

Våtkompostering - et billig og miljøvennlig alternativ?

Av Arne Høyås¹⁾,
Karen Refsgaard¹⁾ og
Wenche Breien Løfsgaard²⁾

¹⁾ Begge er forskere ved Institutt for økonomi og samfunnsfag ved Norges Landbrukshøgskole

²⁾ Miljøvernleder i Nord-Odal kommune

Abstract:

Liquid composting: A cheap and environmentally friendly alternative?

Comprehensive plans for wastewater treatment are being developed by Norwegian municipal governments, with special emphasis on improving systems for the one million people living in rural areas. This study examines alternatives for newly built residences in Etnedal municipality, where 1515 people live in houses connected to a blackwater tank, septic tank or a wastewater treatment plant.

The alternatives examined are: 1) water toilets (3 l/flush) with the house connected to a wastewater treatment plant 2) water toilets with infiltration, dewatering trucks and composting of the septic tank sludge, 3) water toilets with infiltration and liquid composting of the septic tank sludge, or 4) Cipax toilets (0.8 l/flush) connected to a blackwater tank and 5) Waterless (0.05 l/flush) connected to a blackwater tank. In alternatives 4 and 5, the blackwater is transported to a liquid composting reac-

tor, treated, and spread on agricultural fields. Adding domestic food waste to the blackwater is possible. The graywater is treated with a septic tank and infiltration facility.

The most expensive solution is using water toilets and treating the wastewater at the local treatment plant. Liquid composting with either Cipax or Waterless combined with treatment of blackwater and food waste is somewhat less expensive per kilogram phosphorus removed and much less expensive per kilogram nitrogen removed. Waterless toilets are cheaper to operate than Cipax because of the reduced water use. The liquid composting/graywater infiltration systems also remove more phosphorus and nitrogen than the wastewater treatment plant.

Sammendrag:

Omfattende planer for avløpsbehandling har blitt utviklet i Norge de siste årene. Spesielt har planene vært rettet mot omlag 1 million mennesker som

bor i spredt bebygde strøk. Denne artikkelen tar for seg ulike alternativer for nybygg i Etnedal kommune hvor 1515 mennesker bor i hus tilknyttet enten en tett tank, slamavskiller eller et kommunalt renseanlegg.

De alternativ som er undersøkt er: 1) vannklosett (3 l/spyling) der boligene er tilknyttet et renseanlegg, 2) vannklosett med infiltrasjon, mobil avvanning og kompostering av septikslam, 3) vannklosett med infiltrasjon og våtkompostering, 4) Cipaxtoalett (0,8 l/spyling) tilknyttet en tett svartvannstank og 5) Waterlesstolett (0,05 l/spyling) tilknyttet tett svartvannstank. I alternativ 4 og 5 er svartvannet transportert til en våtkomposteringsreaktor der det behandles for siden og spres på jordbruksområder. Svartvannet kan tilsettes organisk avfall. Gråvannet behandles ved infiltrasjon.

Den dyreste løsningen er behandling av avløpsvannet på stedets eksisterende renseanlegg. Våtkompostering av svartvannet i kombinasjon med organisk avfall fra Cipax eller Waterlesstolett er til sammenligning rimeligere pr. kg rensed fosfor og enda rimeligere pr. kg rensed nitrogen. Waterlesstolettet er billigere i drift på grunn av lite forbruk av vann. Våtkomposteringen/infiltrasjon av gråvann fjerner også mer fosfor og nitrogen enn stedets kommunale renseanlegg.

1. Innledning

Økt satsing på avløpsrensing for å få et mindre utslipp av næringssalter til vann og vassdrag og for å beskytte drikkevannet er et resultat av økt miljøbevisst-

het. Omlag 1 million mennesker bor spredt i Norge. Myndighetenes mål er å ha ryddet opp i avløpsforholdene for den spredte bosetningen innen år 2000 (St. meld., 1988-89). Alle landets kommuner har således blitt pålagt å kartlegge og forbedre avløps situasjonen i kommunen gjennom en hovedplan for avløp.

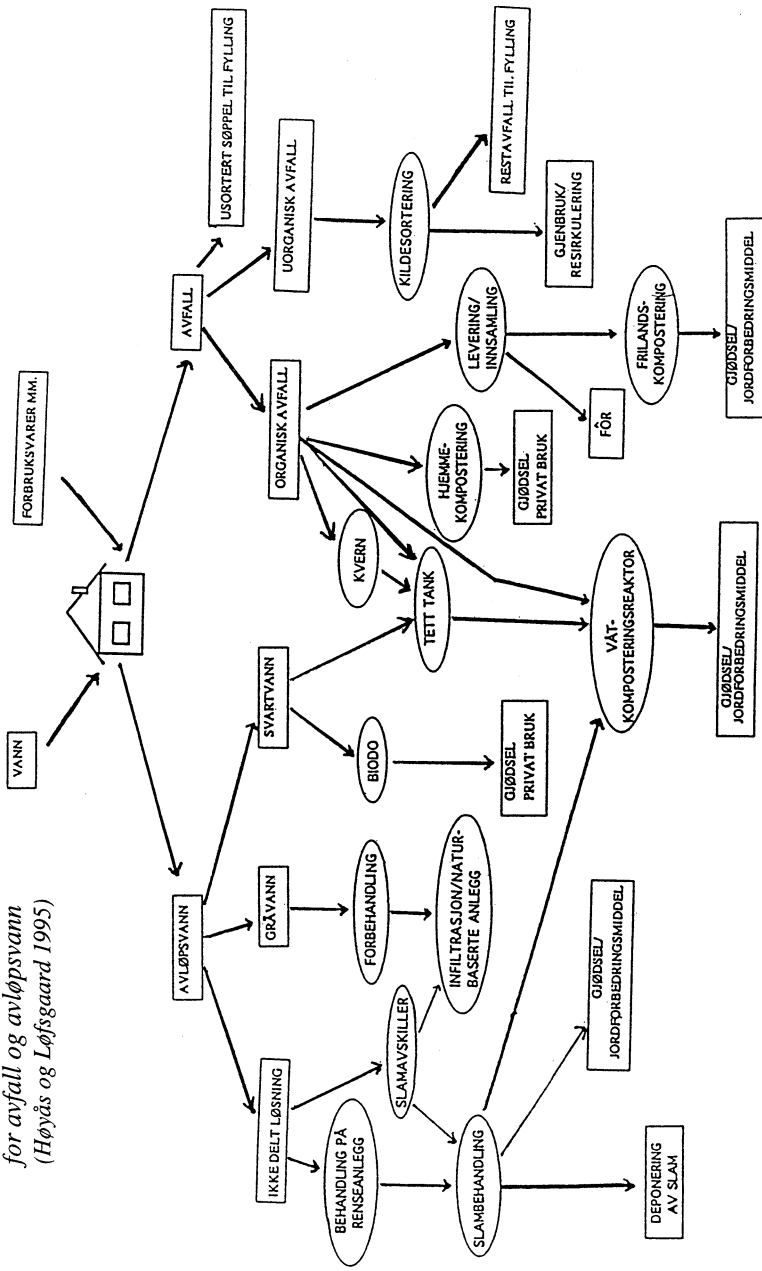
Som et eksempel har vi sett på Etnedal kommune som representerer et område med spredt bosetning. I kommunen har vannforsyning, avløpsløsninger, renovasjon og husdyrgjødselhåndtering hittil vært institusjonelt adskilte områder.

Etnedal kommune har en organisert innsamling av septikslam og svartvann samt matavfall til behandling og spredning i våtkomposteringsreaktor med påfølgende spredning hos en lokal bonde. I eksemplet vurderes de kommunaløkonomiske og miljømessige konsekvensene av ulike metoder for oppsamling (toalettløsninger), transport, behandling og spredning av avløpsvann blandet med matavfall. De kommunaløkonomiske konsekvenser, vil her si alle forhold som vedrører kommunens økonomi. Løsningene sammenlignes med konvensjonelle avløpsordninger som bruk av septiktank/ slamavskiller, mobil avvanning og renseanlegg.

2. Rensing av avløpsvann i et større perspektiv

Håndtering av avløpsvann, organisk avfall og drikkevann er nært knyttet til hverandre. I figur 1 er disse tre "ressurser" ulike muligheter for håndtering fra husholdningen vist.

Figur 1: Mulige behandlingsmetoder for avfall og avløpsvann (Høyås og Løfsgaard 1995)



Med avløpsløsning menes hele prosessen fra oppsamlingsmetode for den enkelte bruker til behandling av restproduktet (slam) etter at avløpsvannet er behandlet. Alle faktorer i den enkelte løsning må inndras i vurderingen (Refsgaard, 1994), dvs.:

- oppsamling
- transport
- behandling
- spredning
- utslipp

I figuren viser rektangler mengder og ellipsene prosesser, mens pilene viser transport. De kommunaløkonomiske konsekvensene er høyst ulike, avhengig av "veien" fra oppsamling til utslipp. Det vil i artikkelen bli gitt eksempler på økonomiske vurderinger av ulike type løsninger i Etnedal kommune.

De forhold som legges til grunn i denne samfunnsøkonomiske vurdering er:

- * anleggskostnader
- * driftskostnader
- * miljøeffekter

3. Avløpsløsninger i Etnedal

Etnedal kommune ligger i Oppland fylke, noen mil sørøst for Fagernes. Befolkningen i kommunen var pr. 01.04.94 1515 innbyggere, fordelt på ca. 660 husstander (Refsgaard, 1994). Det gir gjennomsnittlig 2,3 p.e. pr. husstand. 78 % av husstandene er tilknyttet separate avløpsanlegg. De resterende er tilknyttet kommunens to renseanlegg (Berdal Strømme, 1994).

Utgangspunktet for vår undersøkelse er en allerede eksisterende våtkomposteringsreaktor i Etnedal satt opp hos bonde Asmund Vold. Dette er et pilotprosjekt der bonden i dag tar i mot septikslam som komposteres sammen med gårdens husdyrgjødsel. Vi har i tillegg sett på mulighetene for å utnytte tilsvarende anlegg med svartvann sammen med organisk matavfall.

Ved denne løsningen brukes en toalettype som bruker lite vann og som samler all kloakken i en tett tank. Våtkompostering av bare svartvann er ikke gjennomførbart på grunn av for lavt tørrstoffinnhold (Skjellhaugen, Sæther, 1994). For at komposteringsprosessen skal kunne gjennomføres med svartvann må det blandes inn materiale med høyt tørrstoffinnhold som er lett nedbrytbart. I dette eksempelet har vi tatt med matavfall for å se på alt det våtorganiske som går ut fra husholdningen.

3.1 Mulige toalettløsninger

Det er tatt for seg 5 ulike avløpsløsninger. Vi forutsetter installasjon i nye hus og 5 toalettbesøk pr. person pr. døgn.

- *Cipax*

(0,8 l vann pr. spyling, tilknyttet tett tank, våtkomposteres og gråvannet renses gjennom en slamavskiller og infiltrasjon på stedet)

- *Waterless*

(0,05 l pr. spyling, tilknyttet tett tank, våtkomposteres og gråvannet renses gjennom en slamavskiller og infiltrasjon på stedet)

- *vannklosett*

(3 l pr. spyling, tilknyttet kloakknnett, renseanlegg og rankekompostering)

- *vannklosett*

(3 l pr. spyling, tilknyttet slamavskiller med etterfølgende mobil avvanning og rankekompostering)

- *vannklosett*

(3 l pr. spyling, tilknyttet slamavskiller med etterfølgende transport og behandling av våtkomposteringsreaktor.)

Til forskjell fra en biodo, som må ha et vertikalt nedløp, kan avløpet fra Waterless-toalettet transporteres sideveis og ut til en oppsamlingstank. Waterless-toalettet er en prototype som utvikles ved Vera Miljø A/S og som i løpet av 1996 vil være ferdigutviklet.

Cipaxtoalettet er et vannbesparende toalett, som ikke bruker mer enn 0,8 l pr. spyling. Det kan derfor brukes der det ikke er kloaknett eller der det er nødvendig med et lukket system.

I dimensjoneringen av svartvannstanken forutsetter vi at organisk avfall slippes i toalettet.

Vi skal nå ta for oss kostnadene for oppsamling, transport, behandling og spredning av avløpsvann (og organisk matavfall) for de 5 ulike avløpsløsninger. I tabell 1 er de årlige kostnader til anlegg og drift for hvert ledd i prosessen gjengitt. Kostnadene er primært basert på opplysninger fra ulike involverte parter i Etnedal kommune. Nedfor er det knyttet nærmere forklaring til de ulike deler i prosessen.

3.2 Oppsamling

Anleggskostnadene for toaletter, slamavskillere og infiltrasjonsanlegg er basert på nyinstallasjon. De øvrige kostnader for løsningene er basert på allerede etablerte systemer i kommunen. Dvs.

det er anvendt reelle kostnader for det kommunale renseanlegget, mobil avvanning og rankekompostering.

Vannavgiften i Etnedal kommune var i 1993 på 5,30 kr/m³, men dekningsgraden var bare 48,6%. Med en dekningsgrad på 100 % ville avgiften blitt 11,04 kr/m³. De reelle årlige kostnadene til vann til toalettet for et hushold blir da 2,30 kr for Waterlessløsningen, 37 kr for Cipaxtoalettet og 139 kr for de som har vannklosett.

For infiltrasjonsanlegg sier forskriftene at infiltrasjonsarealet kan reduseres med 25% dersom klosettavløp ikke er tilknyttet (Miljøverndepartementet, 1992). Slamavskillerne er dimensjonert utfra en forutsetning om at de, i henhold til forskriftene, ikke tømmes sjeldnere enn annenhvert år.

For å beregne besparelsen som kan oppnås ved å kaste organisk avfall i et Waterless- eller et Cipaxtoalett, har vi tatt utgangspunkt i en familie som har bestemt seg for å kildesortere. Familien som har Waterless- eller Cipaxtoalett, slipper å investere i en kompostdunk til 900 kr med en forventet levetid på 10 år, hvilket tilsvarer en årlig kostnad på 122 kr.

3.3. Transport

Kostnadene ved transport av avløpsvannet gjennom kloaknett til et renseanlegg kan ikke spesifiseres spesielt. Derimot er de årlige drifts- og anleggskostnader til både transport, behandling og spredning beregnet til 6464 kr pr. husstand.

De årlige kostnader for å få tømt septiktanken og kjørt slammet til våt-

kompostering eller rankekompostering med septikbil er 121 kr pr. m³. Kostnadene ved tett-tank løsningen er også 121 kr pr. m³ for tømning. Produksjonen til en gjennomsnittsfamilie i løpet av to år er 3,27 m³ for Waterless og 5 m³ pr. år for Cipaxtoalettet (Høyås og Løfsgaard, 1995). I tillegg må slamavskilleren for gråvann tømmes hvert 2. år (Statens forurensningstilsyn, 1977).

3.4 Behandling

På Wold gård, noen kilometer sørøst for kommunesenteret Bruflat, er det plassert en våtkomposteringsreaktor som i løpet av 7 dager produserer ferdig hygienisert og stabilisert slam. Den har et volum på 11,5 m³. Anlegget er innkjørt og fungerer godt slik at anlegget har ca 330 driftsdager og inntak på 1,6 m³ pr. dag. Mengden slam som kan behandles i reaktoren, vil dermed være ca 530 m³ pr. år. Til dette trengs det et forlager som rommer 150 m³ og et ferdigvarelager på 600 m³ inkludert sikkerhetsmargin (Høyås og Løfsgaard, 1995). Med en produksjon pr. husstand på 3,27 m³ i løpet av to år, betyr det at Wold kan behandle svartvann fra Waterlesstoalettet fra 330 husstander pr. år. For Cipaxtoalettet er produksjonen på 5 m³ pr. år, hvilket betyr at Wold kan behandle svartvann fra 110 husstander pr. år for denne løsning og fra 220 husstander hvis det leveres vanlig septikslam.

De som har septiktank for samlet løsning, betaler for den mobile avvaning, 433 kr. for 4 m³ hvert annet år..

3.5 Spredning

De ulike mengder og typer av behandlet

slam spres av bonden. Arbeid og maskiner avlønnes med 175 kr pr. time (NILF, 1993).

4 Resultater

I tabell 1 og 2 er det gitt en sammenstilling av de ulike avløpsløsninger som pr. i dag er aktuelle i Etnedal kommune.

De årlige kostnader i forbindelse med oppsamling, transport, behandling og spredning er oppsummert i tabell 1. I tabell 2 er det for hvert næringsstoff angitt to nøkkeltall, kostnadseffektivitet og renseeffekt. Det er i alle kostnadsberegningene tatt utgangspunkt i en realrente på 6 % og en antatt levetid på de forskjellige elementene på opptil 20 år.

Vi ser i tabell 1 at for alle løsninger unntatt vannklosett tilknyttet kloaknett er det store kostnader forbundet med oppsamlingsdelen. De lave oppsamlingskostnadene for kloaknettet skyldes at en stor del av dem ser forbundet med transport, behandling og spredning. De øvrige løsninger har med kostnader til tanker og infiltrasjonsanlegg i oppsamlingsfasen.

Løsningen med waterlesstoalettet kommer best ut. Lave driftskostnader i alle faser kommer bl.a. av lavt vannforbruk pr. besøk, lavere transportkostnader p.g.a. mindre volum og derfor også lavere driftskostnader i behandlingsfasen.

I tabell 2 er både kostnader og miljøeffekter inkludert. Kostnadseffektiviteten for rensing av fosfor varierer. Våtkompostering basert på svartvannsløsningen og organisk matavfall fra Water-

Tabell 1: Oppsamlings-, transport- og behandlingskostnader for fem avløpsløsninger i nye hus

	Vannklosett tilknyttet kloakknett med biologisk-kjemisk renseanlegg	Vannklosett m/ infiltrasjon, mobil avvanning og rankekomponering	Vannklosett m/infiltrasjon, septikbil og våtkompostering	Cipaxtoalett m/tett tank, infiltrasjon og våtkompostering	Waterlesstolett m/tett tank, infiltrasjon og våtkompostering
Oppsamling	760	3702	3702	4270	3439
Transport	6464	242	137	700	216
Behandling		216	467	740	251
Spredning /utslipp		45	93	186	61
Årlige kostnader	7224	4205	4399	5896	3967

- Infiltrasjon er egentlig behandling, men kostnadene står under oppsamlingsdelen.
- Kostnadene for infiltrasjonsanlegget oppgis i meterpris og kan derfor reduseres med 25% når kun gråvannet skal infiltreres. Siden store deler av bebyggelsen i Etnedal ligger i bunnen av dalen hvor massene har god gjennomtrengelighet, kan det dimensjoneres ut fra klasse 2. Vi har regnet 450 kr/m grøft, inklusiv rør, fordelingsmasser og masseseparasjonssperre (Pers. medd. Jens Christian Køhler, JORDFORSK, april 1995).
- Vannforbruket som årlig går med til toalettvariantene er: 210 liter for Waterless-, 3360 liter for Cipax- og 12590 liter for vannklosettet.

lesstoialettet er mest konkurransedyktig. Renseeffekten for fosfor er også best for våtkompostering basert på svartvann. Matavfallet som tilsettes våtkomposteringsreaktoren vil sammen med svartvannet bli tilbakeført til jordbruket.

Når det gjelder nitrogen er bildet tydeligere. Våtkompostering basert på svartvann er mest konkurransedyktig med en svært god kostnadseffektivitet og en meget god renseseffekt som følge

av at hovedparten av nitrogenet finnes i svartvannet. Da våtkompostering basert på svartvann representerer en lukket løsning for svartvannet, er tap mest knyttet til det som skjer med gråvannet.

Tallene for organisk materiale er mere usikre, idet fordelingen av det organiske materialet mellom gråvann og svartvann kan variere. Det er en relativ større andel av organisk materiale i gråvann enn det gjelder for nitrogen og fosfor. Derfor blir da også kostnadseffektivite-

Tabell 2: Kostnadseffektivitet og renseseffekt for 5 ulike avløpsløsninger

	Vannklosett tilknyttet kloakknett med biologisk-kjemisk rensesanlegg	Vannklosett m/ infiltrasjon, mobil avvanning og rankekompoering	Vannklosett m/infiltrasjon,septikbil og våtkompostering	Cipaxtoalett m/tett tank, infiltrasjon og våtkompostering	Waterlesstolett m/tett tank, infiltrasjon og våtkompostering
Antall husstander	130	220	220	110	330
Avløpskostn. pr.hus pr. år	7224	4205	4399	5896	3967
Org.avfallskost. pr. hus pr. år	122	122	122	6	6
Kostrnads-effektivitet: Kost-nytte, kr. pr. kg. resirkulert					
fosfor	7846	3267	3418	4206	2830
nitrogen	5837	1260	1239	630	424
org mat.	212	117	122	163	109
Renseeffekt: 1 Kg. forurenset pr. pe pr. år					
fosfor	0,22	0,06	0,06	0,02	0,02
nitrogen	3,84	2,93	2,84	0,31	0,31
org.mat.	1,73	1,18	1,18	1,02	1,02

- Renseeffekt for infiltrasjonsanlegg: 90 % for fosfor, 30 % for nitrogen og 90 % for organisk materiale. (Jenssen 1996, pers. medd.)
- Kostnadene ved det biologisk-kjemiske rensesanlegget er for et allerede eksisterende anlegg. Ved bygging av et nytt anlegg ville antagelig kostnadene pr . kg resirkulert næringsstoff blitt lavere og renseseffekten vært høyere.

ten for organisk materiale ved våtkompostering ikke så fordelaktig sammenlignet med de øvrige løsninger som for

fosfor og nitrogen. Resultatenene i tabell 2 tilsier en forholdsvis lik kostnad pr kg rensert organisk materiale.

5 Diskusjon

Formålet med sammenligningen av forskjellige former for avløpshåndtering, har vært å sammenligne alternativene med dagens godkjent løsninger både m.h.p. rensegrad og kostnader.

Ser en vekk i fra løsningen renseanlegg, er det for oppsamlingsdelen Waterlessløsningen som kommer best ut. Årsaken er lavt vannforbruk og en mindre tett tank sammenlignet med de øvrige løsningene. Det er en viss usikkerhet forbundet med at waterlesstoallet er en prototype som ikke er helt ferdig utviklet. Det øvrige gråvannet har et lavt innhold av næringsstoffer. Det kan derfor være mulig å rense dette ved hjelp av naturlig infiltrasjon og dermed få senket kostnadene ytterligere.

Transportkostnadene er størst for Cixpaxløsningen siden den er basert på tett tank der alt svartvannet blir samlet opp. Dette medfører et stort volum å transportere. Ulempen med bil som transportmiddel er belastning på miljøet i form av luftforurensning, på veinettet i form av slitasje og økt tungtransport.

Behandlingsdelen er rimeligst for mobil avvanning og for kompostering av svartvann fra Waterlesstoallet. Fordelen med komposteringen er at det skjer en resirkulering av næringsstoffer tilbake til jordbruket. Resultatet kan være et mindre forbruk av gjødsel og en jordforbedringseffekt. Et system som forurenser mindre og er relativt billig.

Ved tilsetning av organisk husavfall til svartvannet vil vi få en svært liten økning i kostnadene. Hovedårsaken er at matavfallet utgjør et lite volum i forhold til svartvannet i en reaktor. Ved

en svartvannsløsning basert på tett tank der en tilsetter organisk matavfall vil en dermed både problemet med svartvann og med organisk avfall samtidig som det organiske matavfallet virker positivt inn på selve komposteringsprosessen.

Kostnadene ved en svartvannsløsning ligger godt under kostnadsnivået til det kommunale anlegget på Bruflat. I tillegg er grunnlaget basert på tettsted, hvilket betyr at rørlegging i tilsvarende strøk som de desentraliserte løsninger ville ha vært enda dyrere. Selvkostprinsippet som alle kommuner er pålagt, er ikke overholdt i og med at kloakkavgift i Etnedal er 1.660 kr pr år mens de reelle årlige kostnader er på 6.464 kr, en dekningsgrad på bare 26%. Vi har trukket fra de statlige tilskudd slik at de reelle kostnadene blir presentert.

Ved mobil avvanning og kompostering av septikslam er kostnadene pr. kg resirkulert fosfor og organisk materiale på samme nivå som løsninger med tett tank. Kostnadene pr. kg resirkulert nitrogen for tett tank løsningene ligger lavere enn for systemer med slamavskiller. Årsaken er en betydelig bedre renseeffekt for nitrogen med tett tank løsning. Infiltrasjonsanlegget har en rensegrad m.h.p. fosfor på ca 90 %, mens den er på ca 30 % for nitrogen.

Renseeffekten for svartvannsløsningen er mye bedre enn et renseanlegg m.h.p. fosfor og nitrogen. Selv det som kommer ut fra renseanlegget har et større innhold av nitrogen enn gråvannet har før infiltrasjon. Her må det forøvrig taes hensyn til at renseanlegget antakelig ikke har samme renseeffekt som et nytt anlegg.

En samlet vurdering av de ulike avløpsløsningene viser gode resultater for våtkompostering basert på svartvann med organisk avfall. Våre undersøkelser viser at en fremtidig mer miljøvennlig og i mange tilfelle billigere løsning enn dagens kan oppnås ved å integrere flere av disse områdene i et mere helhetlig perspektiv.

Litteratur

Berdal Strømme A.S. 1994. Etnedal kommune. Årsrapport for avløpsanlegg, 1994. DIO -Driftsassistenten for avløpsanlegg i Oppland, Lillehammer.

Høyås, A.,Løfsgaard, W. 1995. Økonomisk vurdering av avløpssystemer. Tett tankog våtkomposteringsreaktor. Hovedoppgave ved Institutt for økonomi og samfunnsfag. NLH,ÅS.

Miljøverndepartementet. T-616. 1992. Forskrifter om utslipp fra separate avløpsanlegg.

NILF (1993): Handbok for driftsplanlegging, 188 pp.

Refsgaard, Karen (1994): En samfunnsøkonomisk analyse av avløps håndteringen i Etnedal kommune. Delprosjekt under forskningsprogrammet "Naturbasert avløpsteknologi 1994-97". Diskusjonsnotat #D-25/1994. Institutt for økonomi og samfunnsfag.

Skjellhaugen, O.J.,Sæther, T. 1994. Hygenisering og stabilisering av kilde-sortert matavfall og fiskeoppdrettsanlegg i våtkomposteringsreaktor. Notat. Institutt for tekniske fag. NLH.

Statens forurensningstilsyn.TA-515. 1980. Retningslinjer for større slamavskillere. OSLO

Stortingsmelding 46. 1988/89. Miljø og utvikling. Norges oppfølging av Verdenskomisjonens rapport. MD.

Personlig meddelelse

Pers. medd. Jensen, Petter D., 1996. Professor ved Institutt for tekniske fag.

Pers. medd. Krogh, Truls, 1996. Forsker ved Statens institutt for folkehelse
Pers. medd. Køhler, Jens C, 1995. Forsker ved JORDFORSK.

Pers. medd. Sakshug, Stein, 1995. Forsker ved Institutt for tekniske fag.