

Fosforrensning af uafvandet slam.

Erling Fundal, mag. scient

Indledning

Jeg læste med interesse artiklen i Spildevandsteknisk tidsskrift. Nr. 4/2009 med titlen "Slam som et råstof?" Skrevet af Mette Dam Jensen og Nicholas Gurieff, begge fra Krüger A/S, men var efter endt læsning noget forvirret med baggrund i den viden, jeg har om afvandet slam.

Der er 3 udokumenterede postulater i artiklen:

1. Slam er et energiholdigt affaldsprodukt.
2. Slam er en værdifuld produktionsressource.
3. Teknologi til udvinding af fosfor eksisterer allerede (men skal intensiveres!)

I slutningen af denne artikel vil jeg omtale en metode til udvinding af fosfor fra uafvandet slam. Men først mine bemærkninger til de 3 postulater.

Afvandet slam er et energiholdigt produkt?

Mine undersøgelser af afvandet slam fra mere end 30 anlæg i Danmark i forbindelse med udviklingen af Carbogrit processen gav som resultat følgende gennemsnitlige egenskaber:

| | |
|--|-----------|
| Vandindhold | 80 % |
| Uorganisk (fosfat, ler, kvarts m.m.) | 10 % |
| Organisk | 10 % |
| Aske på tørstofbasis | 50 % |
| Fosfat (P ₂ O ₅) i aske | 20 % |
| Energi indhold (øvre brændværdi) | 3,5 MJ/kg |
| Energi indhold tørt (effektiv værdi) | 13 MJ/kg |
| Pyrolyserbart indhold på tørstof basis | 38 % |
| "Trækul" indhold på tørstofbasis | 12 % |

Teoretisk set er der tilstrækkeligt med energi i det afvandede slam til at tørre det, hvis man ser bort fra processuelt varmetab, men så er der heller ikke mere til energiudvinding.

Energiindholdet i tørret slam svarer til meget dårlige brunkul og vil ikke kunne vedligeholde en flamme ved indblæsning på samme måde som fx kul i kulkraftværker.

Ved optimeret pyrolyse af det afvandede slam vil der for hvert ton fremkomme et tørt restprodukt på i alt 125 kg bestående af 100 kg aske og 25 kg "trækul".

Det er således temmelig indlysende, at der kun er tale om andet end et lavværdigt energiprodukt.

Slam er en værdifuld produktionsressource?

Forfatterne må antages at tænke på fosfor i slammet som en ressource, som de også nævner i artiklen.

Efter den ideelle pyrolyse af 1 ton slam, hvorved der er produceret biogas, er der et restprodukt på som nævnt 125 kg. Heraf 100 kg aske sammensat af 20 kg fosfat af jern og /eller aluminium og 80 kg ler, kvarts m.m. og 25 kg "trækul".

Disse meget tungtopløselige forbindelser findes ikke i naturlige fosfatforekomster og har derfor ikke hidtil været interessant for udvikling af en udvindingsteknologi, og her vil produktet tillige forekomme blandet med "trækul".

Det er derfor svært at umiddelbart få øje på at slam er en værdifuld produktressource men snarere et nyt affald til deponi.

Teknologi til udvinding af fosfor eksisterer allerede (men skal intensiveres!)

Det bringer os frem til det tredje postulat om, at der allerede findes metoder til udvinding af fosfat fra slamasken, men at metoderne blot skal intensiveres. Mig bekendt har Kemira forsøgt med en meget kostbar proces, hvor produktet opløses med stærk syre og derefter fældes som fosfat, og jeg tror, det er den, der henvises til, når forfatterne siger, at den endnu ikke har været rentabel i anvendelse.

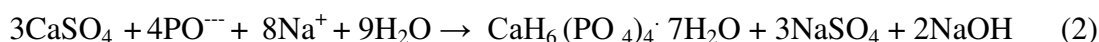
Jeg synes derfor med henvisning til ovenstående at artiklen er forvirrende og ikke lykkes med at påvise, at slam kan være en brugbar produktressource.

Rensning af opløst fosfat ved metasomatose - ny metode.

I forbindelse med dimensionering af rodzoneanlæg har jeg haft anledning til at arbejde med at udvikle en metode til fjernelse af fosfat ved metasomatose. Det er et lånebegreb fra geologien, som blot betyder at 2 ioner bytter plads ved en 0-ordens reaktion. Reaktionens mekanismen udnyttes industrielt ved fx svovlrensning af røggasser med kalk eller $\text{Ca}(\text{OH})_2$, benævnt hhv. tør og våd svovlrensning. I det første tilfælde fortrænges CO_2 og i det andet tilfælde H_2O , og i begge tilfælde fås gips.

Jeg har efter indgående undersøgelse fundet frem til 2 egnede kandidater til metasomatisk optagelse af fosfat i opløsning, nemlig mineralerne anhydrit (CaSO_4) og brucit ($\text{Mg}(\text{OH})_2$).

De 2 mulige reaktionsforløb med Na-fosfat i opløsning er:



I begge tilfælde bliver rejktvandet svagt basisk og ved (2) fås tillige opløst Na-sulfat.

Der er lavet omfattende laboratorieforsøg med såvel formalet anhydrit som $\text{Mg}(\text{OH})_2$. For sidstnævnte er der også prøvet med pelletiseret materiale. I nedenstående tabel ses som et eksempel et resultatet af et accelereret forsøg med tilsætning af en opløsning med 12,5 g fosfat per liter (mættet opløsning) til 176 g $\text{Mg}(\text{OH})_2$ i en sandblanding.

| Tilsat mg P | Rejekt mg P | % P fjernet | pH i rejkt vand | Reaktions-tid i timer |
|-------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 3250 | 12,7 | 99,6 | pH= 10,9 | 12 |
| 1000 | 169 | 83,1 | PH = 11,4 | 2 |
| 1000 | 364 | 63,6 | | 2 |
| 2500 | 1589 | 36,4 | pH= 11,4 | 2 |
| 2750 | 1648 | 40,0 | pH= 11,2 | 2 |
| 10500 | Σ 3782,7 | | | |

Det ses at rensningsgraden aftager med antallet af gennemstrømninger med fosfatopløsningen, og at omvendt indholdet af opløst fosfat stiger i rejktvandet.

Det kan ved en saldoberegning, hvor der tages hensyn til den kendte specifikke overflade af reaktanten, vises, at reaktionsdybden i $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ikke overstiger 2 μm .

Den specifikke optagelse er bestemt til $34 \cdot 10^{-3} \text{ mg/cm}^2$ for $\text{Mg}(\text{OH})_2$ og $17,4 \cdot 10^{-3} \text{ mg/cm}^2$ for CaSO_4 . Til sammenligning er den specifikke optagelse for CaCO_3 bestemt til $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ mg/cm}^2$.

Konklusionen tydeligvis, at jo større specifik overflade desto større udnyttelse af $\text{Mg}(\text{OH})_2$ produktet.

Industriel anvendelse af metasomatose:

Metoden har store muligheder til brug for fosforoptagelse af rejeftvand på et kommunalt rensningsanlæg. Det friske slam afvandes på sædvanlig vis, og rejeftvandet renses for fosfat ved metasomatose. Produktet kan formentlig anvendes som langsomt virkende fosfatgødning på humusrige jorder eller returneres til fosfatudvinding på fosfatfabrikker. Men ligesom fuldskala forsøg med metasomatose mangler også de sidstnævnte muligheder at blive nærmere undersøgt.

Metoden kan også anvendes ved fx fosforrensning af en recipient, ved at $\text{Mg}(\text{OH})_2$ spredes ud på samme måde som ved kalktilsætning i forsurede søer. Samtidigt med fosfatbindingen sker der en neutralisering af søvandet, ved at der frigives OH^- .

Der foreligger en upubliceret udførlig redegørelse for laboratorieforsøgene:

Fundal Consult: Fjernelse af fosfor fra spildevand ved metasomatose. Intern rapport Oktober 2000 revideret 2008.