

# Slutrapport

## Røggasrensning på teglværker

*Reduceret hydrogenfluorid indhold i røggassen fra danske teglværker vha. to-trins vådskrubber.*

## Indholdsfortegnelse:

<b>1</b>	<b>Baggrund .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Konklusioner .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Projektfaser .....</b>	<b>4</b>
4.1	Indledende teoretisk analyse .....	4
4.2	Opførelse af small-scale pilot anlæg .....	4
4.3	Test af vaskevand i pilot anlæg .....	4
4.4	Restprodukt og afvanding .....	6
4.5	Udnyttelse af overskudsvarme fra røggas.....	7
4.6	Hovedresultater fra test af pilotanlæg.....	8
<b>5</b>	<b>Tidslinje .....</b>	<b>9</b>
<b>Bilag 1</b>	<b>Molmasser.....</b>	<b>10</b>
<b>Bilag 2</b>	<b>Prøvningsrapport, Teknologisk Institut .....</b>	<b>11</b>
<b>Bilag 3</b>	<b>Uddrag fra vejledning fra Miljøstyrelsen nummer 2, 2006 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 4</b>	<b>Foto af pilotanlæg.....</b>	<b>14</b>

# 1 Baggrund

Under brænding af teglsten, som foregår ved 1.000–1.200° C, frigives bl.a. HF, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> og HCl, som alle er korrosive stoffer. Processens varme røggasser ledes via afkast til det fri ved en temperatur på typisk 120 – 180 °C.

For at overholde gældende emissionsgrænser, er der på de fleste teglværker installeret relativt høje skorstene, og enkelte teglværker er forsynede med tørfilter røggrensingsanlæg.

Varmen fra røggasserne udnyttes ikke i dag, da gassen indeholder vanddamp der reagerer med fluor, chlorider og svovl og danner stærke korrosive syrer som flussyre, salpetersyre, saltsyre og svovlsyre, og derfor er det ikke muligt at anvende varmeveksler i traditionelle materialer. Alternative materialer som teflon og plastik kan ikke klare de høje temperaturer fra røggassen, og det er derfor nødvendigt at rense røggassen inden varmen kan udnyttes.

Teglværksbranchen i Danmark, Kalk og Teglværksforeningen af 1983, har medvirket i dette projekt, som skulle klarlægge og dokumentere tekniske og økonomiske forhold omkring røggrensning med vådskrubber teknologi.

Projektet er gennemført med følgende interessenter:

- Kalk- og Teglværksforeningen af 1893
- Wienerberger (Petersminde Teglværk)
- Ammongas (leverandør)
- EnviScan (rådgivende ingeniørfirma)

Petersminde Teglværk på Fyn ønskede at få belyst muligheder for at reducere emissioner for hydrogenfluorid, og havde i den forbindelse et ønske om generelt at reducere indholdet af sure stoffer, således at det ville være muligt efterfølgende at udnytte overskudsvarmen fra røggassen.

Hos Petersminde Teglværk blev der installeret et small-scale pilot anlæg med henblik på at undersøge mulighederne. Der er gennem dette projekt gennemført en række undersøgelser og analyser af den undersøgte fler-trins rensningsmodel, specielt omkring funktionalitet, virkningsgrader samt affaldsstoffer og deres bortskaffelse.

Projektet er ikke blevet gennemført i fuld skala, hvilket medfører at der udestår en række konklusioner, idet test kun er gennemført på pilot anlæg gennem relativt korte tidsforløb – som ikke afspejler en realistisk driftssituation.

## 2 Konklusioner

Projektets konklusioner bygger på analyser og resultater fra pilot-anlægget, idet der desværre ikke blev gennemført langtidstest af et fuldskala anlæg. På baggrund af dette mener vi der er belæg for følgende hovedkonklusioner:

- Der er ikke krav om røggasrensning fra teglværker i Danmark, men det er dog et krav, at immissionsgrænser overholdes jf. Miljøstyrelsens luftvejledning.
- Forsøg på pilotanlæg viser ret gode muligheder for at absorbere specielt HF, hvilket passer godt med den teoretiske vurdering forud for forsøget.
- Vaskevandet fra pilotanlægget er blevet analyseret kemisk på Teknologisk Instituts laboratorium, herunder udfældning af specielt Fluor og SO<sub>2</sub> med CaCO<sub>3</sub>. Det kunne konstateres at der, rent praktisk, skal anvendes meget mere CaCO<sub>3</sub> end støkiometrien tilsiger.
- Vaskevandet fra scrubberen skal filtreres for, at opsamle udfældede stoffer som primært vil være CaF og CaSO<sub>4</sub>. Chlorider og Natrium vil ikke kunne filtreres, og vil forblive i vaskevandet (spildevand) som skal ledes til kloak.
- Spildevand fra en vådscribber, som ledes til kloak, skal overholde krav til industrielt spildevand som ledes til renseanlæg jf. vejledning fra Miljøstyrelsen nummer 2, 2006. Der er uafklarede forhold omkring dette, da der kun er data fra pilotanlæg.
- Restprodukter fra vådscribber skal afleveres på deponi, da der er risiko for genfordampning af fluor ved brænding af restprodukter.
- Der er desværre ikke gennemført et fuldskala projekt. Projektet kan, på denne baggrund, ikke påvise konkrete driftsmæssige resultater i form af rensningsgrader, drift, affald og spildevand fra et fuldskalaprojekt – som oprindeligt planlagt.

## 3 Formål

Projektets overordnede formål var at udvikle en kompakt vådscribber hvor vand og faststof separeres uden for scribberen inden vandet passerer en varmeveksler. Målet var at undersøge en scribber bestående af en fler-trins proces, hvor den primære vask af røggassen foregår med vand, som kan pH reguleres med natronlud. Pointen ved at anvende en fler-trins proces frem for at rense røggassen direkte med kalk er, at vaskevandet er homogent, og ikke giver udfældninger og belægningsinternt i scribber og rør.

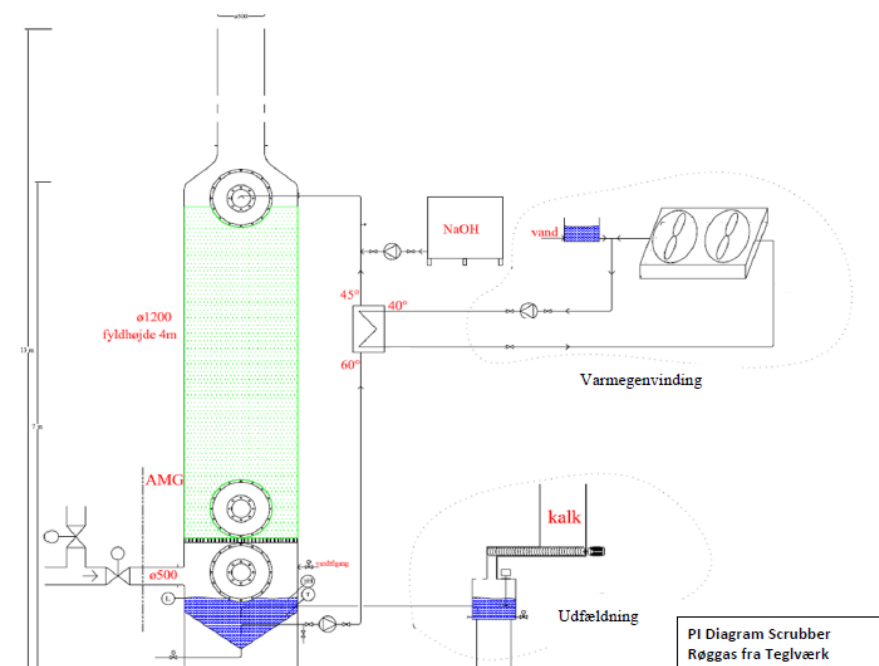
Da varmen fra røggassen overføres til vaskevandet, bliver det nemmere at udnytte varmen i traditionelle pladevekslere, inden vaskevandet genanvendes i scribberen. Anlægget kan udføres i plast- eller komposit-materialer og der kan anvendes traditionelle varmevekslere, hvilket gør det nemmere at udnytte overskudsvarmen.

En scribber løsning vil indebære øgede driftsomkostninger til vedligehold, kemikalier, el og vand. Omvendt er der mulighed for at opnå energibesparelser ved at udnytte overskudsvarmen fra scribbervandet til eksempelvis forvarmning af luft.

Udnyttelsen af varmen til procesvarme, eller evt. til fjernvarme er kendt teknologi, men det afgørende punkt er styring af pH værdien af vaskevandet således, at der kan sikres en tilfredsstillende levetid på varmeveksleren.

Projektets havde til hensigt at belyse følgende emner:

- Klarlægge hvilke kemikalier der kan anvendes i scrubbertrin
- Undgå større mængder ureageret kalk i restproduktet
- Opnå et ensartet restprodukt, som evt. kan genanvendes
- Undersøge muligheder for udfældning udenfor scrubber
- Undersøge muligheder for udnyttelse af overskudsvarme fra røggas



Figur 1 PI Diagram af scrubber

## 4 Projektfaser

Følgende faser blev anset for nødvendige for, at kunne afgøre anvendeligheden af det påtænkte anlæg.

### 4.1 Indledende teoretisk analyse

Der blev indledningsvis foretaget en teoretisk vurdering af mulighederne, ud fra dels analyser foretaget af leret som anvendes på Petersminde Teglværk men også baseret på erfaringstal fra branchen.

### 4.2 Opførelse af small-scale pilot anlæg

Der blev i 2014-2015 opsat et simpelt pilotanlæg, hvor en lille mængde af røggassen kunne ledes igennem. Højden af skrubbetårnet var identisk med et evt. fuldskala anlæg, så rensningsgraderne vil ligeledes være på samme niveau.

### 4.3 Test af vaskevand i pilot anlæg

Der er gennemført en række test for, at undersøge absorptionen af specielt fluor i vaskevandet for, at kunne fastlægge indikative resultater.

Scrubberens vaskevand er blevet undersøgt under:

- basiske forhold ( $\text{pH} > 8$ ) og
- sure forhold ( $\text{pH} < 6$ ).

#### Test af basisk vaskevand ( $\text{pH} > 8$ )

Tests med pilotanlægget blev gennemført i maj 2015, med henblik på at fastlægge hvor godt vådscribberen opløser specielt HF i vaskevand. Vaskevandet i vådscribberen blev konstant holdt på et basisk niveau med en  $\text{pH}$  værdi  $> 8$ , ved tilsætning af  $\text{Na}(\text{OH})$ .

Under denne test var produktionen relativt lav, med en lav skubbehastighed i ovnen.

Analysen af vaskevandet for scribberen viste følgende hovedresultater:

#### Generelt:

Stenfarve	Rød Tegl
Produktion rensset i scribberen <sup>1</sup>	1.250 kg BG (Brændt Gods)
Vandindhold i scribber	180 kg
Tilsat vand til scribber	0 kg
Tilsat $\text{Na}(\text{OH})$	2,75 liter Natronlud 34 gr bé (37,65%)

<sup>1</sup> Ækvivalent beregnet produktion, baseret på forhold mellem røggasser i pilotanlæg og ovn. Dette tal er behæftet med nogen usikkerhed.

Analysér af vaskevand:

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,052	% vægt
Cl <sup>-</sup>	0,057	% vægt
F <sup>-</sup>	0,062	% vægt
pH værdi	8,3	

Nøgletal for absorberede stoffer:

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,075	g/kg BG
Cl <sup>-</sup>	0,082	g/kg BG
F <sup>-</sup>	0,089	g/kg BG

Røggasmålinger udført i april 2016 viste et nøgletal for emissionen af HF på ca. 0,090 g/kg BG ved brænding af gult gods.

Ved absorption af F<sup>-</sup> på ca. 0,089 g/kg BG, i vaskevandet, kan det konkluderes at pilotanlægget har været i stand til at opnå en indikativ absorption på mere end 90% af HF emissionen.

Den høje pH værdi medfører væsentlig opløsning af HF, CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> i vaskevandet.

På baggrund af de gode resultater med basisk vaskevand, blev det besluttet at gennemføre supplerende test med surt vaskevand, hvor der ikke blev tilsat Na(OH).

**Test af surt vaskevand (pH<6)**

Tests med pilotanlægget blev gennemført i november 2015, med henblik på at fastlægge hvor godt vådscurbereren opløser specielt HF i vaskevand over en længere periode. Der blev ikke tilsat Na(OH), og vaskevandet blev følgelig meget surt.

Under denne test var produktionen moderat, med en moderat skubbehastighed i ovnen.

Analysér af vaskevandet for scrubberen viste følgende hovedresultater:

Generelt:

Stenfarve	Rød	Tegl
Produktion rensét i scrubberen <sup>2</sup>	4.700	kg BG (Brændt Gods)
Vandindhold i scrubber	180	kg
Tilsat vand	0	kg
Tilsat Na(OH)	0	liter

Analysér af vaskevand:

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,102	% vægt
Cl <sup>-</sup>	0,012	% vægt
F <sup>-</sup>	0,170	% vægt
pH værdi	2,7	

<sup>2</sup> Ækvivalent beregnet produktion, baseret på forhold mellem røggasser i pilotanlæg og ovn. Dette tal er behæftet med nogen usikkerhed.

Nøgletal for absorberede stoffer:

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,039 g/kg BG
Cl <sup>-</sup>	0,005 g/kg BG
F <sup>-</sup>	0,065 g/kg BG

Røggasmålinger udført i april 2016 viser et nøgletal for emissionen af HF på ca. 0,090 g/kg BG ved brænding af gult gods.

Ved absorption af F<sup>-</sup> på ca. 0,065 g/kg BG, i vaskevandet, kan det konkluderes at pilotanlægget har været i stand til at opnå en indikativ absorption på mere end 60% af HF emissionen. Det ses også ret tydeligt at absorptionen af sulfat og specielt chlorider er reduceret markant, sammenlignet med basisk vaskevand i scrubberen – hvilket passer fint med forventninger.

Den lave pH værdi medfører lavere opløsning af HF, CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> i vaskevandet.

#### 4.4 Restprodukt og afvanding

Ved anvendelse af vådscribber vil der blive opløst stoffer i vaskevandet, som efterfølgende skal behandles. Vaskevandet skal neutraliseres, og der skal ske udfældning og filtrering inden det kan ledes til kloak. Opsamlet vaskevand fra drift af pilotanlægget er anvendt til laboratorieanalyser.

I foråret 2016 blev der gennemført en række analyser hos Teknologisk Institut i Aarhus for, at teste anvendelse af CaCO<sub>3</sub> til neutralisering af surt vaskevand samt binding af sulfat og fluor. Der henvises til prøve 5 i bilag 2, som er vaskevandet fra november 2015.

Analyser af det sure vaskevand, med anvendelse af CaCO<sub>3</sub> som reagent, viste følgende resultat hos Teknologisk Institut:

Vådanalyser (middelværdier):

Pos.	Vaskevand	Filtrat (filtreret vaskevand)	Bundfald (i filter)
pH	2,71	6,27	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,102 % vægt	0,042 % vægt	0,130 % vægt
Chlorid	0,012 % vægt	0,013 % vægt	0,003 % vægt
Fluorid	0,170 % vægt	<0,01 % vægt	0,670 % vægt
CO <sub>2</sub>	-	-	41,98 % vægt
CaCO <sub>3</sub>	-	-	95,47 % vægt

Vaskevandet er ubehandlet vand i scrubberen, mens filtratet er vaskevand som er filtreret og bundfaldet er samlet op i filtret. Filtratet skal ledes til kloak, og det er derfor nødvendigt at det lever op til krav om udledning af spildevand jf. vejledning fra Miljøstyrelsen nummer 2, 2006.

Grænseværdier for spildevand er følgende:

pH	6,5 – 9,0	pH er lige i underkanten i forhold til grænseværdi
Chlorid:	0,100 % vægt	konc. i filtratet er under grænseværdi
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> :	0,050 % vægt	konc. er lige under grænseværdi



Der er ikke nogen grænseværdi for Fluorid, men koncentrationen er meget lav. Chlorider er meget skadelig for specielt betonrør. Ved basisk vaskevand i scrubberen vil der blive udledt væsentlige mængder Na, hvilket ikke er ønskeligt.

Vore konklusioner, for pilotanlægget, omkring restprodukter og afvanding er:

- $\text{CaCO}_3$  kan anvendes som reagent, men der skal bruges meget mere end støkiometrisk beregnet. Vore analyser viser at bundfaldet indeholder ca. 95% ureageret  $\text{CaCO}_3$ , hvilket indikerer en meget dårlig udnyttelse og et væsentligt overforbrug. Der er tydeligvis behov for god omrøring og tid for at opnå tilfredsstillende udnyttelse af  $\text{CaCO}_3$ .
- Det er nødvendigt at pH regulere vaskevandet inden det ledes til kloak.
- De udfældede stoffer, som primært er CaF og  $\text{CaSO}_4$  skal opsamles som restprodukt via filtrering.
- pH værdien for filtratet (spildevand) er lige i underkanten, men kan forbedres ved længere reaktionstid med  $\text{CaCO}_3$  samt god omrøring.
- Sulfatindholdet, i filtratet, overholder lige grænseværdi, og det kan blive nødvendigt at fortynde filtratet inden det ledes til kloak.
- Chloridindholdet, i filtratet, ser ud til at overholde grænseværdier for udledning til kloak.

Vore laboratorieanalyser indikerer at filtratet kan udledes til kloak, men det kan blive nødvendigt at fortynde spildevandet. Herudover er det nødvendigt at filtrere vaskevandet for at opsamle restprodukter, primært i form af CaF og  $\text{CaSO}_4$ . Disse restprodukter skal håndteres, og skal køres til deponi.

## 4.5 Udnyttelse af overskudsvarme fra røggas

Varme fra røggasser bliver overført til vaskevandet i scrubberen. Vaskevandet vil opnå en temperatur på ca. 60° C, hvilket medfører at de varme røggasser køles fra ca. 120° C til ca. 65° C. Denne varme skal afsættes fra scrubbersystemet via en varmeveksler.

Den genvundne varme energi kan beregnes ved et røggasflow på ca. 4,35 kg/s som køles fra 140° C til 65° C:

$$P = 4,35 \text{ kg/s} \cdot (120 - 65) \text{ K} \cdot 1,0 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} = 240 \text{ kW}$$

Det er muligt at genvinde denne effekt med varmt vand, som har en fremløbstemperatur på ca. 60° C.

På et teglværk er der begrænsede muligheder for anvendelse af lavtemperatur varme. Den genvundne varme vil kunne anvendes i varmholdespor (hvor tørrede sten er opmagasinerede for ikke at re-absorbere fugt) eller som forvarmning af luft der tilføres ovnen.

### Opvarmning af luft til ovn:

Luft som tilføres ovnen, kan i praksis opvarmes til omkring 45° C, med en fremløbstemperatur på 60° C. Ved en årsgennemsnitlig temperatur af luft omkring ovnen på ca. 20° C, vil der kunne overføres en effekt på:

$$P_{\text{luft}} = 4,35 \text{ kg/s} \cdot (45 - 20) \text{ K} \cdot 1,0 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} = 110 \text{ kW}$$

#### Opvarmning af varmholdespor:

Varmholdespor kan opvarmes via overskudsvarme, i stedet for at anvende varm køleluft fra ovnen. Den varme køleluft fra ovnen kan i stedet anvendes i tørreriet.

P et teglværk anvendes typisk omkring 100 kW til varmholdespor for, at holde temperaturen høj i denne zone.

$$P_{\text{varmespor}} = 100 \text{ kW}$$

Det samlede potentiale for udnyttelse af den genvundne varme er således omkring 210 kW, hvilket svarer til i størrelsesordenen 80% af varmen som genvindes fra røggasserne.

Ved en samlet driftstid på 6.000 h/år kan der potentielt genvindes 1.250 MWh/år, svarende til ca. 115.000 m<sup>3</sup> naturgas. Den økonomiske besparelse vil udgøre omkring 175.000 DKK ex moms årligt, ved en nuværende gaspris på 1,5 DKK/m<sup>3</sup> ex moms.

## 4.6 Hovedresultater fra test af pilotanlæg

På baggrund af testresultater fra pilotanlægget, som har kørt i begrænsede perioder, har vi konkluderet følgende hovedresultater:

- Et scrubberanlæg vil medføre affaldsstoffer som skal køres på deponi samt spildevand til kloak.
- Et evt. fuldskala anlæg vil ikke medføre driftsbesparelser, da udgifter til bl.a. kemikalier, vand, mandtimer, filtrering, spildevandsafgifter, deponi og transport lang overstiger værdien af energibesparelser.
- Scrubberens pH niveau, og effektivitet til fjernelse af HF, kan reguleres ved hjælp af tilsætning af natronlud Na(OH).
- Udfældning af fluorid og sulfat kan udføres ved hjælp af tilsætning af CaCO<sub>3</sub> i en separat tank udenfor selve scrubberen. Vore tests indikerer dog at der skal anvendes karbonat i meget større mængder end støkiometrisk beregnet, hvilket medfører ureageret kalk i restproduktet.
- Restproduktet, som primært består af CaF og CaSO<sub>4</sub> kan sandsynligvis ikke genanvendes til teglproduktion. Resultater fra teglværksindustrien i Tyskland viser, at CaF vil udlede F, ved temperaturer over 800° C. Da teglværksovne vil have en højere temperatur må det forventes at en del af det bundne fluorid vil genfordampe i ovnen, såfremt restproduktet bliver tilsat ler og brændt. Restproduktet skal håndteres og køres til deponi.

## 5 Tidslinje

Følgende er gennemført i projektet:

Teoretisk analyse	Gennemført
Opførelse af small-scale pilot anlæg	Gennemført
Test af HF og HCL reduktion	Gennemført
Test af øvrige stoffers reduktion	Gennemført
Restprodukt	Gennemført
Afvandingsmuligheder	Gennemført

Wienerberger har overvejelser omkring den fremtidige rensning af røggasser, og fuld-skala projektet er udskudt på ubestemt tid – indtil virksomheden træffer endelig beslutning omkring dette.

Projektering og installation af fuldskalaanlæg er derfor ikke gennemført.

**Bilag 1 Molmasser**

Molmasser for relevante stoffer er vist i efterfølgende tabel:

Stof	Molmasse
H	1,08
C	12,01
O	16,00
F	19,00
Na	22,99
S	32,06
Cl	35,45
Ca	40,08
HF	20,08
SO <sub>4</sub>	96,06
CaCO <sub>3</sub>	100,09
CaF <sub>2</sub>	78,08
CaSO <sub>4</sub>	136,14

**Bilag 2 Prøvningsrapport, Teknologisk Institut**

**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Kalk og Teglværksforeningen af 1893  
Vestergade 11  
1456 København K

Ordre nr. 0405/680322  
Side 1 af 1  
Bilag 2  
Initialer mstm/jmi

Teknologiparken  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C  
72 20 20 00  
info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

## Prøvningsrapport

- Proveemne: Væske og bundfald fra røggasrensning.
- Udtagning: Proverne mærket ”som modtaget” er indleveret af rekvirenten på Teknologisk Institut 2016-01-18. Proverne mærket ”bundfald” og ”filtrat” er fremstillet i laboratoriet 2016-01-18 ved bundfældning med  $\text{CaCO}_3$  og efterfølgende filtrering under vejledning og overværelse af rekvirenten.
- Metode: pH: ISO 4316 – pH måling  
Sulfat: EN 196-2:2013 – Bestemmelse af sulfat,  $\text{SO}_3$ .  
Chlorid: MUC 7.44 – Chloridindhold. Potentiometrisk bestemmelse med sølvnitrat. Se bilag 1.  
Fluorid: MUC 7.47 – Fluoridindhold i røggas. Se bilag 2.  
 $\text{CO}_2$ : EN 196-2:2013 – Bestemmelse af kuldioxid,
- Periode: Prøvningen blev gennemført 2016-01-18 til 2016-03-07.
- Resultater: Resultaterne fremgår af side 2.
- Opbevaring: Evt. overskydende provemateriale vil blive destrueret 2 måneder efter rapportdato.
- Vilkår: Prøvningen er udført på vedhæftede vilkår i henhold til de for laboratoriet af DANAK (Dansk Akkreditering) fastsatte retningslinjer herfor. Prøvningen gælder kun for det prøvede materiale. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet har godkendt uddraget.

2016-03-11, Teknologisk Institut, Murværk, Aarhus

Mette Moesgaard  
Kemiingenior

Direkte tlf.: +45 7220 1708  
E-mail: mstm@teknologisk.dk

Joan Mikkelsen  
Laborant

Direkte tlf.: +45 7220 3833  
E-mail: jmi@teknologisk.dk

## Resultater

### Prøve 1

Analyse	Filtrat			Bundfald		
	1. bestem.	2. bestem.	Gn.snit	1. bestem.	2. bestem.	Gn.snit
pH	7,01	7,01	7,01	-	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (vægt%)	0,012	0,012	0,012	0,210	0,205	0,207
Chlorid (vægt%)	0,008	0,008	0,008	0,002	0,002	0,002
Fluorid (vægt%) <sup>a</sup>	0,01	<0,01	<0,01	0,99	0,62	0,81
CO <sub>2</sub> (vægt%)	-	-	-	39,63	40,91	40,27
CaCO <sub>3</sub> (vægt%) <sup>b</sup>	-	-	-	90,13	93,03	91,58

<sup>a</sup>) Ikke akkrediteret, <sup>b</sup>) Beregnet

### Prøve 4

Analyse	Filtrat			Bundfald		
	1. bestem.	2. bestem.	Gn.snit	1. bestem.	2. bestem.	Gn.snit
pH	9,24	9,25	9,25	-	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (vægt%)	0,052	0,053	0,052	0,067	0,108	0,088
Chlorid (vægt%)	0,005	0,005	0,005	<0,001	<0,001	<0,001
Fluorid (vægt%) <sup>a</sup>	0,04	0,04	0,04	0,53	0,40	0,46
CO <sub>2</sub> (vægt%)	-	-	-	40,45	40,46	40,45
CaCO <sub>3</sub> (vægt%) <sup>b</sup>	-	-	-	92,00	92,00	92,00

<sup>a</sup>) Ikke akkrediteret, <sup>b</sup>) Beregnet

### Prøve 5

Analyse	Som modtaget		
	1. bestemmelse	2. bestemmelse	Gennemsnit
pH	2,71	2,71	2,71
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (vægt%)	0,102	0,102	0,102
Chlorid (vægt%)	0,013	0,012	0,012
Fluorid (vægt%) <sup>a</sup>	0,18	0,17	0,17

<sup>a</sup>) Ikke akkrediteret

### Prøve 5

Analyse	Filtrat			Bundfald		
	1. bestem.	2. bestem.	Gn.snit	1. bestem.	2. bestem.	Gn.snit
pH	6,26	6,27	6,27	-	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (vægt%)	0,040	0,043	0,042	0,155	0,105	0,130
Chlorid (vægt%)	0,013	0,013	0,013	0,003	0,003	0,003
Fluorid (vægt%) <sup>a</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	0,56	0,79	0,67
CO <sub>2</sub> (vægt%)	-	-	-	41,98	41,98	41,98
CaCO <sub>3</sub> (vægt%) <sup>b</sup>	-	-	-	95,47	95,47	95,47

<sup>a</sup>) Ikke akkrediteret, <sup>b</sup>) Beregnet

**Bilag 3 Uddrag fra vejledning fra Miljøstyrelsen nummer 2, 2006**

Tabel 2.8.1

Sammenfatning af grænseværdier for afledning af industrispildevand med henvisninger til uddybende omtale.

Bemærk, at ABC-vurderinger og grænseværdier for specifikke organiske stoffer findes i bilag 1, og krav til prøvetagning er mere nuanceret beskrevet i afsnit 5.2.

Kontrolparameter	Grænseværdi	Anvendelig analysemetode <sup>1)</sup>	Prøvetagning/ Måleperiode	Bemærkninger og henvisninger til nærmere omtale
Temperatur maksimum	50°C		Måles med termometer og kontinuert registrering	Ved spildevand indeholdende flygtige stoffer kan det være nødvendigt med en lavere maksimal temperatur, jf. 2.6.3.
Vandmængde maksimum			Pr. sekund/ time/døgn/år	Omtalt i afsnit 2.6.1.
pH minimum	6,5	DS 287	Måles med elektrode og/eller kontinuert registrering <sup>2)</sup>	Bør registreres over længere perioder - f.eks. 14 dage. Omtalt i afsnit 2.6.3.
pH maksimum	9,0			
Bundfældeligt stof	50 ml/l	DS 233	Stikprøver	Omtalt i afsnit 2.6.3.
Suspenderet stof	500 mg/l	DS 207	Flowproportional døgprøve eller stikprøver	Omtalt i afsnit 2.6.3. DS 207 er et krav efter bkg. nr. 637 af 30.06.1997, men ved kommende revision af denne bkg. forventes metoden erstattet af DS/EN 872.
Chlorid	1000 mg/l	DS 239/ DS 249 DS/EN 10304	Flowproportional døgprøve	Omtalt i afsnit 2.6.3.
Sulfat	500 mg/l	DS/EN 10304	Flowproportional døgprøve	Omtalt i afsnit 2.6.3.
Cyanider total	1 mg/l	SM 1975; 413 B&D <sup>3)</sup>	Stikprøver, der konserveres	Bør suppleres med en vurdering af, om cyanid kan forventes at forekomme som frit cyanid, jf. 2.6.4.
Arsen	13 µg/l	4)	Flowproportional døgprøve i syre-vaskede prøveflasker <sup>5)</sup> .  Oplukning i henhold til metodedatablade <sup>6)</sup>	Omtalt i afsnit 2.5  Ved metallerne er analyseresultatet ikke metodeafhængigt. Derfor kan krav til analysekvalitet hensigtsmæssigt stilles som krav til detektionsgrænse. Anvendelige analysemetoder er bl.a. DS 2211 for arsen, bly, cadmium, chrom, kobolt og nikkel og DS 263 for kobber og zink.  7)
Bly	100 µg/l*			
Cadmium	3 µg/l*			
Chrom	300 µg/l			
Kobber	100 µg/l**			
Kobolt	10 µg/l			
Kviksølv	3 µg/l*			
Molybdæn	30 µg/l			
Nikkel	250 µg/l*			
Selen	8 µg/l			
Sølv	250 µg/l			
Tin	60 µg/l			
Zink	3 mg/l			

**Bilag 4 Foto af pilotanlæg**

