



Miljø- og
Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Finrensning af spildevand til teknisk vand

Teknisk vand hos KMC i Brande

2015



Udgiver: Naturstyrelsen

Projektgruppe:

Peter Dalgaard

Henrik Egsgaard

Bjarne Jensen

Redaktion:

Henrik Egsgaard, KD Maskinfabrik A/S

Peter Dalgaard, KD Maskinfabrik A/S

Fotos og illustrationer:

Henrik Egsgaard, KD Maskinfabrik A/S

Peter Dalgaard, KD Maskinfabrik A/S

ISBN: 978-87-7175-587-9

Naturstyrelsen offentliggør rapporter inden for vandteknologi, medfinansieret af Miljøministeriet. Offentliggørelsen betyder, at Naturstyrelsen finder indholdet af væsentlig betydning for en bredere kreds. Naturstyrelsen deler dog ikke nødvendigvis de synspunkter, der kommer til udtryk i rapporterne.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	6
Sammenfatning	7
Summary	8
1. Indledning	10
2. Problemstillingen	12
3. Test og testresultater	13
3.1 Formål med test af MBR anlæg hos KMC i Brande	13
3.2 Teststed og testperiode	13
3.3 Målepunkter for test	13
3.4 Testmetode	14
3.5 Testresultater fra KMC i Brande	14
3.6 Testresultater fra Fredericia Rensningsanlæg	17
3.7 Energiforbrug hos Fredericia Rensningsanlæg	18
3.8 Resultat på test fra udløbsvand hos Fredericia Rensningsanlæg - efterklaringstank	18
3.9 Resultat på test af returslam fra efterklaringstank hos Fredericia Rensningsanlæg	18
4. Formidling	20
5. Konklusion	21
Bilag 1. [Bilag overskrift 1]	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Bilag 1.1 [Bilag overskrift 2]	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

Forord

Omdannelse af spildevand til teknisk vand rummer store perspektiver for de virksomheder, hvor genanvendelsen finder sted, men også for det omkringliggende samfund. Ikke mindst rummer teknologier der kan reducere ressourceanvendelse i produktionen store eksportmuligheder til områder i verden, hvor vand i stigende grad er en knap ressource.

KD Maskinfabrik har videreudviklet en Membran Bio Reaktor løsning, baseret på kendte teknologier, men tilpasset industrier, der i sin spildevandsudledning har en høj koncentration af organisk stof (COD).

Dette projekt omhandler test og afprøvning af en prototype i en konkret fødevarevirksomhed, som har en høj koncentration af organisk stof i sit spildevand.

Formålet med projektet er at få verificeret, at systemet udgør en lang tids holdbar løsning til at reducere indholdet af organisk stof i et vanskeligt miljø – på en omkostningseffektiv måde.

Projektet er udført under Miljøstyrelsens "tilskudsordning til miljøeffektiv teknologi", og har fået tilsagn om støtte fra Miljøstyrelsens Virksomhedsordning med By- og Landskabsstyrelsen som faglig administrator. Ud over projektgruppen fra KD Maskinfabrik, har også Naturstyrelsen deltaget v/Marie Blanner.

Selve projektet er startet op i februar 2011 og afsluttet i 2014.

Testene hos KMC i Brande har foregået i perioden juni til december 2012. Der er foretaget en sammenlignende test hos Fredericia Rensningsanlæg i 2014.

Dette er den endelige rapport.

Sammenfatning

MBR teknologien har været kendt længe til finrensning af spildevand. Løsningen har dog hidtil været relativ dyr, og der har været driftsmæssige problemer. Dette har været en barriere for udbredelsen af MBR teknologien som metode til finrensning af spildevand.

KD Maskinfabrik har udviklet en MBR løsning, der på en gang er energi effektiv og som på samme tid er driftssikker. Denne løsning er testet hos KMC i Brande i løbet af 2012. En sammenlignende test er foretaget hos Fredericia Rensningsanlæg i løbet af 2014 med vores mobile MBR anlæg. Anlægget hos KMC i Brande er stadig per 2015 i drift, og dette viser, at det er lykkedes at udvikle en driftssikker løsning.

Vi har testet på:

COD – mål for spildevandets totale indhold af organisk stof
Fosfor – total
Nitrogen – total
Suspendert Stof (SS)
Energiforbrug

Testresultaterne hos KMC i Brande viste, at mængden af COD i den varme periode (juni-september) bliver reduceret med ca. 66%. I den kølige periode (oktober-december) viser tallene en reduktion på ca. 50%.

Testresultaterne viser også, at indholdet af TN/Total reduceres mere ved højere temperaturer end ved lave temperaturer.

Indholdet af P/Total svinger en del, dette skyldes, at der kun er kemisk fosfor fældning og tilløbet varierer meget.

Klorider ændres der ikke på.

Vi kan også konstatere, at der sker en tydelig reduktion i mængden af SS (suspended stof) – og også ved SS kan vi se, at temperaturen spiller en rolle.

Energiforbruget er en funktion af bakterieudviklingen og gennemløbsmængden. Over et døgn har vi målt et energiforbrug per m³ rensset vand på 3,5 kw. Energiforbruget har kortvarigt under de mest gunstige forhold været helt nede på 0,6 kw/m³ rensset vand.

Fra vores analyser fra Fredericia Rensningsanlæg kan vi se, at MBR anlægget tilbageholder ca. 35-50% Cod/Total N og Total P.

Reduktionen af SS er helt oppe på ca. 80-90%. Energiforbruget på MBR anlægget ved Fredericia Rensningsanlæg ligger på mellem 0,27 kw/m³ rensset vand og 0,43 kw/m³ rensset vand. Til sammenligning er energiforbruget ved dets biologiske rensningsanlæg på 0,7 kw/m³.

Summary

The MBR technology has been known for many years as a method to convert wastewater into technical water. However this technology has been relatively expensive, and there have occurred problems with operating this technology.

This has previously been a barrier for the mitigation of the technology as a method.

KD Maskinfabrik has developed a MBR solution, which is energy efficient and stable in operation at the same time.

This solution has been tested at KMC in Brande during 2012. In order to have a basis for comparison we have also tested a mobile MBR solution at Fredericia Rensningsanlæg during 2014.

The solution installed at KMC in 2012 is still operating as per 2015, and this is proofing, that we have succeeded in developing a method which can operate over a longer time period.

We have tested the level of:

COD

Phosphorous

Nitrogene

Suspended material

Energy consumption

Test results at KMC in Brande shows, that the content of COD in the warmer period (June-September) is reduced by ca. 66%. In the colder period (October-December), the test results show a reduction of COD of ca. 50%.

The test results also show that the content of TN/Total is more reduced at higher temperatures than at lower temperatures.

The content of P/Total is somewhat fluctuating. This is due to the fact that there is only settling of chemical phosphorous, and that there are big fluctuations in the inlet.

There are no changes in chlorides.

We can also see, there is a significant reduction in the amount of Suspended Material – and that we also with Suspended Material, observe, that temperature matters.

The consumption of energy is a function of how well the bacteria thrives and hence how much wastewater that runs through the system.

We have measured as an average over 24 hours an energy consumption of 3,5 kw per m³ purified water. Under the most favourable conditions we have measured an energy consumption as low as 0,6 kw/m³ purified water.

Our analysis from Fredericia Rensningsanlæg shows that the MBR system detains ca. 35-50% COD/Total N and Total P.

Reduction of Suspended Material is as high as 80-90%. The energy consumption by using MBR is between 0,27 kw/m³ purified water.

As a comparison the energy consumption is 0,7 kw/m³ purified water at the biological wastewater treatment plant.

1. Indledning

Vand er globalt set en knap ressource, og flere og flere områder oplever deciderede mangel situationer. De producerende virksomheder er i en stadig kamp om at blive mere konkurrencedygtige.

En løsning, der på én gang kan øge genanvendelsen af vand, reducere udledningen af spildevand, og som kan forbedre virksomhedernes konkurrenceevne – har store muligheder for at sætte sit miljømæssige aftryk.

En løsning, hvis funktionsduelighed er testet og verificeret, udgør et stort salgs- og eksport potentiale for KD Maskinfabrik.

Membran Bio Reaktor teknologien er ikke ny, og den anvendes til mange forskellige rensningsopgaver. Imidlertid har der hidtil ikke været producenter, der har kunnet fremstille en langtidsholdbar løsning, som fungerer i virksomheder med et meget højt indhold af organisk stof i spildevandet, og som samtidig er konkurrencedygtig på driftsomkostninger.

KD Maskinfabrik har lavet en videreudvikling af en Membran Bio Reaktor, baseret på kendte teknologier, men forbedret på afgørende punkter, som gør den i stand til at løse de særlige udfordringer, som er til stede i fødevarer virksomheder, hvis spildevand har en høj koncentration af organisk stof (COD).

Dette projekt omhandler verifikation/test og afprøvning af en allerede udviklet og afprøvet prototype af en Membran Bio Reaktor fra KD Maskinfabrik. Produktspecifikationer er vist i bilag 1.

Formålet med testen er at få verifikation på, at systemet er i stand til at løse problemet med spildevand hos en konkret virksomhed; KMC i Brande.

At KMC er valgt som test sted skyldes dels, at dets spildevand er en krævende opgave, grundet en meget høj koncentration af organisk stof, og dels, at KMC tidligere har forsøgt sig med en BioBooster fra Grundfos, som ikke været i stand til at løfte opgaven, fordi miljøet har været for krævende.

KMC udleder store mængder spildevand, med en høj koncentration af kartoffelstivelse. Denne udledning bevirker for KMC en stor omkostning i form af udledningsafgifter, og vandforbruget i produktionsprocessen ser også en stor omkostning.

Derfor har KMC haft stor interesse i at deltage i et forsøg, med en teknologi, som kan være med til at reducere mængden af spildevand samt forbrug af vand.

For KD Maskinfabrik har det stor værdi, at få evidens for, at dens løsning kan fungere i meget krævende omgivelser, som tilfældet er med KMC, idet denne dokumentation kan bane vejen for salg til andre industrier med samme eller mindre koncentration af COD.

Forud for test af MBR anlæg hos KMC, har KD Maskinfabrik arbejdet 2 år med udvikling af en proces, der har til formål at rense spildevand til en kvalitet, der kan defineres som teknisk vand. At anvende det rensede spildevand som drikkevand er en teoretisk mulighed, men dette forud-

sætter videre behandling samt tilsætninger, og er ikke en del af dette projekt.

Prototypeanlægget har forud for testen hos KMC i Brande været opstillet og afprøvet i en kortere periode på Vejle rensningsanlæg. Vand kvaliteten blev løbende kontrolleret og blev vurderet som værende tilfredsstillende.

Systemet er baseret på membran filtrering, hvilket betyder, at alt suspenderet stof samt bakterier tilbageholdes af membranen. Vandet kan efterfølgende behandles med UV lys, hvorved alt vira dræbes. Herefter kan det rensede vand bruges til mange formål, fx som teknisk vand i virksomheder, men også til vanding af haver, golfbaner og lignende.

Vores positive erfaringer med prototypeanlægget ved Vejle rensningsanlæg har givet os god tro på, at anlægget også vil fungere i en produktionsvirksomhed, der har et højt COD indhold i sit spildevand. Vi har udført test på anlægget hos KMC i Brande.

Testresultaterne er beskrevet i selve rapporten.

2. Problemstillingen

Regeringens handlingsplan om miljøeffektiv teknologi har til formål at styrke udvikling, innovation, markedsføring og brug af nye teknologiske løsninger.

Rensning af spildevand ved brug af membran bioreaktorer (MBR) har som princip været længe kendt, men den praktiske anvendelse har været begrænset af meget høje investerings- og driftsomkostninger.

MBR teknologien er under hastig udvikling, og et stadigt stigende krav til kvaliteten af det rensede vand har imidlertid har sat fokus på MBR teknologien som en metode, der har potentiale til at imødekomme behovet for bedre kvalitet af det rensede vand.

En driftssikker og omkostningseffektiv metode til rensning af industrielt spildevand hos virksomheden, vil alt andet lige bidrage til at formindske presset på vand som ressource. Det har især sin vigtighed i områder i verden, hvor vand i stigende grad bliver en mangelvare, som fx i Kina.

Fødevarereproducerende virksomheder såvel som den pharmaceutiske industri har et stort vandforbrug, og en stor koncentration af COD i spildevandet.

Membran Bio Reaktor teknologien er én af flere alternative metoder til at finrense spildevand fra industrier. Imidlertid har denne metode hidtil vist sig utilstrækkelig overfor virksomheder med stort indhold af stivelse i sit spildevand – som fx hos KMC i Brande.

Vi vil i det efterfølgende påvise, gennem test og verifikation, at det er lykkedes KD Maskinfabrik at udvikle en Membran Bio Reaktor, som kan løse opgaven, selv i krævende omgivelser, som hos KMC i Brande.

3. Test og testresultater

3.1 Formål med test af MBR anlæg hos KMC i Brande

Projektet har til formål at teste og afprøve og verificere, at vores antagelse om systemets due-lighed i en produktionsvirksomhed med højt COD indhold i spildevandet holder stik. Hvis den-ne test viser, at vores system kan fungere hos KMC, kan vi rimeligvis antage, at vores løsning også kan fungere hos andre industrier, som fx mejerier, bryggerier samt medico.

I forbindelse med produktion af kartoffelmel, foregår der en stor udledning af spildevand med et højt indhold af biologiske næringsstoffer (stivelse), samtidig med, at der indgår store mængder vand i fremstillingsprocessen.

Det udgør en belastning for det lokale rensningsanlæg, ligesom det påfører KMC store udgifter til vand og til udledning af spildevand.

KMC har tidligere forsøgt sig med et MBR system – Grundfos Biobooster – men denne tekno-logi har ikke vist sig brugbar hos KMC.

Formål:

At afprøve de positive resultater fra prototypen

At fremkomme med et reelt produktionsanlæg

At fremkomme med brugbare testresultater som modsvarer de kommende krav til spildevand samt genbrug til teknisk vand

At sammenligne resultater fra KMC med et sammenligneligt fin renselanlæg

3.2 Teststed og testperiode

Teststedet er KMC i Brande.

Udtagning af prøver har fundet sted i perioden fra juni til december 2012, med 1-3 udtag per måned. Med den valgte testperiode har vi haft mulighed for at undersøge i hvor høj grad ude-temperaturen påvirker effektiviteten i anlægget.

Vi har i løbet af 2014 lavet en sammenlignende test hos Fredericia Rensningsanlæg.

3.3 Målepunkter for test

Vi har med forsøget målt på følgende:

COD – mål for spildevandets totale indhold af organisk stof

Fosfor – total

Nitrogen – total

Suspenderet Stof (SS)

Energiforbrug

Vi har ikke kunnet lave en direkte sammenligning med andre finrensningsteknologier, i et tilsvarende miljø – fordi der os bekendt ikke findes andre MBR løsninger på markedet, der har kunnet løse opgaven i en virksomhed som KMC. KMC har tidligere afprøvet Grundfos' Biobooster, men denne teknologi har ikke kunnet løfte opgaven hos KMC.

Vi har derfor valgt at lave en sammenligning med Fredericia rensningsanlæg, hvor vi i løbet af 2014 har testet vores egen mobile MBR løsning.

3.4 Testmetode

Energiforbruget i anlægget er kalkuleret som en teoretisk beregning. Vi kender energiforbruget per time i anlægget. Ved at sammenholde energiforbruget med udløbsmængden per time, har vi kunnet beregne energiforbruget per m³ rensset vand.

De øvrige resultater er fremkommet konkrete målinger hos KMC. Vi har testet på indgangen til kassetterne samt ved udgangen af kassetterne.

Udtagning af test er foregået i perioden juni til december 2012, med 1-3 udtag per måned.

3.5 Testresultater fra KMC i Brande

Vandkvalitet

Tabel 1 Periode: juni 2012

Dato	kl.	sted	Ph mg/l	Temp. mg/l	Cod mg/l	TN/Total mg/l	P/Total mg/l	Clorider mg/l	SS mg/l
14-06.12		Udløb	8,6	16,1	860	8,7	14	3610	1010
18-06.12	09:30	Proces 3	8,5	17,4	1500	8,2	13,55		
		Udløb	8,4	17,2	540	4,5	9,6		850
26-06.12	08:45	Proces 3	8,2	19,2	1510	8,85	14,65		5500
		Udløb	8,4	16,7	550	4,3	13		500

Tabel 2 Periode: juli 2012

Dato	kl.	sted	Ph mg/l	Temp. mg/l	Cod mg/l	TN/Total mg/l	P/Total mg/l	Clorider mg/l	SS mg/l
06-07.12	08:00	Proces 3	8,2	22	1730	11,65	17		
		Udløb	8,4	21,8	565	5,1	13		150
19-07.12	08:30	Proces 3	8	21,6	1950	12,85	17,05		15800
		Udløb	8,5	21,5	650	2,9	10,3	47	
26-07.12	08:00	Proces 3	8,2	21,6	1600	7,85	17,4	3630	11800
		Udløb	8,6	21,5	474	3	13,5		

Tabel 3 Periode: August 2012

Dato	kl.	sted	Ph mg/l	Temp. mg/l	Cod mg/l	TN/Total mg/l	P/Total mg/l	Clorider mg/l	SS mg/l
16-08.12	8.30	Proces 3	8,2	20,9	2540	12,7	22,8	4760	19200
		Udløb	8,2	24,6	335	8,7	16,4	4145	300
23-08.12	07:30	Proces 3	8,3	23,1	2425	12	18	4280	16200
		Udløb	8,2	25,8	865	6,7	14	4250	114

Tabel 4 Periode: september 2012

Dato	kl.	sted	Ph mg/l	Temp. mg/l	Cod mg/l	TN/Total mg/l	P/Total mg/l	Clorider mg/l	SS mg/l
18-09.2012	08:30	Proces 3			1390	15	24	3265	13200
		Udløb	8,3	17,7	545	10	22	3040	300

Tabel 5 Periode: oktober 2012

Dato	kl.	sted	Ph mg/l	Temp. mg/l	Cod mg/l	TN/Total mg/l	P/Total mg/l	Clorider mg/l	SS mg/l
22-10.2012	09:45	Proces 3	8,7		995	12,15	13,65	3040	16600
		Udløb	8,7	17,6	412	9,2	12,5	2966	400
31-10.2012	08:30	Proces 3	8,5	13,9	1125	14,65	13,85	3315	15600
		Udløb	8,5	14	382	10,9	12,8	3205	300

Tabel 6 Periode: november 2012

Dato	kl.	sted	Ph mg/l	Temp. mg/l	Cod mg/l	TN/Total mg/l	P/Total mg/l	Clorider mg/l	SS mg/l
07-11.12	08:30	Proces 3	8,8	13,1	930	11,75	12,45	3500	13800
		Udløb	8,5	13,2	1000	24,8	15,9	3450	1000
15-11.12	10:00	Proces 3	8,7	17,2	920	13,95	12,95	3135	16200
		Udløb	8,4	17	493	11,7	11,3	3480	500
22-11.12	09:30	Proces 3	8,7		1290	16	16	3135	
		Udløb	8,4	18	860	20	17		

Tabel 7 Periode: december 2012

Dato	kl.	sted	Ph mg/l	Temp. mg/l	Cod mg/l	TN/Total mg/l	P/Total mg/l	Clorider mg/l	SS mg/l
05-12.12	10:30	Proces 3	8,5	12,4	1225	12,85	12,85	3475	15750
		Udløb	8,5	12,5	1030	21	14	3455	800
13-12.12	10:00	Proces 3	8,5	9	1440	14,35	11,8	3725	15000
		Udløb	8,5	8,5	805	11	8	3420	300

Energiforbruget er beregnet teoretisk:

Strømforgbrug pr. kassette, når 4 kassetter er sat sammen, er på ca.9 kw pr/h, 24 timer i døgnet, svarende til 36 kw per/h for alle 4 kassetter.

Det højeste udløbsmængde, der er løbet ud af de 4 kassetter tilsammen i perioden er ca.350m³/døgn.

Det giver et strømforgbrug pr./m³ vand på ca. 2,5kw. Renset i KD40 MBR systemet med 4 kassetter i drift, beregnet ved 24timerx36 kw=864kw/350m³.

Der kan oplyses at der i sommeren 2013 var så gode betingelser for bakterierne i processen kortvarig, at der blev målt 12-15m³/h pr. kassette i afløbet, det gir en strøm forbrug på ca. 0,6kw/ m³ vand rensset i KD40 MBR systemet med 4 kassetter i drift.

Delkonklusion på energiforbrug hos KMC i Brande:

Energiforbruget per m³ rensset vand varierer med betingelser for bakterieudviklingen. Under de mest gunstige forhold blev der kortvarigt målt et energiforbrug der var helt nede på 0.6kw/m³ rensset vand. Målt over et døgn var energiforbruget under gunstige forhold på 2.5kw/m³ rensset vand. Vi har i løbet af testperioden målt en klar sammenhæng mellem udendørs temperatur og energieffektivitet, idet højere temperaturer giver en bedre bakterieudvikling.

Delkonklusion på vandkvalitet hos KMC i Brande:

Det ses i resultaterne udtaget fra juni mdr. til sep. mdr., at mængden af COD (total indhold af organisk stof) bliver reduceret med ca. 66 %. I perioden fra oktober til december, viser tallene, at der sker en reduktion på ca. 50 %. Ud fra dette kan vi rimeligvis udlede, at temperaturen spiller en afgørende rolle for hvor stor en mængde COD (total indhold af organisk stof) der kan reduceres.

Desuden ses det i skemaet at indholdet af TN/Total kan reduceres mere ved højere temperaturer end ved lave temperaturer. Ved enkelte af testene sidst på året kan man se at der sker en stigning i indholdet af TN/Total nitrogen.

Indholdet af P/Total svinger en del, dette skyldes at der kun er kemisk fosfor fældning og tilløbet varierer meget.

Klorider ændres der ikke på.

Ved indholdet af SS/suspenderet stof i bassin forelægger de første regelmæssige test først i august mdr. hvor man derefter tydeligt kan se at der sker en reducereing, der er det også temperaturen som spiller ind.

Grunden til at SS er så høj trods MBR, skyldes at der er nogle af filtrene var ned slidte og har været udsat for meget stor kemisk og mekanisk behandling som følge af, at der er meget vanskeligt spildevand hos KMC.

3.6 Testresultater fra Fredericia Rensningsanlæg

For at kunne sammenligne testresultater fra KMC i Brande med et andet finrensingsanlæg har vi i 2014 udført test på Fredericia Centralrensingsanlæg med MBR KD40.

Fredericia Centralrenseanlæg 2014



Figur 1 Test anlægget MBR KD 40 fra KD Maskinfabrik

Vi har udført test hos Fredericia Centralrensings anlæg i tidsrummet fra den 14 april til den 26 maj 2014.

Testene er kørt på både udløbsvand fra efterklaringstank og på returslam fra efterklaringstank.

3.7 Energiforbrug hos Fredericia Rensningsanlæg

Strømforbrug til blæser og pumpe på sådan en kassette vil være ca. 9kw pr/h.
Det vil sige forbruget er ca. ved 500m³/døgn på ca.0,43kw/m³ rensset vand.
Ved 800m³/døgn er det ca.0,27kw/pr.m³ rensset vand. Vi opererer altså med et energiforbrug på mellem 0,27kw/m³ rensset vand og 0,43kw/m³ rensset vand.

Til sammenligning bruger Fredericia Rensningsanlæg 0,7 kw per m³ rensset vand på det biologiske rensningsanlæg.

3.8 Resultat på test fra udløbsvand hos Fredericia Rensningsanlæg - efterklaringstank

Der er kørt med forskelligt TMP som har givet følgende resultater:

TMP 300= 40L/min.=2m³/h ved 10/2 drift/pause.

TMP 400= 50L/min.=2,5m³/h ved 10/2 drift/pause.

TMP 500= 63L/min.=3,1m³/h ved 10/2 drift/pause.

Tabel 8 Analyseresultater for Cod/Total N/Total P og SSmg/l.

Analyser udtaget hos Fredericia Renseanlæg 2014 fra KD MBR test anlæg						
		MBR	COD	TN	P. total	SS
Dato	Prøve udtagessted	L/min.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	Prøver analyseret af Fredericia Renseanlæg					
	Test på udløbsvand fra efterklaringstank					
22. april	MBR TMP 300	35	30,7	2,11	0,167	5,6
	Udløb fra Fredericia Renseanlæg		68,8	4,76	0,928	26,6
23. april	MBR TMP 300	36	36,1	2,02	0,215	4,4
	Udløb fra Fredericia Renseanlæg		52,9	3,26	0,742	25,3

3.9 Resultat på test af returslam fra efterklaringstank hos Fredericia Rensningsanlæg

Der er også her kørt med forskelligt TMP som har givet følgende flow:

TMP 300=40,5L/min.=2,1m³/h ved 10/2 drift/pause.

TMP 400=52,6L/min.=2,6m³/h ved 10/2 drift/pause.

TMP 500=64,5L/min.=3,2m³/h ved 10/2 drift/pause.

Tabel 9 Der er blevet analyseret for Cod/Total N/Total P og SSmg/l

Analyser udtaget hos Fredericia Renseanlæg 2014 fra KD MBR test anlæg						
		MBR	COD	TN	P. total	SS
Dato	Prøve udtagessted	L/min.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	Kører på proces slam					
9. maj	Analyser på proces slammet		1000	70	19	7000
	MBR TMP 300	40	36,1	2,42	0,182	5,2
	Udløb fra Fredericia Renseanlæg		82	2,54	3,42	27,4
12. maj	Analyser på proces slammet		1000	70	19	7000
	MBR TMP 300	43,5	26,9	1,65	0,179	3,2
	Udløb fra Fredericia Renseanlæg		45,4	3	0,313	16

Som det kan ses ud fra analyseresultater, tilbageholder MBR ca. 35-50% Cod/Total N og Total P.

Reduktionen af SS er helt oppe på ca. 80-90%.

Hvis man tager en kassette med 4 dobbelt moduler, det er 1232m² filtrerings overflade, vil man kunne få et flow pr/døgn på ca. 500-800m³.

Der skal tages forbehold for brug af CIP af anlæg. Erfaringer fra testen viser at man skal køre CIP 1 til 3 gange om året med Lud og Natrium-hypoklorit. Det vil tage fra 4 til 8 timer.

4. Formidling

MBR anlægget hos KMC i Brande har været demonstreret for medlemmer af Spildevandsfor-
eningen. Ud fra denne demonstration er der lavet en reportage i Spildevandsteknisk Tidsskrift
2013 – nr. 4. (Bilag 2.) Derudover har projektet været formidlet gennem KD Maskinfabriks egen
hjemmeside. Sidst, men ikke mindst har testresultaterne været formidlet i salgsmateriale for KD
Maskinfabriks MBR løsning overfor mulige kunder til konceptet.

5. Konklusion

Vi har gennem test af prototype af Membran Bio Reaktor løsning fra KD Maskinfabrik – med betegnelsen KD 40 TWU – hos KMC i Brande.

Formålet med testen var at få afprøvet og verificeret vores hypotese om, at anlægget ville kunne fungere tilfredsstillende i et vanskeligt miljø, hvor der er et meget højt COD indhold i spildevandet.

Vi valgte at teste og måle på følgende områder.

COD
Fosfor
Nitrogen
Suspenderet Stof
Energiforbrug

Det anlæg vi installerede i 2012 er stadig i drift hos KMC i Brande. Dette er et bevis for, at det er lykkedes KD Maskinfabrik at udvikle en drift sikker løsning, der fungerer ved selv meget vanskeligt spildevand.

Ved højeste udløbsmængde hos KMC har vi over et døgn målt et energiforbrug på 2.5kw/m³ rensset vand i gennemsnit. En sammenligning med resultater fra Fredericia Rensningsanlæg viser ved MBR løsningen et energiforbrug på mellem 0,27 kw/m³ vand og 0,43 kw/m³ rensset vand. Til sammenligning bruger Fredericia Rensningsanlæg 0,7 kw/m³ rensset vand på dets biologiske rensningsanlæg.

Målinger på vandkvaliteten hos KMC i Brande udtaget fra juni mdr. til sep. mdr., viser, at mængden af COD (total indhold af organisk stof) bliver reduceret med ca. 66 %. I perioden fra oktober til december, viser tallene, at der sker en reduktion på ca. 50 %. Ud fra dette kan vi rimeligvis udlede, at temperaturen spiller en afgørende rolle for hvor stor en mængde COD (total indhold af organisk stof), der kan reduceres.

Desuden ses det i skemaet at indholdet af TN/Total reduceres mere ved højere temperaturer end ved lave temperaturer. Ved enkelte af testene sidst på året kan man se at der sker en stigning i indholdet af TN/Total nitrogen.

Indholdet af P/Total svinger en del, dette skyldes at der kun er kemisk fosfor fældning og tilløbet varierer meget.

Klorider ændres der ikke på.

Ved indholdet af SS/suspenderet stof i bassin forelægger de første regelmæssige test først i august mdr. hvor man derefter tydeligt kan se, at der sker en reduktion.

At mængden af SS er så høj trods MBR, skyldes at der er nogle af filtrene var ned slidte og har været udsat for meget stor kemisk og mekanisk behandling som følge af, at der er meget vanskeligt spildevand hos KMC.

Til sammenligning viser resultaterne fra Fredericia Rensningsanlæg en reduktion af SS på hele 80-90%, mens der på COD, Total N og Total P sker en reduktion på mellem 35% og 50% - efter behandling med MBR anlæg.

Bilag 1. Beskrivelse af KD-40 MBR

Bilag 2. Reportage i Spildevandsteknisk tidsskrift vedr. KMC i Brande



VeSave[®]

MBR System KD 40

Teknisk Vand Unit / Erstatning for efterklaringstank

[YouTube](#) Se produktvideo



KD Maskinfabrik

MBR System KD 40

Vi har udviklet et enkelt, men højteknologisk membranfilter. Filteret fås som standard i 3 størrelser single, double samt tripple modul (-S,-D,-T). Med en kapacitet (Bio tanke*) fra ea. 3,3-6,6-9,9 m³/h *(ved 10 g.SS/1.-20 gr.C). KD 40 MBR System virker via gravitation, hvilket betyder at savel installation, drift samt installationsomkostninger er væsentligt reduceret.

Fordele ved KD 40 MBR System:

- Filtret virker via ultralav trykdifference.
- Høj flux.
- Lav fauling.
- Filtret optager begrænset plads.
- Filtret har minimalt luftforbrug.
- Filtret kan tømmes for vand.
- Luft rør kan rengøres under drift.
- Filtret kan løftes ud af tanken for inspektion.
- Filtret har ingen bevægelige/sliddele.
- Filtret har en lang levetid.
- Filtret har minimale krav til rengøring.
- Ved double og tripple moduler er det sikret at tryktab over de enkelte filterelementer er udlignet, hvilket er med til at sikre så effektiv flow som muligt.

Et modul består af ramme, rør og filterelement og leveres i tre størrelser single, double og triple. Filterelement er udført i PP materiale belagt med et filtringsmateriale i PVDF (polyvinylidene/fluoride). Filteret, som er en polymer type har en porestørrelse på 0,2 micron!

Alfa-Laval Membrane Technology har udviklet filter elementer. Filterets ramme, belufter og afgangsrør (permate) er ud-ført i rustfast stal EN 1.4404. For optimal beskyttelse er filtret indkapslet i PP plader. Vi er gerne behjælpelig med proces design, levering, montering samt indkøring af deres nye membranlæg.

Anbefalet drift cyklus: 10 minutter flow, 2 minutter afspænding.

Anbefalet CIP: Hver 2.-3. måned.

Anbefalet tryk diff: 200-600 mm VS.

Max. luft behov type S: 8 liter pr. m²/min.

Max. luft behov type D: 6 liter pr. m²/min

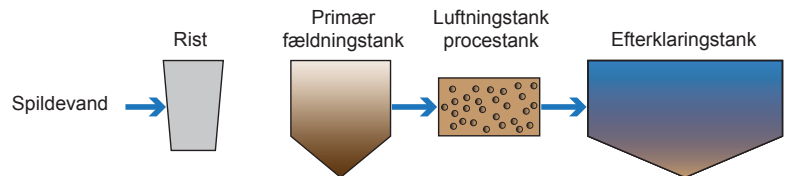
Max. luft behov type T: 4 liter pr. m²/min.



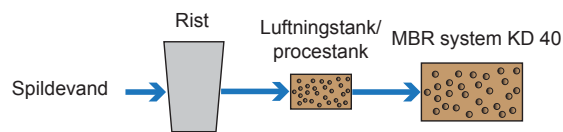
Blæser.

Traditionelt renseanlæg vs. MBR anlæg

Traditionelt renseanlæg



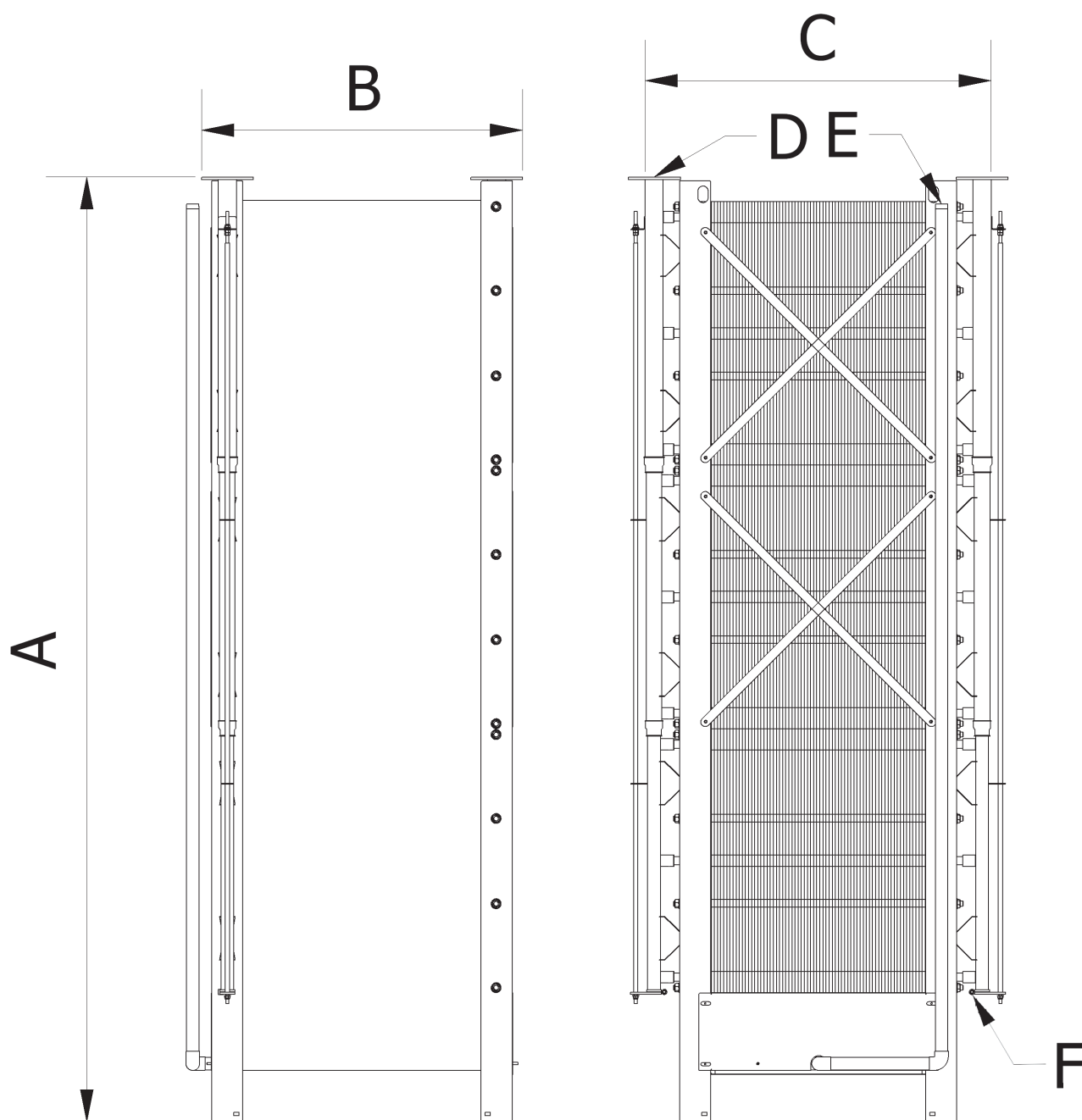
Renseanlæg med MBR system KD 40



Opstillet kassette med et flow fra 20-800 m³/døgn.



Kassette til 4 stk dobbeltmodul.



Målskema - se skitse ovenfor

	Single	Double	Triple
A	1620 mm	2640 mm	3660 mm
B	1230 mm	1230 mm	1230 mm
C	1460 mm	1460 mm	1470 mm
D	PN 10 - DN 50	PN 10 DN 65	PN 10 DN 80
E	1 ½" G	1 ½" G	1 ½" G
F	Drænventil	Drænventil	Drænventil

Kapacitetsskema

	Single	Double	Triple
Antal etager membraner	1	2	3
Areal af membran (m ²)	154	308	462
Volumen i filteret (l)	336	672	1008
Vægt tom (kg)	352	640	928
Vægt i drift	688	1312	1936
Kapacitet v/20° (m ³ h)	3,85	7,7	11,5
Luft forbrug (Nm ³ h)	74	110	110

To test på renseanlæg den 14. april til 26. maj 2014

Test er der kørt på både udløbsvand fra efterklaringstank og returslam fra efterklarings-tank som har vist en lille forskel på mindre flow ved test på udløbsvandet.

Resultat på test 1 fra udløbsvand efterklaringstank:

Der er kørt med forskelligt TMP som har givet følgende resultater:

- TMP 300= 40L/min.=2m³/h ved 10/2 drift/pause.
- TMP 400= 50L/min.=2,5m³/h ved 10/2 drift/pause.
- TMP 500= 63L/min.=3,1m³/h ved 10/2 drift/pause.

Der er blevet analyseret for Cod/Total N/Total P og SSmg/l. Sammenligning udløb før og efter MBR.

Analyser udtaget hos renseanlæg 2014 fra MBR test anlæg						
		MBR	COD	TN	P. total	SS
Dato	Prøve udtagessted	L/min.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	Prøver analyseret af renseanlæg					
	Test på udløbsvand fra efterklaringstank					
22. april	Udløb fra renseanlæg før MBR		68,8	4,76	0,928	26,6
	MBR TMP 300 efter MBR	35	30,7	2,11	0,167	5,6
23. april	Udløb fra renseanlæg før MBR		52,9	3,26	0,742	25,3
	MBR TMP 300 efter MBR	36	36,1	2,02	0,215	4,4

Resultat på test 2 af returslam fra efterklaringstank.

- Som det kan ses ud fra analyseresultater så tilbageholder MBR ca. 35-50% mere Cod/Total N og Total P.
- SS er helt oppe på ca. 80-90%.

Resultat på test af returslam fra efterklaringstank

Der er også her kørt med forskelligt TMP som har givet følgende flow:

- TMP 300=40,5L/min.=2,1m³/h ved 10/2 drift/pause.
- TMP 400=52,6L/min.=2,6m³/h ved 10/2 drift/pause.
- TMP 500=64,5L/min.=3,2m³/h ved 10/2 drift/pause.

Der er blevet analyseret for Cod/Total N/Total P og SSmg/l. Sammenligning udløb før og efter MBR.

Analyser udtaget hos renseanlæg 2014 fra MBR test anlæg						
		MBR	COD	TN	P. total	SS
Dato	Prøve udtagessted	L/min.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	Kører på proces slam					
9. maj	Analyser på proces slammet		1000	70	19	7000
	Udløb fra renseanlæg før MBR		82	2,54	3,42	27,4
	MBR TMP 300 efter MBR	40	36,1	2,42	0,182	5,2
12. maj	Analyser på proces slammet		1000	70	19	7000
	Udløb fra renseanlæg før MBR		45,4	3	0,313	16
	MBR TMP 300 efter MBR	43,5	26,9	1,65	0,179	3,2



Returslam fra efterklaringstank fra 6000-7000 mg/ss.

Konklusion

- Konklusion er, hvis man tager en kassette med 4 dobbelt moduler, det er 1232m² filtrerings overflade, vil man kunne få en flow pr/døgn på ca. 500-800m³.
- Der skal så tages forbehold for Cip af anlæg
- Efter erfaring fra testen vil man skulle køre Cip 1 til 3 gange om året med Lud og Natrium-hypoklorit.
- Det vil tage fra 4 til 8 timer pr. C.I.P.
- Strømforbrug til blæser og pumpe på sådan en kassette vil være ca. 9kw pr/h.
- Det vil sige forbruget er ca:
 - 500m³/døgn = ca.0,43kw/pr.m³ rensset vand.
 - 800m³/døgn = ca.0,27kw/pr.m³ rensset vand.

Vi kan tilbyde en test af vores MBR anlæg på jeres rensningsanlæg.



Udløbsventil.



Udløbsvand.



Vi kan tilbyde en test af vores MBR anlæg på jeres rensningsanlæg.



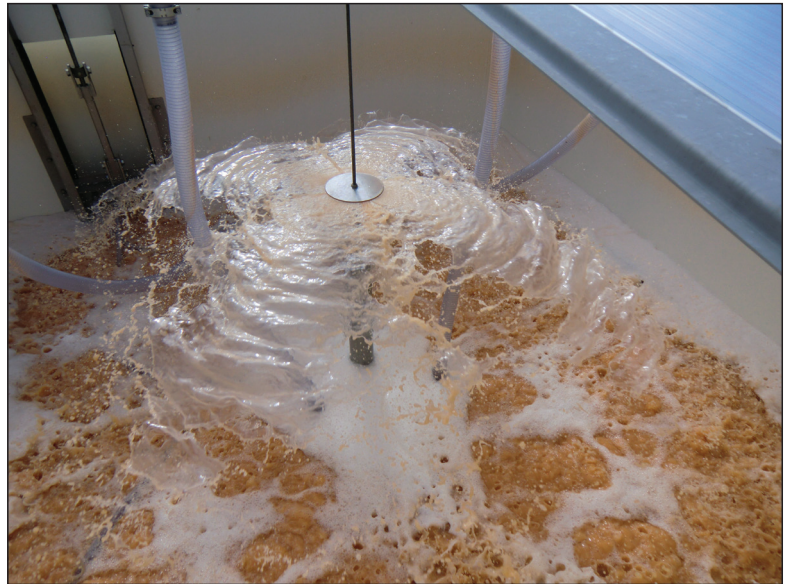
Indstilling af TMP.



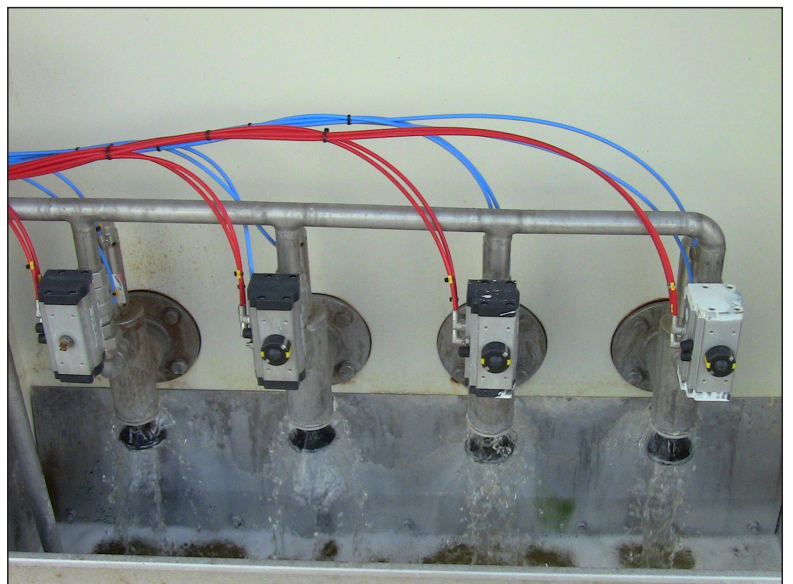
MBR modul.



*Membrananlæg til spildevandsrensning, KMC Brande.
Fungerer som erstatning for efterklaringstank.*



Billedet viser centralt monteret indløb i en membrankassette, ved at placere indløbsrør centralt samt montere "sprede-plade" reduceres skumningsdannelser



*Billedet viser KD's special udviklede "relaxations-valves" som betjenes via pneumatik, fordelen ved denne permeat styring er følgende: Det er muligt at kontrollere udløbskvalitet samt flow fra hver enkelt membran, endvidere kan hvert membran individuelt returskylles -/CIP's dette sikrer meget større kontinuitet samt reducerer pumpe samt CIP tank kapacitet.
Operatøren kan visuelt se hvad der sker!*

Industrigruppens besøgsdag hos KMC

Brande 12. september 2013

Red.J.H.

Rigtig mange af industrigruppens medlemmer havde taget imod indbydelsen til at besøge KMC i Brande. Kartoffelmel, hvad er det?

Nogle kan måske huske, at var saftsuppen blevet for tynd, kunne man røre lidt kartoffelmel i, så var suppen reddet. Det skal vise sig, at kartoffelmel og produktionen af det er en stor og kompliceret opgave. Som det ses på massebalancen:

Vi blev modtaget af Viggo Sørensen, sælger med 33 års erfaring. Det viste sig også her, at erfaren mand er god at gæste. Viggo Sørensen indledte med en præsentation af KMC og virksomhedens produkter. De fleste fik nok en overraskelse ved at erfare, hvor stor en rolle kartoffelstivelse indtager i fødevarerproduktion.

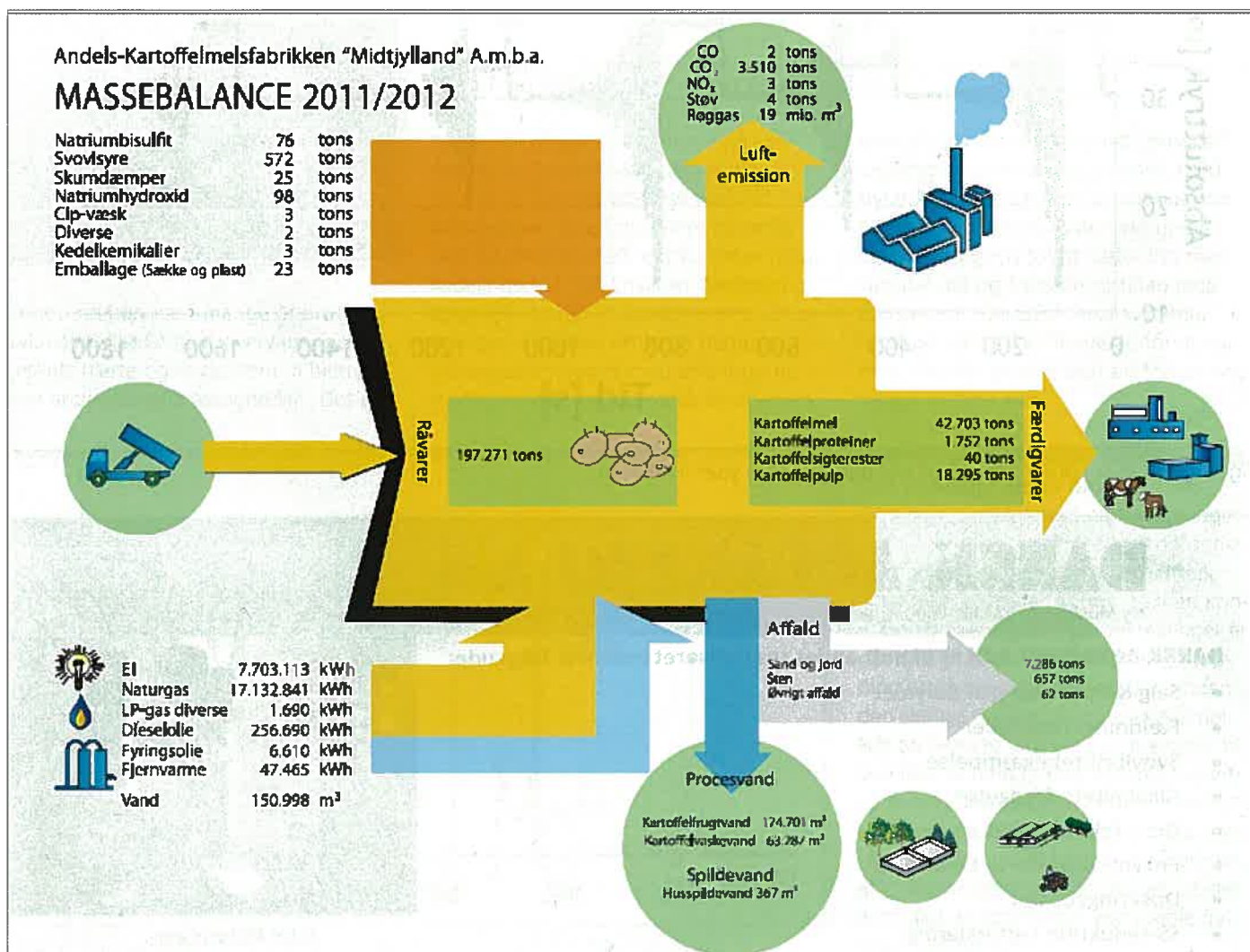
KMC er en fødevarer virksomhed, der er ejet af avlerne. Den enkelte landmand har ret og pligt til at aflevere sin råvare, kartofler, til fabrikken, når han er i besiddelse af et andelsbevis. Andelene koster ca. 59,60 kr./andel. En andel giver ret til levering af 100 kg. kartofler. Afleverings tidspunktet aftales med fabrikken

PS! En praktisk bemærkning. Der må kun avles kartofler 2 år på samme areal, derefter hviletid i 3 år. Der byttes eventuel areal med en nabo uden kartoffelproduktion.

Koncernen består af tre fabrikker i Karup, Brande og Toftlund, der alle fungerer som selvstændige virksomheder.

Fabrikkerens mål er: At sikre andelshaverne den højst mulige betaling for deres råvarer gennem aktiviteter, der skaber værditilvækst og gør KMC til en attraktiv leverandør af ingrediensløsninger til den internationale fødevarerindustri. Produktion af kartoffelmel er ca. 150.000 ton/år med en eksport til 80 lande. Årsagen til den store eksport er, at Danmark er næsten enerådende på markedet, grundet gode vækstbetingelser. Sandjord og ikke for meget regn.

De fleste har nok slet ikke fantasi til at forstille sig, hvor vigtig en ingrediens kartoffelstivelse er i fødevarerproduktionen. Men se nedenstående.





Viggo Sørensen med tilhørere.

Derivat-afdelingen. (Derivat organisk/kemisk stof, der er afledt af et andet organisk/kemisk stof) Efter denne præsentation gik turen til Derivat fabrikken, der producerer ubehandlet kartoffel stivelsesmidler til videre brug i levnedsmiddel produktion, leveres i sække eller som bulkvare. Vi fulgte kartofflen fra indvejning til levering til kunden.

PS! Kartoflerne er specielle industrikartofler, ikke at forveksle med spisekartofler. Afregnes efter stivelses indhold. Restproduktet, pulpen, anvendes til dyrefoder. Intet går til spilde.

Vådafdelingen en del af produktion går til videre tørring i:

Tørreafdeling. Fremstiller koldt opløselige stivelsesmidler til levnedsmiddel industri. Varen tørres i et spraytørre anlæg, eneste anlæg i Europa. Produktion 18.000 tons/år færdigvare. Gasforbrug til tørring ca. 5.5 mil.m³ gas/år. Samlet brændstof udgift /år ca. 25 mil.kr. Også her er kvaliteten tilpasset kundens ønske mht tørhedsgrad.



Bjarne fortæller.

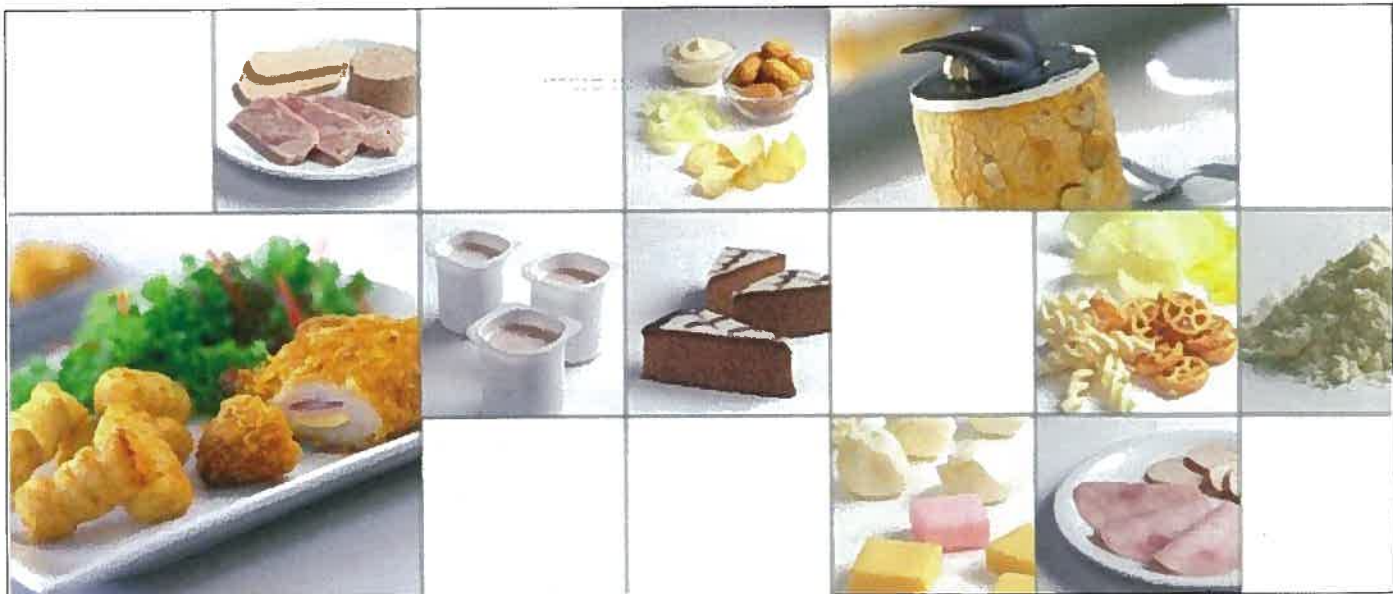
Omvisningen afsluttedes med spørgetid og en stor tak til KMC for invitationen og bifald til Viggo Sørensen for en fremragende rundvisning. Man får ondt af de, som ikke var med på omvisningen, de gik glip af en stor oplevelse

Her gælder som i alle livets forhold, at hvor der kommer noget ind, skal der noget ud. Derfor gik turen efter en lækker buffet til dagens sidste punkt renseanlægget.

Rensning af spildevandet

Ved renseanlægget gav driftsleder Bjarne Jensen en grundig indføring i det, for os fra de kommunale renseanlæg, lidt urtraditionelle anlæg ikke mindst mht. belastning.

Fra Derivat fabrikken, som vi så i formiddags, kommer der fra 3 linjer 70-850m³ spildevand /døgn. Denne vandmængde samles og pumpes til renseanlæggets udligningstank, forsynet med omrøring. Tanken rummer 2.400 m³. Belastning på udligningstanken er efter omrøring i gennemsnit ca.:





Den smukke røde farve skyldes bakteriernes farve.

- Cod 11.000mg/l,
- Fosfor 40mg/l
- Total N 8mg/l,
- Chlorid 4.000mg/l

Fra udligningstanken pumpes til 4 bundfældningstanke, som skal fjerne så meget stivelse som muligt, da stivelse er meget svært at omsætte i procestankene. Stivelsen bliver sendt til Biogas anlæg. (Man kan måske drage en parallel mellem stivelse og slam i kommunale renseanlæg Red.)

Den biologiske rensning foregår fortløbende i tre procestanke der arbejder i serie.

Første station er *Procestank 1*, som er på 1.900m³, hvor der er 55kw bundbeluftning og omrører. Fjerner godt halvdelen af Cod'en.

Næste station er *Procestank 2* på 2500m³, som er bestykket med en 22 kw. mekaniske bundbeluftere og 2 stk. 18 kw. blæsere.

Sidste station er *Procestank 3*, som er 7,5 m dyb og på 2.500m³, som også er bestykket med en 22 kw mekanisk bundbelufter, men med en 55kw blæser. Herfra udtages der overskudsslam til afvanding på en dekanter.

I alle procestanke er der recirkulations pumper, som kan sende returslam rundt til alle tanke.

Den smukke røde farve skyldes bakteriernes farve

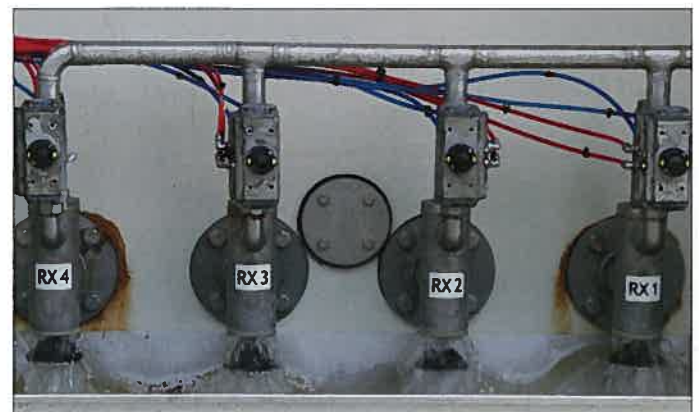
MBR (Membran-Bio-Reaktor) anlægget er koblet på procestank 3, hvor 4 snart 5 kassetter indeholdende 4 stk. MFM 200, som kører uafhængig af hinanden, så der kan køre rengøring af membraner ved kun at lukke ned for 1 kassette ad gangen. Alle kassetter indeholder tilsammen 6.160m² filter areal på 0,20 my.

Afløbet fra filtrene ligger i dag på ca. Cod 90mg/l, fosfor 8mg/l, Total N 7mg/l Chlorid indhold som i tilløbet.

Anlæggets udlede krav ved afledning til kommunale renseanlæg.

- Cod= <700 kg/d
- Phosfor=<10 kg/d
- Kvælstof=<20 kg/d
- SS=<165kg/d
- Chlorid=<1.750 kg/d
- Og døgn vandmængde max 550m³

Tak til Bjarne for en god og informativ rundvisning og gode svar på de mange spørgsmål.



Procesvandet før og efter MBR filtrene. Billedet siger noget om MBR systemets effektivitet.

Finrensning af spildevand til teknisk vand



Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.nst.dk