

Vejledning i håndtering af okkerlam

DANVA VEJLEDNING NR. 84



Vandhuset • Godthåbsvej 83 • 8660 Skanderborg • Tlf.nr.: 7021 0055
• Fax: 7021 0056
danva@danva.dk • www.danva.dk



DANVA
Dansk Vand- og
Spildevandsforening

ISBN: 978-87-92651-03-7

Titel: Vejledning i håndtering af okkerslam, DANVA vejledning nr. 84

Udgiver: DANVA
Vandhuset
Danmarksvej 26
8660 Skanderborg

Indholdsfortegnelse

1. Baggrund	5
2. Formål	5
3. Fakta om arsen i okkerslam	6
4. Arbejds miljø	6
4.1. Arbejdsprocesser på vandværk og ledningsnet	6
4.2 Ved håndtering af arsenholdigt okkerslam	8
5. anbefalinger ved misfarvet vand	9
5.1 Vandværket.....	9
5.2 Råd til forbrugere	9
6. Disponering	10
6.1 Lovgivning i forhold til disponering	10
6.2 Afvanding i slambede	11
6.3 Anden opbevaring på vandværkets grund.....	12
6.4 Deponering	12
6.5 Biogasanlæg.....	13
6.6 Renseanlæg	14
6.7 Afledning til kloak.....	15
6.8 Anvendelse til jordbrugsformål	16
6.9 Behandling på Kommunekemi.....	17
6.10 Øvrige genanvendelsesmuligheder	17
7. Analyse af okkerslam	18
7.1. Generelt	18
7.2. Grundlæggende karakterisering af affald	19
8. Transport af okkerslam.....	22
9. Input til fremtidigt arbejde	23
10. Sammenfatning	24
11. Hvis du vil vide mere	27
Bilag 1: Biogasanlæg og evt. arsin-dannelse.....	28

1. Baggrund

Denne vejledning i håndtering af okkerslam er udarbejdet af et udvalg under DANVAs Vandforsyningskomite.

Arbejdet blev primært igangsat pga. øget opmærksomhed på problemstillinger i forhold til okkerslammets indhold af arsen. Vejledningen sætter derfor fokus på arsenholdigt okkerslam, men det skal understreges, at der lokalt kan være geologiske forhold, der gør det relevant også at forholde sig til indhold af andre tungmetaller i okkerslammet.

Udvalget har bestået af

- Charlotte Schmidt, TRE-FOR Vand
- Pia Jacobsen, Aarhus Vand
- Nena Krogsbo, Vandcenter Syd
- Niels Eriksen, Københavns Energi
- Charlotte Frambøl, DANVA

Derudover har følgende bidraget til vejledningens udarbejdelse:

- Linda Bagge, Karina Venø Jensen og Jørgen G. Hansen, Miljøstyrelsen
- Loren Ramsay, Alectia
- Niels Østergaard, Eurotec Biomass, Westcome Renewable companies
- Lone Mossin, Aarhus Kommune Teknik og Miljø
- Anitha K. Sharma (DTU/fhv. Udviklingssamarbejdet)
- Bo Lindhardt, Nordvand
- Helle Katrine Andersen, DANVA

Vejledningens råd til forbrugerne, jf. afsnit 5 er vurderet og godkendt af embedslægerne, ved embedslæge Helene Bavnhøj Hansen.

Vejledningen er ligeledes sendt til kommentering hos Arbejdstilsynet (At), der dog har meddelt at de ikke kan kommentere vejledningen.

DANVA takker for et konstruktivt samarbejde med alle.

2. Formål

Formålet med denne vejledning er at give danske vandforsyninger

- konkret viden om okkerslam
- anbefalinger vedr. håndtering af okkerslam under hensyntagen til arbejdsmiljø
- anbefalinger vedr. disponering af okkerslam
- anbefalinger til borgere ved misfarvet vand.

Vejledningen har derudover til formål at skabe klarhed over fordelingen af myndighedsopgaver i forhold til håndtering af okkerslam. Der vil være særligt fokus på problemstillinger i forhold til arsenholdigt okkerslam.

Forventningen er, at færre vandværker fremover vil få tilladelse til udledning af skyllevand direkte til recipient, men at flere vandværker vil få krav om forudgående bundfældning af okkerslam og dermed behov for bortskaffelse af okkerslam. Vejledningen forventes derfor at blive relevant for et stigende antal vandværker.

3. Fakta om arsen i okkerslam

I forbindelse med den normale vandbehandling på danske vandværker fjernes en væsentlig del af grundvandets indhold af arsen ved udfældning med grundvandets naturlige jernindhold. Erfaringer viser, at der er en ret høj fjernelseseffektivitet for arsen ved almindelig vandbehandling, og at op mod 2/3 af grundvandets arsen ender i det producerede slam. Det betyder, at okkerslam fra nogle vandværker kan indeholde arsen i mængder, der gør det nødvendigt at sikre sundhedsmæssige gode arbejdsrutiner og korrekt bortskaffelse af okkerslammet. Arsen er giftigt for mennesker og nogle arsenforbindelser er endvidere klassificeret som kræftfremkaldende.

Analyser af okkerslam viser koncentrationer af arsen fra 18 mg/kg TS til 3200 mg/kg TS. Der er meget stor forskel på okkerslammets vandindhold – tørstofindhold kan variere fra få procent til ca. 80%. DANVA har kun kendskab til ganske få analyser af TOC. Disse viser indhold af TOC fra 1,7-3,2% af tørstof, dog er der en enkelt prøve med et indhold større end 5%.

4. Arbejdsmiljø

Generelt er det vigtigt, at undgå indtagelse af arsenholdigt okkerslam. Der er størst risiko for indtagelse eller indånding, hvis der indtages mad eller drikke med tilsmudsede fingre eller tøj, arbejdes med støvende materiale eller arbejdes i vandtåger. Typisk vil det være i forbindelse med rengøringsopgaver, reparationer eller ved tømning af filtre og bassiner, at der er risiko for kontakt, der evt. kan føre til indtagelse. Anbefalingerne gælder naturligvis både for vandværkets eget personale og for eksternt personale.

4.1. Arbejdsprocesser på vandværk og ledningsnet

På vandværket vil det primært være følgende arbejdsprocesser, der kan give kontakt med okkerslam og dermed behov for tiltag for at sikre arbejdsmiljøet:

- Ved arbejde (rengøring, reparation mv.) på ledningsanlæg, særligt ved spuling
- Ved tømning af filter for filtermateriale, ved reparation af filtre mv.
- Ved rengøring af tømte rentvandsbeholdere, hvor der kan ligge slam i bunden
- Ved tømning af slambassiner
- Ved reovering af pumper
- Når råvandsledninger svampes og skylles
- Når rentvandsledninger svampes og skylles

Generelt anbefales det, at vandværker skal drives som hygiejniske fødevarevirksomheder. Vandværker, der er meget beskidte og støvede, bør rengøres og opgraderes så hygiejnisk drift kan muliggøres. Reparationsarbejde bør altid afsluttes med grundig rengøring. Der bør ikke laves små mellemdepoter af okkerslam, hverken indendørs eller udendørs (undlad f.eks. at smide afskrab af slamlag fra filter i en papirkurv).

Ved tilsyn har myndigheden hjemmel til at give anmærkninger eller påbud i forhold til manglende rengøring, jf. BEK nr. 1449 af 11. december 2007 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, paragraf 26 stk. 2.



Foto: Et rent vandværk bidrager til et godt arbejdsmiljø

4.2 Ved håndtering af arsenholdigt okkerslam

Ved arbejde på vandværket bør der altid udvises god personlig hygiejne. Følgende retningslinjer bør følges:

- vask hænder inden indtagelse af mad og drikkevarer
- vask hænder før rygning
- handsker og gummistøvler samt øvrige personlige værnemidler rengøres efter anvendelse og må ikke opbevares eller bæres i lokaliteter, hvor der spises, drikkes eller ryges.

Hvis der skal udføres arbejde, hvor der er risiko for støv, vandtåger eller tilsmudsning med okkerslam, gives følgende anbefalinger:

Vandværkets eget personale skal være informeret om forholdsregler og ved rekvirering af ekstern slamsuger/entreprenør/prøveudtager mv. skal der orienteres om de særlige forholdsregler.

Under arbejdets udførelse skal der anvendes vandtætte overtræksdragter og vandtætte handsker.

Ved risiko for støv eller vandtåger, f.eks. ved spuling/pumpning af vådt okkerslam samt ved håndtering af udtørret okkerslam, skal følgende retningslinier følges:

- der skal anvendes filtermaske med filter P3 (tilbageholder partikler og vandtåge). Filtermasken må maksimalt anvendes i 3 timer
- spredning af vandtåge begrænses ved indstilling på lavtryksspuling
- spredning af okkerslam begrænses ved at undgå "fritfald" ved udpumpning eller ved at anvende et lukket pumpe-system.

Efter arbejdets udførelse samt ved pauser skal følgende retningslinier følges:

- vask hænder inden indtagelse af mad og drikkevarer
- vask hænder før rygning
- handsker og gummistøvler samt personlige værnemidler rengøres efter anvendelse og må ikke opbevares eller bæres i lokaliteter, hvor der spises, drikkes eller ryges.
- Hvis der anvendes overtræksdragter, der ikke er engangsdragter spules disse efter brug og pakkes vådt ned i en plaatsæk, som umiddelbart efter vaskes separat.
- Filtermasker rengøres i svag sæbeopløsning og aftørres; mens filterindsats forsegles og afleveres i en affaldscontainer.

5. Anbefalinger ved misfarvet vand

5.1 Vandværket

Hvis vandet er misfarvet ved afgang fra vandværk, bør vandets indhold af jern og arsen vurderes. Man bør reagere på ændret farve, og vandværker med et forhøjet indhold af arsen i råvand og slam bør ved ændringer i farve, igangsætte en kemisk analyse. Hvis de tilladelige værdier for jern og arsen ved afgang fra vandværk er overskredet, kontaktes myndigheden med henblik på at vurdere, om nedenstående råd til forbrugerne er tilstrækkelige.

5.2 Råd til forbrugere

Hvis det kolde vand bliver uklart og misfarvet eller rødbrunt, skyldes det normalt forstyrrelser i vandets strømning i ledningssystemet. Det kan f.eks. skyldes reparationsarbejder i forsyningsledningen i gaden eller inde i ejendommen.

Det anbefales ikke at anvende vandet til drikkevand, før vandet atter er klart. Har man drukket af vandet, inden man opdager misfarvningen, er der dog ingen grund til panik.

Det er et forbigående fænomen. Misfarvningen skyldes, at kalk, jern og mangan som har aflejret sig i ledningssystemet, rives løs. Da arsen bindes til jern og mangan, kan aflejringerne også indeholde arsenforbindelser.

For at få rent vand skal man skylle ledningssystemet/rørinstallationen godt igennem ved at lade alle vandhaner løbe, indtil vandet bliver klart.

Hvis vandet efter grundig gennemskylning fortsat er uklart eller farvet, anbefales det at kontakte forsyningsselskabet.

6. Disponering

DANVA har gennemført en spørgeskemaundersøgelse vedr. nuværende praksis for disponering af okkerslam. Undersøgelsen viste følgende disponeringsmuligheder:

- Opbevaring på vandværkets egen grund
- Deponeringsanlæg (almindeligt deponeringsanlæg eller deponeringsanlæg for farligt affald)
- Anvendelse i biogasanlæg
- Afledning til kloak eller rensningsanlæg
- Anvendelse til jordbrugsformål

Disse disponeringsmuligheder vil blive gennemgået i de følgende afsnit.



6.1 Lovgivning i forhold til disponering

Okkerslam er omfattet af reglerne i bekendtgørelse nr. 1632 af 21. december 2010 om affald (herefter benævnt affaldsbekendtgørelsen).

Kommunen har anvisningspligt for okkerslam i henhold til affaldsbekendtgørelsen. Denne anvisningspligt gælder for anvisning af okkerslam til deponering og forbrænding. Kildesorteret, genanvendeligt okkerslam må ikke anvises af kommunen.

Hvis kommunen ikke i et regulativ har udarbejdet en generel anvisning af okkerslam fra vandværker i kommunen, skal vandværket henvende sig til kommunen for at få en konkret anvisning af værkets slam.

Den kommunale myndighed har ikke til opgave at anvise til genanvendelse. Hvis okker-slammet skal til genanvendelse, kan vandværket aflevere slammet til en godkendt ind-samler, der kan transportere slammet til et miljøgodkendt genanvendelses anlæg.

Kommunens anvisning skal ske på baggrund af en konkret vurdering af affaldets egen-skaber – bl.a. på baggrund af resultater af prøvetagninger og analyser.

I henhold til § 12 i affaldsbekendtgørelsen skal affaldshåndtering i dag ske med ud-gangspunkt i følgende prioritering:

1. Forberedelse med henblik på genbrug
2. Genanvendelse
3. Anden nyttiggørelse
4. Bortskaffelse (bl.a. deponering samt forbrænding uden energiudnyttelse)

Forbrænding af okkerslam vil ikke være en hensigtsmæssig løsning, da materialet ikke er brændbart (højt vandindhold, minimalt indhold af organisk materiale).

6.2 Afvanding i slambede

På mange vandværker afvandes okkerslammet i et eller flere slambede på værkets egen grund. De værker, som kun har en lille slamproduktion, kan godt have slammet liggende i bedet i mange år (>10 år), inden det tømmes. Andre slambede bliver tømt med regelmæssige mellemrum, hvor en slamsuger fjerner slammet og transporterer det videre til et deponeringsanlæg eller anden slutdisponering.

Slambedet er en del af procesanlægget. Tilladelser og tilsyn gives af den lokale vand-myndighed.

Udledning af vand fra slambede til ferske og marine overfladevandområder

Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af foruren-ende stoffer til vandløb, søer eller havet (BEK nr. 1022 af 25. august 2010) fastsætter miljøkvalitetskrav for en række stoffer. Miljømyndigheden skal sikre overholdelse af de fastsatte miljøkvalitetskrav gældende for vandområdet, hvor udledningen finder sted, og såfremt de forurenende stoffers tilstedeværelse kan have betydning for opfyldelse af et fastsat miljøkvalitetskrav, skal myndigheden fastsætte vilkår til at sikre, at miljøkvalitets-kravet er opfyldt.

Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse 1669 (april 2010) fastsætter som noget nyt et nationalt miljøkvalitetskrav for arsen på 4,3 µg/l for ferskvand og 0,11 µg/l for ma-rint vand. Desuden fastsættes et korttids-kvalitetskrav gældende for korttidsudledninger på 43 µg/l for ferskvand og 1,1 µg/l for marint vand.

Ved en korttidsudledning forstås udledning af højst 24 timers varighed, som må fore-komme i gennemsnit højst 1 gang om måneden, dog med intervaller på mindst 6 dage mellem hver udledning.

Såfremt miljøkvalitetskravet for arsen ikke kan overholdes ved udledning af vand fra slambede til ferske eller marine overfladevandområder, og såfremt den manglende målopfyldelse kan tillægges udledningen af arsen fra slambede, skal der i henhold til Vandrammedirektivet (2000/60/EC) og BEK 1669 fastsættes et vilkår til vandværket i form af et krav for udledningen, dvs. i vandværkets udledningstilladelse for udledning af spildevand til ferske eller marine overfladevandområder.

Det er DANVAs vurdering, at der allerede i dag er et stigende antal vandværker, som får stillet krav til vandkvaliteten for det vand, der udledes fra vandbassiner (trinnet før slambedet) eller slambede.

DANVAs kendskab til indholdet af arsen i vand fra slambede, der udledes til overfladevandsområder er beskedent, fordi vi kun kender til få analyseresultater. Men der er udført analyser på udledningen fra et vandværk med høje koncentrationer af arsen i okkerslammet. Disse analyser viste indhold af arsen på 6-7 µg/l (efter passage i jordvold/rodzone). Dvs. lavere end tilladeligt indhold af arsen i drikkevand, målt ved forbrugers taphane (som er 10 µg/l).

6.3 Anden opbevaring på vandværkets grund

Hvis vandværket ønsker anden opbevaring på vandværkets grund, skal man være opmærksom på, at der ved opbevaring af okkerslam direkte på jorden skal søges om tilladelse. I henhold til §19 i Miljøbeskyttelsesloven kan der gives en tilladelse fra den kommunale myndighed. (Stoffer, produkter og materialer, der kan forurene grundvandet, jord og undergrund må ikke uden tilladelse udledes eller oplægges på jorden). Hvis der er fast bund/beton bund under, betragtes dette ikke som oplægning på jorden. Myndigheden skal dog gennemføre et udredningsarbejde for at kunne give denne godkendelse.

DANVA fraråder, at okkerslam opbevares på anden måde end i slambede på vandværkets grund.

6.4 Deponering

Det er kommunen, der har ansvaret for at anvise okkerslam til et deponeringsanlæg, som har de rette godkendelser for at kunne modtage okkerslam til deponering.

Deponeringsanlæg reguleres i henhold til bekendtgørelse nr. 252 af 31. marts 2009 om deponeringsanlæg (deponeringsbekendtgørelsen).

I bekendtgørelsen skelnes mellem forskellige affaldsklasser: Inert affald, mineralsk affald, blandet affald og farligt affald.

- Okkerslam med et arsenindhold, der er mindre end eller lig 1000 mg/kg TS og uden væsentlige indhold af andre forureningskomponenter hører til affaldsklassen mineralsk affald, såfremt TOC-indholdet ikke overstiger 5%. Hvis TOC-indholdet er højere end 5% klassificeres okkerslammet som blandet affald.
- Okkerslam med et arsenindhold, der er større end 1000 mg/kg TS hører til affaldsklassen farligt affald.

Affaldsdeponering skal foregå i overensstemmelse med en positivliste, som skal opdeles i forhold til hver enkelt affaldsklasse. De affaldstyper, som optages på en anlægsspecifik positivliste, skal overholde de fastsatte kriterier og grænseværdier i deponeringsbekendtgørelsen for den anlægsklasse, som det aktuelle deponeringsanlæg er klassificeret til at tilhøre.

Affald, der modtages til deponering, skal være karakteriseret i henhold til deponeringsbekendtgørelsens regler. Visse krav i bekendtgørelsen er endnu ikke fuldt implemente-

ret. F.eks. er der tidligst krav om udvaskningstest af mineralsk affald fra juli 2011 (et krav som dog forventes udskudt i forbindelse med en ændring af deponeringsbekendtgørelsen i 1. halvår 2011). Grundlæggende karakterisering af okkerslam i henhold til deponeringsbekendtgørelsens regler er beskrevet nærmere i afsnit 7.2.

For alle læs affald, der afleveres til deponering, skal der være en beskrivelse af affaldets oprindelse og egenskaber mv. – en deklaration af affaldet. Dette gælder uanset hvilken affaldsklasse (inert, blandet, mineralsk eller farligt), som affaldet tilhører.

Miljøstyrelsen er desværre ikke i besiddelse af en oversigt over deponeringsanlæg, der har godkendelse til at deponere okkerslam med et indhold af arsen større end 1000 mg/kg. Der er i Danmark kun ganske få deponeringsanlæg, der har godkendelse til at modtage/deponere farligt affald – og som følge heraf bør muligheden for at deponere okkerslam med arsenindhold større end 1000 mg/kg koncentreret om disse anlæg.

Vandværker, der ønsker at bortskaffe okkerslam med et indhold større end 1000 mg/kg skal kontakte kommunen, der som ansvarlig myndighed er forpligtet til at anviser et egnet bortskaffelsessted for okkerslammet.

6.5 Biogasanlæg

Okkerslam har været anvendt i biogasproduktion i en del år. Anvendelse af okkerslam i biogasanlæg anses af Miljøstyrelsen for at være dels forbehandling til genanvendelse og dels nyttiggørelse, da slammet optimerer forgasning. Det betyder, at den kommunale myndighed – da slammet betragtes som kildesorteret genanvendeligt erhvervsaffald - ikke har til opgave at anviser nyttiggørelsesstedet, men at vandværket kan aflevere slammet til en godkendt indsamler, der kan forestå afleveringen til biogasanlægget. Man skal dog være opmærksom på, at ved tilsætning af okkerslam til biogasanlæg, skal der foretages prøvetagning af okkerslammet i overensstemmelse med slambekendtgørelsen med henblik på at sikre overholdelse af grænseværdier for indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer) inden slammet tilsættes biogasanlægget.

Lovgivning

Affald, der tilføres husdyrgødningsbaserede biogasanlæg, skal overholde grænseværdierne for tungmetaller og miljøfremmede stoffer, som er nævnt i bilag 2 til bekendtgørelse nr. 1650 af 13. december 2006 om anvendelse af affald til jordbrugsformål, (slambekendtgørelsen) og må ikke indeholde væsentlige mængder af andre miljøskadelige stoffer. Desuden gælder det, at ved sammenblanding af affald som f.eks. okkerslam med andre produkter, skal de enkelte affaldsarter inden sammenblanding prøvetages med henblik på analyse af, om grænseværdier for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i slambekendtgørelsens bilag 2 overholdes.

Slambekendtgørelsens bilag 2 indeholder ikke en grænseværdi for arsen. Det er derfor ikke lovgivningsmæssigt fastlagt, hvilket indhold af arsen, der betragtes som væsentligt og dermed ved hvilket indhold af arsen, at okkerslam ikke kan tilsættes til disse biogasanlæg.

Affald, der tilsættes til biogasanlæg på renseanlæg, hvor det afgassede materiale forbrændes og ikke anvendes til jordbrugsformål, behøver ikke overholde slambekendtgørelsens krav.

Egenskaber

Undersøgelser viser, at tilsætningen af okkerslam til et biogasanlæg, har den positive effekt, at svovlbrinte bindes til vandfasen i stedet for at afgasse. Derudover viser undersøgelserne, at tilsætning af okker til rådnetanke kan reducere fosfat koncentrationen i rejktvandet og dermed reducere den interne belastning på renseanlægget (jf. afsnit 6.6.)

Biogas baseret på gylle og industriaffald kan have et højt indhold af svovlbrinte (H_2S), op til 0,5%. Jern reagerer effektivt med svovlbrinte under dannelse af en række forskellige jernsalte. Okkerslam kan således erstatte tilsætning af kemikaliet jernchlorid.

I artiklen "Arsen i okkerslam – nogle steder et alvorligt problem" nævnes det, at strukturen af okkerslam kan ændre sig, hvis okkerslam ender i et reducerende miljø som i et biogasanlæg, hvor de store mængder organisk materiale vil betyde, at arsen igen vil frigives til vandfasen og videre til gasfasen som arsin (AsH_3). I forbindelse med udarbejdelse af indeværende vejledning har disse overvejelser været drøftet. Risikoen for arsindannelse og koncentration af arsen i biogassen vurderes at være lille, men kan ikke udelukkes. Problemstillingen er kort uddybet i bilag 1.

6.6 Renseanlæg

Anvendelse af okkerslam i renseanlæg betragtes af Miljøstyrelsen som genanvendelse.

Udviklings samarbejdet (et samarbejde om udviklingsaktiviteter indgået mellem Lynette Fællesskabet, Spildevandscenter Avedøre og Københavns Energi) og DTU Miljø har lavet en litteraturundersøgelse og indledende vurdering i laboratoriet af potentialet for genanvendelse af okkerslam i spildevandsanlæg. Det indledende arbejde viser, at det samlede jernforbrug til fosfor fjernelse på spildevandscenter Avedøre, Damhusåen og Lynetten er ca. 1,6 tons jern pr. dag. Hvis jernet i okkerslammet har samme effekt som det jernchlorid, der tilsættes i dag, svarer forbruget fra de 3 renseanlæg til ca. 70% af det jern produceres i alt på danske vandværker.

Litteraturundersøgelsen viste, at anvendelsen af okkerslam i spildevandsanlæg som fosforfældningsmiddel kan være interessant. I 1982 undersøgte VKI fosforfældningsegenskaberne af vandværksokker fra Beder Vandværk ved Århus. Konklusionerne fra dette projekt var, at okkerslam ud fra fosforfjernelsessynspunkt var et absolut realistisk alternativ til kommercielle fældningsprincipper. De samme konklusioner kan også udledes fra de indledende laboratorieundersøgelser lavet af DTU Miljø i samarbejde med udviklings samarbejdet. I disse undersøgelser blev okkerslammet aktiveret ved dels at opløse i syre dels under anaeorobe forhold i rådnetank. Begge opløsningsmetoder viser, at okkerslammet kan opløses, dog under anaeorobe forhold findes opløst jern i meget begrænset omfang på grund af pH og opløselighedsproduktet. Endvidere viser resultaterne at tilsætning af okkerslammet til rådnetank har positiv effekt i form af reduktion af H_2S udvikling og reduktion af intern belastning af fosfat i form af lavere koncentration i rejktvandet. I forhold til arsenholdigt okkerslam skal vurderingen medtage, at man kan risikere en frigivelse af arsen fra jern i forbindelse med fosforfældningen eller forhøjelse af arsen-koncentrationen i udrådnet slam. Den højeste arsen-koncentration i det undersøgte slam var 230 mg/kg TS. Ved denne koncentration viste worst-case scenariet ikke, at arsen og en række andre tungmetallindholdet i okker generelt vil være begrænsende for anvendelse som jernkilde i forhold til slamkriteriet eller vand kvalitetskriteriet.

Også internationale undersøgelser peger på, at anvendelse af okkerslam i spildevandsanlæg er interessant. Der foreligger en patenteret proces for genanvendelse af okkerslam som koagulationsmiddel for forskellige forureningsstoffer i spildevandet. Andre undersøgelser viser, at okkerslam er lige så effektiv i forhold til fjernelse af olie, fedt, COD, TSS som tilsætning af aluminium eller jernklorid.

Udviklingssamarbejdet og DTUMiljø er i gang med at udarbejde business cases for at vurdere om anvendelsen af okker i renseanlæg kan betale sig økonomisk. Der er behov for yderligere fuldskala undersøgelser for at vurdere om resultaterne fra laboratorieundersøgelserne kan videreføres til fuldskala.

6.7 Afledning til kloak

En del vandværker afleder skyllevand eller okkerslam direkte til kloak. Afledning til kloak er i praksis en tilledning til renseanlæggene. Forholdene vedr. tilledning til renseanlæg er beskrevet ovenfor, og vil mest sandsynligt ende i rådnetanke. Dette vil svare til aktivering af okkerslammet under anaerobe forhold. Dog skal man tage i betragtning, at afledning til kloak formentlig giver en mindre styring af jern doseringen og dermed en mindre optimal udnyttelse af jernet. Derimod kan tilledning til kloakken have en positiv effekt i form af reduktion af H_2S dannelse i kloaknettet.

Kommunalbestyrelsen giver tilladelse til tilslutning af spildevand til offentlige spildevandsanlæg (MBL §28). I vejledning for tilslutning af industrispildevand til offentlige spildevandsanlæg (Miljøstyrelsen, nr. 2 2006) defineres industrispildevand, som spildevand hvis sammensætning er forskellig fra almindeligt husspildevand og regnvand.

Vurdering af industrispildevandets effekter og eventuel kravfastsættelse til den enkelte virksomhed (vandværk) skal ske under hensyntagen til:

- Tilstopning og korrosion mv. i afløbssystemet
- Arbejds miljø for kloakarbejdere, og hensynet til kloakpumpestationernes naboer mv.
- Renseanlæggets processer
- Anvendelsesmulighederne for slammet for renseanlægget
- Det vandområde der skal modtage det rensede vand
- Eventuelle regnvandsbetingede overløb af fortyndet urensset spildevand direkte til et vandområde

Betaling

I henhold til betalingsregler for spildevand skal der betales tilslutningsbidrag samt vandafledningsbidrag for afledning af spildevand til kloak. Såfremt spildevandets sammensætning giver anledning til ekstraforanstaltninger på renseanlægget, kan der opkræves et særbidrag.

En rundspørge i DANVAs medlemskreds tyder ikke på, at tilladning af okkerholdigt spildevand har givet anledning til opkrævning af særbidrag. Såfremt tilladningen sker via afløbssystemet er praksis, at der betales normalt vandafledningsbidrag.

Ved tilladning direkte til renseanlægget hvor slammet modtages via tankvogn kan praksis variere, men typisk eksisterer der i den enkelte forsyning aftaler i betalingsvedtægten for modtagelse af slam.

6.8 Anvendelse til jordbrugsformål

Anvendelse af affald til jordbrugsformål er reguleret af bekendtgørelse nr. 1650 af 13. december 2006 (slambekendtgørelsen), og heri fremgår det, at okkerslam ikke er optaget på slambekendtgørelsens bilag 1. Dette betyder, at tilladelse til anvendelse af affald, der er ikke er optaget på slambekendtgørelsens bilag 1, skal meddeles af kommunalbestyrelsen i den kommune, hvor udbringningen finder sted. Tilladelsen gives i medfør af miljøbeskyttelseslovens § 19 og slambekendtgørelsens § 29, og kommunalbestyrelsen skal fastsætte vilkår om, at reglerne i slambekendtgørelsens kapitel 3-9 gælder, og angive hvilke konkrete arealer, udbringningen kan ske på. Herudover kan kommunalbestyrelsen skærpe vilkårene i forhold til, hvad der gælder efter kapitel 3-9 eller fastsætte yderligere vilkår.

Såfremt der ikke er fastsat et kvalitetskriterium for de stoffer, der indgår i affaldet, skal kommunalbestyrelsen vurdere, om stofkoncentrationen i affaldet indebærer en risiko for forurening af jord og grundvand. For at kunne fastsætte kvalitetskriterier, skal der foretages en risikovurdering af stoffet med henblik på at vurdere om det udgør en fare for miljøet og for mennesker via drikkevand og afgrøder. Vurderer kommunalbestyrelsen, at stofkoncentrationen er så lav, at anvendelsen af affaldet ikke indebærer en risiko for forurening af jord og grundvand, kan kommunalbestyrelsen meddele tilladelse til anvendelse efter miljøbeskyttelseslovens § 19, jf. slambekendtgørelsens § 29. Kan kommunalbestyrelsen ikke lægge til grund, at stofkoncentrationen er så lav, at den ikke indebærer en risiko for forurening af jord og grundvand, må kommunalbestyrelsen bede ansøgeren om yderligere oplysninger, der kan dokumentere dette, eller afvise at meddele en tilladelse.

DANVAs vurdering er, at udspreddning af okkerslam på landbrugsjord kun bør ske, hvor slammets indhold af arsen ikke overskrider kvalitetskravet til arsen i jord på 10-20 mg/kg TS. De fleste vandværker vil ikke kunne anvende denne mulighed, da arsenindholdet typisk er højere end 20 mg/kg TS.

6.9 Behandling på Kommunekemi

Da Miljøstyrelsen i en vejledende udtalelse præciserede, at okkerslam med et indhold af arsen på mere end 1000mg/mgTS er farligt affald, var der mange, der troede, at aflevering til behandling på Kommunekemi var eneste mulighed for okkerslam med et højt arsenindhold. Dette er imidlertid ikke tilfældet.

Kommunekemi er i dag en privatejet virksomhed - med Miljøcenter Odense som tilsyns- og godkendelsesmyndighed.

På Kommunekemis behandlingsanlæg er der tidligere foretaget en undersøgelse af massestrømmene for arsen ved behandling af CCA-imprægneret træ (som er arsenholdigt). Undersøgelserne viste, at størstedelen af arsenforbindelserne ender i filterstøv, kedelaske og slagge – med andre ord i faste affaldsprodukter, som efterfølgende skal deponeres.

Okkerslam indeholder store mængder vand og et minimum af organisk materiale. Der er således ingen energiudnyttelsespotentiale ved behandling af okkerslammet i behandlingsanlægget, men tværtimod et væsentligt energiforbrug for at fordampe vandet. Behandling af okkerslam i Kommunekemis behandlingsanlæg vil derfor give anledning til en betydelig CO₂-udledning og fortsat give behov for bortskaffelse af restproduktet på et deponeringsanlæg. Derfor synes denne løsning miljømæssigt set ikke at være optimal.

På Kommunekemis eget deponeringsanlæg på Klintholm har virksomheden godkendelse til at deponere de affaldstyper, som fremgår af deponeringsanlæggets positivliste. Denne positivliste omfatter dog ikke på nuværende tidspunkt okkerslam.

6.10 Øvrige genanvendelsesmuligheder

Der er i tidens løb lavet forskellige undersøgelser af mulighederne for genanvendelse af okkerslam som råmateriale i byggematerialer. Anvendelse som råmateriale ved produktion af tegl og cement er bl.a. undersøgt. Pt. er der, så vidt DANVA er informeret, ingen af disse genanvendelsesmuligheder som anvendes i praksis i Danmark. Evt. muligheder for fremtidige genanvendelsesmuligheder er yderligere beskrevet i afsnit 9: Uklarheder og input til fremtidige undersøgelser og regulering.

7. Analyse af okkerslam

7.1. Generelt

Analysen af okkerslam viser, at indholdet af arsen varierer fra 18 mg/kg tørstof op til 3200 mg/kg tørstof. Til sammenligning kan det oplyses, at baggrundsværdien for arsen i danske jorde er 2-6 mg/kg tørstof og at jordkvalitetskriteriet for arsen er 20 mg/kg tørstof. Dvs. jord med et indhold af arsen på mere end 20 mg/kg tørstof betragtes som forurenede jorde. Arsen er giftigt for mennesker (faresymbol T, 23/25) og nogle arsenforbindelser er endvidere klassificeret som kræftfremkaldende (faresymbol Carc).

DANVA anbefaler, at det enkelte vandværk får analyseret okkerslammets indhold af arsen. Prøveudtagning kan f.eks. foretages af et akkrediteret laboratorium i henhold til de krav, der stilles til akkrediterede laboratorier i forbindelse med prøveudtagning af slam. Dette skal i hht. BEK nr. 1353 af 11/12/2006: "*Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger udført af akkrediterede laboratorier, certificerede personer mv.*" ske efter "*Plantedirektoratets minimumkrav til akkrediteret prøveudtagningsforskrift for kommunalt spildevandsslam og af komposteret husholdningsaffald*".

Prøverne bør som et minimum analyseres for:

- Tørstofindhold (DS 204)
- Arsen (ICP/MS)

Analyseresultatet skal bruges til at vurdere eksponeringsrisikoen ved håndtering af okkerslam og til at vurdere disponeringsmuligheder. Okkerslam med indhold af arsen på mere end 0,1% tørstof (svarende til 1.000 mg/kg tørstof) er ifølge Miljøstyrelsen farligt affald: http://www.mst.dk/Affald/Affaldsfraktioner/arsenholdigt_okkerslam.htm

Hvis slammet skal deponeres skal prøveudtagning ske i overensstemmelse med deponeringsbekendtgørelsens § 23, stk. 2, jf. bilag 6. Bekendtgørelsen beskriver bl.a., at prøveudtagning skal foretages af en person, som har den fornødne kompetence, og som er uafhængig eller under uafhængigt tilsyn. Dette kan opnås ved at benytte akkrediteret prøveudtagning efter DS/EN ISO/IEC 17025, eller ved at lade prøveudtagningen udføres af personer, som er personcertificerede i henhold til DS/EN ISO/IEC 17024. Analyser og test skal udføres på akkrediterede laboratorier eller af ikke-akkrediterede laboratorier godkendt af tilsynsmyndigheden. Metoder og metodeprincipper er beskrevet nærmere i deponeringsbekendtgørelsens bilag 8.

Kravene præciseres i forhold til okkerslam i følgende afsnit 7.2.

7.2. Grundlæggende karakterisering af affald

Alt affald, der skal deponeres, skal gennemgå en grundlæggende karakterisering, jf. § 19 i deponeringsbekendtgørelsen.

Testkrav ved grundlæggende karakterisering af affald i henhold til deponeringsbekendtgørelsen afhænger af, hvilken hovedtype affaldet tilhører. Okkerslam kan enten høre til

- **Hovedtype A1:** Affald, der produceres ved den samme proces på det samme anlæg
eller til
- **Hovedtype A2:** Affald, der produceres ved den samme proces på forskellige anlæg.

Testning i relation til modtagelse af affald på deponeringsenheder for inert, mineralsk og farligt affald er opdelt i 3 niveauer:

Niveau 1: Grundlæggende karakteriseringstestning, jf. §§ 19 og 20

Niveau 2: Overensstemmelsestestning, jf. §§ 21 og 22

Niveau 3: Kontrol på stedet (verifikationskontrol), jf. § 25

Miljøstyrelsen har publiceret en vejledende udtalelse¹ om forpligtelsen til at karakterisere affald, der deponeres. Krav til grundlæggende karakterisering af affald til deponering fremgår af venstre kolonne i følgende tabel, mens højre kolonne præciserer kravet i forhold til en grundlæggende karakterisering af okkerslam:

Krav generelt	Præcisering i forhold til okkerslam
Oplysninger om affaldets kilde og oprindelse.	Okkerslam produceres i forbindelse med den normale vandbehandling på danske vandværker.
Oplysninger om den proces, hvor affaldet er frembragt, herunder beskrivelse og karakterisering af råmaterialer og produkter.	På vandværket iltes grundvandet og primært jern og manganforbindelser udfældes. Ved returskyllning af filterne adskilles skyllevandet fra drikkevandet. Efterfølgende opkoncentreres slamdelen i skyllevandet. Denne slamdel benævnes okkerslam.
Beskrivelse af den forbehandling, der er anvendt, eller en beskrivelse af, hvorfor en behandling ikke anses for nødvendig.	Eneste nødvendige forbehandling kan evt. være en yderligere afvanding af slammet.
Oplysninger om affaldets lugt, farve og fysiske form.	Rødt (Okkerfarvet) Pumpbart eller skovlbart (afhænger af vandindhold)

¹ "Vejledende udtalelse af 25. juni 2009 om forpligtelsen til at karakterisere affald, der deponeres", jf. Miljøstyrelsens j.nr. MST-729-00045.

Oplysninger om affaldets EAK-kode i listen over affald i affaldsbekendtgørelsens bilag 2.	"190902: Slam fra klaring af drikkevand", hvis arsenindholdet er mindre end 1000 ppm "060403: Arsenholdigt affald", hvis arsenindholdet er større end 1000 ppm.
Oplysninger, som viser, at affaldet ikke er omfattet af forbud mod deponering, jf. § 50 i affaldsbekendtgørelsen.	Vandværket skal forholde sig til, om slammet er så flydende, at det ikke må deponeres.
Hvilken affaldsklasse affaldet tilhører (inert, blandet, mineralisk eller farligt affald)	Mineralisk affald, hvis indholdet af arsen er mindre end 1000ppm og TOC er mindre end 5% og uden væsentligt indhold af andre forureningskomponenter. Blandet affald, hvis indholdet af arsen er mindre end 1000ppm og TOC er større end 5% og uden væsentligt indhold af andre forureningskomponenter. Farligt affald, hvis indholdet af arsen er større end 1000ppm, eller hvis okkerslammet klassificeres som farligt affald som følge af indholdet af andre forureningskomponenter.
Beskrivelse af særlige sikkerhedsforanstaltninger, som skal træffes på deponeringsanlægget, hvis der er behov herfor.	Beskrivet i indeværende vejlednings afsnit 4.2 – kopi af afsnit kan vedlægges eller teksten kan indskrives.
Vurdering af om affaldet eller dele heraf kan genanvendes eller nyttiggøres på anden måde.	Inden beslutning om aflevering af okkerslam til et deponeringsanlæg er det undersøgt, at der ikke er mulighed for anvendelse i biogasanlæg, renseanlæg eller anden genanvendelse.

Uanset om okkerslam tilhører Hovedtype A1 eller Hovedtype A2, skal den grundlæggende karakteriseringstestning af okkerslam indeholde bestemmelse af følgende parametre, jf. tabel 7.1 i deponeringsbekendtgørelsens bilag 7:

- Generel kemisk sammensætning
- TOC
- Indhold af organiske stoffer
- Uorganisk kolonnetest
- Uorganisk batchtest
- pH-stattest
- Syre- /baseneutraliseringskapacitet

For så vidt angår okkerslam, der ønskes deponeret på et deponeringsanlæg for inert, mineralisk eller farligt affald, henledes opmærksomheden på, at en forudsætning for, at et deponeringsanlæg kan modtage okkerslam til deponering, er, at resultaterne af den grundlæggende karakteriseringstestning viser, at okkerslammets (faststof-)indhold af specifikke forureningskomponenter samt udvaskningen af forurenende stoffer fra

okkerslammet overholder de grænseværdier, som er gældende for den anlægsklasse, som det pågældende deponeringsanlæg er klassificeret i.

Testkrav ved overensstemmelsestestning er:

- TOC
- Indhold af organiske stoffer – forudsat at denne testtype indgår i det testprogram, som deponeringsanlæggets tilsynsmyndighed har opstillet for overensstemmelsestestningen af okkerslam.
- Uorganisk kolonnetest eller uorganisk batchtest

Grundlæggende karakteriseringstestning af okkerslam skal som hovedregel kun foretages én gang (dvs. inden deponeringen af det første læs okkerslam); mens overensstemmelsestestning af okkerslam skal ske minimum én gang om året. Det er tilsynsmyndigheden, der afgør om der er behov for mere end én årlig analyse. Hvis der er flere år imellem, at vandværket leverer okkerslam til et deponeringsanlæg, skal der som hovedregel kun foretages en overensstemmelsestestning i de år, hvor okkerslammet leveres til deponering.

For så vidt angår deponering af okkerslam, der er klassificeret som farligt affald, gælder desuden, at der i den grundlæggende karakterisering skal tilvejebringes oplysninger om affaldets:

- Fysiske stabilitet og bæreevne
- Farlige egenskaber.

Som tidligere nævnt gælder krav om anlægsklassificering af bestående deponeringsanlæg for mineralsk affald (og dermed krav om grundlæggende karakteriseringstestning af mineralsk affald) tidligst fra den 1. juli 2011 (et krav der som tidligere nævnt forventes udsendt i forbindelse med en ændring af deponeringsbekendtgørelsen i 1. halvår 2011). For deponeringsanlæg for mineralsk affald - godkendt efter den 1. april 2009 - gælder deponeringsbekendtgørelsens krav om grundlæggende karakteriseringstestning af mineralsk affald generelt fra godkendelsestidspunktet.

8. Transport af okkerslam

Ny lovgivning i forhold til affaldstransporter trådte i kraft pr. 1. 1. 2010. I forhold til transport af okkerslam til disponeringsstedet kan vandværket enten anvende en registreret transportør eller en godkendt indsamler (NB: Ved anvendelse af en godkendt indsamler forudsættes det, at kommunen har klassificeret det aktuelle okkerslam som kildesorteret, genanvendeligt erhvervsaffald).

Som udgangspunkt vil det være en fordel for vandværkerne at vælge en godkendt indsamler, idet indsamleren overtager ansvaret for at slammet afleveres det rigtige sted. Inden indsamleren overtager ansvaret for okkerslammet, skal vandværket have indgået en skriftlig aftale (som kan være på digital form) med indsamleren, som bl.a. skal indeholde oplysninger om overdragelse af ansvaret for den videre håndtering af okkerslammet.

Indsamlere af kildesorteret, genanvendeligt erhvervsaffald skal være registreret i et centralt "Affaldsregister", som administreres af Miljøstyrelsen, jf. reglerne i §76 og §77 i affaldsbekendtgørelsen. Affaldsregistret kan findes på www.virk.dk

Hvis et vandværk vælger at aflevere okkerslammet til en transportør har vandværket selv ansvaret for at følge op på, at slammet når frem til den rigtige behandling. Inden vandværket anmoder en transportør om at transportere okkerslammet til en modtager (fx en landmand), skal vandværket således have indgået en aftale med modtageren om levering af affaldet.

9. Input til fremtidigt arbejde

Testkrav for okkerslam skal undersøges nærmere:

Af deponeringsanlægsbekendtgørelsens bilag 3, pkt. 2.3 fremgår det, at noget affald ikke kræver testning. Dette omfatter bl.a. affaldstyper, der er optaget på en af Miljøstyrelsen oprettet national liste, hvoraf det specifikt fremgår, at der ikke kræves gennemført testning i forbindelse med en grundlæggende karakterisering. Miljøstyrelsen har oplyst, at der endnu ikke er optaget affaldstyper på denne liste. De specifikke krav for, at affald kan optages på listen, foreligger ikke, men ifølge Miljøstyrelsen vil der bl.a. skulle foreligge data, der dokumenterer, at affaldets forureningsindhold og udvaskningsegenskaber ikke ændrer sig signifikant over en årrække.

I henhold til deponeringsbekendtgørelsen er der – inden deponering af okkerslam - mulighed for at lave en grundlæggende karakterisering af okkerslam på brancheplan med det formål, at det enkelte vandværk efterfølgende kan nøjes med at foretage overensstemmelsestestning af okkerslammet.

10. Sammenfatning

Formål og afgrænsning

Vejledning i håndtering af okkerslam er primært udarbejdet pga. øget opmærksomhed på problemstillinger i forhold til okkerslammets indhold af arsen. Vejledningen sætter derfor fokus på arsenholdigt okkerslam, men det skal understreges, at der lokalt kan være geologiske forhold, der gør det relevant også at forholde sig til indhold af andre tungmetaller i okkerslammet.

Formålet med denne vejledning er, at give danske vandforsyninger

- konkret viden om okkerslam
- anbefalinger vedr. håndtering af okkerslam under hensyntagen til arbejdsmiljø
- anbefalinger vedr. disponering af okkerslam
- anbefalinger til borgere ved misfarvet vand.

Vejledningen har derudover til formål at skabe klarhed over fordelingen af myndighedsopgaver i forhold til håndtering af okkerslam. Der vil være særligt fokus på problemstillinger i forhold til arsenholdigt okkerslam.

Arbejdsmiljø

Generelt er det vigtigt at undgå indtagelse af okkerslam. Der er størst risiko for indtagelse eller indånding, hvis der indtages mad eller drikke med tilsmudsede fingre eller tøj, der arbejdes med støvende materiale eller arbejdes i vandtåger. Typisk vil det være i forbindelse med rengøringsopgaver, reparationer eller ved tømning af filtre og bassiner, at der er risiko for kontakt, der evt. kan føre til indtagelse. Anbefalingerne gælder naturligvis både for vandværkets eget personale og for eksternt personale.

Generelt anbefales det, at vandværker skal drives som hygiejniske fødevarevirksomheder. Vandværker, der er meget beskidte og støvede bør rengøres og opgraderes så hygiejnisk drift kan muliggøres. Reparationsarbejde bør altid afsluttes med grundig rengøring. Der bør ikke laves små mellemdepoter af okkerslam, hverken indendørs eller udendørs (undlad f.eks. at smide afskrab af slamlag fra filter i en papirkurv).

Ved arbejde på vandværket bør der altid udvises god personlig hygiejne. Følgende retningslinier bør følges:

- vask hænder inden indtagelse af mad og drikkevarer
- vask hænder før rygning
- handsker og gummistøvler samt personlige værnemidler rengøres efter anvendelse og må ikke opbevares eller bæres i lokaliteter, hvor der spises, drikkes eller ryges.

Hvis der skal udføres arbejde, hvor der er risiko for støv, vandtåger eller tilsmudsning med okkerslam, anbefales det, at instruksen i vejledningens afsnit 4.2. følges.

Misfarvet vand

- Hvis vandet er misfarvet ved afgang fra vandværk bør vandets indhold af jern og arsen vurderes. Man bør reagere på ændret farve, og vandværker med et indhold af arsen i råvand og slam bør ved ændringer i farve igangsætte en kemisk analyse. Hvis de tilladelige værdier for jern og arsen ved afgang fra vandværk er overskredet, kontaktes myndigheden med henblik på at vurdere, om nedenstående råd til forbrugerne er tilstrækkelige.

- Hvis det kolde vand bliver uklart og misfarvet eller rødbrunt skyldes det normalt forstyrrelser i vandets strømning i ledningssystemet. Det kan f.eks. skyldes reparationsarbejder i forsyningsledningen i gaden eller inde i ejendommen. Det anbefales, ikke at anvende vandet til drikkevand før vandet atter er klart. Har man drukket af vandet, inden man opdager misfarvningen, er der dog ingen grund til panik. Det er et forbigående fænomen. Misfarvningen skyldes, at kalk, jern og mangan, som har aflejret sig i ledningssystemet rives løs. Da arsen bindes til jern og mangan, kan aflejringerne også indeholde arsenforbindelser. For at få rent vand skal man skylle ledningssystemet/rørinstallationen godt igennem ved at lade alle vandhaner løbe, indtil vandet bliver klart. Hvis vandet efter grundig gennemskylning fortsat er uklart eller farvet, anbefales det at kontakte forsyningsselskabet.

Disponering

Vejledningen gennemgår følgende disponeringsmuligheder:

- *Slambede og opbevaring på vandværkets egen grund*
Slambede er en del af vandværkets produktionsanlæg. Tilladelser og tilsyn gives af den lokale vandmyndighed. DANVA fraråder, at der laves anden opbevaring af okkerslam end det egentlige slambed på vandværkets grund.
- *Deponering*
Det er kommunen, der har ansvaret for at anvise til et deponeringsanlæg, som har de rette godkendelser for at kunne modtage okkerslammet. Okkerslammet skal karakteriseres i henhold til krav og retningslinjer i deponeringsbekendtgørelsen (nr. 252 af 31. marts 2009).
- *Biogasanlæg*
Okkerslam har været anvendt i biogasproduktion i en del år. Anvendelse af okkerslam i biogasanlæg anses af Miljøstyrelsen for at være dels forbehandling til genanvendelse og dels nyttiggørelse, da slammet optimerer forgasning. Det betyder, at den kommunale myndighed – da slammet betragtes som kildesorteret genanvendeligt erhvervsaffald - ikke har til opgave at anvise nyttiggørelsesstedet, men at vandværket kan aflevere slammet til en godkendt indsamler, der kan forestå afleveringen til biogasanlægget. Man skal dog være opmærksom på, at ved tilsætning af okkerslam til biogasanlæg, skal der foretages prøvetagning af okkerslammet i overensstemmelse med slambekendtgørelsen med henblik på at sikre overholdelse af grænseværdier for indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer) inden slammet tilsættes biogasanlægget.

Ved tilsætning okkerslam til biogasanlæg skal der meddeles en § 19 tilladelse i medfør af miljøbeskyttelsesloven, jf. § 29 i slambekendtgørelsen af kommunalbestyrelsen i den kommune, hvor udbringningen af det afgassede materiale finder sted, jf. 6.8. Der er ikke angivet en grænseværdi for arsen, og det er derfor ikke lovgivningsmæssigt fastlagt ved hvilket indhold af arsen, okkerslam ikke kan tilsættes til disse biogasanlæg.
- *Renseanlæg*
Anvendelse af okkerslam i renseanlæg betragtes af Miljøstyrelsen som genanvendelse. Udnyttelsen af okkerslam til fældning af fosfor er ved at blive undersøgt yderligere af Udviklingssamarbejdet og DTU. De indledende laboratorieundersøgelser viser, at tilsætning af okkerslammet til rådnetank har positiv effekt i form af reduktion af H₂S udvikling og reduktion af intern belastning af fosfat i form af lavere koncentration i rejeckt vandet. I forhold til arsenholdigt okker-

slam skal vurderingen medtage, at man kan risikere en frigivelse af arsen fra jern i forbindelse med fosforfældning eller forhøjelse af arsen koncentration i udrådnet slam.

- *Afledning til kloak*
Afledning til kloak er i praksis en tilledning til renseanlæggene men med mindre mulighed for udnyttelse af jernet. Tilledning til kloakken kan dog have en positiv effekt i form af reduktion af H₂S dannelse i kloaknettet.
Tilladelse til tilslutning til kloaksystemet skal ske under hensyntagen til følgende:
 - Tilstopning og korrosion mv. i afløbssystemet
 - Arbejds miljø for kloakarbejdere og hensynet til kloakpumpestationernes naboer mv.
 - Renseanlæggets processer
 - Anvendelsesmulighederne for slammet for renseanlægget
 - Det vandområde der skal modtage det rensede vand
 - Eventuelle regnvandsbetingede overløb af fortyndet urensset spildevand direkte til et vandområde
- *Anvendelse til jordbrugsformål*
DANVAs vurdering er at udspredding på landbrugsjord kun bør ske, hvor slamrets indhold af arsen er mindre end 10-20 mg/kg TS. Dermed er dette i praksis ikke en reel mulighed for de fleste vandværker.
- *Behandling på Kommunekemi*
Behandling af okkerslam på Kommunekemi er ikke en mulighed og heller ikke miljømæssigt hensigtsmæssig.
- *Øvrige genanvendelsesmuligheder*
Der foreligger forskellige undersøgelser af okkerslams øvrige genanvendelsesmuligheder, men så vidt DANVA er orienteret, finder disse ikke anvendelse i praksis i Danmark.

11. Hvis du vil vide mere

Ved ønske om yderligere viden om arsen i drikkevand og okkerslam kan vi henvise til følgende litteratur:

- [1]: Aktor, H. 1990, "Okkerslam: Et naturprodukt eller kemisk affald?" VAND-TEKNIK nr. 1. februar 1990. 33-38.
- [2]: Aktor, H.: 2002: "Fjernelse af Arsen i Grundvand og Drikkevand".
- [3]: WHO guidelines: "Arsenic in Drinking-water quality", WHO/SDE/WHS/03.04/75
- [4]: Kristiansen, S; Nørnberg, P; Ramsay, L.: "Arsen i dansk drikkevand", Aktuel Naturvidenskab - 4 – 2004 – Grundvand
- [5]: Aktor, H. 2007: "Hvad gør vi med skyllevandsslam og andre restprodukter", ATVMøde, 3. oktober 2007.
- [6]: Miljøprojekt nr. 425 1998: "Afskæringskriterier for forurennet jord", Miljøstyrelsen.
- [7]: Mossin. L.; Utoft, B.; Jacobsen, P. Ettrup, H.: "Arsen I okkerslam – nogle steder et alvorligt problem.", Teknik og Miljø, marts 2008.
- [8]: Michalke et al: "Production of Volatile Derivatives of Metal(loid)s by Microflora...." Applied and environmental microbiology, July 2000

Derudover er man altid velkommen til at kontakte DANVAs sekretariat på tlf.:70210055.

Bilag 1: Biogasanlæg og evt. arsin-dannelse

I forbindelse med udarbejdelse af indeværende vejledning har risikoen for dannelse af arsin været drøftet. Indeværende vejledning er ikke en egentlig vurdering af risikoen men blot en status på de overvejelser som drøftelserne har fremført, som kan bringes ind i eventuelt senere arbejde.

Hydrogen vil principielt som reducerende stof kunne foretage reduktion af arsen til arsin. Der findes også mikroorganismer, som kan reducere arsen til arsin

Betragtninger i forhold til pH i biogasanlægget

Arsin dannes syntetisk af et arsensalt i sur opløsning, således at arsin er en meget reduceret As-form.

I biogasanlæggene skal pH meget gerne være omkring eller over neutral. Rådnetankanlæg til slam skal gerne drives ved pH på 7,5 eller bedre og biogasanlæg i landbruget gerne på cirka 8. Disse pH værdier fremkommer af sig selv i suppen, når anlæggene effektivt omsætter det organiske og omsættelige stof til biogas.

Hvis et biogasproducerende anlæg underlægges driftsforhold, hvor de biogasproducerende bakterier ikke kan følge med længere, vil der typisk kunne dannes store koncentrationer af organiske syrer, carboxylsyrer. På rådnetanke kan man se betydelige pH fald, formentlig ned til pH cirka 6. På biogasanlæg i landbruget er pH faldet ikke nær så drastisk, da koncentrationen af stoffer med buffereffekt er betydeligt højere end i slam, så pH falder normalt ikke til under pH 7.

Ved disse koncentrationer er der næppe tilstrækkelig lav pH og tilstrækkelig høj koncentration af H^+ til, at der kan dannes arsin.

Litteratur i forhold til bakterier

Et studie udført af Michalke et al. 2000 viser, at der bliver dannet arsin ved anaerobe udrådning af spildevandsslam. Produktionen af arsin var afhængig af, hvilke bakterier, der var til stede og indholdet af arsen i slammet. Ved høje arsen koncentrationer (1mM) var der ingen arsin produktion, derimod var der produktion af arsin ved lavere arsen koncentrationer.

Betragtninger i forhold til reduktion på grund af tilstedeværelse af reduceret hydrogen, som hydrogengas:

- fri hydrogen bør ikke være til stede i biogasanlæg i videre udstrækning, da de overhovedet hurtigst voksende og mest effektive metanbakterier netop går efter hydrogen til dannelse af metan ud fra kuldioxid.
- svovlbrinte-producerende bakterier gør det samme
- hvis der er meget hydrogen til rådighed, vil de væsentligste bakterier, der omsætter eddikesyre til metan og kultveilte opgave dette forehavende, idet de også og med langt større energigevinst kan benytte brint og kultveilte til biogasproduktion
- hvis dette finder sted, vil biogasproduktionen kunne falde til betydeligt under halvdelen af det niveau, den bør være på, pH vil falde og den udrådnede masse vil blive lys og ildelugtende

- denne situation vil normalt være mulig at vende, således at den effektive omdannelse af organisk stof til biogas kan induceres igen, men det kræver betydelig tid og eventuelt tilsætning af kemikalier
- ved meget betydelig akkumulering af brint opstår forhold, hvor bakterier aftager store mængder brint også til dannelse af højere carboxylsyrer, alkoholer mv.
- Når et biogasproducerende anlæg fungerer godt, vil der være et helt betydeligt brintflow i systemet - men koncentrationen af fri brint vil endda i mikromiljøet være beskeden. Det kan give en formodning om at koncentrationen af ioniseret brint er helt uden betydning.

På den anden side kan det - for så vidt de nævnte processer kan finde sted ved neutral pH - ikke afvises, at arsin produktionen kan finde sted i overbelastede anlæg.

Derfor vurderes det at risikoen for arsindannelse sandsynligvis er lille men ikke kan udelukkes. Bedre viden vil kunne opnås ved at gennemføre konkrete målinger.