



INDFLYDELSE AF TØMNING AF BUNDFÆLDNINGSTANKEN PÅ BOKUBE MINIRENSEANLÆG

af Bettina Simonsen
Miljøingeniør
Dipl.-Ing./Bsc

Indholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Baggrund	5
Tømning af bundfældningstanke med slamafvandingsbiler	5
Undersøgelse af rejeckt vand	5
Undersøgelse af tømning af bundfældningstank foran minirensesanlæg	7
Konklusion og anbefalinger	17
Bilag	18

Hovedkonklusionerne af undersøgelsen er:

- 1) Korrekt brug af afvandingsbiler og tilbageførsel af rejeckt vand har ikke negativ effekt på biologien eller renseseffekten i et BioKube minirensesanlæg.**
- 2) En årlig tømning af bundfældningstanken er den anbefalede tømningsfrekvens.**

Sammendrag

I efteråret 2009 ledsagede vi på deres tømningssrunde 4 forskellige mobile slamafvandingsbiler (afvandingsbiler) fra forskellige firmaer og udtog prøver af det rejeftvand, der blev fyldt tilbage til bundfældningstanken. Da koncentrationniveauet i rejeftvandet herefter var fastslået, blev det undersøgt hvordan tømning af bundfældningstanken foran minirenselanlæg påvirker renseeffektiviteten i BioKube renseanlæg. Denne kontrol og eftermåling blev foretaget på 8 minirenselanlæg af type Mars 5 PE SOP på samme vej i Skanderborg kommune. Alle 8 minirenselanlæg var installeret i 2005, 7 af anlæggene har den samme type bundfældningstank og alle tanke tømmes en gang årligt på samme tidspunkt med samme afvandingsbil.

Som kontrol blev renseeffektiviteten af de 8 minirenselanlæg målt umiddelbart før tømning af bundfældningstanken. Denne kontrol viste, at minirenselanlæggene overholdt udløbskravene, selv om bundfældningstanken er fyldt umiddelbart før tømning og dermed maksimalt belastet. Slammængden i en fyldt bundfældningstank og renseprocessen i minirenselanlægget har således ikke umiddelbar indflydelse på hinanden. Kun hvis minirenselanlægget er overbelastet, fordi der f.eks. bor flere personer i huset end anlægget er designet til, vil der dannes alt for meget slam, hvorved bundfældningstanken bliver overfyldt. Tømmes en fuld bundfældningstank ikke, vil der komme slam med ind i renseanlæggets første kammer og kapaciteten i renseanlægget vil blive for lavt. Dette fører til, at minirenselanlæg til sidst ikke kan overholde udløbskravene.

I de undersøgte minirenselanlæg med fosforfældningskrav blev der dannet mellem 2 og 4 liter slam om dagen i bundfældningstanken. Det svarer til 700 til 1500 liter slam årligt afhængig af belastning og antal personer tilsluttet.

Den producerede slammængde viser, at en årlig tømning af en mindst 2 m³ bundfældningstank er det passende tømningssinterval, forudsat at tanken bliver tømt fuldstændigt og at belastningen på anlægget ikke er højere end bundfældningstanken og minirenselanlægget er dimensioneret til (for et enfamiliehus 5 PE). Undersøgelsen viser således også, at der ikke er grundlag for at tømme en bundfældningstank foran et BioKube minirenselanlæg mere end en gang om året.

Det er vigtigt, at bundfældningstanken tømmes helt.

Hvis bundfældningstanken ikke tømmes helt, men der efterlades slam efter tømningen, vil bundfældningstanken af denne grund muligvis blive overfyldt inden næste ordinære tømning. Dette har ingen relation til minirenselanlægget, men skyldes udelukkende den dårlige tømning. Der skal fyldes vand tilbage i bundfældningstanken umiddelbar efter tømningen, så renseprocessen kan fortsætte i løbet af kort tid. Ellers kan det tage flere uger, før bundfældningstanken er fyldt op igen og der er yderligere i denne situation risiko for opdrift af den tomme bundfældningstank. Tanken må ikke overfyldes, men bør kun fyldes ca. 80 % op.

Der blev efter tømning af bundfældningstanken foretaget nye vandanalyser af det rensede spildevand fra renseanlæggene. Disse vandanalyser viser, at afvandingsbiler, der leder rejeftvand tilbage til bundfældningstanken, uden problemer kan benyttes til tømning af en bundfældningstank foran et BioKube minirenselanlæg. Som for andet teknisk udstyr er det vigtigt, at afvandingsbilen betjenes og anvendes korrekt.

Der bør desuden stilles krav om, at der ikke må efterlades flydeslam i bundfældningstanken. Flydeslammet dannes ved tømningen med afvandingsbiler, hvis der er slam tilbage i bundfældningstanken, der går i forbindelse med restpolymer i rejeftvandet og lægger sig som op til 15 cm flydeslam ved tømningen. Det bør fjernes af slamsuger. Hvis muligt, bør bundfældningstanken fyldes op "baglæns", det vil sige fra sidste kammer. På denne måde skylles de sidste kamre rene. Det kunne konstateres, at polymeren, der bruges til afvanding, ikke ser ud til at skade biologien i minirenselanlægget.

Tømningen af bundfældningstanken, hvor der fyldes rensat spildevand eller drikkevand tilbage, påvirker således ikke driften af renseanlægget, men ved tilbageførsel af rejeftvand med ekstraordinær høj koncentration af NH₄-N i, kan dette medføre, at udledningssværdierne af NH₄-N i nogle dage overskrides netop pga. den store tilførsel af NH₄-N i rejeftvandet. Alle de målte renseanlæg overholdte udledningsskravet igen 2 uger efter tømningen.

Ved ukorrekt tømning af bundfældningstanken eller ved en overbelastning, kan anlæggene få længerevarende problemer (2 eller 3 måneder efter tømningen) med at overholde NH₄-N kravet. Hvis biologien i forvejen er overbelastet, tager det væsentlig længere tid, før den bliver fuldt reetableret. I disse tilfælde bør der ikke fyldes rejeftvand tilbage, men det anbefales at disse bundfældningstanker fyldes op med rent vand. En hyppigere tømning af bundfældningstanken ved brug af rejeftvand ved et overbelastet renseanlæg vil kun øge problemerne.

Også her er konklusionen klar:

En årlig tømning er den anbefalede tømningsfrekvens. Problemer med overbelastede renseanlæg (dvs. hvor der tilføres større belastning end renseanlægget er designet til) bør løses ved at opgradere i størrelse.



En Biokube servicetekniker måler slam med slamtester.

Baggrund

I de senere år har der været stigende interesse for driften af bundfældningstanke. Undersøgelser i Århus har påpeget problemer med slamflugt fra en bestemt type bundfældningstank ved minirensanlæg med fosforfjernelse (SOP krav), hvorefter det blev anbefalet at få tømt bundfældningstanke to gang årligt. Flere og flere kommuner er begyndt at følge denne praksis. Hvordan tømningen af bundfældningstanken påvirker driften af minirensanlæg skulle derfor undersøges nærmere.

Et stigende antal kommuner spørger desuden om, hvordan tankene skal tømmes. For at kunne svare på spørgsmålet, ledsagede vi i efteråret 2009 en række tømningsskibe og fik lov til at tage prøver. Undersøgelsen skal hjælpe med at besvare følgende spørgsmål:

- Hvor meget slam dannes i gennemsnit om året?
- Hvor ofte skal 2,3 m³ bundfældningstanke foran BioKube minirensanlæg tømmes?
- Hvordan skal bundfældningstanke tømmes?
- Kan minirensanlæggene overholde udløbskravene lige inden årlig tømning af bundfældningstanken?
- Påvirker tømningen af bundfældningstanken driften i perioden efter tømningen?
- Skader polymeren i rejektvandet biologien i minirensanlægget?

Tømning af bundfældningstanke med slamafvandingsbiler

Der findes i Danmark to anvendte principper til at fjerne slammet fra bundfældningstanke:

Tømning med tilbagefyldning af rejektvand:

Tankens indhold suges op ved hjælp af en mobil slamafvandingsbil, slammet presses fra ved tilsætning af polymer og rejektvandet fyldes tilbage i tanken.

Slamsugning af tanken:

Slammet og vandet fjernes fra tanken ved at suge det hele til slamsugerbilen. Tanken fyldes op med rensat spildevand eller husejerens drikkevand.

Fordelen ved brug af afvandingsbiler er, at størstedelen af vandet fjernes fra slammet og kan fyldes tilbage i tanken. Kun slammet tages med. Det afvandede slam har et tørstofindhold over 20 %, mens tørstofindholdet i slammet af bundfældningstanke ligger mellem 5 % og 10 %. Derfor kan en afvandingsbil tømme mange flere tanke end en slamsugerbil, inden bilen skal tømmes f.eks. på det kommunale rensanlæg. En anden fordel ved brug af afvandingsbiler er, at der fyldes vand tilbage umiddelbart efter tømning. Dermed skal der ikke fyldes drikkevand tilbage af husejeren og renseprocessen kan fortsættes umiddelbart i forlængelse af tømningen, ligesom der er mindre fare for opdrift af bundfældningstanken ved højt grundvand. Af disse grunde er tømning med tilbagefyldning af rejektvandet den foretrukne teknik i mange kommuner.

Hvilken kvalitet rejektvandet har, kan der ikke findes mange informationer om. De kommuner, der blev spurgt, havde ikke selv foretaget målinger. Rørcenter-anvisning 010 omkring tømning af bundfældningstanke anbefaler at stille følgende krav til rejektvandet:

- det skal være pH-neutralt
- det skal indeholde et minimum af polymerer
- de anvendte polymerer må ikke hæmme de biologiske processer i nedsivningsanlæg eller rensanlæg efter tanken

I nogle kommuner stilles der krav til, at rejektvand ikke må indeholde mere end 150 til 300 mg/l suspenderet stof (SS).

Undersøgelse af rejektvand

I løbet af efteråret 2009 ledsagede vi 4 forskellige afvandingsbiler fra forskellige firmaer og udtog prøver af rejektvandet. Prøverne blev undersøgt for COD, kvælstof, fosfor og suspenderet stof.

For at kunne bedømme afvanding blev der på følgende 9 tømninger udtaget en stikprøve af udløbet af bundfældningstanken umiddelbar før tømning og tilbageførsel af rejektvand til bundfældningstanken. Alle 9 prøver blev taget af tilfældige bundfældningstanke uden minirensanlæg efter bundfældningstanken.

Resultaterne af disse prøver ses i tabel 1.

Bil	antal prøver	COD i mg/l	N total i mg/l	NH4-N i mg/l	P total i mg/l	SS i mg/l	bemærkninger
2	1 - tank	1747	158	81	13	1200	
	1 - rejeztvand	537	378	220	16	59	klar i farve, mange slamflokke
2	2 - tank	402	157	69	12	120	
	2 - rejeztvand	432	240	121	16	45	klar i farve, mange slamflokke
2	3 - tank	1235	462	236	41	580	
	3 - rejeztvand	1424	332	186	25	840	gul, færre slamflokke
2	4 - tank	1628	268	171	33	610	
	4 - rejeztvand	1762	346	206	28	760	gul, færre slamflokke
2	5 - tank	2377	103	67	9	2200	
	5 - rejeztvand	1094	338	202	30	1300	gul, færre slamflokke
3	6 - tank	1489	186	157	24	i.a.	
	6 - rejeztvand	569	115	72	17	i.a.	klar i farve, kun få slamflokke
3	7 - tank	1039	127	121	18	i.a.	
	7 - rejeztvand	773	158	65	19	i.a.	klar i farve, kun få slamflokke
3	8 - tank	344	141	139	14	i.a.	
	8 - rejeztvand	1039	149	74	20	i.a.	klar i farve, kun få slamflokke
3	9 - tank	601	308	298	25	i.a.	
	9 - rejeztvand	930	180	84	41	i.a.	klar i farve, kun få slamflokke
	middelværdi udløb fra tank	1073	241	168	22	942	
	middelværdi rejeztvand	951	248	137	24	601	

i.a. = ikke analyseret

Tabel 1: Udtaget prøver fra udløbet af bundfældningstank uden minirenselanlæg umiddelbar før tømning og af rejeztvandet der fyldes tilbage i tanken

Som middelværdierne i tabel 1 viser, blev indholdet af stofferne i rejeztvandet imidlertid målt til at være i samme niveau, som det spildevand der normalt forlader bundfældningstankene.

Indhold af suspenderet stof (SS) i rejeztvand ser ud til at variere meget. I prøve 1 kunne SS reduceres fra 1200 mg/l til 59 mg/l i rejeztvandet. I prøve 3 og 4 blev der målt lidt højere SS værdier i rejeztvandet, end tanken udledte før tømningen.

Med bil 2 blev der taget prøver 2 forskellige dage. Første dag blev prøve 1 og 2 udtaget. COD, fosfor og SS er fint i disse prøver, men der var en del slamflokke i det rejeztvand der blev fyldt tilbage i bundfældningstankene. Et par uger senere, blev prøve 3, 4 og 5 taget. Denne dag opstod der et lille teknisk problem ved bilen, så der blev doseret mindre polymer. Disse prøver indeholdt mere COD, fosfor og SS end ved sidste prøvetagning, men færre slamflokke. Prøverne fra bil 2 indholdt generelt meget kvælstof.

Der foreligger ikke SS målinger fra bil 3, men rejeztvandet indeholdt kun få slamflokke og så ikke ud til at indeholde meget SS.

Det blev tydeligt, at afvandingsbilerne er effektive, højteknologiske maskiner. Tanken tømmes i løbet af få minutter afhængig af tankens fyldingsgrad og konstruktion. Slammet afvandes samtidig med tømningen og tanken kan genfyldes med rejeztvand umiddelbar efter tømningen med en hastighed på flere hundrede liter i minuttet. Slamflokkene fra rejeztvandet og restpolymeren binder det slam der ikke kunne suges op af tanken, som gør, at slammet skilles fint fra vandfasen og lægger sig som flydeslam. Der kan det sidste slam hurtigt fjernes.

Det kræver erfaring og betydelig teknisk viden at få afvandet slammet optimalt. Effektiviteten er lidt forskellig fra tank til tank og fra bil til bil, men overordnet ser det ud til, at rejeztvandet er i samme niveau som spildevand i en bundfældningstank, der ikke er afvandet med en afvandingsbil. Doseres der ikke nok polymer, ser det ud til at koncentrationerne i rejeztvandet stiger.

Undersøgelse af tømning af bundfældningstank foran minirenseanlæg

Efter at koncentrationsniveauet i spildevandet og rejektivandet var kendt, blev det undersøgt hvordan tømning af bundfældningstanke foran minirenseanlæg påvirker renseseffektiviteten i BioKube rensesanlæg. Hertil blev der udvalgt 8 minirenseanlæg af type Mars 5 PE SOP på samme vej i Skanderborg kommune. Alle 8 minirenseanlæg blev installeret i 2005, 7 af anlæggene har den samme type bundfældningstank og tømmes en gang årligt på samme tidspunkt med samme afvandingsbil.

Anlæggene blev besøgt dagen inden tømning. Der blev udtaget vandprøver og slammet i alle kamre af bundfældningstanken og minirenseanlægget blev målt med en slamtester (se billede 1). I ugerne efter tømning blev anlæggene genbesøgt flere gange og der blev udtaget nye vandprøver og slammålinger.



Billede 1: Slammåling med en BioKube slamtester.

Slammåling

På trods af, at anlæggene har samme type bundfældningstank, er slammængden og hvordan slammet ligger sig i tanken forskelligt fra hus til hus. Bortset fra bundfældningstanken foran anlæg nr. 237, ses i alle tanke større mængder slam i de sidste kamre, som det ofte ses i anlæg med krav om fosforfjernelse.

Bruges fældningskemikalie til at fælde fosfor af vandet, dannes der kemisk slam, der også skal afskilles i bundfældningstanken. Denne type slam har en vægtfylde tæt ved 1 kg/l og det gør det svært at adskille slammet.

Slammålingerne foretaget 50 dage efter tømningen viser, at der generelt dannes mere flydeslam end bundslam i bundfældningstankene, mens der kun målt bundslam i minirenseanlægget. I de fleste bundfældningstanke havde kun dannet sig 5 til 10 cm flydeslam i 1. kammer og et tyndt lag flydeslam i kammer 2 og 3. Bundslam kunne der kun måles i meget begrænset omfang. Det svarer til en slamvækst på ca. 2 til 4 liter slam om dagen i tankene. Med denne slammængde er en årlig tømning det passende tømningsinterval. Resultaterne af slammålingerne ses i figurene 2 til 8. Slammålingerne er vedlagt som bilag 1.

Bundfældningstanken foran anlæg nr. 238 er en anden type bundfældningstank end der er installeret ved de øvrige 7 anlæg. Desuden er det ikke muligt, at måle slammet i andet kammer i denne tank type. Derfor er den ikke vist sammen med de øvrige slammålinger. Derudover bruges anlæg 238 af en familie på 6 personer.

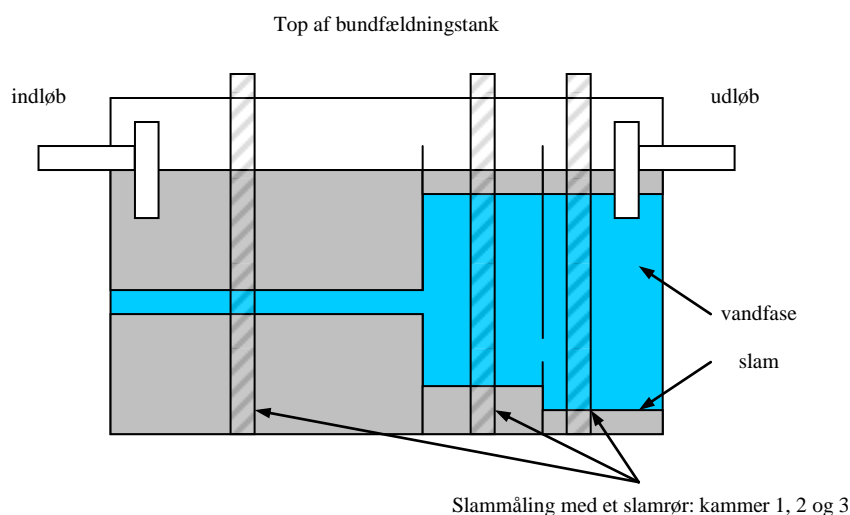
Bundfældningstanken er derfor overbelastet ved en årlig tømning. Bundfældningstanken blev målt 1,5 måneder efter tømningen samtidig med de øvrige tanke. På dette tidspunkt var første kammer i denne tank allerede fyldt. Det skyldes dels, at minirenseanlægget efter tømningen af bundfældningstanken atter kunne flytte slammet fra rensesanlægget tilbage til bundfældningstanken. Den store slam aflejring vidner desuden om anlæggets store belastning. Denne bundfældningstank er overbelastet og skal enten udskiftes til en større tank, eller fremover tømmes 2 gange årligt og der skal ved 2 årlige tømninger ikke fyldes op med rejektivand men med rent vand.

Antal personer på alle undersøgte anlæg, doseringsmængder af fosforfædningskemikalie og andre vigtige informationer fremgår af tabel 2.

Anlægs ID nr.	259	260	255	237	243	244	238	269
Dato i drift sat	17.7.05	16.7.05	23.8.05	1.7.05	5.7.05	12.7.05	8.7.05	23.7.05
Antal PE	4 PE	4 PE	2 PE	3 PE	2 PE	1 PE	6 PE	2 PE
Renseklasse	SOP	SOP	SOP	SOP	SOP	SOP	SOP	SOP
Bundfældningstanktype	A	A	A	A	A	A	B	A
Dosering af fosforfædningsvæske	100 %	80 %	20 %	40 %	50 %	40 %	100 %	40 %
	af maks.	af maks.	af maks.	af maks.	af maks.	af maks.	af maks.	af maks.
Vandforbrug i l/dag	> 500	< 500	< 500	> 500	< 500	< 500	> 500	< 500
Rensekammer 1 foretaget	ja	nej	ja	nej	ja	nej	ja	nej

Tabel 2: Informationer omkring minirenselanlæggene

På figurerne 2 til 8 illustreres slammængderne således:



Figur 1: Slammåling i en bundfældningstank.

En optimal bundfældningstank burde kort tid før den tømmes indeholde

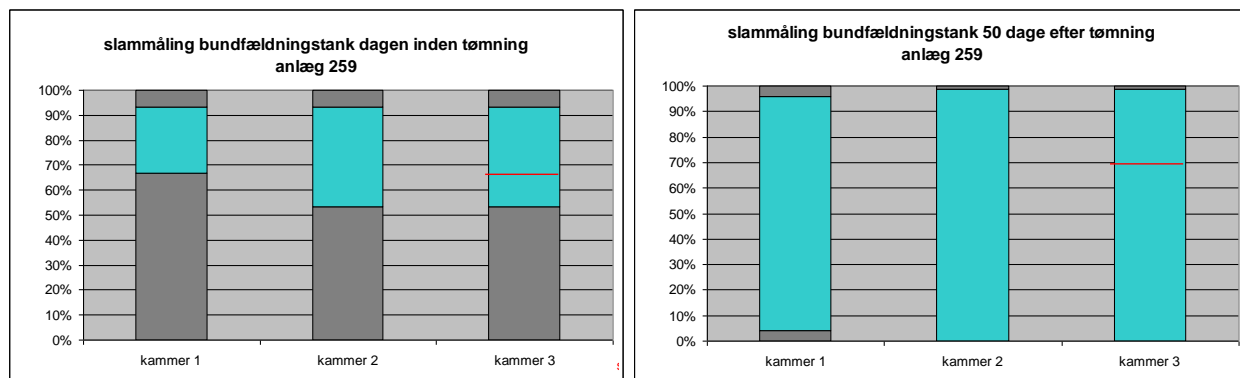
- I kammer 1: meget bundslam og flydeslam (billede 2)
- I kammer 2: lidt bundslam og flydeslam (billede 3)
- I kammer 3: helst næsten kun vandfase (billede 4)

Billeder 2 til 4 illustrerer den forskellige slamkoncentration i bundfældningstankens tre kamre målt med en BioKube skamtester. Første kammer er fyldt med 90 cm slam, i kammer 2 og 3 måles 20 til 30 cm slam.

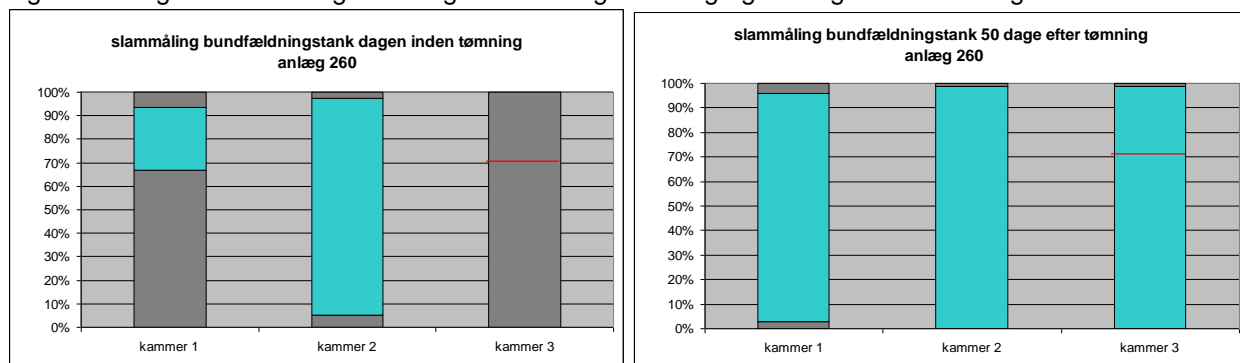


Billede 2, 3 og 4: Eksempel på slammåling i første, anden og tredje kammer af bundfældningstank

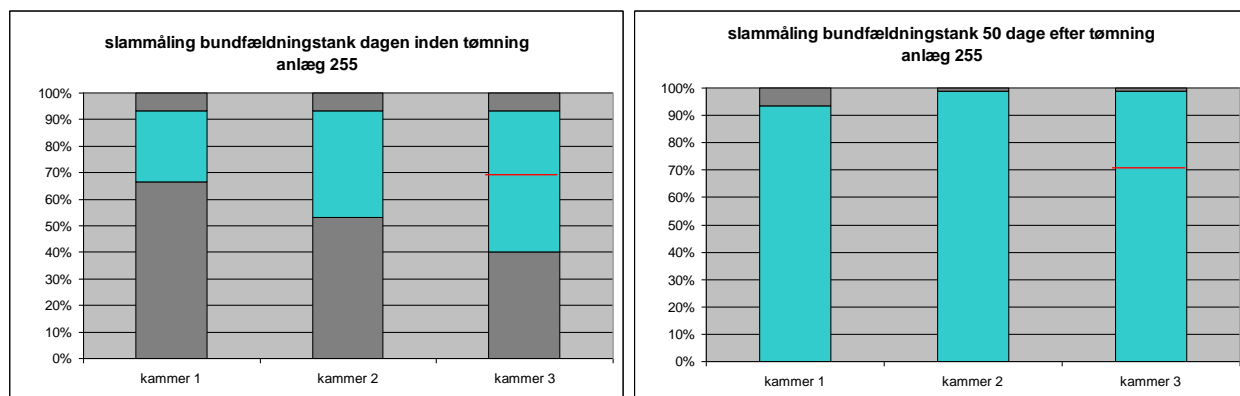
På graferne nedenunder er det for hver enkelt bundfældningstank vist, hvorledes slamopbygningen var henholdsvis umiddelbart før tømning og dage efter tømningen. Der lægges mærke til, hvor forskelligt slamopbygningen i bundfældningstanken er, selv om det er samme type bundfældningstank og renseanlæg. Det viser indflydelsen af husejernes spildevands sammensætningen og adfærd.



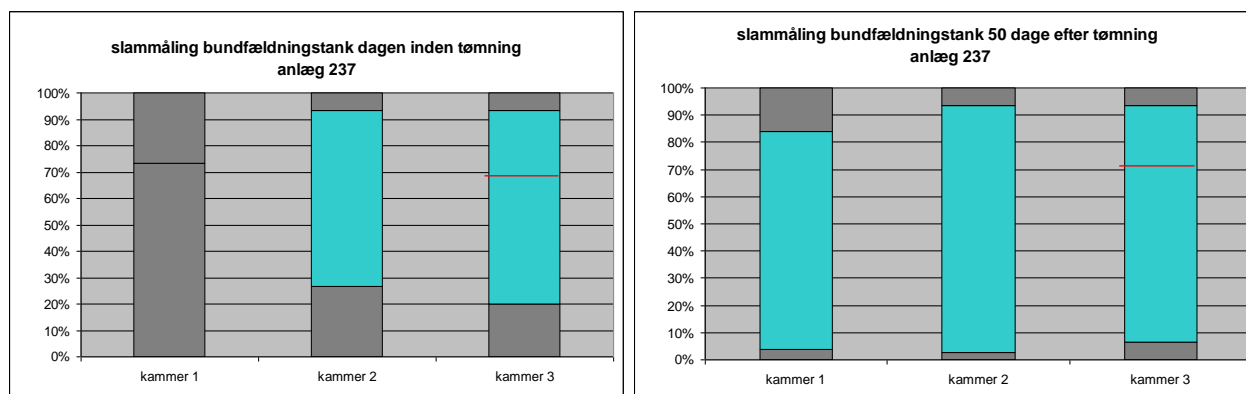
Figurer 2 a og b: Slammåling af anlæg 259 før årligt tømning og 50 dage efter tømningen



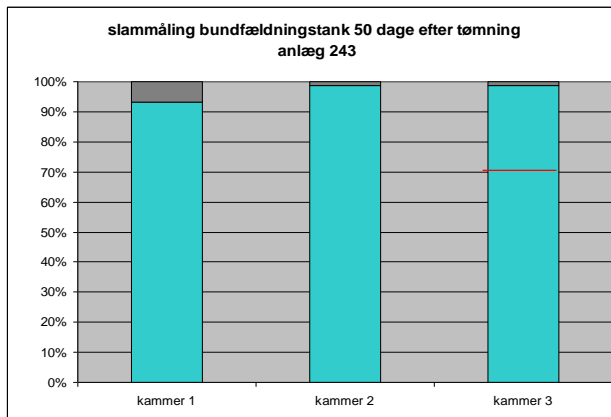
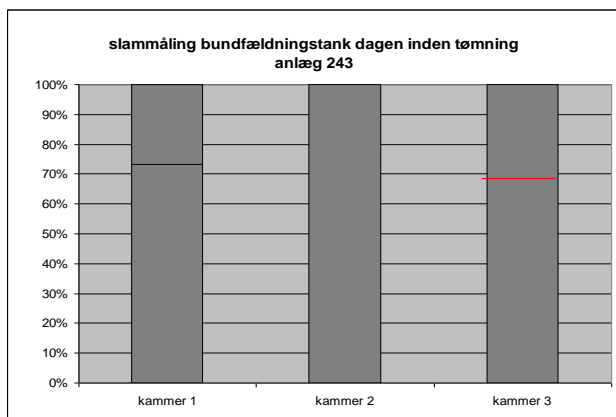
Figurer 3 a og b: Slammåling af anlæg 260 før årligt tømning og 50 dage efter tømningen



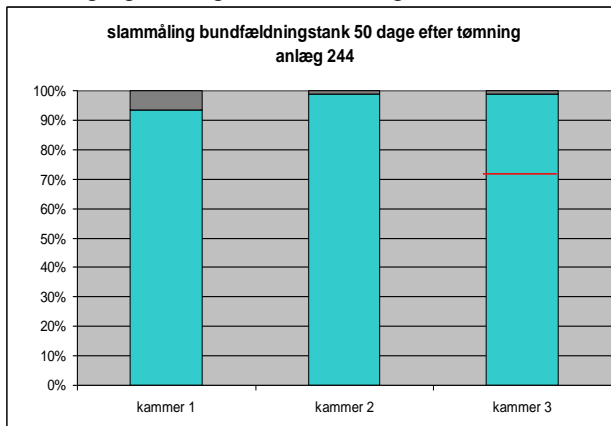
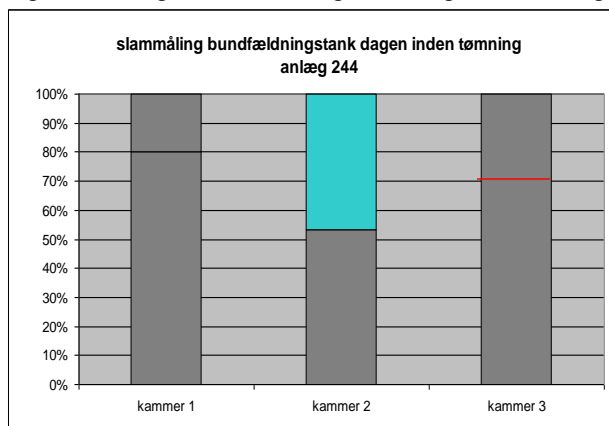
Figurer 4 a og b: Slammåling af anlæg 255 før årligt tømning og 50 dage efter tømningen



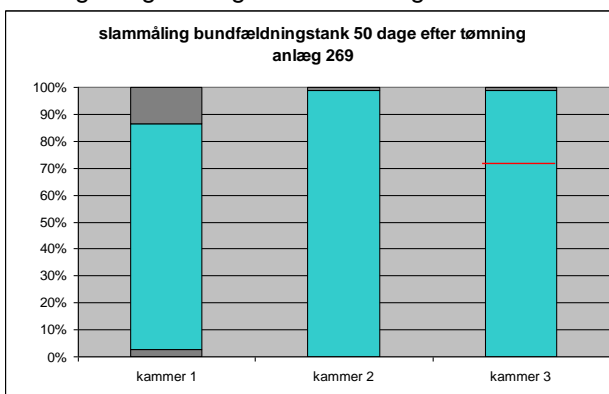
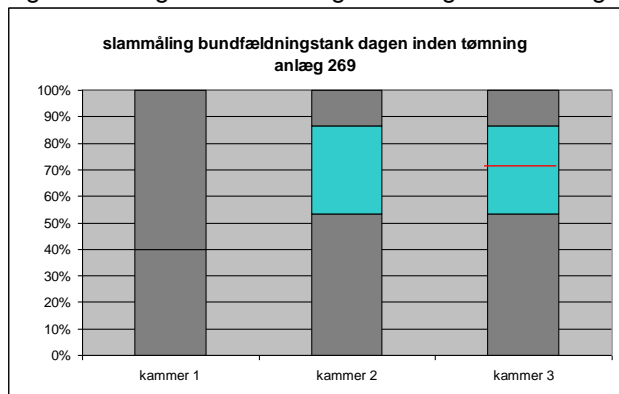
Figurer 5 a og b: Slammåling af anlæg 237 før årligt tømning og 50 dage efter tømningen



Figurer 6 a og b: Slammåling af anlæg 243 før årligt tømning og 50 dage efter tømningen



Figurer 7 a og b: Slammåling af anlæg 244 før årligt tømningen og 50 dage efter tømningen



Figurer 8 a og b: Slammåling af anlæg 269 før årligt tømning og 50 dage efter tømningen

Resultater af vandprøver udtaget inden årlig tømning

Vandprøverne udtaget i udløbet af anlæggene dagen inden årlig tømning viser følgende udløbsværdier:

Anlægs ID nr.	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	34,5	14,5	37,1	34,6	23,6	25,3	55,6	52,2
NH ₄ -N i mg/l	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	5,0	9,4	0,1
P i mg/l	1,07	1,29	0,33	0,44	0,26	0,01	1,79	0,30

Tabel 3: Vandprøver udtaget i udløbet af anlæggene dagen inden tømning

Bortset fra anlæg 238 overholder alle renseanlæg SOP krav på max. 75 mg/l COD, 5 mg/l NH₄-N og 1,5 mg/l fosfor, selv om målingerne er foretaget dagen før den årlige tømning, og hvor der derfor er maksimal mængde slam i bundfældningstankene.

Anlæg 238 har problemer med at overholde kravene. Årsagen hertil er, at anlægget bruges af en familie på 6 personer. Det er derfor overbelastet og det første og dele af andet rensekammer i minirensaanlægget er fyldt op med slam, der ikke kunne holdes tilbage i bundfældningstanken med en årlig tømning.

Tømning af bundfældningstankene

Den 2. december blev alle bundfældningstanke tømt af en afvandingsbil (bil 4) efter vores anbefaling og der blev fyldt rejktvand tilbage til underkanten af t-stykket i udløbet. Tanken blev tømt omhyggeligt og fuldstændigt. Rejktvandet blev hældt tilbage "baglæns" fra 3. kammer, så det sidste kammer spules rent og eventuel slam flyttes til første kammer i bundfældningstanken.



Billede 5: afvandingsbil 4

I 5 af anlæggene blev første rensekammer i minirensaanlægget samtidig tømt for slam, der var kommet med ind til renseanlægget fra bundfældningstanken over de sidste 5 års drift. Rensekammeret blev også fyldt op med rejktvand.

Rejktvandet i bundfældningstanken blev umiddelbart efter tilbagefyldningen undersøgt for COD, kvælstof, fosfor og suspenderet stof. Analyse resultaterne fremgår af tabel 4.

Anlægs ID nr.	259	260	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	601	750	690	1160	1056	1191	1054	1032
NH ₄ -N i mg/l	81	91	89	86	61	68	77	73
P i mg/l	19,0	13,2	7,4	4,4	2,6	1,3	1,3	3,5
N total i mg/l	102	115	100	110	86	95	118	108
SS i mg/l	47	1000	130	170	120	250	220	110
andel NH ₄ i N total	79%	79%	89%	78%	71%	72%	65%	68%

Tabel 4: Rejktvandsprøver udtaget ved tømning af bundfældningstanken foran de 8 undersøgte minirensaanlæg (bil 4)

I sammenligningen med de øvrige rejektivandsprøver udtaget (se tabel 1), ligger COD koncentrationerne i det forventede niveau. Indholdet af suspenderet stof ligger i 7 af 8 rejektivandsprøver under 250 mg/l SS. Kvælstofindholdet er med max. 118 mg/l N total forholdsvis lave. Indholdet af fosfor i rejektivandet er meget forskelligt, selv om der kun blev tømt bundfældningstanke af minirensesanlæg med kemisk fosforfældning.

Sammenlignet med prøverne fra tømning af bundfældningstanke uden minirensesanlæg, indeholdt rejektivandet fra bil 4 relativt lave koncentrationer. Det skyldes formentlig, at koncentrationerne af spildevandet i bundfældningstanke er lavere end i tabel 1, da der returskylles rensset spildevand fra minirensesanlægget, hvorved spildevand fra huset fortyndes. Derudover forløb tømningen optimalt.



Billede 6: Bundfældningstank kort efter tømning

Efter information fra tømningssfirmaet, bliver der fjernet omkring 200 kg slam af bundfældningstanke foran minirensesanlæg, mens bundfældningstanke uden minirensesanlæg indeholder mellem 125 til 140 kg slam. Tørstofindhold af det afvandede slam ligger mellem 17% tørstof (med minirensesanlæg) og 21% tørstof (bundfældningstanke uden minirensesanlæg). Dermed fjernes i gennemsnittet 34 kg tørstof..

Tørstofindholdet i bundfældningstanken varierer fra bundfældningstank til bundfældningstank, men normalt dannes der mellem 700 og 1500 liter slam om året. Ifølge producenten af fosforfældningskemikalie skal der forventes ca. 30 kg slam fra fosforfældningen ved brug af maksimal doseringen.

Resultater af vandprøver udtaget efter tømningen

Dagen efter tømningen kunne der i anlæggene aflæses, hvor meget vand der kommer til anlæggene. Alle BioKube minirenselanlæg returskyller den samme mængde vand og slam fra de forskellige kamre tilbage til bundfældningstanken. Ved tømningen blev der fyldt rejektivand tilbage, til underkanten af t-stykket i udløbet af bundfældningstanken. Dermed mangler der ca. 500 liter vand i renseprocessen. Det vand skal først løbe til bundfældningstanken, før den udleder spildevand til renselanlægget igen.

Bruges der over ca. 500 liter vand i husholdningen om dagen, vil bundfældningstanken være fyldt op i løbet af det første døgn og minirenselanlægget udlede spildevand allerede på dag 1 efter tømningen. Dette er sjældent tilfældet.

De fleste BioKube minirenselanlæg udleder ikke rensed spildevand i et par døgn efter tømningen, fordi der i husholdningen ikke bruges mere end typisk 300 liter vand om dagen. Besøges minirenselanlæg i dagene efter tømningen, vil der pga. returskyllet til bundfældningstanken være lidt mindre vand i sidste rensekammer.



Billede 7: Lavt vandniveau i sidste rensekammer efter tømning af bundfældningstanken

Af de undersøgte 8 anlæg udledte anlæg 259, 237 og 238 allerede i løbet af 1 døgn efter tømning. Disse husholdninger udleder mere end 500 liter om dagen, mens de øvrige må have et vandforbrug under 500 liter om dagen. Dette har betydning for hvor hurtig rejektivandet når gennem anlægget. I de anlæg med lavt vandforbrug, vil det tage længere tid for rejektivandet at nå udløbet.

Fordi alle BioKube minirenselanlæg returskyller samme mængde spildevand til bundfældningstanken, mens der tilledes forskellige mængder vand fra huset til bundfældningstanken, er fortyndingsfaktoren (forhold mellem højt koncentreret indløb og det rensede spildevand fra returskyllet af minirenselanlægget) forskellige i anlæggene. I anlæggene 259, 237 og 238 fortyndes spildevandet ca. 1 til 1. I de øvrige 5 minirenselanlæg fortyndes spildevandet mere, da der ledes under 500 liter spildevand til bundfældningstanken.

Koncentration af spildevandet i anlæg med en fortyndningsfaktor på 1 fortyndes ca. til 50 % af indløbskoncentration, mens anlæg med en fortyndningsfaktor på over 1 fortyndes med mere end 50 % af indløbskoncentration. Antages rejektivandet at indeholde samme mængder COD, kvælstof og fosfor som spildevandet fra husholdningen, svarer dette til 2 til 3 gange så stor belastning lige efter tømningen, end der normalt udledes fra bundfældningstanken.

Det 2 til 3 gange større indhold af kvælstof i rejektvandet end i husspildevand, kan føre til en del skumdannelse i minirensaanlægget i dagene efter tømning (se billede 8).



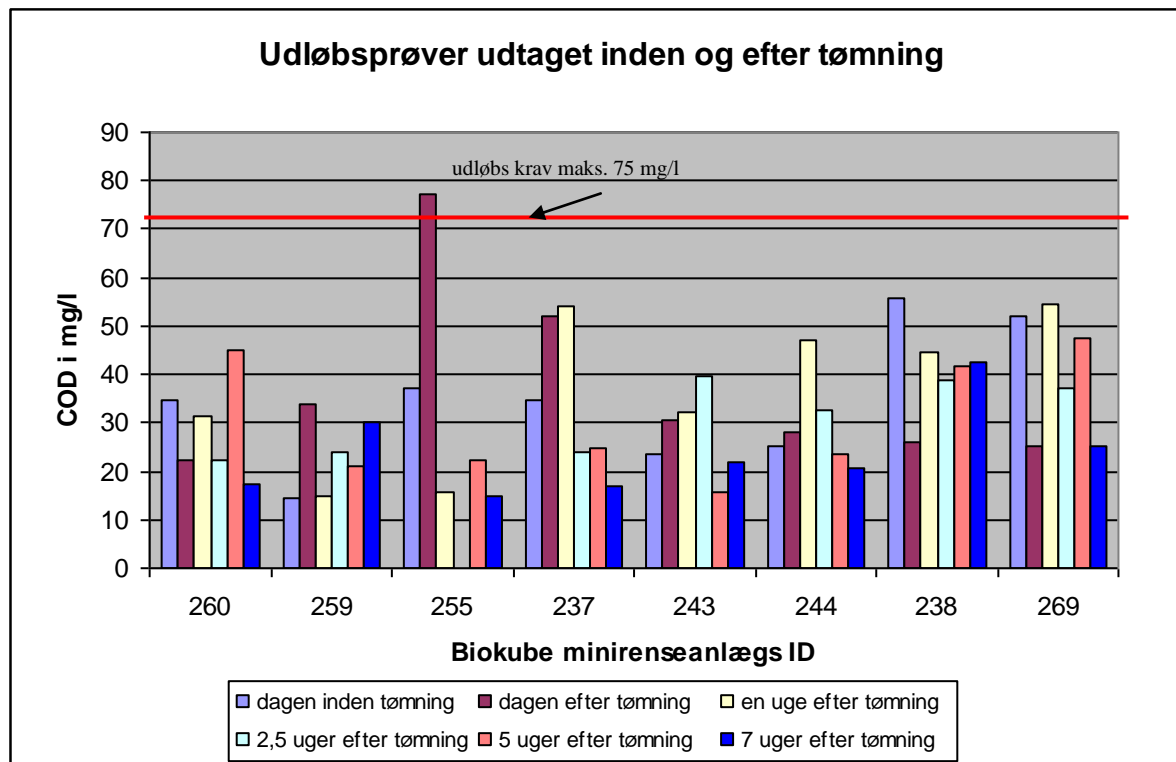
Billede 8: Skumdannelse efter tømning af bundfældningstank med afvandingsbil 4

For at se, om denne større belastning fører til forhøjede udledninger, blev anlæggene besøgt en uge efter tømningen, 2 ½, 5 og 7 uger efter tømningen. Resultaterne af udløbsprøver ses i figurer 9, 10 og 11. Alle målinger udtaget fra minirensaanlæggene i forbindelse med undersøgelsen fremgår af bilag 2.

Det er i forbindelse med undersøgelsen vigtigt at bemærke, at bundfældningstankene blev tømt den 2. december 2009. I december og januar herskede der hårdt vinter, med meget sne og frost (se billede 9). Vandtemperaturen i rensaanlæggene lå i undersøgelsesperioden kun på omkring 4 til 5 grader. Anlæg 255 kunne ikke besøges 2,5 uger efter tømningen, da vejen til anlægget var ufremkommelig pga. sne.

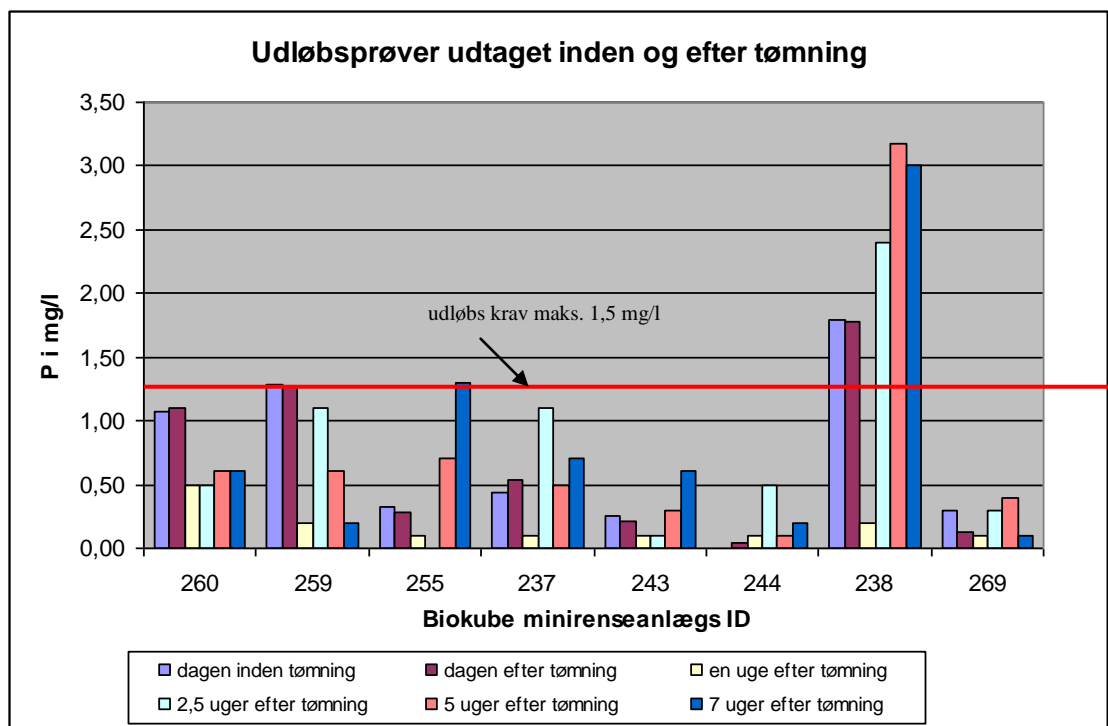


Billede 9: Anlæg 259 7 uger efter tømningen



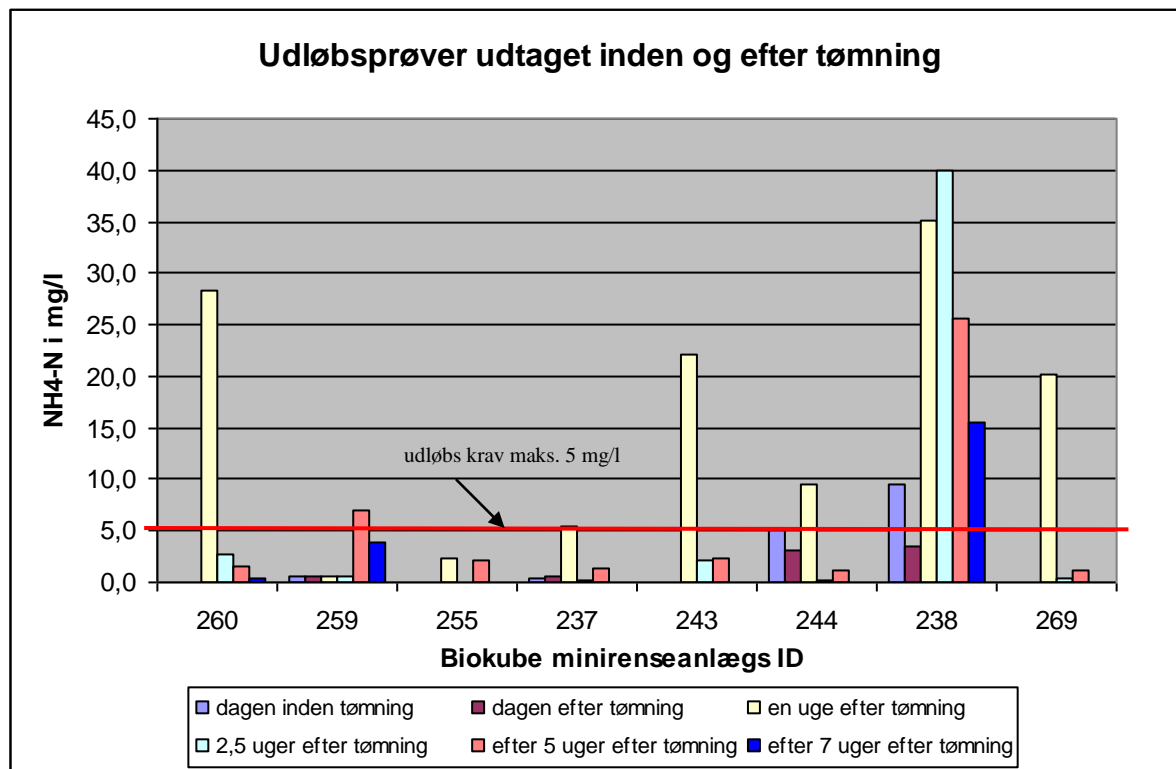
Figur 9: COD målinger i udløbet af minirenses anlæggene efter tømning

Som det fremgår af figur 9, har tømningen af bundfældningstanken ikke haft indflydelse på udledning af organisk materiale i undersøgelsen. Rejektvandets 2 til 3 gange højere koncentration af organisk materiale, gav ikke overskridelser af udledningskravet på max. 75 mg/l COD. Kun én måling lå med 77,3 mg/l COD (anlæg 255 dagen efter tømning) lige over grænserværdien, mens COD i øvrigt svinger omkring 30 mg/l, dvs. under halvdelen af de fastsatte udledningsværdier.



Figur 10: Fosfor målinger i udløbet af minirenses anlæg efter tømning

Fosforfjernelsen var upåvirket af tømningen. Belastning af rejektvandet lå i anlæg 255, 237, 243, 244, 238 og 269 under 10 mg/l fosfor (se tabel 4). Det er mindre fosfor end det indkommende spildevand normal indeholder og det forklarer, hvorfor udledning af fosfor en uge efter tømning er lavere end ellers (gul bjælke i figur 10). Kun anlæg 238 har problemer med at overholde udløbskravet på 1,5 mg/l fosfor (se figur 10). Det skyldes ikke tømningen af bundfældningstank, men at dette anlæg er overbelastet, da det bruges af en familie på mere end 5 personer. Doseringen af fosforfælningskemikalie er indstillet til 100 %. For at kunne tilsætte mere fælningskemikalie, skal renseanlægget opgraderes til 10 PE.



Figur 11: NH₄-N målinger i udløbet af minirenselanlæg efter tømning

Tømningen af bundfældningstanken har tydelig haft indflydelse på kvælstoffjernelsen i ugerne efter tømningen (se figur 11). På 6 af de 8 undersøgte anlæg kunne der måles NH₄-N overskridelser på målingen en uge efter tømningen og tilbagefyldning med rejektvand (gul bjælke i figur 11). Det kan således konstateres, at brugen af rejektvand med dets højere indhold af NH₄-N vil have en tendens til at udledningsværdierne i nogle dage efter tømning af bundfældningstanken bliver overskredet, men at de så falder tilbage til det normale niveau med overholdelse af udledningskravene.

Kvælstoffjernelsen i det i forvejen overbelastede anlæg 238 steg til max. 40 mg/l NH₄-N, 2 ½ uger efter tømning og viste 7 uger efter tømning fortsat en for højt indhold af NH₄-N i udløbet. Dette anlæg overholder formentlig først udløbskravet igen, 2 til 3 måneder efter tømningen. Konklusionen for det overbelastede anlæg er derfor, at bundfældningstanken bør udskiftes til en passende større tank (10 PE) og renseanlægget opgraderes ligeledes til 10 PE.

Konklusion og anbefalinger

Hvor meget slam dannes i Biokube minirenselanlæg med fosforfjernelse i gennemsnit om året?

Der dannes 2 til 4 liter slam om dagen i en bundfældningstanke foran et minirenselanlæg. Det svarer til 700 til 1500 liter slam årligt afhængig af belastning og antal personer tilsluttet. I det overbelastede anlæg 238 dannede der sig 1000 liter slam i løbet af 50 dage.

Hvor ofte skal en 2,3 m³ bundfældningstanke foran et Biokube minirenselanlæg tømmes?

Normalt er en årlig tømning tilstrækkelig, forudsat at bundfældningstanken bliver tømt fuldstændig. Et minirenselanlæg, der er overbelastet skal tømmes oftere, fordi der af de flere personer dannes så meget slam at minirenselanlægget ellers fyldes op med slam i så stor grad, at rensekapaleteten i anlægget bliver for lille. Det er dermed ikke nødvendigt at få tømt bundfældningstanken foran et Biokube minirenselanlæg flere gang årligt. Biokube vil dog anbefale en hyppigere tømning af bundfældningstanken i den lille procentdel af anlæggene der er overbelastede, som alternativ til udskiftning af tanken til en passende større tank. Denne konkret begrundede beslutning til ekstra tømning bør ikke på nogen måde retfærdiggøre, at påføre resten af ejerne af et minirenselanlæg en unødvendig udgift. Tværtimod vil en for hyppig tømning af bundfældningstanken kunne medføre udledning af for meget NH₄-N i ugen efter tømningen med en afvandingsbil.

Hvordan skal bundfældningstanke tømmes?

Tanken skal tømmes helt. Det er praktisk ikke muligt kun at tage flydeslam og bundslam op og efterlade vandfasen i tanken, fordi der findes tynd kemisk slam i bundfældningstanken indimellem flydekagen og bundslammet, som også skal fjernes.

Det er vigtigt, at der fyldes vand tilbage i bundfældningstanken umiddelbar efter tømningen, så renseprocessen kan fortsætte i løbet af kort tid. Tanken må ikke overfyldes, fordi der så kan komme større mængder slamflokke med ind til renselanlægget, så første rensekammer bliver fyldt op med slam.

Afvandingsbiler, der leder rejeaktvand tilbage til bundfældningstanken kan uden problemer bruges, hvis bilen anvendes korrekt. Der burde stilles krav om, at der ikke må efterlades flydeslam i tanken. Flydeslammet dannes ved tømningen med afvandingsbiler, hvis der er slam tilbage i bundfældningstanken, der går i forbindelse med restpolymer i rejeaktvandet og lægger sig som op til 15 cm flydeslam. Det bør fjernes af slamsugeren. Hvis muligt, skal bundfældningstanken fyldes op "baglæns", det vil sige fra sidste kammer. På denne måde skylles de sidste kamre rene.

Kan minirenselanlæggene overholde udløbskravene lige inden årlig tømning af bundfældningstanken?

Ja, Biokube minirenselanlæg kan overholde udløbskravene, selv om bundfældningstanken er fyldt op med slam. Slammængden i bundfældningstank og renseprocessen har ikke umiddelbar indflydelse på hinanden.

Kun hvis belastningen på minirenselanlægget er meget større end anlægget er designet til, vil der dannes alt for meget slam, som fører til, at bundfældningstanken bliver overbelastet. Tømmes tanken ikke i denne situation, vil der komme alt for meget slam med ind til renselanlæggets første kammer og kapaciteten i renselanlægget vil blive for lav.

Påvirker tømningen af bundfældningstanken driften i perioden efter tømningen?

Tømningen af bundfældningstanken hvor der fyldes rensat spildevand eller drikkevand tilbage, påvirker ikke driften af renselanlægget, da koncentrationen af COD, fosfor og kvælstof i vandet er lavere end der normalt findes i bundfældningstanken. Ved tømning af bundfældningstanken med afvandingsbiler, hvor der fyldes rejeaktvand tilbage, kan der komme en forhøjet koncentration af NH₄-N i udløbet fra minirenselanlægget i ugen efter tømningen. Normalt overholdes udledningskravet på NH₄-N igen 2 uger efter tømningen.

Meget belastede anlæg, eller ved ukorrekt tømning, kan anlæggene få længerevarende problemer (2 eller 3 måneder efter tømningen) med at overholde NH₄-N kravet.

Skader polymeren i rejeaktvandet biologien i minirenselanlægget?

Nej, ved korrekt brug af polymer skader den ikke biologien i minirenselanlægget.

Bilag 1: målte slamtykkelser

Målte slamtykkelser i kammer 1, 2 og 3 af bundfældningstankene (BF) og renseskammer 1, 2 og 3 i BioKube minirenselanlæg (BK)

anlægs ID	260
-----------	-----

BF type	A
volumen i m3	2,3
vandhøjt i cm total BF	75

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	50	4	75	5	20	1
flydeslam i cm	5	2	0	1	0	0

bundfældningstank tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	2	0	0	2	10	0
flydeslam i cm	3	1	1	0	0	0

anlægs ID	259
-----------	-----

BF type	A
volumen i m3	2,3
vandhøjt i cm total BF	75

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	50	40	40	70	5	0
flydeslam i cm	5	5	5	0	0	0

bundfældningstank og renselanlæg kammer I tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	3	0	0	5	0	0
flydeslam i cm	3	1	1	0	0	0

anlægs ID	243
-----------	-----

BF type	A
volumen i m3	2,3
vandhøjt i cm total BF	75

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	55	75	75	75	0	0
flydeslam i cm	20	0	0	0	0	0

bundfældningstank og renselanlæg kammer I tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	0	0	0	0	0	0
flydeslam i cm	5	1	1	0	0	0

anlægs ID	244
-----------	-----

BF type	A
volumen i m3	2,3
vandhøjt i cm total BF	75

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	60	40	75	20	0	0
flydeslam i cm	15	0	0	0	0	0

bundfældningstank tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	0	0	0	20	0	0
flydeslam i cm	5	1	1	0	0	0

anlægs ID	255
-----------	-----

BF type	A
volumen i m3	2,3
vandhøjt i cm total BF	75

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	50	40	30	50	30	0
flydeslam i cm	5	5	5	10	0	0

bundfældningstank og renselanlæg kammer I tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	0	0	0	0	0	0
flydeslam i cm	5	1	1	0	0	0

anlægs ID	237
-----------	-----

BF type	A
volumen i m3	2,3
vandhøjt i cm total BF	75

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	55	20	15	50	0	0
flydeslam i cm	20	5	5	0	0	0

bundfældningstank tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	3	2	5	35	5	0
flydeslam i cm	12	5	5	0	0	0

anlægs ID	238
-----------	-----

BF type	B
volumen i m3	2
vandhøjt i cm total BF	100

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	overfyldt	?	-	80	60	0
flydeslam i cm	?	-	-	0	0	0

bundfældningstank og renselanlæg kammer I tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	60	?	-	0	22	0
flydeslam i cm	30	?	-	0	0	0

anlægs ID	269
-----------	-----

BF type	A
volumen i m3	2
vandhøjt i cm total BF	75

1. december	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	30	40	40	80	20	0
flydeslam i cm	45	10	10	0	0	0

bundfældningstank og renselanlæg kammer I tømt for slam og fyldt op med rejktvand

20. januar	BF 1	BF 2	BF 3	BK 1	BK 2	BK 3
bundslam i cm	2	0	0	0	22	0
flydeslam i cm	10	1	1	0	0	0

Bilag 2: analyseresultater

Analyseresultater

service i november 2009	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	15	27,2	15,5	19,3	38,7	15,7	56,4	15
NH ₄ -N i mg/l	0,5	0,4	0,4	0,1	0,6	0,4	0,5	0,26
P i mg/l	1,3	0,7	0,1	0,3	1,2	0,1	0,8	0,4

dagen inden tømningen	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	34,5	14,5	37,1	34,6	23,6	25,3	55,6	52,2
NH ₄ -N i mg/l	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	5,0	9,4	0,1
N total i mg/l	27	43,1	11,5	17,2	32,5	33,4	46,6	28,6
P i mg/l	1,07	1,29	0,33	0,44	0,26	0,01	1,79	0,30

dagen efter tømningen	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	22,5	33,7	77,3	52,2	30,6	28,2	26,2	25,3
NH ₄ -N i mg/l	0,1	0,7	0,1	0,5	0,1	3,0	3,5	0,1
P i mg/l	1,10	1,27	0,29	0,53	0,21	0,04	1,78	0,13

en uge efter tømningen	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	31,2	15	15,7	54	32,3	47,1	44,4	54,4
NH ₄ -N i mg/l	28,3	0,6	2,4	5,4	22,2	9,5	35,1	20,1
N total i mg/l	50,4	24,2	23	36,1	45,6	30,4	61,4	53,7
P i mg/l	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1

2,5 uger efter tømningen	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	22,2	24		23,8	39,8	32,8	38,8	37
NH ₄ -N i mg/l	2,8	0,7		0,1	2,1	0,1	40,0	0,4
N total i mg/l	34,5	60,5		24,1	43,8	30	85,7	36,8
P i mg/l	0,5	1,1		1,10	0,1	0,5	2,4	0,3

5 uger efter tømningen	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	45,1	21,0	22,3	24,6	15,6	23,5	41,8	47,3
NH ₄ -N i mg/l	1,6	7,0	2,1	1,3	2,3	1,2	25,6	1,2
N total i mg/l	33,6	47	47,4	22,4	17,6	26,4	76,1	44,6
P i mg/l	0,6	0,6	0,7	0,5	0,3	0,1	3,2	0,4

7 uger efter tømningen	260	259	255	237	243	244	238	269
COD i mg/l	17,4	30,1	15	16,9	21,9	20,6	42,7	25,1
NH ₄ -N i mg/l	0,3	3,9	0,1	0,1	0,1	0,1	15,6	0,1
P i mg/l	0,6	0,2	1,3	0,7	0,6	0,2	3,0	0,1



Centervej Syd 5 - 4733 Tappernøje Tel: 55 98 98 00 - Fax 55 98 98 01
www.biokube.dk