

**Effekter av bruk av matav-
fallskverner på ledningsnett,
renseanlegg og
avfallsbehandling.**
Resultater fra Fossnesundersøkelsen
og andre nordiske undersøkelser.

Aquateam - Norsk vannteknologisk senter A/S

Rapport nr: 05-079
Prosjekt nr: O-03060

Prosjektleder: Siv.ing. Kjell Terje Nedland
Medarbeidere: Siv.ing. Bjarne Paulsrud
Dr.ing. Bjørn Rusten

aquateam RAPPORT

Postboks 6875 Rodeløkka
0504 Oslo

Telefon: 22 35 81 00

Telefaks: 22 35 81 10

Rapportnummer: 05-079

Tilgjengelighet: Åpen

Rapportens tittel	Dato
Effekter på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling. Resultater fra Fossnesundersøkelsen og andre nordiske undersøkelser	28.4.2006
	Antall sider og bilag
	45 sider + 2 vedlegg
Forfatter(e) sign.	Ansv. sign.
Kjell Terje Nedland 	Bjarne Paulsrud
	
	Prosjektnummer
	O-03060
Oppdragsgiver	Oppdr.givers ref.
Vesar, Vestfold avfall og ressurs AS	Bjørn Erik Rui

Vesar har fått gjennomført en før- og etterundersøkelse i forbindelse med installasjon av matavfallskverner (MAK) i husholdningene i et område med ca. 500 mennesker tilknyttet et biologisk-kjemisk renseanlegg på Fossnes i Stokke kommune. Resultatene fra denne undersøkelsen er svært lik resultatene fra andre nordiske undersøkelser som er gjennomført de siste 15 årene. Det er litt i overkant av 20 vektprosent av matavfallet som havner i restavfallet enten man bruker egen matavfallsdunk eller MAK i husholdningene. Bare 53 % av husholdningene i området valgte å installere MAK selv om de fikk 25 % avslag i avfallsgebyret. En femdel hadde driftsproblemer med kvernen.

Installering av MAK medførte ikke flere driftsproblemer på ledningsnettet, men TV-bilder viser et kaffegrutaktig belegg i rørene. På Fossnes renseanlegg hadde man problemer med å få tatt ut representative prøver av både innløpsvann og slam. Anlegget ble dessuten drevet helt annerledes i etterundersøkelsen enn før man installerte kvernene. Det er derfor dessverre vanskelig å tolke resultatene fra disse prøvene. Utslippene fra renseanlegget er omtrent like store i perioden før og etter installasjon av MAK. Det ble tatt ut ca. 15 % mer slamtørrstoff i etterundersøkelsen enn i førundersøkelsen. Renseeffekten i det mekaniske rensetrinnet (Imhofftanken) foran anlegget er dårligere med oppmalt matavfall i avløpsvannet enn uten.

Stikkord - norsk

Stikkord - engelsk

Matavfallskvern	Food waste disposer
Avløpsnett	Sewer system
Avløpsrenseanlegg	Wastewater treatment plants
Før- etterundersøkelse	Pre and post study
Kostnader	Costs

Innholdsfortegnelse

Sammendrag og konklusjoner.....	4
1. Innledning.....	7
2. Hva er matavfallskverner (MAK)?	8
3. Utbredelse av MAK og regelverk i Norge og i andre land	10
3.1. Utbredelse av MAK og regelverk i Norge	10
3.2. Utbredelse av MAK og regelverk i andre land.....	10
4. Resultater fra andre nordiske undersøkelser om bruk av MAK til håndtering av matavfall	12
4.1. Erfaringer med installering og bruk av MAK.....	12
4.2. Effekt på avløpsvannets mengde og sammensetning.....	14
4.3. Effekter på ledningsnett.....	15
4.3.1. Private stikkledninger	16
4.3.2. Levetid av ledningsnett.....	16
4.3.3. Lukt og H ₂ S-problemer?	16
4.3.4. Nedbrytning av matavfall i ledningsnett.....	16
4.3.5. Økte driftsproblemer på ledningsnett?.....	17
4.3.6. Økt forurensningsmengde til vassdrag og sjøområder?	17
4.4. Effekter ved direkte utslipp	18
4.5. Effekter på renseanleggene	18
4.5.1. Effekter på silanlegg	19
4.5.2. Effekter på slamavskillere.....	19
4.5.3. Effekter på naturbaserte renseanlegg	19
4.5.4. Effekter på minirenseanlegg	20
4.5.5. Effekter på konvensjonelle renseanlegg.....	20
4.5.6. Effekter på slambehandlingen	22
5. Resultater fra Fossnesundersøkelsen.....	24
5.1. Opplegg for undersøkelsen	24
5.2. Spørreundersøkelse blant brukerne av MAK og blant de som ikke ville ha MAK	25
5.3. Resultater fra plukkanalyser av avfallet.....	27
5.4. Resultater fra TV-undersøkelse av avløpsnett	28
5.5. Resultater fra undersøkelser på Fossnes renseanlegg.....	29
5.5.1. Forsøksopplegg.....	29
5.5.2. Tilførsler til renseanlegget	31
5.5.3. Renseresultater	31
5.5.4. Slammengder	34
5.5.5. Organisk stoff i slammet	36
5.6. Resipientundersøkelser i Skåumbekken	37
5.7. Kostnader for håndtering av matavfall ved egen matavfallsdunk og ved MAK i Vesarområdet.....	39
6. Referanser.....	44
Vedlegg 1. Spørreundersøkelse blant abonnenter med og uten MAK i Fossnes- området	46
Vedlegg 2. Resultater fra prøvetaking på Fossnes renseanlegg	51

Sammendrag og konklusjoner

Matavfallskverner (MAK) monteres under utslagsvasken i kjøkkenbenken. De maler opp matavfall, blomster og kjøkkenpapir til små biter på ca. 3-5 mm. Bitene spyles ned i avløpet og blir med avløpsvannet gjennom ledningsnett til renseanlegget. Her blir organisk stoff brutt ned og fosfor bundet til partikler. Partiklene i det ferdig behandlede avløpsvannet skilles fra vannet og tas ut som slam som kan brukes til gjødsel og jordforbedringsmiddel. Imidlertid vil noe av næringsstoffene og det organiske stoffet i matavfallet bli ført med utlekkingsvann fra ledningsnett eller rensed avløpsvann til ferskvann eller sjø. Ikke alt matavfallet som blir kvernet i MAK, vil derfor bli benyttet til jordforbedring.

Innføring av MAK i alle husholdninger er sett på som en mulighet til å redusere kostnader for innsamling og behandling av matavfallet ved å bruke avløpsnett og behandlingsanlegg som allerede ligger der i dag, istedenfor å samle inn matavfallet for seg og behandle det i et eget behandlingsanlegg (kompostering og/eller biogassanlegg).

I USA har ca. 50 % av husholdningene installert MAK. I Europa har kvernene foreløpig ikke slått an. Sju av de opprinnelige EU-landene har innført forbud mot dem, tre krever tillatelse og bare tre land har ingen restriksjoner på bruk av MAK.

I Norge er det fra 1.1.2007 forbud mot å installere MAK i husholdningene, om ikke kommunen gjennom lokal forskrift tillater dette. Kommunen har ikke hjemmel til å påby folk å installere kverner, dersom man ønsker å basere håndtering av matavfallet på MAK i husholdningene. Skal man basere innsamlingen av matavfall på MAK, må man ha et alternativt system for de som ikke ønsker å ha MAK i kjøkkenbenken. Ved å sette et høyt gebyr på den alternative innsamlingen for de som velger dette, kan man nok øke antallet som installerer MAK, men man kan likevel ikke forvente å få 100 % oppslutning om installering av MAK.

I denne rapporten oppsummeres resultatene fra nordiske undersøkelser de siste 15 årene, samt resultatene fra Fossnesområdet i Stokke, hvor det er foretatt en separat undersøkelse. Erfaringer viser at MAK blir brukt til å male opp ca. 2/3 av matavfallet. Resten havner i restavfallet. I Fossnesundersøkelsen havnet drøyt 20 % av matavfallet i restavfallet. Dette er omtrent det samme som i et system med egne dunker for matavfall. Ved bruk av MAK kan man imidlertid ikke ta hånd om hageavfall, så man må ha et system for dette i tillegg.

De fleste som har installert kverner, er fornøyde med dem, og vil ikke gå tilbake til kjøkken uten MAK. Imidlertid oppstår det problemer med oppmaling av visse typer matavfall (som innpakkede matrester og gammelt brød), og det hender at avløpet fra vasken tetter seg i husstander med gammelt rørsystem.

Bruk av MAK i husholdningene fører til mindre skadedyr (rotter, fugler og fluer) enn et system som baserer seg på innsamling i egne poser og/eller beholdere, bl.a. fordi rotter og andre skadedyr ikke blir tiltrukket av oppmalt matavfall.

Oppmalt matavfall skaper ikke flere problemer i ledningsnett enn de som kommunene allerede sliter med. På ledningsnett med lang oppholdstid og i lange pumpeledninger vil matavfallet bli brutt ned, og dette kan medføre mangel på oksygen i avløpsvannet med derav følgende lukt- og hydrogensulfidproblemer. Slike problemer er likevel ikke observert i de nordiske undersøkelsene hvor man har fulgt opp ledningsnett etter at en stor del av husholdningene har fått installert MAK. Disse undersøkelsene har imidlertid ikke fokusert på slike problemer. I ledningsnett med godt fall og kort avstand til renseanlegget vil ikke slike problemer oppstå.

Norge er et spesielt land når det gjelder avløpsnett og renseanlegg, og dette må tas hensyn til ved sammenligning med bl.a. Sverige og de fleste andre land i Vest-Europa. Kun 81 % av befolkningen i Norge er tilknyttet offentlig ledningsnett. Hele 6 % av befolkningen er tilknyttet

ledningsnett som går urensset ut i sjøen, nesten 20 % er tilknyttet renseanlegg med kun mekanisk rensing, og 26 % er tilknyttet renseanlegg med mekanisk-kjemisk rensing. Det er kun 25 % av befolkningen som er tilknyttet renseanlegg med biologisk rensetrinn (de fleste av disse anleggene har også kjemisk rensetrinn), og det er bare ved biologisk rensing at man får fjernet over 90 % av det organiske stoffet i matavfallet fra avløpsvannet. Ved mekanisk-kjemisk rensing fjerner man ca. 80 % av det organiske stoffet i avløpsvann fra husholdninger, og ved mekanisk rensing mindre enn 30 %. Det organiske stoffet i matavfallet ser ut til å være omtrent likt fordelt mellom partikulært og løst, som avløpsvann fra husholdninger.

På ledningsnettet lekker en del oppløst organisk stoff ut gjennom utette skjøter og sprukne rør i grove masser og fjellgrøfter, mens noe løst og partikulært organisk stoff vil gå i overløp i regnværperioder. I renseanlegg for enkelthus i spredt bebyggelse vil også en god del av næringsstoffer og organisk stoff i matavfallet havne i nærmeste resipient ved installering av MAK, fordi slike renseanlegg normalt har relativt lav renseeffekt for organisk stoff (25 – 90 % avhengig av type anlegg).

Det er store forskjeller mellom undersøkelsene når det gjelder hvor mye næringsstoffer og organisk stoff som kommer frem til renseanlegget når man installerer MAK i husholdningene. Følgende anslag anses for å være realistiske:

Parameter	Prosent økning i tilførslene ved bruk av MAK i alle husholdninger
Organisk stoff	30-50
Fosfor	4-10
Nitrogen	10-12
Suspendert stoff	20-50
Ristgodsmengde	30-100 (avhengig av lysåpning på ristene)
Slammengde	10-30 på tørrstoffbasis

Fossnes-undersøkelsen har ikke gitt resultater som skiller seg ut fra resultatene fra tidligere undersøkelser. På grunn av problemer med å få tatt representative prøver av innløpsvannet, kan vi ikke si så mye om økningen i tilførslene. Uttatt mengde slamtørrstoff har vært ca. 15 % større i etterundersøkelsen enn før man installerte MAK i husholdningene.

Det oppmalte matavfallet vil få omtrent samme renseeffekt i avløpsrenseanlegg som annet avløpsvann, ettersom fordeling av løst og partikulært stoff er nokså likt vanlig avløpsvann. Det betyr at 5 - 75 % av det organiske stoffet i matavfallet vil forurense vassdragene i området, mens 5 - 95 % av fosforet og 15 - 95 % av nitrogenet ikke vil bli fjernet i renseanleggene. De store forskjellene skyldes store forskjeller i renseeffekt for ulike typer renseløsninger. Totalt sett vil installasjon av MAK i husholdningene føre til større belastning på vassdragene våre. Det er derfor først og fremst i områder hvor det er lite utlekking fra ledningsnettet og der man har renseanlegg med biologisk-kjemisk rensing (helst med nitrogenfjerning) at man kan forsvare en håndtering av matavfall basert på MAK i alle husholdninger.

I renseanlegg med biologisk rensetrinn er det dette trinnet som vil bli mest påvirket av matavfallet. Det må derfor alltid kontrolleres at dette rensetrinnet har kapasitet til å ta den økte belastningen før man tillater MAK, og eventuelt må dette rensetrinnet utvides. Det samme kan gjelde for slambehandlingen på anlegget, da slammengdene også vil øke. Forbruket av fellingskjemikalier i det kjemiske rensetrinnet må forventes å øke. Det positive ved matavfall i ledningsnettet vil være at man får mer løst karbon i avløpsvannet og kan spare litt på tilsetning av ekstern karbonkilde på renseanlegg med nitrogenfjerning, og at man får en større gassproduksjon på renseanlegg som har anaerob slambehandling (biogassanlegg for slammet). På flere norske renseanlegg med anaerob slambehandling utnytter man imidlertid kun gassen til intern oppvarming på anlegget, så en økt gassproduksjon vil ikke resultere i reduserte kostnader på disse anleggene.

Alt i alt bør man gjøre en grundig gjennomgang av ledningsnett og renseanlegg i et område før man bestemmer seg for å basere håndtering av matavfall på installering av MAK i husholdningene. I Vesar-området vil man få økte kostnader både på avfallssiden og på avløps-siden om man skal basere håndteringen av matavfall på MAK i husholdningene, dersom man velger å samle opp matavfallet fra de som ikke vil ha MAK i egne matavfallsbeholdere og hente matavfallet ukentlig. Total kostnad vil øke med ca. kr 140 + mva. pr. husholdning pr. år. Dersom man i stedet velger å la de som ikke vil ha MAK få legge matavfallet i restavfalls-beholderen, vil man kunne spare kr 25,- mer på renovasjonssiden enn de økte kostnader på avløpssiden, og summen av avløps- og renovasjonsgebyret ville kunne bli ca. kr 25 + mva. billigere enn i dag. Man vil imidlertid få større forurensningsutslipp til lokale resipienter og Oslofjorden om man velger en løsning med MAK enn om man velger en løsning med egne matavfallsbeholdere. Det er derfor dårlig kost/nytte å bruke MAK til håndtering av matavfall i Vesar-området.

1. Innledning

Matavfall fra husholdningene blir i mange kommuner samlet inn for seg, og dette har mange steder pågått siden midten av 90-tallet. Fra 2009 vil ikke lenger det våtorganiske avfallet bli tillatt deponert på avfallsdeponier, slik at enda flere kommuner må finne andre måter å håndtere dette avfallet på. Det har i den senere tid vært mye diskutert om en løsning på matavfallshåndteringen kunne være å benytte matavfallskverner (MAK) i husholdningene, og transportere matavfallet sammen med avløpsvannet til renseanlegget. NORVAR har laget en sammenstilling av erfaringer med MAK i Sverige og Norge (Lindholm et al., 2002). Rapporten konkluderer med at det er gjort få undersøkelser som dokumenterer erfaringer med bruk av MAK for matavfall fra husholdninger, og undersøkelsene viser til dels meget sprikende resultater. Spesielt viser det seg å være få undersøkelser av avløpsnett, renseanlegg og avfallsbehandling før og etter at MAK er installert i husholdningene.

På denne bakgrunn har, Vestfold avfall og ressurs AS (Vesar), som er avfallsselskapet for 11 kommuner i Vestfold, fått støtte fra ORIO-programmet og NORVAR til å gjennomføre en undersøkelse i Fossnesområdet i Stokke kommune, hvor 500 personer tilknyttet et lite renseanlegg fikk tilbud om å installere MAK. Avfalls- og avløpssystem i området ble grundig undersøkt før og etter installering av MAK i husholdningene. Som et ledd i denne undersøkelsen, er det også sammenstilt tidligere erfaringer som er gjort med MAK i Norden, slik at vi også får en oversikt over kunnskapen på feltet fra andre undersøkelser.

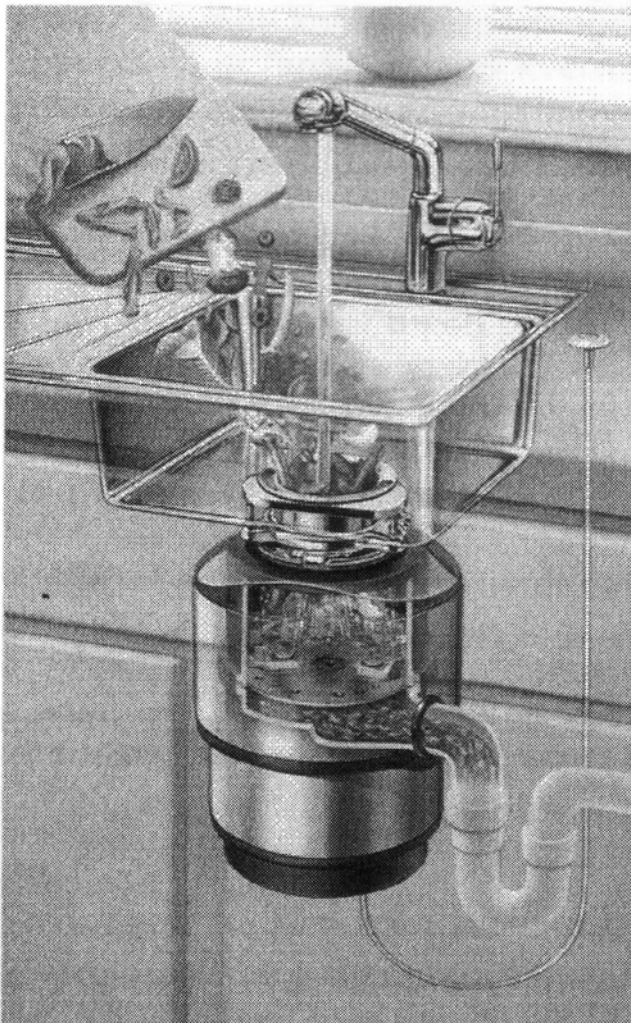
Denne undersøkelsen er gjennomført i samarbeid mellom Vesar, Stokke kommune og Aquateam AS. Prosjektleder har vært Bjørn Erik Rui, Vesar, og ansvarlig for oppfølging av renseanlegget og rapportering av resultatene har vært Kjell Terje Nedland, Aquateam. Det er nedsett en styringsgruppe for prosjektet bestående av Olav R. Grande fra Vesar og Bjørn Heimdal fra Stokke kommune. I tillegg har en arbeidsgruppe bestående av Monica Skjønnhaug fra Stokke kommune, Bjørn Erik Rui fra Vesar og Kjell Terje Nedland fra Aquateam tatt seg av alt praktisk arbeid med prosjektet. Henrik Lystad, Norsk Renholdsverksforening (NRF), Ole Lien, NORVAR og Dagfinn Fremstad, Tønsbergfjorden Avløpsutvalg (TAU) deltatt i en referanse/kvalitetssikringsgruppe for prosjektet. Driftsoperatørene på renseanleggene i Stokke kommune har gjort en kjempeinnsats ved å ta alt ekstraarbeidet med ekstra prøvetaking på Fossnes renseanlegg.

2. Hva er matavfallskverner (MAK)?

En matavfallskvern monteres normalt under utslagsvasken på kjøkkenet (se figur 1). Man skrur på kaldtvannet fra kranen og starter kvernen ved å trykke på en bryter. Matavfallet presses ned i sluket på vasken litt etter litt, og blir malt opp i biter på ca. 3-5 mm. Det finnes også på markedet MAK som man fyller med matavfall, setter på lokket og starter.

Undersøkelser i forbindelse med en eksamensoppgave ved Mälardalens Högskola (Karlberg & Norin, 1999) viste at det var vanlig å få kvernrester fra matavfallet med lengde på inntil 20 mm, og at biter med lengde på opp til 40-50 mm kunne forekomme. En tilsvarende eksamensoppgave i Sundsvall (Forsberg & Olofsson, 2003) viste omtrent de samme resultatene. Vi vet imidlertid ikke hvor mye dette varierer med type MAK på det norske markedet.

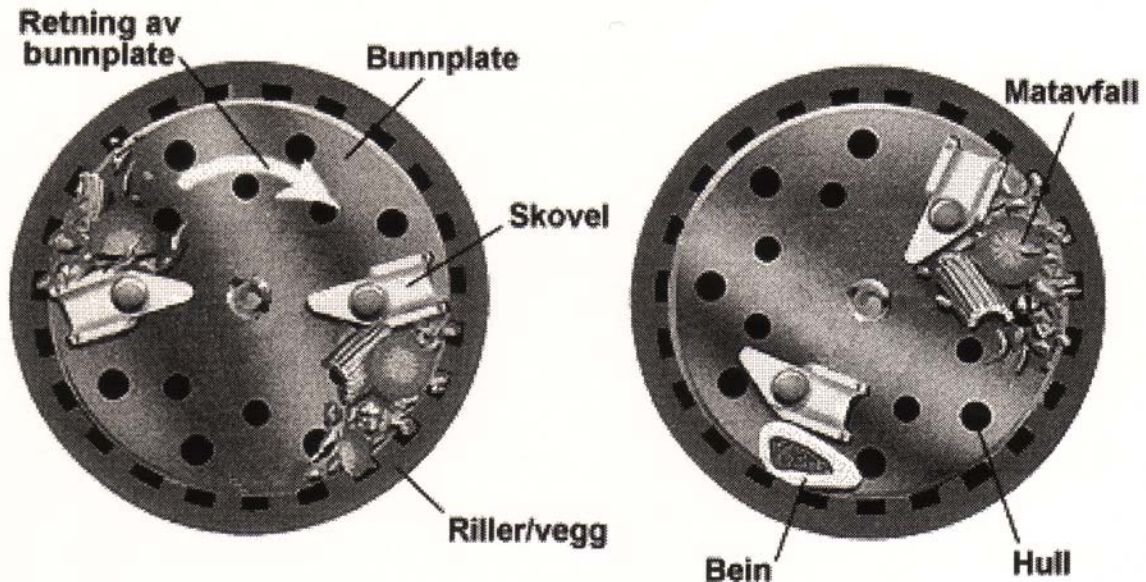
Det er ikke kniver i kvernene, kun skovler som sørger for at matavfallet rives i stykker mot rillene i veggen ved roteringen av kvernen (se figur 2).



Figur 1. Montering av MAK i kjøkkenbenken (Nilsen, 2001).

Kvernen kan male opp grønnsakrester, avskjær fra fisk, reke-, frukt-, potet- og eggesskall, mindre kjøtt-, fugl- og fiskebein, kaffefiltre, visne blomster, husholdningspapir og annet "mykt" matavfall. Kvernen maler ikke opp grovere kjøttbein, større fiskeskinnsbiter, blåskjellskall, maiskolber og større mengder fett og deig. Den klarer heller ikke å male opp plast og metall, så det er ikke fare for å få miljøgifter fra slike gjenstander i avløpsvannet gjennom MAK. Erfaringer fra andre land viser at ca. 80 % av matavfallet er kvernbart. Gammel emballert mat

som har stått for lenge, eller gammelt brød havner også i restavfallet sammen med større kjøttbein og annet som ikke kvernen klarer å male opp, fordi det blir for mye arbeid å skjære dette opp og putte det i kvernen (Lindholm et al., 2002). I praksis viser det seg at ca. 2/3 av matavfallet i husholdninger med MAK blir kvernet, og at resten havner i restavfallet. Ved separat innsamling av våtorganisk avfall i egen beholder oppnår man normalt omtrent den samme utsorteringsprosenten (Lindholm et al., 2002).



Figur 2. Prinsippet for oppmaling av matavfall med MAK (Nilsen 2001).

MAK kan være aktuelt både for hoteller, restauranter og andre storkjøkken foruten i husholdningene. For storkjøkken og husholdninger er det en enkel løsning som fjerner eventuelle luktproblemer på kjøkkenet og på oppsamlingsplassen for avfall. Ved oppmaling av matavfallet og transport via avløpssystemet forsvinner problemene med fluer, rotter, fugler og åtsel-dyr som blir tiltrukket av store partikler i matavfall (CIWEM, 2002). Benyttes tette beholdere, lukkede kjøretøyer og lukkede behandlingsprosesser for matavfallet, vil heller ikke slike problemer oppstå ved tradisjonell håndtering av matavfallet.

3. Utbredelse av MAK og regelverk i Norge og i andre land

3.1. Utbredelse av MAK og regelverk i Norge

Inntil for få år siden var det kun i Bardu kommune at MAK var særlig utbredt. I de siste årene har det vært en utstrakt markedsføring av MAK fra leverandørenes side, og dette har ført til at en del andre tettsteder/kommuner har innført MAK (for eksempel Austbygde i Telemark, Namdalen i Nord-Trøndelag, Balsfjord i Troms og Fossnes i Stokke). Det er innført ca. 35.000 matavfallskverner i Norge siden 1999, og det betyr at det er ca. 2,5 % av husholdningene som har slik kvern (Oseid, 2005). Omsetningen har økt kraftig fra år til år, og det har blitt et stort salg av slike kverner på internett.

Kommunen hadde før 1.1.2006 ingen lett synlig hjemmel til å regulere oppmaling av matavfall til offentlige avløpsanlegg. Den nye avløpsdelen i forurensningsforskriften (Miljøverndepartementet, 2005), som trådte i kraft 1.1.2006, har i kapittel 15A Påslipp, § 15 A-4 **forbudt påslipp av oppmalt matavfall til offentlig avløpsnett fra 1. januar 2007 såfremt ikke kommunen i forskrift gjør unntak fra forbudet**. Denne paragrafen i den nye avløpsdelen av forurensningsforskriften vil mest sannsynlig begrense bruken av MAK i husholdningene i stor grad, da det ikke forventes at mange kommuner vil gjøre unntak fra forbudet.

Kommunen har for øvrig ikke hjemmel til å påby installering av MAK i husholdningene fordi dette anses som et inngrep i den private sfære (SFT, 2004). Kommunen kan imidlertid forhandle seg frem til gode priser på kjøp og installasjon av MAK, og på dette grunnlag få de fleste husholdningene til å installere MAK, om kommunen ønsker å basere innsamling av matavfall på MAK.

3.2. Utbredelse av MAK og regelverk i andre land

MAK er mest utbredt i USA, hvor de har vært i bruk siden 1930-årene. I USA har ca. 48 % av husholdningene installert MAK. I ca. 90 kommuner/regioner i USA er MAK påbudt ved lov (de Köning & van der Graaf, 1996). Dette skyldes at man i noen stater/regioner har satsset på MAK som en god hygienisk måte for å ta hånd om matavfallet i husholdningene, og man har da dimensjonert avløpsnett og renseanlegg for dette formålet.

I Storbritannia bruker ca. 5 % av befolkningen MAK etter 30 års markedsføring, men her har myndighetene verken oppfordret til bruk eller forbudt bruk av MAK. Husholdninger som har kjøpt MAK, har gjort det for å bli kvitt luktproblemer og hygieniske problemer med matavfall i søppelstativer på kjøkkenet og i gården. MAK hadde i 1995 utbredelse i over 80 land, men det er bare i USA at kvernene har fått stor utbredelse.

I EU har man overlatt det til det enkelte medlemsland å ta stilling til MAK. Det er riktignok i et arbeidsdokument til et direktiv om biologisk behandling av bioavfall (EU, 2001) tatt med følgende avsnitt: "For å unngå en unødvendig økning i mengden avløpsslam er det forbudt å slippe oppmalt matavfall i avløpet." Dette er imidlertid kun et arbeidsdokument som står for arbeidsgruppens oppfatning, og EU-kommisjonen har i brev av 11.6.2003 til VEAS (Vestfjordens Avløpsselskap) påpekt at kommisjonen ikke har intensjoner om å forby MAK i EU. Kommisjonen gjør likevel oppmerksom på at det enkelte land har anledning til å fastsette nasjonale eller lokale forbud (SFT, 2004). I mange EU-land er det også slike forbud (se tabell 1).

Tabell 1. Regelverk om MAK i EU-land (SFT, 2004)

Land med forbud e.l.	Land hvor tillatelse er påkrevd	Land uten restriksjoner
Belgia	Danmark	Irland
Frankrike	Finland	Italia
Luxemburg	Sverige	Storbritannia
Nederland		
Portugal		
Tyskland		
Østerrike		

Reguleringene i det enkelte land har ulik bakgrunn og er basert på forskjellig tradisjon. Noen er hjemlet i lovverket, mens andre har bakgrunn i anleggseieres rettigheter til å regulere påslipp. Italia har lenge hatt et forbud, men dette ble opphevet i 2002.

I Sverige er det ikke forbud i lovverket mot å bruke MAK. I "Allmenna bestemmelser for brukande av den allmenna vatten- og avloppsanleggningen", ABVA, reguleres imidlertid forholdet mellom anleggseier (som oftest kommunen) og abonnentene. I ABVA står det: "Avfallskvarnen får endast installeras om va-verket efter ansökan medger det". ABVA anvendes av de fleste kommunene i Sverige.

I Danmark er det tillatt å installere MAK dersom det er åpnet for dette i kommunens avfallsregulativ. Kun få kommuner tillater MAK. Ifølge Miljøstyrelsen har MAK en meget begrenset utbredelse i Danmark (SFT, 2004). Det var en del diskusjon om MAK på midten av 90-tallet som følge av markedsføring fra en produsent, men siden har det vært fallende oppmerksomhet.

4. Resultater fra andre nordiske undersøkelser om bruk av MAK til håndtering av matavfall

NORVAR utga i 2002 en prosjektrapport basert på et litteraturstudium om matavfallskverner til håndtering av matavfall i husholdningene (Lindholm et al., 2002). Rapporten bygger på tilgjengelige erfaringer fra Norden på den tid, og disse stammer i hovedsak fra Staffanstorp og Surahammar kommune i Sverige og Bardu kommune i Norge. Etter at NORVAR-rapporten ble laget, har det ikke skjedd så mye på dette feltet i Norden. Det er riktignok foretatt to korte erfaringsundersøkelser i små rensedistrikter hvor det er installert MAK i husholdningene, i Namdalen i Nord-Trøndelag og i Austbygde i Tinn kommune i Telemark. Erfaringene fra disse undersøkelsene er tatt med her.

4.1. Erfaringer med installering og bruk av MAK

Det er svært viktig å informere husholdningene om bruken av kvernene på forhånd. Skal man få flesteparten av husholdningene til å installere kverner, må man regne med å bruke mye tid og penger på informasjonsarbeid.

Det har vært få problemer med innføring av MAK i husholdningene i Surahammar og Bardu kommuner. Problemene som har oppstått, har i hovedsak vært feil ved montering av kvernene eller gjentetting av utløpsrøret fra vasken på grunn av for skarpe bend eller halvtette rør koblet til vannlåsen (Lindholm et al., 2002).

I en spørreundersøkelse i Surahammar kommune var 96 % av abonnentene fornøyd med kvernene (Karlberg & Norin, 1999). Det var likevel ca. 20 % av de spurte som hadde hatt problemer med kvernene. Problemene besto i stopp i ledninger i leiligheten, materiale som kilte seg i kvernen samt problemer som skyldtes feil installasjon, som for eksempel at kvernen ristet løs. Problemene ble raskt løst ved å fjerne rørbend eller montere kvernene riktig.

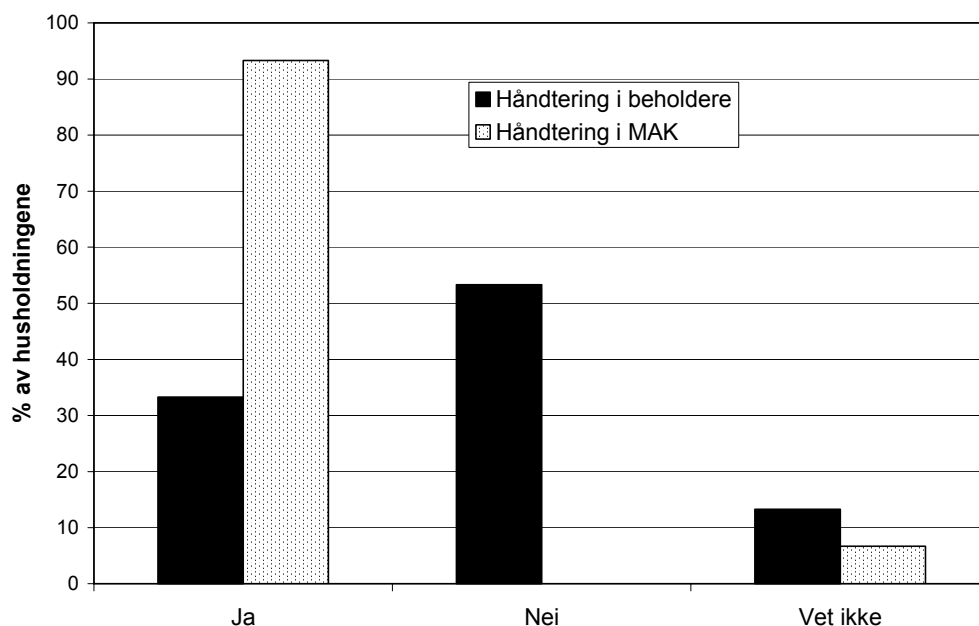
I Austbygde ble 30 av 80 husstander spurt om erfaringer med oppsamling av matavfall i egne poser (før installasjon av kvern) og bruk av MAK (Gunleiksrud et al., 2004). Fordelingen av svarene er vist i figur 3.

Svarene viser med all tydelighet at brukerne av MAK er fornøyd med dette alternativet. Det ble også spurt om man hadde problemer med lukt, søl eller fluer ved innsamling i egen pose i kjøkkenet, og om disse problemene forsvant ved bruk av MAK. Fordelingen av svarene er vist i figur 4.

Som ventet forsvant også så godt som alle problemer med lukt, søl og fluer da man gikk over fra oppsamling i pose til bruk av MAK. 60 % av de spurte mente også at de var blitt flinkere til å kildesortere etter at de hadde fått installert MAK. 5 av de 30 husholdningene (17 %) hadde imidlertid hatt problemer med driftsstans, med stopp av kvernen eller noe lekkasje, og 3 av husholdningene har opplevd at avløpet går tregere, eller at det går inn i oppvaskmaskinen. Halvparten av de 30 husholdningene har opplevd problemer med å male opp avfall som bein, slintrer, rå poteter, bananskall og rå fisk. Antall ganger man gikk ut med søpla ble redusert fra i gjennomsnitt 3,5 til 2,1 pr. uke ved MAK i forhold til egne poser for matavfallet.

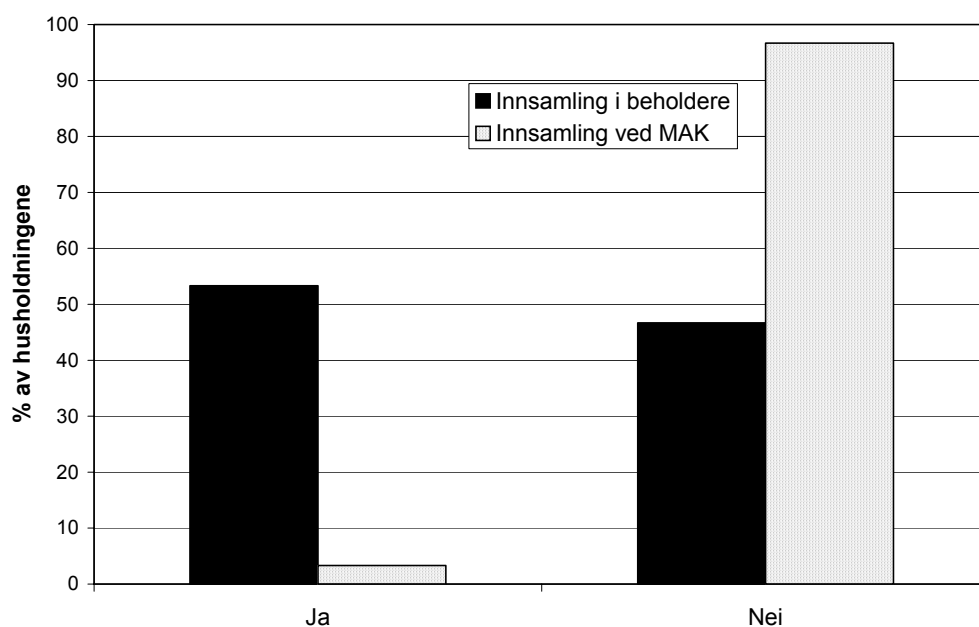
Det er gjennomført en tilsvarende brukerundersøkelse i Namdalen i 2001, der 27 av 70 husstander svarte på spørreskjemaet (Nilsen, 2001). Kvernen hadde vært i bruk i gjennomsnittlig 18 uker, og 96 % av befolkningen var tilfreds, og 4 % usikre på systemet med MAK i kjøkkenet, mens 59 % var misfornøyd med den gamle ordningen for håndtering av matavfall. Det var imidlertid også her husstander som hadde opplevd problemer med driftsstans (26 %) og avløp/vannlås (26 %) etter installasjon av MAK. Ingen ønsket imidlertid å gå tilbake til kjøkkenet uten MAK.

Spørsmål: Er du fornøyd med kildesorteingsordningen?



Figur 3. Svar på spørsmål om man er fornøyd med kildesorteingsordningen i Austbygde (Gunleiksrud et al., 2004).

Spørsmål: Er du plaget av lukt, søl eller fluer?



Figur 4. Svar på spørsmål om plager med lukt, søl eller fluer ved kildesorteringen i Austbygde (Gunleiksrud et al., 2004).

Erfaring fra plukkanalyse ved kildesortering av matavfall i HIAS-regionen i 1998 viste at en ikke kan forvente at folk utsorterer mer enn 60-70 % av matavfallet (Vidnes & Thune, 1998).

Dette tilsvarer omtrent samme mengde som forventes utsortert ved MAK (Lindholm et al., 2002).

4.2. Effekt på avløpsvannets mengde og sammensetning

Ved installering av MAK vil avløpsvannets mengde og sammensetning påvirkes. Avløpsvannmengden vil øke lite (3 % i henhold til en dansk undersøkelse, Pind et al., 1997). Innholdet av organisk stoff i avløpsvannet vil nødvendigvis øke, men det kan se ut som om det er vanskelig å få målt denne økningen på renseanlegget, ettersom ulike undersøkelser gir svært forskjellige resultater.

I Surahammar kommune i Sverige (Karlberg & Norin, 1999) ble det målt tilførsler til renseanlegget etter at 1.100 av 3.700 husstander hadde installert MAK. Tilførslene i 1998 ble sammenlignet med driftsdata på renseanlegget før det ble installert kverner. Det viste seg at man ikke kunne spore noen belastningsøkning inn på renseanlegget på tross av at ristgodsmengder og gassproduksjon i råtnetankene økte etter innføringen av kvernene. At vi ikke kan finne igjen de økte tilførslene, kan skyldes at det kun ble tatt døgnblandprøver en dag i uken, at selve prøvetakingen var beheftet med feil, eller at variasjonene i innkommende forurensningsmengder er så store at disse gjør det vanskelig å måle en økning på 5 -15 prosent.

Forholdet mellom BOF_7 og totalt nitrogen økte imidlertid gradvis ettersom MAK ble installert i husholdningene, fra 3,7 til 4,6. Ettersom matavfall har et høyere forhold mellom disse parametrene enn avløpsslam, tyder dette på at det i oppfølgingsperioden likevel kom matavfall frem til Haga renseanlegg i Surahammar.

I Staffanstorps ble det tatt prøver av avløpsvannet fra et forsøksområde med 100 leiligheter før og etter installasjon av MAK i husholdningene (Nilsson et al., 1990). Resultatene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Organisk materiale i avløpsvannet (g/pe-d) før og etter installasjon av MAK (Nilsson et al., 1990)

Parameter	Uten MAK (g/pe-d)	Med MAK (g/pe-d)	Endring i %
Total KOF	155	243	+57
Filtrert KOF	42	56	+33
Total BOF_7	40	71	+78
Filtrert BOF_7	14,5	25,4	+75

Resultatene viser at det blir forholdsvis mer lett nedbrytbart organisk stoff i avløpsvannet med MAK i husholdningene, og at forholdet mellom løst og partikulært organisk stoff er omtrent det samme med og uten MAK.

Nilsson et al. (1990) sammenlignet også de målte utslippene med MAK med svenske standardtall for avløpsvann. Resultatet er vist i tabell 3.

Tabell 3. Prosentvis økning av forurensningsinnhold i avløpsvann med MAK sammenlignet med svenske standardtall for avløp (Nilsson et al., 1990).

Parameter:	TS	SS	BOF_7	Totalfosfor	Totalnitrogen
Prosent økning med MAK	22	48	48	0	12

Det er etter vår mening ikke riktig å sammenligne med standardtall fordi disse kan variere mye fra område til område. Det viser også forskjellen på total BOF₇ i tabell 2 (78 % økning, basert på målinger) og tabell 3 (48 % økning basert på standardtall).

I Austbygde rensedistrikt i Tinn kommune gjorde konsulentfirmaet Tveiten AS en undersøkelse av innløpsvannet på Austbygde renseanlegg før og etter installasjon av MAK i husholdningene (Gunleiksrud et al., 2004, Ofte, 2005). Austbygde renseanlegg er et mekanisk-kjemisk anlegg. Førundersøkelsen ble foretatt fra 8. til 22. desember 2003, og fra 5. til 26. januar 2004 (5 uker, 10 prøveserier), og etterundersøkelsen ble foretatt fra 9. februar til 29. mars 2004 (7 uker, 14 prøveserier). Det er tilknyttet ca. 440 pe til renseanlegget, og ca. 75 % av disse fikk installert MAK mellom før- og etterundersøkelsen. Det ble tatt ut mengdeproporsjonale blandprøver hver dag fra mandag til fredag, og disse ble satt sammen til en mengdeproporsjonal prøve fra denne perioden. I helgen ble det tatt ut en mengdeproporsjonal prøve fra fredag til mandag. Resultatet av innløpsprøvene er vist i tabell 4.

Tabell 4. Resultater fra før- og etterundersøkelsen på Austbygde renseanlegg i 2003-04 (Gunleiksrud et al., 2004)

Parameter	Uten MAK (g/pe·d)	Med MAK (g/pe·d)	Endring i %
Total KOF	95	129	+36
Filtrert KOF	26	34	+33
Totalfosfor	0,89*	1,4	+59*
Suspendert stoff	59	72	+21

* Totalfosfor i førundersøkelsen er basert på renseanleggets utslippskontroll for perioden 2000-2003.

En økning på 36 % i KOF-tilførslene er omtrent midt mellom resultatene fra de svenske undersøkelsene, mens en økning på 59 % i fosfortilførslene virker altfor mye i forhold til de svenske undersøkelsene. En spesifikk fosforproduksjon på 0,87 g P/pe·d i prøvene fra utslippskontrollen i 2000-03 virker også svært lavt (normalt 1,6 g P/pe·d). Oppfølgingsperiodene er korte, så det er stor usikkerhet i resultatene. Imidlertid viser en gjennomgang som Tveiten AS har gjort av renseanleggets utslippskontroll for perioden etter at forsøkene ble gjennomført, at det er en reell økning av fosfortilførslene til anlegget.

Det er ut fra de forholdsvis få undersøkelsene som er gjort, vanskelig å forutsi hvor store økningene i tilførslene vil bli om man installerer MAK i alle husholdningene. NORVAR har i sin rapport (Lindholm et al., 2002) antatt følgende endringer i avløpsvannets sammensetning:

- ca. 50 % økning i mengde organisk stoff til renseanlegget
- 10-12 % økning i nitrogenmengden
- 4-8 % økning i fosformengden

De senere norske undersøkelsene tyder på at økningene er mindre enn dette.

4.3. Effekter på ledningsnett

Tilførsel av kvernet matavfall på ledningsnett vil føre til en marginal økning av vannmengden og en relativt stor økning i mengde suspendert og organisk stoff (30 – 50 %). Dette skulle normalt tilsi at det ble problemer med:

- Økt sedimentering av partikler i ledninger med dårlig fall, og dermed økte problemer med kloakkstopper og ledninger som stadig må spyles.

- Anaerobe forhold på ledninger med lite fall eller på ledninger med lange pumpestrekk. Ved anaerobe forhold utvikles H₂S (hydrogensulfid) som fører til tæring på betongledninger, luktulempere og helsefare for driftspersonalet. Det vil også kunne utvikles CH₄ (metangass) som kan gi eksplosjonsfare i uheldig blandingsforhold med luft.

4.3.1. Private stikkledninger

Ved vurdering av installasjon av MAK i Surahammar kommune ble stikkledningene kontrollert ved rørinspeksjon før MAK ble installert (Lindholm et al., 2002). Gjentettingsfrekvensen i stikkledningene har ikke økt etter installasjon av MAK. Det er rapportert 5 gjentettinger etter innføringen av MAK, og ingen av disse gjentettingene kan direkte tilbakeføres til matavfall i ledningene. Heller ikke i Staffanstorps kommune eller Bardu kommune ble det påvist noen økt gjentetting av stikkledninger.

4.3.2. Levetid av ledningsnett

Det er ikke gjort noen nordisk undersøkelse av hvorvidt matavfallet vil kunne påvirke levetiden av avløpsledninger. Vi vet imidlertid at betongledninger har blitt oppspist i nærheten av utslipp fra næringsmiddelindustri som følge av svært lav pH i avløpsvannet (Kløverød, 2005). Vi vet ikke om pH i avløp fra husholdninger blir påvirket av matavfallet, men mest sannsynlig skjer ikke dette da oppholdstiden i stikkledningene er kort.

4.3.3. Lukt og H₂S-problemer?

Ved lange pumpeledninger med etterfølgende selvfallsledninger av betong vil betongledningene kunne bli korrodert av H₂S-gass som omdannes til svovelsyre i rørene. H₂S-gassen dannes når oksygenet i vannet er oppbrukt og det oppstår anaerobe forhold i nettet. Ettersom kvernet matavfall inneholder mye lett nedbrytbart organisk stoff, vil det være naturlig at dette vil føre til at det forbrukes mer oksygen i avløpsvannet i lange pumpeledninger, og problemer med hydrogensulfid vil kunne øke.

Erfaringer fra Surahammar (Karlberg & Norin, 1999) tyder ikke på noen merkbar økning i hydrogensulfidinnholdet i avløpsledningene. Driftspersonalet observerte ikke mer lukt enn tidligere, på tross av at hydrogensulfid er en sterkt illeluktende gass. Ved forsøket i Staffanstorps gjorde Nilsson et al. (1990) en teoretisk beregning som viste at den økte mengden organisk stoff var for liten til å danne nok hydrogensulfid til å komme opp i kritiske verdier for korrosjon på betongledninger. Bardu kommune har heller ikke observert problemer med hydrogensulfid på avløpsnettet (Lindholm et al., 2002).

Mange steder er luktulempere ved anaerobe forhold i ledningsnettet det største problemet. Det blir enkelte steder på lange pumpeledninger tilsatt nitrat (for eksempel Nutriox) til avløpsvannet for å øke oksygeninnholdet i vannet og dermed unngå problemer med H₂S-dannelse.

4.3.4. Nedbrytning av matavfall i ledningsnettet

Kvernleverandørene hevder at biofilm på rørveggene i ledningsnettet bryter ned mye av matavfallet før det kommer frem til renseanlegget, og at dette er grunnen til at man ikke har kunnet påvise økte tilførsler for eksempel på Haga renseanlegg i Surahammar (Nilsen, 2001). Det er imidlertid vanskelig å fastslå hvor stor denne nedbrytningen er, ettersom den er avhengig av mange forhold. Størst nedbrytning får man i store regionale ledningsnett med anaerobe forhold i nettet (som i Göteborg), der nedbrytningen kan bli ca. 50 % BOF₅ (Torrell, 1994). Forsøk på å simulere nedbrytningen i et aerobt ledningsnett ga imidlertid kun en nedbrytning på 1 – 2,5 % pr. time. I ledningsnett i Norge er det ofte aerobe forhold og kort opp-

holdstid på grunn av stort fall på ledningene, og nedbrytningen i slike avløpssystemer skulle dermed bli relativt ubetydelig. Det tyder også undersøkelsen i Austbygde på (tabell 4).

4.3.5. Økte driftsproblemer på ledningsnett?

Det er heller ikke observert økt sedimentering i ledningsnett eller økte problemer med kloakkstopper som følge av installasjon av MAK i husholdningene. Erfaringene fra Surahammar (Karlberg & Norin, 1999) viser ingen økning av gjentettinger på hovedledningsnett. Det har heller ikke vært økt behov for spyling av nettet, på tross av at Surahammer har avløpsledninger med generelt lite fall. Det er imidlertid stor innlekking i ledningsnett i kommunen. I et område i Surahammar ble det installert kverner i noen blokker, mens andre identiske blokker ikke hadde kverner installert. Ved TV-inspeksjon av ledningene ett og to år etter installasjonen, var det ikke forskjell på ledningsnett fra de to områdene.

I Staffanstorp (Nilsson et al., 1990) ble det TV-inspisert noen nye ledningsanlegg før og etter installasjon av kverner, og det ble foretatt et sedimenteringsforsøk i et laboratorium. Etter ett års drift med kverner kunne man ikke registrere at matavfallet hadde påvirket ledningsnett i negativ retning i noen av disse forsøkene. Laboratorietestene viste heller ingen akkumulering av fett eller slam i ledningen, slik at man kunne forvente større risiko for gjentetting og økt spylebehov.

I Austbygde ble det TV-inspisert 5 delstrekninger før kverner ble installert, og de samme strekningene ca. 12 uker etter at kvernene var tatt i bruk. Resultatene var følgende (Ofte, 2005):

- Det ble på de 5 strekningene ikke registrert endringer eller mangler som kan tilbakeføres til at MAK har vært i bruk i husholdningene. De strekningene som hadde problemer før MAK ble tatt i bruk, hadde også problemer etter kverninstallasjonene, mens strekk uten problemer i førundersøkelsen, heller ikke hadde problemer etter at kvernene var tatt i bruk.
- Mortens Rørinspeksjon, som gjennomførte undersøkelsen, observerte ”lange tråder” som hang i enkelte rørskjøter, etter at kvernene ble tatt i bruk. Bortsett fra dette var det ingen forskjeller.

Det ble heller ikke observert vesentlige endringer i godsakkumulering eller generelle driftsforhold i pumpestasjonene på nettet i Austbygde (Ofte, 2005).

EU (2001) oppsummerer undersøkelsene som er gjort i Europa med at akkumulering av matavfall i ledningsnett ikke er observert fordi det oppmalte matavfallet har så lav egenvekt at partiklene forblir i suspensjon. Fett har vist seg å feste seg til andre partikler og blir med avløpsstrømmen istedenfor å feste seg på rørveggene.

4.3.6. Økt forurensningsmengde til vassdrag og sjøområder?

Et viktig argument mot bruk av MAK som metode for å ta hånd om matavfallet, er at det vil øke forurensningene til vassdrag og sjø. Når man kverner matavfallet og blander det med vann i avløpssystemet, vil noe av matavfallet bli oppløst i vannet, og noe vil bli transportert i partikulær form. Dersom det er utlekking fra ledningsnett, eller overløp som trer i funksjon ved regnvær, vil noe av matavfallet bli skylt ut i de lokale vassdragene. Matavfallets innhold av næringsstoffer og organisk stoff vil da kunne føre til økt eutrofiering (oppblomstring av alger) i vassdragene.

Et renseanlegg vil fjerne mye av det partikulære stoffet fra avløpsvannet, men det vil ikke rense 100 % (se kapittel 4.5). Utslippene fra renseanleggene vil i mange tilfeller bli større når tilførselene blir større, men dette avhenger av type renseanlegg og belastningen på anlegget.

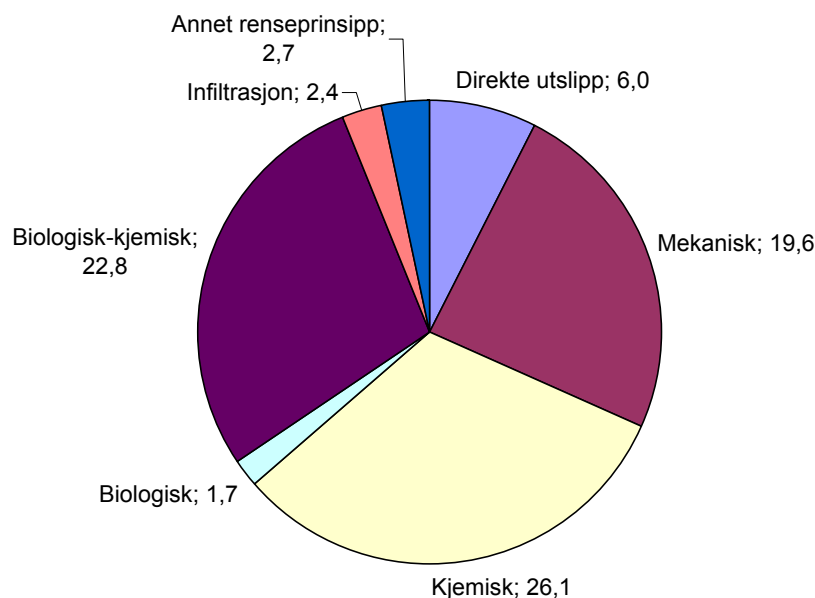
Hvis det ikke er et tett ledningsnett og et renseanlegg med høye renses effekter i områder hvor MAK installeres, vil man få en større vannforurensning enn om man samler inn matavfallet separat og komposterer det eller utrårner det i eget anlegg. Det er derfor viktig å sjekke hvor godt ledningsnett i området er, og hvor god renses effekt det er på renseanlegget, samt hvor sårbare resipientene i området er før man bestemmer seg for å bruke avløpsnettet som transportsystem for matavfall.

4.4. Effekter ved direkte utslipp

For de 6 % av befolkningen i Norge som ikke er tilknyttet noen form for rensing, vil matavfall i ledningsnettet kunne føre til økt nedslamming utenfor utslippspunktet, fordi det kommer mer partikulært materiale i avløpsvannet. På slike steder vil det normalt være gode strømningsforhold og stor selvrensingsevne, så det behøver ikke å bety så mye for slike utslipp. Det er imidlertid ut fra et ressurs synspunkt ikke særlig bra å slippe matavfallet i havet, ettersom det ikke kommer til nytte som gjødsel på landjorda.

4.5. Effekter på renseanleggene

Norge er et spesielt land når det gjelder rensing av avløpsvann. Kun 81 % av befolkningen var tilknyttet kommunalt avløpsnett i 2003, mens andre vesteuropeiske land har nær 100 % tilknytning. Kun 51 % av befolkningen var tilknyttet renseanlegg med høygradig rensing (kjemisk og/eller biologisk rensing), mot nærmere 100 % i andre land i Vest-Europa (se figur 5, Berge et al., 2005). Hele 6 % av befolkningen hadde direkte utslipp uten noen form for rensing, og nesten 20 % hadde kun mekanisk rensing av avløpsvannet. Da er også små renseanlegg i spredt bebyggelse tatt med. Dette viser at innføring av MAK i alle husholdninger i Norge ville føre til mye større utslipp til vannresipienter enn tilfellet er i andre vesteuropeiske land. Grunnen til denne situasjonen er at vi bor spredt og har gode resipienter, spesielt langs vår langstrakte kyst.



Figur 5. Fordeling av befolkningen i Norge på renseanlegg av forskjellig type (Berge et al., 2005).

Matavfallet vil bety en økt belastning på renseanlegget. I kapittel 4.2 er vist hvor store belastningsøkninger man kan forvente. De økte mengdene vil føre til økt mengde ristgods, økt kjemikalieforbruk på kjemiske anlegg, økt luftbehov på biologiske anlegg, økt slammengde og større utslipp av næringsstoffer og organisk stoff. På renseanlegg med anaerob stabilisering (biogassanlegg) vil man imidlertid kunne få økt gassproduksjon fra de økte slammengdene. Dette vil være positivt på anlegg som utnytter mesteparten av gassen som produseres. På norske renseanlegg med anaerob stabilisering benyttes normalt gassen kun til oppvarming av renseanlegget, og resten av gassen brennes av uten noen form for energiutnyttelse. Dette gjelder imidlertid ikke anlegg som bruker gassen til tørking av slammet.

4.5.1. Effekter på silanlegg

De fleste nyere mekaniske renseanlegg er silanlegg. Silanlegg fjerner partikler over en viss størrelse fra avløpsvannet. Nyere silanlegg har en spalteåpning på 1 mm eller mindre, mens eldre anlegg kan ha opptil 5 mm spalteåpning. Hvor mye av det kvernedede matavfallet som vil bli fjernet i silanlegg, avhenger av spalteåpningen i silen. Ved nyere finsiler vil man ha renses effekter på 40 – 60 % for partikulært materiale. Dersom man tilfører matavfall til ledningsnettet tilknyttet slike anlegg, vil man få en betydelig økning av silgodsmengdene. Renseeffekten for organisk stoff vil likevel ikke være mer enn 20 – 30 % i slike anlegg.

Inntil nå har man ikke brukt silgodset som jordforbedringsmiddel. I det nye avløpskapitlet i forurensningsforskriften kommer det bestemmelser om at tettsteder med mer enn 10.000 innbyggere og med utslipp til sjøen, minst skal ha primærrensing. Det betyr at det vil måtte bygges mange nye silanlegg. Det vil da også bli aktuelt å bruke silslam uten større partikler (kloakksjøppel) på samme måte som avløpsslam. Det partikulære organiske stoffet fra matavfall vil da kunne brukes som jordforbedringsmiddel, men 70 – 80 % av det organiske stoffet vil likevel havne i sjøen.

4.5.2. Effekter på slamavskillere

I spredt bebyggelse har mange en slamavskiller enten som eneste rensetrinn, eller foran sandfilter-, infiltrasjons- eller andre naturbaserte renseanlegg. Slamavskilleren dimensjoneres med utgangspunkt i hydraulisk oppholdstid og slammengder. Dersom det kommer oppmalt matavfall i en slamavskiller, vil mesteparten av det partikulære organiske stoffet sedimentere i tanken, mens det oppløste og kolloidale organiske stoffet vil bli transportert ut med utløpsvannet. Noe av det sedimenterte organiske stoffet vil også kunne bli oppløst ved anaerob nedbrytning i slamavskilleren. Det er ikke gjort undersøkelser på hvor mye dette utgjør. En slamavskiller vil i beste fall kunne fjerne 1/3 av det organiske stoffet i vannet. I USA dimensjoneres en slamavskiller som også skal ta imot matavfall fra MAK, 25 % større enn uten matavfall. Ved ca. 20 % økt slammengde vil slamavskilleren måtte tømmes oftere enn uten matavfall i avløpsvannet. I Troms vil NMK Consult gjennomføre en undersøkelse av belastning på og utslipp fra slamavskillere som er tilknyttet MAK i husholdningene. Prosjektet ble etter planen startet i januar 2006.

4.5.3. Effekter på naturbaserte renseanlegg

Naturbaserte renseløsninger er basert på biologisk rensing i naturen og minst mulig tilført energi og tekniske installasjoner. Det mest brukte er infiltrasjonsanlegg og sandfilter, men etter hvert har det kommet til rensing i våtmarksområder og en rekke andre løsninger. Felles for dem alle er at det er en slamavskiller eller annen form for mekanisk rensing foran anlegget. MAK i husholdningene tilknyttet slike anlegg vil føre til større belastning av organisk stoff på anleggene. Hvis ikke disse er godt overdimensjonerte i utgangspunktet, vil den økte belastningen kunne innebære en økt risiko for redusert levetid på anleggene. Slike anlegg bør derfor sjekkes før man installerer MAK i husholdninger tilknyttet dem. I Sætermoen tettsted i Bardu kommune har man infiltrasjonsdammer med trapperist og sedimenteringsbasseng foran som renseanlegg for hele tettstedet. Dette anlegget har ikke hatt problemer selv om det

er innført MAK i over 60 % av husholdningene tilknyttet anlegget. Anlegget har imidlertid god kapasitet, og kommunen har ikke foretatt systematiske undersøkelser for å dokumentere eventuelle effekter.

4.5.4. Effekter på minirenseanlegg

En SFT-undersøkelse viste at mange av minirenseanleggene fungerte dårligere enn forventet (Heltveit, 1994). Disse anleggene er dimensjonert for vanlig avløpsvann, og en tilførsel av oppmalt matavfall vil både kunne føre til økte slammengder og dårligere rensresultater som følge av økt organisk belastning. Slike anlegg bør derfor dimensjoneres for bruk av MAK i områder hvor man ønsker å installere kverner i husholdningene.

4.5.5. Effekter på konvensjonelle renseanlegg

Økt ristgodsmengde

Hvorvidt matavfallet vil føre til økt ristgodsmengde, avhenger av hvor grov innløpsristen på renseanleggene er. Partikkelstørrelsen på matavfallet er normalt 3-5 mm, mens lysåpningen på innløpsrister i dag normalt er fra 3 til 6 mm. Det vil si at på noen renseanlegg vil nesten alt matavfallet gå gjennom ristene, mens på andre vil en del av matavfallet havne i ristgodset. Det vil ikke være noen fordel å få matavfallet i ristgodset, fordi dette ikke kan brukes til noe, men vil gå til forbrenning eller deponi (hvis det ikke har for høyt innhold av TOC til å oppfylle kravene i avfallsforskriften). Det bør derfor ikke være mindre lysåpning enn 6 mm på renseanlegg som mottar oppmalt matavfall.

På Haga renseanlegg i Surahammar registrerte man en økt mengde ristgods (77 %) på 3 mm rister, men økningen utgjorde bare en liten del av matavfallsmengden som ble tilført ledningsnettet (ca. 4 %) (Karlberg & Norin, 1999). Det ble imidlertid ikke målt tørrstoffinnhold i ristgodset, så dette anslaget bygger på at tørrstoffinnholdet skulle være det samme med og uten matavfall.

På Austbygde renseanlegg i Telemark (Gunleiksrud et al., 2004, Ofte, 2005) ble ristgodsmengden økt fra 0,7 kg/dag før installasjon av MAK til 0,9 kg/dag etter installasjonen (34 % økning). Det ble imidlertid ikke målt tørrstoffinnhold i ristgodset, så det er ikke mulig å anslå hva økningen er på tørrstoffbasis.

Økt fettmengde

I Austbygde renseanlegg (Gunleiksrud et al., 2004) ble det registrert økte fettmengder etter at man installerte MAK i husholdningene. Ved riktig bruk av MAK skal matavfallet spyles ut med kaldt vann. Fettet vil da bli transportert i partikulær form til renseanlegget, hvor det flyter opp i fettfang og/eller sedimenteringsbasseng. Etter undersøkelsen er det også observert betydelig mer fett i fettfanget og flyteslam i forsedimenteringen på Austbygde renseanlegg (Ofte, 2005). Økt fettmengde medfører at man én til to ganger i uka må spyle risten manuelt i tillegg til den automatiske spylingen.

Økt mengde organisk stoff i sand fra sandfang

Sandfang er luftet for å unngå at organisk stoff sedimenterer. Så lenge luftmengden er stor nok, vil lite matavfall bli tatt ut med sanden. På Haga renseanlegg i Surahammar kunne man ikke registrere økt sandmengde eller endret kvalitet på sanden fra anlegget (Karlberg & Norin 1999). På Austbygde renseanlegg ble det imidlertid tatt ut 2,5 ganger så mye "sand" etter installasjon av MAK i husholdningene (økning fra 5,7 kg/d til 14,9 kg/d). Dette kan derfor skyldes at luftingen i sandfanget var for liten. Høsten 2005 var sandmengden redusert til 6,2 kg/d, dvs. 8 % mer enn i førperioden (Ofte, 2005).

Effekter på forsedimentering

I Norge er det få renseanlegg som har forsedimentering, da vi har bestrebet oss på å bygge anleggene så kompakte som mulig. De få anleggene som har forsedimentering, vil kunne ta ut 20 – 30 % av det organiske stoffet her, og man vil få tilsvarende mindre belastning på etterfølgende biologisk trinn. Slammengdene fra forsedimenteringsbasseng vil øke med bruk av MAK, men dette vil ha liten betydning for dimensjoneringen av anleggsdelen. På Austbygde renseanlegg er det forsedimentering. Her observerte man økte flyteslammengder.

Effekter på biologisk rensing

Nesten en firedel av befolkningen i Norge er tilknyttet renseanlegg med biologisk rensetrinn, og de fleste av disse anleggene har også kjemisk felling. Biologiske rensetrinn fjerner ca. 90 – 95 % av det lett nedbrytbare organiske stoffet (BOF₅) i avløpsvannet. I resten av Vest-Europa har de fleste anlegg biologisk rensetrinn.

Oppmalt matavfall fra MAK vil føre til en økt belastning på det biologiske trinnet i renseanlegget. Hvis anlegget er overdimensjonert i utgangspunktet, vil ikke matavfallet føre til problemer. Hvis derimot anlegget er fullt belastet med organisk stoff, vil oppmalt matavfall føre til at renseresultatene blir dårligere og driften av anlegget mye vanskeligere. Det må derfor sjekkes om det biologiske rensetrinnet vil tåle den økte organiske belastningen.

I den svenske undersøkelsen i Staffanstorps (Nilsson et al., 1990) ble det beregnet en økning i mengden organisk stoff i biologisk rensetrinn etter forsedimentering på 55 %. I tradisjonelle aktivslamanlegg vil energibehovet til lufting øke med 9 kWh/pe·år, mens overskuddsslammengden vil øke med ca. 25 % med MAK i alle husholdningene. I Surahammar kommune ble det imidlertid ikke registrert økt energibehov til lufting etter installasjonen av MAK (Karlberg & Norin, 1999). Dette kan ha sammenheng med at det var stort oksygenoverskudd i luftebassengene før installering av MAK, og at mengdene organisk stoff ikke økte så mye på grunn av andre forhold. (Se kap. 4.2).

Effekter på kjemisk rensing

Over halvparten av befolkningen i Norge er tilknyttet renseanlegg med kjemisk rensetrinn (hvorav halvparten mekanisk-kjemisk og halvparten biologisk-kjemisk). Kjemisk rensing er først og fremst myntet på å fjerne fosfor i avløpsvannet. Det viser seg imidlertid at mekanisk-kjemiske renseanlegg fjerner ca. 75 - 80 % av det lett nedbrytbare organiske stoffet (BOF₅) i avløpsvannet, fordi dette foreligger på partikulær eller kolloidal form.

Renseeffekten for oppmalt matavfall ved kjemisk felling er ikke undersøkt. Laboratorieforsøk med felling med AVR i Staffanstorps (Nilsson et al., 1990) viste imidlertid at bruk av MAK ikke medførte påvirkning av fellingsbetingelsene. Fosformengden i avløpsvannet vil mest sannsynlig ikke øke mer enn noen få prosent som følge av at oppmalt matavfall tilføres avløpsvannet. Vi antar at renseeffekten for både fosfor og organisk stoff vil være uforandret om det tilsettes oppmalt matavfall til avløpsvannet, ettersom forholdet mellom løst og partikulært organisk stoff er omtrent likt i avløpsvannet før og etter installering av MAK i husholdningene (se tabell 2 og 4).

Kjemikaliebehovet vil være avhengig av flere faktorer (alkalitet, pH og fosforinnhold i avløpsvannet). Det er ikke kjent hvordan disse forholdene vil bli påvirket av matavfallet.

På Haga renseanlegg i Surahammar var det ikke nødvendig å øke kjemikaliedoseringen etter installasjon av MAK i husholdningene (Karlberg & Norin, 1999), ettersom fosforinnholdet i avløpsvannet ikke økte nevneverdig.

Effekter på utløpsvannet fra renseanlegget

I tabell 5 er det vist normale renseeffekter for forskjellige parametre i avløpsvann ved ulike typer renseanlegg. Det er sannsynlig at renseeffektene for oppmalt matavfall ikke avviker

svært mye fra disse verdiene, ettersom det ikke er så stor forskjell i sammensetningen av næringsstoffer og partikler i oppmalt matavfall og avløpsvann.

Tabell 5. Normale renseeffekter for organisk stoff, fosfor og nitrogen i forskjellige typer renseanlegg som fungerer tilfredsstillende (Bratli et al., 1995).

Type renseanlegg	Organisk stoff (%)	Totalfosfor (%)	Total nitrogen (%)
Slamavskiller	25-35	5-10	5-10
Sandfilteranlegg	70-90	10-20	10-15
Infiltrasjonsanlegg	70-95	15-25	80-95
Silanlegg (grovsil)	<10	<10	<10
Silanlegg (finsil)	30	15	15
Sedimentering	30	15	15
Biologisk	90	30	20
Mekanisk-kjemisk	80	90	20
Biologisk-kjemisk	95	95	25
Biologisk/kjemisk m/nitrogenfjerning	95	95	85*

* De fleste norske renseanlegg drives med 70 % nitrogenfjerning fordi dette er kravet.

De oppgitte renseeffektene er basert på at anleggene er dimensjonert for avløpsmengdene som tilføres dem, og at de drives tilfredsstillende. Mange anlegg, spesielt i spredt bebyggelse, fungerer imidlertid mye dårligere enn dette, så renseeffektene på disse anleggene blir mye lavere. Når i tillegg mye avløpsvann lekker ut fra ledningsnettet eller går i overløp uten rensing, vil nødvendigvis bruk av MAK i husholdningene føre til større utslipp av næringsstoffer og organisk stoff til vannforekomstene enn en separat håndtering av matavfall av renovasjonsselskapet.

På Haga renseanlegg i Surahammar var utslippene fra renseanlegget ikke påvirket av tilførselene av matavfall (Karlberg & Norin, 1999). På Austbygde renseanlegg var utslippene av organisk stoff (KOF) 39 % høyere i etterundersøkelsen enn i forundersøkelsen, og renseeffekten var den samme (77 % for KOF) (Gunleiksrud et al. 2004). Utslippene av fosfor ble redusert med 16 % som følge av bedre renseeffekt etter installasjon av MAK (fra 93,5 % renseeffekt før MAK til 97,5 % renseeffekt etter MAK). Som tidligere nevnt er ikke før- og etterundersøkelsen for fosfor helt sammenlignbar. Utløpskonsentrasjonen av fosfor var over 40 % høyere i etterundersøkelsen, så det er den tilsynelatende store økningen i innkommet fosformengde som gir bedre renseeffekt. Det er ikke målt om kjemikalieforbruket til kjemisk felling ble forandret fra før- til etterundersøkelsen.

4.5.6. Effekter på slambehandlingen

Matavfallet som blir tilført avløpsnettet fra MAK, skulle tilsi at man får en økning i slammengdene (tonn tørrstoff/år) fra renseanlegget. Den totale slamproduksjonen ved biologisk-kjemisk rensing av avløpsvannet kan i følge Nilsson et al. (1990) forventes å øke med 50 % ved full innføring av MAK i husholdningene. Det organiske innholdet i slammet vil øke mer enn det uorganiske, slik at man får en høyere spesifikk gassproduksjon i et eventuelt anlegg for anaerob stabilisering (biogassanlegg).

Driftspersonalet på Haga renseanlegg i Surahammar kunne ikke registrere økte slammengder på grunnlag av driften av anlegget (Karlberg & Norin 1999). Det ble imidlertid ikke målt slammengder ved anlegget, fordi slammet ikke blir avvannet, men ledes ut i tørkesenger. Slammengdene på et renseanlegg varierer også betydelig fra dag til dag og fra måned til måned, avhengig av nedbørforhold og variasjon i septiktømming (på anlegg med septikmot-

tak). For driftspersonalet vil det derfor være vanskelig å merke forandringer i slammengdene hvis disse ikke er betydelig større eller mindre enn normalt.

På Haga renseanlegg målte man imidlertid gassmengdene som ble produsert i den anaerobe stabiliseringen av slammet. Disse økte med ca. 20 % fra før til etter innføringen av MAK i husholdningene (Karlberg & Norin, 1999). Dersom disse gassmengdene blir utnyttet til oppvarming og/eller strømproduksjon, vil man kunne spare inn noe av de økte kostnadene til slambehandling. De økte mengdene organisk stoff vil imidlertid også føre til økte driftskostnader til avvanning, transport og spredning, på grunn av økte slammengder.

På Austbygde renseanlegg fikk man 36 % mindre slammengder (kg TS/d) i etterundersøkelsen enn i forundersøkelsen (Gunleiksrud et al., 2004). Forundersøkelsen gikk over 35 dager, og etterundersøkelsen over 48 dager, så de to måleperiodene er noe for korte til at vi kan fastslå at slammengdene blir mindre ved tilførsler av matavfall. Også ved en ny måling høsten 2005 viste det seg imidlertid at slammengdene er mye lavere enn før man innførte MAK i husholdningene tilknyttet dette anlegget (Ofte, 2005). Ved denne målingen fikk man en reduksjon på 59 % i forhold til slammengden som ble målt pr. m³ vann før installering av kvernene. Det er aerob stabilisering av slammet på anlegget, så nedbrytning av organisk stoff i slamstabiliseringen har også innvirkning på slammengdene. Andelen organisk stoff i slammet før behandling økte fra 74 til 79 % av TS (som flyktig tørrstoff). Det betyr at det vil bli dannet forholdsvis mer gass pr. tonn slam ved anaerob stabilisering av slammet. Med vesentlig mindre slammengder vil det imidlertid bli produsert mindre gass.

Det er viktig å ikke bruke resultatene fra Austbygde som et generelt mål for hvor mye slam man vil få på et renseanlegg hvor det er tilknyttet husstander med MAK, da den godt dimensjonerte aerobe stabiliseringen av slammet på dette anlegget vil kunne bryte ned en stor del av det organiske stoffet i matavfallet. På andre renseanlegg uten slik slambehandling vil slammengdene i stedet kunne øke.

Slamkvaliteten vil bli bedre ved tilførsel av oppmalt matavfall fra husholdningene. Det er mer organisk stoff og mindre tungmetaller og organiske miljøgifter i matavfall enn i avløpsslam. Ved de fleste norske renseanlegg er imidlertid innholdet av tungmetaller og miljøgifter så lavt at matavfallet ikke vil gjøre slammet mer attraktivt for brukerne. Imidlertid er det satt strengere restriksjoner til bruk av avløpsslam enn til bruk av kompostert matavfall, og mottakerne er mer skeptiske til å bruke avløpsslam enn matavfallskompost. Det vil derfor for kommunene være mer sikkert å satse på en separat håndtering av matavfallet, istedenfor å male det opp og blande det med avløpsvann.

5. Resultater fra Fossnesundersøkelsen

5.1. Opplegg for undersøkelsen

I januar 2004 ble de ca. 500 innbyggerne i Fossnesområdet gjort kjent med at det skulle igangsettes et prøveprosjekt der man skulle sammenligne to forskjellige systemer for innsamling av matavfall i husholdningene: Egen beholder for matavfall og matavfallskvern. Innbyggerne fikk først egne matavfallsdunker, som ble satt ut i begynnelsen av januar 2004. Matavfallet skulle legges i matavfallsdunken, papir i en annen dunk, og restavfallet i en tredje dunk.

Det ble fra juni til november 2004 tatt 15 ukeblandprøver av innløpsvann, utløpsvann fra mekanisk rensetrinn (en Imhofftank) og utløpsvann på Fossnes renseanlegg. Det ble også tatt prøver av luftetank, overskuddsslam, rejektivann og slam som ble kjørt bort fra anlegget i den samme perioden. Det ble foretatt en resipientundersøkelse av Skåumbekken oppstrøms og nedstrøms utslippet fra Fossnes renseanlegg i oktober 2004. Det ble også foretatt en plukk-analyse av avfallet fra matavfallsdunkene og restavfallsdunkene i området i november 2004. Avløpsnettet i området ble TV-inspisert i desember 2004.

Husstandene fikk så tilbud om å installere matavfallskvern i prøveperioden i 2005 uten kostnader for dem. De som ville installere MAK, fikk et avslag på 25 % av avfallsgebyret (tilsvarende kr 550/år). Dersom de etter prøveperioden ville beholde kvernen, måtte de betale kr 2.170 for denne inkl. ny vannlås, bryter, montasje og mva. (installering av stikkontakt i kjøkkenbenken kom i tillegg). Hvis de ikke vil beholde kvernen, ble den fjernet kostnadsfritt av kvernleverandøren etter forsøksperioden. Matavfallskvernen som ble tilbudt, var av en rimelig type produsert i Kina. Det finnes dyrere typer som gir mindre støy og som har andre egenskaper enn de brukte kvernene.

Det er 159 private boliger med 311 bosatte personer i Fossnesområdet (gjennomsnittlig 2,0 personer/bolig). I tillegg er det 10 bibelskoleleiligheter samt Fossnes sentralhjem, som er et flyktningmottak. På Fossnes sentralhjem bor det til enhver tid 190 personer. Blant de private boligene var det 84 som fikk installert MAK i løpet av første halvår 2005. 75 husstander ville ikke installere kvern på tross av at de ville spare inn kvernen på ca. 4 år pga. lavere avfallsgebyr. Brukerprosenten blant de private ble derfor ikke høyere enn 53 %. I tillegg ble det installert 10 avfallskverner i leilighetene til Bibelskolen, og 61 kverner i leilighetene på Fossnes sentralhjem, til sammen 155 kverner. Totalt i området får vi da en dekningsprosent på 67 (155 kverner i 230 leiligheter).

Etter hvert som MAK ble installert i husholdningene, ble matavfallsdunkene for disse husholdningene fjernet, slik at husholdninger med MAK kun hadde denne løsningen for håndtering av matavfallet. Ved installering av kvernene fikk de som var hjemme, en innføring i bruk av kvernene.

Etter at alle kvernene var installert, ble det gjennomført en ny prøvetakingsrunde på Fossnes renseanlegg. Det ble tatt prøver på de samme prøvetakingspunktene og i de samme ukene i 2005 som i 2004, med de samme analyseparametrene. Det ble også gjort en resipientundersøkelse av Skåumbekken oppstrøms og nedstrøms utslippet fra Fossnes renseanlegg i oktober 2005. Det ble også gjort en plukk-analyse av avfallet fra matavfallsdunkene og restavfallsdunkene i området i november 2005, og avløpsnettet i området ble igjen TV-inspisert i siste halvdel av oktober 2005.

Vesar foretok i november 2005 en spørreundersøkelse blant de som fikk installert kvern og blant de som ikke ville ha kvern.

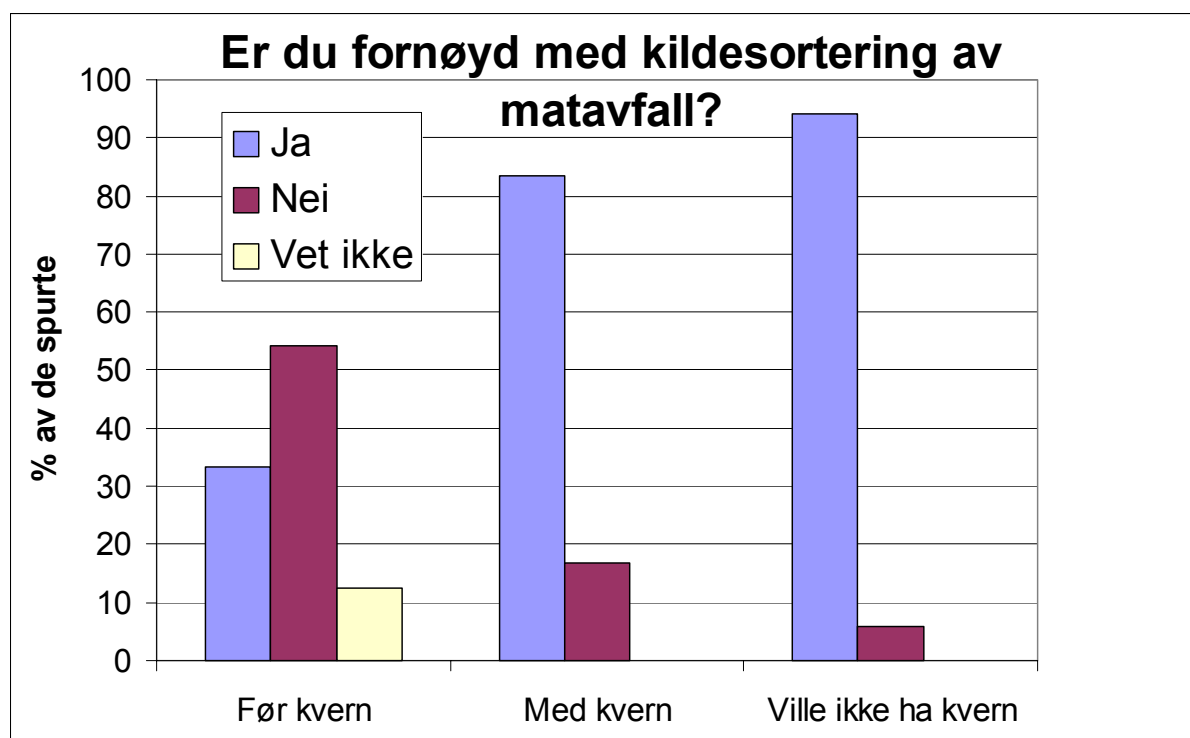
Det er også skrevet en hovedoppgave i 2005 ved Høgskolen i Telemark, Avdeling for teknologiske fag, om organisk avfall i avløp (Vågslid, 2005). Tre forskjellige metoder for innhenting av matavfall, bl.a. bruk av MAK, ble vurdert mot hverandre etter egnethet til å resirkulere materialer og næringsstoffer som fosfor, nitrogen og organisk stoff, bruk av energi til transport og behandling og mulighet for produksjon av energi fra avfallet. I tillegg ble metodenes "økologiske fotavtrykk" sammenlignet. Resultatene er ikke tatt med her, fordi det var litt for mange misforståelser, slik at vi ikke kan bruke dataene.

Det er også laget en forenklet kostnadmessig sammenligning av systemer med matavfallsdunker og med matavfallskverner til håndtering av matavfall fra husholdningene i Vesars innsamlingsområde. Resultatene er vist i kap. 5.7.

5.2. Spørreundersøkelse blant brukerne av MAK og blant de som ikke ville ha MAK

Vesar har gjennomført en spørreundersøkelse pr. telefon med innbyggerne i Fossnesområdet i november 2005. Man intervjuet 24 personer i husholdninger som hadde fått installert kvern på kjøkkenet, og 17 personer i husholdninger som ikke ville ha kvern. Det ble ringt opp personer i private husholdninger som var hjemme under telefonundersøkelsen. Spørsmål og svar er gjengitt i vedlegg 1.

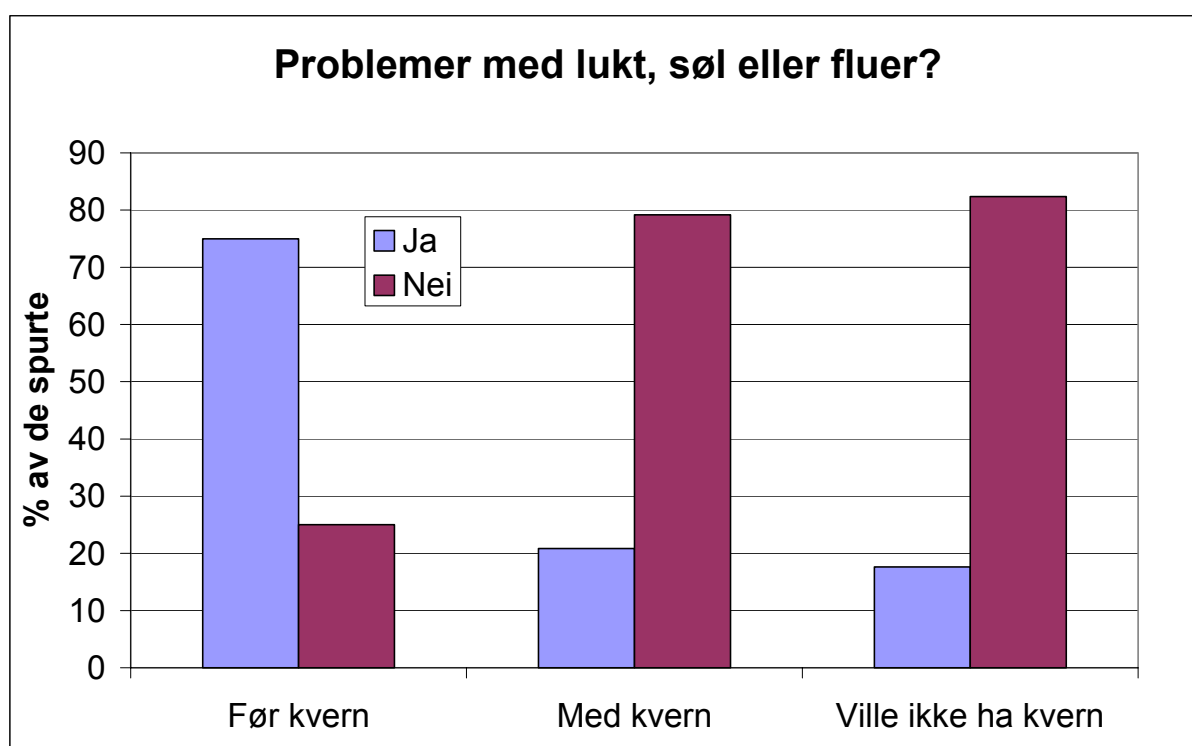
13 av 24 som hadde installert MAK, var ikke fornøyd med ordningen for utsortering av matavfall før de fikk MAK, mens bare 1 av 17 som ikke ville ha matavfallskvern, var misfornøyd med ordningen med utsortering i bioposer og egen matavfallsdunk (se figur 6). 20 av de 24 som har fått kvern, var fornøyd med kildesorteringsordningen med kvern. De 4 som ikke var fornøyd med kildesortering med kvern, nevnte følgende som negativt med kvernen: Støy (3), kvernen fungerer ikke tilfredsstillende på enkelte matvarer (3), problemer med stikkledning/avløp (1), hygiene (1).



Figur 6. Husholdninger som fikk installert kvern, var i stor grad misfornøyd med kildesortering av matavfall i bioposer og egen matavfallsdunk, men fornøyd med anvendelse av MAK. Husholdninger som ikke ville ha kvern, var fornøyd med eksisterende ordning.

23 av 24 som hadde installert kvern, sorterte i større eller mindre grad ut matavfallet også før de fikk kvern. 13 mente de sorterte ut alt matavfallet, og 7 mye matavfall før de fikk kvern. Blant de som ikke ville ha kvern, var det 12 av 17 som mener de sorterer ut alt matavfallet, og 4 som sorterer mye mat-avfall. 17 av de 24 som fikk installert kvern, synes de er blitt flinkere til å sortere ut matavfallet etter at de tok kvernen i bruk, mens 6 ikke synes de var blitt flinkere. 18 av 24 med kvern kaster noe matavfall i restavfallet etter at kvernen ble installert. De fleste av disse gjør dette noen ganger, sjelden eller svært sjelden, og ingen gjør det daglig. Halvparten mente at typen mat-avfall som blir kastet, har endret seg etter at de fikk installert kvern. Det blir kastet mindre tallerkenavfall og mer av større matvarer og emballert mat i restavfallet etter installasjon av MAK.

Problemer med lukt, søl eller fluer ved håndtering av matavfall med og uten MAK er vist i figur 7. Også denne figuren viser at de som har valgt å få MAK, hadde problemer med den gamle ordningen, mens de som har valgt å beholde ordningen med biposer og egen matavfallsdunk, ikke opplever problemer med lukt, søl og fluer.



Figur 7. Husholdninger som fikk installert kvern, hadde i stor grad problemer med lukt, søl og fluer ved kildesortering av matavfall i biposer og egen matavfallsdunk, men har mindre problemer etter å ha installert kvern. Husholdninger som ikke ville ha kvern, har i liten grad problemer med lukt, søl og fluer.

Husholdninger med MAK (24 stk.) ble spurt om det er noen matvarer de opplever som spesielt tungvinte/upraktiske å kverne opp. 23 av de spurte opplevde slike problemer, med følgende matvarer: Bein (21), rå fisk (4), brød (4), bananskall (3), slintrer (1), emballert matavfall (1), eggeskall (1), maiskolber (1), pølseskinn (1) og store matbiter (1).

5 av 24 hadde hatt driftsproblemer med kvernen. Følgende problemer ble nevnt: Rister litt, støy, batteri gikk pga. dårlig kontakt, lekkasjer pga. dårlig kontakt, kvernen er feilmontert og fungerer ikke tilfredsstillende, bryter fungerer ikke korrekt og kvernen starter av seg selv. 4 av 24 har opplevd problemer med stikkledningen/avløpsnett i kvernperioden, mens 8 hadde opplevd slike problemer før kvernen ble installert.

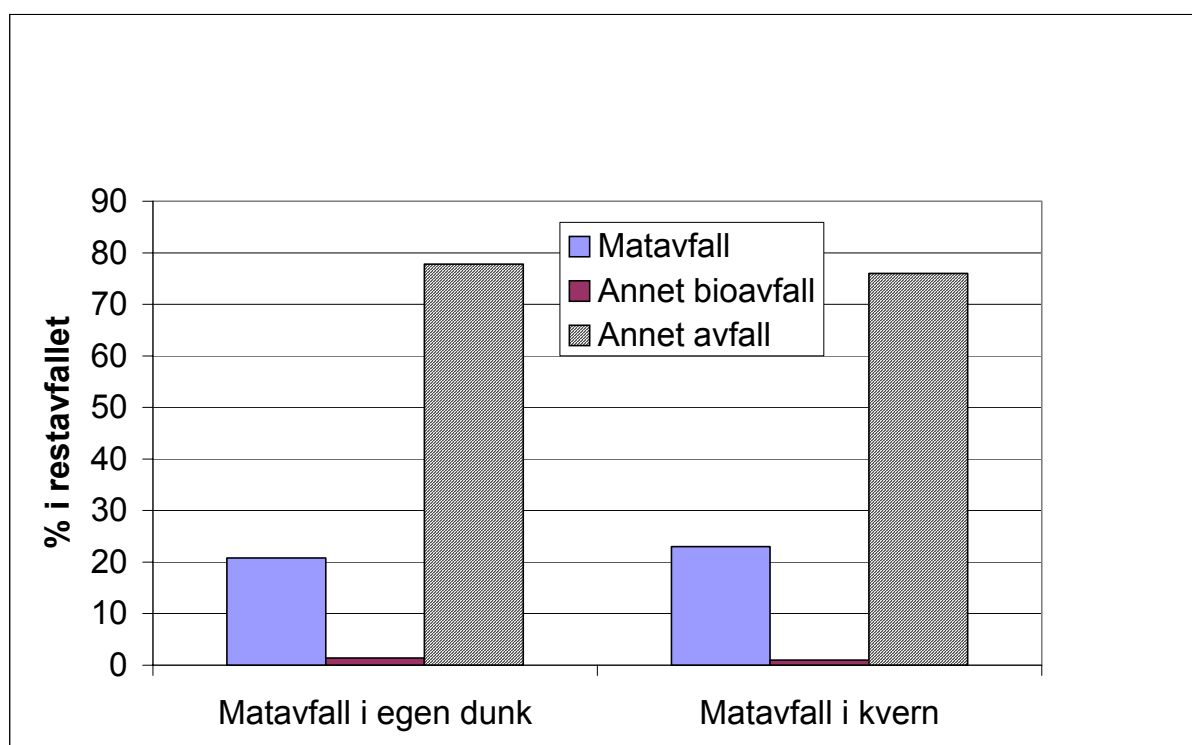
Husholdningene bruker matavfallskvernen gjennomsnittlig 3,3 ganger pr. dag.

Årsakene til at noen husholdninger ikke ville ha kvern (17 spurte), var: kostnader (7), skepsis til ordningen med tanke på stikkledning/avløpsnett (4), fornøyd med eksisterende ordning (4), liten nytte av det pga. lite matavfall (3), for mye "styr" (1) og annet (8). 8 av de 17 ville vurdere å installere MAK dersom det blir en permanent ordning, mens 2 ikke ville vurdere det, og 7 ikke visste om de ville vurdere det. For dem som ville vurdere dette, var resultatene fra prøveprosjektet, pris og lignende viktig for vurderingen av om de ville ha kvern eller ikke.

5.3. Resultater fra plukkanalyser av avfallet

Det ble foretatt to plukkanalyser av avfallet fra Fossnesområdet. Første plukkanalyse ble foretatt høsten 2004 mens alle hadde egen matavfallsdunk. Det ble veid opp 240 kg matavfall og 780 kg restavfall, totalt 1.020 kg avfall fra Fossnesområdet. Det ble tatt ut 250 kg av restavfallet for sortering. Resultatet fra sorteringen var: 20,8 % matavfall, 1,4 % annet bioavfall og 77,8 % annet avfall. Det betyr at det var 162 kg matavfall i restavfallet. Bioavfallet blir hentet hver uke, mens restavfallet kun blir hentet hver annen uke. Det var da totalt 642 kg matavfall på to uker, hvorav 480 kg havnet i matavfallsbeholderne (75 %).

Høsten 2005 ble det hentet 165 kg restavfall fra private abonnenter på Fossnes med MAK. 165 kg er litt lite til en plukkanalyse, så feilprosenten blir noe større. Resultatet fra plukkanalysen ble: 23 % matavfall, 1 % annet bioavfall og 76 % annet avfall. Resultatene fra de to undersøkelsene er vist i figur 8. Det ble også tatt en plukkanalyse av restavfallet fra Fossnes sentralhjem, og i dette avfallet var det 24-25 % matrester.



Figur 8. Det er omtrent like mye matavfall og bioavfall i restavfallet på Fossnes (drøyt 20 %) ved matavfallsinnsamling i egen dunk som ved bruk av matavfallskvern.

Figuren viser at det er litt mer matavfall i restavfallet ved MAK enn ved egen matavfallsdunk, men forskjellene er så små at de ligger innenfor usikkerheten i analysene. Forskjellen var imidlertid at det var mindre middagsrester men mer emballerte matvarer (utgått innpakket mat og gammelt brød) hos abonnenter med MAK.

5.4. Resultater fra TV-undersøkelse av avløpsnett

Avløpsnett tilknyttet Fossnes renseanlegg består delvis av eldre 6" betongrør og delvis av nyere 125 mm og 160 mm PVC-rør. Det er separatsystem med overvannsledning i bunn av grøften, spillvannsledning i midten og vannledning øverst. Ledningene har svært varierende fall. Stokke kommune TV-inspiserte 1.527 meter ledning i Fossnesområdet uten spyling på forhånd høsten 2004, og noen av ledningene ble kjørt på nytt uten spyling i slutten av oktober 2005 (etter 4 – 5 måneders bruk av MAK i husholdningene). Det ble TV-inspisert:

- 829 meter 160 mm PVC-ledninger
- 536 meter 6" betongrør
- 162 meter 125 mm PVC-ledninger

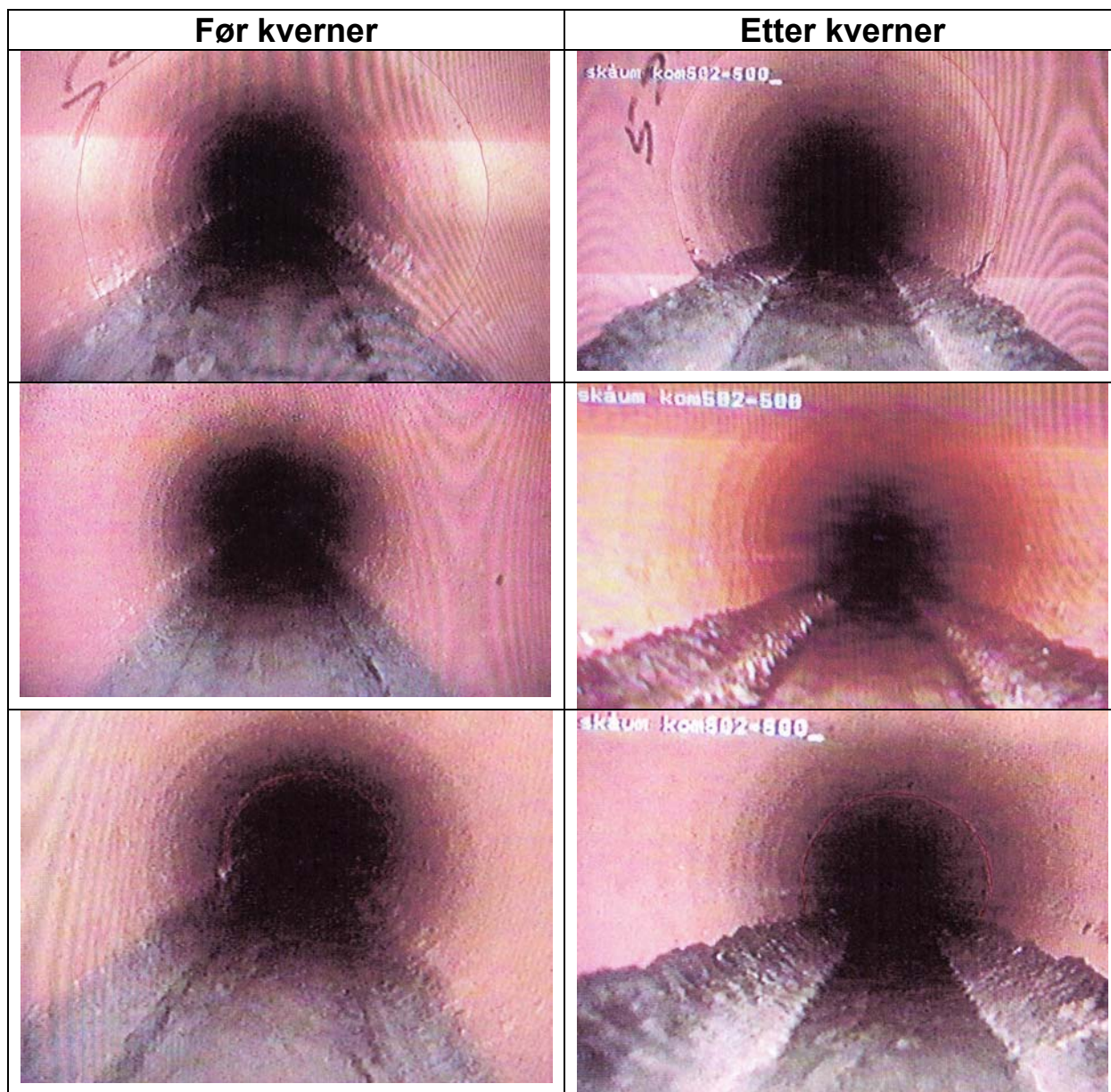
Mye av ledningsnett er gammelt, men det ble også inspisert ledninger som ble lagt i 2002. Det ble funnet mye feil på ledningsnett (setninger, ovale rør, bulker, røtter osv.), og mange ledningsstrekk er så dårlige at det ble anbefalt å skifte dem. Noen av ledningene ble anbefalt å skiftes omgående.

Ved ny TV-inspeksjon av ledningene i siste halvdel av oktober 2005 var avleiringsmaterialet i rørene svært seigt og oppførte seg som kaffegrut i plastledningene. De oppmalte matrestene lå som en seig masse i svankene, og man hadde store vanskeligheter med å få kameravognen til å ta seg frem. Kameravognen måtte kjøres noen ganger frem og tilbake før man kom over svankene. Det sprutet også oppmalte matrester rundt kameravognen, og det var spor i avleiringene etter kjøringen.

Forskjellen mellom før- og etterundersøkelsen var ellers at det før installasjon av MAK var et gråhvitt fettlag i rørene, mens det etter kverninstallasjonene er et betydelig større avleiringslag, spesielt opp på sidene og i skjøtene (se figur 9). Belegget var mer gråsvart og meget sleipt. Der man før installasjon av kverner kunne kjøre 60-70 meter i plastledninger uten problemer, fikk man etter kverninstallasjonene problemer med å komme lenger allerede etter ca. 30 meter.

I PVC-rørene med godt fall var rørene renere innvendig etter installasjon av MAK. TV-inspektøren mener for øvrig at ledningene bør kjøres om igjen etter ett år for å se om fettlaget blir tykkere med tiden.

Det gråsvarte, seige laget med oppmalte matrester viser at noe av matavfallet i svanker nedbrytes anaerobt i ledningsnett, og dette fører til at belegget i ledningsnett blir veldig sleipt. Hvis ikke belegget blir tykkere etter hvert, skulle det ikke ha betydning for ledningenes funksjon, men det krever en god høytrykksspyling før ledningene eventuelt kan TV-inspiseres.



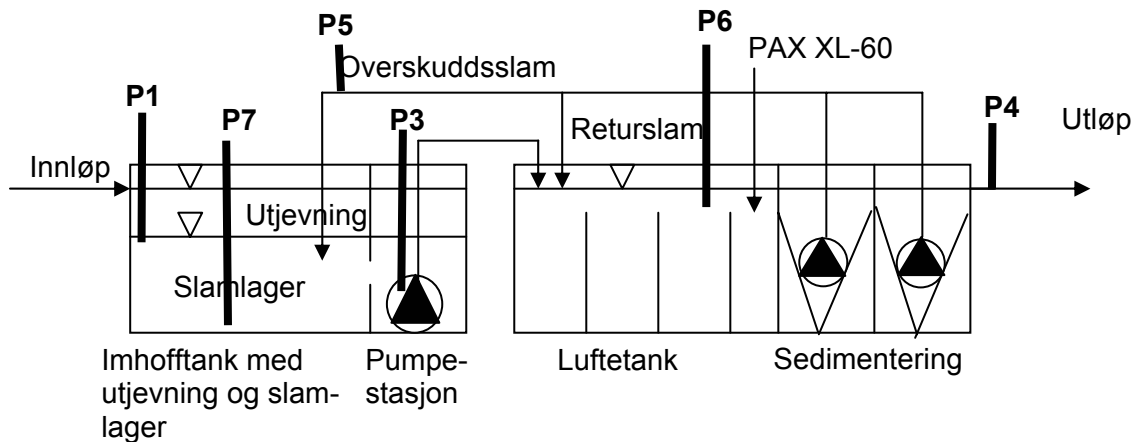
Figur 9. Bilder tatt før (til venstre) og etter (til høyre) installasjon av MAK i avløpsledninger på Fossnes. Bildene er parvis fra samme sted i ledningsnett, tatt med ca. 11 måneders mellomrom.

5.5. Resultater fra undersøkelser på Fossnes renseanlegg

5.5.1. Forsøksopplegg

Fossnes renseanlegg er et biologisk-kjemisk renseanlegg med simultanfelling. På forsommeren 2004 ble anlegget bygd om slik at en gammel Imhofftank som tidligere fungerte som renseanlegg, nå er tatt i bruk som forbehandlingstrinn, utjevningsbasseng og slamlager. Avløpsvannet kommer inn i Imhofftanken delvis fra en selvfallsledning og delvis fra en pumpeledning. Imhofftanken fungerer som en slamavskiller der slammet synker ned i et slamlager under innløpsdelen (se figur 10). Fra en utløpskum etter Imhofftanken pumpes avløpsvann jevnt inn på renseanleggets biologisk-kjemiske del. Pumpene er frekvensstyrte, og pumper normalt inn ca. 15 m³/h til luftbassengene, avhengig av nivået i pumpesumpen. I siste luftetank tilsettes det i størrelsesorden 11-12 liter PAX XL-60 pr. døgn. Slammet avskilles i en

sedimenteringstank med to slamlommer. Fra disse pumpes returslam tilbake til 1. kammer i luftetanken, og overskuddsslamm pumpes tilbake til slamlageret i Imhofftanken. Utløpsvannet tilføres Skåumbekken. Renseanlegget har en kapasitet på ca. 1.000 pe, og er kun belastet med avløpsvann fra ca. 500 pe.



Figur 10. Flytskjema for Fossnes renseanlegg med prøvetakingspunkter.

Innløpsprøvene tas i innløpsdelen av Imhofftanken like etter at de to innløpene samles (P1). Prøvepunkt P2 var egentlig i en pumpestasjon som pumper omtrent halve tilførselen til anlegget, men denne ble tatt bort da vi fikk samlet begge avløpsstrømmene i prøvepunkt 1. Fra pumpestasjonen etter Imhofftanken tas det prøver etter mekanisk rensetrinn (P3). Fra utløpsledningen fra renseanlegget tas det utløpsprøver (P4). Alle disse prøvene tas med automatiske vakuumprevetakere. Prøvene er tatt tidsproporsjonalt, da det ikke er mulig å ta vannmengdeproporsjonale prøver med prøvetakerne på anlegget. Ukeblandprøvene er imidlertid mengdeproporsjonalt sammensatt, da det er målt opp en prøvemengde som er proporsjonal med vannmengden gjennom renseanlegget i det enkelte døgn. Prøvedunkene står i kjøleskap. Det tas ut en prøve hver ukedag, og disse fryses lagvis til en ukeblandprøve. Disse prøvene er analysert for total nitrogen, total fosfor, biokjemisk oksygenforbruk (BOF₅), kjemisk oksygenforbruk (KOF) og filtrert KOF. Innløpsprøvene er i tillegg analysert for alkalitet.

Fra det siste døgnet i hver prøveuke ble det tatt ut en ekstra prøve som ble analysert for suspendert stoff. Denne prøven ble ikke frosset. Det ble også tatt ut en stikkprøve fra luftetanken (P6) og overskuddsslamm (P5), som ble analysert for totalt tørrstoff. Overskuddsslamm ble også analysert for flyktig tørrstoff. Det ble også tatt en stikkprøve av slamm som ble kjørt bort fra slamlageret i Imhofftanken (P7). Denne prøven ble tatt ut i en bøtte fra septikbilen som kjørte bort slamm, og prøvene ble analysert for totalt tørrstoff og flyktig tørrstoff.

Vannmengdene inn til det biologiske rensetrinnet ble målt med elektromagnetisk mengdemåler på pumpeledningen til renseanlegget. Avløpsvann ut av renseanlegget ble beregnet som differansen mellom denne vannmengden og overskuddsslammengden som ble pumpet tilbake til Imhofftanken. Overskuddsslammengden ble også målt med en elektromagnetisk mengdemåler.

Prøvetakingsprogrammet og ukevannmengdene er vist i vedlegg 2. Det ble tatt ut prøver i de samme ukene i 2004 (før installasjon av matavfallskverner) og i 2005 (etter installasjon av matavfallskverner). Resultatene fra analysene er også vist i vedlegg 2. Det har vært en del problemer med prøvetakingen på innløpet til renseanlegget. I utgangspunktet skulle man ved ombyggingen av anlegget samle de to innløpsrørene til et sted der det var mulig å ta repre-

sentative prøver, men dette ble ikke prioritert. Vi hadde også planer om å ta én innløpsprøve på selvfallsledningen og én i pumpestasjonen som pumper til Imhofftanken. Dette viste seg også å være praktisk vanskelig å få til. Vi var derfor nødt til å velge et prøvепunkt i innløpsdelen av Imhofftanken der det er en vannhøyde på opptil 2 meter, og der det under prøvetakingen viste seg å være svært vanskelig å få tatt representative prøver.

I 2004 ble mange av innløpsprøvene svært konsentrerte, da det åpenbart kom med slam fra slamlageret i prøvene i 7 av prøveukene (prøveuke 4-9 og 13). Disse resultatene måtte derfor tas ut, og vi har brukt resultatene fra de andre ukene. Ved beregning av renseeffekter har vi også brukt resultatene fra de samme prøveukene på prøvene som er tatt av utløpsvannet fra Imhofftanken og av utløpsvannet fra renseanlegget.

I 2005 var det også problemer med innløpsprøvene, da disse var mindre konsentrerte enn utløpsprøvene fra Imhofftanken i nesten alle prøveukene. I de par siste prøveukene ble innløpsprøvene mer konsentrerte, og de stemte bedre overens med utløpsprøvene fra Imhofftanken. Det ble derfor bestemt at vi skulle fortsette prøvetakingen i enda 6 uker for å se om tendensen nå holdt seg. Den første prøveuken etter nyttår kom det imidlertid slam i prøven igjen, så den måtte strykes på samme måte som en del innløpsprøver i 2004. De andre innløpsprøvene hadde "normale" innløpskonsentrasjoner, men de 3 siste utløpsprøvene fra Imhofftanken hadde unormalt høye konsentrasjoner.

5.5.2. Tilførsler til renseanlegget

Tabell 6 viser midlere resultater fra 8 prøveuker i førundersøkelsen og 20 prøveuker i etterundersøkelsen (uker hvor resultatene var innenfor normalområdet for innløpskonsentrasjoner). Resultatene er svært usikre ettersom vi har måttet stryke såpass mange prøver som ikke har vært representative. For å illustrere dette er det satt inn en rad med resultatene fra de 9 siste ukene av etterundersøkelsen (prøveuke 31 er ikke medtatt, da prøven var så konsentrert at det må ha kommet slam fra slamlageret i denne innløpsprøven), der innløpsprøvene var mer konsentrerte enn i ukene før.

Tabell 6. Tilførsler (kg/d) til Fossnes renseanlegg i de to periodene.

	Totalfosfor	Total nitrogen	BOF ₅	Total KOF	Filtrert KOF	Suspendert stoff
Før MAK	0,80	6,3	23,6	61,5	23,7	29,2
Etter MAK	0,68	6,0	21,1	52,6	19,4	20,1
% forandring	-18	-5	-12	-17	-22	-45
9 siste prøveuker (ikke prøveuke 31)	0,97	7,0	36,2	90,8	29,7	30,6
% forandring	21	11	53	48	25	5

Resultatene viser mindre tilførsler av alle parametre, fordi det var problemer med innløpsprøvetakingen både i før- og etterundersøkelsen. Tar vi utgangspunkt i de siste prøveukene i etterundersøkelsen, får vi resultater som stemmer bedre overens med de andre nordiske undersøkelsene. På grunn av alle usikkerhetene i prøvetakingen, kan vi ikke konkludere med hensyn til tilførsler til renseanlegget.

5.5.3. Renseresultater

Vi har sammenlignet renseresultatene på Fossnes renseanlegg i månedene juli til november 2004 med de samme månedene i 2005. Gjeldende utslippstillatelse og renseresultater for de to oppfølgingsperiodene er vist i tabell 7. (Vi har da satt alle BOF₅-resultater som er oppgitt

som <2, <4 eller <20, til 2, fordi ingen andre resultater var over 10, og det var lite organisk stoff inn i prøvedøgnet med <20 mg/l ut.)

Tabell 7. Renseresultater for Fossnes renseanlegg i de to periodene sammenlignet med kravene i utslippstillatelsen. Vi har også tatt med resultatene fra ukene med normalt konsentrerte innløpsprøver i etterundersøkelsen i den siste raden, for å få sammenlignbare renseeffekter.

	Utløpskonsentrasjon (mg/l)		Renseeffekt (%)		Utslippsmengde (kg/d·100 pe)	
	Tot P	BOF ₅	Tot P	BOF ₅	Tot P	BOF ₅
Krav i utslippstillatelse	0,80	15	90	90	0,030	0,60
Førundersøkelse	0,32	3,5	97*	96*	0,009	0,10
Etterundersøkelse	0,39	3,7	92**	90**	0,010	0,09
9 siste uker i etterundersøkelsen (ikke prøveuke 31)	0,43	4,5	95	99	0,012	0,12

* Middell av 8 prøveuker med både innløps- og utløpsprøver.

** Innløpsprøvene i 2005 var ikke representative, hvilket gir for lave renseeffekter.

Resultatene viser at det er noe lavere renseeffekt for totalfosfor og noe bedre renseeffekt for BOF₅ etter installasjon av MAK i husholdningene, om vi baserer oss på de 9 siste ukene i etterundersøkelsen. Utslippsmengdene er omtrent de samme i de samme ukene av 2004 og 2005. I de 9 siste prøveukene (da innløpsvannet var mer konsentrert) var renseresultatene noe dårligere.

Mekanisk rensing

På Fossnes renseanlegg tas det innløpsprøver i begynnelsen av Imhofftanken, og i pumpestasjonen etter Imhofftanken. Det var meningen at man skulle kunne sammenligne resultatene fra før og etter det mekaniske trinnet på anlegget. Som tidligere nevnt har det vært problemer med å få representative innløpsprøver på anlegget. Dette skyldes at vi får to innløpsledninger til Imhofftanken, en pumpeledning og en selvføllsledning. Pumpeledningen kommer inn i selve Imhofftanken, og innløpsprøven måtte tas etter dette. Det er ca. 2 meter dyp i tanken, og prøveslangen stikkes ned til samme nivå i tanken ved å ha en tape rundt slangen der denne går gjennom gulvet, for å sikre at prøvene blir tatt i samme nivå i tanken. Prøvetakingen tyder på at slamnivået i tanken ved prøvetakingspunktet har endret seg i prøvetakingsperiodene, slik at det tidvis har kommet slam fra slamlageret i prøvene, og tidvis avløpsvann med lite suspendert stoff. I ettertid kan vi se at prøvetakingspunktet ikke var ideelt, men det var ikke mulig å få til noe bedre på dette anlegget uten å bygge om innløpet.

På grunn av dette får vi negative renseeffekter for det mekaniske rensetrinnet i nesten alle prøveukene i etterundersøkelsen. Dette kan også ha sammenheng med at det er kjørt bort for lite slam i denne perioden, slik at slam fra slamlageret i Imhofftanken har blitt med avløpsvannet ut til pumpestasjonen. Det synes imidlertid som om det er mest sannsynlig at prøvene ikke har vært representative, av grunner som nevnt over. Renseeffekter i Imhofftanken er vist i tabell 8.

Tabell 8. Midlere renseeffekter i mekanisk rensetrinn på Fossnes renseanlegg før og etter installasjon av MAK i husholdningene.

		Total-fosfor	Total nitrogen	BOF ₅	Total KOF	Filtrert KOF	Suspendert stoff
Før MAK	Kg/d ut	0,57	5,2	10,0	28,5	15,5	13,6
	Renseeff. (%)	29	19	58	54	35	53
Etter MAK	Kg/d ut	0,72	6,0	23,4	51,1	20,2	24,5
	Renseeff. (%)	18	3	-11	3	-4	16
Siste uker etter MAK*	Renseeff. (%)	26	15	36	44	32	20

* Innløpsprøvene er basert på de 9 siste ukene av etterundersøkelsen (ikke prøveuke 31).

Renseeffektene gjennom Imhofftanken er gjennomgående lavere etter installasjon av MAK i husholdningene, enten man baserer seg på alle innløpsprøvene eller kun de 9 siste i etterundersøkelsen. Enkelte kvernleverandører har hevdet at omdanningen av organisk stoff i slamavskillere blir mye bedre ved tilsetning av oppmalt matavfall, slik at utslippene til resipient vil bli mindre. Resultatene fra Fossnes tyder ikke på at dette er tilfelle, da utslippsmengdene fra Imhofftanken er større for alle parametre etter at det er installert MAK i husholdningene. Utslippene av organisk stoff har økt til over det dobbelte etter at MAK ble tatt i bruk. Dette tilsier at slamavskillere i spredt bebyggelse må få større volum og eventuelt annen utforming om man skal innføre MAK i husholdninger med slamavskillere som renseinnretning.

Biologisk rensing

Slambelastningen på det biologiske rensetrinn har vært omtrent lik selv om tilførselen av organisk stoff er fordoblet fra før- til etterundersøkelsen (se tabell 9). Slamkonsentrasjonen i luftebassenget har nemlig også økt til nesten det dobbelte, og dette gir normalt bedre renseseffekt.

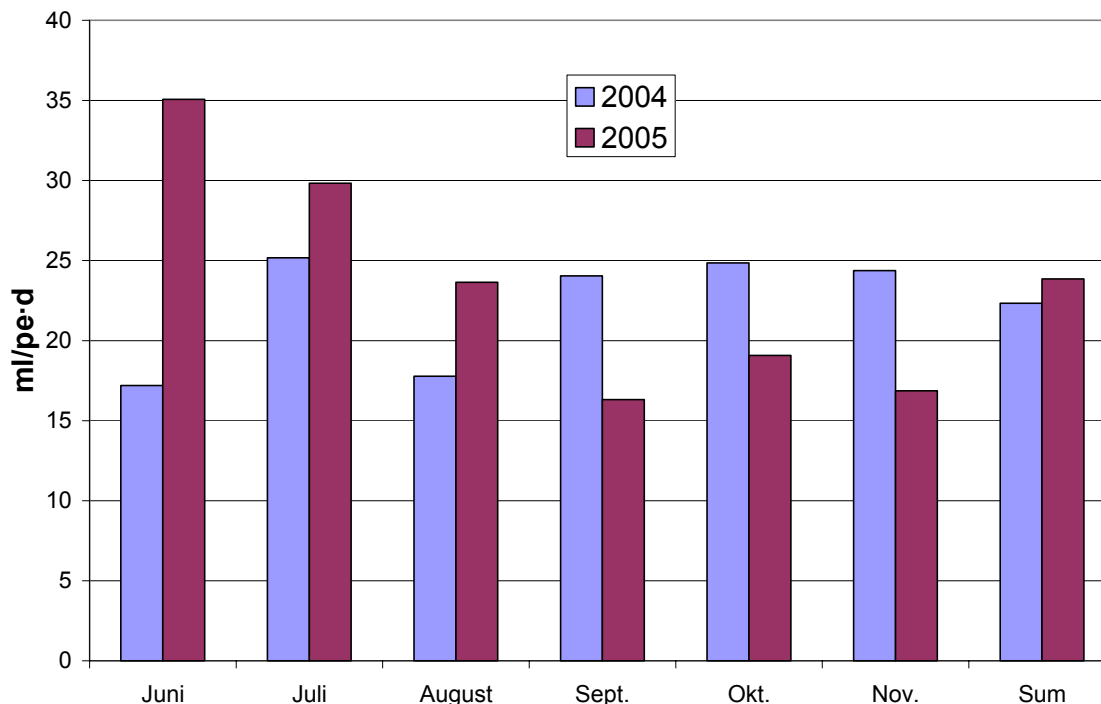
Tabell 9. Belastning på biologisk rensetrinn før og etter installasjon av MAK i husholdningene.

Parameter	Førundersøkelsen (prøveuke 1 til 15)	Etterundersøkelsen (prøveuke 16 til 36)
Midlere tilført BOF ₅ (kg/d)	10,0	21,1
Midlere tilført avløpsmengde (m ³ /d)	1009	981
Midlere slamkonsentrasjon i luftetank (mg/l)	1775	3213
Midlere slambelastning (kg BOF ₅ /kg SS·d)	0,069	0,080
Slamalder (d)	3,7	9,5

Slamalderen er så lav i førundersøkelsen at det ikke har vært nitrifikasjon i anlegget i denne perioden. I etterundersøkelsen er slamalderen mye høyere, og vi har også hatt mer nitrifikasjon i anlegget etter at man tilførte matavfall til avløpsnett. Dette har ikke noe med matavfallet å gjøre, men skyldes at man har drevet anlegget med høyere slamkonsentrasjon i luftebassenget i 2005. I slutten av november 2005 ble da også uttaket av overskuddsslam økt, for å unngå nitrifikasjon. Ved nitrifikasjon oppnår man en meget bra biologisk nedbrytning, men man bruker også opp noe av alkaliteten i vannet. Hvis alkaliteten ikke i utgangspunktet er høy, risikerer man at pH blir så lav at det skaper problemer for kjemisk felling i anlegget. Gjennomsnittlig pH i luftebassenget har også vært så lav som pH 5,5 i oktober og november 2005, med pH 4,7 som laveste verdi. Dette førte også til dårligere kjemisk felling, og 28. november 2005 tilsatte man 25 kg natriumbikarbonat for å bedre forholdene. I førundersøkelsen var ikke gjennomsnittlig pH over en måned lavere enn 6,0.

Kjemisk rensing

Kjemikalieforbruket i oppfølgingsperioden er vist i figur 11. På Fossnes renseanlegg blir PAX XL-60 tilsatt jevnt fordelt over døgnet i siste luftetank, uavhengig av vannmengden. På et simultanfellingsanlegg er dette en doseringsmetode som normalt gir stabile resultater. Kjemikalieforbruket på Fossnes er lavt (henholdsvis 22 ml/pe-d i 2004 og 24 ml/pe-d i 2005), men det har variert betydelig fra måned til måned.



Figur 11. Forbruket av fellingskjemikalier har variert mye fra måned til måned både i før- og etterundersøkelsen, men totalt sett har det vært nokså likt i de to periodene.

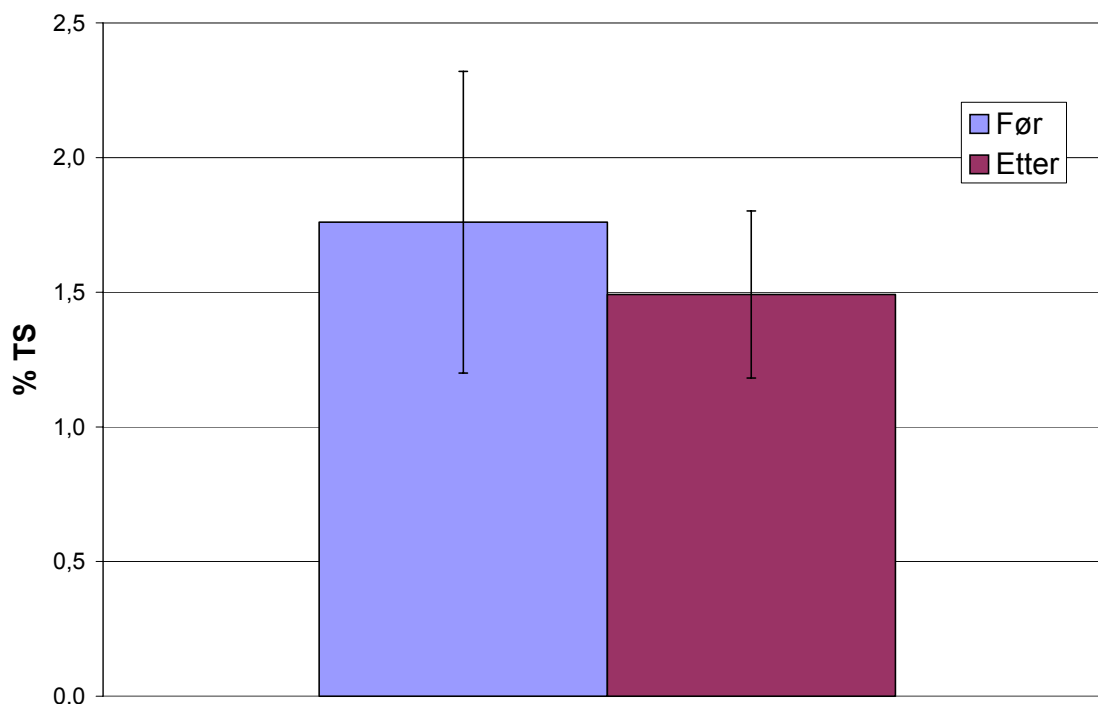
Tabell 6 viser tilnærmet like rensresultater for fosfor før og etter installering av MAK i husholdningene. Kjemikalieforbruket har økt litt (+7 %), og utløpskonsentrasjonene av totalfosfor i utløpsvannet har også økt noe (+ 19 %, fra 0,32 mg P/l til 0,39 mg P/l, se vedlegg 2) i de samme ukene i 2004 og 2005. Resultatene tyder ikke på at kjemaliebehovet er blitt vesentlig forandret etter at det er installert MAK i husholdningene.

Midlere alkalitet i innløpsvannet har imidlertid steget fra 3,52 mmol/l i førundersøkelsen til 4,07 mmol/l i de samme ukene i etterundersøkelsen (+ 16 %, se vedlegg 2). Avløpsmengdene var imidlertid ca. 4 % lavere i etterundersøkelsen. Likevel tyder resultatene på at alkaliteten i avløpsvannet øker med tilførsel av oppmalt matavfall til avløpsnett. Dette skulle i sin tur gi økt forbruk av fellingskjemikalie. Nitrifikasjonen i anlegget i etterundersøkelsen har imidlertid redusert alkaliteten i avløpsvannet så mye at behovet for fellingskjemikalier også har blitt redusert. Vi ser dette tydelig i figur 11, der kjemaliebehovet de siste månedene har vært mye lavere enn de første månedene da det ikke var nitrifikasjon i anlegget.

5.5.4. Slammengder

På Fossnes renseanlegg har man et stort slamlager under den mekaniske delen av renseanlegget. Her sedimenterer mekanisk slam fra slamavskilleren (Imhofftanken), og hit pumpes også overskuddsslam fra det biologisk-kjemiske rensetrinnet. Slamlageret tømmes med septikbil, og det er blitt kjørt vekk ett billass (15 m³) pr. uke inntil septikbilen gikk i stykker ca. 10. november 2005. De to siste ukene ble det derfor kjørt vekk slam med en mindre septikbil (10

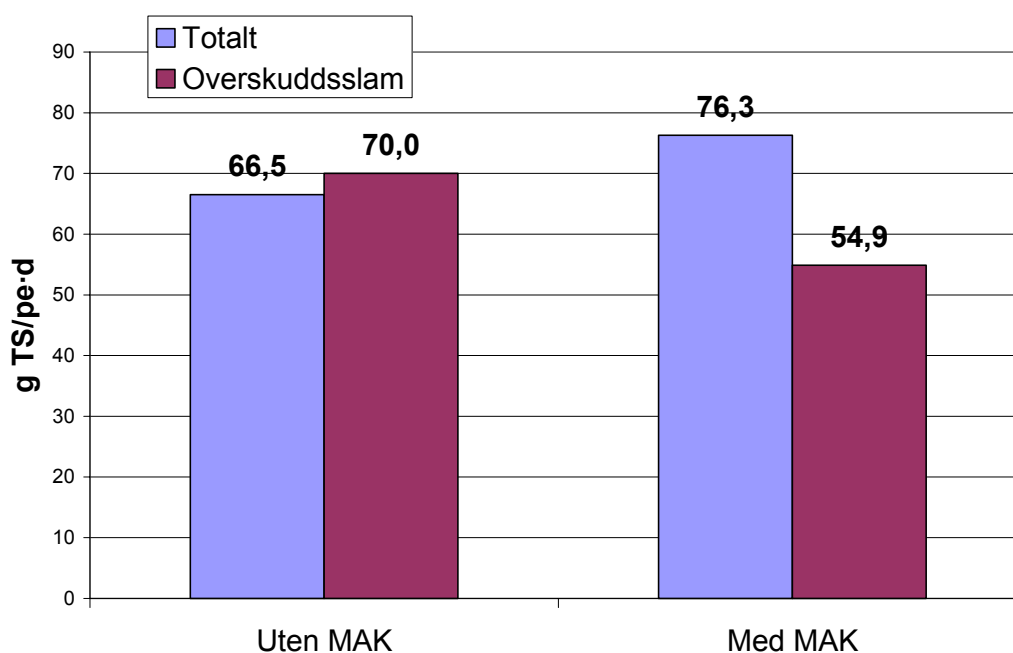
m³). Etersom Imhofftanken er svært dyp (ca. 6 meter) og er forbundet med utjevningstvolumet over slamlageret, er det ikke mulig å få tømt den helt. Det er derfor ikke mulig å si om det er mer slam i slamlageret etter forsøkene enn det var før forsøkene begynte. Imidlertid vil tørrstoffinnholdet i slammet som fjernes, gi en indikasjon på om det tas ut for lite eller for mye slam. Tørrstoffinnholdet i slammet før og etter installasjon av MAK i husholdningene er vist i figur 12. Det var større variasjoner i tørrstoffinnholdet før kvernene ble installert, som følge av at man tok ut slam sjeldnere i begynnelsen. Gjennomsnittlig tørrstoffinnhold de to siste månedene av førundersøkelsen var imidlertid på samme nivå som i etterundersøkelsen (1,44 % TS), så det synes som om tørrstoffinnholdet har holdt seg rimelig konstant etter at man i oktober 2004 begynte å tømme ett billass pr. uke.



Figur 12. Middelerverdi og standardavvik for tørrstoffinnholdet i slammet før og etter kverninstallasjoner.

Slamtørrstoffmengdene som er tatt ut av anlegget i de to periodene med målinger, er vist i figur 13. Det er tatt ut ca. 15 % mer slamtørrstoff i etterperioden enn i førperioden. Slammengdene som er tatt ut i forskjellige måneder, varierer imidlertid så mye, og usikkerheten i tallene er så store, at vi ikke kan si med sikkerhet at slammengdene har økt, eller hvor mye de eventuelt har økt etter installasjonen av MAK i husholdningene. Resultatene i 2006 fra P3 (prøvepunktet etter Imhofftanken) tyder på at det ble tatt ut for lite slam fra anlegget på slutten av 2005 og begynnelsen av 2006.

Vi har målt mengden overskuddsslam som er pumpet tilbake til slamlageret, og tørrstoffinnholdet i dette slammet. Tørrstoffinnholdet er her målt på stikkprøver, og tørrstoffinnholdet i dette slammet varierer også mye fra måling til måling. Middelerverdiene av tørrstoffinnholdet er imidlertid omtrent de samme i de to periodene, men det er pumpet halvannen gang så mye slam i førundersøkelsen som i etterundersøkelsen. I etterundersøkelsen er det pumpet ut for lite slam, slik at slamkonsentrasjonen i luftetanken har økt i denne perioden. Figur 13 viser klart at det er systematiske feil i prøvetakingen av slammengder på anlegget. I tabell 10 er teoretisk beregnede slammengder fra biologisk-kjemisk trinn i forhold til tilførselene til biologisk trinn sammenlignet med de faktisk målte slammengdene.



Figur 13. Tørrstoffmengder i overskuddsslam fra biologisk rensetrinn og i slam tatt ut fra slam-lageret i før- og etterundersøkelsen (i de samme månedene i 2004 og 2005).

Tabell 10. I 2004 er slamproduksjonen i biologisk-kjemisk rensetrinn mye høyere enn den teoretisk skal være.

Periode	Beregnet slamproduksjon (g TS/g BOF ₅ fjernet)	Målt slamproduksjon (g TS/g BOF ₅ fjernet)	Beregnet/målt
Førundersøkelsen (prøveuke 1 til 15)	2,1	4,0	0,53
Etterundersøkelsen (prøveuke 16 til 30)	1,1	1,5*	0,76

* Korrigert for akkumulering av slam i luftetanken i etterundersøkelsen.

Resultatene tyder på at det har blitt tilført mer suspendert stoff til luftetanken enn det prøvene i prøvepunkt 3 etter Imhofftanken har klart å fange opp. Dette har i større grad skjedd i 2004 enn i 2005. Overskuddsslammengden i 2004 er også for stor i forhold til slammengdene som er fjernet fra anlegget. Det tyder på at slamkonsentrasjonen i overskuddsslammet totalt sett har vært lavere enn resultatet fra de målte stikkprøvene. Det er derfor ikke mulig å konkludere med at forskjellene mellom før- og etterundersøkelsen skyldes at det er matavfall i avløpsvannet i etterundersøkelsen.

5.5.5. Organisk stoff i slammet

Det er målt flyktig tørrstoff i overskuddsslammet og i slammet som er kjørt bort fra renseanlegget. Resultatene fra før- og etterundersøkelsen er vist i tabell 11.

Tabell 11. Innhold av flyktig tørrstoff i overskuddsslam fra biologisk trinn i renseanlegget, og i bortkjørt slam fra slamlageret.

	Flyktig tørrstoff i overskuddsslam (biologisk + kjemisk slam, % av TS)	Flyktig tørrstoff i bortkjørt slam (mekanisk + biologisk + kjemisk slam, % av TS)
Førundersøkelse (prøveuke 1 til 15)	69	77
Etterundersøkelse (prøveuke 16 til 30)	72	80
Forandring	+3	+3

Innholdet av organisk stoff er langt lavere i overskuddsslammet enn i bortkjørt slam både før og etter at man tilførte oppmalt matavfall til ledningsnettet. I begge tilfeller er det 3 % mer organisk stoff målt som flyktig tørrstoff målt i prosent av totalt tørrstoff etter at MAK ble installert i husholdningene.

5.6. Resipientundersøkelser i Skåumbekken

Det er gjort 3 kartlegginger av vannkvaliteten i Skåumbekken, oppstrøms og nedstrøms utløpet fra Fossnes renseanlegg, høsten 2003, høsten 2004 og høsten 2005. (Weideborg, 2003, Weideborg, 2004, og Weideborg & Lyngstad, 2005). Første undersøkelse ble gjort i oktober 2003, før renseanlegget ble bygd om. Ved prøvetakingen denne høsten var vannføringen i bekken meget lav, og bekken var betydelig påvirket av utslippet fra renseanlegget, ettersom vannet i bekken besto av nesten uforynnnet rensed avløpsvann. Utløpsrøret er vist i figur 14. I tabell 12 er vist hvordan vannkvaliteten har forandret seg fra 2003 til 2005 i Skåumbekken basert på de tre oktoberundersøkelsene.

Tabell 12. Oversikt over tilstanden i Skåumbekken i oktober 2003, oktober 2004 og oktober 2005.

Parameter	1. Oppstrøms renseanl.			2. Like nedstrøms r.a.			3. 100 m nedstrøms r.a.		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Total fosfor	IV	V	V	V	V	V	V	V	V
Begroingsalger	V	V	IV/V	V	V	V	IV/V	V	IV
Tarmbakterier	II	V	III	IV/V	IV	IV	IV/V	V	IV

Klasse I: Meget god tilstand

Klasse II: God tilstand

Klasse III: Mindre god tilstand

Klasse IV: Dårlig tilstand

Klasse V: Meget dårlig tilstand

Tilstanden i bekken oppstrøms renseanlegget var også dårlig (klasse IV), og tilstanden forverret seg til meget dårlig (klasse V) nedstrøms renseanlegget, basert på fosfor og begroingsalger. Den bakteriologiske kvaliteten oppstrøms renseanlegget var noe bedre (klasse II), mens den var dårlig til meget dårlig (klasse IV/V) nedstrøms utslippet fra renseanlegget. Det var imidlertid høy konsentrasjon av nitrat oppstrøms renseanlegget, hvilket tilsier at det er mye jordbruksavrenning til bekken.



Figur 14. Prøvepunkt 2. Skåumbekken like nedstrøms utslipp fra Fossnes renseanlegg.

I oktober 2004 ble det gjort en ny undersøkelse etter at renseanlegget var utvidet, men før det ble installert MAK i husholdningene. Ved denne undersøkelsen var vannføringen i bekken meget høy, slik at man forventet at påvirkningen fra utslippet fra Fossnes renseanlegg ville være av mindre betydning enn i 2003. Tilstanden i bekken denne høsten ble karakterisert som meget dårlig (klasse V) både oppstrøms og nedstrøms renseanlegget, basert på fosfor, bakterier og begroingsalger. Skåumbekken var sterkt forurenset på alle prøvepunkter, og den kjemiske kvaliteten syntes å være lite påvirket av utslipp fra renseanlegget. Resultatene fra undersøkelsen av begroingsorganismer viste imidlertid dårligst vannkvalitet like nedstrøms utløpet fra renseanlegget. Også dette året var det høye konsentrasjoner av nitrogenforbindelser, hvilket indikerer at bekken var sterkt påvirket av jordbruksavrenning. Høye konsentrasjoner av fosfor og bakterier på alle prøvestasjonene indikerer at bekken også var påvirket av avrenning fra enkelthus eller utette avløpsledninger.

I oktober 2005, etter at det var innført MAK i 2/3 av husholdningene i området, ble det foretatt en tredje vannkvalitetsundersøkelse i bekken. Ved denne undersøkelsen var det tørrvær og mindre vannføring i bekken enn i 2004. Basert på fosfor var tilstanden i bekken meget dårlig (klasse V) både oppstrøms og nedstrøms renseanlegget, mens den basert på begroingsorganismer var dårlig til meget dårlig (klasse IV/V) oppstrøms renseanlegget, meget dårlig (klasse V) like nedstrøms renseanlegget, og dårlig (klasse IV) ca. 100 m nedstrøms renseanlegget. Basert på bakteriologiske prøver var vannkvaliteten mindre god (klasse III) oppstrøms renseanlegget, og dårlig (klasse IV) nedstrøms anlegget. Også dette året var det høye konsentrasjoner av nitrogenforbindelser, hvilket indikerer at bekken var sterkt påvirket av jordbruksavrenning. Høye konsentrasjoner av fosfor og bakterier på alle prøvestasjonene indikerer at bekken også var påvirket av avrenning fra enkelthus eller utette avløpsledninger.

De tre vannkvalitetsundersøkelsene gir ikke grunnlag for å si at innføringen av matavfallskverner i 2/3 av husholdningene har ført til økt forurensning av Skåumbekken. Renseresultatene fra anlegget (tabell 7) viser da også at utslippene ikke har økt fra 2004 til 2005.

5.7. Kostnader for håndtering av matavfall ved egen matavfallsdunk og ved MAK i Vesarområdet

Et hovedargument for å innføre MAK er at man vil unngå kostnadene til oppsamling, innsamling og behandling av matavfall. I dette kapitlet er sett på hvilke kostnader som vil kunne spores på renovasjonssiden (fra Vesars regnskaper) og hvilke kostnader som vil tilkomme på avløpssiden om man håndterer matavfallet med MAK istedenfor med egen matavfallsdunk. Økte belastninger, slammengder og kostnader på avløpssektoren er hentet fra en rekke andre undersøkelser som er gjort i Vestfold og andre steder.

Vesar-området består av kommunene Andebu, Hof, Holmestrand, Horten, Larvik, Nøtterøy, Re, Sandefjord, Stokke, Tjøme og Tønsberg. I juli 2005 var det 204.350 innbyggere i de 11 kommunene, fordelt på 87.644 husstander (gjennomsnittlig 2,3 innbyggere/husstand). I henhold til KOSTRA-statistikk fra 2005 er 187.061 innbyggere (80.229 husstander) i de 11 kommunene tilknyttet kommunalt avløpsnett. Det er da 17.289 innbyggere (7.415 husstander, 8,5 %) som bor i spredt bebyggelse med egne renseløsninger.

I Vesar-området ligger gebyrene i gjennomsnitt på kr 1750,- ekskl. mva. pr. år. For en typisk husstand vil kostnadsbildet for renovasjonsgebyret være omtrent som vist i tabell 13.

Tabell 13. Kostnadsbildet for renovasjonsgebyret i Vesar-området.

Kostnadselement	Renovasjonsgebyr (kr/år)
Oppsamling:	
• 3 avfallsavfallsdunker	75
• Bioposer	50
Innsamling (transport til avfallsanlegg):	570
Behandling	300
Farlig avfall, innsamling og behandling	75
Glass- og metallemballasje, innsamling og behandling	25
Gjenvinningsstasjoner	220
Informasjon	35
Div poster drift	50
Administrasjon	350
Sum	1750

Installasjon av matavfallskvern vil redusere tre av disse postene: oppsamling, innsamling og behandling.

Oppsamling

En avfallsdunk til matavfall med 7 års levetid gir en årskostnad på ca kr 25,-. I tillegg kommer bioposekostnader på kr 50,-.

Besparelse ved innføring av MAK: kr 75,-.

Innsamling

I Vesar-området kjøres det med tokamrede biler. Det ene kammeret benyttes til å hente bioavfall hver uke. Det andre kammeret benyttes til å hente restavfall og returpapir annen hver uke.

Med enhetsprisene i dagens innsamlingskontrakt fordeler kostnadene seg slik på fraksjoner:

Restavfall: kr 135,-
Returpapir: kr 135,-
Matavfall: kr 300,-

Ved en ideell situasjon der alle hadde kvern eller hjemmekompost, kunne man da si at man hadde **en besparelse på kr 300** ved innføring av MAK. Dette drøftes videre nedenfor.

Behandling

Med dagens priser fordeler behandlingskostnadene for en husstand seg slik på fraksjoner:

Restavfall: kr 240,-
Returpapir: - kr 20,-
Matavfall: kr 80,-

Ved installering av MAK kan man spare kr 80.

Total besparelse

I tabell 14 er vist en oppsummering av besparelser i en ideell situasjon hvor alle husholdningene har installert MAK.

Tabell 14. Oppsummering av besparelser på avfallssiden i en ideell situasjon hvor alle husholdninger har installert kvern.

	Besparelse ved installering av MAK (kr/år)	Merknad
Oppsamling	75	
Innsamling	300	Hvis det ikke samles inn matavfall fra de som ikke har MAK
Behandling	80	
Sum	455	

Besparelsen på kr 455,- utgjør 26 % et renovasjonsgebyr på kr 1750.

Besparelser når ikke alle husholdninger har installert kvern

I tabell 13 ser man at to tredeler av besparelspotensialet ligger i innsamlingen. Hvis man skal få denne besparelsen, må alle ha kvern eller evt. hjemmekompostering. Dette kan man ikke pålegge en husstand. Erfaringer fra undersøkelsen på Austbygde og på Fossnes tilsier at bare litt over halvparten av abonnentene vil installere kvern selv med relativt sterke økonomiske virkemidler. Konsekvensen av dette er at man må kjøre en rute med tokamret bil og matavfallsinnsamling allikevel. Besparelsen på innsamling vil da bli vesentlig mindre hvis man ser på området som helhet. En annen mulighet er at man ikke samler inn matavfall i områder hvor man baserer matavfallshåndteringen på MAK. De som ikke installerer MAK, må da legge matavfallet i restavfallet.

Man kan tenke seg å innføre differensierte gebyrer slik at de som ikke vil ha kvern, må betale mer slik at man i prinsippet **tvinger** dem til å installere kvern. Spørsmålet er om dette er politisk mulig?

Kostnader til MAK

De rimeligste kvernene kan man i dag få for ca. kr 1.800,- inkl. installasjon om man kjøper store kvantum, eventuelt med tillegg på ca kr 500 hvis man trenger ekstra stikkontakt i kjøkkenet. En kvern av god kvalitet vil man kunne få for ca. kr 2.100,- inkl. installasjon. Vi antar at hver femte husstand trenger ekstra stikkontakt. Vi anbefaler også at stikkledningen til de som skal ha kvern, TV-inspiseres, for å unngå problemer med tett avløp som skyldes feil eller mangler på stikkledningene. TV-inspeksjon av stikkledningene antas å koste ca. kr 200,- pr. husstand. Det vil også komme kostnader til informasjon ved oppstart, stipulert til kr 50 pr. husstand. Med kverner av god kvalitet, en levetid på 8 år for kvernene og en kalkulasjonsrente på 5 %, vil kostnadene til matavfallskvern inklusive stikkontakt, TV-inspeksjon av stikkledning og oppstartsinfo bli kr 380,- pr. husstand pr. år. I tillegg kommer kostnadene til administrasjon av utsetting og drift av kvernene, anslått til kr 25,- pr. husstand pr. år.

Økte kostnader til ledningsnett og behandling i renseanlegg.

Man kan tenke seg følgende ekstra kostnader til drift av ledningsnett og renseanlegg ved bruk av MAK i alle husholdningene i Vesar-området:

- Økt kostnad for pumping av avløpsvannet (ca. 3 %)
- Økt kostnad for tilsetningsstoffer for å unngå H₂S-dannelse på ledningsnettet.
- Økt kostnad for fellingskjemikalier på renseanlegg (ca. 15 %).
- Økt kostnad for biologisk trinn på renseanlegg som kun har mekanisk-kjemisk rensing i dag.
- Økt kostnad for oppgradering av private renseanlegg i spredt bebyggelse.
- Økt kostnad for opprusting av slambehandlingsanlegg på grunn av økte slammengder.
- Økt kostnad for slambehandling som følge av økte slam- og ristgodsmengder (ca. 20 %).

I Fossnes-området vil det ikke være nødvendig med ekstra spyling av ledningsnett og tilsetning av enzymer eller Nutriox for å unngå H₂S-dannelse. Ser vi på hele Vesar-området, er det mange ledninger med dårlig fall hvor man har problemer med H₂S-dannelse i dag. Disse problemene vil sannsynligvis forsterke seg. Det vil også bli noe økte pumpekostnader som følge av økte vannmengder. Regner vi en økning på 0,5 mill. kr pr. år til drift av ledningsnett og pumpestasjoner, vil kostnadene pr. husstand beløpe seg til ca. kr 5 pr. år.

Økte kostnader til fellingskjemikalier vil bli i størrelsesorden 15 % av dagens kostnader (kap. 5.5.3). På renseanleggene i Vesar-området vil dette tilsvare ca. 1,5 mill. kr pr. år, eller ca. kr 20,- pr. husstand pr. år i områder med avløpsnett.

Skal man øke tilførselen av organisk stoff fra husholdningene med ca. 30 % (kap. 4.2), må det bygges biologisk rensetrinn på TAU, Sandefjord og Vårnes renseanlegg. Vi regner med at de andre kommunale renseanleggene vil kunne klare kravene til sekundærrensing selv om tilførselen av organisk stoff fra husholdningene øker med ca. 30 %. Denne antagelsen er basert på at disse anleggene i dag har biologisk rensetrinn eller lave utløpskonsentrasjoner av organisk stoff. Det kan likevel være at noen av disse anleggene også må bygges ut. I denne oversikten tar vi kun med utvidelse med biologisk trinn for de tre nevnte renseanleggene. Det er sannsynlig at disse anleggene må bygge biologiske rensetrinn uansett om det kommer matavfall i avløpsvannet eller ikke, men investerings- og driftskostnadene for anleggene vil øke med matavfall i avløpsvannet. Tabell 15 viser hvilke kostnader man kan forvente ved utvidelse av disse anleggene, og hva tillegget for matavfall kan komme på.

Tabell 15. Investeringskostnader og økte driftskostnader for utvidelse av TAU, Sandefjord og Vårnes renseanlegg med biologisk trinn.

Renseanlegg	Investering (mill. kr)	Kapital-kostnader (mill. kr/år)	Økte driftskostnader (mill. kr/år)	Økte årskostnader (mill. kr/år)	Økte årskostnader ved MAK (mill. kr/år)
TAU	40	4,4	0,7	5,1	1,2
Sandefjord	64	7,0	2,5	9,5	3,0
Vårnes	5	0,6	0,6	1,2	0,3
Totalt	109	12,0	3,8	15,8	4,5

Fordeler vi 4,5 mill. kr på alle husstander i områder med avløpsnett, blir kostnadene ca. kr 55,- pr. husstand pr. år.

I områder med spredt bebyggelse vil man måtte utvide slamavskillerne eller minirenseanleggene med ca. 25 % (kap. 4.5.2) for å kunne ta imot matavfallet. Dette vil utgjøre så store kostnader for den enkelte husstand at vi vanskelig vil kunne innføre MAK i slike områder. Her bør man i utgangspunktet kjøre vanlig innsamling av matavfallet i egen beholder, og eventuelt åpne for at de som ønsker det i stedet kan ha MAK, forutsatt at renseanordningen deres er dimensjonert for den ekstra belastningen.

Tilførsel av matavfall til avløpsnettet vil også føre til ca. 15 % økt mengde slamtørrstoff (kap. 4.5.6). Dette vil igjen kunne føre til at man på enkelte renseanlegg vil måtte ha større volumer i slambassenger, større avvanningsmaskiner, og eventuelt større råtnetanker eller kalktilsetningsanlegg. I Vesar-området vil det sannsynligvis ikke være behov for store utvidelser, bortsett fra en større pasteuriseringsenhet på Sandefjord renseanlegg, en ekstra våtkomposteringsreaktor på Vårnes renseanlegg, større sentrifuge på Bekkevika renseanlegg og utvidelse av slamfortytkerkapasiteten på Holmestrand renseanlegg. Vi har ikke nøyaktige tall for hva dette vil koste, men det vil ligge i størrelsesorden 2,5 mill. kr pr. år. Noen av tiltakene vil måtte gjennomføres uansett, så vi kan ikke belaste alt dette på matavfallet. Belaster vi halvparten av de økte kostnadene på matavfallet, blir det en kostnad på kr 15,- pr. husstand pr. år. I tillegg vil økte mengder slamtørrstoff føre til økte kostnader for behandling, transport og disponering. Tar vi utgangspunkt i kostnadene for slambehandlingen på TAU, vil slike økte kostnader utgjøre ca. kr 50,- pr. husstand pr. år.

Totalt regnskap for både renovasjonssystem og avløpssystem vil bli som vist i tabell 16. Det er antatt at 75 % av de som er tilknyttet kommunalt ledningsnett vil installere MAK, mens de 8,5 % av husstandene som bor i spredt bebyggelse, ikke blir tilbudt å installere MAK, på grunn av problemene dette kan skape for de private renseanleggene. Totalt vil 69 % av husstandene i området da få MAK.

Tabell 16. Oppsummering av kostnader på avfallssiden og avløpssiden i Vesar-området om husstander tilknyttet kommunalt avløpsnett kan få installert MAK.

Kostnadsbærere		Kostnad pr husstand (kr pr. år)	Merknad
Avfalls-kostnader	Oppsamling	-75	
	Innsamling	-150	Antar at innsamlingskostnader for matavfall kan halveres
	Behandling	- 55	69 % av abonnenter får MAK, og reduserer behandlingskostnadene tilsvarende
	Matavfallskvern	260	69 % av abonnenter får MAK. Kostnadene belastes alle abonnenter
	Administrasjon	15	
Avløps-kostnader	Drift ledningsnett	5	
	Fellingskjemikalier	20	
	Biologiske rensetrinn	55	TAU, Sandefjord og Vårnes r.a.
	Utvidet kapasitet slambehandling	15	Sandefjord, Holmestrand, Vårnes og Bekkevika r.a.
	Slambehandling	50	Basert på TAUs regnskap for 2004
Sum		140	

*MAK fordelt på alle abonnentene i området.

Tabell 16 viser at summen av avløps- og renovasjonsgebyrer vil øke med ca. kr 140,- + mva. dersom man skal håndtere matavfall med MAK i husstander tilknyttet kommunalt avløpsnett i Vesar-området, og kjøre en egen innsamlingsrute for matavfallet fra de som ikke vil ha MAK. Hvis man tillater de som ikke vil ha MAK å legge matavfallet i restavfallsbeholderen, vil man kunne spare ytterligere kr 150,- + mva. pr. abonnent til innsamling av matavfall og kr 25,- + mva. til behandling av matavfallet, men man vil få en økt kostnad til behandling av restavfall, fordi restavfallsmengdene vil øke (ca. kr 10,- pr. abonnent fordelt på alle abonnentene). Med en slik løsning vil de samlede gebyrene bli ca. kr 25,- + mva. mindre enn ved innsamling av matavfallet med egen matavfallsbeholder. Imidlertid vil vannforurensningen i området bli større ved håndtering av matavfallet ved MAK, slik at vi får en negativ kost/nytte ved dette alternativet i forhold til egne matavfallsbeholdere. Det er dessuten kun hvis matavfallet går til forbrenningsanlegg at dette er aktuelt. Det vil derfor være helt feil politikk å basere håndtering av matavfall på MAK i husholdningene i Vesar-området.

6. Referanser

- Berge, G., T. Kirkemo, R. Straumann & J. K. Undelstvedt (2005): Ressursinnsats, utslipp og rensing i den kommunale avløpssektoren 2003. Statistisk sentralbyrå, Kongsvinger. www.ssb.no
- Bratli, J. L., H. Holtan & S. O. Åstebøl (1995): Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger. SFT-veiledning 95:02. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- CIWEM (2002): CIWEM Policy Position Statement (PPS), December 2002: Food Waste Disposers. The Chartered Institution of Environmental Management, London. www.ciwem.org.uk
- EU (2001): Working document: Biological treatment of biowaste, 2nd draft. http://europa.eu.int/comm/environment/waste/facts_en.htm
- EU (2002): Regulation (EC) No 1774/2002 of the European Parliament and of the Council of 3. October 2002 laying down health rules concerning animal by-products not intended for human consumption. <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002R1774:EN:HTML>
- Forsberg, M. & A. Olofsson (2003): Köksavfallskvarnar – Ett behandlingsalternativ för blött organisk avfall? Civilingeniörprogrammet, Institutionen för Samhällsbyggnadsteknik, Avdelningen för VA-teknik, Luleå tekniska universitet.
- Gunleiksrud, S., J. Ofte & P. G. Gulliksen (2004): Prosjektrapport – Tinn kommune – Austbygde Rensedistrikt. Vurdering av avløpstekniske konsekvenser ved kverning av matavfall i et fullskala prøveprosjekt i Austbygde rensedistrikt. Brukerundersøkelse. Gjennomgang og drøfting av erfaringer med bruk av matavfallskvarner på separate avløpsanlegg. Enviropartner, Østerås.
- Heltveit, S. I. (1994): Erfaringer med minirensesanlegg. SFT-Rapport 94:06, TA-1045. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Karlberg, T. & E. Norin (1999): Köksavfallskvarnar – effekter på avlopsrensingsverk. VA-forsk Rapport 1999-9. Svenskt Vatten, Stockholm.
- Kløverød, R. (2005): Personlig meddelelse fra ansatt i Larvik kommune, teknisk etat.
- Lindholm, O., E. Bøhleng og O. Lien (2002): Kjøkkenavfallskvarner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger. NORVAR Prosjektrapport 121-2002. Norsk VA-verkforening, Hamar.
- Miljøverndepartementet (2005): Forskrift om endring av forskrift 1.juni 2004 nr. 931 om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) av 15. desember 2005. www.lovddata.no.
- Nilsen, G. A. (2001): Effekten av å tilføre oppmalt matavfall til avløpet. Kværna G. A. Nilsen, Levanger.
- Nilsen, G. A. & A. Engen (2001): Utprøving av matavfallskvarner i Namdal. Driftsassistansen i Namdalen, Namsos / Kværna G. A. Nilsen, Levanger.

- Nilsson, P., P. O. Hallin, J. Johansson, L. Karlén, G. Lilja, B. Å. Petersson & J. Pettersson (1990): Källsortering med avfallskvarnar i hushållen, en fallstudie i Staffanstorp. Bulletin VA nr. 56. Lunds tekniska högskola. Lunds Universitet.
- Ofte, J. (2005): Erfaringer og dokumentasjon på effekter i ledningsnett og på mekanisk-kjemisk renseanlegg etter installering av MAK i Austbygde i Tinn kommune. Innlegg på seminaret til Norsk Vannforening: Matavfallskverner – skyller vi problemene i vasken?, Oslo 14.11.2005.
- Oseid, S. (2005): Personlig meddelelse fra medarbeider i EnviroPartner, basert på statistikk fra SSB.
- Pind, P. F., K. Dircks & M. Henze (1997): Kjøkkenkværner; miljøgevinst eller svineri? Vand & Jord, 4. årgang nr. 5, side 205-209.
- Rui, B. E. (2005): Personlig meddelelse fra nestleder i Vestfold Avfall og Ressurs AS (Vesar).
- SFT (2004): Notat til MD av 16.2.2004: Påslipp av oppmalt matavfall fra husholdninger og virksomheter. Ytterligere vurderinger jf. oppdrag av 20. november 2003. Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Torrell, M. (1994): In-sewer chemical assessment of microbiological processes. Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
- Vidnes, P.E. & Thune, G. (1998): Evaluering av kildesorteringsordningen. Plukkanalyse høsten 1998. Rapport fra InterConsult Group.
- Vågslid, H.(2005): Organisk avfall i avløp. Hovedoppgave 2005. Høgskolen i Telemark, avdeling for teknologiske fag, Masterutdanningen, Bø.
- Weideborg, M. (2003): Innledende kartlegging av vannkvalitet og begroingsalger i Skåumbekken og Vårnesbekken, Stokke. Aquateam-rapport 03-039. O-03117. Aquateam AS, Oslo.
- Weideborg, M. (2004): Undersøkelse av vannkvalitet og begroingsorganismer i Skåumbekken, Stokke, høsten 2004. Aquateam-rapport 04-034. O-03060. Aquateam AS, Oslo.
- Weideborg, M. & E. Lyngstad (2005): Undersøkelse av vannkvalitet og begroingsorganismer i Skåumbekken, Stokke, høsten 2005. Aquateam-rapport 05-055. O-03060. Aquateam AS, Oslo.

Vedlegg 1. Spørreundersøkelse blant abonnenter med og uten MAK i Fossnes-området

Undersøkelse blant abonnenter med MAK

1. Var du fornøyd med kildesorteringsordningen før du installerte matavfallskvern?

JA	8/24
NEI	13/24
VET IKKE	3/24

2. Hva slags utsorteringsordning hadde du for bioavfall før du installerte matavfallskvern?

HJEMMEKOMPOSTERING	1/24
MATAV FALLSPOSER MED HENTEORDNING	20/24
ANNET: Matavfallskvern:	2/24
Dyr:	1/24

3. Sorterte du ut matavfallet før du fikk kvern?

JA – i så fall i hvilken grad:	23/24
- Alt matavfall ble utsortert	13/24
- Mye matavfall ble utsortert	7/24
- Noe matavfall ble utsortert	1/24
- Litt matavfall ble utsortert	2/24
NEI	1/24

4. Hadde du problemer med luktplager, søl eller fluer i forbindelse med den gamle ordningen for bioavfallssortering?

JA	18/24
NEI	6/24

5. Fungerte stikkledning/avløpsnett tilfredsstillende før matavfallskvernen ble installert? (Dvs. ingen problemer med lekkasje eller forstoppelse)

JA	16/24
NEI	8/24

6. Er du fornøyd med kildesorteringsordningen nå som du har fått installert matavfallskvern?

JA	20/24
NEI – i så fall hva opplever du som negativt med kvernen:	4/24
- Støy	3/24
- problemer med stikkledning/avløp	1/24
- dårlig kontakt med leverandør ved problemer	0
- hygiene	1/24
- kvernen fungerer ikke tilfredsstillende på enkelte matvarer	3/24
- dårligere utsortering av matavfallet	0
- kostnadene ved innstalleringen	0
VET IKKE	0

7. Syns du at du har blitt flinkere til å sortere ut matavfallet etter at du tok kvernen i bruk?

JA	17/24
NEI	6/24
VET IKKE	0

8. Hender det at du kaster matavfallet i restavfallet nå etter at kvernen ble installert?

JA- i så til felle i hvilken grad:18/24	
- daglig	0
- ofte	1/24
- noen ganger	4/24
- sjelden	5/24
- svært sjelden	8/24
NEI	6/24

9. Dersom du kaster mat i restavfallet nå, har typen matavfall som kastes endret seg etter at kvernen ble installert?

Ja	12/24
Nei	4/24
Vet ikke	0
- Og i så tilfelle på hvilken måte?	
Fra tallerkenavfall til større matvarer og emballert mat	2/24
Annet.....	

10. Er det noen spesielle matvarer du opplever som spesielt tungvint/upraktisk å kverne opp?

JA- i så tilfelle hva da:	23/24
- Bein	21/24
- Slintrer	1/24
- rå poteter	0
- bananskall	3/24
- rå fisk	4/24
- brød	4/24
- emballert matavfall	1/24
- annet:	
Eggeskall:	1/24
Maiskolbe:	1/24
Store matbiter:	1/24
Pølseskinn:	1/24
NEI	1/24

11. Er du eventuelt fortsatt plaget med lukt, søl eller fluer i forbindelse med bioavfallet nå som du bruker kvern?

JA	5/24
NEI	19/24

12. Har du hatt driftsproblemer med kvernen?

JA	5/24
NEI	19/24

Eventuelle kommentarer: *rister litt, støy, batteri gikk - dårlig kontakt, lekkasjer - dårlig kontakt, feilmontert - fungerer ikke tilfredsstillende, bryter fungerer ikke korrekt, kvernen starter av seg selv.*

13. Har du opplevd problemer med stikkledningen/avløpsnettet i kvernperioden?

JA	4/24
NEI	20/24

14. Hvor mange ganger bruker du kvernen pr dag?

Antall

1: 3 stk

1-3: 2 stk

2: 7 stk

2-3: 4 stk

3: 1 stk

3-4: 1 stk

5: 1 stk

5-6: 2 stk

8: 1 stk

10: 1 stk

1-15: 1 stk

Middel: 3,3 ganger/dag**15. Er du fornøyd med ordningen med matavfallskvern så langt?**

JA 23/24

NEI 1/24

SÅNN PASSE 0

Undersøkelse blant abonnenter uten MAK

1. Er du fornøyd med dagens kildesorteringsordning, med utsortering av matavfall?

JA	16/17
NEI	1/17
VET IKKE	0

2. Sorterer du ut matavfallet?

JA- i så fall i hvilken grad:	17/17
- Alt	12/17
- Mye	4/17
- noe	0
- litt	1/17
NEI	0

3. Hva slags ordning benytter du til utsortering av matavfallet?

- Bioposer og henteordning	16/17
- Hjemmekompostering	1/17
- Annet	0

4. Har du problemer med luktplager, søl eller fluer i forbindelse med bioavfallet?

JA	3/17
NEI	14/17

5. Syns du at sorteringsordningen har blitt bedre etter at dere fikk bioposer istedenfor papirposer?

JA	10/17
NEI	2/17
Vet ikke	4/17 (her svarte flere at de fremdeles brukte papirposene så lengde de hadde disse, før de gikk over på bioposene)

6. Har de nye bioposene gjort at du har blitt flinkere til å sortere ut matavfallet?

JA	5/17
NEI	6/17

7. Hva var grunnen til at du ikke ønsket å installere/ teste ut matavfallskvernen?

- Kostnader	7/17
- Skepsis til ordningen med tanke på stikkledning/avløpsnett	4/17
- Var fornøyd med eksisterende ordning	4/17
- Liten nytte av det pga lite matavfall	3/17
- Hadde matavfallskvern allerede	0
- Det ble for mye "styr"	1/17
- Annet	8/17

8. Vil du vurdere å installere matavfallskvern dersom det blir en permanent ordning for dette?

JA	8/17
NEI	2/17
VET IKKE	7/17

Her var flere av de som svarte ja opptatt av at de ville vurdere det, i forhold til resultatene fra prøveprosjektet, pris og lignende. Påpekte at det ikke var sikkert at de ville gå for en slik løsning.

Vedlegg 2. Resultater fra prøvetaking på Fossnes renseanlegg

Prøvetakingsprogram på Fossnes renseanlegg i 2004 og 2005. Prøvene ble sendt til laboratoriet på følgende dager:

Prøve nr.	Dato 2004	Prøve nr.	Dato 2005
1	8.06.	16	14.06.
2	15.06.	17	21.06.
3	22.06.	18	28.06.
4	31.08.	19	06.09.
5	07.09.	20	13.09.
6	14.09.	21	20.09.
7	21.09.	22	27.09.
8	28.09.	23	04.10.
9	5.10.	24	11.10.
10	12.10.	25	18.10.
11	19.10.	26	25.10.
12	26.10.	27	1.11.
13	2.11.	28	8.11.
14	9.11.	29	15.11.
15	16.11.	30	22.11.

Vannmengder gjennom Fossnes renseanlegg i prøveukene.

2004 Prøve- uke nr.	Til biotrinn	Over- skuddsslam	Ut fra anlegg	2005 Prøveuke nr.	Til biotrinn	Over- skuddsslam	Ut fra anlegg
	m ³ /uke	m ³ /uke	m ³ /døgn		m ³ /uke	m ³ /uke	m ³ /døgn
1	791	77	102,0	16	848	44	114,9
2	736	52	97,7	17	854	46	115,4
3	887	108	111,3	18	792	50	106,0
4	1049	56	141,9	19	775	45	104,3
5	1146	59	155,3	20	772	71	100,1
6	844	66	111,1	21	788	69	102,7
7	1578	302	182,3	22	805	65	105,7
8	824	49	110,7	23	896	43	121,9
9	1263	52	173,0	24	800	34	109,4
10	988	48	134,3	25	735	39	99,4
11	963	50	130,4	26	916	49	123,9
12	1261	52	172,7	27	1070	48	146,0
13	895	43	121,7	28	1578	51	218,1
14	1068	50	145,4	29	948	44	129,1
15	839	56	111,9	30	795	55	105,7
Middel	1009	75	133,4	Middel	891	50	120,2

Det gikk i tillegg noe vann i overløp direkte fra pumpestasjonen etter Imhofftanken. Utslip-
ne herfra blir kun registrert som antall ganger, uten vannmengde- eller varighetsregistrering.
Det har gått lite vann i overløp. Det er registrert følgende overløpstilfeller:

Før september 2004: Ingen registrering
 September 2004: 18 ganger
 Oktober 2004: 11 ganger
 November 2004: 10 ganger

Juli 2005: 1 gang
 September 2005: 1 gang
 November 2005: 6 ganger

Ekstra prøvetakingsprogram for etterundersøkelsen i 2006, med innleveringsdatoer og avløpsmengder i prøveperiodene:

Prøve nr.	Dato 2006	Til biot rinn	Overskuddsslam	Totalt
		m ³ /uke	m ³ /uke	m ³ /døgn
31	10.01.	858	90	109,7
32	17.01.	1343	111	176,0
33	24.01.	923	106	116,7
34	31.01.	954	106	121,1
35	7.02.	913	121	113,1
36	14.02.	927	123	114,9

Resultater fra førundersøkelse i 2004, alkalitet, fosfor og nitrogen

Prøveuke	Alkalitet	Tot P inn	Tot P ut Imhoff	Tot P ut	Tot N inn	Tot N ut Imhoff	Tot N ut
	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	3,72	7,3	4,6	0,19	52	51	41
2	3,68	5,9	5,3	0,17	50	56	43
3	3,07	5,5	4,5	0,2	44	43	36
4	4,18	25	4,1	0,39	140	32	30
5	4,03	36	4,4	0,43	130	39	24
6	5,05	19	4,6	0,20	82	42	38
7	5,96	38	3,1	0,79	110	32	32
8	5,95	49	3,6	0,73	120	38	34
9	4,32	12	4,3	0,34	50	36	27
10	3,65	8,3	3,7	0,23	45	33	28
11	4,23	8,7	3,9	0,19	68	39	36
12	3,23	5,8	3,1	0,33	47	33	33
13	3,76	17	3,8	0,34	82	39	33
14	3,07	4,3	6,4	0,15	47	90	36
15	3,51	5,2	5,1	0,18	52	49	41
Middel	3,52	6,4	4,3	0,32	51	40	34

* Uthevede verdier er ikke tatt med i middelverdiene, da de åpenbart ikke er riktige.

Resultater fra etterundersøkelse i 2005-06, alkalitet, fosfor og nitrogen

Prøveuke	Alkalitet	Tot P inn	Tot P ut Imhoff	Tot P ut	Tot N inn	Tot N ut Imhoff	Tot N ut
	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
16	4,56	4,6	4,5	0,25	57	48	47
17	4,21	3,9	4,5	0,19	45	40	37
18	5,06	4,2	5,3	0,17	49	51	40
19	4,12	4,5	4,3	0,31	47	46	37
20	4,50	4,7	5,2	0,53	48	43	37
21	3,93	3,9	5,6	0,47	47	54	41
22	0,84	4,5	6,0	0,43	50	61	33
23	3,98	4,2	6,1	0,47	48	60	34
24	3,72	3,9	5,5	0,43	38	46	30
25	4,36	5,4	10	0,65	64	72	45
26	3,74	4,2	6,4	0,31	44	50	32
27	3,61	3,9	5,8	0,26	41	43	29
28	2,61	4,0	4,8	0,5	30	26	19
29	4,00	9,7	7,9	0,32	60	51	29
30	4,60	6,6	7,3	0,5	61	56	32
31	11,70	28	8,0	0,39	130	70	36
32	2,61	4,8	4,0	0,36	38	37	23
33	5,35	12	6,1	0,41	76	42	29
34	4,56	7,8	15	0,55	55	68	33
35	4,60	7,7	22	0,34	68	110	34
36	4,58	7,4	18	-	49	92	33
Middel	4,14	5,6	6,0	0,39	51	51	34

* Uthevede verdier er ikke tatt med i middelverdiene, da de åpenbart ikke er riktige.

Resultater fra førundersøkelse i 2004, BOF₅ og KOF

Prøveuke	BOF ₅ inn	BOF ₅ ut Imhoff	BOF ₅ ut	KOF inn	KOF ut Imhoff	KOF ut
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	220	83	<4	600	290	23
2	91	65	<20	520	410	20
3	210	120	<4	480	190	21
4	1.000	130	3,7	1.900	210	30
5	680	55	3,1	2.500	270	56
6	810	84	4,4	1.400	240	28
7	2.100	63	9,1	2.300	130	42
8	2.100	87	4,0	3.000	150	49
9	130	61	3,6	500	250	26
10	200	58	5,4	540	220	26
11	240	99	3,3	480	120	44
12	180	46	<2	470	110	35
13	360	54	3,2	700	160	32
14	120	85	<2	240	230	26
15	78	57	2,8	240	340	22
Middel	183	76	<3,5	477	221	32

* Uthevede verdier er ikke tatt med i middelverdiene, da de åpenbart ikke er riktige.

Resultater fra etterundersøkelse i 2005-06, BOF₅ og KOF

Prøveuke	BOF ₅ inn	BOF ₅ ut lmhoff	BOF ₅ ut	KOF inn	KOF ut lmhoff	KOF ut
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
16	71	73	<2	250	260	49
17	66	69	2,8	230	260	33
18	90	110	<2	220	300	38
19	46	100	2,8	210	240	35
20	130	160	6,2	300	370	44
21	97	240	4,4	150	370	37
22	75	180	<2	240	440	44
23	130	260	2,8	160	430	38
24	110	250	3,9	190	350	35
25	110	310	2,4	290	600	54
26	160	260	5,4	280	380	29
27	86	130	4,2	340	450	33
28	81	98	<2	310	280	41
29	210	270	7,8	1.000	520	30
30	510	200	4,1	830	570	37
31	1.100	290	4	3.200	880	35
32	330	170	4,9	500	470	37
33	480	360	4,1	1.300	2.800	37
34	250	500	6,4	590	1.300	50
35	200	420	3,9	670	1.400	34
36	210	490	3,1	480	1.300	31
Middel	172	196	<3,9	381	422	38

* Uthevede verdier er ikke tatt med i middelverdiene, da de åpenbart ikke er riktige.

Resultater fra førundersøkelse i 2004, filtrert KOF og SS

Prøveuke	KOF inn	KOF ut lmhoff	KOF ut	SS inn (d)	SS ut lmhoff (d)	SS ut (d)	Lufte- tank	Over- skudd- slam
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg SS/l	mg SS/l
1	210	120	21	450	140	7,3	290	2300
2	160	320	18	280	140	8,7	2000	4000
3	59	110	17	260	230	8,7	1700	2100
4	760	83	26	3.800	63	21	1900	4400
5	290	69	27	220	62	17	1800	5300
6	520	130	23	540	130	22	1700	3200
7	910	100	42	-	-	-	950	1800
8	1.200	73	49	990	90	16	1500	4500
9	340	180	16	93	110	15	1600	5200
10	240	140	16	-	-	-	1500	3800
11	59	44	18	630	100	13	1600	3400
12	150	76	35	-	-	-	2700	6300
13	120	91	32	400	90	5	2300	4500
14	120	130	26	100	79	5,6	1700	4000
15	140	130	22	160	110	5	1900	3300
Middel	164	120	26	245	112	12	1775	3873

* Uthevede verdier er ikke tatt med i middelverdiene, da de åpenbart ikke er riktige.

Resultater fra etterundersøkelse i 2005-06, filtrert KOF og SS

Prøveuke	KOFf inn	KOFf ut lmhoff	KOFf ut	SS inn (d)	SS ut lmhoff (d)	SS ut (d)	Luftet- tank	Over- skudd- slam
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg SS/l	mg SS/l
16	130	85	45	80	85	8	2200	4000
17	100	130	29	86	67	9	3100	3000
18	95	100	34	130	170	8	2700	6000
19	96	120	35	120	100	15	2000	2800
20	130	160	31	200	140	14	2100	2400
21	75	110	22	130	140	21	1700	1700
22	100	240	40	100	100	14	3000	1500
23	120	230	23	90	140	19	1800	2100
24	89	180	23	77	77	13	2800	3300
25	95	190	62	200	190	39	4100	4900
26	100	130	31	100	170	13	3400	3400
27	180	230	23	180	260	43	4300	4200
28	70	85	26	260	190	10	4000	7400
29	200	200	33	110	130	5	4400	7300
30	460	230	35	270	220	10	6600	5400
31	700	360	34	520	390	23	-	-
32	190	120	24	8.800	3.300	8	-	-
33	360	72	31	4.500	1.400	15	-	-
34	270	270	27	140	340	8	-	-
35	220	850	27	210	400	5	-	-
36	130	140	20	150	580	17	-	-
Middel	161	169	31	166	205	15	3213	3960

* Uthevede verdier er ikke tatt med i middelverdiene, da de åpenbart ikke er riktige.

Slammengder Fossnes 2004

Dato	Mengde kjørt bort	TS i slam	FTS	Bortkjørt TS
	m3	%	% av TS	kg
10.06.2004	15	2,1		311
14.07.2004	30	2,1		623
11.08.2004	20	2,1		415
19.08.2004	30	2,1		623
27.08.2004	15	2,1	79	315
30.08.2004	15	2,4	75	360
10.09.2004	15	1,2	79	180
13.09.2004	15	2,9	78	435
16.09.2004	15	1,1	78	165
20.09.2004	15	1,0	80	150
28.09.2004	15	1,2	78	180
01.10.2004	15	1,8		270
05.10.2004	15	2,4	74	360
12.10.2004	15	0,9		137
19.10.2004	15	1,5		225
26.10.2004	15	1,4		210
02.11.2004	15	1,1		165
09.11.2004	15	1,9	76	285
16.11.2004	15	1,5	76	225
Til sammen	320	1,76	77	5633

Slammengder Fossnes 2005

Dato	Mengde kjørt bort	TS i slam	FTS	Bortkjørt TS
	m3	%	% av TS	kg
8.6.2005	15	1,5	76	225
15.6.2005	15	1,8		270
22.6.2005	13	1,5		195
23.6.2005	15	1,5	78	225
29.6.2005	15	1,5		225
6.7.2005	15	1,5		225
7.7.2005	15	1,5		225
13.7.2005	15	1,5		225
14.7.2005	10	1,5		150
21.7.2005	15	1,5		225
28.7.2005	15	1,5		225
3.8.2005	15	1,5		225
10.8.2005	15	1,5		225
11.8.2005	15	1,5		225
17.8.2005	15	1,5		225
19.8.2005	15	1,5		225
24.8.2005	15	1,5		225
31.8.2005	15	1,2	78	180
7.9.2005	15	1,9	81	285
14.9.2005	15	1,7	81	255
21.9.2005	15	1,2	80	180
28.9.2005	15	1,9	82	285
5.10.2005	15	0,68	80	102
12.10.2005	15	0,58	79	87
19.10.2005	30	1,8	82	540
26.10.2005	15	1,3	82	195
2.11.2005	15	1,3	83	195
9.11.2005	10	2,1	75	210
16.11.2005	10	1,8	83	180
Til sammen	433	1,49	80	6459