

Erfaringer med rodzoneanlæg i Danmark

Av Ole Riger-Kusk.

Ole Riger-Kusk er biolog ved Hedeselskabet i Danmark.

*Innlegg på fagtreff i Norsk Vannforening
14. oktober 1991*

Rodzoneanlæg i Danmark

Der er for øjeblikket etableret godt 100 rodzoneanlæg i Danmark. De fleste af disse anlæg er på under 2500 m² og behandler spildevandet fra mindre bysamfund med typisk under 300 personer. De første anlæg er etableret i 1984. Især i årene 1984—1988 blev der etableret mange rodzoneanlæg. I forbindelse med vandmiljøhandlingsplanen, der blev vedtaget i 1988, har kommunerne koncentreret sig om de store renseanlæg med krav til rensning af kvælstof og fosfor. Disse krav har rodzoneanlæg endnu ikke kunne klare stabilt.

Hidtidige erfaringer

Jeg vil eksemplificere de hidtidige erfaringer med rodzoneanlæg i Danmark ved resultaterne fra anlægget i Knudby, Viborg kommune, som viser typiske resultater for den tidlige anlægstype. Anlægget er på 350 m² og tilføres spildevand fra en bysamfund på 70 personer. Der tilledes regnvand, hvorfor belastningen til tider er op til ca. 80 m³/dg, hvorimod der tilledes omkring 20 m³ i tørvejrssituationer. Endvidere er der koblet relativt mange dræn til kloaksystemet, hvorfor spildevandet er forholdsvis tyndt. Alle de her beskrevne

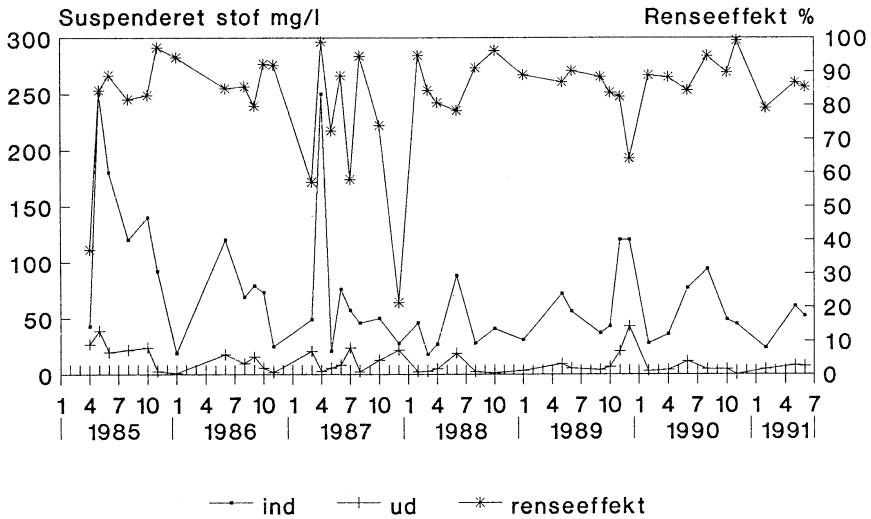
forhold er typiske for en lang række danske rodzoneanlæg.

Som det fremgår af figur 1 og 2 renses anlægget særdeles effektivt for suspenderet stof og organisk stof målt som BI₅. Normale kravværdier i Danmark er 20 mg TSS/l og 20 mg BI₅/l, hvilket de fleste anlæg overholder med god sikkerhedsmargin (ref. 1, 2 og 3).

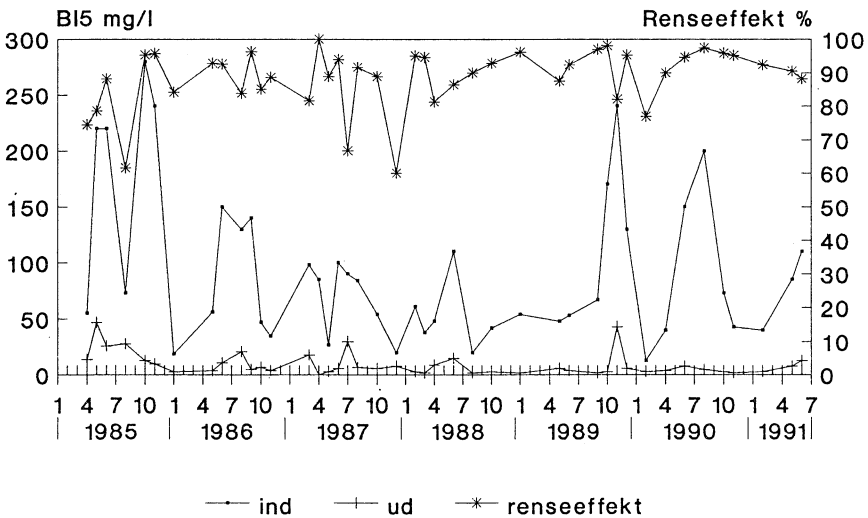
Den hydrauliske kapacitet i anlæggene er normalt ikke tilstrækkelig til at den totale vandmængde kan løbe under jorden. En væsentlig del løber derfor af på overfladen. Bakteriebælgning på strå og blade på overfladen er derfor ansvarlig for en stor del af den biologiske omsætning og fysisk tilbageholdelse.

Opholdstiden i rodzoneanlæg er søgt afklaret ved hjælp af sporstof. Resultatet af en dansk undersøgelse (ref. 2), viser en gennemsnitlig opholdstid på omkring en uge. Heri er indeholdt opholdstiden i til- og afløbs-kanaler.

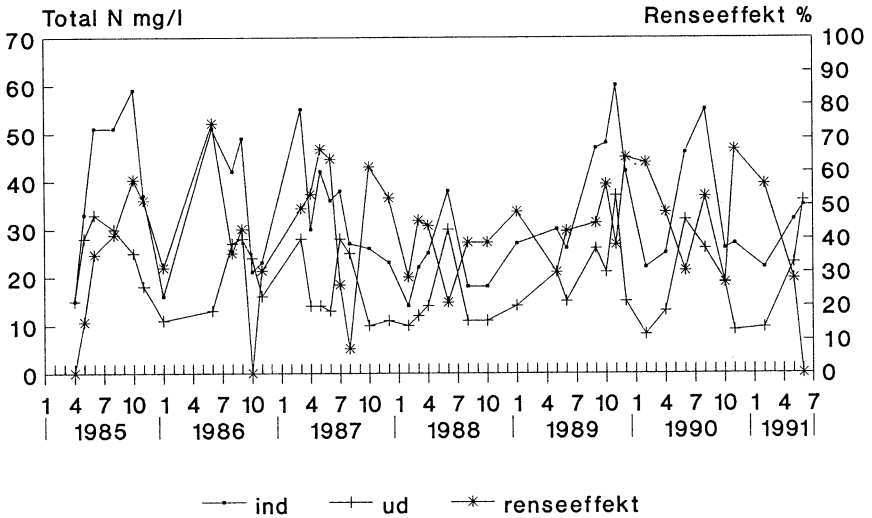
Renseeffektiviteten overfor kvælstof er typisk af størrelsesordenen 30 — 50% og meget svingende (figur 3). Årsagen til den udeblevne kvælstofrensning i de tidlige anlæg skyldes sandsynligvis dels at den hydrauliske kapacitet ikke er tilstrækkelig selv med en fuldt udviklet bevoksning, dels at ilttilførslen fra planterne ikke er tilstrækkelig til at sikre aerobe forhold i tilstrækkeligt store dele af rodzonen. Nitrifikationen (omsætningen af ammoniak til nitrat)



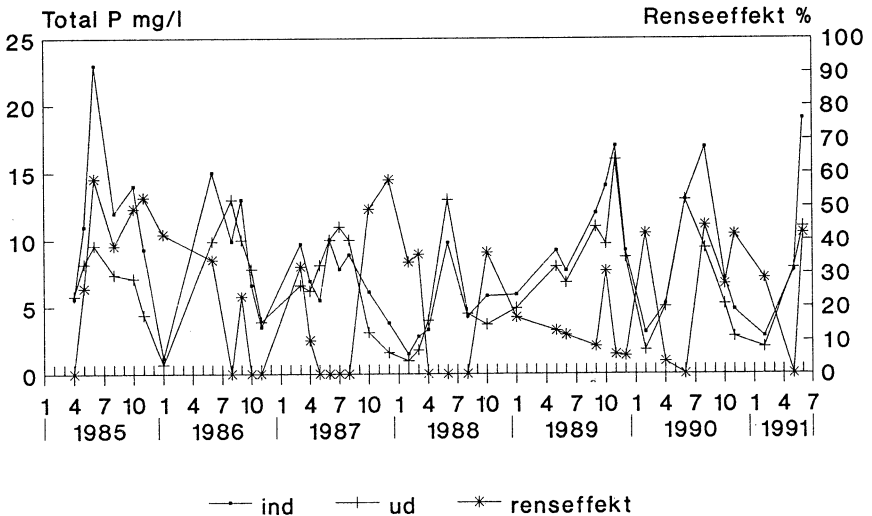
Figur 1. Renseeffektivitet overfor suspenderede stoffer (TSS) i rodzoneanlægget ved Knudby.



Figur 2. Renseeffektivitet overfor organisk stof målt som BI₅ i rodzoneanlægget ved Knudby.



Figur 3. Renseeffektivitet overfor total-N i rodzoneanlægget ved Knudby.



Figur 4. Renseeffektivitet overfor total-P i rodzoneanlægget ved Knudby.

kan derfor ikke forløbe i tilstrækkeligt omfang, hvorfor en stor del af kvælstofet i afløbet findes på ammoniakform.

Rensningen for fosfor ligger som, det fremgår af figur 4, på 20 — 40% og er svingende. Grunden til der forholdsvis beskedne rensning skyldes sandsynligvis den utilstrækkelige hydrauliske kapacitet. Spildevandet kommer derfor ikke i kontakt med jordmediet, hvorfor der ikke kan sker en fældning/binding. Bindingskapaciteten er samtidigt mindsket væsentlig idet jorden er vandmættet og det fysiske miljø er reduceret. Enkelte anlæg med en tyng jordtype (stort indhold af ler) og en lav hydraulisk belastning har en høj effektivitet overfor fosfor, idet der ofte fjernes 80 — 90% at den total-P der tilføres anlæggene (ref 4).

Der sker en udjævning af vandstrømmen gennem anlæggene, således at der er et konstant flow i afløbet. PH er ligeledes særdeles konstant. Jeg er ikke vidende om at anlæg der behandler husspildevand er «brudt ned» i perioder. Rensningen er derfor stabil på trods af et absolut minimalt tilsyn (typisk 4—6 timer/måned pr. anlæg).

Vintereffektivitet

Rodzoneanlæg ligger frit eksponeret overfor vind og vejr hele året. Desuden er opholdstiden lang. Man kunne derfor forvente at der var en effektivitetsnedgang om vinteren.

Der sker en væsentlig fordampning i anlæggene om sommeren (op til 10 — 15 l/m²/døgn). Derved sker der en opkoncentrering af spildevandet i afløbet. Denne kendsgerning kan muligvis medvirke til at sløre en faktisk effektivitetsnedgang ved lave temperaturer. Tendensen til, at der er forholdsvis høje

udløbskoncentrationer ved høje temperaturer er muligvis også et resultat af en fordampning.

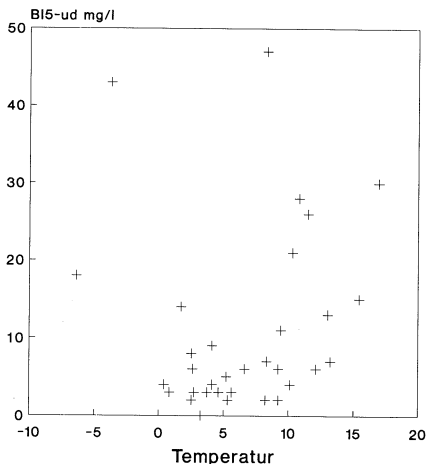
Figur 5 viser Bl₂-koncentrationen i afløbet fra Knudby renseanlæg set i forhold til temperaturen kl. 3.00. Figur 6 viser en tilsvarende kurve for et anlæg på 1500 m² beliggende 1 km fra Knudby. Figur 7 viser renseeffektiviteten set i forhold til temperaturen kl. 3.00. Som det ses, er der ikke tegn på, at anlæggene fungerer mindre effektivt ved lavere temperaturer end ved højere.

Nyere anlægstyper

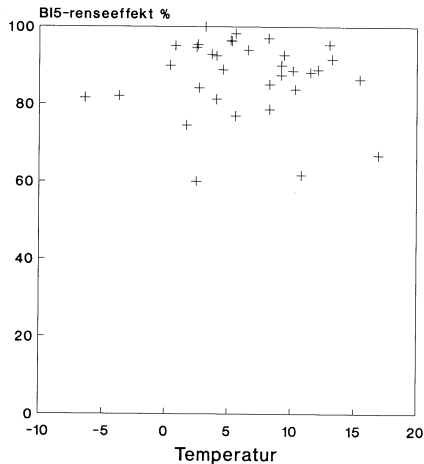
Kvælstof

For at afhjælpe de mangler, der er beskrevet ovenfor i den oprindelige anlægstype med ét bassin, bliver anlæg i dag typisk etableret som flerbassinanlæg. De første af disse er etableret som to traditionelle rodzoneanlæg med et niveauspring imellem bassinerne. Ved hjælp af et simpelt bygværk er det muligt at belaste bassinerne serielt når der tilføres små spildevandsmængder, og parallelt når der tilføres store spildevandsmængder, som det typisk er tilfældet under regn. Endvidere foretages der normalt en iltning ved indløbet til det 2. bassin.

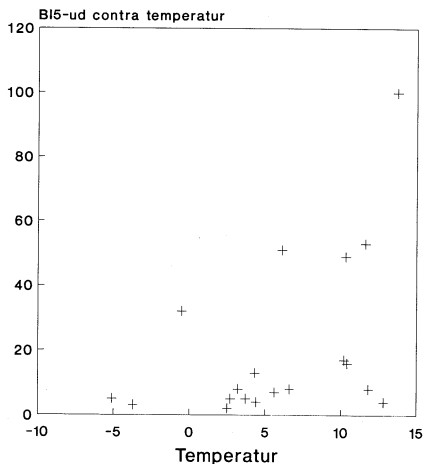
Hedeselskabet har etableret 3 større anlæg af denne type. Med de forbehold der altid må være i forbindelse med sammenligning af to anlæg med forskellig belastning, viser erfaringerne, at der er sket en vis forbedring af renseeffektiviteten overfor kvælstof (se figur 8). Hvis man sammenligner figur 3 og figur 8 ses det, at renseeffektiviteten er knapt så svingende og at udløbskoncentrationen er lavere. Endvidere har anlægget i perioder kunnet overholde et evt. krav på 2 mg ammoniak i afløbet. Der



Figur 5. *BI*s i afløbet fra rodzoneanlægget ved Knudby sat i forhold til lufttemperaturen kl 3.00.



Figur 7. *Renseeffektivitet* i rodzoneanlægget ved Knudby sat i forhold til lufttemperaturen kl 3.00.

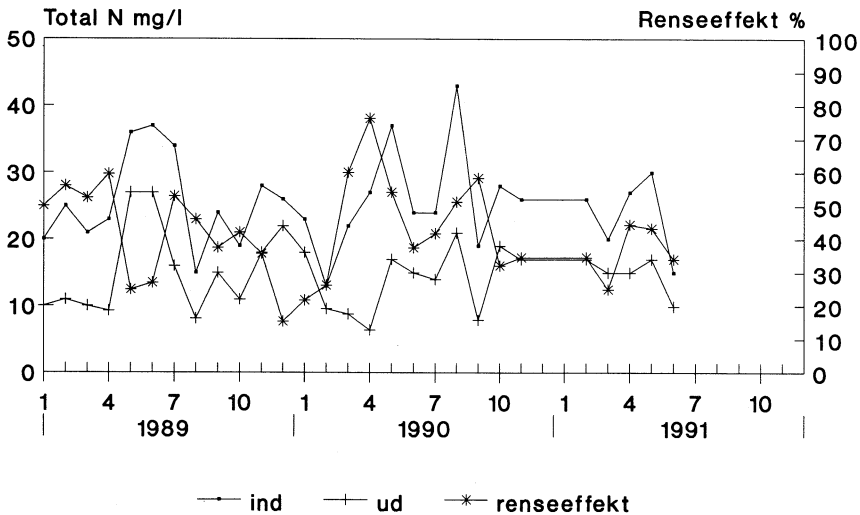


Figur 6. *BI*s i afløbet fra rodzoneanlægget ved Borup sat i forhold til lufttemperaturen kl 3.00.

er derfor ikke tvivl om, at anlæg med flere bassiner har en bedre rensning for kvælstof end traditionelle ét-bassin-anlæg. Effektiviteten overfor organisk stof, suspenderet stof m.v. er uændret.

For yderligere at øge effektiviteten overfor kvælstof er iltningen søgt øget ved at etablere anlæg med en vertikal nedsivning af spildevandet og opsamling i et drænsystem. Anlægstypen er opbygget med jord på overfladen og en lagdeling af grovere og grovere materiale indtil større sten omkring drænene. Drænene er effektivt udluftede hvorfor drænlaget altid er iltet.

Et sådant spildevandsfilter kan enten etableres før eller efter et traditionelt rodzoneanlæg afhængigt af, hvad man ønsker af opnå. Hvis ønsket er en effektiv rensning for total-N bør det etableres før rodzoneanlægget, hvorimod det bør placeres efter et rodzoneanlæg hvis ønsket er lave værdier for ammoniak.



Figur 8. Renseeffektivitet overfor total-N i rodzoneanlægget ved Hjembæk.

For at imødegå tilstopning med slam på overfladen bør der altid etableres flere spildevandsfiltre som belastet alternerende.

Indtil nu er der kun etableret ét kombineret rodzoneanlæg/spildevandsfilter i Danmark, og dette anlæg er stadig under indkøring.

Fosfor

Med hensyn til fosfor har der været udført forsøg med tilsætning af kalk. Andre fædningskemikalier kunne dog også være anvendt. Forsøgene blev udført på et anlæg med to lige store traditionelle rodzonebassiner hver med et samlet areal på 100 m². Anlægget bliver tilledt mejerispildevand, hvilket forklarer de høje indløbskoncentrationer.

Som det fremgår af tabel 1 viste tilsætningen af kalk sig særdeles effektivt, da rensningen for både ortho-fosfor og

total-fosfor blev forbedret voldsomt i forhold til f.eks. værdierne i figur 4.

Hvis et kombineret anlæg med et spildevandsfilter og rodzoneanlæg suppleres med tilsætning af kemikalier f.eks. kalk mellem de to anlægstyper, tyder de her refererede resultater på, at man vil kunne tilgodese både ønsket om god rensning for kvælstof og fosfor uden at det går ud over den i forvejen effektive rensning for organisk stof.

Andre anvendelsesområder

Da rodzoneanlæg rensr stabilt og er lette at drive, vil de fremover finde anvendelse i forbindelse med genbrug af vand. De første anlæg er allerede etableret i Danmark, og her foretager rodzoneanlæggene en rensning af blandt andet spildevand fra køkkenet før det anvendes i toiletter. Ligeledes anvendes mindre anlæg i forbindelse

Tabel 1. Gennemsnitlige ind- og udløbskoncentrationer for hele rodzoneanlægget ved Ødsted mejeri for periode 2 (juli-august 1989).

<i>Parameter</i>	<i>indløb mg/l</i>	<i>udløb mg/l</i>	<i>effektivitet % Gns. (Min—Max)</i>
BI ₅	2717	11	99 (97 — 99)
Tot-N	193	29	85 (54 — 92)
PO ₄ -P	37	0,3	99 (99 — 100)
Tot-P	53	5,3	90 (76 — 95)

med genbrug af vaskevand fra bilvaskeanlæg.

I Danmark er der siden 1988 etableret en række anlæg til behandling af slam. Anlæggene minder på mange måder om spildevandsfiltre. Metoden har vist sig særdeles effektiv til afvanding af slammet og omsætning og volumenreduktion af det organiske stof (ref. 7). Alt tyder derfor på, at der vil blive etableret en række af disse anlæg i de næste år, specielt når der er tale om slam med et tungmetallindhold, der umuliggør udbringning på landbrugsjord.

Fremtiden

Meget tyder på, at der fremover vil blive lagt vægt på, at lavteknologiske

anlæg vil kunne overholde krav til indholdet af ammoniak i afløbet. Desuden bør anlæggenes effektivitet overfor total-N og total-P øges. De næste år vil vise, om kombinationen af rodzoneanlæg og spildevandsfiltre er tilstrækkelig effektiv i forbindelse med rensning for kvælstof og herunder ammoniak. Evt. kan der tilsættes kemikalier mellem bassinerne for at øge effektiviteten overfor fosfor.

Endvidere vil der blive tale om at etablere rodzoneanlæg med et grovere medie som f.eks. grus eller sten evt. med varierende vandstand. Dette er en anlægstype som er anvendt med held i f.eks. Frankrig (ref 5).

Referencer

1. Riger-Kusk, O., Thorup Willadsen, C. og Qvist, B. (1989). «Rodzoneanlæg kan overholde udlederkravene». *Vækst* nr 3, 1989, p.p. 9-10.
2. Schierup, H.-H., Brix, H og Lorenzen, B. (1990). «Spildevandsrensning i rodzoneanlæg». *Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen*, nr. 8, 1990.
3. Riger-Kusk, O. (1989). Fjerning af nitrogen ved plantebaseret rensning. «Fra Fjerning af nitrogen i avløpsvann», Hallvard Ødegaard — red. p.p. 95—113.
4. Madsen, H., Riger-Kusk, O. og Søholm Jepsen, B. (1987). «Undersøgelser af mindre rodzoneanlæg». *Vand & Miljø*, nr. 1, 1987, p.p. 19 — 24.

5. Schierup, H.-H. og Brix H. (1989). «Plantebaserede anlæg til rensning af spildevand — fiktion eller fremtid?». Vand & Miljø, nr. 3, 1989, p.p. 175—180.
6. Conley, L. M., Dick, R. I. and Lion L. W. (1991). «An assessment of the root zone method of wastewater treatment». Research Journal WPCF, Volume 63, nr. 3 p.p. 239 — 247.
7. Nielsen S. (1989). «90'ernes slamproduktion og håndtering». Vækst nr. 3, 1990, p.p. 23 — 28.