



Håndtering av avløpsslam I Norge – Et tilbakeblikk fra 70-tallet til idag

Bjarne Paulsrud

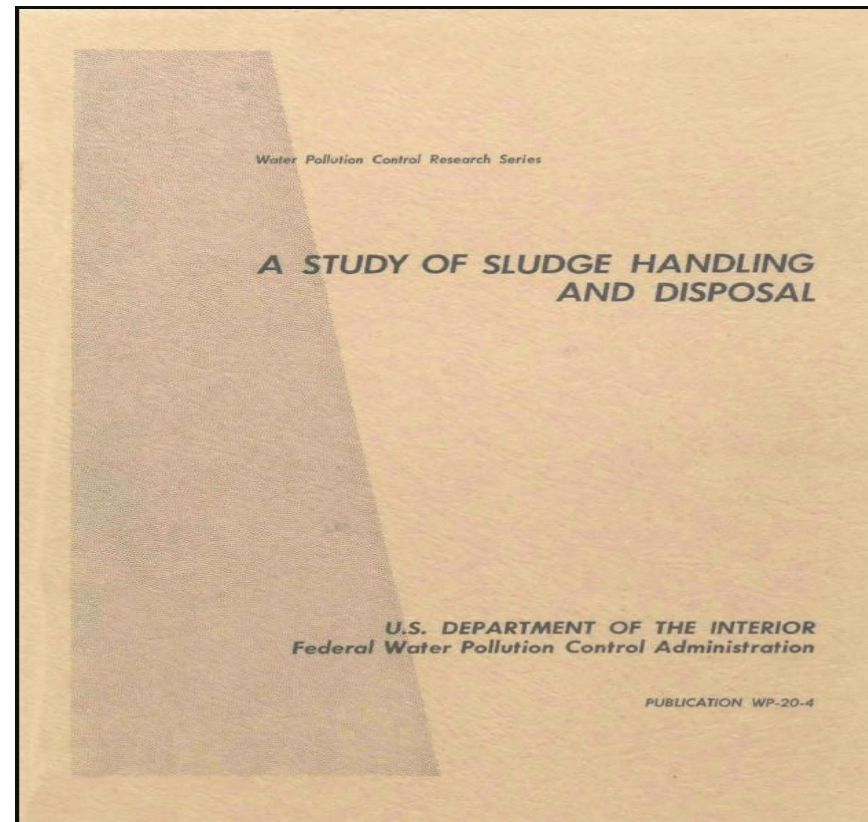
Norsk vannforenings vannpris-seminar, 29 oktober 2025

Disposisjon

- Inndeling i 10 års tidsbolker fra 1970 til i dag
- For hver tidsbolk en ytterligere inndeling i:
 - ✓ Forskning og utvikling, utredninger, pilotering og testing
 - ✓ Utvikling av regelverk og disponeringspraksis
 - ✓ Utvikling av slambehandlingsteknologi

Situasjonen før 1970 i Norge

- Svært få høygradige avløpsrenseanlegg – derfor små mengder slam som måtte håndteres.
- Høygradige renselanlegg i Oslo og flere småanlegg ved militærleire rundt om i landet. I Oslo ble Skarpsno og Festningen renselanlegg satt i drift tidlig på 30-tallet og Bekkelaget renselanlegg kom i 1965.
- I Oslo ble alt slam fra renselanleggene kjørt med lektere ut i fjorden og dumpet der. Denne praksisen vedvarte helt fra tidlig på 30-tallet til midten på syttitallet og bidro sterkt til den dårlige forurensnings-tilstanden i indre Oslofjord på den tiden.
- Slam fra mindre renselanlegg og septiktanker/slamavskiller ellers i landet ble stort sett dumpet i sjøen eller deponert sammen med husholdningsavfall.



← 1968

Foreword

Sludge handling and disposal have often been called the most troublesome aspect of water and wastewater treatment. If this is true, it is unfortunate that researchers and design engineers have in recent years neglected sludge handling in favor of the more glamorous problems associated with the liquid portion of wastewaters.

1970-tallet

Forskning og utvikling, utredninger, pilotering og testing

- I 1970 bevilget Stortinget 30 mill. kroner, fordelt over 6 år, til et Program for Rensing av Avløpsvann (PRA-programmet), basert på innstillingen fra et regjeringsoppnevnt Ressursutvalg i 1968, og bl.a.forholdene i Oslofjorden var medvirkende til dette.
- PRA-programmet var inndelt i 6 delområder og med ulike hovedaktører og finansiering:
 - Avløpsvannets mengde og sammensetning, SFT, 0,8 mill
 - Rensing av avløpsvann og **behandling av slam**, NIVA, 10,5 mill
 - Bruk av **terrestriske resipienter for slam** og avløpsvann, Norges landbrukshøgskole (NMBU), 7,05 mill
 - Transportsystemer, NTH (NTNU), 5,5 mill
 - Utslipp i resipient, I/S Miljøplan, 0,9 mill
 - Industriens miljøproblemer, Norges industriforbund, 3,25 mill

1970-tallet

Forskning og utvikling, utredninger, pilotering og testing, forts.

- PRA-prosjektet på NIVA om slam omfattet slamproduksjon ved kjemisk felling av avløpsvann, samt fortykning, stabilisering og avvanning av slam. Flere internasjonale publikasjoner basert på disse slamprosjektene.
- Det europeiske samarbeidsprosjektet COST (European Cooperation in Science and Technology) ble etablert i 1971 for å koordinere nasjonalt finansiert forskning på europeisk nivå.
- COST 68 omfattet forskning og kunnskapsformidling om behandling og disponering av avløpsslam.
- Norge deltok aktivt i COST 68 med resultater fra PRA-programmet, både fra forskningen ved NIVA om behandlingsmetoder og fra NLH om disponering av slam på jordarealer

1970-tallet

Utvikling av regelverk og disponeringspraksis for avløpsslam

- Helsedirektoratet publiserte i 1976 den første veiledningen for håndtering av avløpsslam:
«Hygienisk vurdering av kloakkslam – En veiledning til helserådene»
- Anbefaler at det ikke disponeres råslam pga. hygiene og lukt
- Lukt fra slamdisponeringen er hovedutfordringen, og det anbefales at slammet gjennomgår en form for stabilisering før disponeringen, dvs. aerob-, anaerob- (biogassanlegg) eller kalkstabilisering av ikke avvannet slam.
- Det anbefales at stabilisert slam lagres i minimum 6 måneder (avvannet eller i lagune) for å øke hygienisk kvalitet før disponering.
- Fastsettelse av akseptable nivåer for tungmetaller i slam
- Økende mengder slam disponeres (brukes) i landbruket, men også parker/grøntarealer og søppelfyllplasser benyttes
- Etablering av samkompostering med husholdningsavfall

1970-tallet

Utvikling av slambehandlingsteknologi

- Hovedfokus på avvanning av slam tidlig på 70-tallet, med fullskala uttesting av sentrifuger
- I slamdelen av PRA-programmet på NIVA ble det gjennomført omfattende studier av aerob stabilisering og kalkstabilisering i pilotanlegg, og resultatene førte til internasjonale publikasjoner og presentasjoner på internasjonale konferanser
- Resultatene fra denne forskningen ble også brukt i Helsedirektoratets anbefalinger til helserådene
- Etablering av dimensjoneringsregler for slamfortykking
- Utvikling av laboratorietester for prediksjon av fullskala avvanningsresultater, inkl. polymerforbruk

1980-tallet

Forskning og utvikling, utredninger, pilotering og testing

- Lite forskning i denne perioden på slamsiden, men det gjennomføres en rekke utredninger og praktisk testing
- Forskningsrådet (NTNF) opprettet tre utvalg med relevans også for slamhåndteringen i Norge
 - Utvalg for drift av renseanlegg
 - Utvalg for VAR-teknikk
 - Utvalg for fast avfall

Uvalgene ga økonomisk støtte til utrednings-prosjekter og til utarbeidelse av veiledninger

- Økt samarbeid med andre europeiske land innenfor COST 68-samarbeidet, med årlige møter, workshops og konferanser. En rekke publikasjoner om behandling og disponering av slam utgis, og disse påvirker også utviklingen i Norge

1980-tallet

Utvikling av regelverk og disponeringspraksis for avløpsslam

- Retningslinjer for lagring og disponering av kloakkslam publiseres i 1982 av Statens forurensningstilsyn i samarbeid med helse- og landbruksmyndighetene.
- Retningslinjene omtaler lagring av slam i flytende og avvannet form samt følgende disponeringsmetoder:
 - Bruk av slam i jordbruket
 - Bruk av slam på skogsarealer
 - Bruk av slam på grøntarealer
 - Bruk av slam til toppdekke på avfallsfylling
 - Bruk av slam til private villahager og ved dyrking av hagebruksvekster
 - Deponering av slam
- Hoveddelen av slammet går til jordbruket (på kornarealer) i denne perioden, og det er fokus på lukt og tungmetallinnhold.

1980-tallet

Utvikling av slambehandlingsteknologi

- Fokus på stabiliseringsmetoder som kan redusere luktproblemene knyttet til slamhåndteringen, men også økende interesse for metoder som kan både stabilisere og hygienisere (desinfisere) slammet:
 - Kalkbehandling (brent kalk til avvannet slam)
 - Kompostering
 - Anaerob stabilisering + pasteurisering/aerob termofil forbehandling
- Innføring av tvungen tømning av septiktanker/slam-avskillere i hele Norge fra 1/1-85.
- Medfører økte slammengder som leveres til renseanlegg og må behandles sammen med internt slam.

1990-tallet

Forskning og utvikling, utredninger, pilotering og testing

- COST 68-prosjektet avsluttes ved inngangen til 90-tallet og videreføres gjennom europeisk standardisering (CEN).
- Norsk Vann ble stiftet i 1986 under navnet Norske VA-verkers forening (NORVAR).
- NORVAR fikk etterhvert en sentral rolle i utarbeidelse av veiledninger og fullskala demonstrasjonsprosjekter, også innenfor slamsektoren.
- Det utarbeides slamplaner for de fylkene som opplever utfordringer med håndteringen av økende slammengder.
- Økende bekymring hos bønder og andre brukere av slam mhp. innholdet av organiske miljøgifter i avløpsslam.
- SFT og NORVAR, sammen med en del av de største renseanleggene i landet, initierte et omfattende prøvetakings- og analyseprogram for å dokumentere innholdet av de mest relevante stoffene i slammet fra disse anleggene.

1990-tallet

Utvikling av regelverk og disponeringspraksis for avløpsslam

- Nå er det ikke lenger retningslinjer og anbefalinger som gjelder, men ny FORSKRIFT, fastsatt av Sosial-og helsedepartementet og Miljøverdepartementet.
- Forarbeidet startet på slutten av 80-tallet, et utkast ble sendt på høring i 1992 og forskriften vedtatt i 1995, med frist til 1998 for oppfyllelse av hygienekravene.
- Forskriften har større fokus på hygiene enn tidligere, med konkrete krav til bakterier og parasittegg, uansett hvordan slammet skal disponeres.
- Strengere krav til tungmetallinnhold, men fortsatt ikke krav til organiske miljøgifter.
- Jordbruket er fortsatt det viktigste bruksområdet for behandlet slam.

1990-tallet

Utvikling av slambehandlingsteknologi

- Siden hygiene-kravene i den nye slamforskriften var kjent for bransjen allerede ved inngangen til 90-tallet, ble det årene 1990 – 1995 bygget en rekke anlegg for stabilisering og hygienisering av slam, både nye og oppgraderte, og i stor grad basert på den kunnskapen som bransjen opparbeidet seg gjennom 80-tallet.
- Biogassanlegg (anaerob stabilisering) kombinert med en av flere mulige hygieniseringsmetoder ble populært ved renseanlegg større enn ca. 30 000 pe.
- Biogassanlegg var relativt nytt i Norge på den tiden, og det ble utarbeidet et kurs for drift av biogassanlegg som omfatter både prosesskunnskap og sikkerhet.
- For de mindre anleggene ble kalkbehandlingsanlegg (tilsetting av brent kalk til avvannet slam) ofte brukt.
- Kompostering av slam var fortsatt populært, spesielt på Vestlandet, mens anlegg på Østlandet ble avviklet, mye pga. luktproblemer

2000-tallet

Forskning og utvikling, utredninger, pilotering og testing

- Etter at den nye slamforskriften trådte i kraft i 1995, var det mye diskusjoner om hvordan myndighetene skulle kunne følge opp de nye hygienekravene på en rasjonell måte, uten at renseanleggene ble påført store kostnader for å dokumentere overholdelse av kravene.
- Løsningen ble at myndighetene (Mattilsynet) utfordret bransjen på å gjennomføre fullskala valideringer av alle aktuelle hygieniseringsmetoder for å dokumentere hvilke drifts-betingelser (vanligvis eksponeringstid og temperature) som prosessene måtte overholde til enhver tid for å tilfredsstille hygienekravene.
- Kravet om at det ikke skulle kunne påvises parasittegg i slammet etter hygieniseringen, var det strengeste kravet, og derfor ble alle metoder validert ved fullskala testing med levende parasittegg av typen *Ascaris*.
- NORVAR (fra 2003 Norsk Vann) var pådriver for gjennomføring av valideringstestene som pågikk i nesten 10 år

2000-tallet

Utvikling av regelverk og disponeringspraksis for avløpsslam

- I 2003 ble slamforskriften erstattet av gjødselvarereforskriften (Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav) som omfatter mange flere typer organisk avfall (bl.a. matavfall og husdyrgjødsel).
- Revidert avfallsforskrift forbyr deponering av ulike typer organisk avfall, bl.a. avløpsslam.
- Fortsatt bekymring omkring organiske miljøgifter i slam som skal disponeres på jordarealer, og dette truer den etablerte bruken av slam i jordbruket, på grøntarealer og som en ingrediens i jordblandinger.
- Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) publiserte i 2009 en omfattende risikovurdering av hvordan tungmetaller og kjente organiske miljøgifter i slam kan påvirke helsen til mennesker, dyr og jordlevende organismer ved bruk av slam som et jordforbedringsmiddel.
- Hovedkonklusjonen var at konsum av mat dyrket i jord tilsatt avløpsslam ikke utgjør noen signifikant helserisiko for de vurderte stoffene.
- Profesjonelle «slamentreprenører» etablerer seg og bistår renseanleggene med all håndtering av ferdigbehandlet slam.

2000-tallet

Utvikling av slambehandlingsteknologi

- Mange slambehandlingsanlegg er allerede etablert, og nye anlegg etableres samtidig med at nye avløpsrenseanlegg blir bygd.
- Liten utvikling av nye metoder for stabilisering og hygienisering av slam, men termisk hydrolyse (Cambi-metoden) er kommet på markedet og noen eksisterende biogassanlegg bygges om for termofil drift ($> 55\text{ C}$), basert på valideringstester, slik at man får både et stabilisert og hygienisert slam ut av råtnetankene.
- For oppkonsentrering av slam (fortykking og avvanning) er det en overgang til fortykkermaskiner i stedet for plasskrevende og ofte lite effektive gravitasjonsfortykkere, men for slamavvanning er det lite nytt.
- Flere anlegg for tørking av slam, bygget på slutten av 90-tallet, blir lagt ned pga. problemer med lukt og støv

2010 - i dag

Forskning og utvikling, utredninger, pilotering og testing

- Norsk Vann fortsetter med sine spleiselags-prosjekter som også omfatter prosjekter innenfor slamsektoren.
- Den omfattende analyseringen av organiske miljøgifter i slam er blitt videreført hvert 5.år siden midten på 90-tallet, og har fortsatt fram til i dag, med stadig nye typer miljøgifter, flere renseanlegg som deltar og med Miljødirektoratet som hovedsponsor.
- Norsk Vann presenterer i 2010 en samlet oversikt over resultatene fra valideringstestene av hygieniseringsmetodene, inkl. de kritiske driftsbetingelser (temperature/tid-kombinasjoner) som må oppfylles for å tilfredsstille hygienekravene i gjødselvarer-forskriften. Det etableres rutiner for regelmessig prøvetaking og dokumentasjon av bakterieinnholdet i ferdigbehandlet slam før transport til sluttbruker.
- De aller fleste slambehandlingsanlegg opplever at de finner et høyere bakterieinnhold enn tillatt i ferdigbehandlet slam, selv om selve hygieniseringstrinnet har fungert som forutsatt. Mye testing og prøvetaking for å løse problemene.

2010 - i dag

Utvikling av regelverk og disponeringspraksis for avløpsslam

- Gjødselfareforskriften er under revisjon i hele perioden, og det ender i 2025 opp med en to-delt løsning:
 - En revidert gjødselfareforskrift
 - En ny gjødselforskrift
- Norsk Vann publiserer i 2023 en nasjonal strategi for behandling og disponering av avløpsslam, hvor det fokuseres på de store forskjellene mellom landsdelene i Norge når det gjelder mulighetene for bruk av slam som en ressurs.
- Det er fortsatt de samme disponeringsløsningene som er i bruk:
 - Jordbruk (korndyrking)
 - Grøntarealer
 - Ingrediens i jordblandinger

2010 - i dag

Utvikling av slambehandlingsteknologi

- Ingen store nyvinninger innen slambehandlings-teknologien i denne perioden, men innenfor hver av hovedsegmentene stabilisering/hygienisering, fortykning og avvanning kommer det stadig forbedrete produkter.
- Flere eldre biogassanlegg med ulike hygieniserings-løsninger blir bygd om til termofil drift for å slippe med bare ett prosessstrinn.
- Bransjen starter å vurdere løsninger for en «Plan B» mhp. sluttdisponering av ferdigbehandlet slam, dersom de tradisjonelle løsningene skulle svikte eller ikke lenger har kapasitet.
- Det utvikles prototyper for produksjon av biokull av slammet, og det settes i gang en rekke pilotforsøk med pyrolyse av slam.

Dansk pyrolyseanlegg for slam. Foto: AquaGreen

Nye utfordringer

- EUs nye avløpsdirektiv vil medføre økninger i slammengdene som skal håndteres i årene framover, spesielt i de områder av landet hvor slamproduksjonen har vært liten til nå.
- Den nye gjødselbruksforskriften trådte i kraft i februar i år, og vil fra 2027 bl.a. kreve større arealer for å kunne disponere slammet i jordbruket.
- Det foregår en stor utbygging av biogassanlegg, basert på bl.a. store mengder råstoff fra fiskeoppdrett og fiskeindustrien. Bioresten fra disse anleggene vil framover konkurrere med slam om å finne tilstrekkelige arealer for sluttdisponeringen.
- I mange områder av landet vil det ikke lenger være mulig å finne tilstrekkelig med arealer for å kunne disponere alle organiske avfallsprodukter, med høyt fosforinnhold, på jordarealer.
- Vi må ta i bruk nye, tekniske løsninger for å redusere mengdene av organisk stoff og fosfor, som må håndteres på en forsvarlig måte.

