

Versjonsdato: februar 2010

HYGIENISERING AV AVLØPSSLAM

ANBEFALT OPPLÉGG FOR KONTROLL/DOKUMENTASJON AV HYGIENISERINGSMETODER

Det er anleggseiers ansvar å dokumentere overholdelse av gjødselvereforskriftens krav om hygienisering. Norsk Vann BA har i samarbeid med Aquateam AS og et utvalg anleggseiere gjennomført en rekke fullskala forsøk (prosessvalideringer) for å komme frem til anbefalinger om hvordan driften av de ulike metoder bør kontrolleres og dokumenteres.

1.	Bakgrunn.....	2
2.	Kravene i norsk regelverk.....	2
3.	Norsk Vann sitt arbeid med kontrollopplegg for hygienisering av slam i Norge	3
3.1.	Innledning	3
3.2.	Validering (metodekontroll) av hygieniseringsmetoder i regi av Norsk Vann	4
3.2.1.	Metodikk	4
3.2.2.	Testanlegg/hygieniseringsmetoder:	5
3.2.3.	Supplerende testing i lab.skala med Orsametoden	5
4.	Anbefalt opplegg for dokumentasjon i forhold til hygieniserings-kravene i gjødselvereforskriften	6
4.1.	To-delt opplegg.....	6
4.2.	Fastsettelse av grenseverdier for kritiske kontrollpunkter (kritiske driftsbetingelser) mhp. hygienisering.....	6
4.2.1.	Prinsipper	6
4.2.2.	Forslag til kritiske driftsbetingelser for hygienisering av slam	7
4.2.3.	Etablere systemer for kontinuerlig måling, registrering og dokumentasjon av de kritiske driftsparametre (f.eks. temperatur og holdetid).....	8
4.2.4.	Status for bestemmelse av kritiske driftsbetingelser for hygienisering av slam...9	
4.2.5.	Metodekontroll (validering) av hygieniseringsprosesser	9
5.	Referanser	10

1. Bakgrunn

Forskrift om avløpsslam (slamforskriften) fra 1995 satte krav til at slammet ikke skulle inneholde parasittegg. Dette ble etter hvert definert til at slammet ikke skulle inneholde infektive (levende) parasittegg. I løpet av år 2000 var det en rekke henvendelser fra NORVAR til Statens Helsetilsyn for å få klarere retningslinjer for kontroll av parasittegg. Dette endte opp med at Statens Helsetilsyn utfordret NORVAR (nå Norsk Vann) på å utvikle et forslag til kontrollopplegg.

2. Kravene i norsk regelverk

Forskrift om avløpsslam (slamforskriften) hadde som mål å forebygge forurensningsmessige, helsemessige og hygieniske ulemper ved disponering av slam, og legge til rette for at slam kan benyttes som en ressurs. I forskriften var det stilt krav om at slam som skal brukes, skal være hygienisert og stabilisert:

Hygienisert slam skal ikke inneholde Salmonella-bakterier eller infektive parasittegg, og innholdet av termotolerante koliforme bakterier (TKB) skal være mindre enn 2.500 per gram tørrstoff.

Forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav (gjødselvareforskriften), som erstattet slamforskriften i juli 2003, inneholder de samme kravene til hygienisering som *slamforskriften* hadde.

Andre forskrifter som gjelder er:

- Forskrift om floghavre (hjemlet i Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven).

<http://www.lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/usr/www/lovdata/for/sf/ld/ld-19880325-0251.html&dep=lmd&kort+,+titt=floghavre&>

- Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere (hjemlet i Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven).

<http://www.lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/usr/www/lovdata/for/sf/ld/ld-20001201-1333.html&dep=lmd&kort+,+titt=plantehelse&>

Den siste forskriften innebærer bl.a. at bruk av slam ikke skal medføre risiko for spredning av potetcystenematoder (PCN), og hygieniseringen av slam må ivareta dette.

Kravet om at slam som skal brukes som en ressurs på jordarealer, ikke skal inneholde infektive parasittegg, er det strengeste hygieniseringskravet. Dersom vi kan dokumentere at dette kravet er overholdt, så vet vi at de øvrige krav også er ivaretatt.

3. Norsk Vann sitt arbeid med kontrollopplegg for hygienisering av slam i Norge

3.1. Innledning

Slamforskriften inneholdt ingen anvisninger eller råd for hvordan anleggseierne skulle dokumentere om slammet overholder kravene til hygienisering. Dette er i motsetning til tungmetallkravene, hvor slamforskriften anga at det skal utarbeides en innholdsdeklarasjon som skal følge med alle leveranser av slam til jordbruk eller grøntarealer. I en veiledning for prøvetaking av slam (Paulsrud, 1995), som ble utarbeidet i tilknytning til *slamforskriften*, var det også beskrevet prøvetakingsopplegg for bakteriologiske analyser. Det fremgikk av dette at det skulle tas separate prøver (stikkprøver) av ferdig behandlet slam, og at disse skulle analyseres så raskt som mulig etter prøveuttak. Prøvetakingsfrekvensen var foreslått til minimum en gang per måned, men i tillegg var det sterkt anbefalt at det ble etablert en proessorientert driftskontroll av hygieniseringstrinnet på anlegget. I denne driftskontrollen (internkontroll) bør det inngå en kontinuerlig registrering av temperatur, holdetider (eksponeringstider) og evt. pH i hygieniseringstrinnet, slik at uttak av prøver for bakteriologiske analyser av ferdigbehandlet slam bare er et supplement til anleggets internkontroll, og primært skal avdekke om det skjer en rekontaminering av slammet etter hygieniseringstrinnet.

Tidligere var det i praksis de kommunale og interkommunale næringsmiddeltilsyn, med sine bakteriologiske laboratorier, som analyserte slamprøvene. Nå er situasjonen endret idet mange kommersielle laboratorier har tatt over dette markedet. Dette fungerer bra når det gjelder TKB- og *Salmonella*-analyser, men analyser av infektive parasittegg utføres kun av et fåtall laboratorier (Veterinærhøgskolen, Veterinærinstituttet og LabNett (nå Eurofins) i Oslo), og kapasiteten er begrenset når det gjelder rutineanalyser av slam. Hovedproblemet er imidlertid at parasittegg ofte forekommer i et lite antall og bare periodevis i det ubehandlede slammet, slik at for eksempel månedlige stikkprøver av hygienisert slam ikke vil gi noen sikkerhet for at hygieniseringsprosessen fungerer tilfredsstillende, selv om man ikke kan påvise infektive parasittegg i prøvene.

For å komme fram til bedre systemer for anleggseiernes kontroll og dokumentasjon av hvorvidt slamforskriftens krav om hygienisering av slammet overholdes, ble det i regi av Norsk Vann gjennomført et forprosjekt i 2001 (Paulsrud & Storhaug, 2001). Basert på erfaringene fra slamregelverkene i USA og Tyskland (de eneste land som i likhet med Norge, har krav til fjerning av parasittegg), ble det foreslått et kontrollopplegg som vil sikre anleggseierne en dokumentasjon i forhold til samtlige hygienekrav i slamforskriften:

- Det må innføres et internkontrollsystem for slambehandlingen hvor man kontinuerlig registrerer/dokumenterer de faktiske driftsbetingelser som på forhånd er definert som kritiske for å få et hygienisert slam (for eksempel temperatur, holdetid/eksponeringstid og evt. pH i hygieniseringstrinnet).
- Det må tas regelmessige prøver (minimum månedlige stikkprøver) av det ferdigbehandlede slammet før det forlater renseanlegget/slambehandlingsanlegget. Prøvene skal analyseres på termotolerante koliforme bakterier og *Salmonella*-bakterier. Dette vil gi en tilfredsstillende kontroll på om det forekommer bakteriell rekontaminering av slammet etter at det har forlatt hygieniseringstrinnet.

Da slamforskriften ble erstattet av gjødselvereforskriften i juli 2003, ble det også stilt krav om at samtlige slambehandlingsanlegg måtte innføre internkontrollsystem for drift av anleggene. Det var da naturlig at et kontrollopplegg for hygienisering av slam ble lagt inn som en del av internkontrollen ved anleggene, og det ble foreslått å etablere internkontrollsystemer basert på HACCP-prinsippene (HACCP = Hazard Analysis and Critical Control Points) (Storhaug, 2003; Paulsrud og Nybruket, 2007). Slike internkontrollsystemer brukes bl.a. innenfor næringsmiddelindustrien og på vannverk, og omfatter bl.a. en risikovurdering som grunnlag for å komme fram til de kritiske kontrollpunktene i f.eks. en hygieniseringsprosess. Når de kritiske kontrollpunktene er fastlagt (vanligvis temperatur i prosessen, eksponeringstid, TS-innhold, pH), er utfordringen å bestemme de grenseverdiene (kritiske driftsbetingelser) for hvert kontrollpunkt som hygieniseringsprosessen må overholde for å sikre at hygieniseringskravene tilfredsstilles. I tillegg må det etableres systemer for å måle/kontinuerlig registrere samt dokumentere de faktiske driftsbetingelsene for hvert kritiske kontrollpunkt, og det må lages prosedyrer for hva som skal skje dersom det viser seg at noen av de kritiske driftsbetingelsene ikke overholdes.

Norsk Vann har siden 2002 fokusert på å komme fram til de kritiske driftsbetingelsene for de fleste hygieniseringsmetodene. Siden det ”dimensjonerende” kravet til et hygienisert slam er at det ikke skal kunne påvises infektive parasittegg, er det gjennomført såkalte valideringstester (metodekontroller) ved fullskala anlegg som er representative for den hygieniseringsmetoden de benytter. Testene er gjort med *Ascaris suum* (spolorm fra gris) i permeable poser eller rør som er blitt plassert inne i hygieniseringsprosessene under varierende, men kontrollerte driftsbetingelser (Paulsrud et al., 2004; Paulsrud et al., 2007, Paulsrud et al., 2010).

3.2. Validering (metodekontroll) av hygieniseringsmetoder i regi av Norsk Vann

Aquateam AS har vært ansvarlig for gjennomføringen av samtlige valideringstester i samarbeid med anleggseiere samt fagmiljøer som kan produsere testposer og analysere på parasittegg i slam.

3.2.1. Metodikk

Fase 1:

- Samarbeid med Norges Veterinærhøgskole v/professor Bjørn Gjerde
- Bruk av permeable poser som inneholdt grisemøkk som var infisert med et stort antall egg fra spolormen *Ascaris suum*.

Fase 2:

- Samarbeid med Veterinærinstituttet v/dr.scient Jorun Tharaldsen
- Bruk av ”Sentinel Chambers” (små plastrør med finmasket netting på enden) som inneholdt litt av testmatriksen og et stort antall *Ascaris*-egg kjøpt fra USA

Fase 3:

- Samarbeid med Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala v/dr. med. vet. Dan Christensson
- Bruk av permeable poser med et stort antall *Ascaris*-egg fra eget ”lager”

Fase 4:

- Samarbeid med SVA, anleggseier (IVAR), tørkeleverandøren (Fjell Industrier AS) og Universitetet i Hohenheim(Tyskland).

- Bruk av permeable poser med *Ascaris*-egg fra SVA. Posene ble lagt inn i andre permeable poser som var fylt med oppfuktet, tørket slam fra anlegget. Dobbelposene ble lagt inn i perforerte stålkamre som ble ført inn i slammet i tørken via spesiallagde rør med temperaturfølere tilknyttet.

3.2.2. Testanlegg/hygieniseringsmetoder:

Følgende slambehandlingsmetoder/anlegg har inngått i valideringstestene:

Tid	Slambehandlingsmetode	Testanlegg for prosessvalidering (metodekontroll)
Fase 1 (2002-2003)	Aerob termofil forbehandling Pasteurisering Ulesket kalk til avvannet slam (Orsametoden) Kalkkondisjonering + vakuamtørking	Fuglevik r.a. (MOVAR) Sandefjord r.a. TAU r.a. VEAS r.a.
Fase 2 (2005)	Termofil anaerob stabilisering/utråtning AgroNova-prosessen (tilsetting av avisepapir og satsvis kompostering)	Bekkelaget r.a. og Gardermoen r.a. AgroNova anlegget i Moss
Fase 3 (2006-2009)	Langtidslagring og enkel rankekompostering	Langemoen, Telemark (IATA) Lom r.a. (Lom kommune) Stormoen, Troms (Perpetuum AS)
Fase 4 (2007)	Termisk tørking i Rotadisc tørkeanlegg (indirekte tørking)	Sentralreanseanlegg Nord-Jæren (IVAR)

For hvert anlegg ble det testet på ulike driftsbetingelser (temperatur og eksponeringstid), og det ble brukt 3 parallelle poser/rør for hver driftssituasjon (2 paralleller i fase 3 og fase 4)

3.2.3. Supplerende testing i lab.skala med Orsametoden

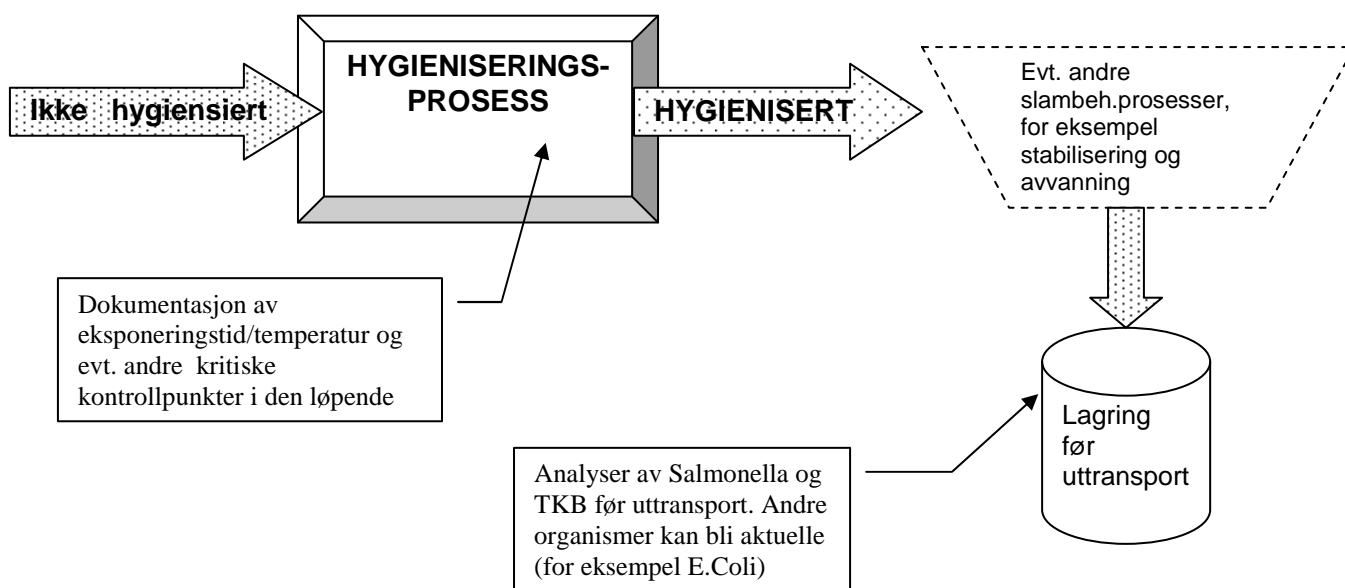
Det viste seg nødvendig å gjennomføre supplerende testing i lab.skala for Orsametoden, da bruk av testposer ikke tar hensyn til pH-effekten fra kalken.

- Store mengder *Ascaris* egg ble blandet inn i avvannet slam fra TAU og deretter tilsatt ulesket kalk i ulike mengder, før prøvene ble lagret under forskjellige lagringsbetingelser
- Forsøksmatrisen ble tilpasset analysekapasitet og finansiering:
 - Avvannet slam med to forskjellige tørrstoffinnhold (ca. 23% TS og ca. 28% TS)
 - Fire forskjellige kalkdoseringer (kg/tonn TS) for hver av de to slamprøvene (hhv. 300, 400, 500 og 600 kg/tonn TS og 200, 300, 400 og 500 kg/tonn TS)
 - To forskjellige lagringsbetingelser (isolerte beholdere/varmeskap for å opprettholde initialtemperaturen og åpne beholdere i romtemperatur)
 - Alle prøver for analyse ble tatt ut etter 2 timers lagring

4. Anbefalt opplegg for dokumentasjon i forhold til hygieniseringskravene i gjødselvereforskriften

4.1. To-delt opplegg

- Internkontrollopplegg basert på HACCP-prinsippene hvor man etablerer kritiske kontrollpunkter, fastsetter kritiske driftsbetingelser (grenseverdier) for disse punktene og etablerer systemer for å dokumentere de faktiske driftsbetingelser ved anlegget. I tillegg må det lages prosedyrer for hva som skal skje dersom de faktiske driftsbetingelsene ikke overholder de kritiske verdiene (avvikshåndtering).
- Regelmessige analyser (f.eks. 1 gang/mnd) av *Salmonella*-bakterier og termotolerante koliforme bakterier (evt. *E.coli*). Prøvene tas av slammet umiddelbart før det kjøres bort fra anlegget til mellomlagring eller direkte disponering, for å kontrollere at det ikke har skjedd en rekontaminering av bakterier etter hygieniseringsprosessen.



4.2. Fastsettelse av grenseverdier for kritiske kontrollpunkter (kritiske driftsbetingelser) mhp. hygienisering

4.2.1. Prinsipper

1. Bruk av allment aksepterte grenseverdier (kritiske driftsbetingelser) som er basert på litteraturdata eller tidligere forsøk på anlegg med samme prosess
2. Gjennomføring av metodekontroll (validering) for å bestemme kritiske driftsbetingelser. Metodekontroll må utføres på anlegg som benytter hygieniseringsprosesser der den fysiske utformingen og driftsopplegget er spesielt for det enkelte anlegg. Dette gjelder bl.a. prosesser med kontinuerlig inn- og utmating av slam.

4.2.2. Forslag til kritiske driftsbetingelser for hygienisering av slam

Bruk av allment aksepterte kritiske driftsbetingelser er i første rekke aktuelt for prosesser som har en definert og målbar eksponeringstid (holdetid) (batchprosesser, ingen kortslutningsstrømmer). For kontinuerlige prosesser er det viktig å gjennomføre tracertester for å bestemme minimum eksponeringstid for slammene ved maksimal volumbelastning.

Tabell 1: Forslag til kritiske driftsbetingelser for hygienisering av slam.

Hygieniseringsmetoder	Testresultater			Anbefalte driftsbetingelser/kommentarer
	Min. temp. (°C)	Min. eksponeringstid (min.)	pH	
Pasteurisering	65	30	-	Metodekontroll utført i Norge Anbefalte driftsbetingelser: 70°C i 30 min.
Aerob, termofil forbehandling	60	60	-	Metodekontroll utført i Norge Anbefalte driftsbetingelser: 60°C i 1,5 time
Termofil utråtning	55	90	-	Metodekontroll utført i Norge Anbefalte driftsbetingelser: 55°C i 2 timer
Kalk-kondisjonering + vakuumtørking	80	50	-	Metodekontroll utført i Norge
Kalkbehandling av slam (Orsametoden)	55	120	12,4	Metodekontroll utført i Norge. Anbefalte driftsbetingelser: 55°C i 2 timer. Bør bestemme kritisk kalkdose for hvert anlegg.
Termisk tørking	100	6	-	Metodekontroll utført på tørkeanlegget til IVAR høsten 2007
Termisk hydrolyse	-	-	-	Metodekontroll unødvendig. Vanlige driftsbetingelser overholder kravene med god margin
Rankekompostering	-	-	-	Metodekontroll ikke utført i Norge. Anbefalte driftsbetingelser: ≥ 55°C i min. 15 døgn Min. 5 vendinger i perioden med ≥ 55°C - Tyske retningslinjer: ≥ 55°C i min. 3 uker
Reaktorkompostering	-	-	-	Metodekontroll ikke utført i Norge. Anbefalte driftsbetingelser: - U.S. EPA-krav: ≥ 55°C i min. 3 døgn - Tyske retningslinjer: ≥ 55°C i min. 10 døgn hvorav ≥ 65°C i min. 2 døgn
AgroNova-prosessen (avisfiber + satsvis kompostering)	-	-	-	Metodekontroll utført i Norge. Metodekontroll må gjentas for hvert anlegg.

Enkel rankekompostering	-	min. 2 år	-	Metodekontroll utført i Norge 2006-2009. Forutsetter innblanding av strukturmateriale i slammet (min. 1:1 på volumbasis)
Langtidslagring	-	min. 3 år	-	Metodekontroll utført i Norge 2006-2009

Viktig å være klar over:

- De kritiske driftsbetingelsene som er oppgitt i tabell 1, gjelder for en drifts-situasjon. Normalt vil det ved dimensjonering av de ulike hygieniseringsmetodene bli benyttet høyere temperaturer og lengre eksponeringstider for å oppnå den nødvendige sikkerhet ved uforutsette belastningstopper. Verdiene i tabell 1 kan derfor ikke benyttes til dimensjoneringsformål uten at det er gjennomført risikobetraktninger på forhånd ved det enkelte anlegg.
- Tørking - Siden tørkeanlegg driftes ved ulike temperaturer, eksponeringstider og TS-innhold i slammet er det viktig å fastlegge de kritiske driftsbetingelsene ved det enkelte anlegg. Vannaktiviteten (a_w -verdien = andelen av vanninnholdet som er tilgjengelig for mikroorganismer) er spesielt viktig, da lav vannaktivitet øker mikroorganismenes evne til å tåle varmebehandling, slik at vegetative bakterier kan overleve temperaturer $> 100^\circ\text{C}$. Tørkeprosessen må derfor dimensjoneres og driftes slik at inaktivering av de aktuelle organismer (*Ascaris* egg for norske anlegg) er fullført før a_w -verdien i slammet synker under 0,9.

For tørkeanlegg med kontinuerlig drift bør det gjennomføres tracertester for å fastlegge minimum (kritisk) eksponeringstid i anlegget ved gitte temperaturer. Ved slike tester kan man med fordel bruke varmeresistente *Bacillus atrophaeus* sporer som

- Kalkbehandling - Metodekontroll for å finne kritisk kalkdose må gjennomføres der hvor det er vanskelig å måle eksponeringstid og temperatur for hver slampartikkel.

4.2.3. Etablere systemer for kontinuerlig måling, registrering og dokumentasjon av de kritiske driftsparametre (f.eks. temperatur og holdetid)

Det er viktig at anleggene etablerer systemer for måling, registrering og dokumentasjon, og det understrekes at:

- De kritiske driftsbetingelsene ikke må brukes som ”normale” driftsbetingelser.
- Det må legges inn sikkerhetsmarginer ved valg av ”normale” settpunkter for prosessene, i forhold til de kritiske verdiene som er bestemt opprinnelig (se bl.a tabell 1).
- Graden av sikkerhet som legges inn i den daglige driften, må bestemmes ut fra konkrete risikovurderinger på hvert enkelt renseanlegg/slambehandlingsanlegg
- Slike risikovurderinger bør omfatte sannsynligheten for avvik fra kritiske driftsbetingelser og konsekvensene (bl.a. økonomisk) av slike avvik

4.2.4. Status for bestemmelse av kritiske driftsbetingelser for hygienisering av slam

Status for Norsk Vann's arbeid pr. februar 2010 er sammenstilt i tabell 2 nedenfor:

Tabell 2. Status for validering av hygieniseringsmetoder for slam i Norge

Slambehandlingsmetode	Metodekontroll (validering) utført		Merknad
	Ja	Nei	
Pasteurisering	x		
Aerob, termofil forbehandling	x		
Termisk tørking	x		Er ikke testet ut av Norsk Vann, men IVAR har gjennomført validering av sitt tørkeanlegg høsten 2007
Kalk-kondisjonering + vakuomtørking	x		
Kalkbehandling (Orsa-metoden)	x		
Termofil utråtning	x		
Agronova-prosessen (tilsetning av avisfiber + satsvis kompostering)	x		Hvert nytt anlegg må valideres (metodekontrolleres)
Rankekompostering	(x)		Er ikke testet ut av Norsk Vann, men her foreslår vi at tyske retningslinjer eller U.S.EPA-krav benyttes (se tabell 1).
Reaktorkompostering	(x)		Er ikke testet ut av Norsk Vann, men her foreslår vi at tyske retningslinjer eller U.S.EPA-krav benyttes (se tabell 1).
Våtkompostering		x	Kun ett kommunalt renseanlegg i Norge benytter denne metoden.
Enkel rankekompostering	x		
Langtidslagring	x		

4.2.5. Metodekontroll (validering) av hygieniseringsprosesser

- Planlegging og gjennomføring av metodekontroll er en omfattende prosess. Det er vanskelig å gi generelle retningslinjer for dette, men hygieniseringseffekten i forhold til kravene i gjødselvereforskriften må dokumenteres under kontrollerte driftsbetingelser. Dette innebærer bl.a fullskala testing med parasittegg av typen *Ascaris suum*.
- Dokumentasjonen fra metodekontrollen må arkiveres og framlegges for tilsynsmyndigheten ved revisjon.
- Ved metodekontroll for å bestemme kritisk kalkdose ved kalkbehandling av slam, må følgende driftsparametere registreres og dokumenteres:
 - TS-innhold i avvannet slam (%)
 - Avvannet slammengde (tonn TS)
 - Tilsatt kalkmengde (kg kalk/tonn TS)
 - Temperatur som opptrer i silo evt. container etter tilsetning av kalk
 - Varighet av kritisk temperatur i alle deler av silo/container
 - pH

5. Referanser

Paulsrud, B., Christensson, D., Lundar, A., Barlindhaug, J. og Thorvaldsen, J. (2010): Hygienisering av avløps slam. Langtidslagring og enkel rankekompostering – Resultater fra 3 års valideringstesting, Norsk Vann rapport 174/2010.

Paulsrud, B. and Nybruket, S. (2007). Implementation of a HACCP based approach for complying with Norwegian biosolids standards for pathogen control. In *Proceedings of the IWA Specialist Conference Moving Forward Wastewater Biosolids Sustainability: Technical, Managerial and Public Synergy*, Moncton, Canada, 24 – 27 June.

Paulsrud, B., Lundar, A., Tharaldsen, J. og Zerihun, M.A. (2006). Hygienisering av avløps slam. Fastsettelse av kritiske driftsbetingelser for to hygieniseringmetoder: Termofil anaerob stabilisering og AgroNova-prosessen, Aquateam-rapport 05-016. O-04147, Aquateam AS.

Paulsrud, B., Gjerde, B. and Lundar, A. (2004). Full scale validation of helminth ova (*Ascaris suum*) inactivation by different sludge treatment processes. *Water Science and Technology*, **49** (10). 139 – 146.

Paulsrud, B. og Storhaug, R. (2001). Kontrollopplegg for parasittegg i slam – Forprosjekt. Aquateam-prosjekt O-00196, Aquateam AS.

Paulsrud, B. (1995). Veiledning for prøvetaking av slam, Veiledning 95:10, Statens forurensningstilsyn og Statens helsetilsyn.

Storhaug, R. (2003). Internkontroll ved behandling av slam og våtorganisk avfall. Aquateam-rapport 03-020. O-01041, Aquateam AS. www.orio.no