olägenhet och risk för vattenskador. Bättre då att utloppet kopplas till mindre markbaserad rening, dels ökar det reningsgraden för välskötta anläggningar, dels för att rening av vattnet sker även vid bräddning, samt dels för att bräddning inte kan fortgå över tid utan att användaren till slut blir varse om problemet.

Slutsatser

Utlopp från gråvattenfilter bör om möjligt alltid ledas till efterföljande mindre markbaserad rening.

Det går att konstruera och bygga kostnadseffektiva testanläggningar för avloppsvatten.

Källor

HVMFS 2016:17 - *Havs- och vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållspillvatten*

NATURVÅRDSVERKET – *Små avloppsanläggningar, Hushållspillvatten från högst 5 hushåll*

NATURVÅRDSVERKET RAPPORT 6983 - *Mängd mat och dryck via avloppet från svenska hushåll*

SS 825640:2020, *Reningsanläggningar upp till och med 50 pe – provningsmetoder för utvärdering av förtillverkade BDT-anläggningar*

Raita Environment Oy Ltd – *Biobox XL (+) MANUAL*

Uponor Infra AB – *Installationsanvisning UPONOR BDT EASY*

Raita.com

avloppsguiden.se

avloppscenter.se

Bilaga 1 – Tillverkarnas kommentarer

Uponor Infra AB

Utlånande testresultat, Uponor Infra AB

Testresultaten har varierat anmärkningsvärt mycket. Baserat på reningsresultaten kan testet delas in i tre perioder:

Period 1: 23.5. – 7.6

Period 2: 8.6.-11.7.

Period 3: 15.7.-8.9

Under period 1 och 3 har reningsresultaten varit genomgående goda, medans de i period 2 varit genomgående dåliga. Reningsprestandan i ett filter sjunker övertid, i det här fallet har reningsresultatet försämrats mitt i testet för att sedan hamna på en god nivå igen under period 3

Reningsprestandan på Uponor Easy har tidigare följts upp i fält på testplatser och i laboratorium av SYKE (Finnish Environment Institute)

Denna typ av variation på reningsresultaten har inte påvisats i tidigare tester

Uponors slutsats är att det har förekommit konsekventa fel i testinställningarna under period 2.

Man har använt en pump som matat inkommande vatten till testfiltren Vattnet har delats upp i en fördelningskammare. Ansvariga för testerna har återkopplat att det förekommit problem med att övertid hålla önskat flöde och man har behövt justeras flödet manuellt vid några tillfällen

Vårt antagande är att BDT Easy stundtals belastas med signifikant högre flöden än vad filtret är dimensionerat för under period 2, vilket resulterat i att en del av vattnet kringgått behandlingen och lämnat filtret obehandlat

Raita Environment Oy Ltd

Re: Vattencentrum i Norrtälje – testnings av mindre BDT-anläggningar, så kallade gråvattenfilter 2022-2023

Kommentarer, kortfattad:

- **Projektets reningsresultat går inte att jämföra med verkligheten hos fritidshus pga. många felåtaganden angående skötseln, dimensioneringen, flödesmängder etc. – se närma detaljerade kommentarer nedan.**
- **Vi samtycker med projektets slutsats** att –"Utlopp från gråvattenfilter bör om möjligt alltid ledas till efterföljande mindre markbaserad rening"- det är viktigt att säkerställa funktionen även med dålig skötseln av systemet.
- **Vi samtycker inte med projektets slutsats** att –"Det går att konstruera och bygga kostnadseffektiva testanläggningar för avloppsvatten" – det gick inte att bygga en testanläggning, med trovärdiga resultat i projektet.
- **Vi anser att projektets syfte nåddes inte** - "Att öka kunskapsläget kring reningsfunktionen för mindre gråvattenfilter med eget slamomhändertagande", kunskapsläget var inte ökad och det fanns inte något i testet om slamomhändertagande, vilket är nämnt även i syftet.

Kommentarer, i detalj:

Angående testmetoden;

"att bygga upp en testanläggning extremt kostnadseffektivt och att testa gråvatten filter enligt den svenska standarden "SS 825640:2020" extremt konstanadeffektivt":

- Testresultat med konstgjord BDT är inte trovärdiga (pga. näringsämnenas annat förhållande samt fett mycket blandad och reagerad med vatten under mycket lång tid).
- Dålig ventilation av systemet (pga. testlokalen), vilken förhindrar bio växten
- Det var för kort inkörningsperiod vid andra omgången, vilken visade sig i inte full biologisk aktivitet i XL+.
- Testningen skedde med för högt flöde. BioBox XL+ (och vid andra omgången SK250 + BioBox XL+) var testad med betydligt större flöde (+ 40 %) än den är dimensionerad.
- Fel i skötsel. Systemet var inte skött enligt anvisningarna vid första omgången.

Angående testresultat:

Enligt testresultaten med överdimensionerat flöde och även med dålig skötsel fanns det tillräckligt rening (enligt MB 1998:808 – NFS 2006:7) för att leda utsläppet till en liten markinfiltrering eller markbädd (teknisk rapport EN 12566: Del 2 och 5 eller enligt Naturvårdsverkets faktablad 8147). Reningsresultat i slutet av första omgången visade ca. 80 % rening och då utsläppet kan ledas även till öppet dike.

För övrigt om testningen:

Vi fick veta under sommaren 2021 att Vattencentrum ville testa BDT system för fritidsboende i Norrtälje och var intresserade att testa någon av våra system enligt den svenska BDT standarden. Samtidigt fick vi veta att de skulle testa Raita BioBox XL i alla fall, men om vi skulle medverka testningen, skulle våra åsikter höras bättre. Vi var intresserade av att vara med även om vi visste standarden var inte lyckad och att branschen hade nekad att testa enligt standarden BDT reningsverk för permanent boende i Norrtälje 2021. Testningen var finansierad av länsstyrelsen. Vi hade diskussioner med testaren i flera omgångar om hur att testa och med vilka flöden. Testaren gjorde sina egna beslut om testningen till exempel angående flödet, vilka var inte enligt vår dimensionering.

Framför allt var vi inte eniga med testaren om flödesförhållandena, frekvenserna i fritidsboendet och att testa med den konstgjorda BDT blandningen. När testsystem var levererad märkte vi vid ett besök att testningslokalens ventilation inte fungerade. Den konstgjorda BDT blandningen låg i vilken blev enbart dels förbättrad av testaren,

1) Kritik om den svenska BDT standarden;

- har inte använts för testning av BDT reningsverk för branschen tycker att den är misslyckad och är dåligt kopierad av den europeiska standarden 12561 - vilken även har fått mycket kritik av branschen, men används mycket.

- är inte avsedd för fritidsboende

2) Kritik om dimensionering av BDT system - Flödesförhållandena i testningen

Raita's dimensionering baserar på verkliga omständigheterna i fritidsboende och har utvecklats före den svenska standarden. Värdet högsta flöde (120 l / h) är menad att hända maximalt endast några gånger per vecka - inte varje dag så som i testningen skedde. I testningen var det högsta flödet dagligen 167 l / h (120v+ 47 l) och som normal flöde 120 l / h.

Flödesmängderna i testningen var betydligt större (ca 40 %) än BioBox XL+ är dimensionerat för.

3) Kritik om Förhållandena för testningen, lokal, omständigheter

Idealisk för att testa är att göra testning i verkliga omständigheterna och testresultat av väl genomgjorda och kontrollerade test i fältet är alltid de bästa. Testutrustningen var välplanerad och byggd för dessa lokaler, men det fanns dålig ventilation för testanläggningarna och lagring av BDT i samma lokal var testningen skedde. Det fanns dålig luft, med stark lukt av svavelväte. Svavelvätet är ju giftigt för biologin och den kan ha förorsakat dålig biologisk aktivitet.

De testade utrustningarna var också olika av sin biologisk aktivitet - BioBox XL+ fungerar med principen att biofilm växas i filterelement - den andra mer med på mekanisk filtrering och bytbar filtermassa.

Den konstgjorda BDT avloppet motsvarar inte den verkliga - dess egenskaper att skilja fett är annorlunda (den har varit blandad i tanken med pumpar) och även näringsämnen är i annan form än med verkliga förhållanden, tex

BOD värden i renat avlopp är mindre än TTS (fasta partiklar) värden i reningen av BDT - med konstgjord BDT var det tvärtom.

4) Kritik om testning omgångar och testresultat, tolkning av testresultat

a) Den första omgången var BioBox XL+ inte servad enligt instruktionerna. Det fanns också en förlängd inkörningsperiod (pga. ??). Filtarna bräddade och det var överflöde dagligen. Även om man har ca dubbelt för mycket flöde samt var inte servad, BioBox XL+ hade ca 50 % rening av BOD, och över 90 % renings av P och N räknade enligt den svenska lagstiftningen (MB 1998:808 – NFS 2006:7) Resultat i provtagning, 19 % av BOD. Den två sista tillfällen när testad med mindre flöde (De högsta värden är menade att vara verkligen de högsta och de är räknade att hända en gång per vecka, eller månad - inte varje dag) är reningsresultat ca 80 % (motsvarar 90 %).

- man kan tänka sig att resten av den biologiska reningen för BDT kan nås i marken, med enkel infiltrering (till exempel stenkista)

b) Den andra omgången vilken testaren gjorde på hans kostnad pga. att XL+ var inte skött enligt manualer (filterelement var inte putsade och systemet hade varit i överflöde dagligen). BioBox XL+'s inkörningsperiod var kortare (pga. kostnadsskäl av testaren) och det fanns inte bräddning nån gång under testningsperioden. Man kan tänka sig att inkörningsperioden var inte tillräcklig lång för att ha bra biologisk aktivitet i filterelementen.

BioBox XL+ hade ca 50 % renings av BOD, och över 90 % renings av P och N räknade enligt den svenska lagstiftningen (MB 1998:808 – NFS 2006:7) Resultat i provtagningen 19 % av BDT.

- man kan tänka sig att resten av den biologiska reningen för BDT kan nås i marken, med enkel infiltrering (till exempel stenkista)

c) Den andra omgången testade vi samtidigt med XL+ en version med SK250 (fettbrunn) och XL+. SK250 - BioBox XL+'s inkörningsperiod var kortare (pga. kostnadsskäl av testaren) och det fanns inte bräddning någon gång under testningsperioden. Man kan tänka sig att inkörningsperioden var inte tillräcklig lång för att ha bra biologisk aktivitet i filterelementen.

SK 250 BioBox XL+ hade ca 65 % renings av BOD, och över 90 % renings av P och N räknade enligt den svenska lagstiftningen (MB 1998:808 – NFS 2006:7) Resultat i provtagningen 28 % av BDT.

- man kan tänka sig att resten av den biologiska reningen för BDT kan nås i marken, med enkel infiltrering (till exempel stenkista)

d) Efter den andra omgången testade vi en mindre pilotanläggningen med biofiltrering och konstgjord sandbädd. Flödet var 100 l / 24 h.

Pilotanläggningen hade ca 85 % renings av BOD, och över 90 % renings av P och N räknade enligt den svenska lagstiftningen (MB 1998:808 – NFS 2006:7) Resultat i provtagningen 35 % av BOD.