



**Risør Kommune
Tømningsstrategi for
Slammineraliseringsanlæg
ved Randvik rensesanlæg**

Rekvirent

Risør Kommune (RK)
Randvik Renseanlæg
Postboks 158
4951 Risør
Att.: Astrid Selen (AS)

Rådgiver

Orbicon A/S
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

Sag	368 06 009
Projektleder	Steen Nielsen
Sagsbehandler	Martin Thomsen
Kvalitetssikring	Steen Nielsen
Udgivet	Oktober 2009

Risør Kommune Tømningsstrategi for Slammineraliseringsanlæg ved Randvik renseanlæg

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning	3
2	Slamkvalitet	4
2.1	Slamkvalitet fra Randvik Renseanlæg og Risør Slamanlæg.....	4
3	Belastning og drift	6
3.1	Belastning	6
3.2	Arealbelastning	6
4	Strategi og tømning	8
4.1	Opmåling af kronekant	8
4.2	Slamresthøjde og slamrestvolumen	9
4.3	Tømningen	9
5	Sammenfatning.....	14

Bilagsoversigt

Bilag 1	Tømningsprognose (bassin nr. 1-8) – 8 sider
Bilag 2	Opmålingsplan – 1 side
Bilag 3	Forskrift om gødselsvarer mv. av organisk opphav – 18 sider

1 Indledning

Nærværende notat er udarbejdet for Risør Kommune med henblik på at undersøge driftsstatus og driftsscenarier i relation til tømning af Risør slammineraliseringsanlæg ved Randvik Renseanlæg.

Det biologiske slammineraliseringsanlæg behandler slam fra Randvik Renseanlæg. Anlæggets årlige slambehandlingskapacitet er på 109,5 tons tørstof.

Med udgangspunkt i opmåling af slammineraliseringsanlægget foretaget af (RK) i maj 2009, har Orbicon udarbejdet nærværende beskrivelse, der redegør for Risør Kommunes driftsmuligheder i forbindelse med tømningen af Risør slammineraliseringsanlæg.

Nærværende strateginotat har fokus på anlæggets nuværende driftssituation, samt at få opstillet tidsplaner og scenarier for anlægget frem til tømning.

Rådgivningsopgaven for Risør Slammineraliseringsanlæg omfatter:

- Udarbejdelse af en opmålingsplan
- Udarbejdelse af en tømningsvejledning
- Udarbejdelse af driftsscenarier og tømningsstrategier

Strateginotatet er udarbejdet således, at det med fordel kan anvendes som beslutningsgrundlag for den videre drift og tømning af Risør Slammineraliseringsanlæg.

2 Slamkvalitet

Slutdisponering af slam fra et slammineraliseringsanlæg reguleres i Norge af 'Forskrift om gjødselsvarer mv. av organisk opphav' (Bilag 3).

2.1 Slamkvalitet fra Randvik Renseanlæg og Risør Slamanlæg

I henhold til grænseværdierne beskrevet i "Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav" (nr. 951) (tabel 2) overskred slam og slamresten i perioder i 2005 - 2008 kravet til henholdsvis klasse 0, 1, 2 og 3 jord (tabel 1).

Tabel 1. Kvalitetsklasse af tilledt slam og slamrest i henhold til Forskrift nr. 951.

Tungmetal	Tilledt slam/ slam til fortykker				Slamrest			
	(Klasse)				(Klasse)			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006***	2007***	2008
Bly	0 - 1	0	0	0 - 1	1 - 2	-	-	1 - 3
Cadmium	1 - 2	1 - 3**	1	1 - 3	3	-	-	2 - 3
Kobber	2	2	2	2	2	-	-	2 - 3
Krom	0	0	0	0	0	-	-	0 - 1
Kviksølv	0 - 2	1	1	1	1 - 2	-	-	1 - 3
Nikkel	0 - 3*	0	1	0 - 2	0	-	-	0 - 1
Zink	1 - 2	1	2	1 - 2	2	-	-	1 - 3

*Analysen fra den 15.02.05 overskred kravet til kvalitetsklasse 3

**Analysen fra den 24.05.06 overskred kravet til kvalitetsklasse 3

*** Ingen analyser af tungmetaller i slamresten fra 2006 og 2007

Tabel 2. Klassificering af produkter i kvalitetsklasser i henhold til Forskrift nr. 951.

Kvalitetsklasser:	0	I	II	III
	mg/kg tørrstoff			
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	60	80	200
Kviksølv (Hg)	0,2	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	30	50	80
Sink (Zn)	150	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	150	650	1000
Krom (Cr)	50	60	100	150

Slammet fra Risør Slammineraliseringsanlæg har ved tømning de anvendelsesmuligheder som fremgår af tabel 3 afhængig af den klassificering som slammet har umiddelbart inden tømning.

Herudover gælder for slam, ifølge Forskrift nr. 951, at dette ikke må spredes på arealer hvor der dyrkes grøntsager, kartofler, bær eller frugt.

Tabel 3. Områder hvor produkter kan anvendes afhængig af kvalitetsklasse i henhold til Forskrift nr. 951.

Kvalitetsklasse 0: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager, parker, grøntarealer og lignende. Tilført mængde må ikke overstige plantenes behov for næringsstoffer.

Kvalitetsklasse I: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 4 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal dyrkes mat eller førvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse II: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal dyrkes mat eller førvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse III: Kan nyttes på grøntarealer og lignende arealer der det ikke skal dyrkes mat eller førvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse hvert 10. år og blandes inn i jorda på bruksstedet. Brukt til toppdekke på avfallsfyllinger skal deksjiktet være maksimalt 15 cm.

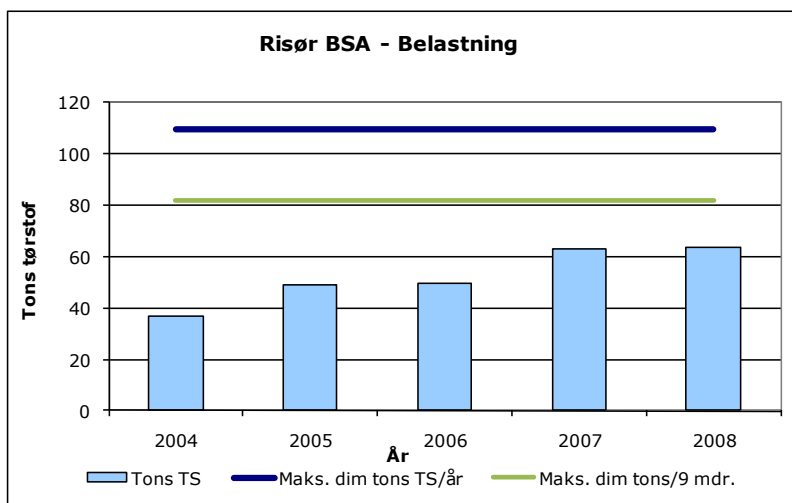
3 Belastning og drift

3.1 Belastning

Risør Slamanlæg er bygget i 1999/2000 og tilplantet august 2000. I 2001 blev en gødningsplan fulgt og planterne modtog først slam marts/april 2002.

Risør Slamanlæg er ifølge (RK) dimensioneret til en belastning på 109,5 tons tørstof pr. år.

Belastningen i 2007 og fortsat i 2008 har umiddelbart stabiliseret sig på et jævnt niveau (figur 1). Om den mindre belastning i årene inden skyldes en egentlig mindre slamproduktion i driftsperioden eller blot afspejler de usikkerheder der fortsat er på tørstofregistreringen vides ikke da denne generelt alle år har været mere eller mindre upræcis.



Figur 1. Belastning ud fra SRO gennem Risør Slamanlægs driftsperiode.

Den samlede slamproduktion, beregnet som summen af den tørstofmængde som dels er tilført sivbedene i driftsperioden og dels er mekanisk afvandet i perioden (ca. primo februar til medio april), var i 2008 på ca. 76 tons tørstof svarende til ca. 70 % af kapaciteten og således er den totale slamproduktion ikke umiddelbart begrænsende for en udvidelse af driftsperioden til hele året (i stedet manglende programmering af SRO).

3.2 Arealbelastning

Oprindeligt blev Risør Slammineralisering dimensioneret med et arealbehov på 3.124 m² for 8 bassiner på hver ca. 350-450 m². Anlægget blev dimensioneret til en årlig belastning på 109,5 tons tørstof, hvilket resulterer i en arealbelastning på 35 kg tørstof/m²/år. (RK) har imidlertid opmålt bassinerne d.

28.4.2008, for en justering af arealbelastningen, og fandt at anlægget havde et samlet areal på 2.845 m² for 8 bassiner på hver ca. 300-400 m² og dermed en arealbelastning på 38 kg tørstof/m²/år.

Belastningen af anlægget i driftsperioden fra 2006 – 2008 har givet arealbelastninger i størrelsesorden fra 13 – 25 kg tørstof/m²/år (tabel 1).

Tabel 1. Arealbelastningen af Risør Slamanlæg i 2004 til 2008.

År	Bassin nr								Middel
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2004	2	13	17	16	16	14	3	14	12
2005	11	19	20	18	24	22	7	22	18
2006	17	16	17	13	14	17	18	17	16
2007	19	17	18	21	25	17	26	21	20
2008	23	24	24	25	18	21	18	22	22

4 Strategi og tømning

Driftsstrategien kan ud fra Orbicons referenceanlæg opdeles i et antal faser for anlæggets levetid. Hver periode består af indkøring, normal belastning, belastning i tømningssfasen, tømningen og reetableringen.

Efter normaldriften fastlægges der en tømningssrækkefølge, således at de første bassiner tømmes normalt ca. i år 8-9, mens de sidste bassiner tømmes ca. i år 11-12. Ud fra tømningssrækkefølgen tilrettelægges belastningen i tømningssdriften, hvor bassinerne får fastlagt et belastningsprogram frem til tømning. Tømningssdriften sikrer således at der maksimalt er 1-2 bassiner i om-drift. På denne måde vil slam anlægget altid kunne behandle hele slamproduktionen.

En tømningssprognose baseret på registreringer af slamresthøjdens udvikling og den arealspecifikke belastning ($\text{kg tørstof}/\text{m}^2/\text{år}$) efter indkøringen anvendes som et arbejdsredskab til at udarbejde prognoser for tømningen og planlægge hvornår det vil være passende at påbegynde tømningen for det enkelte bassin og anlægget som helhed.

Prognosen sikrer endvidere, at tømningen påbegyndes på det rigtige tidspunkt for det samlede anlæg, således at slammineraliseringsanlægget kan opretholde kapaciteten i tømningssperioden uden at f.eks. de sidste 2-3 bassiner overbelastes eller overfyldes.

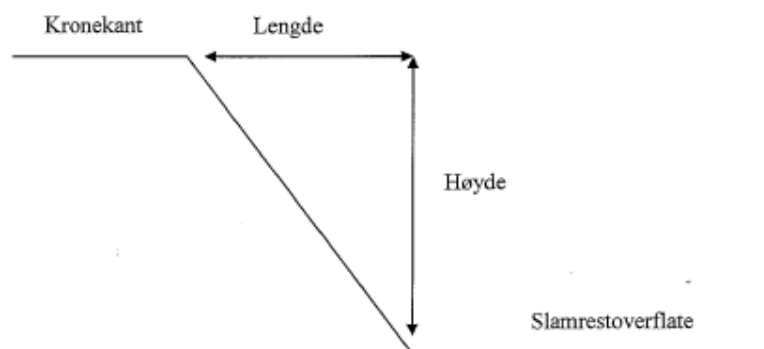
4.1 Opmåling af kronekant

Risør slam anlæg er blevet opmålt af (RK) d. 19. maj 2009 (figur 2). Den anbefalede opmålingsplan ses af Bilag 2. Opmåling af afstanden mellem bassinerne kronekant og slamrest bruges i beregningen af tømningstidspunkt for de enkelte bassiner.

Opmålingen som den fremgår af figur 2 viser ikke om der er nogle fordybninger/huller i bassin-kronekanterne som med fordel kan repareres for at opnå en højere endelig fyldning af bassinerne og Orbicon anbefaler at opmålingen gentages (f.eks. 1 gang pr. år) med udgangspunkt i opmålingsplanen (skillevæge, kronekanter og slamrestoverflade (bilag 2)).

Kronekant angiver den højde det pågældende bassin kan fyldes til. Bufferniveau er fastsat til 15 cm under kronekant. Bufferniveau angiver den reelle højde bassinet kan fyldes til, når der tages højde for det ekstra volumen tilledning af en batch slam belaster et bassin med.

Sivbed nr	Høyde cm	Lengde cm	Antall m
1	130	320	48,5
2	125	250	45
3	110	280	9,3
4	130	320	9,8
5	125	290	13,4
6	133	300	13
7	120	260	39,4
8	135	330	41



Figur 2. Opmåling d. 19.5.2009 af afstanden mellem bassinernes kronekant og slamrest.

4.2 Slamresthøjde og slamrestvolumen

Aflæsning af skalapæle og opmåling af slamrestoverfladen i maj 2009 viser at højden af slamlaget i de 8 bassiner pr. maj 2009 varierer fra 0,49-0,58 m (Tabel 2) og at der er ca. 1,10-1,35 m tilbage til kronekanten (ca. 0,95-1,20 m hvis der medregnes en bufferzone på 0,15 meter).

Det nuværende slamvolumen i de 8 bassiner varierer pr. maj 2009 fra 159-211 m³ med et totalt slamvolumen på ca. 1.500 m³ i de 8 bassiner.

Tabel 2. Slamresthøjde og restkapacitet i bassinerne pr. 19. maj 2009.

Bassin nr.	Højde slamrestlag [m]	Beregnet slamrestvolumen [m ³]	Disponibel højde [m]	Resterende driftshøjde [m]
1	0,49	189	1,30	1,15
2	0,52	182	1,25	1,10
3	0,54	197	1,10	0,95
4	0,58	200	1,30	1,15
5	0,55	211	1,25	1,10
6	0,54	200	1,33	1,18
7	0,50	159	1,20	1,05
8	0,50	165	1,35	1,20

4.3 Tømningen

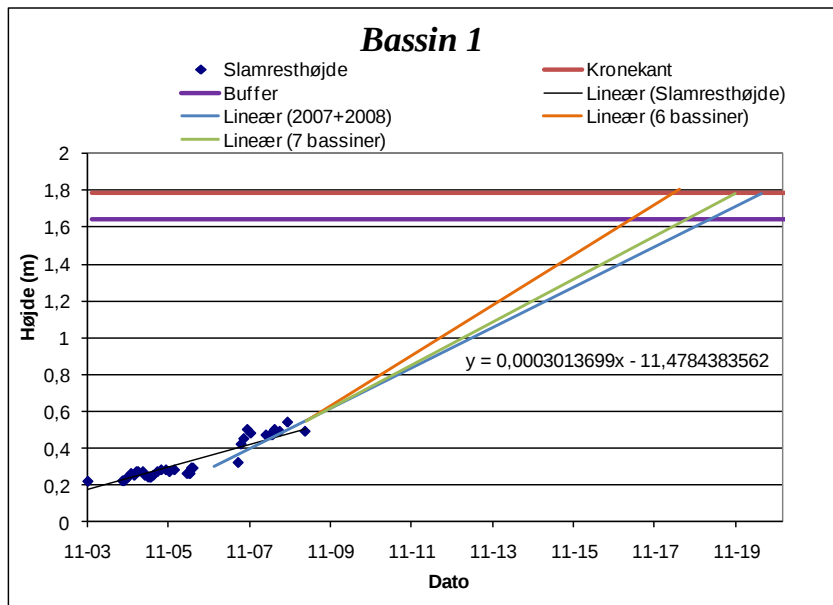
På baggrund af opmålingen af bassin kronekanterne og slamhøjden i bassinerne udført maj 2009 er der udarbejdet en tømningprognose. Prognosen er ba-

seret på den antagelse, at tilvæksten i slamhøjden, beregnet ud fra de seneste 2 års skalapælsaflæsninger, vil fortsætte uændret.

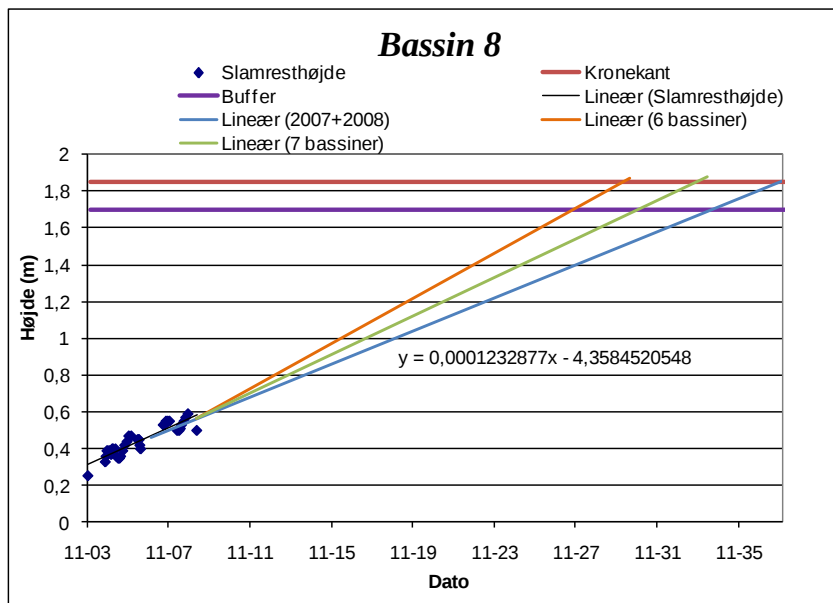
Dette er således under forudsætning af at belastningen og driften fortsætter som hidtil med vinterpause i belastningen fra februar til april/maj.

Tømningstidspunkter er beregnet for følgende scenarier: 8, 7 og 6 bassiner i drift. Scenarierne med hhv. 7 og 6 bassiner i drift repræsenterer tømningsspe-rioden hvor 1-2 bassiner er udtaget til tømning og dermed ikke belastes.

Tømningssprognose-grafer for bassin 1 og 8 ses af Figur 3 og Figur 4. Tømningssprognose-grafer for alle 8 bassiner er vist i stort format i bilag 1.



Figur 3. Tømningssprognose for bassin nr. 1, se stort format i bilag 1.



Figur 4. Tømningssprognose for bassin nr. 8, se stort format i bilag 1.

Tabel 3. Tilvækst i slamresten (Beregnet ud fra seneste 2 års skalapælsaflæsninger = hældning af kurver). Resterende driftsår er siden maj 2009.

Bassin nr.	Tilvækst [m/år]	Resterende driftsår
1	0,11	9,8
2	0,05	23,6
3	0,05	20,3
4	0,07	17,4
5	0,06	19,3
6	0,06	18,9
7	0,11	9,6
8	0,05	25,2

Tilvækst i slamresthøjden i de 8 bassiner er på baggrund af skalapælsaflæsningerne beregnet til 0,05-0,11 m/år. Ud fra opmålingen af kronkant og slamniveau er den resterende driftshøjde i bassinerne pr. maj 2009 beregnet til 0,95 – 1,20 meter. Fortsætter anlægget med den nuværende belastning forventes der pr. maj 2009 at være ca. 10-25 driftsår tilbage før hele anlægget er fyldt.

I den forbindelse skal det nævnes at Orbicons erfaring med drift, tømning, genvækst og genindkøring af anlæg efter tømning er med maksimale fyldningsgrader (slamresthøjde) på ca. 1,4-1,6 meter umiddelbart inden tømning. Såfremt Risør Slammineraliseringsanlæg fyldes helt op vil dette medføre slamresthøjder på ca. 1,65-1,90 meter.

Ud fra opmålingen ser det ud til at rækkefølgen for tømningen er: Bassin nr. 7, 1, 4, 6, 5, 3, 2 og 8.

I Tabel 4 er vist den samlede tømningssprognose udarbejdet på baggrund af opmålingen. Tømningstidspunkt er beregnet ved hhv. 8, 7 og 6 bassiner i drift. Ved drift med 8 bassiner forventes bassinerne at være fyldt i 2018-2034. Udtages der 1 bassin årligt til tømning forventes bassinerne at være fyldt i 2017-2030 og udtages der 2 bassiner til tømning årligt forventes bassinerne at være fyldt i 2016-2027.

Tabel 4. Tømningssprognose ud fra opmåling.

Opmåling (udført 19.5.2009)			
	Bassin fyldt (8 bassiner i drift)	Bassin fyldt (7 Bassiner i drift)	Bassin fyldt (6 bassiner i drift)
Bassin 1	Marts 2019	August 2018	April 2017
Bassin 2	December 2032	Oktober 2029	November 2026
Bassin 3	August 2029	Oktober 2026	April 2024
Bassin 4	Oktober 2026	April 2025	December 2022
Bassin 5	August 2028	Juni 2026	Januar 2024
Bassin 6	April 2028	Maj 2024	Marts 2022
Bassin 7	December 2018	November 2017	August 2016
Bassin 8	Juli 2034	November 2030	Oktober 2027

Ud fra opmålingen anbefales følgende tømningssplan, hvor 1 bassin tømmes årligt og at 7 bassiner dermed er i drift:

År	Bassiner der skal tømmes
2017 (2012*)	7
2018	1
2019	4
2020	6
2021	5
2022	3
2023	2
2024	8

*Tømning af ét bassin (f.eks. i 2012) giver mulighed for at få erfaring med tømning af ét bassin pr. år herunder genvækst og genindkøring samt udviklingen i slamresthøjden i de øvrige 7 bassiner således at tømningen og tidspunktet for tømningen af de sidste 7 bassiner kan planlægges bedst muligt.

Den valgte tømningssstrategi er kun mulig såfremt skillevæggene i bassinerne kontinuerligt forhøjes samt at konstruktionen af anlægget kan holde til at der tømmes et eller flere bassiner uden fare for nedbrud på konstruktion som følge af last fra nabobassin.

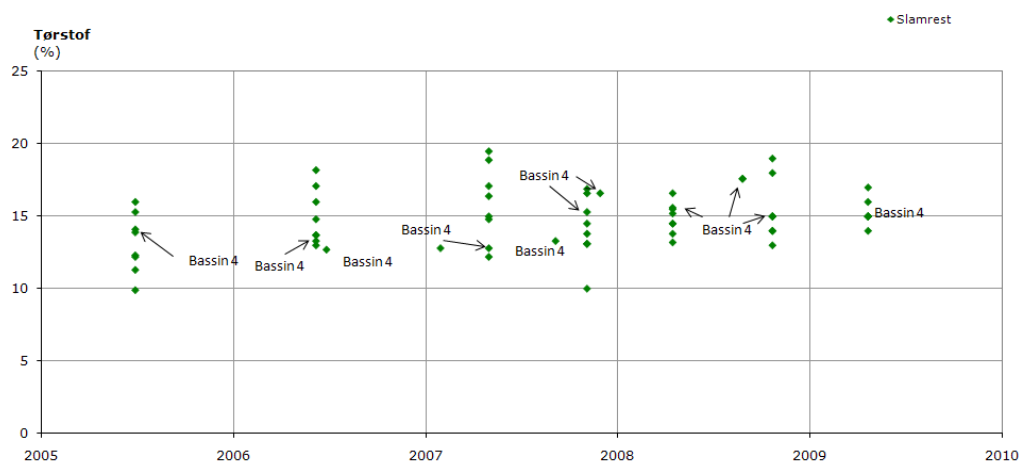
(RK) har d. 22.12.2008 foretaget test af skillevæggens bæreevne i bassinerne ved opgravning i bassin nr. 1 (se foto nedenfor)



(RK)´s opgravning til filterlag i bassin nr. 1 ca. 2-3 meter fra væg ind mod bassin 3.

Orbicon anbefalede på møde d. 26.5.2009 at (RK) gentager testen i forbindelse med at et "nabobassin" er belastet og står med vandstand på samt at hullet graves umiddelbart op af skillevæggen ind til det belastede bassin.

Der kan i forbindelse med testen udtages prøver af filterlaget for at vurdere om det vil være hensigtsmæssigt at udskifte dette lag i forbindelse med tømningen for at opnå en bedre drift af anlægget herunder en højere tørstofprocent ved tømning. Figur 5 viser i denne sammenhæng de tørstofprocenter som findes i bassinerne under drift. Orbicon vurderer at slamresten umiddelbart har en lidt lavere tørstofprocent (normalt 15-20 % TS) end hvad der er normalt for et anlæg med en drift og en slamkvalitet som Risør.



Til sidst skal nævnes at der også er den mulighed at fylde alle bassinerne mest muligt op og i 2018, hvor det første bassin er fyldt, at tømme alle 8 bassiner på én gang for dermed at kunne nøjes med 1 opstilling af tømningsudstyr pr. driftsperioden. Denne besparelse i tømningsudstyr og opstilling skal dog sammenholdes med prisen for den mekaniske afvanding som i 2018-2020 er nødvendig, samt koordineres med evt. begrænsninger i slamafhændelsen (kapaciteten) på Hestemyr eller andet afsætningssted.

5 Sammenfatning

Tømningsplan og strategi

Prognosen, udarbejdet på baggrund af (RK) 's opmåling af slamhøjden i de 8 bassiner, fastslår at tømningen af anlægget skal starte op i år 2017 (anbefalet dog ét bassin i f.eks. 2012), hvis det skal være mulig at udføre en tømning med max. 1 bassin om året, uden at få problemer med overfyldte bassiner og alternativ (mobil mekanisk) slamafvanding.

Tømningsperioden kan planlægges til en periode på 8 år fra 2017 – 2024 med tømning af minimum 1 bassin årligt.

Forudsætningen for at det er muligt at gennemføre en tømning over 8 år er:

- At tømningen udføres i foråret, af hensyn til anlæggets kapacitet og at det skaber de bedste betingelser for genvækst
- At genvæksten er tilfredsstillende
- At skillevæggene i bassinerne kontinuerligt forhøjes samt at konstruktionen af anlægget kan holde til at der tømmes et eller flere bassiner uden fare for nedbrud på konstruktion som følge af last fra nabobassin
- Koordinering med Hestemyr eller andet afsætningssted

Hvor hurtigt et bassin fyldes afhænger af belastningen af slamanlægget og tørstofindholdet i slamresten. Jo højere tørstofindhold, des længere er perioden inden bassinerne skal tømmes. Tømningsfasen for de enkelte bassiner kan strække sig over ca. 1 år. I den afsluttende hvileperiode vil slamresten afvandes yderligere og evt. miljøfremmede stoffer nedbrydes. Tømningen skal tidligst udføres i april/maj og senest i september. Når bassinerne skal tømmes er det kun slamresten, der mekanisk graves op.

Filterets afvandingsegenskaber og vegetationen må ikke lide skade ved bortgravningen af slamresten. Det er meget vigtigt, da anlægget skal fungere med samme effektivitet i den næste driftsperiode. Bortgravningen kan foregå fra bassinkanten, men kan også udføres ved hjælp af maskiner i selve bassinerne. Udføres tømningen senere end september vil det betyde at genvæksten af tagrør ikke kan nå at etablere sig tilstrækkeligt.

Retableringen begynder lige efter tømningen. Driften af slamanlægget i denne periode ligner meget indkøringsdriften. Det forventes dog at vegetationen vil etablere sig hurtigere.