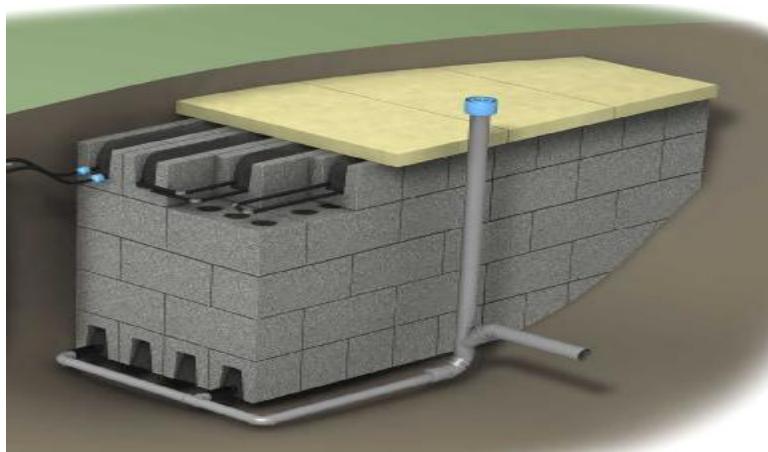


Kolon-prosjektet

## Anleggstyper testet i Kolon-prosjektet

Forfatter : Tore Østeraas

2005-03



## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Slamavskillere</b>	<b>5</b>
3.1	Sekkeavskillere	5
3.2	Eideavskilleren	8
3.3	Mjøs filterdukavskiller	10
3.4	Silbåndavskiller som forbehandling for større, naturbaserte renseanlegg	11
3.5	Avslammingsbassenger	12
<b>4</b>	<b>Komposteringsreaktor</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Renseanlegg for avslammet vann</b>	<b>15</b>
5.1	Infiltrasjonsanlegg med dryppslangespredning	15
5.2	Pumpekum for dryppslangeanlegg	17
5.3	Blokkanlegg	17
5.4	Kompaktanlegg	20
5.5	Drenerte rensebassenger	22
<b>6</b>	<b>Behandlingsanlegg for sigevann og gass fra avfallsfyllinger</b>	<b>24</b>
6.1	Forbehandlingsanlegg for sigevann	24
6.2	Luktfilter for deponigass	26

## 1 Sammendrag

En av målsetningene i Kolon-prosjektet har vært å utvikle ny avløps-teknologi som kan kombineres med enkle komposteringsanlegg for organisk avfall. Flere nye løsninger er utviklet og testet gjennom prosjektet. Løsningene kan grupperes under overskriftene *slamavskillere* og *nye renseløsninger*.

Under temaet "slamavskillere" er det flere anleggstyper som er testet:

*Sekkeavskillerne* er en gruppe som primært er beregnet for gråvann fra hytter. Gjennom de forsøkene som er gjort har en funnet frem til en sekketøy som egner seg godt for avslamming av gråvann. Sekken er tatt i bruk i kommersielle anlegg. Det anbefales ikke å bruke sekkeavskillere for svartvann med mindre sekken er meget stor.

*Filterdukavskillere* kan deles i to grupper, nemlig avskillere koblet sammen med enkeltklosetter og avskillere som dekker turistbedrifter og hyttefelt mm. *Eideavskilleren* er beregnet på enkeltklosetter og skiller væske og fast materiale fra hverandre på en effektiv måte. Det faste materialet, som holder 20 % TS, kan gå rett i komposteringsbeholderen. I nisjen for hyttefelt og turistbedrifter er en filterdukavskiller utviklet sammen med Mjøse metallvarefabrikk gitt lovende resultater. Anlegget passer best sammen med vakuumpoletter eller lavtspylende klosetter på separat ledning.

For større anlegg av typen rensedamper med åpne laguner, er to avskillere vurdert; en kompakt silbåndavskiller som gir > 20 % TS og et avslammingsbasseng som i sin helhet er konstruert og utprøvet under Kolon-prosjektet. Begge anleggene vurderes som velegnet for formålet.

I tilknytning til vurderingen av slamavskillerne, ble også anlegg for hurtigkompostering testet. En komposteringsreaktor, som opprinnelig er konstruert for matavfall, ble funnet å være velegnet også for kompostering av slam fra slamavskillere. I løpet av 3 døgn gir reaktoren et hygienisk kompostprodukt med et volum som er bare 20 % av det opprinnelige slamvolumet.

Under temaet ”nye renseløsninger” er det også flere nyskapninger som for eksempel:

*Infiltrasjonsanlegg med dryppslangefordeling.* Denne type anlegg er sannsynligvis den mest fleksible infiltrasjonsløsning som finnes fordi det nesten ikke stilles krav til terrenget der anlegget skal ligge. Renseeffekten er også meget god.

*Blokkanlegg* er en aktuell anleggstype i spredt bosetning hvor det ikke er infiltrasjonsmuligheter. Anleggene er lette å bygge og gir god renseseffekt for både fosfor og KOF. For å få tilfredsstillende rensesultat må det benyttes dryppslanger til fordeling av vannet over filterflaten.

*Kompaktanlegg* er et interessant produkt på grunn av plasseringsvennligheten og den kompakte størrelsen. Anleggene er konstruert for rensing av gråvann fra hytter med maksimalt 3 måneders brukstid pr. år. Brukes hytta mer enn 3 måneder, blir filterets levetid redusert.

*Drenerte rensedbassenger* er en anleggstype som erstatter åpne infiltrasjonsbassenger i områder hvor infiltrasjon ikke er mulig. Både hydraulisk og resemessig fungerer anleggstypen godt. Da anlegget ikke stiller krav til løsmassenes infiltrasjonsegenskaper, er det plasseringsvennlig, og kan gjerne legges tett inn til bebyggelse.

Et behandlingsanlegg for sigevann basert på dekk-klipp er bygget på Lier avfallsfylling. Anlegget har gitt gode rensesultater, og åpner for muligheter i behandlingen av sterkt forurenset og illeluktende sigevann.

## 2 Innledning

I Kolon-prosjektets målsetning heter det blant annet at "det skal utvikles kostnadseffektive avløpsrensaneanlegg hvor ny filterteknologi i kombinasjon med naturbaserte løsninger skal benyttes. Rapporten beskriver det arbeidet som er gjort for å tilfredsstille denne målsetningen. Ved gjennomføringen har det vært en viktig ledetråd at de nye anleggene skal kunne betjene hus- og hytteeiere som har så dårlige grunnforhold at tradisjonelle, naturbaserte anlegg ikke kan brukes.

I forsøksarbeidet er hele rensprosessen vurdert, d.v.s. at så vel nye metoder for slamavskilling som fordelingssystemer og filtre er utviklet og testet. Testingen har primært foregått ved Kolons feltstasjon på Rena, i vertskommunene Åmot, Engerdal og Os, og ved feltstasjonen på Lier avfallsfylling. For å gjøre fremstillingen komplett, er det også tatt med løsninger som i hovedsak er utviklet utenfor Kolon-prosjektet. I de tilfeller hvor dette har skjedd, er det gjort oppmerksom på det i rapportteksten.

Alle Kolonanleggene består av 3 hovedkomponenter :

1. Slamavskiller
2. Fordelingssystem for det forurensede vannet
3. Filterenhet for rensing av vannet

I de følgende avsnitt er forskjellige varianter av hovedkomponentene beskrevet hver for seg med testresultater der dette finnes.

### 3 Slamavskillere

Kolon-prosjektets hovedmålsetning om å utvikle et lukket komposteringsystem for så vel kjøkkenavfall som avvannet avløpsslam, stiller andre krav til slamavskilling enn det som oppnås i tradisjonelle slamavskillere for enkelthus. Det viktigste kravet er at tørrstoffinnholdet etter avskilling bør være minimum 20 %. Tørrstoffinnholdet har vært styrende for hvilke avskillingssystemer som er valgt. I tillegg har det vært et ønskemål at avskilleren også skal kunne fungere som komposteringsbeholder.

#### 3.1 Sekkeavskillere

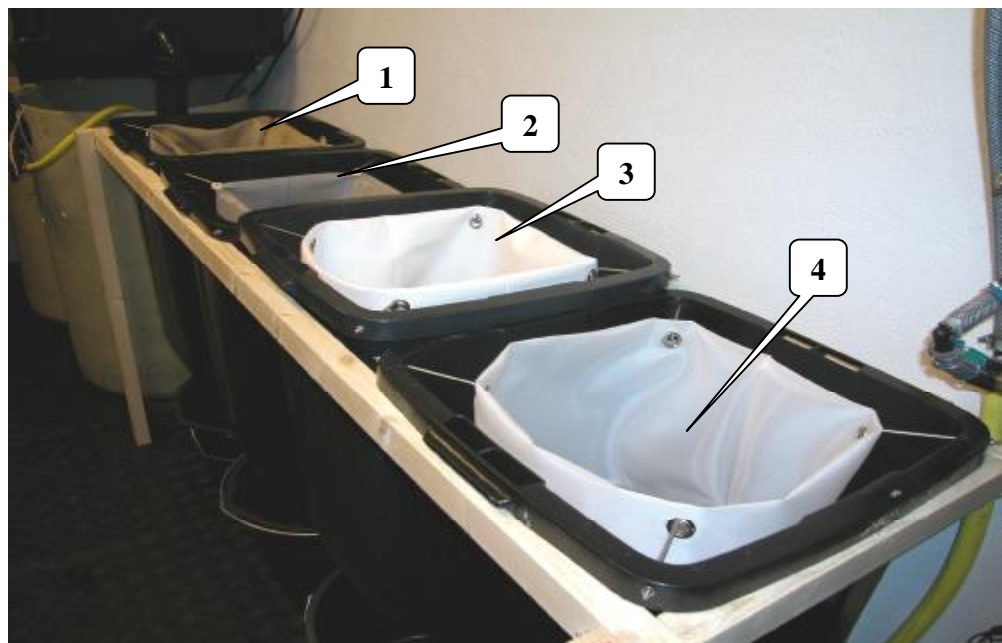
Sekker har vært benyttet for avslamming av gråvann i flere år. I sin enkleste form består den av en sekk hengt opp i en holder. Avløpsvannet som skal renses ledes til sekken gjennom et rør som munner ut på toppen av sekken. De faste partiklene i vannet blir liggende i sekken, mens vannet dreneres gjennom sekkens vegg til en utvendig beholder.

På grunn av gråvannets lave innhold av faste partikler har det blitt stilt svært beskjedne krav til sekkens egenskaper. Etter hvert som gråvannet har endret karakter med påkobling av oppvaskmaskiner og større mengder fettholdig avløp fra kjøkkenet, har kravet til sekken blitt vesentlig skjerpet. Også bruk av dryppslanger i rensetrinnet etter sekkeavskilleren medfører endringer i kravene.

For driften av dryppslanger er det særlig avgivelsen av fibre fra sekken som kan skape problemer. Jutesekker og enkelte typer syntetiske sekker avgir til dels store mengder fibre som kiler seg fast i dryppslangenes labyrinter og forårsaker gjentetting. For nærmere beskrivelse av dette vises det til rapporten "Nye sprede- og fordelingsystemer".

For å få et bedre grunnlag for vurdering av aktuelle sekketyper til gråvann, ble en rekke varianter testet ved Kolons feltstasjon på Rena. Både sekker av vevd materiale og av ikke-vevd filterduk ble testet med følgende resultat:

- Jutesekker og andre sekker av organisk materiale er komposterbare og blir derfor omsatt sammen med avfallet i komposteringsbeholderen. Dette er positivt, men medfører samtidig at sekken blir så svak over tid at den lett revner eller faller fra hverandre. Som nevnt i foregående avsnitt avgir den også fibre som kan medføre driftsproblemer i renseanlegget for avløpsvannet.
- Hvis jutesekk skal brukes, bør den legges i en ikke nedbrytbar yttersekk som ivaretar kravet til styrke og som filtrer fra fibre.
- Sekker av flettede kunstfiberstrimler har ujevn maskevidde som gir svært varierende permeabilitet og filtreringsevne over filterflaten. Sekken egner seg verken som yttersekk eller som filtersekk.
- Sekker av vevd kunstfibertråd har meget jevn maskevidde og permeabilitet over filterflaten og kan fås i mange varianter. Sekken filtrerer bra, men gror igjen og mister permeabiliteten i løpet av kort tid. I forsøkene på Rena ble permeabiliteten i sekken halvert på mindre enn 1 døgn.
- Kunstfibersekker av ikke-vevd materiale kom klart best ut av funksjonstestene. Særlig fungerte kunstfibersekker med svakt lodden overflate godt både med hensyn til stabilitet mot gjentetting og frafiltrering av partikler. Denne sekketypen ble derfor bl.a. valgt til Vera compact FM 1-anlegget hvor gråvannet forbehandles i sekk. Anlegget er utviklet i samarbeide med Kolon-prosjektet.



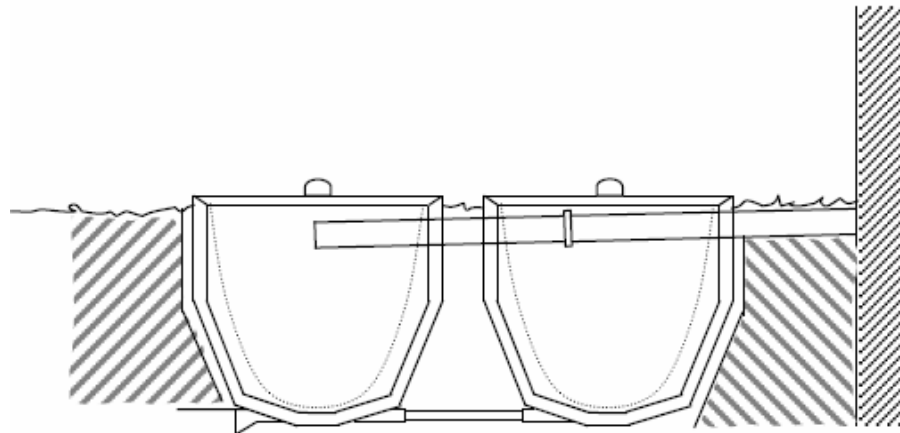
*Figur 1 : Fra forsøk med avskilling av slam fra avløpsvann i forskjellige typer filtersekker. Sekk nr 1: Jutesekk. Sekk nr 2: Ikkevevd kunstfiber. Sekk nr 3: Nylonvev med liten maskevidde Sekk nr. 4: Nylonvev med middels maskevidde. Sekk nr 2 kom best ut av testen.*

Den største trusselen mot sekkeavskillerens funksjon er fett i gråvannet. Allerede tidlig i forsøksprogrammet med testing med gråvann ble gjentettingsproblemer registrert på visse sekketyper. Også i den første produksjonsmodellen av Veras FM 1-anlegg gikk sekkene tette etter kort tid på grunn av fettavleiring i selve veven. Problemet ble løst ved å velge den mest "fettresistente" sekketyper og montere en enkel fettavskiller på toppen av sekken. Anlegget presenteres i et senere avsnitt i rapporten.

Sekkeavskillere er også prøvd for svartvann, og brukes bl.a. i den svenske "Kaggen". Erfaringen med bruk av sekker til svartvann er imidlertid liten. Et enkelt forsøk ble gjennomført med forskjellige typer ikke-vevde fiberduker ved feltstasjonen på Rena. Som svartvann ble det brukt en blanding av grisemøkk og vann. Forsøkene viste at svartvannet tetter sekkene uansett hvilken duktype som benyttes. Med mindre det benyttes svært store sekker slik som i Kaggen (600 l), må det derfor frarådes å benytte sekkeavskillere direkte til svartvann. Kombinert med en avskillingsenhet på toppen av sekken er sekkeavskilleren imidlertid også egnet for avløp fra vannsparende klosett. For tiden utprøves en kombinasjon av en kompakt, avskillingsenhet og en sekkeavskiller for denne typen avløp. Resultatene er lovende. Avskilleren, som har fått navnet "Eideavskilleren" beskrives i neste kapittel.



*Figur 2 : Bilde fra forsøkene med avslamming av svartvann i sekk ved feltstasjonen på Rena. Ingen av sekkene som ble testet var egnet for denne type vann.*



*Fig. 3. Sekkeavskilleren "Kaggen" som benytter en sekk på 600 l for avslamning av svartvann fra en boligenhet. Figuren viser et snitt gjennom et anlegg med 2 kagger som er gravd ned i bakken. Kaggen er nærmere beskrevet i rapporten "Kompostering av slam og våtorganisk avfall".*

Gjennom de forsøkene som er gjort ved Rena feltstasjon har en altså funnet frem til en sekkestype som egner seg godt for avslamning av gråvann. Sekken er tatt i bruk i kommersielle anlegg. Kombinert med en enkel fettavskiller vil det normalt ikke være behov for skifte av sekk mer enn én gang pr år for et vanlig hytteanlegg. Det anbefales ikke å bruke sekkeavskiller for svartvann med mindre sekken er meget stor.

### 3.2 Eideavskilleren

En viktig målsetning for Kolon-prosjektet var å utvikle en filterenhet som kunne separere svartvannet slik at det faste materialet kunne komposteres lokalt. Flere løsninger ble vurdert hvorav to ble testet. En avskiller som er konstruert for rensing av takvann ble bygget om og testet med vann fra det kommunale avløpsnett. Avskilleren ga alt for høyt vanninnhold på slammet (over 40 %), og forsøkene ble derfor avbrutt.

Den andre avskilleren som ble testet var en kompakt mekanisk avskiller utviklet av forsker Arne Eide. Avskilleren har fått navnet "Eideavskilleren" etter oppfinneren. Når avskilleren er i bruk, ledes svartvannet inn i et lukket kammer hvor vannet evakueres gjennom et finmasket filter i veggen. Når alt vannet er evakuert, åpner en luke i bunnen av kammeret og det faste materialet faller ned i en komposteringsbeholder. Materialet har da et tørrstoffinnhold på ca 20 % og egner seg godt for kompostering. Vannet ledes til infiltrasjon eller til rensing i et kompaktfilter.

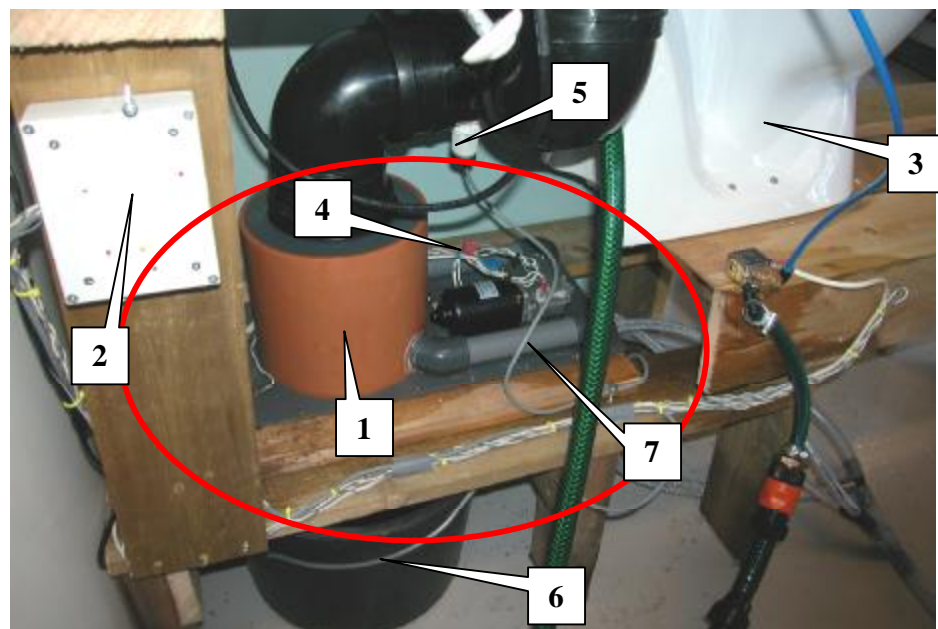
Eideavskilleren har blitt testet gjennom en 5-årsperiode i en hytte på Sørvestlandet. I tillegg har den gjennomgått en funksjonstest ved feltstasjonen på Rena. I denne testen er det simulert 50 000 dobesøk.

Resultatet av testen kan oppsummeres slik:

- Avskilleren har fungert tilfredsstillende mekanisk gjennom hele testperioden. Enkelte bevegelige deler måtte forsterkes, men ut over dette var holdbarheten god.
- Elektronikken på testmodellen var overfølsom og ga feilmeldinger relativt ofte. Ny og mindre følsom elektronikk ble montert og problemene opphørte.
- Hovedpakningen i avskillingskammeret tettet for dårlig slik at tørrstoffinnholdet i det fast materialet ble høyere enn ønskelig. Ny og forbedret pakning blir installert og problemet forventes å være løst.

I tillegg til å testes med klosettavløp ble det også koblet en kjøkkenkvern til avskilleren. Dette ble gjort for å klarlegge om avskilleren også kunne håndtere kjøkkenavfallet i tillegg til klosettavløpet. Forsøkene var negative. Oppmalte grønnsakrester tettet filterduken i avskillingskammeret slik at vannet ikke trakk ut. Avskilleren anbefales derfor ikke brukt sammen med kjøkkenkvern. Kjøkkenkverna bør heller kobles til gråvannsanlegget med avskilling i for eksempel en sekkeavskiller. Avskilleren er under patentbehandling med Vera Miljø som patentsøker.

Konklusjonen etter testene var at avskilleren tilfredsstiller de ønskemål som var satt ved oppstarten av Kolon-prosjektet med god margin. Avskilleren er kompakt, skiller vann og fast materiale på en utmerket måte og er robust i utførelsen.



Figur 4 : Eideavskilleren testes. Den røde linjen sirkler inn selve avskilleren. 1 er avskillingskammeret, 2 er elektronikk-boksen som styrer avskilleren, 3 er vannklosettet, 4 er avløpsrøret fra klosettet til avskilleren, 5 er en føler som registrerer når vannstrømmen kommer, 6 er beholderen for fast materiale og 7 er avløpsrøret for slamavskilt vann.

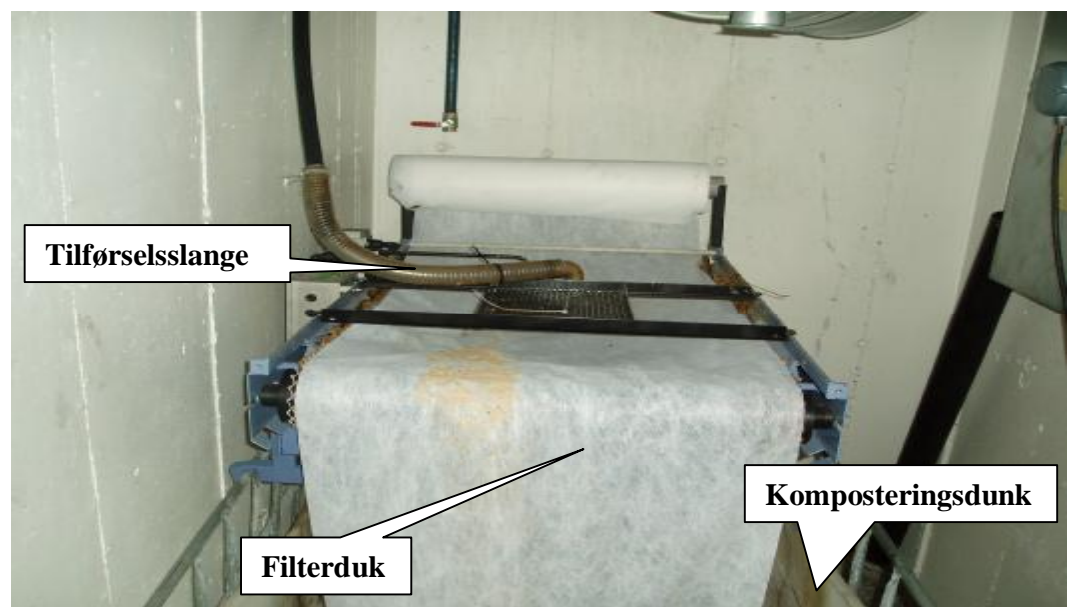
### 3.3 Mjøs filterdukavskiller

Slamavskilling ved hjelp av filterduker er en velkjent teknologi i industrien. Også for rensing av avløpsvann finnes det slike avskillere, men kun for store vannmengder.

Mjøs metallvarefabrikk har med basis i en industrimodell sett mulighetene for å utvikle en kompakt filterdukavskiller for klosettavløp. I første omgang siktes det mot en modell som kan brukes i hyttefelt og turistbedrifter med vakuumpoletter koblet på separat ledning. Et anlegg for enkelthus og hytter er også teknisk mulig, men vil sannsynligvis bli for kostbart til å kunne konkurrere i markedet. På grunn av den enkle og robuste konstruksjonen og den lange erfaringen fra bruk i industrien, vurderes produktet som interessant for rensing av toalettavløp.

Arbeidsprinsippet for avskilleren er enkelt: Avløpsvannet spyles ut over en permeabel filterduk i et avskillingskammer slik som vist på bildet i fig 5. Vannet renner gjennom duken og ned i et oppsamlingskar og videre til et renseanlegg. Det faste materialet blir liggende på duken. Etter hvert som duken fylles med fast materiale, avtar permeabiliteten og vannet stuves opp. Dette starter en fremtrekksmekanisme som drar fast avfall og tett duk over i komposteringsbeholderen og blottlegger ny, ren duk i avskillingskammeret. Anlegget er da klart til å ta imot nytt avløpsvann for avskilling. Prosessen er helautomatisk og kontinuerlig.

Testanlegget ved Mjøs metallvarefabrikk er satt opp for bruk med vakuumpoletter med < 1 l vann pr. spyling. Anlegget tar mot avløpet fra ca 30 personer. Det anses som uproblematisk å bruke samme anlegg for lavtspylende klosetter, men dette er ikke testet i Kolon-prosjektet.



Figur 5 : Mjøs filterdukavskiller montert ved Mjøs metallvarefabrikk. Anlegget er satt opp for vakuumpoletter.

Konklusjonen fra testene er at kompakte filterdukavskillerer for avløpsvann dekker en nisje for hyttefelt og turistbedrifter med vakuumpoaletter eller lavtspylende klosetter på separat ledning. Mjøsavskilleren er en slik enhet som gjennom uttesting i Kolon-prosjektet har dokumentert robust driftssikkerhet og produksjon av et slam som er velegnet for kompostering.

### 3.4 Silbåndavskiller som forbehandling for større, naturbaserte renselanlegg

Store, naturbaserte renselanlegg hvor rensingen skjer i infiltrasjonslaguner har vanligvis kun en grovsil som forbehandling før vannet ledes ut i infiltrasjonsbassengene. Etter hvert som slammet hopet opp i bassengene, må det skrapes ut og legges til frilandskompostering før det kan brukes. Dette er en tungvint håndteringsmåte som dessuten kan skape luktproblemer. Kolon-prosjektet har søkt etter løsninger hvor slammet kan tas ut på en enkel måte før infiltrasjon for å spare bassengene og muliggjøre direkte kompostering for eksempel i en komposteringsreaktor.

En mulig løsning er bruk av silbåndavskiller som arbeider etter samme prinsipp som Mjøsavskilleren. Kolon-prosjektet har ikke testet store silbåndavskillerer, men har vurdert det som en mulig løsning for ett av sine utviklingsanlegg, nemlig anlegget i Trysilfjell sør som er beskrevet i et senere avsnitt i rapporten. Figur 6 viser en tegning av en silbåndavskiller som produserer et slam med tørrstoffinnhold på >20 %. Slammet kan med andre ord komposteres direkte uten ytterligere avvanning.

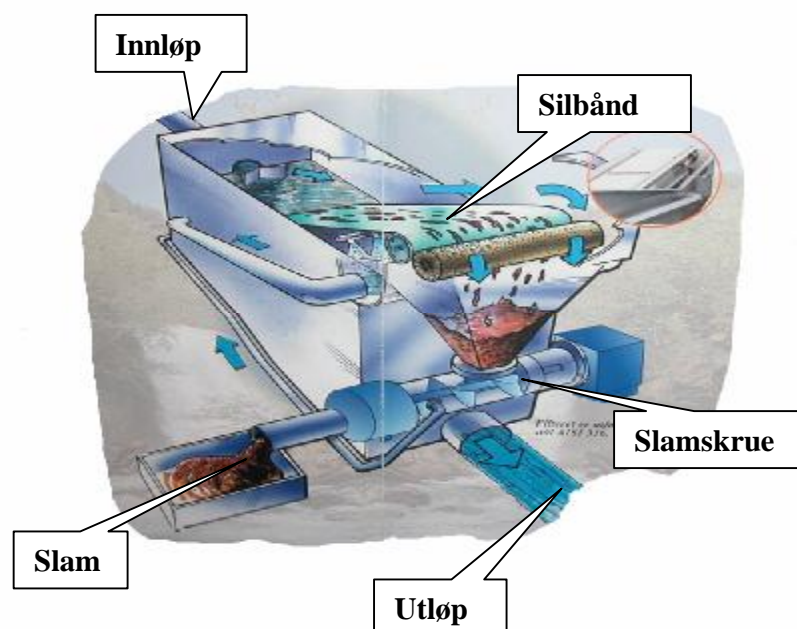
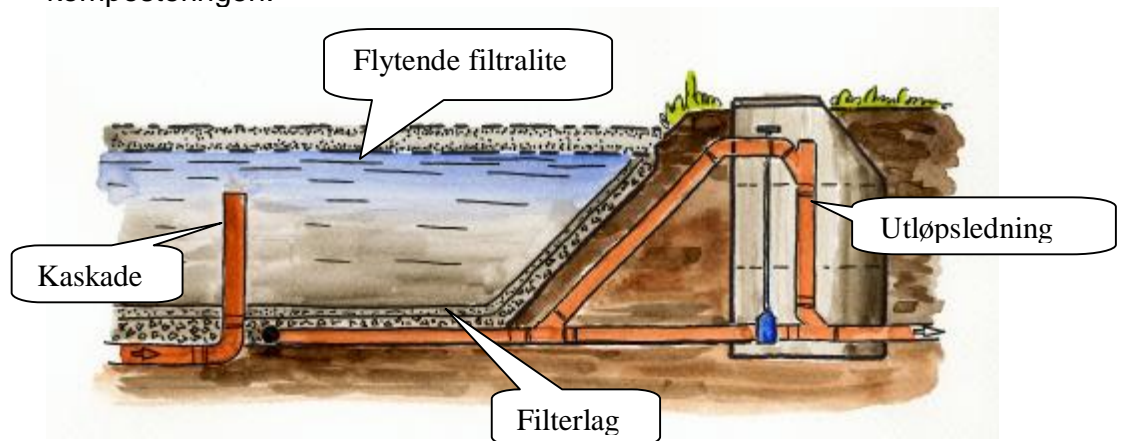


Fig. 6. Silbåndavskiller for store vannmengder. Avskilleren over leveres av Soby Miljøfilter AS.

### 3.5 Avslammingsbassenger

Et alternativ til silbåndavskillere eller andre mekaniske avskillere som forbehandling for store, naturbaserte renseanlegg, er et avslammingsbasseng. En prototype er utviklet for Trysilfjell Utmarkslags renseanlegg i Trysilfjell sør.

Prinsippet for avskilling er at ubehandlet vann tilføres bassenget gjennom dykkede kaskader (se fig. 7). Bassenget har et 20 cm tykt, flytende toppsjikt med 10 – 20 mm filtralite som danner en lukt- og frostsperre mot omgivelsene. Det avslammede vannet ledes ut av bassenget gjennom dreneringsrør som ligger i et 30 cm lag med dekk-klipp fylt med 10 – 20 mm filtralite. Laget er avrettet med 10 cm 2 – 4 mm pukkk som danner et fast dekke som det kan kjøres på i forbindelse med tømning av slambassengene. Ved bytte av basseng tømnes bassenget som har vært i drift for vann og settes i hvile. Slammet vil da inneholde all filtraliten som var i toppsjiktet, noe som er antatt å gi en positiv effekt i forbindelse med komposteringen.



Figur 7 : Snitt av avslammingsbasseng av den type som er planlagt i Trysilfjell sør. Tegning :Johan Sundberg.

To modellanlegg av avslammingsbassenget er testet ved feltstasjonen på Rena. En nedskalert kopi av Trysilanlegget med 3 m<sup>2</sup> filterflate er bygget ute, mens et komplett modellanlegg av hele renseanlegget inklusive et avslammingsbasseng med 1 m<sup>2</sup> filterflate er bygget inne. Begge anleggene er testet hydraulisk med tanke på å klarlegge hvordan filterets permeabilitet påvirkes med økende slammengde over filteret. Også anleggets kapasitet for slam er testet. Ved avslutning av forsøksperioden ble følgende konklusjoner trukket:

Begge anleggene fungerte etter hensikten med meget god slamavskilling. Ved visuell bedømmelse av det avslammede vannet ble det karakterisert som "klart med en svak brunlig farge".

Luktdempingen i selve avslammingsbassenget var effektiv. Det var knapt mulig å kjenne lukt fra bassengoverflaten selv helt ned mot lettklinkerdekket.

Med den vanntypen som ble benyttet ved feltstasjonen (kommunal kloakk fra nettet), tålte filterflaten en belastning på  $2,5 \text{ m}^3$  pr døgn og  $\text{m}^2$  etter ca 2 måneders drift. Den dimensjonerende belastningen på denne type anlegg er satt til  $1,5 \text{ m}^3$  pr døgn og  $\text{m}^2$  når sikkerhetsmarginen er lagt inn. Dimensjonerende belastning må imidlertid avpasses etter typen avløpsvann som skal renses.

Modellforsøkene har ikke gitt svar på hvor store slammengder som kan tilføres anlegget før det må settes i hvile og skrapes. Til det har anleggene vært kjørt for kort tid.

## 4 Komposteringsreaktor

Frilandskompostering er neppe en metode som egner seg for kompostering av de beskjedne slammengdene som produseres i Kolon-anleggene. Det har derfor vært vurdert metoder hvor slammet kan behandles i en lukket beholder med tilleggsvarme for å sikre at komposteringsprosessen går langt nok innenfor rimelig tid. En er blitt stående ved en komposteringsreaktor som er utviklet for matavfall som et godt alternativ for små slammengder.

Reaktoren gir et hygienisk tilfredsstillende produkt i løpet av 3 døgn. Reaktoren, som leveres av Biosystemer Norge AS i Bergen, ble utprøvd på slam fra en Rotosieve ved Bjørkelangen renseanlegg. Resultatene var svært gode med en volumreduksjon på ca 80 % i løpet av 3 døgn. Sluttproduktet var som lett og luftig torvstrø. Reaktoren kan leveres i mange størrelser og kan skreddersys for hver enkelt kunde. Det er besluttet at en reaktor av den type som er testet på Bjørkelangen skal installeres ved Kolon-anlegget i Trysilfjell Sør. Det planlegges å koble kjøkkenkverner til innløpet for å få samkompostert slam og matavfall.

For enkelthusanlegg kan det være aktuell å videreutvikle en variant av en hjemmekomposteringsdunk til å ta imot avfallet fra sekkeavskillere og filterdukavskillere. Utviklingsarbeidet er ikke tatt opp i Kolon-prosjektet.



*Figur 7 : Interiør fra komposteringsreaktoren som er utprøvd på Bjørkelangen. Kompostering prosessen akselereres med tilsetning av komposteringsbakterier og varme.*

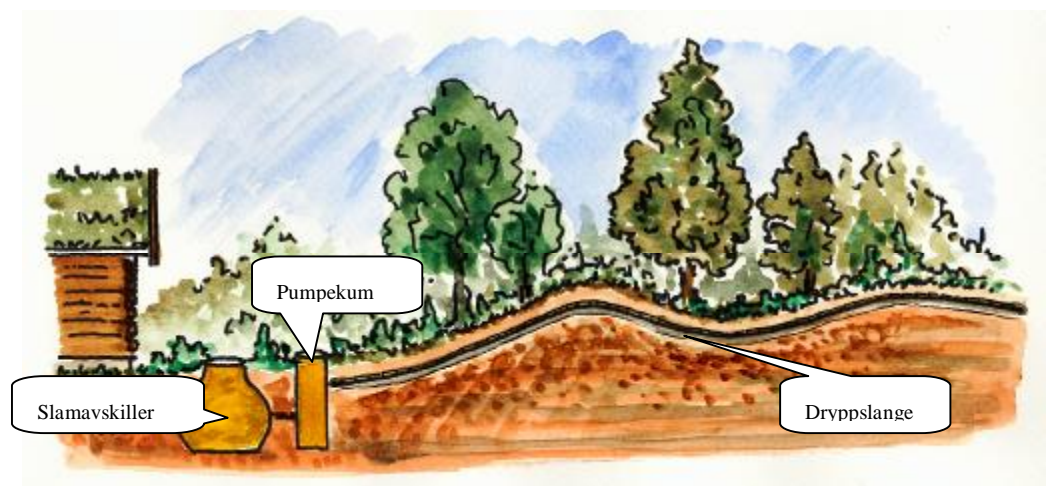
## 5 Renseanlegg for avslammet vann

Fem forskjellige typer naturbaserte renseanlegg er utviklet og testet i Kolon-prosjektet. Med ett unntak kan alle anleggene bygges på steder hvor infiltrasjon ikke er mulig. De fem anleggstypene er:

1. Grunt infiltrasjonsanlegg med dryppslangespredning
2. Blokkanlegg
3. Kompaktanlegg
4. Drenerte renebassenger
5. Behandlingsanlegg for sivevann

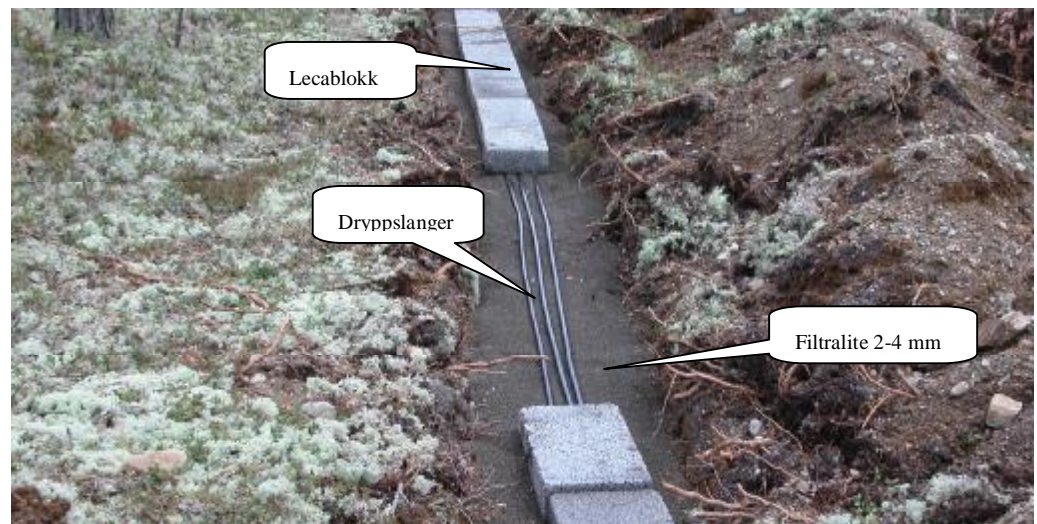
### 5.1 Infiltrasjonsanlegg med dryppslangespredning

Infiltrasjonsanlegg med dryppslangespredning ble utviklet for å muliggjøre infiltrasjon av avløpsvann i vanskelig terreng med grunne infiltrasjonsmasser. Anlegget utformes som én eller flere grøfter som følger terrenget og kan svinges forbi steiner, trær og bygninger. Grøftene kan legges i terreng med høydeforskjeller på 10 m eller mer avhengig av hvilket trykk pumpa gir. Figur 8 viser en skisse av de komponentene som inngår i dryppslangeanlegget.



Figur 8 : Snitt gjennom typisk dryppslangeanlegg. Anlegget består av en slamavskiller, en spesialkonstruert pumpekum for dryppslanger og selve dryppslangegrøfta. Tegning: Johan Sundberg.

Anlegget som er testet på feltstasjonen på Rena og som er vist i figur 9 er et enkelthusanlegg. Det er imidlertid ingen begrensninger i størrelsen på anleggene forutsatt at lengden på dryppslangesløyvene avpasses etter pumpetrykket. Sløyfer på mer enn 300 m anbefales imidlertid ikke selv om trykket tillater enda større lengder. For øvrig vises det til rapporten "Nye sprede- og fordelingsystemer for naturbaserte renseanlegg" når det gjelder konstruksjonen og funksjonen av dryppslangene. Renseeffekten i anlegget blir som for et konvensjonelt infiltrasjonsanlegg.



*Figur 9 : Utsnitt av dryppslangeanlegg under bygging. Dryppslangene legges i en grunn grøft med 20 cm 2 – 4 mm filtralite og dekkes med 15 cm Leca blokker som isolasjon og beskyttelse. Det anbefales å legge selvregulerende varmekabel i grøfta for å beskytte mot frost.*

Dryppslangeanleggene kan dimensjoneres som konvensjonelle infiltrasjonsanlegg. Det anbefales imidlertid at grøftelengden økes med 50 – 100 % av det vanlige for å øke sikkerheten og renseevnen. En dobling av grøftelengden betyr svært lite økonomisk for et så enkelt anlegg som dette er.

Dryppslangene skal alltid legges med tilbakespylingslange som føres inn i slamavskilleren eller pumpekummen. Det bør alltid brukes 2 slangesett. Mens ett sett er i bruk skal det andre stå i hvile. Anlegget som står i hvile kan med fordel gjennomspyles med 6 % peroksid før det tas i bruk på nytt.

Konklusjonen er at dryppslangeanlegg sannsynligvis er den mest fleksible infiltrasjonsløsning som finnes fordi det nesten ikke stilles krav til terrenget der anlegget skal ligge. Renseeffekten er også meget god på grunn av den jevne fordelingen av vannet over filterflaten. I tillegg er arealbelastningen liten med bare 7 l vann pr løpemeter grøft og time. Forsøkene på Rena viser at anlegget bare må tilføres godt avslammet vann for å fungere tilfredsstillende. Riktig dimensjonert, trekamret slamavskiller regnes som god forbehandling.

## 5.2 Pumpekum for dryppslangeanlegg

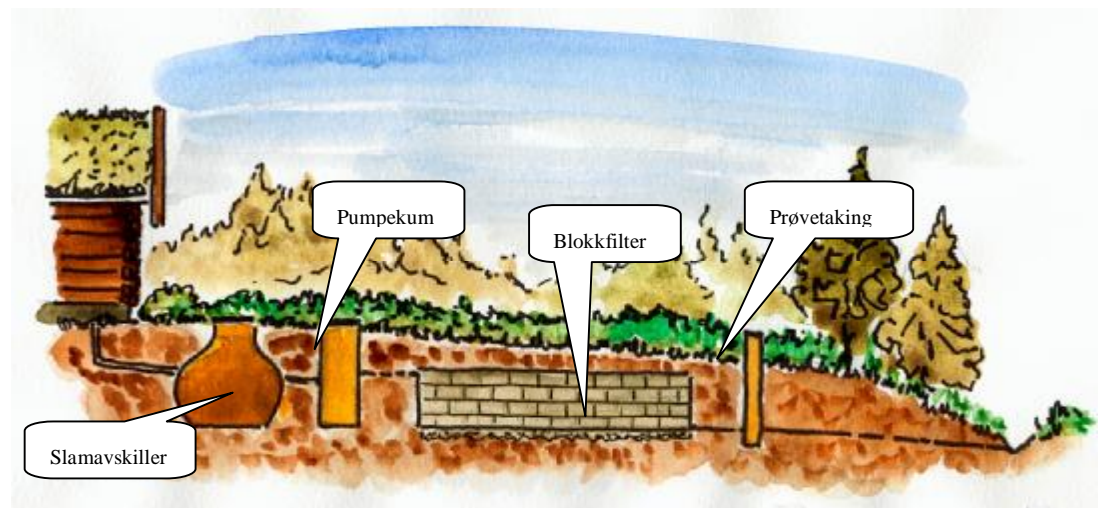
Som det fremgår av rapporten "Nye sprede- og fordelingssystemer" krever dryppslangene korrekt pumpetrykk og en anordning som sikrer automatisk gjennomspyling av slangene ved pumpestart. I Kolon-prosjektet ble det utviklet en ny pumpekum med tilbakespylingsautomatikk og uttak for 2 slangesløyfer. Kummen produseres av Dryppvanning AS, Bøverbru. Figur 10 viser prototypen som ble testet ut ved feltstasjonen på Rena.



Figur 10 : Prototyp på pumpekum for dryppslangeanlegg bygget for testing av anleggene på feltstasjonen i Rena rensepark. Prototypen er videreutviklet og satt i produksjon av Dryppvanning AS.

## 5.3 Blokkanlegg

Blokkanlegg er en ny anleggstype hvor rensemediet består av blokker med kjent rensekapasitet. Fig. 11 viser en skisse av et komplett anlegg med slamavskiller, pumpekum og blokkfilter.



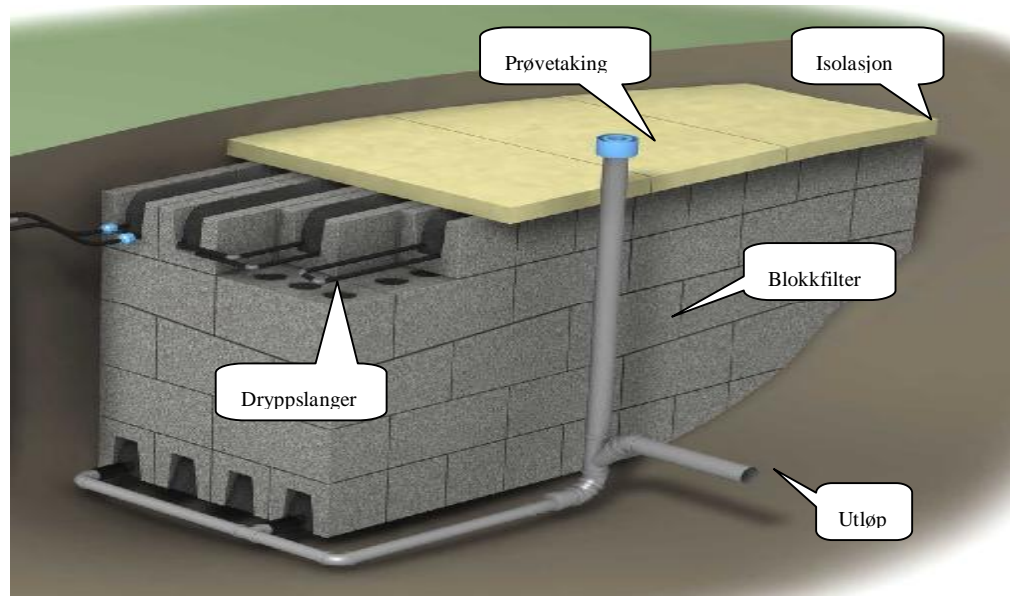
Figur 11 : Hovedkomponentene i et blokkrenseanlegg. Tegning: Johan Sundberg.

I Kolon-prosjektet er det bygget flere blokk-anlegg både som fullskalaanlegg og som nedskalerte modellanlegg. Alle modellanleggene er lagt til feltstasjonen i Rena rensepark. I forsøksanleggene er det benyttet Leca finblokk som rensemiddel. Finblokken er godt egnet til denne typen anlegg både med hensyn til hydraulikk og renseevne. Som det fremgår av rapporten "Bruk av lettklinkerbaserede filtermedier" er det imidlertid sannsynlig at finblokken i fremtiden blir erstattet av en renseblokk hvor fosforbindende kjemikalier er tilsatt i sementlimet. Dette vil øke renseeffekten i anlegget ytterligere, samtidig som anlegget kan gjøres mer kompakt.

Som nevnt består et blokkrenseanlegg av slamavskiller, pumpekum og blokkfilter. Vanlig, trekamret slamavskiller anbefales som standardløsning, også for hytter. Skal anlegget brukes for gråvann kan imidlertid sekkeavskiller med fettfilter brukes som forbehandlingsanlegg.

Alle forsøk viser at fordelingen av vannet over blokkfilteret må skje med dryppslanger eller annet fordelingsystem som gir liten arealbelastning pr. tidsenhet. Vanlige infiltrasjonsrør bør ikke brukes da de gir kortslutningsstrømmer i blokkene under hvert hull. Nærmere dokumentasjon på dette finnes i rapporten "Nye sprede- og fordelingsystemer" Fordi blokkanleggene bruker dryppslanger, må den spesialkonstruerte pumpekummen for dryppslanger benyttes.

Konstruksjonen av selve blokkfilteret fremgår av fig. 12.



Figur 12 : Blokkfilter bygget opp av Leca finblokk og U-blokker. Konstruksjonen er beskrevet i teksten under. Tegningen er utført av Vera Miljø.

Som det fremgår av figuren består filteret av 25 cm Leca finblokk stablet sammen til et rektangulært filter. Hullene i blokkene er fylt med Filtralite P. Bunnen av filteret består av Leca U-blokker plassert på en tynn pute av Filtralite P. I U-blokkene ligger det 32 mm, perforerte sugerør som fanger opp det rensede vannet. Også på toppene av filteret ligger det u-blokker. I disse blokkene ligger det 2 sløyfer dryppslanger som er koblet til pumpekummen. Dryppslangene er dekket med 2 – 4 mm filtralite. Legg merke til at utløpsrøret munner ut et stykke opp på filteret. Dette er gjort for at mest mulig av det rensede vannet skal kunne infiltrere i grunnen under anlegget. Kun overskuddsvannet går til utløpet.

I anlegget i figur 12 er det benyttet 3 lag med blokker i tillegg til U-blokkene. Der anbefales imidlertid å bruke 4 lag for å gi best mulig renseeffekt.

Som det fremgår av rapporten "Lettklinkerbaserte filtermedier" anbefales det å dimensjonere filteret etter 1,2 m<sup>3</sup> blokk pr. år ønsket levetid for filteret for et bolighusanlegg. Et anlegg som skal holde i 20 år blir derfor på 25 m<sup>3</sup>. Dette er et konservativt anslag som kan bli moderert etter hvert som erfaringen med anleggene kommer. For hytter med vanlig bruk benyttes 0,2 m<sup>3</sup> blokk pr. år ønsket levetid, eller 4 m<sup>3</sup> totalvolum for et anlegg som skal holde i 20 år.

Når det gjelder renseeffekter som kan forventes i blokkianlegg, vises det til rapporten "Bruk av lettklinkerbaserte filtermedier"

Det rensede vannet fra anlegget er ikke hygienisk betryggende. Ved ett av Kolons fullskala forsøksanlegg i Tynset er innholdet av koliforme bakterier i utløpsvannet registrert. Analysene viser at renseeffekten ligger på ca 80 % etter ett års drift med utslipp av 920 CFU/100 ml. Det må understrekes at målingene er foretatt på et anlegg hvor fordelingen av vannet skjer med vanlige infiltrasjonsrør og hvor kortslutningsstrømmer i filteret er sannsynlig. Resultatet forventes å bli langt bedre ved bruk av dryppslanger. På grunn av svikt i analysene finnes det imidlertid ikke pålitelige hygienetall for blokkianlegg med dryppslangespredning.

I de tilfeller hvor det stilles hygieniske krav til utløpsvannet, finnes det enkle og rimelige kloreringsanlegg og UV-anlegg som kan benyttes.

Blokkianlegg er en aktuell anleggstype i spredt bosetning hvor det ikke er infiltrasjonsmuligheter. Anleggene er lette å bygge og gir god renseeffekt for både fosfor og KOF. For å få tilfredsstillende renseresultat må det benyttes dryppslanger til fordeling av vannet over filterflaten. Vanlige infiltrasjonsrør gir kortslutningsstrømmer med redusert renseeffekt og høyt bakterieutslipp som resultat.

## 5.4 Kompaktanlegg

Med kompaktanlegg menes et renseanlegg hvor slamavskiller, pumpekum og filterenhet er samlet i en kompakt enhet. I samarbeide med Vera Miljø har Kolon-prosjektet utviklet et nytt kompaktanlegg basert på NAVAs grunnidé, men hvor dryppslangefordeling, ny sekkeavskiller og nytt pumpesystem er introdusert. En prototyp av anlegget som er vist i figur 13 ble testet ved feltstasjonen på Rena. Konklusjonene fra testen er sammenstilt nedenfor:

Dysespredningen i den opprinnelige modellen ble erstattet med 60 m dryppslanger med i alt 180 drypppunkter jevnt fordelt over filterflaten. Løsningen viste seg å være gunstig for funksjonen av filteret. Fordelingen av vannet ble forbedret samtidig som arealbelastningen ble redusert til ca 5 l/m<sup>2</sup> og minutt. Dette er gunstig både for renseseffekten og for oksygentilstanden i filteret.

En frittstående sekkeavskiller for forbehandling av innløpsvannet ble flyttet inn i sentrum av anlegget og kombinert med pumpekummen. Dette ga en svært kompakt løsning som fungerte teknisk godt. Sekken skapte imidlertid problemer både på grunn av gjentetting og avgivelse av fibre som blokkerte labyrinthene i dryppslangene. Gjennom en omfattende test av sekker (se tidligere avsnitt) ble det etter hvert funnet frem til en type som fungerer etter hensikten. For å bedre sekkenes funksjon ytterligere konstruerte Vera Miljø sin egen fettavskiller som holder tilbake mesteparten av det fettene som tilføres anlegget. Den nye sekken med fettavskiller leveres nå som standard i det kommersielle produktet.

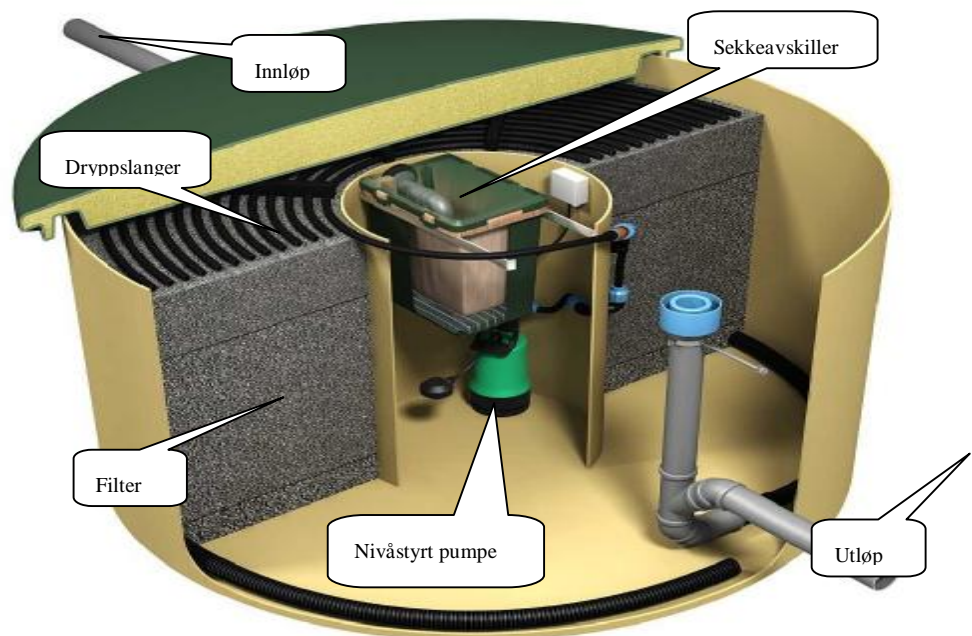
Anlegget driftes av en pumpe som gir trykk til dryppslangene. Flere pumpetyper, både tørroppstilte og nedsenkede, 230 V og 12 V, ble testet for å finne frem til en variant som klarte de kravene som ble satt. En 230 V senkpumpe med et driftstrykk på 1 bar ble valgt. Pumpa har fungert tilfredsstillende gjennom hele forsøksperioden.

Filteret er bygget opp på følgende måte:

- 10 cm 4-10 mm Filtralite i bunnen
- 60 cm 0,5-6 mm Filtralite i midten
- 20 cm 4-10 mm Filtralite på toppen

Renseeffekten i filteret ble målt gjennom hele driftsperioden for å kunne fastslå filterets totale kapasitet. For fosfor var renseseffekten ved slutten av testperioden (tilsvarende 2 hytteårs drift) ca 88 %, mens renseseffekten på KOF var ca 87 %. Renseeffekten var svært stabil gjennom hele driftsperioden, og det ble ikke registrert synkende renseseffekt med driftstiden.

Fettavskilleren kan medføre lukt fra anlegget, spesielt i sommerhalvåret. Lukten ble effektivt dempet ved tilsetning av en lukteliminators utviklet gjennom Kolon-prosjektet. Produktet og funksjonen av lukteliminatoren er beskrevet i rapporten "Luktproblematikk ved avløpsrensing, kompostering og deponering".



*Figur 13: Prototyp av Vera Compact F1 som ble testet ved feltstasjonen på Rena. En rekke forbedringer er utført på produksjonsmodellen, bl.a. er det installert ny sekkeavskiller med fettfilter og dryppslangene er plassert i lokket. For å lette tilgangen til servicepunktene er det plassert en luke sentralt på hovedlokket.*

Vera Compact FM 1 fungerer på følgende vis:

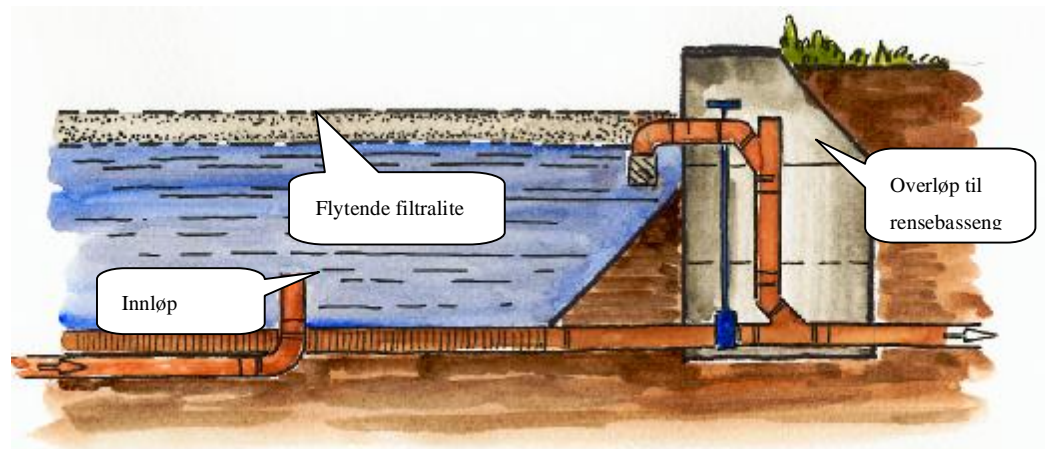
Gråvannet renner med selvfall inn gjennom innløpsrøret til fettfilteret på toppen av sekkeavskilleren. I fettfilteret og sekken holdes de faste partiklene tilbake mens det slamavskilte vannet renner ned i pumpekummen. Fra kummen pumpes vannet med 1 bar trykk inn i dryppslangene hvor det fordeles over 180 drypppunkter. Deretter siver vannet gjennom filteret ned til bunnen av anlegget. Vannet er nå rensert og kan ledes til bekk eller terreng gjennom utløpsrøret. Et UV-filter kan bygges inn i anlegget hvis det stilles hygieniske krav til avløpet.

Konklusjonen blir at kompaktanlegg er et interessant produkt på grunn av plasseringsvennligheten og den gode renseseffekten. Anleggene er konstruert for rensing av gråvann fra hytter med maksimalt 3 måneders brukstid pr. år. Brukes hytta mer enn 3 måneder, blir filterets levetid redusert. Mettet filter kan fjernes fra filterbeholderen med sugebil.

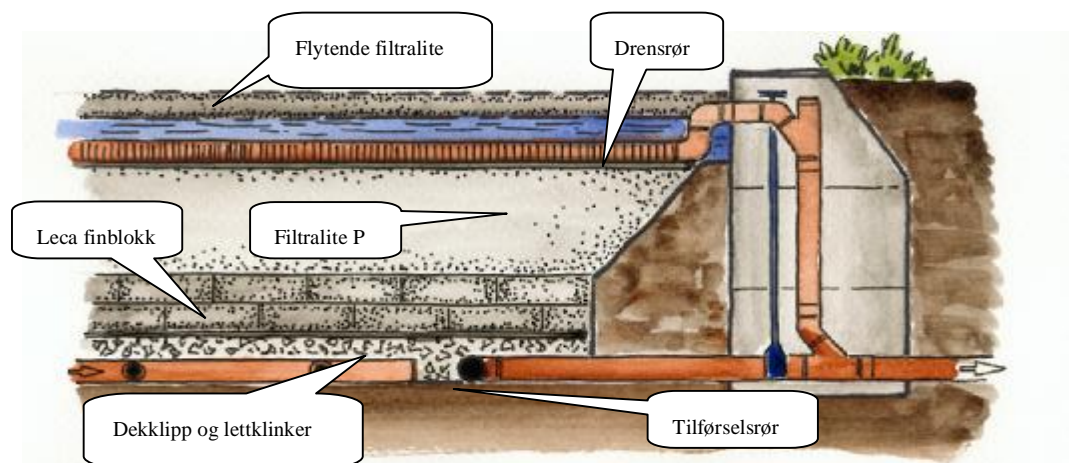
## 5.5 Drenerte rensbassenger

Denne anleggstypen ble utviklet av Kolon-prosjektet for Trysilfjell utmarkslag, og blir derfor også omtalt som "Trysilanlegget". Anlegget er konstruert for å rense avslammet avløpsvann i et område hvor infiltrasjon ikke er mulig. Anlegget erstatter med andre ord lagunene i et åpent infiltrasjonsanlegg.

Konstruksjonen Trysilanlegget er vist i fig. 14 og 15. Fig. 14 viser et klaringsbasseng som bør legges mellom slamavskilleren og rensbassenget for unngå at filterflaten i rensbassenget dekkes med finslam. Vannet fra slamavskilleren (for eksempel et avslammingsbasseng) pumpes ut i bassenget via dykkede kaskader. Etter en oppholdstid som er lang nok til å sikre sedimentasjon av finslammet, ledes vannet via overløpet til rensbassenget (fig. 15). Det flytende filteralitedekket i klaringsbassenget hindrer lukt og frost.



Figur 14 : Tverrsnitt av klaringsbasseng som skal hindre finslam i å renne over til rensbassenget. Tegning: Johan Sundberg.



Figur 15 : Rensbasseng for avslammet avløpsvann. Bassenget er konstruert for å rense avløpsvannet for fosfor, KOF og nitrogen. Tegning: Johan Sundberg.

Rensebassenget er konstruert som et motstrømsfilter hvor avslammet vann infiltreres i et 25 cm tykt lag med dekkklipp som er impregnert med 10 – 20 mm filtralite. Videre passerer vannet gjennom et 5 cm tykt avrettingslag med 12 – 24 mm pukk og et dobbeltlag med Leca finblokk. Siste rensetrinn er et 75 cm tykt lag med filtralite P som skal sørge for at de siste restene av fosfor holdes tilbake. Etter rensing går vannet i overløp til vassdrag.

To modeller av rensebassenget er bygget ved feltstasjonen på Rena. Et basseng på 3 m<sup>2</sup> filterflate er bygget ute, mens et modellanlegg med 1 m<sup>2</sup> filterflate er bygget inne. Begge anleggene er testet både hydraulisk og rensesmessig gjennom en 2-årsperiode med lange hvileperioder lagt inn. Ved avslutning av forsøksperioden ble følgende konklusjoner trukket :

Hydraulisk har anleggene fungert godt. Det er ikke registrert reduksjon i permeabiliteten i filteret i forsøksperioden. Med bruk av kommunalt avløpsvann forbehandlet i et avslammingsbasseng tålte rensebassenget over 2,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> filterflate og døgn uten at oppstuvning fant sted. Under de forutsetninger som forsøkene ble kjørt under var det derfor ingen hydrauliske begrensninger ved anleggene.

Renseeffekten var i hele forsøksperioden god til tross for den høye hydrauliske belastningen. For fosfor ble det registrert renseeffekter mellom 84 % og 92 %, og for KOF mellom 82 % og 99 %. Renseeffekten kan utvilsomt økes ved å redusere belastningen og bedre forbehandlingen.

Anleggene var fullstendig luktfrie i hele driftsperioden.

Drenerte rensebassenger erstatter åpne infiltrasjonsbassenger i områder hvor infiltrasjon ikke er mulig. Både hydraulisk og rensesmessig fungerer anleggstypen meget godt. Da anlegget ikke stiller krav til løsmassenes infiltrasjonsegenskaper, er det plasseringsvennlig, og kan gjerne legges tett inn til bebyggelse. Lukt- og frostproblemer er eliminert ved bruk av flytende filtralitedekker på alle åpne vannflater.

## 6 Behandlingsanlegg for sigevann og gass fra avfallsfyllinger

På Ragn-Sells avfallsfylling i Lier er det bygget egen forsøksstasjon som Kolon-prosjektet har drevet sammen med Ragn-Sells. Stasjonen har vært brukt til å studiere av renseteknologi for sigevann og illeluktende deponigass. Følgende anleggstyper er bygget og fulgt opp i prosjektet:

- Forbehandlingsanlegg for sigevann
- Renseanlegg for forbehandlet sigevann
- Vanning med sigevann i energiskog
- Oppsamlingsgrøfter for deponigass
- Luktfilter for deponigass

Av de anleggene som er bygget er forbehandlingsanlegget for sigevann og luktfileret for deponigass beskrevet i foreliggende rapport. Resultatene fra de øvrige anleggene er flettet inn i teksten for de to hovedanleggene.

### 6.1 Forbehandlingsanlegg for sigevann

Før sigevannet kan behandles i tradisjonelle renseanlegg, bør vannet oksideres slik at flest mulig av de stoffene som kan medføre gjentetting og driftsproblemer felles. Dette kan gjøres i et forbehandlingsbasseng hvor vannet overrisler et egnet filtermedium. I Lier ble det bygget et forbehandlingsbasseng med et areal på ca. 10 x 20 m som ble fylt med ca 1 m dekkklipp. Porevolumet i dekk-klippet som ble benyttet er over 50 %. Vannet fordeles over dekk-klippet ved hjelp av spiraldyser montert på 2" vanningsrør. Bunnen av bassenget er dekket med tett leire slik at det behandlede vannet samles opp og ledes til en oppsamlingskum for videre behandling.



*Figur 16: Forbehandlingsbasseng med dekk-klipp som filtermateriale. Vannet fordeles over dekk-klippet med spiraldyser montert på vanningsrør.*



*Figur 17 : Dekk-klippbassenget på Lierfyllingen i drift. Spiraldysene forstøver vannet meget godt og sikrer full oksygentilgang til både vannet og filtermediet.*

Analysene som er tatt fra det rensede vannet viser overraskende gode resultater slik som beskrevet i rapporten "Sigevannrensing". De gode resultatene kan sannsynligvis tilskrives flere forhold:

- Dekk-klipp har meget stort porevolum og store porer hvilket gjør at oksygentilgangen i filteret er god.
- Overflaten på gummiklippet er stor. Gummiflatene "suger" de stoffene som felles i prosessen inn på gummiflatene hvor de avleires som en hard skorpe.

- Gummiklipp har i kolonneforsøk utført ved feltstasjonen på Rena gitt gode rensesresultater for bl.a. fosfor og en del metaller. Det kan ikke utelukkes at gummi både fungerer som katalysator ved fellingen og som adsorbent ved binding av enkelte stoffer.
- Vannet spres over gummiklipper fra dyser som forstøver vannet<sup>1</sup> slik at fellingsbetingelsene blir optimale.

Etter 2 års drift er det ingen indikasjoner på at forbehandlingsanleggets hydrauliske kapasitet eller renseseffekten er redusert. Tvert imot har renseseffekten økt med tiden. Det kan derfor konkluderes med at Lieranlegget har vært en suksess, og at de prinsipper som er lagt til grunn for anlegget bør videreføres også for andre typer forurenset vann.

Etter forbehandling er sigevannet fra Lierfyllingen delvis infiltrert i fyllingsmassene, delvis renses i filtralitebassenger og delvis brukt til vanning av energiskog. Ved avslutningen av Kolon-prosjektet var resultatene fra rensesforsøkene ikke avsluttet. Noen konklusjoner kan imidlertid trekkes:

Det forbehandlede vannet kan brukes til vanning av energiskog. Salix-stiklinger og gress som vannes med behandlet sigevann vokser meget bra og viser ingen tegn til skader ved tilførsel av normale vannmengder. Vegetasjonen tåler ikke overrisling med ubehandlet sigevann.

Pilotforsøk med rensing av sigevannet i filtralitebassenger ga gode resultater. Det antas derfor at også fullskalabassengene fungerer etter hensikten, men prøvetaking har ikke vært mulig på grunn av oversvømmelse av prøvetakingspunktene.

## 6.2 Luktfilter for deponigass

Beboerne rundt Lier avfallsfylling var da Kolon-prosjektet ble etablert svært plaget av illeluktende deponigass. En av oppgavene i Kolon-prosjektet var å finne tiltak som kunne begrense lukten til et minimum. Resultatene av forsøkene er beskrevet i rapporten "Luktproblematikk ved avløpsrensing, kompostering og deponering".

Et av tiltakene som ble igangsatt var bygging av drengrofter for gass i fyllingen. Groftene ble fylt med dekk-klipp og dekket med plast, treflis og bark. Drengroftene ble koblet sammen og gassen ledet til et gassfilter bygget inn i en betongkum. Gassfilteret er beskrevet i rapporten "Bruk av lettklinkerbaserede filtermedier". Gassfilteret har fungert bra og har sannsynligvis bidratt til at luktsituasjonen på fyllingen nå er under kontroll.

---

<sup>1</sup> Se rapporten "Nye sprede- og fordelingsystemer"