

Sand/jord som rensedium for fosfor i jordrenseanlegg

Av Per E. Lindbak

Per E. Lindbak er forskn.ass. ved Institutt for hydroteknikk, Norges landbrukskøghskole.

Innenfor landbruket er det kjent at jord generelt har stor bindingsevne for fosfor. Viten og erfaring om fosforreaksjoner i jord fra dette området kan ikke overføres direkte til jordrensesystemer for avløpsvann fordi en her har helt andre kjemiske og mikrobiologiske forhold og opererer med langt høgere fosforkonsentrasjoner.

I spredt bebyggelse vil sand/jord være det mest naturlige rensedium for avløpsvann i jordrensesystemene: infiltrasjonsanlegg, sandfilteranlegg og resorpsjonsanlegg. Men anleggene har vært forbundet med stor usikkerhet med hensyn til bindingsevne og utvasking av fosfor, og hvilke fysiske og kjemiske forhold i sand/jord som innvirker på P-bindingsevnen. Kunnskapene om disse forholdene er mangelfulle. Derfor ble det for ca. 2 år siden startet en større undersøkelse ved Norges landbrukskøghskole av norske jord- og sandtyper.

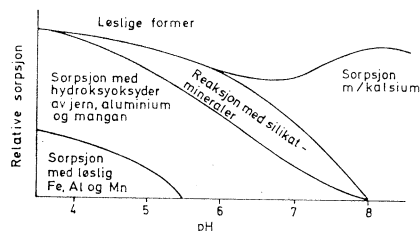
Formålet med undersøkelsen har vært å klarlegge hvilke fysiske og kjemiske forhold i sand/jord som har betydning for binding av fosfor, og hvilke P-bindingsevner en kan oppnå i sand/jord. Forsøkene er gjennomført i laboratorieskala i kolonner fyllt opp med forskjellige sand- og jordtyper og belastet med slamavskilt

avløpsvann. Forsøkene er utført under aksellererte betingelser og de oppnådde verdiene for P-bindingsevne skulle tilnærmet tilsvare ca. 5 års drift av jordrensesystemene.

Bakgrunn

Sorpsjon av fosfor i sand/jord er knyttet til reaksjonskinetikken i mange kompliserte prosesser. Med sorpsjon forstås en fysiske, kjemiske og mikrobiologiske prosesser som forårsaker tap av fosfor fra jordløsningen. I disse prosessene inngår bl.a. adsorpsjon, absorpsjon, og kjemiske fellingsreaksjoner. Selv om teorien i disse prosessene ikke er fullstendig klarlagt, kan en i grove trekk inndele de uorganiske reaksjonsproduktene i: kalsiumfosfatforbindelser, jern- og aluminiumfosfatforbindelser og silikatforbindelser. Innholdet av lettløslig (ikke totalinnholdet) ca, Fe og Al i sand/jord synes å ha stor betydning i binding av fosfor og mengdeforholdene av disse metallionene er derfor en indikator på potensiell bindingsevne av fosfor i sand/jord. Spesifikk overflate av sand/jord, pH i jordløsning, fosfor-konsentrasjonen i avløpsvannet, oppholdstid (reaksjonstid) av avløpsvannet i filtermediet er alle viktige faktorer som innvirker på reaksjonsforløpet og mengde

fosfor som kan bindes til sand/jord. I fig. 1 er vist hvilke pH-områder de forskjellige aktuelle metallioner er mest reaktive i sand/jord i et jordrensesystem.



Figur 1.

Kvalitativt eksempel på fosforformer i jord. (Buckman og Brady).

Flere forskere har forsøkt å bestemme potensiell bindingsevne av fosfor i sand/jord (1). Dette synes å være vanskelig bl.a. fordi tidsfaktoren er av stor betydning. Tidligere har en vanligvis benyttet lysimeter-/kolonneforsøk til slike undersøkelser. I den senere tid har en tatt i bruk sorpsjonstester, som er en langt billigere og enklere metode enn kolonneforsøk. Med denne metoden vil en enkelt kunne skille dårlige sand-/jordtyper fra gode, og samtidig bestemme en tilnærmet absolutt verdi for P-bindingsevne, vanligvis ved bruk av en omregningsfaktor.

Forsøksopplegg

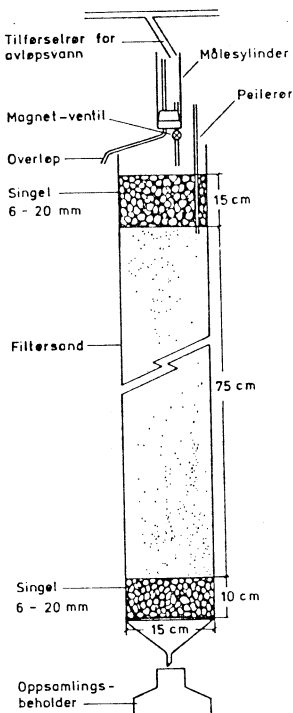
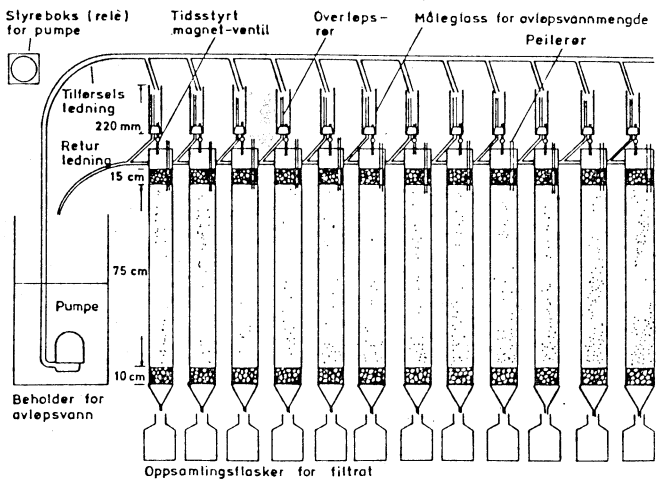
Undersøkelsen omfatter to forsøksopplegg. Forsøksopplegg 1 var knyttet til Mjøsaksjonen (2), hvor en særlig tar sikte på å redusere utslippet av fosfor til et minimum. En ønsket her å undersøke renseevnen av fosfor i filtersand til sandfilteranlegg. I alt ble 60 grustak fra Mjø-

sas nedbørfelt undersøkt. Av disse ble sand fra 19 grustak belastet med avløpsvann i kolonner og undersøkt med hensyn til P-bindingsevnen, gjentettingsforløp og «levetid.» I forsøksopplegg 2 (3) ble 20 sand- og jordtyper valgt ut, på bakgrunn av jordbunnskjemiske og kvartærgeologiske kriterier, som ble antatt å kunne gi forskjellig P-bindingevne. Hovedvekten ble her lagt på de jordbunnskjemiske forhold, mens mineralogi ble tillagt størst betydning i forsøksopplegg 1.

Forsøksutstyret ble bygget opp av kolonner i et kolonnearrangement som vist i fig. 2. Prøvematerialet ble pakket i 150 mm plastrør. Oppbygging av filteret i kolonnene er i henhold til gjeldende forskrifter for sandfilteranlegg. Slamavskilt avløpsvann fra privatbolig ble tilført kolonnene støtvis tre ganger pr. dag. Forsøkene ble utført i mørkt klimarom med temperatur 7—8°C og relativ fuktighet 80—90%.

I hovedforsøket, som hadde en varighet på 5 måneder i begge forsøksoppleggene, ble avløpsvannet tilsatt ekstra fosfatløsning, slik at fosfor-konsentrasjonen ble ca. 200 mg P/l. Dette tilsvarer en P-konsentrasjonsøkning på 12 gr. i forhold til avslammet avløpsvann, dvs. 5 måneders belastning av filteret skulle tilsvare ca. 5 års drift av sandfiltergrøft med hensyn til fosforbelastningen. Forsøkene ble startet opp og avsluttet med avløpsvann uten tilsetning av ekstra fosfor.

I sorpsjonstesten ble bestemmelse av P-bindingsevnen utført ved å ryste 2—10 g prøve med kjent fosfatløsning i 6 dager ved 20°C. Bundet fosfor ble deretter beregnet fra differansen mellom fosfor tilført prøven og rest fosfor etter avsluttet rystetid.



Figur 2. Kolonnearrangement og oppbygging av en kolonne.

Avløpsvannet ble analysert på orto-fosfat, total fosfor og pH og elektrolytisk ledningsevne ble målt. I sand/jordprøvene ble total og lettløslig Ca, Fe og Al, kornfordeling, glødetap, permeabilitet, kornform, mineralogi og volumvekt bestemt.

Resultater

Generelt har filtersand, som benyttes til sandfilteranlegg, langt dårligere bindings-

evne for fosfor enn i jord. De to viktigste årsakene til dette er at jord vanligvis inneholder mer finmateriale (<1,0 mm), og har et høyere innhold av lettløslig Fe og Al enn i sand. I tabell 1 nedenfor har en satt opp en grov oversikt over målt P-bindingsevnen og % binding (rens-effekt) for noen sand- og jordtyper.

Med bakgrunn fra forsøk i USA antar en at en vil oppnå høyere P-bindingsevne i praksis enn fra aksellererte kolonnefor-

Tabell 1. Oversikt over bindingsevne og % binding (rens-effekt) for fosfor i sand/jord bestemt i aksellererte kolonneforsøk og sorpsjonstest.

Sand/jord	Kolonneforsøk (1)		Sorpsjonstest (2)
	Bind.evne mg P/100 g sand/jord	Binding %	Bind.evne mg P/100 g sand/jord
Ren kvartssand	5	8	0
Filtersand. Gj.snitt av 19 prøver	30—60	35—60	0—70
Filtersand i.h.t. forskriftene	58	58	—
Siltig sand	80	75	60
Morenejord. Fra undergrunnen	56	64	25
Morenejord. Fra ut- fellingssjikt	100	99	100

(1) Indikerer verdier for jordrensesystemer etter ca. 5 års drift.

(2) Seks dagers reaksjonstid.

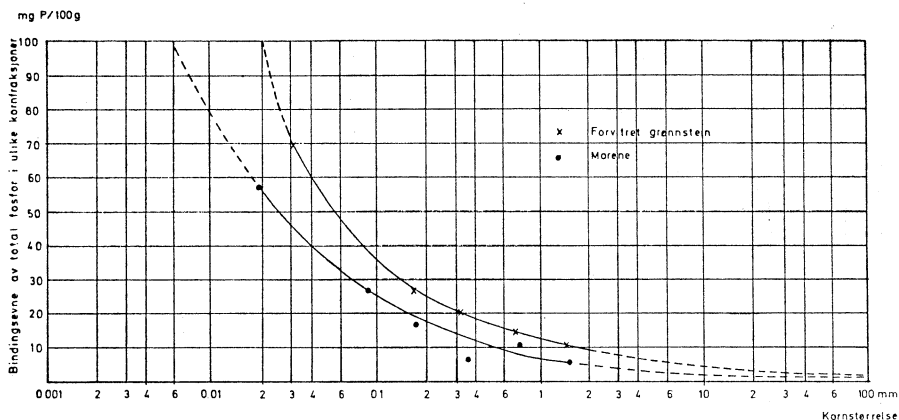
søk og sorpsjonstest. Høyeste P-bindingsevne fant en i morenejord fra utfellings-sjiktet, skjellsand og generelt sand/jord med høyt innhold av finmateriale (<1,0 mm). Ren kvartssand binder ubetydelig mengde fosfor. I forsøksopplegget ble det oppnådd god overensstemmelse (korrelasjonsfaktor 0,99—0,96) mellom P-bin-

dingsevne fra kolonneforsøkene og sorpsjonstestene. Seks dagers sorpsjonstid gir ca. 20—40% lavere verdier for P-bindingsevne sammenlignet med kolonneforsøket.

Forskjellige sand- og jordtyper, men med lik kornfordeling, har gitt vidt forskjellig bindingsevne for fosfor. Dette

skulle indikere at kornfordeling som eneste kriterium for P-bindingsevne er utilstrekkelig. Årsakene til denne store variasjon i renseevne av fosfor i sand/jord, i dette tilfelle, er knyttet til forskjellig innhold av lettøslig Ca, Fe og Al i sand/jordprøvene. Innhold av lettøslig Ca, Fe og Al kan derfor være en god indikator på «potensiell» bindingsevne for fosfor i sand/jord. Men utnyttelsen av disse metallionene i sorpsjon av fosfor er i stor grad knyttet til pH i jordløsningen og derfor vil utnyttelsesgraden variere med pH i løsningen.

Fra et overflatekjemisk synspunkt er det kjent at finfraksjonene ($<1,0$ mm) har stor betydning i binding av fosfor. I en undersøkelse av to materialer, fraksjonert i 7 kornfraksjoner fra $<0,063$ mm til 4,0 mm, avtok bindingsevnen for fosfor med økende kornstørrelse slik som fig. 3 viser. For moreneprøven var P-bindingsevnen fra fraksjonen $<0,063$ mm og 1,0—2,0 mm henholdsvis 57,0 mP/100 g og 6,3 mg P/100 g, og fraksjonen $<0,063$ sto for ca. 90% av totalt bundet fosfor i prøven.

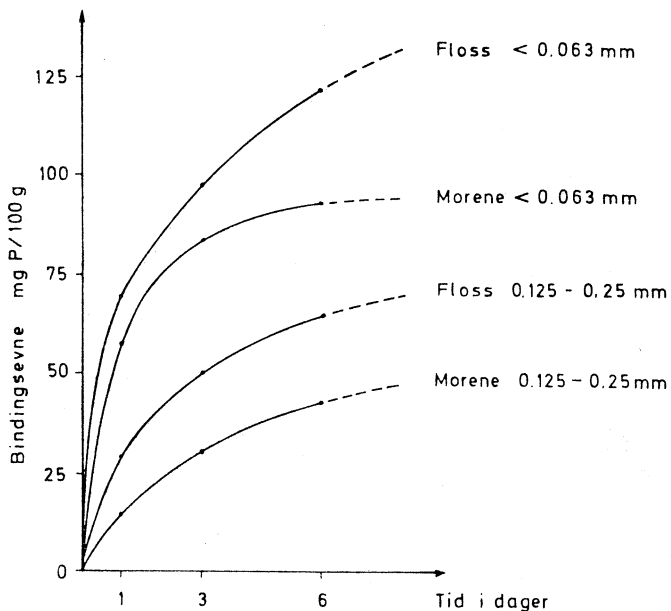


Figur 3. Bindingsevne av fosfor i to fraksjonerte jordtyper. Bestemt ved sorpsjonstest med fosfatløsning ca. 16 mg P/l og reaksjonstid ett døgn.

Et annet forhold som er nokså avgjørende er kontakttid (reaksjonstid) for avløpsvannet med filtermediet. En undersøkelse av to materialer i sorpsjonstesten viser at P-bindingsevnen er størst de 2—3 første dagene for deretter å avta kraftig slik som vist i fig. 4. Halvparten av totalt sorbert fosfor fra 6 dagers rystetid er sorbert allerede ved ett døgnstid. Undersøkelsen viser at det etter 6 dagers kontakttid, vil bindes lite fosfor pr. tidsenhet. Men maksimum P-bindingsevne vil

en først oppnå etter meget lang kontakttid.

Utvasking (utløsning) av sorbert fosfor i sand/jord er betinget av fosforinnholdet i avløpsvannet og potensiell bindingsevne for fosfor i sand/jord. Ved konsentrasjonssenkning av fosfor i avløpsvannet kan sorbert fosfor bli utvasket. Jord/sand med lavere potensiell P-bindingsevne, holde sterkere på fosforet enn sand/jord med lavere potensiell P-bindingsevne.



Figur 4. Bindingsevne av fosfor over tid for to jordtyper. Bestemt med sorpsjonstest og fosfatløsning ca. 16 mg P/l.

LITTERATURLISTE

1. *Endfield, C. S. og Bledsoe, B. F.*, 1975: Kinetic model for orthophosphate reactions in mineral soils. EPA 66012-75-022, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory. Ada. Oklahoma, USA.
2. *Lindbak, P., Købler, J. C. og Rivefsrud, D.*, 1979: Undersøkelse av filtersand fra 60 massetak i Mjøsas nedbørfelt. Institutt for hydroteknikk, NLH. Styringsutvalget for jordforskning, NLVF.
3. *Lindbak, P.*, 1979: Bindingsevnee av fosfor i sand/jord. Kolonneforsøk II og fortsettelse av kolonneforsøk I. Institutt for hydroteknikk, NLH.