

25 % reduksjon i utbyggingen av nitrogenrensetrinnet på VEAS etter utvikling av et optimal filtermedium i nitrifikasjonstrinnet

Av Asgeir Wien

Asgeir Wien har vært ansatt ved VEAS og er nå ansatt hos AQUATEAM a/s

1. INNLEDNING

VEAS har valgt den franske Bioforprosessen fra Degremont i både nitrifikasjons og denitrifikasjonstrinnet. I prinsipp fungerer Bioforen som en oppstrøms reaktor, hvor vann og luft, i nitrifikasjonsreaktoren, strømmer opp gjennom et høyfast stasjonert filtermedium av ekspandert leire. Den denitrifiserende reaktoren er anoksisk, uten lufttilførsel av luft, men med tilsetning av karbonkilde som energikilde.

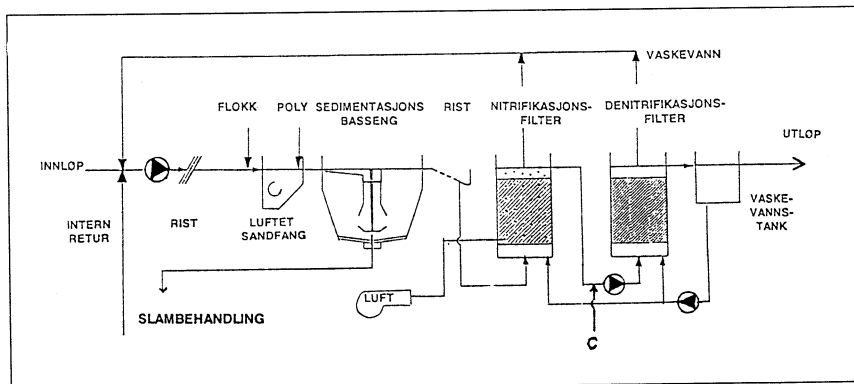
Filtermediet fungerer både som mekanisk og biologisk filter. Akkumulert slam fjernes ved en kraftig oppstrøms spyling av filtermediet. Spylevannet går

tilbake til innløpet av VEAS og renses kjemisk. Ettersepareringssteg blir derfor unødvendig.

Ved prosjektstart var antall leverandører av filtermediet og kvaliteten begrenset. Vi mente det derfor var potensiale for utvikling av et filtermedium som var optimalt for de forholdene som er ved VEAS.

Et optimalt filtermedium skal:

- * ha så høye nitrifikasjonshastigheter som mulig.
- * ha gode filtreringsegenskaper for å hindre at partikulært materiale slipper ut av anlegget og reduserer



Figur 1.1. VEAS - konseptet for nitrogenfjerning. I utgangspunktet skulle konseptet gjennomføres i alle de 8 parallelle hallene.

renseresultatet, fordi prosessen ikke har ettersepareringstrinn for slam.

- * gi så homogen stempelstrøm for vannet som mulig for å unngå dødsoner og kanalisering som kan redusere kapasiteten til filteret.
- * tilfredsstillende visse materialegenskaper, som fasthet, egenvekt, siktekurve og slitasje over tid.
- * være økonomisk forsvarlig å produsere i forhold til en kost/nytte-vurdering.

Fra de innledene nitrifikasjons- og denitrifikasjonsforsøkene ved VEAS har man funnet at nitrifikasjonsprosessen vil være den begrensende prosessenheten i nitrogenrensetrinnet. Det ble derfor først valgt å se på ulike filtermedier for nitrifikasjonsdelen.

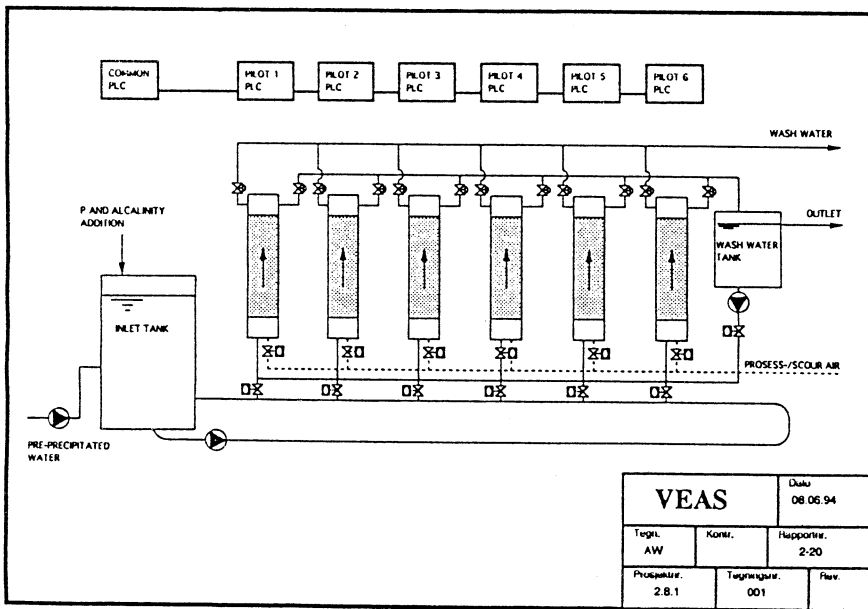
Det ble inngått en offentlig utviklings-

kontrakt med a/s Norsk Leca og med støtte fra Industrifondet for utvikling av filtermedier etter VEAS sitt ønske. Mediene har blitt testet ut i forsøksanlegget ved VEAS.

2. FORSØKSANLEGGET

Forsøksanlegget består av 6 like Biofor-enheter drevet i parallell. Hver enhet har et medievolum på 800 liter. Mediedybden er 4,1 meter. Anlegget er helautomatisert m.h.p. regulering av vann- og luftmengder og spyling av enhetene. Støttedosering av fosfor og alkalitet i form av bikarbonat har vært nødvendig fordi vannet inn på anlegget har vært forbehandlet med jernklorid.

Som kontroll på vann- og luftmengdene, og dermed sikre at innløpsbetingelsene til alle forsøksenheterne var



Figur 2.1. Forenklet og skjematisk tegning av forsøksanlegget.

like, ble det gjennomført et kvalitetssikringsprogram med rutinemessige manuelle vann- og luftmengdemålinger.

3. RESULTATER FRA FORSØK MED 13 ULIKE MEDIETYPER

Forsøkene har vært gjennomført fra januar 1993 til november 1994. Totalt har det vært gjennomført 3 forsøksperioder med uttesting av 13 ulike filtermedier.

3.1 Runde kuler

Det første og innledende forsøket ble gjennomført med 5 runde medier med varierende partikkeldiameter innenfor 2,5 og 4,0 mm / 1/. Disse mediene ble testet mot et 100% knust medium, senere kalt referansemedium, som vi hadde erfaringer med fra tidligere forsøk. I dette forsøket var det 3 levrandører, referansemediet som var engelsk, to tyske og tre norske fra a/s Norsk Leca.

Utgangspunktet for forsøkene var at man med et rundt og homogent medium teoretisk ville oppnå bedre stempelstrømning og dermed prosessmessig bedre renseresultat sammenlignet med inhomogent medium. Det knuste mediet ga derimot opptil 30 % bedre nitrifikasjonsresultater enn alle de runde mediene. På dette tidspunktet antok vi at mediets knusegrad påvirket resultatene, og gikk igang med nye forsøk.

3.2 Medier med ulik knusegrad

Definisjon på knusegrad: En partikkel som er delt i to eller flere deler betegnes som knust. Alle partiklene i et filter-

medium med knusegrad på 100 % har en eller flere snittflater. Medier med knusegrad lik 0 % har tilnærmet rundt partikler.

I forsøk nr. 2 ble det testet medier med ulik knusegrad /2/. Det ble testet 2 medier med store partikler (4-10 mm i diameter) for å bestemme en optimal mediestørrelse, et rundt medium som er prosesslevrandørens standardmedium, to knuste medier med knusegrad på 30 % og 60 %, og det samme referansemedium som i første forsøk. De øvrige mediene var fra a/s Norsk Leca. De 4 minste mediene hadde partikkeldiameter på mellom 2,5 - 8 mm.

Også i dette forsøket var referansemediet best, men mediet som var 60 % knust var nesten like bra. De store mediene var dårligst. Det runde standardmediet var noe bedre enn det store runde mediet, men betydelig dårligere enn referansemediet. Forsøket viste at nitrifikasjonen økte med mediens knusegrad og reduksjon i partikkelstørrelse.

3.3 100 % knuste medier

Siste forsøk gikk ut på å teste 2 stk. 100 % knuste medier fra LECA, med partikkeldiameter mellom 2,5 og 6 mm /3/. Også i dette tilfellet ble referansemediet benyttet. Det ble også sett på ulike tettheter på mediene. Egenvekten varierte fra 1,4 til 1,7. Et lett medium er mere porøst enn et tungt. Forsøket viste at det lette knuste mediet hadde de høyeste nitrifikasjonshastighetene

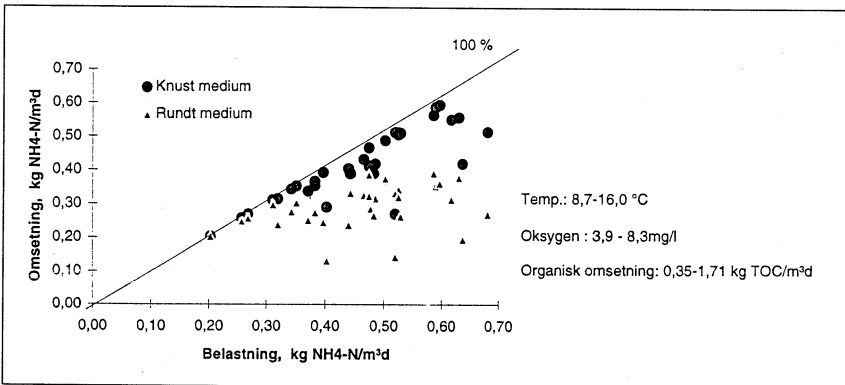
Figur 3.1. viser belastning og omsetning av ammonium for det runde standardmediet og det beste knuste

mediet fra LECA. I deler av forsøket var den organiske belastningen på forsøksanlegget svært høy, ca. 20 % høyere enn i det første forsøket. Høyeste omsetningshastighet var 0,59 kg NH₄-N/m³d.

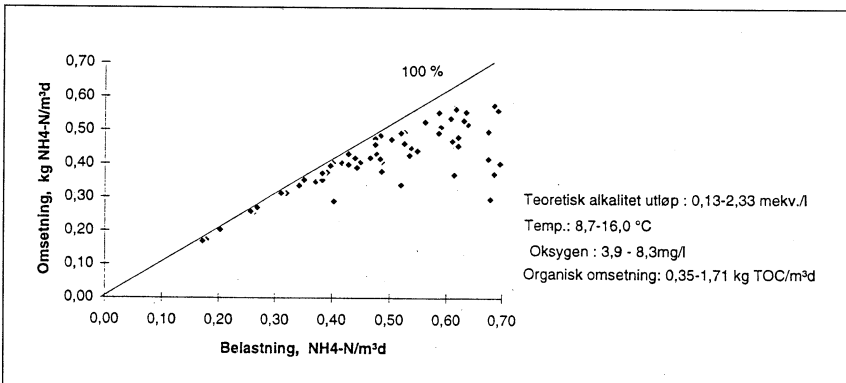
Figur 3.2. viser belastning og omsetning for referansemediet. Kapasiteten til mediet er 0,50-0,55 kg NH₄-N/m³d. Den organiske belastningen var til tider betydelig høyere enn for tidligere for-

søk. Med det samme mediet er det tidligere oppnådd omsetning på 0,60 kg NH₄-N/m³d med effekt på 85%/4/.

Tabell 3.1 viser relativ nitrifikasjon for alle 13 medier som er testet. Det er valgt å sammenligne resultatene fra forsøkene mot standardmediet, siden dette er valgt i de to første linjene på VEAS. Medie nr. 13 er valgt i de neste 4 hallene. Mediet er 100 % knust og med tetthet på ca. 1,4 gram/cm³.



Figur 3.1 Nitrifikasjon med rundt standard medium og nyutviklet 100 % knust medium. Forsøksperiode: 04.05.94 - 07.11.94



Figur 3.2 Nitrifikasjon med referansemediet, 100 % knust. Resultater fra: 15.03.94 - 07.11.94.

3.4 Diskusjon

En rekke faktorer antas å medvirke til høyere nitrifikasjonshastigheter for knust medium sammenlignet med rundt medium:

Porøst medium gir større spesifikt overflate - og vokseareal enn for rundt medium med "glatt" overflate. Dette er avgjørende for denne prosessen hvor biofilmen er tynn. Knust og skarpkantet medium gir økt intern turbulens og skjærkrefter. Dette gir økt oksygentransport, kanskje også som funksjon av deling av luftboblene. Intern turbulens øker diffusjons- og konveksjonstransporten av substratene inn i biofilmen.

Det er målt opptil 20 % større vannvolum pr. m³ filtermedium for knust enn for rundt medium. Økt vannvolum betyr lengre oppholdstid både for vann og luft. Diffusjonstransporten av substratene fra vann til biofilm- og oksygentransport fra gassfase til vannfasen kan øke.

4. BELASTNINGER I FULLSKALA

For å sikre at man oppnår 70 % nitrogenfjerning har VEAS satt som mål å oppnå 85 % nitrifikasjonseffekt og minst 85 % denitrifikasjonseffekt. Organisk nitrogen som slipper gjennom prosessen og partikulært nitrogen som fjernes med slammet utligner tilnæringsvis hverandre. Disse utgjør hver ca. 5 % av totalnitrogenet.

VEAS skulle i utgangspunktet bygge ut alle 8 hallene for nitrogenfjerning. Den gjennomsnittlige ammoniumsbelastningen på nitrifikasjonstrinnet, medberegnet rejektivannsstrømmene, ville vært 0,35 kg NH₄-N/m³d, for 1994. Maks belastning ville ha vært 0,54 kg NH₄-N/m³d. Fra forsøksenhetene har man oppnådd nitrifikasjonskapasiteter for knust medium på mellom 0,50 og 0,60 kg NH₄-N/m³d avhengig av den organiske belastningen. Dette betyr at man ville hatt en høyere kapasitet enn behovet.

Type	Fullskala	Ref.	3	4	5	6	7
Relativ omsetning (%)	100	149	72	97	108	112	112

Type	8	9	10	11	12	13
Relativ omsetning (%)	113	113	119	130	147	157

Tabell 3.1. Relativ nitrifikasjon for alle 13 testede medier. Det er valgt å sammenligne mediene med standardmediet som bl.a. er valgt de to første linjene i fullskala.

Det ble derfor sett på muligheten til å redusere utbyggingen fra 8 til 6 haller og da få betydelig reduksjon i utbyggingskostnadene, men likevel opprettholde 70 % nitrogenrensing.

Med 6 haller vil den gjennomsnittlige ammoniumsbelastningen på anlegget bli 0,46 kg NH₄-N/m³d, og maks belastningen 0,62 kg NH₄-N/m³d, se figur 5.1. Figuren viser også forventet prognose for ammoniumsbelastningen i år 2015. Den gjennomsnittlige belastningen vil da være ca. 0,51 kg NH₄-N/m³d.

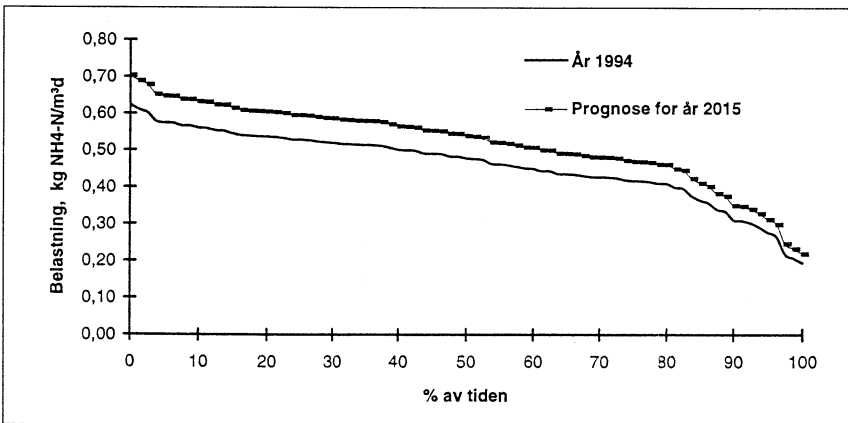
Med et nitrifikasjonsbehov på 85 % må den gjennomsnittlige omsetningen minst være 0,39 kg NH₄-N/m³d i 1994 og minst 0,43 kg NH₄-N/m³d i år 2015. Med det nye knuste mediet vil dette være mulig å oppnå, men det krever god kontinuitet og styringsstrategi av hele anlegget, og kontinuerlig optimalisering av nitrogenrensprosessen. Det kreves at proble-

mene med slamflukt fra sedimenteringsbassengene blir løst. Viktige optimaliseringsoppgaver er bl.a. å utjevne belastningene av nitrogen og organisk materiale inn på anlegget, og kontroll av returstrømmene internt på anlegget.

5. KONKLUSJON

Det er gjennomført forsøk på ialt 13 ulike filtermedier for nitrifikasjonsdelen i en Biofor-prosess. I gjennomsnitt er det oppnådd 57 % høyere nitrifikasjonshastighet for et nyutviklet knust filtermedium sammenlignet med et standard filtermedium.

Det var i utgangspunktet ment å bygge ut alle de 8 parallelle hallene ved VEAS. Beregninger har vist at nytt knust medium gir høyere kapasitet enn behovet, både for dagens og fremtidig ammoniumsbelastning ved belastningen på nitrifikasjonsfiltre i 6 haller. Det vil derfor kun bli utbygd 6 haller for



Figur 4.1. Beregnet frekvenskurve for døgnbelastningen av ammonium på nitrifikasjonsfiltrene når alt vann går gjennom 6 haller. Beregningene er foretatt for ammoniumsbelastningene i 1994 og som en prognose i år 2015. I prognosen er det benyttet en nitrogenbelastningsøkning på 6 promille pr. år.

nitrogenfjerning. Dette har ført til en kostnadsbesparelse på ca. 80 millioner kroner.

Utviklingen av mediet har også ført til større utbytte under produksjonen av filtermediene. Større del av medienees siktekurve utnyttes. Dette betyr at det er oppnådd lavere kostnad for produksjonen og innkjøpet av filtermediene for både nitrifikasjons- og denitrifikasjonstrinnet.

REFERANSER

/1/ Wien, A. (1994): "Utprøving av ulike filtermedier for nitrifikasjon i BIOFOR. Del I. Runde medier" FoU-

Rapport 2-21, VEAS utbyggingen 1991-1996.

/2/ Wien, A. (1994): "Utprøving av ulike filtermedier for nitrifikasjon i BIOFOR. Del II. Medier med ulik knusegrad". FoU-Rapport 2-22, VEAS utbyggingen 1991 -1996.

/3/ Wien, A. (1995): "Utprøving av ulike filtermedier for nitrifikasjon i BIOFOR. Del III. 100 % knuste medier". FoU-Rapport 2-23, VEAS utbyggingen 1991-1996.

/4/ Tandberg, I. (1992): "Simultan eller separat karbonfjerning og nitrifikasjon." FoU-Rapport 2-05, VEAS utbyggingen 1991-1996.