



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Slambehandling i pileanlæg uden afløb



MUDP Rapport

December 2021

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Carlos A. Arias og Hans Brix, Aarhus Universitet,
Peder S. Gregersen, Center for Recirkulering

Fotos: Peder S. Gregersen, Center for Recirkulering

ISBN: 978-87-7038-372-1

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indholdsfortegnelse

1.	Introduktion	4
1.1	Indledning	4
1.2	Projektbeskrivelse	4
2.	Forsøg med tildeling ved hjælp af knivpumpe	5
2.1	Generelt vedrørende forsøg med knivpumpe	5
2.2	Rum 1 med EXPO-NET Bioblok 80HD blokke	5
2.3	Rum 2 med sidestillede EXPO-net Bioblok 80 udformet med større flade mod spildevand	5
2.4	Rum 3 uden indhold	6
2.5	Rum 4 med halm	6
2.6	Afdækning mod lugt	7
2.7	Pumpning og fordeling af spildevand med slam	7
2.8	Brønd til slutprop	7
2.9	Resultater af testene med knivpumpe	7
2.10	Udvikling i test gennem første år	8
2.11	Resultater efter 2. år	8
2.12	Resultater indtil oktober 2020	9
3.	Forsøg med tildeling ved hjælp af excentersnekkepumpe	12
3.1	Generelt ved forsøg med excentersnekkepumpe	12
3.2	Opbygning af rum til slam	12
3.3	Sikring mod lugt og frost	12
3.4	Pumpe og fordeling	13
3.5	Brønde til endelukninger på fordelerrør	13
3.6	Resultater af forsøget	13
4.	Forsøg med dykpumpe	15
4.1	Fordeling - Status i oktober 2020:	15
4.2	Vedligehold	15
4.3	Resultat af forsøget	15
4.4	Udtagning af slam	16
5.	Konklusion	17
5.1	Forsøgene med knivpumpe	17
5.2	Forsøg med excentersnekkepumpe	17
5.3	Forsøg med dykpumpe med vortex løber	18
5.4	Økonomi	18
5.5	Anbefalinger	19
6.	Bilag - Økonomi ved forskellige løsninger og andre betragtninger:	20
6.1	Referencer	22

1. Introduktion

Indledning og projektbeskrivelse

1.1 Indledning

Denne rapport beskriver resultaterne vedrørende tildeling af slam til pileanlæg uden afløb som en del af MUDP1914 Økoprojekt J. nr. MST-141-01094. Projektet har to formål, dels at undersøge fjernelse af fosfor i decentrale plantebaserede anlæg bestående af en kombination af vertikale anlæg med pil og tagrør, dels at undersøge teknologi til fordeling af slam i pileanlæg uden afløb ligeledes i decentrale anlæg. Denne rapport vedrører udelukkende tildeling af slam til decentrale pileanlæg uden afløb.

1.2 Projektbeskrivelse

Formålet med projektdelen er at finde den eller de mest velegnede metoder til fordeling af slam, som normalt tilbageholdes i bundfældningstanken og fjernes en gang om året med den lokale forsynings tømningsskema, i pileanlæg. Det undersøges, om tilsætning af kompostorm til slammet har virkning på omsætningen af slammet i anlægget. Desuden redegøres for økonomi ved etablering og drift af forskellige metoder sammenlignet med traditionelle anlæg med bundfældningstank. Ændring af tømningsskema under den lokale forsyningsordning undersøges ligeledes. Der er afprøvet og undersøgt tre forskellige pumpetyper og fem forskellige udformninger af rum til fordeling af slammet:

- Knivpumpe / Grinderpumpe
- Excentersnekkepumpe
- Dykpumpe med vortex løber, hvoraf nogle anvendes til fordeling af almindeligt spildevand.

Der er anvendt visuelle metoder og vurderinger i projektet samt dokumenteret med fotos.

2. Forsøg med tildeling ved hjælp af knivpumpe

2.1 Generelt vedrørende forsøg med knivpumpe

Fordelingen af slam til anlæggene foregår i alle tre tilfælde sammen med spildevandet. Det er således sort ikke-bundfældet spildevand, der tildeles til anlægget. Dette tilføres i rum med et samlet rumfang på 1,46 m³. Der er pt kun to personer i husstanden, men rumfanget er valgt ud fra, at det mindst skal kunne indeholde et forventet volumen på 200 l slam pr person for op til 5 PE og desuden afstemt efter, at der er 1½ spildevandstunnel for hvert rum og efter materialevalget i rummet. Rummene er etableret i længdeaksen af et pileanlæg på 4 x 52 m, der er 15 år gammelt. Det er ét bassin ud af to i pileanlægget. Der er i dette anlæg 8 m mellem rummene, således at pilene overalt i anlægget kan nå rummene med rødderne. De kan let nå 4 meter ud fra stammen. Dybden er 30 cm under overfladen i anlægget. Fordelingen foregår over rummene. De er holdt i en lav dybde for at lette udtagning af slam til genanvendelse. Fordelingen foregår i så tilpas dybde, at der er ilt tilstede. Herved undgår man dannelsen af svovlbrinte og dermed lugt bedst muligt. Det skønnedes før start, at afstivning eller tildækning af rummenes sider ikke ville være nødvendigt, fordi pilerødderne binder jorden sammen, så det udelukker nedbrydning af sider og kanter i rummene.

Der er afprøvet 4 udformninger af rum til fordeling for at se, om rummets udformning og valg af forskellige materialer har betydning for funktionen. De er beskrevet nedenfor. Tildelingen er foregået fra december 2015 til oktober 2020.

2.2 Rum 1 med EXPO-NET Bioblok 80HD blokke

Der er fremstillet blokke til det samlede rumfang på 0,365 m³ af netblokkene, som normalt anvendes til rislefiltre eller fordelerblokke i pileanlæg. De afprøves, fordi overfladen på netrørene i rislefiltre opbygger bakteriefilm på overfladen, når de kommer i kontakt med spildevand. Derfor er tanken at tiltrække de små fedtpartikler, som opstår ved pumpningen i knivpumpen af netrørene, så de ikke tilstopper sidevæggene i rummene og derved blokerer fordelingen af vand ud i anlægget.



Blokke til fangst af slampartikler efter knivpumpe. Foto: Peder S. Gregersen

2.3 Rum 2 med sidestillede EXPO-net Bioblok 80 udformet med større flade mod spildevand

I dette rum er afprøvet en løsning, hvor to rækker blokrør i hver side er monteret fast på regnvandstunnelen. Der er samme hensigt med opfangningen af partiklerne fra slammet på netoverfladerne, men løsningen afprøves også for at se, om det er lettere at trække tunnel og blok op i en arbejdsgang.



Tunnel og netblokrækker vist omvendt af endelig montering. Foto: Peder S. Gregersen

2.4 Rum 3 uden indhold

Det tredje rum er blot udgravet og overdækket med en 1½ regnvandstunnel. Dette for at se om materiale i rummene overhovedet er nødvendigt, eller om slammet blot kan danne kage og synke til bunden, sådan at vandet kan trække fra siderne.



Tomt rum med overdækning af regnvandstunnel. Foto: Peder S. Gregersen

2.5 Rum 4 med halm

I fjerde rum afprøves halm som materiale til at opfange slammet, således at vandet kan trække ud i anlæggets jord. Bund og sider er foret med 10 cm byghalm. Det undersøges, om der kan forventes en nedbrydning af halmen, hvilket vil nødvendiggøre vedligehold med nyt halm.



Rum med halmføring. Fordelerrøret til spildevand med slam ses øverst. Foto: Peder S. Gregersen

2.6 Afdækning mod lugt

Alle tunneler, som er fremstillet af recirkulerbart high density polyethylen, er udstyret med endeplader af samme materiale. De klikkes på tunnellerne, og hele enheden er dækket med en 80 gram/m² geotekstil og 5–10 cm jord overalt for at hindre lugt. Ved de lodrette ender er geotekstilen trukket lidt ud for at lette jorddækning

2.7 Pumpning og fordeling af spildevand med slam

Fordelingen af spildevandet foregår med en Zenit GRBlue 100/2/40A-1x230 V. Dette er en støbejerns grinder (kniv) pumpe. Den er valgt efter beregning af muligt tryk, men den er også valgt, fordi produktionen af støbejernspumper er langt mindre CO₂ belastende end de rustfrie pumper, som normalt anvendes til spildevand (beregning udført af Norbert Kohlheb, UFZ Leipzig i forbindelse med INCOVER projektet). Pumpen er anbragt i første kammer i en eksisterende bundfældningstank.

Fordelingen i rummene foregår gennem et hul pr rum i et Ø50 mm polyethylen fordelerør som er ophængt øverst i regnvandstunnellerne, der dækker rummene. Der er anvendt polyethylen, fordi det kan recirkuleres. Hullerne er dimensioneret efter beregninger af tryk, som er afhængig af dimension på rør, længde og pumpekapacitet. Strømningshastigheden skal være over 0,8 m/s, så rørene lettere kan renholdes. Udenfor i længdeaksen er rørene dækket med 20 cm jord mod frost. Dette er tilstrækkeligt, fordi pilene allerede er veletablerede og tætte og er med til at hindre hård frost ved jorden.

2.8 Brønd til slutprop

I fjerneste ende fra pumpen er fordelerrøret ført ind i et 0,6 m stykke af et Ø300 mm polypropylen rør. Polypropylen er anvendt, for at rørmaterialet er recirkulerbart. Fordelerrøret er lukket med en endefitting. Enten en prop eller en kugleventil fremstillet af polypropylen. Endelukningen kan derved let åbnes, og fordelerrøret kan skylles ud ved at sætte tryk på pumpen, evt. med rent vand. Urenhederne vil så blive i Ø300 røret, og der kan lægges låg på, så lugt undgås undtagen under arbejdet.

2.9 Resultater af testene med knivpumpe

Etableringen af rummene i et allerede etableret pileanlæg kræver lidt tid. Det blev gjort med et års genvækst i pilene ved at binde reb om, så pilene kunne bøjes. Derved opstod plads til arbejdet med en 3 tons minigraver. Den opgravede jord blev lagt ved siden af i længdeaksen for at kunne blive brugt delvist til dækning af regnvandstunnellerne. Arbejdet med udgravningen tog ca. 2 timer, inklusiv tilretning med skarp spade på grund af rødderne i jorden. Det kan anbefales at etablere, efter at pilene i den ene side af anlægget er skåret ned i april, fordi det letter arbejdet. Efter isætning af præfabrikerede materialer i rummene og tunneller samt etablering af fordelerør, som tog ca. 3 timer inklusive hånddækning, måtte minigraveren tilbage og lægge ca. 3 m³ ekstra jord ind for at få tilstrækkelig dækning af tunneller og rør. Dette tog yderligere 1 times maskintid.



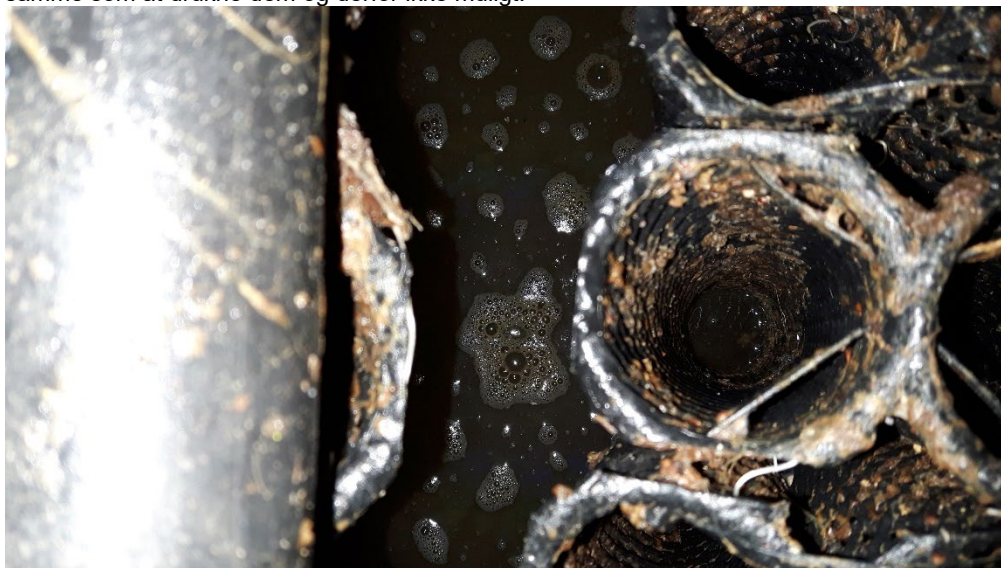
Udgravning af rum mellem pil med et års genvækst. Foto: Peder S. Gregersen

Der har ikke været problemer med fordelingssystemets rør eller udformning, pumpe eller til-dækningen med regnvandstunnel. Der har enkelte steder skullet fyldes jord på i starten, fordi den skred ned af tunnelerne ved enderne, men det stoppede, efter at der kom naturlig græs-vækst på jorden. Kun hvor der blev anvendt halm i rummet, var der lidt lugtproblemer, fordi rot-ter gravede ind under tunnelen, og der kom spildevand med slam på overfladen.

De fysiske rammer i anlægget fungerer fint. De rå udgravede kanter og sider i rummene er blevet stående på trods af, at der ikke er etableret nogen form for støtte. De bærer fint regn-vandstunnerne med geotekstil og jord. Der ses ikke forskelle i vækst eller i bladfarven på pi-lene, hvilket tyder på, at pilene får rimelig ens næring fra spildevandet.

2.10 Udvikling i test gennem første år

Gennem sommeren forventedes, at vand i rummene ville suges så hurtigt ud, at rummene ville tørre delvist ud. De har været tilset med ca. 14 dages mellemrum alle sammen, men der har ikke på noget tidspunkt af året været mindre end 25 cm vand i rummene 1-3. Rummene er så-ledes i praksis konstant fyldt med vand. Billedet nedenfor er taget d. 24. september 2016. På dette tidspunkt er vandstanden i inspektionsrøret i pilanlægget helt ved bunden og har været det siden midten af august. Det indikerer, at vandet ikke kan sive ud af rummene til pilene. Der er ikke pilerødder inde i rummene. Det er i projektansøgning skitseret, at der ville blive forsøg med tilsætning af kompostorm i slammet, for deres omsætning af jord muligt kunne minimere slammængden yderligere i forhold til den bakterielle omsætning, som får slam til at svinde i mængde med ca. 10% årligt (Brix H., 2017). Tilsætning af kompostorm under de nuværende forhold med vandfyldte rum, hvori der ikke er slamkage på overfladen, ville dog være det samme som at drukne dem og derfor ikke muligt.



Rummet med to rækker EXPO-net bioblok 80 PEHD. Det ses tydeligt at de små partikler lukker netterne med bio-film. Bemærk at vandstanden i netrøret er lavere end udenfor. Der er ingen kage/ klumpdannelse i eller på spildevandet, fordi det organiske stof er slået i stykker af knivene i pumpen, Foto: Peder S. Gregersen, september 2016

I rum 4 hvor der er halm i bund og på sider, står der ca. 15 cm vand. Heri er halmstrukturen synlig, men våd. Det tyder på, at halmen har beskyttet siderne mod tilklogning med de ituslåede partikler så meget, at der er nogen udsivning af vand fra dette rum. Vandstrømmen i for-delerrørets huller er kalibreret og fundet ens over 15 sekunder i hvert rum. Men der er stadig ingen dannelse af flydelag, som kunne bære tilsætning af kompostorm.

2.11 Resultater efter 2. år

I andet driftår har der i rummene kun i en kort periode i det meget tørre år 2018 været mindre end 25 cm vand, altså de er vandfyldte næsten hele tiden. I januar måned blev rummet med halm udsat for rotteangreb. Der blev gravet huller fra overfladen og ind til rummet. Rotterne har

tilsyneladende kunnet sidde på en smal strimmel kant hele vejen rundt inde i tunnelen, hvor der sidder biofilm på kanterne. Det har afstedkommet udstrømning af spildevand med slam fra rummet på jordoverfladen i anlægget. Rotterne er bekæmpet i nærliggende udhus ved hjælp af den tilkaldte kommunale rottebekæmpelse.

2.12 Resultater indtil oktober 2020

Der har ikke været rotteaktivitet siden angrebet i januar 2017. I august 2020 var der igen gravet et enkelt hul, men der var ikke et massivt angreb som første gang.



Hul gravet af rotter ved rummet med halm. Foto: Peder S. Gregersen

I oktober 2020 var status på testene som følger for rum 1:

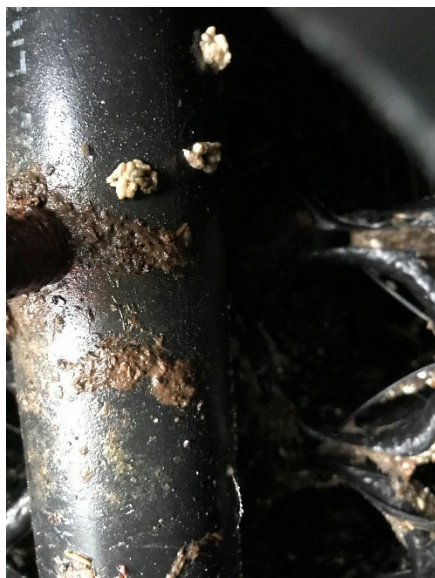


Rum nr. 1 med Exponet Bioblokke 80 HD. Foto: Peder S. Gregersen, oktober 2020

Der har over sommeren 2020 været mindre vand i rummet end tidligere år. I oktober kun 7 cm vand. Det ses af, at nederste rørrække er dækket af vand, og et netrør er 7 cm i diameter. Der er kommet en svag tendens til dannelse af klumper, men slet ikke nok til at tilsætte kompostorm, som ville kunne overleve. Til gengæld er der meget begrænset mængde slam i rummet i bunden, kun det, som er opløst i vandet og en enkelt klump, resten sidder som biofilm i netmaskerne.

Efter 5 års tildeling må der derfor have været en meget kraftig nedbrydning af slammet og deraf reduktion i mængden. Der er tilført slam fra to personer, som regnes til i alt 2000 l eller 500 l pr rum. Med denne reduktion vil der kun kunne forventes tømning for slam tidligst efter 25 år.

Status for rum 2 er følgende:



Rum 2 med to rækker sidestillede EXPO.net 80 HD. Foto: Peder S. Gregersen, oktober 2020

Rummet er tomt for vand, hvilket dog ikke kan ses af billedet. Der er kraftige belægninger med biofilm på netrørene og kun 1 cm slamlag i bunden, det svarer til en tømning af slam tidligst efter 25 år eller måske endda senere end i rum 1.

Status på rum 3 er :



Rum 3 som udelukkende et rum med sider og bund af jord. Foto: Peder S. Gregersen, oktober 2020

Der er 15 cm vand i anlægget. Det er fortykket/opkoncentret slam, men stadig flydende, og der kan ikke sættes kompostorm til. Det kan ikke afgøres, hvor meget slam der er tilbage, og derfor kan der heller ikke skønnes et tømningsinterval.

Status for rum 4 med halm:



Rum 4 etableret med halm i bund og på sider. Foto: Peder S. Gregersen, oktober 2020

Der står ca. 20 cm vand i rummet. Der er svag tendens til klumpdannelse i slam omkring ret få rester af halmen. Der er altså sket en nedbrydning af halmen. Det flydende imellem klumperne er tyndere end i rum tre og virker meget lidt opkoncentreret. Alligevel vil rummet kunne bruges i mange år fremover inden tømning, hvis ikke siderne klogger til, så vandet flyder over.

Samlet må det vurderes, at ingen af de 4 afprøvede metoder til fordeling af slam virker når der anvendes knivpumpe. Partiklerne bliver slået i så små dele, at de ikke i tilstrækkelig grad kan samles igen til et fast flydelag. Derfor kan der ikke tilsættes kompostorm. Der kan ikke forventes at kunne udtages fast stof til recirkulering uden en flokkulering ved hjælp af kemi.

3. Forsøg med tildeling ved hjælp af excentersnekkepumpe

3.1 Generelt ved forsøg med excentersnekkepumpe

Idet excentersnekkepumper er kendt teknologi i landbruget og til transport af slam med høj vandprocent, især i Middelhavslande, og da pumperne ikke har knive og kører meget få omdrejninger, er en sådan pumpe afprøvet. Erfaringerne fra anlægget med knivpumpe samt nogle indhøstede erfaringer i H2020 INCOVER projektet er anvendt i opbygningen af rummene til slam. Her blev der også etableret nyt anlæg med en overdækket tunnel hele vejen gennem midteraksen til en langt højere belastning med slam. Excentersnekkepumpe er altid tørt opstillet. Der er ikke noget til at støtte siderne, hvis ikke pileanlægget er etableret flere år forud, derfor er der i dette nyetablerede anvendt fysisk støtte til siderne.

Pileanlægget er opbygget i størrelse til 5 PE og efter de beregninger, som ligger til grund for Retningslinjer for pileanlæg op til 30PE, bortset fra fordelingsystemet.



Etablering af pileanlæg med fordelingsystem til slam sammen med spildevandet. Foto: Peder S. Gregersen, april 2018

3.2 Opbygning af rum til slam

Fordelingssystemet er delt op i 6 rum til slam. De er hver 0,6 x 2,20 x 0,3 m, i alt er der et rumfang på 2,376 m³, heraf 0,396 m³ i hvert rum. Rummenes sider er støttet 0,21 cm op af exponeret rør, og der er indsat en støtte til rørene på tværs af rummet for at de kan modstå trykket fra jorden. I højde med overkanten af nederste rør er der i hele anlæggets bredde og længde et lag sand, som sikrer vandets udsivningsevne i jorden. I bunden er lagt et lag groft granflis, fordi vi i forsøget med knivpumpe konstaterede, at det fremmer kagedannelse, at der er et eller andet medie, som partiklerne kan tiltrækkes af. Der er lagt en stribe geotekstil ned omkring ydersiden til overkanten af det rør, hvor der lagt flislag til. Geotekstilen er på kanten dækket med 2-3 cm jord, inden tunnelen er placeret og dækket med sin egen geotekstil. Det er tanken, at kompostormene kan flygte ud gennem det tynde jordlag, når vandstanden er høj om vinteren og undgå drukning. Dette, hvis ikke der dannes et flydelag af kage, som de kan overleve i.

3.3 Sikring mod lugt og frost

Oven på geotekstilen på tunnellerne er lagt et 5-10 cm jordlag, og der er drysset græsfrø for at græs kan binde jorden sammen med rødderne mod erosion. Mellem rummenes tunneller er der oven på fordelerrøret lagt et jordlag i samme højde, ca. 0,6 m. Trykrøret fra pumpen er monteret på fordelerrøret i et Tee midt på længdeaksen.

3.4 Pumpe og fordeling

En excenter pumpe består af en negativ snegleformet stator og en positiv formet rotor. Den er opstillet tørt, hvilket vil sige, at den skal have en tørbrønd ved siden af den opsamlingsbrønd, som den skal pumpe fra, og den skal suge vandet lidt op for at få vand i pumpens tilgang. Det kræver altid, at pumpen spædes i starten. Hvis ikke det gøres, så løber den, mens den er tør i starten, og derved brænder gummibelægningen i statoren af og skal skiftes med en omkostning på ca. 4000 kr. For at vandet ikke skal forsvinde fra pumpen igen under stop, skal man være sikker på, at systemet ikke kan suge luft. I forsøget er der efterfølgende monteret en temperaturvagt på pumpen, fordi den "tabte" vandet, blev varm og brændte gummibelægningen. Max temperatur er påstemplet kun 20 grader. Den pumpe, der er anvendt i anlægget, er af typen Mono Compact C 23 A. Den har en kapacitet på 3,4 m³/time og et tryk op til 6 bar. Omdrejningerne er kun 296 i minuttet, hvor knivpumper ligger omkring 2900 omdrejninger pr minut. Motoren er 0,75 kW. Med de lave omdrejninger og uden kniv er der fine muligheder for en skånsom behandling af slammet. Og det var forventet, at der hurtigt ville blive dannet flydelag/slam kage oven på spildevandet i rummene. Over hvert rum er der to tunneler, de har hver et område ovenpå, hvor der kan saves ud til et Ø200 inspektions/service hul, hvortil der fås en PP ende-prop. Ud for hvert låg er der sat en påboringsmanchet med ¾" gevindhul på fordelerrøret. I den er sat prop med hulstørrelse boret efter beregning.

Pumpebrønden er en Ø600 mm standard pumpebrønd. 0,5 m fra denne er der bygget et kammer i betonsokkelsten med betonbund til excentersnekkepumpen. Pumpen suger fra den halvdel af pumpebrønden, der ikke modtager spildevand direkte fra husstanden. Først var opdelingen af brønden konstrueret med to rækker EXPO-net rør, men de blev senere erstattet af en PE plade, som har lidt undermål i forhold til diameter på pumpebrønden. Derved holdes store klumper af f.eks. toiletpapir tilbage, indtil det er opløst og kan komme igennem mellem plade og væg i pumpebrønden. PE pladen gav lidt bedre plads til elektroder til niveauregulering og alarm. Elektroder er valgt for at spare plads, idet der kun skal være plads til nogle tynde stænger, der berører vandoverfladen i forskellige niveauer.

3.5 Brønde til endelukninger på fordelerrør

Da trykrøret løber ind på midten af fordelerstrengen, er der sat en Ø300 mm endebrønd i 0,6 m dybde i hvert af pileanlæggets ender. Fordelerrøret har en PP kugleventil som afslutning med henblik på udskylning af tilstopninger.

3.6 Resultater af forsøget

Pileanlægget blev etableret i april for at få et optimalt plantetidspunkt. Der blev ikke tilført hverken næring eller vand inden det sorte spildevand blev koblet på. Men muldjorden fra kløvergræsmarken blev lagt i og har således givet næring til pilene, så de blev veletablerede.

Inden påkobling af spildevand blev anlægget tømt for regnvand.

Resultatet efter første år viste tydeligt, at spildevandet ikke blev slået i stykker af sneglesystemet i pumpen. Der var straks tendens til dannelse af klumper af tørstof på overfladen i alle rummene. Vandet svandt kraftigt ind i sommermånederne, så slammet var næsten tørt. Neden for er vist eksempler fra et halvt år efter første tildeling. Der er overhovedet ikke vand i kamrene:



Slamlag i rum 1 (syd fra) i anlæg med excentersnekkepumpe. Foto: Peder S. Gregersen, maj 2018



Slamlag i rum 3 i anlæg med excentersnekkepumpe. Foto: Peder S. Gregersen, maj 2018



Slamlag i rum 6 i anlæg med excentersnekkepumpe. Foto: Peder S. Gregersen, maj 2018

I rum 3 og 6 kan det ses, at vandet ikke har stået op over EXPO-net rørene på noget tidspunkt. Det viser, af vandet fordeler sig fint ud i anlægget til pilene

Lidt hen på efteråret begyndte pumpen at svigte, og der kom alarmer for høj vandstand. Mistanken faldt på niveau reguleringssystemet, og det blev tilrettet. Men periodisk kom alarmer igen, og pludselig stod pumpen og kørte uden at blive afbrudt. Lige præcist dette ødelægger stators gummibelægning, fordi den bliver varm, når den kører tør for vand. Et møde med elektriker, leverandør og importør mundede ud i, at der blev monteret en temperaturvagt, som slukker pumpen, inden temperaturen bliver for høj. Det fungerede i nogle måneder, indtil problemet med alarmer og pumpestop opstod igen i efteråret 2018 selvom der var temperaturvagt på. Elektroderne blev rensset, og strips blev sat på for at aflede kondensvand, som muligvis kunne løbe ned til elektrodeenderne.

Slamlaget i anlægsrummene fortsatte med at være af fin kvalitet, og der blev fordelt 3 kg kompostorm i de 6 rum d. 15. oktober 2018. Slamlaget var på dette tidspunkt ret bastant og et par cm tykt. Og der var ikke vand i rummene, hvilket vil sige, at spildevandet fordeler sig fint ud i anlægget. Der er stadig ikke tegn på tilklogning af sider eller bund i rummene.

I marts 2019 blev problemet med pumpen igen tiltagende, og pumpen stod pludselig og kørte. Det har ikke været muligt at fastslå årsagen sikkert, men det har vist sig, at løsningen med excentersnekkepumpe i kombination med elektroniske følere ikke er stabil nok til at kunne fungere på hverken længere eller kortere sigt. Desuden har det ikke været muligt at finde nogen eksperter, der har nok viden til at kunne fastslå problemets årsag med sikkerhed.

4. Forsøg med dykpumpe

Lidt uforudset blev det nødvendigt med endnu et forsøg med en ny pumpetype. Den blev sat ind i foråret 2019. Det blev besluttet at prøve en simpel dykpumpe med påbygget flyder til start og stop. Der blev valgt en Zenit Draga DGO 50/2/50 pumpe. Den har vortex løber, som i princippet danner en hvirvelstrøm, der flytter vandet næsten uden at berøre partiklerne. Den har 38 mm fri passage i pumpen og indbygget flydekontakt til start og stop. Det lod sig netop gøre, men med besvær, at få pumpen sat i pumpebrønden, så der var plads til flydekontakten, men en Ø 800 brønd er ønsket, når der også skal være plads til deling med plade. Pumpe og materialer er valgt ud fra lavest mulig CO₂ belastning og recirkulerbarhed.

4.1 Fordeling - Status i oktober 2020:

Hele systemet har kørt fortræffeligt uden nogen stop eller andre problemer.

4.2 Vedligehold

Systemet er i hele drifttiden vedligeholdt 2 gange med et års mellemrum ved hjælp af en buklet 5 mm metaltråd formet som en krog. Den kan let føres op i propperne med de borede huller på anboringsmanchetterne i rummene og løsne fedt, som har indskrænket hulstørrelsen eller lukket hullet. I efteråret 2018 blev kugleventilerne i enderne lukket op, og pumpen startet med rent vand i pumpebrønden. Der var kun minimalt slam som kom ud i brøndene og ingen tegn på tilstopninger.

4.3 Resultat af forsøget

Slamlaget i brøndene varierer meget i tykkelse fra ca. 5 cm, hvor vandet kommer ud af fordelerrøret, til en enkelt cm ved fjerneste ende i rummet. På billedet herunder er det lavt i rummets venstre ende af den venstre halvdel, mens det er lavt lige på den anden side af netrørene, som deler hele rummet, fordi hullet i fordelerrøret der sidder nærmest højre ende.



Perfekt slam lag med forskel i tykkelse. Foto: Peder S. Gregersen, oktober 2020

Der har på intet tidspunkt stået vand op i rummene i anlægget. Det ses tydeligt ved, at der ikke er dannet bakteriebelægning/ biofilm på netrørene. På billedet oven over er der lidt belægning på det nederste synlige rør, men det stammer fra sprøjt fra strålen fra fordelingshullet.



Netrørene i rumopdelingen fri for biofilm/bakterielag. Foto: Peder S. Gregersen, oktober 2020

Kompostormene har overlevet og lever i slammet undtaget lige der, hvor spildevandet rammer slamlaget. Deres aktivitet giver en porøs og luftig slam. Den brunlige farve viser, at slammet komposterer, ellers ville det være et gråt lag som på de første billeder fra anlægget i 2018. Men det kan ikke påvises, at mængden mindskes. Imidlertid kan der med det nuværende lag, som vurderes til gennemsnitligt 3 cm efter to års tilsætning uden svind, være plads til oplagring i rummene til i alt 10-14 år.

4.4 Udtagning af slam

Når slammet skal tages ud, kan det gøres på to måder.

1. Det kan suges ud med slamsuger ved at tilsætte vand og suge det ud gennem åbnin-gerne ved lågene.
2. Tunnellerne kan fjernes, og tør slam kan tage ud med minigraver, lige efter at pilene er høstet. Ved denne metode vil en afvandingsproces med tilsætning af flokkuleringsmid-del undgås.

Sugning har den ulempe, at slammet skal tørres igen for at blive stabilt nok til at kunne anvendes som gødning for afgrøder. Hvis tunnellerne fjernes, får man tørt slam, som umiddelbart kan spredes på marker og pløjes ned. Der er kun svag lugt af kloak ved den tørre slam kort tid efter, at pumpen har tilført spildevand.

5. Konklusion

Projektet har vist, at det er muligt at finde teknologi til fordeling af rått husspildevand med slam i pileanlæg uden afløb, både som nyetablerede og i allerede etablerede anlæg. Det har også vist, at den mest enkle teknologi til selve fordelingen er en dykpumpe med vortex og påbygget flydekontakt til start og stop. Det kan gøres med en støbejernspumpe, som har den laveste CO₂ aftryk ved fremstilling blandt de mulige pumpetyper. Pumpen placeres i en Ø800 mm pumpebrønd med rumdeler, som er lidt mindre i diameter end pumpebrønden og holdes fast langs diameteren vinkelret på udløbsrøret fra husstanden. Materialerne hertil kan alle vælges, enten så der er genanvendt plast i materialerne eller at de selv kan genanvendes.

5.1 Forsøgene med knivpumpe

Rummene til tilførsel af sort spildevand i anlægget fungerer fint med afdækning med regnvands-tunneller. Det er en sikker afdækning for børn, voksne og mindre husdyr og med et 80g/m² geotekstil og en 5-10 cm jorddækning, er det lugtfrit med mindre lågene er åbne.

I projektet har knivpumper vist, at der er stor risiko for tilklogning af jorden omkring rummene. Der er mindre risiko første år i rum med halm, men når halmen er nedbrudt, er der samme risiko. På længere sigt, efter 4 år, har det vist sig, at EXPO-net blokke, enten udformet som en tunnel eller som en regnvandstunnel med sidestillede rør, med tiden får dannet så meget biofilm på rørene, at den er i stand til at tiltrække partiklerne fra det findelte spildevand. Derved stopper tilklogningen tilsyneladende, for vandet begynder nu at trække ud i anlægget til pilene fra rummet. Dette sker ikke i rummet, som ikke har nogen materialer indsat.

Rummet med halm viser tilklogning også efter 5 år, og det har tiltrukket rotter to gange i projektforløbet. Da de andre rum ligger i samme dybde, er dækket på samme måde med tunnel og har samme jorddækning, må årsagen til rotteangreb have en forbindelse til, at der er anvendt halm. Slamlaget opbygges kun langsomt og ikke sammenhængende i rummene i størrelsesordenen vurderet til et lag på 2 cm – måske 3 cm - på 5 år, fordi der sidder slamlag også på siderne. Slammet vedbliver at være gråt, hvilket viser, at der ikke sker en kompostering. Det har ikke været muligt at tilsætte kompostorm uden at drukne dem inden for de første 5 år. Alligevel vil det være muligt med de to teknikker med EXPO-net blokke eller rør at have plads til slam i omkring 20 år.

Det betyder, at energi forbrugt på transport af slam fra de decentrale pileanlæg vil kunne ned-sættes til højst en tyvendedel med tilsvarende CO₂ reduktion. Tunnelerne vil skulle fjernes for at udtage slammet. Det skal formodentlig ske på et tidspunkt, hvor vandstanden er høj og med slamsuger. Men der kan ikke fås fast stof til recirkulering på landbrugsjord uden at anvende flokkuleringsmiddel. Dette vil komplicere og fordyre udtagningen og logistikken.

Konklusionen vedrørende fordeling af slam med knivpumpe er, at den slår partiklerne så meget i stykker, at der ikke sker en sammenhængende dannelse af fast stof. Det kan derfor ikke udvindes til recirkulering uden brug af flokkuleringsmiddel. De fine partikler tilstopper i nogen grad sider og bund i kamrene, så spildevandet ikke fordeles ud i anlægget. Derfor er der så meget vand i rummene, at kompostorm ikke kan overleve.

5.2 Forsøg med excentersnekkepumpe

Fordelingen af slam i rummene i pileanlæg med excentersnekkepumpe er fortrinlig med hensyn til fordeling og den kvalitet af slam, som afleveres i rummene med den valgte opbygning. Der har ikke været tilklogning, så vandet ikke har kunnet sive ud i den periode, hvor vandstanden i anlægget er lavere end rummene. I vinterperioden kan vandet ude fra anlægget presses op inde i rummene. Det er dog ikke sket i projektet her, hvilket kan ses af, at der ikke er biofilm på de to øverste netrør, der holder siderne i rummene.

Der er dannet slamlag/kage i alle rum. Det er tykkest, hvor det sorte spildevand kommer ud af fordelershullerne og aftager i tykkelse væk fra dette sted i rummene. Laget er gennemsnitlig vurderet til 3 cm, hvilket vil svare til, at der er plads til slam i mindst 10-14 år. Det må forventes, at slammet via komposteringen og ormenes mellemkomst begynder at svinde, så det bliver mindst 20 år. Dette vil nedsætte energiforbruget til transport og CO₂ belastningen til potentielt en tyvendedel. På grund af tilsætning af kompostorm er slammet blevet gennemboret af huller undtaget der, hvor vandet løber ud, og den er luftig og porøs og den brune farve viser, at slammet er under kompostering. Om gennemboringen/tilstedeværelse af kompostorm forøger eller nedsætter volumen, har ikke været muligt at fastslå på nuværende tidspunkt. Tørstofprocenten i slammet er så høj, at den ved udgravning vil kunne komposteres direkte sammen med andet materiale eller henligge af hensyn til hygiejnisering, der forekommer ved at patogener får tilstrækkelig varme eller dør ud (Nielsen S. 2007). Derved vil energi til kemi og afvanding nedsættes i forhold til det, som sker i dag.

Konklusionen er dog, at pumpen ikke kan bruges. Der er for høj risiko for at gummibelægningen på dens rotor og stator brænder af med store udgifter til reparation som følge. Dette kan hænge sammen med manglende instruktionsmateriale og ekspertise her i landet til etablering og drift. Desuden er pumpen dyr ca. 8000 kr. + moms samt temperaturvagt til 3600 kr. plus moms.

5.3 Forsøg med dykpumpe med vortex løber

Fordelingen af slam i rummene er også med denne almindelige dykpumpe fortrinlig. Alt, som var begyndt med Excentersnekkepumpen, er fortsat i de sidste 1½ år til oktober 2020. Dog er pumpeproblemerne væk. Der har ikke været stop af nogen art. Vedligeholdet på pumpe og fordelingsystemet har begrænset sig til ½ time årligt med metalkrog til at forebygge tilstopninger i propperne med huller, der er monteret i en anboringsbøjle på fordelerrørene.

Vedrørende slam i rummene, lagopbygning og udtagning se punkt 5.2.

Pumpen koster ca. 4600 kr (+ moms). og er således ca. halvt så dyr som en excentersnekkepumpe og 2000 kr. billigere end en knivpumpe.

5.4 Økonomi

På basis af priser, der er betalt i projektet fra etableringer og en herudfra beregning af pris på et optimeret anlægssystem (se bilag), kan det fastslås, at der maksimalt er ca. 4000 kr. at spare på etablering af et nyt anlæg, når der ikke skal etableres bundfældningstank på systemet, og der til gengæld etableres en Ø800 mm pumpebrønd. Til gengæld spares der tømningssafgift i minimum 10 år. Taksterne fremgår af kommunernes spildevandsselskabers takstblade. En 10 årig besparelse kunne f.eks. være 7000 kr. inklusive moms. Når anlægget skal tømmes for slam, vil der være en udgift til dette. Opgravning af 2,7 m³ slam inklusive frigravninger og flytning af regnvandstunneler samt læsning af slam vurderes til 5 timers arbejde med minigraver med en ekstra mand. Dette er ca. 5000 kr.+ moms. Dertil vil det mindst tage 2 timer at lægge ny flis ind og genetablere tunneler med jorddækning. Samlet pris vil således være ca. 8000 kr. inklusive indkøb af flis og ny geotekstil + moms. Det vil sige en lodsejerpris for et enkelt anlæg på 10.000 kr. inkl. moms. Den samlede besparelse over den første 10 årige periode er således 1000 kr. Den kan i kommuner med de laveste tømningstakster være negativ og det kan den også, hvis transport af slam fra pileanlæg til kørefast vej for borttransport er lang, så tømningen tager ekstra tid.

Derfor kan der ikke forventes en besparelse ved at behandle sit eget slam i pileanlæg, når det samtidig er beregnet til behandling af spildevandet.

Det er imidlertid interessant ud fra den sparede transportenergi, fordi arbejdet med minigraveren med udtagning kun tager ganske kort tid, ca. en time sammenholdt med hentning af slam fra bundfældningstank, kemisk fældning og afvanding i forsyningsordningen i 10 år. Det har dog ikke været inden for dette projekts rammer at undersøge dette.

Det vil være interessant at følge udviklingen med kompostormene i slammet i en længere år-række, dels for at se lagudviklingen og dermed tømningsinterval, dels slamkvaliteten.

5.5 anbefalinger

Næringsstofferne i slam er en værdifuld ressource og skal derfor recirkuleres til kredsløbet ikke mindst, fordi fosfor er ved at være en meget begrænset ressource som gødning til planteavl. Husspildevand, som er anvendt i dette projekt, er en renere ressource end blandet spildevand i forhold til tungmetaller og derfor ekstra værdifuld. Alligevel skal spildevand og slam håndteres med respekt for indholdet af patogener. I pileanlæg overlever sygdomsfremkaldende bakterier meget kort tid (Stubsgaard A., 2001), men der tilføres nyt spildevand med slam dagligt og dermed friske forsyninger af bl.a. E. Coli. Så længe det kun er personer fra husstanden som benytter anlægget og håndterer slam vil brug af værnemidler og afspritning være en god beskyttelse og smitterisikoen minimal. Men, hvis der er flere familier eller gæster ude fra stiger risikoen for infektioner ved håndtering. Derfor bør håndteringen foretages af fagfolk, som har vaccinationer i orden, og selv de skal tage sig i agt. Det viser den nylige pandemi, idet virus kan påvises i spildevandet fra områder, hvor der er smitte.

Vedligehold af anlæg, dvs. f.eks. skift af pumpe, rensning af huller i fordelerstreng bør foretages med handsker, plastforklæde og visir og værktøj i videst muligt omfang. Værktøjet bør efterfølgende sprittes af.

Til fordeling af sort – ikke bundfældet - spildevand i pileanlæg anbefales rum i 30 cm dybde med afdækning af hensyn til forebyggelse af svovlbrinte dannelse. Størrelse af rummene skal tilpasses efter antal personer så slamkapaciteten er tilstrækkelig. Afdækningen bør være let at fjerne og genanvendeligt i forbindelse med udtagning af slam til recirkulering. Den skal være så stærk at den kan bære en person for at hindre at nogen falder igennem og ned i slammet. Polyethylen bør anvendes, fordi det også kan genanvendes efter brug. Til fordeling anvendes en alm. dykpumpe med vortex løber. Den slår ikke partiklerne i større stykker end de selv kan danne slamkage. Det bør være en støbejernpumpe fordi støbejern har det mindste CO₂ aftryk. Der bør anvendes en pumpebrønd på min. 800 mm tværsnit, som er indrettet så den kan tilbageholde større klumper af f.eks. toiletpapir til det er opløst. Der må ikke kommes andet end normalt toiletspildevand og husholdningsvand i afløb.

Pileanlægget skal være dimensioneret efter Retningslinjer for Pileanlæg uden afløb op til 30 PE eller tilsvarende dokumentation for, at der er fordampningskapacitet til spildevandsmængden. Dog skal anlægget i andet driftår have en kapacitet til mindst 160 m³ spildevand for anlæg til én husstand. Der skal være ganske særlige grunde til at gå under denne kapacitet, kun f.eks. at det kan være sommerhuse med maksimal udlejning eller f.eks. meget små beboelser, som ikke kan udvides til en hel familie.

6. Bilag - Økonomi ved forskellige løsninger og andre betragtninger:

Anlægget er bygget at Hyrup Maskinstation, Stouby, som tidligere har bygget pilerensningsanlæg og er bekendt med dette. Maskinføreren var dog ikke. Det er ikke bygget efter et tilbud, fordi der i tilbud oftest lægges en margin ind til sikkerhed i tilbud. Herved taber klienten penge. Men der er aftalt en timepris på maskiner og mandskab. Det kræver naturligvis tillid mellem klient og kloakmester.

Anlægget har i alt kostet 102.775 kr. inkl. moms at bygge ifølge faktura. Det fordeler sig således:	
Maskintimer 27 timer á 700 kr.	18.900 kr.
Mandetimer 12,5 timer á 360 kr.	4.500 kr.
Materialepakke til pileanlæg	30.670 kr.
Pakke med excentersnekkepumpe og pumpebrønd	26.500 kr.
Flytning af maskiner	1.650 kr.
I alt ex. moms	82.220 kr.
Leveret af klient sand til anlæg afhentet 40 m ³	2.800 kr.
Selvbygget af klient, pumperum i beton	1.000 kr.
I alt ex moms	86.320 kr.

Specielt for dette sted er, at der er en højdeforskel fra den ene til den anden ende på anlægget på 1,4m. Det vil sige at anlægget skulle sænkes 0,7 m i den ene ende og hæves 0,7 m i den anden ende. Der gik 4 gravemaskine timer ekstra med dette. Det at anlægget var ukendt for entreprenør er udlignet ved at Center for Recirkulering har superviseret undervejs. Sammensætning og tilbudsgivning på pakken med pumpe, styring og brønd med sump til at tage spildevandet fra til pumpen er helt nyt for leverandøren til kloakmester. Der er en mulighed for, at der kan indhentes billigere tilbud, så det også kan komme klienten til gode. Dette forventes dog kun at være i størrelsesordenen et par tusinde kroner. Det har siden 2011 været forbudt ved lovgivningen at anvende f.eks. eksisterende Trixtanke, som er kammerinddelte beton bundfældnings-tanke fra 80erne og 90erne, i forbindelse med nybygninger uanset om de er som nye, hvad mange af dem er. Hvis der er en sådan på et sted ville der kunne spares ca. 5000 kr (og især nogle ressourcer og CO₂) ved at genanvende den til pumpebrønd.

Realistisk overslag for nye anlæg i 5PE størrelse, hvis der er ideelle forhold for etableringen:

Anlæg, arbejde og materialepakke	12.600 + 30.670 + 2800	50.520 kr.
Rende, pumpebrønd, pumperum, arbejde	24.500 + 3500 + 1000	29.000 kr.
I alt ex moms		79.520 kr.

Der kan opnås priser på traditionelle pilerensningsanlæg med bundfældning tilsvarende dette, men kun når der ikke tages tilbud hjem, men arbejdes efter timepriser og alt forløber uden forhindringer. Ved tilbudsgivning er det typisk omkring 90.000 kr. + moms. Disse tal er erfaringstal fra klienter og indhentede tal fra kloakmestre, som jævnlige bygger anlæg. Det vil sige, at anlægget har ca. samme pris som traditionelle anlæg og i øvrigt ikke forskelligt fra mange andre typer anlæg, der kan opfylde SOP kravene. Fordelene ved dette anlæg er, at der ikke skal tømmes slam af anlægget årligt. Derved spares typisk 700 kr pr år (men afhængigt af spildevandsselskabets takster).

Der skal ikke tilsættes kemi til fældning af fosfor og dermed spares en service ordning til 2200-2300 kr. årligt, hvis det skulle være et andet SOP anlæg. Der er ikke spildevandsafgift på anlægget, fordi der ikke er udledning. Det svarer til en sparet afgift til staten for 5 personer på 150 x 1,50 kr. = 225kr. Desuden er strømforbruget under 50 kWh årligt, fordi der kun bruges strøm til pumpen der fordeler i anlægget.

Anlæg som dette er en oplagt mulighed for øer der ikke har fast færgeforbindelse og, hvor slamtømning derfor ikke er mulig.

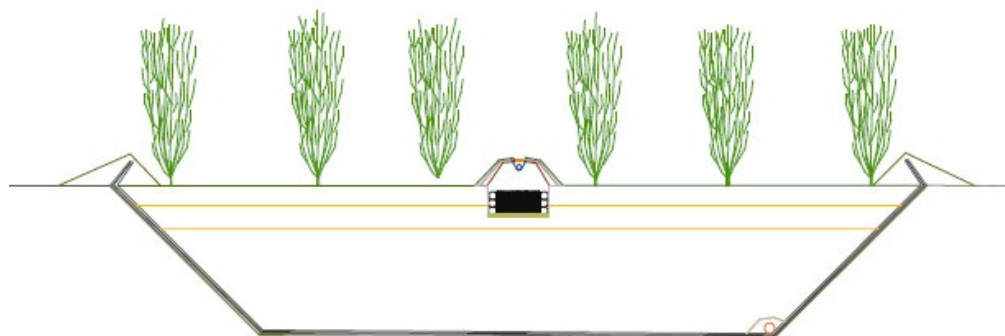
Der er slet ingen tvivl om at anlægget har et kæmpe potentiale for eksport til lande, som i de kommende år skal indhente vandrammedirektivets krav, de tidligere østeuropæiske lande og en del af Sydeuropa. Mange af disse lande har end ikke organiserede tømningsordninger. Derfor er pilerensningsanlæg med slamtildeling en oplagt mulighed.

Af miljømæssige fordele er der de sædvanlige for et pilerensningsanlæg:

1. Ingen udledning af vand til recipienter eller undergrund.
2. Lavt energiforbrug
3. Næringsstoffer optages i pilene, hvor de bruges til vækst.
4. Binding af kulstof i stammer i minimum tre år, binding i rodnet i forventeligt 30 år
5. Pilene kan komposteres og nogen af næringsstofferne kan recirkuleres til jordbrug.
6. Eller pilene kan bruges til energi og asken kan recirkuleres som næringsstoffer til jordbrug.
7. Nyere forsøg tyder på at pileflis kan udnyttes som næringsstof under varmt klima eller i væksthuse.
8. Helt styr på og isoleret fra vandmiljø og på, hvor alle stofferne fra spildevandet, som bruges, befinder sig. Herunder mikroplast og miljøfremmede stoffer.

For anlægget med slamtilførsel kan tilføjes de ovennævnte fordele og i tilgift, at der ikke skal bruges energi på den årlige slamtømning af bundfældningstank og transport til og fra anlægget. Som det foreløbigt ser ud med dette forsøg vil det være muligt over en 10 årig periode (men efter behov, når slamrummet er fuldt) at opsamle og afvande slammet i anlægget til en høj tørstofprocent. Det vil kunne samles ud af anlægget blot ved at trække fordelerebene ud af regnvands tunnelerne og fjerne dem samt grave det ud med minigraver. Efter enten kompostering eller stabilisering vil det kunne anvendes i nærområdet til jordbrug.

Tværsnit af det anvendte pileanlæg med slambehandling:



Anlægget er her tegnet i 8 meters bredde, men kan naturligvis omberegnes til andre mindre bredder f.eks. 4, eller 6. Fordampningsevnen udfordres, hvis anlægget bliver bredere og med flere rækker pil. Der er vist et sandlag i hele anlæggets længde og bredde, begrænset af de gule streger. Rummenes til slam er vist med EXPO-net Bioblok 80 HD rør som støtte til rummenes vægge og biofilmdannelse. I bunden og under er vist et lag af træflis. Rummet er dækket med

en regnvandstunnel, geotekstil og jord. Der er 6 rækker pil i dette 8 m anlæg, men der kan bygges anlæg med 2 rækker i 4 m brede anlæg og 4 rækker i 6 m brede anlæg.

6.1 Referencer

Gregersen,P., Gabriel,S., Brix,H., & Faldager,I. 2003 Retningslinier for etablering af pileanlæg op til 30 PE. - Miljøstyrelsen

Gregersen,P., Gabriel,S., Brix,H., & Faldager,I. 2003 Etablering af pileanlæg – Baggrundsrapport. Miljøstyrelsen.

Nielsen S. 2007. Helsingør sludge reedbed system: reduction of pathogenic microorganisms, Water Science & Technology vol 56 No 3 pp 175-182.

Brix H.. 2017. Sludge Dewatering and Mineralization in Sludge Treatment Reed Beds, - Water 9(3), 160

Stubsgaard A., Danske Pileanlæg, Økologisk Byfornyelse og Spildevandsrensning, nr. 5 2001, Miljøstyrelsen.

Slambehandling i pileanlæg uden afløb

Pilerensningsanlæg er generelt opbygget med en bundfældningstank til tilbageholdelse af slam før vandet tilledes pileanlægget. Bundfældningstanken skal som udgangspunkt tømmes en gang om året via den lokale tømningssordning, hvilket både miljømæssigt og økonomisk ikke er optimalt. Formålet med projektet har derfor været at undersøge om det er muligt at undlade at etablere en bundfældningstank før pilerensningsanlæg og integrere slambehandling i anlæggene. Konceptet er, at det rå husspildevand tilledes direkte til særlig konstruerede dykkede rum i pileanlægget uden forudgående bundfældning. Fem forskellige opbygninger og fordelingsrum, både med hensyn til materialevalg og størrelse er undersøgt, og tilledning af spildevand via tre forskellige pumpetyper (knivpumpe, excentersnekkepumpe og dykpumpe) er testet.

Projektet viser, at rå husspildevand kan tilføres pileanlæg uden forudgående bundfældning med henblik på integreret slambehandling i anlæggerne. Etablering af bundfældningstank og den årlig slambortskaffelse kan derved undgås. Den simpleste og mest robuste teknologi til fordelingen af spildevandet til anlægget er en dykpumpe med vortex og påbygget flydekontakt til start og stop. Pumpen placeres i en Ø800 mm pumpebrønd med rundeler. I pileanlægget etableres et eller flere overdækkede fordelerrum bestående af fx ExpoNet bioblokke eller regnvandstunneler, der skal være dækket med geotekstil og 5-10 cm jord for at hindre lugtproblemer. Der dannes over tid slamkage i rummene. Omsætningen af slammet kan stimuleres ved tilsætning af kompostorm. Det vurderes, at der vil være kapacitet i rummene til at modtage slam i minimum 20 år før rummene skal tømmes/regenereres.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk