

## 1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-blad viser hvordan biologiske filtre for gråvann fra hytter/fritidsboliger og eneboliger kan utformes og dimensjoneres.

VA/Miljø-bladet kan også være myndighetenes kravgrunnlag i utslippssaker.

## 2 BEGRENSNINGER

VA/Miljø-bladet omtaler anlegg hvor gråvannet fordeles over et filtermedium av mineralmateriale, vanligvis plassert i en prefabrikkert filterkum. Filtrene skal belastes så lavt at det ikke frigjøres slam fra filteret, vanligvis mindre enn 400 l/m<sup>2</sup>/d. Det finnes flere typer av biofiltre som egner seg for gråvannrensing, men disse blir ikke omtalt her.

VA/Miljø-bladet omhandler biofilteranlegg for gråvann fra en hytte (inntil 6 sengeplasser) og to hytter (inntil 12 sengeplasser) med innlagt vann, eller en enebolig. Større anlegg kan bygges på stedet ved å bruke flere prefabrikkerte filterkummer eller bygge filterhus på stedet. Hytter som ikke har innlagt vann, vil også kunne ha et utslipp av gråvann. Utslipet er begrenset og dette gråvannet kan renses med enklere prefabrikkerte eller plassbygde filterløsninger (infiltrasjon i mineraljord eller myr/torv) som vanligvis ikke krever godkjenning.

Bygging av biofiltre forutsetter at utslippstillatelse foreligger, og at det er gitt byggetillatelse i henhold til plan- og bygningslovens bestemmelser. Den omtalte anleggstypen er testet ut i program for naturbasert renseteknologi (1994-97) og dokumentasjon fra denne utprøvsperioden /1/2/, nyere anleggstyper og internasjonale erfaringer er lagt til grunn for anbefalingene. Biofilteranlegg kan etableres uten klimatiske begrensninger forutsatt at anlegget isoleres tilstrekkelig.

## 3 FUNKSJONSKRAV

Et riktig utført biofilteranlegg skal tilfredsstille krav til hydraulisk- og resemessig funksjon, sikkerhet, levetid, samt drift og vedlikehold i henhold til dokumentasjon. Leverandøren eller forhandler av biofiltre skal levere/ utføre:

- Dokumentasjon på anleggets funksjon mht renseevne og driftsstabilitet basert på en forutgående testfase og fullskala utprøving av anleggstypen.
- Målriktige tegninger.
- Material- og komponentspesifikasjon.
- Drifts- og vedlikeholdsinstruks.

- Garanti på slidedeler og evt. filter.
- Kontroll- og oppfølging ved funksjonssvikt i garantitiden.
- Serviceavtale for drift etter garantitiden.
- Bistand ved funksjonssvikt.

Dersom det skal oppnås reduksjon av fosfor må det benyttes filtermaterialer som også har høy bindingsevne for fosfor (se kap. 4.6.3). Slike filtre vil ha en begrenset levetid med hensyn til fosforbindingsevne og filtermediet må byttes ut med visse mellomrom dersom det er krav til fosforbinding.

## 4 LØSNINGER

### 4.1 DEFINISJONER

Med gråvann menes avløpsvann fra dusj, bad, vask og oppvask. Biofilter for gråvann kombineres vanligvis med avløpsfritt toalett. Toalettavfall behandles separat. Med biofilter menes her en biologisk renseløsning bestående av et filtermateriale med stor spesifikk overflate, hvor det er en biologisk aktiv biofilm av mikroorganismer. Avløpsvannet fordeles fortrinnsvis i pulser over en åpen filterflate før det strømmes umettet nedover gjennom filtermaterialet og dreneres i bunn av kummen. Materialet som tilbakeholdes blir nedbrutt og oksidert under hvileperioden mellom dosene. Større partikler holdes tilbake ved mekanisk filtrering, spesielt i den øverste delen av filteret, og den organiske delen brytes ned over tid. Ettersom filteret modnes, utvikles biofilmen nedover i filteret. Filteret tilføres luft ved naturlig lufting. Biofilteranlegg omfatter sedimenteringsenhet, støtbelaster, biofilter og utslippsarrangement (se figur 1).

### 4.2 RENSEEVNE

Biofiltre med slamavskiller og et filtermedium med høy bindingsevne for fosfor kan oppnå følgende gjennomsnittlige renses effekter (%) og utslippskonsentrasjoner:

Organisk stoff (BOF <sub>7</sub> )	>90	< 20 mg/l
Organisk stoff (KOF)	60-90	< 30 mg/l
Total nitrogen	>25	< 10 mg/l
Ammonium nitrogen	>50	-
Total fosfor	>75	< 0,5 mg/l
E.coli	>99	<1000E.coli/100ml

I tabell 1 er utslippet fra en bolig fordelt på henholdsvis toalettavfall (svartvann fra vannklosett) og gråvann (øvrige avløpsvann). For å kunne sammenligne kombinasjonen biofilter og avløpsfritt klosettsystem med andre løsninger, må en ta hensyn både til rensegraden i biofilteret og

Utarbeidet	okt. 2003	Jordforsk	Revidert	des. 2006	
------------	-----------	-----------	----------	-----------	--

effekten av at det ikke er noe utslipp fra klosettet. Dette er også vist i tabell 1.

Tabell 1: Stoffinnhold (g/persondøgn) i gråvann og svartvann (toalettavfall) /5/ og beregnet renseevne med biofilter for gråvann og lukket system for toalettavfall, for eksempel biologisk klosett.

Stoff, g/persondøgn	P	N	BOF <sub>7</sub>	KOF
Toalettavfall	1,30	11,1	18	39
Gråvann	0,30	1,20	28	55
<b>Sum</b>	<b>1,60</b>	<b>12,3</b>	<b>46</b>	<b>94</b>
Andel av gråvann, %	23*	10	61	59
Stoffmengde renet i biofilter	0,27	0,30	27	50
Renset stoffmengde totalt	<b>1,57</b>	<b>11,4</b>	<b>45</b>	<b>89</b>
Total rensegrad, %	>98	>93	>98	>94

\*Andelen reduseres stadig ved overgang til fosfatfrie vaskemidler.

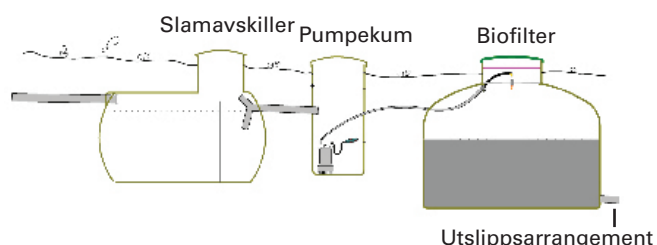
Tabell 1 viser at gråvannet inneholder ca 60 % av det organiske stoffet (BOF<sub>7</sub>) i totalutslippet fra en bolig/ hytte. Imidlertid inneholder det bare ca 23% av fosforet og 10% av nitrogenet. Den største smitterisikoen er knyttet til svartvannet, selv om det også i gråvannet kan finnes et høyt innhold av sykdomsfremkallende bakterier. **Hovedproblemet med gråvann er følgelig organisk stoff, som er viktig å bryte ned for å unngå oksygensvikt og estetiske ulemper i resipienten.** Organisk stoff i gråvann er generelt lettere nedbrytbar enn organisk stoff i toalettavfall.

### 4.3 FORUNDERSØKELSER/ LOKALISERING

Etablering av biofilter krever en forundersøkelse, hvor vurdering av terrengforhold, jordtype, avstand til fjell, grunnvannstand, resipientforhold, dominerende vindretning og evt avstand til vei er de viktigste /3/. Terrengforhold og jordtype bestemmer krav til pumping og mulighet for infiltrasjon. Slamavskilleren etableres slik at det er naturlig fall fra boligen. Dersom det er mulig bør utløpet fra filteret infiltreres i lokale jordtyper fremfor å lede dette til bekk, vann eller sjø.

### 4.4 OPPBYGGING OG VIRKEMÅTE

En skisse av et biofilteranlegg for behandling av gråvann er vist i figur 1.



Figur 1: Eksempel på biofilteranlegg med slamavskiller og filterkum.

Biofilteranlegget består av følgende rensetrinn:

1. **Sedimenteringsenhet består vanligvis av slamavskiller** med innebygd pumpe (eventuelt separat slamavskiller og pumpekum), alternativt slamfilter med filterposer.
2. **Biofilter** (filterkum) med doseringssystem, filtermedium, drenering og anordning for uttak av vannprøve (evt. i etterfølgende inspeksjonskum).
3. **Utslippsarrangement.** Avløpet fra biofilter føres til resipient, overflatevann, jordbruksdrenering eller diffust via infiltrasjon til myr eller til mineraljord.

## 4.5 SLAMAVSKILLER OG PUMPEKUM

Slamavskilleren dimensjoneres, utformes og plasseres som beskrevet i VA/Miljø-blad nr. 48, Slamavskillere. Slamavskilling er viktig for å fjerne større partikler og fett som kan tette igjen biofilteret. Fra slamavskilleren ledes vannet via pumpekum til biofilteret. Slam-avskilling foregår enten i en tradisjonell slamavskiller eller et spesielt utviklet **slamfilter**. I slamfilteret filtreres avløpsvannet gjennom spesielle filterposer som skiftes ved behov, vanligvis en gang i året. Poser med innhold kan deponeres eller komposteres på egen tomt dersom filterposen er biologisk nedbrytbar. Slamfilter benyttes primært der det ikke er kjørevei frem til hytta/ huset. Både slamavskiller og slamfilter kan ha integrerte pumpesumper (støtbelaster til biofilter). Pumpekummen skal ha alarm for høyt vannivå og være tilgjengelig for inspeksjon og vedlikehold.

## 4.6 DISTRIBUTJON OG DOSERING

Avløpsvannet tilføres biofilteret med en støtbelaster. Jevn fordeling på hele filterflaten er en forutsetning for å få maksimal virkning av filtermediet. Tilført vannmengde per tidsenhet skal være så lav at mettet strømning ikke forekommer i filteret. For å optimalisere renseeffekten, skal den totale vannmengden fordeles i doser over hele døgnet (vanligvis 10-50 doser). Det er vist at økning i dosefrekvensen øker renseeffekten, spesielt for grovsand-grus. Behovet for å oppnå et jevnt trykk i fordelingssystemet, noe som krever en viss mengde vann, vil imidlertid være begrensende på antall doser per døgn. Jevn fordeling over døgnet krever et buffervolum og en styring av pumpe som er både nivå- og tidsregulert. For små anlegg omtalt i dette bladet er det tilstrekkelig med nivåstyring av pumpe.

Fordelingen på filterflaten skal skje med sprededyser, eller andre dokumenterte systemer med tilsvarende eller bedre spreddeegenskaper. For sprededyser vil trykket ved dysen avhenge av dysetype. Dette varierer fra 0,1 til 2 kg for de mest aktuelle typene. Det anbefales spiraldyser, TF-dyser eller dyser med tilsvarende egenskaper. Dyseåpningen skal være minimum 3 mm for å redusere faren for gjenetting. Avstanden fra filterflaten til dysene skal reguleres slik at hele filterflaten fuktes med dysene. Vanligvis krever det en avstand på minimum 40 cm. Spesialutviklede dryppslanger for avløpsvann som dekker hele

filterflaten i en kveil kan benyttes som alternativ til dyser. I dag er det tilgjengelig slike spredesystemer som gir ca 100 hull per m<sup>2</sup> filterflate, noe som gir en god fordeling.

## 4.7 BIOFILTER

### 4.7.1 FILTERMEDIUM

Dersom biofilmen øker for mye på grunn av overbelastning av organisk stoff vil filteret kunne tettes igjen. Filtermediet bygges opp av en veldefinert homogen (enskorrig) filtersand, fingrus, eller annet egnet filtermateriale, for å oppnå en tilstrekkelig åpen struktur i filteret og samtidig stor overflate hvor mikro-organismene kan sitte fast. Filtermaterialet skal ha en sorteringsgrad ( $S_0 = d_{60}/d_{10}$ ) mindre enn 5,0 (Se VA/Miljø-blad nr. 59).  $D_{10}$  skal være større enn 0,5 mm. Sorteringsgraden brukes til å beskrive hvor homogent filteret er mht kornstørrelsesfordeling. Det må ikke finnes leire eller silt i filtermaterialet. Vanligvis brukes filtermateriale med kornstørrelse i området 0,5-4 mm og 2-4 mm.

Ved plassbygde anlegg må filterne vurderes spesielt.

Spesifikke designverdier avhenger av formålet. Dersom filteret skal anvendes før infiltrasjon i jordtyper med innhold av leire og silt er det viktig at innholdet av partikulært/organisk materiale reduseres for å hindre gjentetting av biofilm. Dersom fjerning av bakterier og virus er hovedformålet, skal det anvendes lavere hydraulisk og organisk belastning.

Biofilteret skal ha en minimum høyde på 60 cm for å gi plass for drenering i bunnen av filteret. Drenering skal samle det rensede vannet og lede det vekk til resipient eller til videre behandling som for eksempel infiltrasjon eller våtmarksfilter. Et lag av 4-10 mm masse brukes som dreneringslag rundt drenerørene. I grovkornige filter (4-10 mm) kan drenerørene legges rett i filtermassen. Vanlige korrugerte drenerør (diameter 50 mm) med slisser som vender oppover for å hindre gjentetting kan benyttes. Drenerøret skal ledes opp i fri luft over bakken, for å sørge for lufttilgang, adkomst til spyling og uttak av vannprøve dersom det ikke er inspeksjonskum etter filteret.

### 4.7.2 DIMENSJONERING AV FILTERFLATEN

Biofilter for gråvann dimensjoneres vanligvis for en hydraulisk belastning på ca 100 - 250 l/m<sup>2</sup>/d. Filteret kan belastes opptil 3 - 400 l/m<sup>2</sup>/d i kortere perioder dersom filteret får en hvileperiode. Hytter kan deles inn i kategorier ut fra antall sengeplasser. Inntil 6 sengeplasser og opp til 12 sengeplasser. Tabell 2 viser dimensjoneringskriterier.

Tabell 2: Dimensjoneringskriterier for enkeltanlegg

	Min. filterflate *	Min. filterhøyde **
En hytte, inntil 6 sengeplasser	2 m <sup>2</sup>	60 cm
To hytter, inntil 6 sengeplasser pr. hytte eller hytte med inntil 12 sengeplasser	4 m <sup>2</sup>	60 cm
Enebolig	4,5 m <sup>2</sup>	75 cm

\* Filterflatens størrelse er basert på bruk av pumpe og spredesystem som finfordeler vannet over filterflaten.

\*\* Inkludert fordelingslag og drenerlag.

### 4.7.3 FILTER FOR FOSFORFJERNING

Det kan ikke forventes høy fosforfjerning i biofiltere. Dersom det er krav til fosforfjerning, må det benyttes filtermedier med høy kapasitet for binding av løst fosfor. Fosfor bindes til overflaten av filtermaterialet. For at dette skal skje, må filteret ha et høyt innhold av oksidert jern, aluminium eller kalsiumforbindelser. Følgende filtermedier har dokumentert høy bindingsevne for fosfor i biofiltere:

- Lettklinker laget for fosforbinding.
- Skjellsand/ korallsand og annen kalkrik sand eller knust kalkstein.
- Naturlig jernholdig sand (podsol).

Dersom det benyttes lettklinker velges 0,5 - 4 mm Filtralite P (Optiroc Group AB), eller materiale med tilsvarende egenskaper. For Filtralite P finnes dimensjoneringskriterier for fosforopptak (bindingskapasitet på ca. 3 kg fosfor per tonn, eller ca. 1,5-2 kg per m<sup>3</sup>). Ved bruk av annet materiale som skjellsand, sand og lignende skal det fremlegges dokumentasjon på fosforbindingsevne dersom det er krav til fjerning av fosfor. Et filter laget for fosforbinding vil ha størst virkning der biofilmen er minst utviklet, dvs nederst i filteret. Filterets gjenbruksverdi etter utbytting vil avhenge av kjemisk sammensetning og kornfordeling. Brukte filtermasser kan benyttes til jordforbedring.

### 4.7.4 NEDGRAVING OG FROST

Prefabrikkerte biofiltere er laget for nedgraving og tildekking. Dersom anlegget står oppå bakken, må det sikres mot frost, alternativt tømmes for vann om vinteren dersom det ikke er i bruk. I områder der det er særlig kaldt om vinteren må det legges inn termostatstyrte varmekabler i anlegget.

### 4.7.5 INFILTRASJONGRØFTA

Utslippet fra biofilteret bør infiltreres hvis mulig. I de fleste situasjoner kan en infiltrasjonsgrøft utformes som omtalt nedenfor. Grunnundersøkelser kan imidlertid gi grunnlag for avvikende utforming (større eller mindre grønne). Filterflaten (grønnebunnen) skal ha en lengde på 10 meter og bredde 0,5 meter. Filterflaten skal være 0,4 meter

under terrengoverflaten målt ved laveste terrengpunkt. Filterflaten skal være plan og horisontal. Oppå filterflaten legges det støvfri pukk med diameter 12-22 mm (f.eks. 12-16 mm). Ved innløpet skal dette laget ha tykkelse 25 cm. Infiltrasjonsrørene skal bestå av grunnavløpsrør med diameter 75 mm. Det skal være en hullrekke langs bunnen av rørene og en hullrekke langs toppen av rørene. Avstanden mellom hullene skal være 0,5 meter og diameteren på hullene skal være 8 mm. Røret skal ha tett endestykke og dekkes med minimum 5 cm pukk av samme kvalitet som underliggende masser. Hele pukkoverflaten skal dekkes med fiberduk (polypropylen duk). Oppå fiberduken legges jordmasser til en tykkelse på minimum 0,5 meter. Jordmasser må ikke fjernes nedenfor infiltrasjons-/ etterpuleringsgrøften.

#### 4.8 PUMPEKUM / UV-BEHANDLING

Det må settes inn en pumpekum etter biofilteret dersom det er behov for å pumpe det rensede avløpsvannet til resipienten. Settes det spesielle krav til desinfisering av det rensede avløpsvannet før utslipp til resipienten på grunn av brønner, badeplasser etc., kan det i pumpekummen monteres en UV-enhet (ultrafiolett belysning). Anleggene krever strøm (pumpen er på 400/600w) og hyppigere tilsyn enn anlegg uten UV-anlegg.

#### 4.8 ALTERNATIVER OG VARIANTER

Arealet på etterfølgende rensetrinn kan reduseres som følge av redusert fare for gjentetting dersom avløpsvannet gjennomgår en forfiltrering. Biofiltre kan anvendes som aerob forbehandling til våtmarksfiltre (VA-Miljøblad 49, våtmarksfiltre) og i infiltrasjonsanlegg (VA-Miljøblad 59, lukkede infiltrasjonsanlegg). Hensikten med forfiltrering er å redusere den organiske belastningen, etablere en nitrifikasjon og generelt bedre oksygentilgangen i anlegget. Filtrene kan etableres som selvstendige enheter og som en integrert del av det øvrige avløpsanlegget.

#### 4.10 DRIFT OG VEDLIKEHOLD

For at biofilter skal fungere tilfredsstillende over tid, må anlegget ha regelmessig tilsyn og vedlikehold. Det skal stilles krav til driftsinstruks og driftsjournal for hvert anlegg. Driftsinstruksen skal inneholde alle relevante opplysninger om anlegget, og hvordan det skal driftes. Produsenter eller forhandlere av et biofilter skal kunne tilby en serviceavtale til anleggseieren, hvor nødvendig vedlikehold foretas en gang i året på hytteanlegg og to ganger i året på boliganlegg. Etter hvert servicebesøk skal det utarbeides en kortfattet rapport som sendes anleggseier og kommunen. Sentrale punkter som skal inngå i servicen er:

- Kontroll av slamavskiller og slamnivå, eventuelt skifting av filterposer. Det forutsettes at tømning inngår i kommunens slamtømmeordning.
- Kontroll og evt. rengjøring av pumpe.
- Kontroll av spredebilde og rengjøring av sprededyse eller annet spredearrangement.
- Kontroll og raking av filterflate.
- Kontroll og bytte av UV-lampe dersom anlegget er utstyrt med dette.
- Kontroll av vannnivå og funksjonstest av nivåalarm.
- Visuell kontroll av kvaliteten på utløpsvannet, evt. uttak av stikkprøver dersom dette er pålagt i utslippstillatelsen.

Gjentetting kan være et problem i biofiltre og dette vil synes som dannelse av permanente vannansamlinger på filterflaten. Dette kan forårsake anaerobe forhold i filteret som påskynder gjentettingen. Årsaken er for høy belastning. For åpne systemer må filterflaten vedlikeholdes/ rakes regelmessig og filteret skal hvile en periode dersom gjentetting er et problem. På mindre anlegg vil dette kunne være mulig i en ferietid og/ eller ved å bruke slamavskilleren som samletank. Eventuelt må den delen av filteret som er gått tett, byttes ut med nytt materiale. Ved krav om fosforfjerning må hele eller deler av filteret byttes ut etter at bindingskapasiteten er brukt opp.

Henvisninger:		Utarbeidet:	Okt 2003	Jordforsk
/1/	Rensing av gråvann fra kompaktfiltre for boliger og hytter. Erfaringer med bruk av lettklinker som filtermateriale. Jordforsk rapport 140/97.	Revidert:	Des 2006	
/2/	Forslag til nye avløpsløsninger testet gjennom NAT-programmet. Jordforsk rapport 146/97	/4/	Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg av 8. juli 1992 m/ retningslinjer for utforming og drift av separate avløpsanlegg, MD T-616 (opphevet 01.01.2001)	
/3/	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. NORVAR Prosjektrapport 107/2000	/5/	Forurensningsregnskap for avløpssektoren, SFT rapport 1996	