

Kolon-prosjektet

Spede- og fordelingsystemer

Forfatter : Tore Østeraas

2005-03



Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	2
2	Innledning	4
3	Bruk av dryppslanger som spred- og fordelingssystem	5
3.1	Dryppslangenes konstruksjon og funksjon	5
3.2	Krav som må være oppfylt når dryppslanger benyttes i avløpsanlegg	6
3.3	Kvaliteten på avløpsvannet	6
3.4	Pumpetrykk	9
3.5	Spyling	10
3.6	Vedlikehold av dryppslanger	10
3.7	Anleggstyper hvor dryppslanger kan benyttes	11
4	Bruk av dyser som fordelingssystem	12
4.1	Testing av Fulljet spiraldyser i lukkede anlegg	12
4.2	Testing av spiraldyser og spaltdyser i åpne anlegg	14

1 Sammendrag

En av målsetningene i Kolon-prosjektet var å finne frem til nye og robuste fordelingsystemer for avløpsvann i naturbaserte renseanlegg. Bakgrunnen for dette er at de tradisjonelle fordelingsystemene ofte fungerer så dårlig at anleggets funksjon og renseevne påvirkes negativt. Nytenkning ble ansett som nødvendig, spesielt for å utnytte rensepotensialet i naturbaserte kompaktanleggene som er på vei inn i markedet. Etter en samlet vurdering ble en stående ved to fordelingsystemer som en ønsket å gå videre med, nemlig *dryppslangfordeling* og *fordeling med spiraldyser*.

Dryppslangene ble testet i flere forsøksanlegg ved Kolons feltstasjon i Rena rensepark. Etter innledende vurderinger ble to slangetyper valgt ut for nærmere utprøving, nemlig Netafim 17 mm RAM III og Netafim 17 mm Bioline. RAM III-slangen fungerte best i de innledende testene og ble derfor brukt som standard i de videre forsøkene.

Utprøvingen av dryppslangene i forsøksanleggene viste at visse forutsetninger må være til stede for at slangene skal fungere slik som forutsatt. Forutsetningene kan oppsummeres slik:

- Avløpsvannet må ha tilfredsstillende kvalitet. For å unngå driftsproblemer over tid må forbehandlingen vies ekstra oppmerksomhet. Kravet til slamavskilling og oppfølging av anlegget er større enn for tradisjonelle fordelingsystemer
- Pumpetrykket må være høyt nok. Dryppslangene fungerer best ved et trykk mellom 1 og 3 bar. Kolonforsøkene viste at jo nærmere 3 bar trykket var, desto mindre var faren for gjengroing eller blokkering av drypphullene.
- Dryppslangen må kunne spyles for slam og rengjøres ved eventuell gjentetting. Ved bruk vil slangen gradvis fylles med slam på samme måte som tradisjonelle infiltrasjonsrør. Slamoppbygging er svært uheldig for funksjonen av slangenes labyrinter og drypphull. Dryppslangeanleggene må derfor utstyres med manuell eller automatisk tilbakespyling som hindrer slamoppbygging.
- Pumpekum og dryppslanger bør renses når kapasiteten synker. Hvis kapasiteten på anlegget skulle synke, kan dryppslanger og pumpekum rengjøres med et kjemisk rensemedium. Best effekt ble

oppnådd ved bruk av 6 % peroksid som ble tilsatt direkte i pumpekummen.

Spiraldyser er mye brukt i industrien for å sikre jevn væskefordeling over en flate. Dysene ble også prøvd i Kolon-prosjektet både i lukkede og åpne anlegg. Ved riktig bruk av dysene ble det oppnådd bedre fordeling av vannet over filterflaten enn ved noe annet kjent system. Svakheten ved dysene er at tilførselskanalen gror igjen. Dette gjelder spesielt for dyser i åpne anlegg. Forsøkene viste at problemene kan unngås ved at anlegget spyles gjennom med 6 % peroksid én gang pr. år, for eksempel i forbindelse med tømmingen av slamavskilleren.

2 Innledning

Et tradisjonelt infiltrasjonsanlegg eller filteranlegg fungerer effektivt bare i de tilfeller hvor det forurensede vannet fordeles jevnt over filterflaten. Ved bruk av tradisjonelle infiltrasjonsrør vil alltid vannet fordeles ujevnt over filterflaten. Resultatet er ofte hydraulisk overbelastning av deler av filteret, mens andre deler får tilført svært små vannmengder. Dette kan føre til en gradvis oppbygning av en ondartet biohud utover fra de overbelastede partiene inn til hele anlegget går tett. I andre tilfeller forblir anlegget åpent, men bare en liten del av filteret utnyttes slik at renseeffekten blir redusert. Bruk av trykkrør og pumper for å fordele vannet bedrer noe på situasjonen, men nye problemer kan oppstå ved at tilført vannmengde pr tidsenhet blir større enn det som er ideelt for filterets funksjon.

I Kolon-prosjektet har en hatt som målsetning å finne frem til nye og robuste fordelingssystemer som sikrer jevn tilførsel av vann over hele filterflaten. I tillegg er det satt som krav at tilført vannmengde pr tids- og arealenhet skal være så liten at tilnærmet maksimal renseeffekt oppnås i filteret. Med basis i disse målsetningene ble en stående ved to spredesystemer som en ønsket å teste nærmere både med hensyn til robusthet og stabilitet over tid. De to systemene som ble valgt var:

- Dryppslangspredning
- Dysespredning

3 Bruk av dryppslanger som sprede- og fordelingsystem

3.1 Dryppslangenes konstruksjon og funksjon

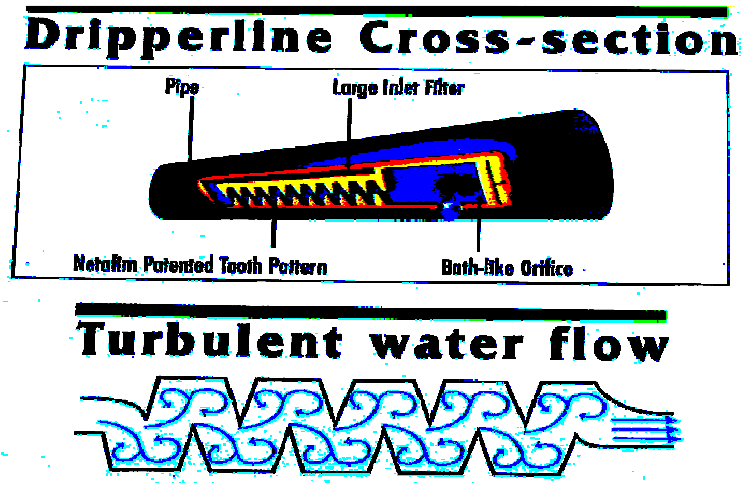
Dryppslanger ble opprinnelig konstruert for å sikre en jevn vanntilførsel til radkulturer i jord- og hagebruk. I sin enkleste form er dryppslangen et fleksibelt rør med små huller som vannet kan strømme ut gjennom. Når røret settes under trykk vil hvert hull avgi en viss vannmengde pr tidsenhet. Denne type slanger lider imidlertid av samme svakhet som tradisjonelle infiltrasjonsrør, nemlig at vannmengden ut av hvert hull varierer med avstanden fra trykkilden. Etter hvert ble dryppslangene utviklet til et avansert fordelingsystem med en trykk-kompenserende membran som sikrer konstant vannmengde ut på hvert drypphull uavhengig av vanntrykk og hvor på slangen drypphullet ligger.

I tilknytning til hvert drypphull ligger det en labyrint som vannet må passere gjennom (se fig. 1). I labyrinten øker vannhastigheten slik at forurensende partikler og bakterieslim rives med og følger vannstrømmen ut gjennom drypphullet. Trykkompenserte dryppslanger ble funnet å være den mest lovende slangetypen for bruk i avløpsanlegg både på grunn av den jevne fordelingen og fordi avgitt vannmengde pr drypphull og tidsenhet er så liten at mettet strømming i filtermediet ikke kan oppstå.

Dryppslangen som ble valgt i Kolon-prosjektet er levert av Dryppvanning AS, Bøverbru. To typer er utprøvd:

- Netafim 17 mm RAM III med 30 cm drypphullavstand og avgitt vannmengde pr drypphull på 2,3 l/time.
- Netafim 17 mm Bioline med 25 cm drypphullavstand og avgitt vannmengde pr drypphull på 2,3l/time

Begge typene markedsføres som blokkeringsfrie og gir konstant vannmengde pr drypphull mellom ca 0,8 og 3,0 bar trykk. I følge produsenten er Bioline spesialkonstruert for forurenset vann. Våre forsøk viste imidlertid at RAM III-slangen var bedre egnet til bruk i avløpsanlegg enn Bioline, og RAM-slangen ble derfor valgt til våre tester.



Figur 1 : Snitt gjennom RAM III dryppslange som viser konstruksjonen av labyrinth og membran som sikrer konstant vannmengde ut gjennom hvert drypphull. Den turbulente strømmingen forhindrer partikkelsedimentasjon og blokkering av drypphullene.

3.2 Krav som må være oppfylt når dryppslanger benyttes i avløpsanlegg

På grunn av dryppslangens spesielle konstruksjon er det visse krav som må være tilfredsstillende for at et avløpsanlegg skal fungere tilfredsstillende. Med bakgrunn i forsøk utført i Kolon-prosjektet og forsøk gjennomført i regi av Netafim, er det satt krav til følgende forhold:

- Avløpsvannets kvalitet.
- Pumpetrykket.
- Muligheter for spyling.
- Muligheter for behandling av eventuell gjengroing.

3.3 Kvaliteten på avløpsvannet

I Netafims retningslinjene for bruk av dryppslanger i avløpsanlegg¹ er det satt som krav at avløpsvannet skal ha en KOF < 30 og at vannet skal være fritt for partikler. Dette er et meget strengt krav som er satt for å sikre kontinuerlig, vedlikeholdsfri drift av slangene over lang tid. For å oppnå dette kravet må vannet renses i et sekundærtrinn i tillegg til slamavskilling før det pumpes ut i dryppslangeanlegget. Sekundærtrinnet kan for eksempel være en filterkum eller et sandfilteranlegg.

¹ Bioline Design Guide, Netafim USA (udatert)

I Kolon-prosjektet ønsket en å se på hvilke tiltak som må iverksettes for at dryppslanger skal kunne brukes for vann som kun har en enkel forbehandling i standard slamavskiller. Testene ble gjennomført ved prosjektets feltstasjon i Rena rensepark. Vannet som ble benyttet ble tatt fra det kommunale nettet hvor alt organisk materiale er malt i stykker. Slamavskilleren har derfor holdt tilbake mindre organisk materiale enn det som er tilfelle i en slamavskiller for et vanlig bolighus. KOF- verdien for vannet som ble benyttet ble målt til ca 950 i gjennomsnitt, altså ca 30 ganger høyere enn anbefalt av Netafim. Testene ble utført på både på RAM III og Bioline dryppslanger montert i blokklegg og i testbeholdere fylt med sand. En av slangene ble lagt på bakken og testet ved full eksponering mot vær og vind. Driftstiden på slangene varierte fra 3 måneder (testbeholdere) til nærmere 2 år (blokklegg). Konklusjonene av forsøkene ble som følger:

- Det er markert forskjell på dryppslanger som ligger eksponert for vær og vind og slanger som ligger i et fuktig, lukket miljø. Slangen som lå på bakken gikk tett i løpet av 20 dager. Gjentettingen skjedde ved en gradvis begroing/utfelling utvendig slik at hullene etter hvert lukket seg. Slangene som lå i fuktig miljø fikk ingen begroing utvendig. Ingen av slangene hadde innvendig begroing
- Dryppslanger som mates med dårlig avslammet vann fylles gradvis opp med slam. Drypphullene i den slamfylte delen av slangen slutter å virke. De øvrige hullene fungerer tilfredsstillende.
- Slangere som driftes kontinuerlig er mindre følsom for gjentetting enn slanger som driftes periodevis. Slangere med periodevis drift tørker ofte opp slik at utvendig begroing oppstår.



Figur 2 : Opphopning av slam i dryppslanger som belastes med dårlig avslammet vann. I slangen til venstre spyles slammet ut etter ca 1½ års belastning (rød pil). Slangen til venstre viser vannet slik det ser ut når det kommer fra slamavskilleren (blå pil).

Gråvann som er forbehandlet i sekkeavskiller² har en annen sammensetning og annen opptreden i dryppslanger enn avslammet kloakkvann. Sekkeavskillere brukes mest i kompaktanlegg (for eksempel Vera Compact F1) og som forbehandlingsenhet for gråvann til blokkanlegg og infiltrasjonsanlegg. I Kolon-prosjektet er det gjennomført omfattende tester med bruk av sekkeavskilt gråvann i dryppslangeanlegg. Testene er gjort i samarbeide med Vera Miljø med Veras kompaktanlegg som testobjekt. Følgende konklusjoner kan trekkes av testene:

- Gråvann som er behandlet i jutesekk eller vevd kunstfibersekk inneholder fibere, fett og såpe som avleires i dryppslangenes labyrinter og medfører en gradvis gjentetting. Raskest gjentetting skjer med gråvann fra hytter som har installert oppvaskmaskin. Det dispergerte fettete kleber lett til vegger og membraner i dryppslangene og kan etter kort tid medføre fullstendig funksjonssvikt. For at dryppslangene skal fungere effektivt, må derfor fettete og fibrene fjernes fra vannet.
- For å løse avleiringsproblemer konstruerte Vera Miljø en enkel fettavskiller som plasseres på toppen av sekken. Det ble dessuten sydd ny sekk av et spesialstoff som ikke avgir fibere og som har bedre filteregenskaper enn tidligere sekkeløsninger. Med det nye "avfettingsutstyret" holder gråvannet en kvalitet som ikke medfører avleiring eller gjengroing i dryppslangene.
- Gråvann fra hytter som ikke har oppvaskmaskin skaper ikke spesielle avleiringsproblemer i dryppslanger. Tester utført ved Kolons feltstasjon på Rena har gått i 2 hytteår med vanlig gråvann og samme slangesett uten at gjengroing av slangene har funnet sted.

² Om sekkeavskillere: Se rapporten "Nye renseanlegg basert på kolonteknologi"



Figur 3 : Dryppslange brukt som fordelingsystem for sekkeavslammet gråvann. Slangene ligger i en tidlig utgave av Veras kompaktanlegg.

3.4 Pumpetrykk

I henhold til Netafim fungerer dryppslangene best ved et væsketrykk mellom 1 og 3 bar. I Kolonforsøkene er det benyttet pumper som gir mellom 0,8 og 2,8 bar. Lavest trykk gir senkpumper som benyttes i pumpekummer og kompaktanlegg. Ingen senkpumper som egner seg for de anleggene som er utviklet gjennom Kolon-prosjektet har høyere driftstrykk enn 1 bar. Senkpumper med høyere trykk gir for stor vannmengde pr tidsenhet og vil derfor ha lett for å kavitere.

Små, tørroppstilte pumper egnet for dryppslangedrift finnes i rikt utvalg med trykk opp til 3 bar. Ulempen med denne pumpetypen er at de er dårlig sikret mot fukt. Mange av de er heller ikke selvsugende når tilførselsslagen er tømt for vann.

Effekten av pumpetrykket ble registrert i forbindelse med en belastningstest på spesialblokker for fosforbinding. Det ble benyttet dryppslanger eksponert for atmosfæren i forsøkene. Videre ble det brukt en senkpumpe med driftstrykk på ca 1 bar og en tørroppstilt pumpe med driftstrykk på ca 3 bar for mating av dryppslangene. Vannet som ble benyttet var dårlig avslammet og inneholdt både partikler og fibre. Forsøket viste at dryppslangene sluttet å fungere etter 2 døgn ved 1 bar trykk, mens det ikke ble registrert endringer i dryppslangenes funksjon der trykket var 3 bar. Forsøket varte i én uke. Det er med andre ord klart at dryppslangene fungerer bedre jo høyere trykket er når de belastes med forurenset vann. Det er spesielt viktig å benytte tilstrekkelig trykk hvis forbehandlingen av vannet er dårlig.

3.5 Spyling

Som nevnt under avsnittet "Kvaliteten på avløpsvannet" fylles dryppslangene gradvis opp med slam når de belastes med avløpsvann. For å unngå dette bør slangene utstyres med en spyleanordning som sørger for at slangene tømmes for slam med jevne mellomrom. Dette kan gjøres ved at dryppslangen kobles til en spyleslange som føres tilbake til pumpekummen eller slamavskilleren. I kummen kan spyleslangen enten utstyres med en kran for manuell spyling eller det kan monteres en automatisk spyleventil som sørger for en gjennomspyling av slangen hver gang pumpa starter. (se fig. 4). Erfaringene fra forsøkene i Kolon-prosjektet er at den automatiske spyleventilen som ble brukt i forsøkene er følsom for trykk, og fungerer ikke ved lavere trykk enn 0,8 bar.

I tillegg til å sikre gjennomspyling av dryppslangene hindrer også den automatiske spyleventilen vakuumdannelse i dryppslangene når pumpa stopper. Dette er en viktig funksjon da vakuum kan føre til at sandkorn og jord suges inn i labyrinten under drypphullene og blokkerer for vannstrømmen.



Figur 4 : Automatisk spyleventil for dryppslanger. Ventilen sørger for gjennomspyling av slangen hver gang pumpa starter. Ventilen hindrer også sand i å blokkere labyrinten under drypphullene.

3.6 Vedlikehold av dryppslanger

Dryppslanger som har redusert funksjonalitet på grunn av slamopphopning og/eller gjengroing må rengjøres med egnet rensemedium. Rengjøring anbefales gjort i forbindelse med tømning av slamavskiller. Flere rensemedier ble vurdert i Kolon-prosjektet, men testingen viste at kun ett medium synes å ha full effekt på labyrinter og drypphull, nemlig *Hydrogenperoksid* (H_2O_2). Forsøkene viste at ved bruk av 6 % oppløsning gjenvant gjengrodde slanger full effekt etter 3 – 4 timers virketid. Før

peroksid tilsettes, må dryppslangene og pumpekummen spyles. Spylevannet må pumpes ut før peroksidløsningen tilsettes direkte i kummen. Det må tilsettes nok peroksidløsning til at hele dryppslangeanlegget blir fylt med rensemediet.

NB! Peroksid er sterkt etsende og må behandles med forsiktighet.

Gjennom Kolon-prosjektet er det utviklet et tilsetningsmiddel som reduserer faren for begroing i pumpekum og dryppslanger. Midlet, som er basert på et planteekstrakt, stimulerer nedbrytningsprosessen i labyrinten og drypphullet. I tillegg reduserer midlet faren for slimdannelse i pumpekummen som er et vanlig problem for anlegg som ikke er i kontinuerlig drift. Tilsetningsmidlet vil bli kommersielt tilgjengelig.

3.7 Anleggstyper hvor dryppslanger kan benyttes

Etter som dryppslangene gir en meget god fordeling av avløpsvannet over filtermediet, er det fristende å benytte slangene i så mange anleggstyper som mulig. Testresultatene fra Kolon-prosjektet viser imidlertid at det finnes begrensninger i bruken. Inn til mer erfaring er vunnet med dryppslangeanlegg i Norge, anbefales det at bruken av dryppslanger begrenses til følgende anlegg:

- Kompaktanlegg hvor dryppslangene er lett tilgjengelig for spyling og rengjøring.
- Blokkanlegg for enkelthus eller hytte. Til anleggene bør det brukes spesialkonstruert pumpekum med tilbakespylingsventil. Brukes det sekkeavskiller i stedet for septiktank, må det være fettavskiller på sekken.
- Grunne, terrengetilpassede infiltrasjonsanlegg for enkelthus. Også til denne anleggstypen bør det brukes spesialkonstruert pumpekum med tilbakespylingsventil.

Ønskes dryppslangene brukt i større anlegg, må det stilles krav om ekstra god slamavskilling for å redusere vedlikeholdsbehovet.

4 Bruk av dyser som fordelingsystem

Dyser blir sjelden brukt til fordeling av avløpsvann i renseanlegg. Dette til tross for at dyser gir en bedre fordeling av vannet over filterflaten enn noen annen kjent teknologi. Pr. i dag er det kun ett kompaktanlegg på markedet som benytter dysespredning. I tillegg finnes det større, plassbygde anlegg hvor dysespredningen skjer på åpne filterflater.

I Kolon-prosjektet ønsket en å se nærmere på mulighetene for å benytte dysespredning som alternativ til dryppslanger i lukkede infiltrasjonsanlegg og blokkianlegg. I tillegg ønsket en å utvikle dyseteknologien videre for bruk på sigevann fra avfallsfyllinger. Til forsøkene ble flere dysetyper vurdert hvorav to ble plukket ut for videre testing. De to var *FullJet Wide Angle spiraldyser* og *Dan super Mamkad spaltedyse*. Super Mamkaddysa er utstyrt med en roterende stålkule som hindrer gjengroing. Begge dysetypene ble levert av Dryppvanning AS, Bøverbru.

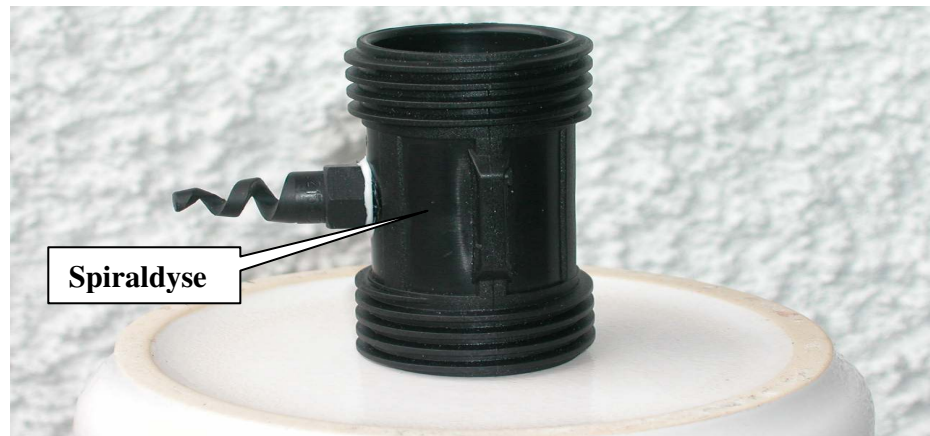
4.1 Testing av Fulljet spiraldyser i lukkede anlegg

Ved korrekt trykk forstøver spiraldysene vannet slik at det dannes en tåkesky rundt dysespissene. Dette gir et svært godt oksygenopptak i vannet noe som har betydning for nedbrytningen av det organiske materialet og dannelse av biohud. Vandrdåpene faller ned på underlaget som yr som fukter opp hele filterflaten (se figur 5).



Figur 5 : Bilde fra Kolons forsøksanlegg i Lier hvor spiraldyser benyttes for å spre vannet over filterflaten. Legg merke til at det dannes en tåkesky av vannpartikler rundt dysespissene. Den røde pilen peker på én av dysespissene.

For å kunne bruke spiraldyser i lukkede anlegg må dysene plasseres på en mateledning som ligger i en lukket kanal. I forsøkene ved feltstasjonen på Rena ble Leca u-blokker brukt som kanal (se fig. 7). U-blokkene ble snudd opp ned og satt etter hverandre på filterflaten slik at de dannet en sammenhengende kanal. Ved å plassere dysene med 1 m mellomrom under u-blokkene, ble hele filterflaten fuktet opp av tåkeskyen.



Figur 6 : Spiraldyse skrudd inn i skjøtemuffe for 25 mm materør. Denne konstruksjonen er benyttet både ved Rena Tekniske Verksted og i et forsøksanlegg bygget i Regionfelt Østlandet.



Figur 7 : Bruk av Leca U-blokker som kanal for spredestreng med spiraldyser. I tillegg til dysestrengen er det i dette anlegget også lagt inn en dryppslange. Bildet er fra infiltrasjonsanlegget for Rena Tekniske Verksted før infiltrasjonskanalen ble dekket med ca 80 cm løsmasser. Anlegget har vært i drift siden sommeren 2003.

Et viktig spørsmål ved bruk av spiraldyser i lukkede anlegg er i hvilken grad dysene gror igjen ved bruk. Et lukket dyseanlegg bygget høsten 2002 ved en boligriegg i Regionfelt Østlandet har hatt en kontinuerlig belastning tilsvarende 50 pe i mer enn 2 år. Dysene har så langt ikke vist tegn til gjengroing. Hvis gjengroing skulle finne sted over tid, kan dysene i likhet med dryppslanger renses ved spyling med hydrogenperoksid.

Forsøk med bruk av spiraldyser i blokkrensaneanlegg³ ga ikke tilfredsstillende renseresultat. Årsaken til dette var at selv de minste spiraldysene gir så store vannmengder pr tidsenhet at oppholdstiden i blokkfilteret blir for liten. I blokkanlegg bør det derfor kun benyttes dryppslanger til fordeling av vannet.

4.2 Testing av spiraldyser og spaltdyser i åpne anlegg

Ved Lier avfallsfylling gjennomførte Kolon-prosjektet forsøk med dysespredning av sigevann i åpne anlegg. Forsøkene ble gjort fordi dysespredning av sigevann i oksidasjonsbassenger og rensebassenger kan være en vei å gå for å rense sigevannet. Forsøkene ble gjort både med ubehandlet sigevann og med sigevann som var forbehandlet i et oksidasjonsbasseng. Det ubehandlede vannet var svært aggressivt hvilket medførte at spiraldysene som var av messing ble sterkt erodert og mistet sin evne til forstøving etter ca 1/2 års drift. Messingdysene ble byttet ut med plastdyser som ikke har vist tegn til erodering i den tiden de har vært i bruk (ca 3/4 år). Også Mamkaddysene er bygget av plast og tåler det aggressive vannet godt.

Forsøkene på Lier avfallsfylling viste at både spiraldyser og spaltdyser gror igjen med de vanntypene som ble benyttet. Størst gjengroing ble påvist i spiraldyser som ble belastet med ubehandlet sigevann. Begge dysetyper tåler imidlertid det spesielle vannet langt bedre enn tradisjonelle spredere. Spaltdysene krever høyere trykk enn spiraldysene for å fungere effektivt. Ved lavt trykk blir vannstrålen ikke forstøvet, og den stålkula som skal hindre gjentetting roterer ikke som forutsatt i dysekammeret. Dysene gror derfor relativt raskt igjen.

Dyser som skal brukes i åpne rensesystemer må tåle frost. På Lierfyllingen ble dysene testet ved temperaturer helt ned til - 20 °C. Spiraldysene fungerte tilfredsstillende ved disse temperaturene forutsatt at både dysene og tilførselsledningen ble drenert hver gang matepumpa stoppet.



Figur 8 : Mamkad spaltdyse i drift i sterk kulde ved Lier avfallsfylling.

³ Blokkanleggene er beskrevet i rapporten "Anleggstyper testet i Kolon-prosjektet"