

RE: SOURCE

Slutrapport för projekt

Resurseffektiv metod för omhändertagande av kemslam

Projektperiod: 2018-08-01 till 2019-02-01

Projektnummer: 46099

Med stöd från:



FORMAS



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

Titel på projektet – svenska Resurseffektiv metod för omhändertagande av kemslam
Titel på projektet – engelska Resource efficient method for reuse of chemical sludge
Universitet/högskola/företag Flocell
Adress Griffelvägen 9
Namn på projektledare Hans Ulmert
Namn på ev övriga projektdeltagare
Nyckelord: 5-7 st Kemisk fällning, Koagulantåtervinning, Återvinning, Kemslam, Avfall

Med stöd från:



FORMAS



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

Förord

Projektet har finansierats av Energimyndigheten och Flocell. De som har bidragit till ett lyckat projekt är: Sydvatten, Norrvatten, Holmen Iggesunds bruk, Hörby Maskinmontage AB, Ateco AB.

Innehållsförteckning

Nedan ligger en kod för innehållsförteckning. Förutsatt att du använder formatmallarna för rubriker så kommer rubrikerna automatiskt med i innehålls
Projektet har finansierats av Energimyndigheten och Flocell. De som har bidragit till ett lyckat projekt är: Sydvatten, Norrvatten, Holmen Iggesunds bruk, Hörby Maskinmontage AB, Ateco AB.

förteckningen när du klickar på förteckningen och trycker på F9.

Sammanfattning	3
Summary	3
Inledning och bakgrund	5
Genomförande	6
Resultat och diskussion.....	7
Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg	8
Publikationslista.....	8
Projektkommunikation.....	8
Referenser	8
Bilagor	Fel! Bokmärket är inte definierat.

Sammanfattning

I detta projekt har en ny process testats i batchskala vilken bygger på torkning och sur hydrolys av avvattnat slam. Restprodukten efter koagulantutvinning består i huvudsak av inert material och elementärt kol. Vid förbränning av denna återstår ca 3 % av den avvattnade mängden slam. Resultatet av de försök som gjorts visar att 95-100 % av koagulanterna i slamm (Al/Fe) återvinns. Vid återanvändning i avloppsreningsverk är bidraget av löst - TOC och tungmetaller från den återvunna produkten försumbart. Detta är väsentligt bättre än vad andra återvinningsmetoder synes prestera. Världsproduktionen av Fe- och Al-salter som används för kemisk fällning av rå- och avloppsvatten är ca 15.000.000 ton/år, varav ca 10.000.000 ton utgörs av Al-salter då främst i form av aluminiumsulfat. Framställningen av aluminiumsulfat och energibehovet för detta inklusive behovet för återvinning framgår av bilaga. Med den pågående urbaniseringen beräknar FN att 2,5 miljarder människor kommer att flytta från landsbygd till stad fram till år 2050. Av detta följer att problemet med avsaknaden av ett resurseffektivt omhändertagande av slam kommer att väsentligen accentueras. Projektet har stora möjligheter att bli lösningen på problemet. Vidare studier planeras för att med gjorda försök som underlag göra en lönsamhetsstudie där focus med sannolikhet kommer att läggas på användningen av spillvärme för torkningsprocessen. Studien kommer att göras i samarbete mellan energiproducenter, vattenverk och industriella avloppsreningsverk

Summary

In large, this project has investigated a new process based on the drying and acid hydrolysis of dewatered sludge in a batch scale. The residual product after coagulant recovery mainly consists of inert material and elemental carbon. Subsequent combustion of the recovered coagulant, results in about 3 % of the dewatered sludge. Experimental results also show that 95-100 % of the coagulants in the sludge (Al/Fe) is recycled. Therefore, this project shows significant improvement in regards of the re-usage and recycling of coagulants in sewage treatment plants as TOC and heavy metals from the reclaimed product is negligible. Arguing the advantage of this process compared to other recycling methods.

The global production of Fe and Al-salts used for chemical precipitation of raw and wastewater is estimated to 15,000,000 tons/year, of which about to 10,000,000 tons consist of Al-salts, mainly in the form of aluminum sulfate. The production, required energy and need for recycling of aluminum sulfate is further addressed in the appendix.

Considering the ongoing urbanization, as the UN estimates that 5 billion people will transit from rural to urban residency by 2050, this highlights the need for a resource-efficient disposal of sludge. Given that this project has great potential to solve this urgency, further studies are therefore planned with the basis from preliminary data, to make a profitability study with focus on the use of waste heat for the drying

process. The study will therefore be carried out in collaboration between energy producers, waterworks and industrial sewage treatment plants.

Inledning och bakgrund

Kemfällning för framställning av dricksvatten och processvatten samt för bl.a. reduktion av fosfor och suspenderade ämnen i avloppsreningsverk är den dominerande reningstekniken världen över och kommer så att förbli under överskådlig tid. Processens nackdel är att koagulanten bidrar till slambildning och därmed till problemet med kvittblivning av slammet. Vid råvattenrening är en vanlig lösning på detta problem att slammet leds i retur till råvattenkällan. Slammet avsätts dels på botten, dels förs det nedströms råvattenkällan. Förfarandet innebär att koncentrationen av slampartiklar ökar något nedströms, vilket är en nackdel både för nedströms liggande vattenverk, droppbevattningsanläggningar och för det akvatiska livet. Det sistnämnda innebär ett allvarligt hot mot fattiga människor på landsbygden som är beroende av rent ytvatten för egen konsumtion och för deras fiske. Ett fortsatt återförande av slam är därför ohållbart. Ett alternativ till återledning av slammet till råvattenkällan är avvattning av slammet. Med den mest använda avvattningstekniken når man en torrsubstanshalt på 15-20 %. Efter avvattning bör slammet transporteras till en kontrollerad deponi, men på grund av kortsiktiga ekonomiska motiv dumpas det på ett miljömässigt otillfredställande sätt. Slammet är inte toxiskt men inert och utan energivärde. Det sistnämnda innebär att det inte kan rötas eller förbrännas utan extern tillsättning av energi. Ledning av slammet till ett närliggande avloppsreningsverk, vilket förekommer, betyder i allt väsentligt att ett inert material transporteras till reningsverket. Detta medför en ökad slamproduktion i verket, något som bl a leder till en ökad hydraulisk belastning och minskad effektivitet i verkets rötkammare. Vid kemisk fällning i avloppsreningsverk är kemsammets innehåll av koagulant inte alltid lika dominerande som i vattenverk, men ett stort antal undantag finns, som exempelvis rening av industriavloppsvatten inom pappers- och massatillverkning. Ett resurseffektivt omhändertagande av kemsam bör därför i första hand inriktas på slam som har en hög koagulanthalt. Detta projekt har visat på stora möjligheter att kunna bli lösningen på detta problem. I ett tidigare Vinnovaprojekt studerades vilka tekniker som används idag för ett resurseffektivt omhändertagande av vattenverksslam. Resultatet (en rapport kan tillställas er) visar att det inte idag inte finns någon återvinningsmetod som rönt en internationell/kommersiell framgång på marknaden. De försök och resultatet av dessa (bilaga 2;ej spridning) visar att både järn och aluminium kan återvinnas och att återvinningsgraden är 95-100 %. Vid lakning av restsammet efter hydrolys och kolning är återvinningsgraden >95 men är då givetvis beroende på effektiviteten i lakningsprocessen. Efter lakning återstår en lakrest bestående av elementärt kol och inert material. Förbränns denna rest blir glödresten ca 3 % av den ursprungliga mängden avvattnat slam. Genom att lakresten innehåller kol krävs ingen tillförd energi vid förbränningen. Lakvattnet kan användas, som fällningsförsöken visar, som ersättning för virgin koagulant. Lakvattnets tillskott av TOC och tungmetaller har enligt försöken en försumbar negativ inverkan på klarvattenfasen efter kemfällning och slamavskiljning. Används det syrabehandlade slammet direkt som koagulant, dvs utan lakning, blir återvinningsgraden av järn och aluminium 100 %. Sammets innehåll av inert material kommer att avskiljas tillsammans med övrigt slam skapat av kemfällningen utgör därmed ett litet men dock tillskott till

slamproduktionen. Kostnaden för försöken har uppgått till 490.000 SEK varav Energimyndigheten har bidragit med 70 % och Floccell med resterande 30 %. Projektet har pågått från augusti 2018 tom januari 2019.

Genomförande

Projektet avsåg initialt att endast omfatta vattenverksslam men utökades med kemslam från biologiskt renat vatten från Holmen Iggesunds Pappers och Massaindustri. Detta då slammet har ett lika stor halt av Al som från vattenverk och att bruket söker ett alternativt sätt att kvittbli slammet (deponeras idag inom industriområdet).

Målet att konstruera en reaktor har genomförts. En cylindrisk (isolerad) reaktor konstruerades i syrafast stål och försågs med en frekvensstyrd långsamtgående omrörare och en temperaturmätare. I reaktorn satsades batchvis 2-3 kg torkat slam varefter syra tillsattes under ca 2 minuter. Slutligen skedde inblandning av den tillsatta syran under ca 1 h. Reaktionen skedde vid en maxtemperatur om ca 150 C. Omrörarens utformning fick under försöksperioden ändras ett flertal gånger för att nå en jämn och effektiv inblandning av syran. Detta försenade projektet och är huvudorsaken till det uppskov med slutrapporten som begärdes.

Försök har gjorts med tre olika kemslam.

1. Kemslam från fällning av råvatten med järnklorid vid Sydsvatten Stehags vattenreningsverk.
2. Kemslam från fällning av biologiskt renat avloppsvatten med aluminiumsulfat (AVR) vid Holmen Iggesunds P&P
3. Kemslam från fällning av råvatten med aluminiumsulfat vid Norrvattens vattenreningsverk.

Först torkades slammen i torkskåp vid en temperatur av 60 C till en torrhalt av 60-70 %. Därefter i ugn vid 110 C till en torrhalt av 100 %. Slutligen maldes det helt torra slammet.

Efter analys av Fe/Al- och tungmetallhalt samt glödrest och kol satsades det malda slammet i reaktorn i batcher om 1-3 kg. Koncentrerad svavelsyra tillsattes därefter i 3 steg. Det första steget i stökiometrisk mängd mot Al/Fe halten (för upplösning av metallhydroxiden), i andra som tillskott för bildande av elementärt kol och slutligen i överskott (lika mängd som i steg 2).

Efter hydrolys och kolning uttogs prov för analys av Al/Fe halt och S. Denna "slutprodukt" bildade centimeterstora torra klumpar vilka dock kunde slammas upp i vatten under omröring.

Därefter lakades slammet med vatten och filtrerades. Filtratet analyserades avseende Al/Fe, tungmetaller och TOC för att sedan användas vid fällningsförsöken.

Filterresten torkades och analyserades avseende Al/Fe, glödrest och kolinnehåll. Förbränningsstest på restprodukten har dock ej genomförts.

Fällningsförsök utfördes med lakvattnet dels på avloppsvattnet efter biosteget vid Iggesunds reningsverk dels på avloppsvattnet efter biosteget vid Lunds kommunala reningsverk. I båda fallen användes samma koagulanttillsats (Al resp Fe g/m³) som användes vid verken.

Samtliga försök har utförts av Hans Ulmert, konstruktion av reaktor har skett vid Hörby Maskinmontage AB, el- och styrning av Ateco AB. Laboratoriepersonalen vid Iggesund bruk har varit behjälpliga vid de fällningsförsök som utfördes på plats i Iggesund. Norrvatten, Holmen Iggesund och Sydsvatten har ombesörjt att slam från respektive verk varit tillgängliga för försöken.

Resultat och diskussion

Resultat

Resultatet av projektet/försöken har visat att metoden med sur hydrolys och omvandling till elementärt kol uppfyller alla ställda förväntningar vilket direkt leder till följdprojekt är väl motiverade och underbyggda. Återvinningsgraden för koagulanter i slamm som testats är i intervallet 95-100 %. Restslamm mängden är efter förbränning mycket liten dvs ca 3% av den avvattnade mängden. Försumbara mängder TOC och tungmetaller förorenar den återvunna koagulanter. En fullständig redovisning av försöksresultaten görs i bilaga 2 men skall ej spridas.

Diskussion

Råvaran, bauxit, som används vid framställning av den mest använda koagulanter aluminiumsulfat och även vid framställning av polyaluminiumklorid bryts inte i Europa eller USA. Detta betyder att energikostnaden för långa transporter skall adderas till de energikostnader som direkt är förknippade med framställning av mellanprodukten aluminiumhydroxid. Detta framgår av flödesschemat i bilaga 1. Aluminiumhydroxiden transporteras till lokala mindre eller större producenter av koagulanter över hela världen och därifrån slutligen till reningsverken. Koagulanter är en bulkkemikalie där transportkostnaden/energiåtgången från gruvan till förbrukaren är svår att beräkna. Energiåtgången för återvinning av koagulant är hög. Detta beroende på att processen med sur hydrolys kräver ett torrt slam. Vid en mekanisk avvattning av tunnslam (0,5 – 3 % TS) når man högst 25 % TS och för vattenverkslam sällan högre än 20 %. Detta betyder i sin tur att man, för att nå upp till 100 % TS termiskt måste driva av vatten vilket kräver ca 1 kWh/kg vatten. En nyckel till detta ”problem” är att utnyttja spillvärme från exempelvis värmekraftverk eller industrier. Detta är möjligt eftersom flera torkprocesser utnyttjar luft med en temperatur av endast 80 C. Då verken som producerar slam mycket sällan har tillgång till intern spillvärme är det fullt tänkbart att man bygger en central anläggning med tillgång till värme och att denna anläggning återvinner koagulant ur slam från kringliggande verk. För att närmare undersöka detta har en diskussion påbörjats med Bolidens smältverk i Rönnskär som både producerar svavelsyra och har ett värmeöverskott. Vidare är det ur ett lössamhetsperspektiv viktigt att fastlägga

vilka kostnader som är förknippade med deponering av avvattnat slam och vad som kan anses vara acceptabelt ur miljösynpunkt inom en snar framtid. I flera europeiska länder och i delstater i USA är priset för deponering ca 350 SEK/ton. Till detta skall givetvis läggas kostnader/energi för slamtransporter. Denna alternativa kostnad spelar givetvis en roll vid en lönsamhetsberäkning.

Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg

Enligt vad som framgår under rubriken ”diskussion” har projektet uppfyllt de kriterier som ställdes i ansökan. Projektet har visat att tekniken med sur hydrolys fungerar tekniskt/kemiskt. Det viktiga nästa steg som nu enligt plan skall tas är att visa att tekniken uppfyller de rimliga ekonomiska krav som kan ställas på en återvinningsprocess. För att närmare undersöka detta har en grupp med företag gått samman i en Vinnovaansökan. Gruppens kärna består av Sweco, Sydsvatten, Boliden Mineral, HMM samt Purac.

Publikationslista

Ingen

Projektkommunikation

Under projekttiden har resultat presenterats för de bolag som nu ingår i den Vinnovaansökan som inlämnats. Se rubriken ”Slutsatser...”. I övrigt har Iggesunds Bruk, Stockholm Vatten och Norrvatten informerats. Därmed har industri och kommunala renvattenproducenter som varande producenter även av slam varit informationsmottagare. Desutom har producenter av vattenreningsanläggningar som Purac och HMM samt svavelsyra och spillvärmeproducenten Boliden Mineral varit informerade.

Referenser

.

Ingen