

Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall – betydning for avløp og slam

Av Oddvar G. Lindholm, Erik Bøhleng og Ole Lien.

Oddvar Lindholm er professor ved Institutt for Tekniske fag NLH. Bøhleng og Ole Lien er sivilingeniører og ansatt ved NORVAR.

Sammendrag.

Artikkelen redegjør for resultatene i et NORVAR-prosjekt, og er dels basert på erfaringer fra Norden og dels på en videreføring av disse i egne beregninger og analyser.

Ved innføring av kjøkkenavfallskverner (KAK) i samtlige husstander vil tilførslene av organisk stoff til avløpsanleggene kunne øke med ca. 50 %. Videre vil tilførslene og utslippene av nitrogen og fosfor øke noe. Slam-mengdene vil kunne øke med ca. 50 %, mens innholdet av organisk stoff i avløpsslammet vil kunne dobles. Dersom avløpsledningsnettene har gode selvrensingsforhold, forventer man ikke problemer i dette ved innføring av kjøkkenavfallskverner (KAK). Forurensninger fra overløpsutslipp og lekkasjer fra avløpsnettene vil øke noe som følge av en øket konsentrasjon av organisk stoff, fosfor og nitrogen i avløpet. Mindre luktproblemer og bedre arbeidsmiljø i forbindelse med avfallshåndtering, mindre utslipp av klimagasser og luftforurensninger i bomiljøene kan forventes ved innføring av KAK. Mulighetene til å produsere

kompost basert på matavfall alene forsvinner ved innføring av KAK, men på den annen side øker biogassutbyttet dersom man har utrånningstank på avløpsrenseanlegget. Som et alternativ for innsamling av matavfall ser det normalt ut til at KAK er en mer kostbar løsning enn en separat innsamling via beholdere hos husholdningene.

Økonomiske forhold.

NORVAR-prosjektets data om økonomiske forhold er oppsummert i det etterfølgende:

- Kostnaden for kjøp og installering av kjøkkenavfallskvernen ligger på ca. 4000 kr pr. husholdning. Hvis man avskriver kvernen på 10 år, vil årskostnaden pr. person være ca. 250 kr for kjøp og installasjon. Dersom kvernen avskrives på 5 år, vil installasjon og innkjøp representere en årskostnad på ca. 420 kr pr. person. Det er da regnet 2,3 personer pr. husholdning og 7 % rente.
- Dersom man som følge av innføring av KAK må utvide noen av rensenanleggets anleggskomponenter

eller enhetsprosesser eller man må bygge en ny biologisk del, vil dette kunne bli en meget betydelig utgiftspost.

- Ekstra utgifter for drift av et høy-gradig renseanlegg kan bli i området 25-50 kr/person og år.

Inntekter ved KAK:

- Dersom man har et nitrogenfjerningsanlegg som kan utnytte den økede mengden organisk stoff i innløpet, vil dette kunne representere besparinger på 10-15 kr. pr. person og år.
- Dersom man produserer biogass og bruker denne til nyttige formål, kan den økede mengden biogass bety en økning i inntektene på 15-30 kr/p år.
- Dersom man slipper å bygge opp en innsamlingsordning og behandlingsanlegg for våtorganisk avfall,

vil dette kunne representere besparelser på 54-156 kr/person og år.

Tekniske, ressursmessige og miljømessige forhold.

Tabell 1 viser rapporterte data og informasjon oppsummert i en meget konsentrert form. Man må imidlertid være klar over at det vitenskapelige grunnlaget for tallene i tabellen er svært tynt. Dette fordi det er meget få fullskalamålinger som viser forandringene i VAR-systemene fra før KAK installeres til etter KAK har vært i drift i en stabil periode. Dette betyr at data for de samme indikatorer kan sprike svært mye og de viste data ikke vil være allmenngyldige i alle situasjoner. Årsaken til de store sprikene i tallene er at ulike undersøkelser fra forskjellige områder ligger til grunn og at disse også har et begrenset omfang.

Tabell 1. Rapporterte data og utledede forhold vedrørende full innføring av kjøkkenavfallskverner (KAK) som en løsning for matavfallet fra husholdninger i et boligområde.

Tema	Informasjon og typiske data fra norsk og internasjonal litteratur
Ledningsnett	
Driftsproblemer for privat ledningsnett	Dersom ledningene på forhånd er vel fungerende, vil det normalt ikke oppstå problemer. Enkelte vannlåser under utslagsvasken har blitt tette (eggeskall har noen ganger forårsaket problemer).
Driftsproblemer for kommunalt ledningsnett	Dersom ledningene på forhånd er vel fungerende, vil det normalt ikke oppstå problemer.
Utvikling av H ₂ S-gass og etterfølgende korrosjon	Dersom dårlig selvrensing ikke er et problem på forhånd, blir det normalt ikke noe problemer. Hvis svanker og dårlig fall har ført til slamdannelser i rørene, vil KAK forsterke problemet med H ₂ S-gass. Ved pumpeledninger med lang oppholdstid vil problemene med H ₂ S-dannelser forsterkes.
Utslipp og renseanlegg	
Økning i fosfortilførsel	Økning i tilførslene av fosfor til avløpsrensingsanlegget på ca. 4-8 % (Karlsberg et al. 1999)
Økning i nitrogentilførsel	Ca. 10-12 % økning av Tot-N til renseanlegget. (Nilsson et al. 1990)
Økning i organisk stoff tilført renseanlegg	Ca. 50 % økning av organisk stoff målt som BOF ₇ og KOF, (økning på 20-30 g BOF ₇ /p d). Økningen er for det meste lett nedbrytbart stoff. (Nilsson et al. 1990)
Økning av suspendert stoff	Ca. 34-40 gram mer SS pr. person og døgn eller ca. 50 % økning (Nilsson et al. 1990)

Økning i utslipp fra ledningsnett lagt som fellessystem	Ved fellessystem med selvrensende rør og overløp vil utslippene fra overløp og lekkasjer i rørene øke i henhold til data fra de tre radene ovenfor i tabellen. Dersom det er slamavlagringer i nettet pga. dårlig selvrensing, vil utslippene fra "first flush" også kunne øke betydelig.
Økning i utslipp fra ledningsnett lagt som separatsystem	I separatsystem vil det normalt være lekkasjene fra skjøter, rørsprekker og eventuelt nødoverløp fra spillvannsledning til overvannsledning i kummer som gir ekstra utslipp i henhold til tabellradene overfor
Nedbrytning av organisk stoff i ledningsnettet	I regionale ledningsnett (som i Göteborg) antyder en nedbrytning på ca. 50 % BOF i ledningsnettet. Forsøk på å simulere tilstanden i et ledningsnett med aerobt avløp ga en nedbrytning på 1,0-2,5 % pr time (Torell 1994)
Fellingsforholdene i et kjemisk renseanlegg	Fellingsforholdene endrer seg lite, men kjemikaliedoseringen må påregnes å måtte økes noe (Nilsson et al. 1990)
Karbonkilde i nitrogenfjerningsanlegg	Ekstra tilskudd av organisk stoff kan gjøre det unødvendig med eksternt karbon i fordenitriseringsanlegg. (Sparer ca. 10-15 kr/p år)
Utslipp fra mekanisk-kjemiske avløpsrenseanlegg	En kan regne med å fjerne halvparten av det løste organiske stoffet og mesteparten av det partikulære. Det vil si at en kan forvente en økning i utslippet på ca. 5-7 g BOF ₇ /p d ved full innføring av KAK. Økning i nitrogenutslippene kan bli ca. 0,5-1 g Tot-N/p d (10%).
Utslipp fra renseanlegg med biologisk trinn uten nitrogenfjerning	Forutsatt at det biologiske trinnet har tilpasset kapasitet, vil utslipp av organisk stoff øke proporsjonalt med tilførslene, d.v.s. med ca. 2-3 g BOF ₇ /p d.
Utslipp fra renseanlegg med biologisk trinn med nitrogenfjerning	Som for renseanlegg med biologisk fjerning, men økningen av utslippene av nitrogen antas til ca. 0,2-0,4 g Tot-N/p d (ca.10% økning).
Behov for kapasitetsøkninger i renseanlegg	Lufttanken i aktivslamanlegg bør ha 30-50 % større kapasitet. Luftinnblåsningsutstyr må også ha ca. 30-50 % større kapasitet. Nødvendig økning i returslamsystemet blir ca. 20 % og for overskuddsslamsystemet ca. 10 %. Kapasiteten for systemene for fortykking, stabilisering og slambåndteringen ellers bør økes med ca. 30 %-70 % (Nilsson et al. 1990)
Behov for kapasitetsøkninger i mindre avløpsanlegg som septiktanker og infiltrasjonsanlegg	Mengden septikslam og flyteslam øker med 30-40 %. Infiltrasjonsanlegg dimensjoneres normalt etter tilført BOF ₇ . Forskning har vist at det er en sterk korrelasjon mellom tilført mengde BOF ₇ og gjentettingstendenser i infiltrasjonsanlegget. Infiltrasjonsanlegg og septiktanker bør derfor oppdimensjoneres ca. 25 % (Bounds 1997, Siegrist 1987, Crites et al. 1977)
Behov for kapasitetsøkninger for rist- og silanlegg og større slamavskillere	Mengden ristgods økte med 77 % i Surahammar kommune. Rist- og silgodsavfallets organiske andel vil øke, noe som kan påvirke deponeringen av dette. Volumdelen for slam i slamavskillere bør økes med 50-60%, hvilket tilsier en total volumøkning i slamavskilleren på ca. 25 %. Økt tømmefrekvens må vurderes for eksisterende slamavskillere (Karlberg et al. 1999)
Slamproduksjon og slamutnyttelse	Total slamproduksjon øker ca. 50-70 %. Den organiske andelen av slammene øker ca. 100 %. Dersom en har anaerob stabilisering, øker slammengden med ca. 50 % (Nilsson et al. 1990)
Økning av primærslam	Slammengdene i forsedimenteringen øker med 20-40 g TS/pd (Nilsson et al. 1990)
Økning av biologisk slam	Slammengdene fra biologisk steg øker med 10-20 g TS/p d. (Nilsson et al. 1990)
Økning av kjemisk slam	Dersom en både har forsedimentering og biologisk steg med mellomsedimentering, øker mengdene med kjemisk slam svært lite. Data for primær- eller sekundærfelling er ikke funnet.
Biogassproduksjon	Hvis biogassanlegg fins, kan mengden biogass øke med ca. 100 % (Nilsson et al. 1990)
Energibalanse	Ved biogassanlegg og utnyttelse av biogassen til energi, får en et overskudd på ca. 50 kWh/p år (ca. 100 % økning). Hvis ikke, får en en nøytral energibalanse. En kvern bruker ca. 7-8 kWh pr. år.

Slamdisponering	Det er et noe høyere innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter i avløpsslam fra kommunale renseanlegg enn i utsortert og kompostert matavfall. Der det allerede er problemer med å finne avsetning for avløpsslammet, vil KAK øke problemene ettersom slammengdene øker betydelig. Mulighetene til salg av kompost basert på matavfall alene blir borte ved innføring av KAK. Isolert sett vil imidlertid økningen av organisk stoff i avløpsslammet gjøre dette noe mer attraktivt, samtidig som den økede slammengden fortyner miljøgiftkonsentrasjonen noe.
Konsekvenser for avfall og økonomi	
Mengde avfall	Av matavfallet er ca. 20 % ikke kvernbart, og brukerundersøkelser viser at bare 60-70 % av matavfallet blir kvernet, mens resten går til restavfallet. Avfallsmengdene reduseres i praksis med fra ca. 35 kg/p år opptil 70 kg/p år avhengig av personlig innsats av brukeren. Dette kan representere innsparinger i villabebyggelse på ca. 200 kr/abonnent og år og for leiligheter 140 kr/abonnent og år. En NRF-rapport antyder en kostnad på 225 kr/abonnent og år for separat innsamling, transport og behandling av det våtorganiske avfallet (Alsaker et al. 1999)
Kostnader	Kostnadene ved innføring av KAK kan være i området 500-1000 kr/ab år for kjøp og installasjon, mens besparelsene kan ligge i området 123-358 kr/abonnent og år. Hvis biogass utvinnes og utnyttes, bedres økonomien for en KAK-løsning med ca. 70- 80 kr/abonnent og år. Økonomisk sett er det viktig at renseanlegget og slambehandling har den reservekapasitet som nevnes under " Behov for kapasitetsøkninger i renseanlegget" i denne tabellen. Kostnadene for drift av høygradige renseanlegg kan øke med 25-50 kr/p år (Nilsson et al. 1990)
Annet	
Økning i vannforbruket	Økningen i vannforbruket er registrert i området 2-13 l/p d
Dekningsgrad ved innføring av KAK	Det forventes at 30 - 40 % anskaffer KAK hvis ikke kommunen gir økonomisk støtte eller pålegg om installering (erfaringer fra USA).

Oppsummerende vurderinger basert på data fra NORVAR-prosjektet.

Da man i denne artikkelen vurderer kjøkkenavfallskverner i husholdningene (KAK) som en renovasjonsløsning for våtorganisk avfall, anser vi at en innføring av KAK kun er aktuelt der det ikke eksisterer kildesorterings- og behandlingsløsninger for det våtorganiske avfallet fra før, eller der dagens løsning ikke fungerer tilfredstillende.

Det er svært mange indikatorer som trengs for å beskrive alle de forhold som påvirkes ved innføring av KAK, og dermed også mange argumenter

som kan føres for og mot innføringen av KAK. Hovedargumenter for innføring av KAK er:

- Økt energiutbytte dersom man har anarob utråtning i avløpsrenseanlegget fordi man får mer biogass.
- Mindre lukt og mindre muligheter for skadedyr i nærmiljøet og et bedre arbeidsmiljø for renovasjonsarbeidere.
- Mindre lastebiltransporter i de lokale bomiljøene fordi avfallsmengden og hentefrekvensen går ned. Dette reduserer støy og trafikkproblemer, samt minker utslippene av klimagasser og luftforurensninger.

Hovedargumentene mot innføring av KAK er:

- Betydelige økte utslipp fra husholdningene av organisk stoff (50-70 %) og i noe grad nitrogen (10-12 %) og fosfor (4-8 %). Dette fører til økt forurensning fra avløpsrenseanleggene og avløpsnett (Karlberg et al. 1999, Nilsson et al. 1990). Det er derfor meget viktig å vurdere renseanleggets mulighet til å fjerne organisk stoff, kapasitet i renseanlegget for øvrig og resipientens tilstand før KAK innføres.
- Dersom den økte tilførselen av organisk stoff fører til overskridelser av utslippstillatelsen eller den kommende mer stringente oppfølgingen av EUs avløpsdirektiv, blir kostnadene for supplement av nytt biologisk rensetrinn eller utvidelse av eksisterende rensetrinn store.
- Dersom avløpsslammet fra avløpsrenseanlegget ikke resirkuleres som gjødsel, vil man miste en verdifull resirkulering av knappe ressursstoffer som fosfor og kalium. Dette fordi matavfallet ikke lenger er tilgjengelig som råstoff til kompostering når KAK innføres.
- Slamproduksjonen kan øke med ca. 50 %. Dette kan skape problemer dersom det er vanskelig å få avsetning for avløpsslammet. Den organiske andelen kan dobles (Nilsson et al. 1990).
- Dersom avløpsnett har dårlig selvrensning vil man kunne få økte slammengder i nettet som kan gi gasser som hydrogensulfid og

metan i kummer og pumpestasjoner. Slamavlagringer med økte mengder organisk stoff vil kunne gi korrosjon og også økte "first flush"- utslipp i overløp.

- I de fleste tilfeller ser det ut til at de samlede kostnader for kommunen og abonnentene blir høyere ved bruk av KAK enn ved en separat innsamling av våtorganisk avfall.

Av andre konklusjoner fra prosjektet kan nevnes:

- I følge amerikanske undersøkelser øker mengden septikslam og flyteslam i septiktanker med 30-40 % ved full innføring av KAK (Bounds 1997). Nødvendig areal i infiltrasjonsanlegg og sandfilteranlegg dimensjoneres normalt etter mengden tilført BOF7. Forskning har dessuten vist at det er en sterk korrelasjon mellom tilført mengde BOF7 og gjentettingstendenser i infiltrasjonsanlegg (Siegrist 1987). Infiltrasjonsanlegg og septiktanker bør derfor oppdimensjoneres ca. 25 % ved innføring av KAK.
- Av matavfallet er ca. 20 % ikke kvernbart og brukerundersøkelser viser at bare 60-70 % av matavfallet blir kvernet, mens resten går til restavfallet (Vidnes et al. 1998).
- Problematikken med ledningsnettets selvrensning og utslipp via overløp hører med i en totalvurdering. Det er stor forskjell på ledningsnettene både m.h.t. kvalitet, fall, materiale, selvrensnings-

forhold, antall overløp og oppholdstid i nettet mm.

Skepsisen til KAK er større i Norge enn i andre nordiske og vestlige land. Dette har en naturlig forklaring ved at bare en del av befolkningen er tilknyttet rensanlegg med biologisk trinn, og at det ofte ikke er anaerob utråtning av slammet; begge deler er en stor fordel ved innføring av KAK. På den annen side er Norge foreløpig blant de land som resirkulerer avløpslammet i størst grad og har dette som en offentlig prioritering, samtidig som Norges vannresipienter vanligvis har forholdsvis god selvrensningskapasitet med hensyn til organisk stoff.

Det kan fokuseres på mange indikatorer som tallfester og karakteriserer forandringene som skjer ved full innføring av KAK. Man har dessuten et stort spekter av forskjellige situasjoner i norske kommuner. Hvor man befinner seg i dette spekteret av situasjoner, er avgjørende for om det totalt sett er riktig å innføre KAK. Generelt kan man for eksempel si at en situasjon med kjemiske eller mekaniske avløpsrensanlegg uten slamutråtning og med avsetningsproblemer for slam og hvor man ikke ønsker å øke utslippene av organisk stoff, klart tilsier at kjøkkenavfallskverner ikke bør innføres som alternativ for håndtering av matavfall fra husholdningene.

Å velge KAK som løsning vil imidlertid kunne være det beste dersom for eksempel følgende betingelser er oppfylt:

- Utslipp av organisk stoff er uønsket, men man har et biologisk

rensetrinn med ca. 30 % overkapasitet.

- Man bør ha et slambehandlings-system som allerede har, eller lett kan få, en øket kapasitet for å håndtere den økte slamproduksjonen.
- Man bruker avløpslammet som gjødsel slik at næringsstoffer som fosfor og kalium resirkuleres.
- Man har et avløpsnett som fungerer godt uten større utslipp og selvrensningsproblemer.

Referanseliste

Alsaker, B., Seim, R. og Sande, S. 1999. "Innsamling av våtorganisk avfall. Erfaringer fra etablerte kilde-sorteringsløsninger". NRF-rapport nr. 1/99. Oslo.

Bounds, T. R. 1997. "Design and performance of Septic Tanks". Site characterization and design of onsite septic systems, ADTM STP 901, Philadelphia.

Bøhleng, E. 1995. "Termisk hydrolyse av våtorganisk avfall og slam". Diplomoppgave Institutt for Vassbygging, NTH. Trondheim.

Carlsson, I. c/o Surahammar Kommunaltetnikk AB. Muntlig meddelelse.

Crites, R. and Tchobanoglous, G. 1977. "Small and decentralized wastewater management systems". Nolte and Associates. Sacramento California USA.

De Koning, J & van der Graaf, J.H.J.M. 1996. "Kitchen Food Waste

- Disposers. Effects on Sewer System and Waste Water Treatment". Delft University of Technology. Nederland.
- Engen, A. og Nilsen, G. A. 2001. "Utprøving av matavfallskverner i Namdal". Driftsassistansen i Namdal / Kværna G.A. Nilsen.
- Halvorsen, K. c/o Bardu kommune. Muntlig meddelelse.
- Heltveit, S. I. 1994. "Erfaringer med minirensesanlegg." Rapport 94:06, TA-1045. Statens forurensingstilsyn, Oslo.
- Johansen, Y. og Holte, B. 1996. "Evaluering av enkle rensemeter, fase 3. Veileder for valg av rensemeter ved utslipp til gode sjøresipienter". NORVAR-rapport 71.
- Karlberg, T. og Norin, E. 1999. "Köksavfallskvarnar - effekter på avlopsrensingsverk" VA-FORSK Rapport 1999-9. Stockholm.
- Kommunenenes Sentralforbund. 1998. "Normalreglement for sanitæranlegg. Administrative bestemmelser med kommentarer". 4. utgave.
- Kärrman, E., Olofsson, M., Persson, B., Sander, A og Åberg, H. 2001. "Köksavfallskvarnar - En teknik för uthållig resurssanvändning?". VA-FORSK Rapport 2001-2. Stockholm.
- Lagerkvist, A. og Karlsson, B. 1983. "Integrerat transportsystem för källsorterat hushållsavfall – en konsekvensstudie." Forskningsrapport 1. Avdelningen för Restproduktteknik. Högskolan i Luleå.
- Mork, K. 1997. SSB-Avløp. Fylkeshefte 1996. Rapport 97/55, Statistisk sentralbyrå.
- Mork, T., Smith, J. og Hass. 2000. "Ressursinnsats, utslipp og rensing i den kommunale avløpssektoren. 1999." Rapport 2000/27, Statistisk sentralbyrå.
- Mosevoll, G. Andreassen, L. og Jacobsen, J. 1996. "Forurensingsregnskap for avløps-sektoren." Rapport 96:19, TA-1374, Statens forurensingstilsyn, Oslo.
- Nilsen, G. A. c/o Kværna AS. Muntlig meddelelse.
- Nilsen, G. A. 2000. "Kildesortering med matavfallskverner". Rapport 1. jan - 2000, Kværna G.A. Nilsen.
- Nilsson, P., Hallin, P. O., Johansson, J., Karlén, L. Lilja, G., Pertersson, B. Å. og Pettersson, J. 1990. "Källsortering med avfallskvarnar i hushållen, en fallstudie i Staffans-torp". Bulletin VA nr. 56. Lunds tekniska högskole. Lund Universitet.
- Pind, P. F., Dircks, K. og Henze, M. 1997. "Kjøkkenkvarner; miljøgevinst eller svineri". Vand & Jord, 4-årgang nr. 5, side 205-209.
- Siegrist, R. L. 1987. "Soil clogging during subsurface wastewater infiltration as affected by effluent composition and loading rate". Journal of

Environmental Quality. Vol. 16, no 2, 1987.

Smedjebacken Energi och Vatten. Muntlig meddelelse.

Statens forurensningstilsyn. 1998. "Sammensetning av husholdningsavfall". Faktaark nr. 12. TA 1598.

Torell, M. 1994. "In-sewer chemical assessment of microbiological processes" Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg.

VAV. 2001. "VA-forsk fokuserar". # 4/01. Stockholm.

Vidnes, P. E., Thune, G. 1998. "Evaluering av kildesorteringsordningen. Plukkanalyse høsten 1998". Rapport fra InterConsult Group.

Ødegaard, H. 1991. "Rensing av kommunalt avløpsvann. En veiledning i valg av renseprosess". Rapport nr. 91:03, TA-806, Statens forurensningstilsyn. Oslo.

Ødegaard, H. 1992. "Fjerning av næringsstoffer ved rensing av avløpsvann". Tapir forlag. Trondheim.

Ødegaard, H. og Nybruket, S. 1998. "Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken". NORVAR-rapport 85.

Ødegaard, H. 1999. "The influence of wastewater characteristics on choice of wastewater treatment method". Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 2.-4.02.1999, Oslo.

Rådgivning og FoU innenfor områdene:

- Vannforsyning
- Kommunalt og industrielt avløpsvann
- Slam og organisk avfall
- Forurenset jord, grunnvann og sedimenter
- Offshore – virksomhet (miljøforhold)
- Havbruk/akvakultur
- Miljøovervåking/miljørisikovurderinger

aquateam norsk vannteknologisk senter as

Postboks 6875, Rodeløkka, 0504 OSLO
Hasleveien 10

Tlf.: 22 35 81 00 – Fax: 22 35 81 10 – Internett: www.aquateam.no