

NOTAT



**Miljøministeriet**  
Miljøstyrelsen

Hav- og Vandmiljø  
J.nr. 2021 - 23538  
Ref. RUNON  
Den 29. august 2022

## Rapportering af projekt om undersøgelse af miljøfarlige forurenende stoffer i slam

---

### Problemstilling

Miljøstyrelsen igangsatte i efteråret 2021 et projekt med det formål at undersøge indhold af miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) i slam fra udvalgte renseanlæg. Slam fra renseanlæg analyseres inden anvendelse til jordbrugsformål for indhold af 12 MFS, som der er fastsat grænseværdier for i bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål (BEK nr. 1001 af 27/06/2018). Miljøstyrelsens rapport "Nøgletal for miljøfarlige forurenende stoffer i spildevand fra renseanlæg" indikerer imidlertid, at slam fra renseanlæg kan indeholde flere potentielt problematiske stoffer end de 12, der i førnævnte bekendtgørelse er fastsat analysekrav for. Anvendelsen af slammet til jordbrugsformål kan dermed muligvis indebære risiko for transport til overflade- og grundvand af miljøfarlige forurenende stoffer. Projektet, som rapporteres med dette notat, har haft til formål at nuancere kendskabet til forekomsten af MFS i slam fra udvalgte danske renseanlæg og eventuelt at forbedre forudsætningerne for formulering af indsatser i forbindelse med vandområdeplanerne.

Med projektet ønskede Miljøstyrelsen særligt at undersøge indhold af en række stoffer udvalgt på baggrund af deres anvendelse, persistens, fysisk-kemiske og økotoxikologiske egenskaber, som er anvendt i styrelsens samlede vurdering af stoffernes potentielle forekomst i slam fra renseanlæg. De udvalgte stoffer omfattede særligt lægemiddelstoffer, biocider og PFAS. Særligt for lægemiddelstoffer er stofferne udvalgt på baggrund af reduktionsrater på renseanlæg angivet i nøgletalsrapporten for MFS på renseanlæg og derudover Miljøstyrelsens umiddelbare kendskab til forbruget af stofferne. Ud over målrettet analyse for disse stofgrupper har Miljøstyrelsen fået udført non-targetet analyse af slammet mhp. identificering af eventuelle yderligere stoffer.

### Projektets tekniske detaljer

Slamprøverne er udtaget på fem renseanlæg udvalgt af Miljøstyrelsen. Alle fem renseanlæg har anaerob (iltfri) udrådning af slammet. Miljøstyrelsens udvælgelse af renseanlæggene skete under hensyntagen til at dække områder med forskellige belastningstyper (bebyggelse, hospital, industri, gartneri mm.), ligesom det er tilstræbt, at alle landsdele er repræsenteret. På alle renseanlæg blev prøvetagningen foretaget efter slutaftvanding, som ligger efter den anaerobe udrådning i behandlingen af slammet.

### Målrettet kemisk analyse

Miljøstyrelsen havde udvalgt 20 lægemiddelstoffer til mulig analyse, hvoraf det vindende analyselaboratorium tilbød analyse for 17 og derudover 136 andre lægemiddelstoffer. Der er således analyseret for 153 lægemiddelstoffer. De tre lægemiddelstoffer, som styrelsen havde udvalgt, men som analyselaboratoriet ikke kunne tilbyde analyse for, er 2-hydroxyibuprofen, telmitarsan og metformin.

Foruden lægemiddelstoffer havde Miljøstyrelsen udvalgt syv biocider og derudover stofferne 6PPD, 6PPD-quinon, 1,2,4-triazol og TFA (trifluoreddikesyre) til målrettet kemisk analyse. Heraf tilbød analyselaboratoriet analyse for otte stoffer og derudover yderligere 269 pesticidaktivstoffer. De tre af styrelsen udvalgte stoffer, analyselaboratoriet ikke kunne analysere for i slam, er biocidet didecyldimethylammonium chloride (DDAC) og stofferne 1,2,4-triazol og TFA (trifluoreddikesyre).

Miljøstyrelsen ønskede slammet analyseret for indhold af 17 PFAS, hvilket analyselaboratoriet kunne imødekomme. Den endelige pakke indeholdt analyse for de 22 PFAS, der anvendes i Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi for sum af 22 PFAS i spildevandsslam til jordbrugsformål. De ønskede 17 PFAS er indeholdt heri.

#### Non-target analyse

Non-target analyserne er udført ved brug af fem forskellige metoder, såkaldte platforme, for at dække så bredt et udsnit af stoffer med forskellige fysisk-kemiske egenskaber som muligt. De anvendte *non-target* metoder har desuden tidligere vist sig egnede til analyse af en række af de stoffer, der var udvalgt til målrettet analyse.

### **Resultater**

Ud af de i alt 454 stoffer, der er analyseret for med målrettet kemisk analyse, er koncentrationen bestemt for 53 stoffer, mens de øvrige stoffer ikke blev fundet over de anvendte analysemetoders detektionsgrænse. De 53 stoffer udgøres af 31 lægemidler, 11 PFAS, 10 biocider og andre bekæmpelsesmidler samt 6PPD-quinon, og omfatter 24 af de i alt 42 stoffer, som Miljøstyrelsen havde udvalgt og som analyselaboratoriet kunne tilbyde analyse for.

*Non-target* analyserne identificerede ca. 20.000 organiske stoffer, hvoraf 41 stoffer kunne identificeres med meget stor sikkerhed (identifikationsniveau 1). Der blev foretaget en semi-kvantificering af 34 af disse stoffer for at vurdere i hvilke niveauer, stofferne fandtes i prøverne.

- ./.
- Der blev derudover identificeret tentative stofnavne på 1.751 stoffer på identifikationsniveau 2 (høj sandsynlighed, men ikke verificeret med referencestandarder). Det var muligt at estimere koncentrationen af 497 af stofferne ved semi-kvantificering.

DCE vil i efteråret 2022 fortsætte arbejdet med at identificere og kvantificere yderligere stoffer fundet ved *non-target* analyserne. DCE orienterer Miljøstyrelsen om resultaterne heraf. Miljøstyrelsen har i bilag 1 vedlagt lister over de 53 kvantificerede hhv. 41 semi-kvantificerede stoffer fundet ved hhv. målrettet analyse og *non-target* analyse.

Af de ca. 20.000 organiske stoffer, der kan identificeres i slammet, er der ud over industrikemikalier, lægemiddelstoffer og biocider, en del naturligt forekommende stoffer som aminosyrer, sukkerarter, proteiner mm. DCE kan ikke pt. afgøre nærmere, hvor mange af de 20.000 organiske stoffer, der er MFS, og hvor mange, der er naturligt forekommende stoffer.

Ud over de organiske stoffer, Miljøstyrelsen har ønsket analyseret for i slam fra renseanlæg, har DCE bestemt koncentrationen af 61 uorganiske grundstoffer i slamprøverne. Koncentrationerne af de syv metaller, der er fastsat grænseværdier for i bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål, ligger alle under grænseværdierne. For ni af de øvrige metaller er der fastsat miljøkvalitetskrav i vand, men ikke grænseværdier i slam, hvorfor det ikke er muligt at vurdere, om de konstaterede koncentrationer kan udgøre en risiko.

En multivariat analyse af data fra *non-target* analyserne af slam fra de fem renseanlæg viste, at nogle renseanlæg har ensartet kemiske fingeraftryk, mens andre er meget forskellige. I den udførte undersøgelse falder anlæggene i tre grupper med ensartet kemisk fingeraftryk opdelt på hhv. Sjælland, Fyn og Jylland.

### PFAS

De målrettede analyser viste indhold af sum af 4 PFAS mellem 4,1 og 11 µg/kg tørstof. Kun i én prøve er den vejledende for grænseværdi for sum af 4 PFAS på 10 µg/kg tørstof overskredet. I prøverne fra alle fem renseanlæg var summen af 22 PFAS under 20 µg/kg tørstof. Den vejledende grænseværdi for sum af 22 PFAS i slam fra renseanlæg er 400 µg/kg tørstof.

### **Perspektivering**

Konstateringen af indhold af miljøfarlige forurenende stoffer med forskellige fysisk-kemiske egenskaber i slam fra danske renseanlæg udover de 12 stoffer, der er fastsat analysekrav for, lægger sig i forlængelse af en svensk undersøgelse, hvor der blev konstateret op til 103 stoffer (såkaldte *chemicals of emerging concern*, Golovko *et al.* 2021<sup>1</sup>) i slam fra renseanlæg.

Det ligger uden for rammerne af dette projekt at foretage en egentlig risikovurdering af det konstaterede indhold af miljøfarlige stoffer i slam fra renseanlæg over for vandmiljøet. Projekt har ikke omfattet en undersøgelse af nedbrydningen af stofferne efter udbringning, udvaskning til grundvand eller afstrømning til overfladevand, ligesom projektet ikke forholder sig til toksiciteten af stofferne. Miljøstyrelsen har dog i det følgende perspektiveret resultaterne ift. NOVANA-overvågningsprogrammet og muligheder for anvendelse af resultaterne i videre undersøgelser.

Af de i nærværende projekt identificerede stoffer i slam fra udvalgte renseanlæg er kun for PFAS fastsat en vejledende grænseværdi for indholdet i slam. Analyseresultaterne for de øvrige stoffer kan således ikke holdes op mod en grænseværdi til brug for en risikovurdering.

Af de 41 organiske stoffer identificeret ved *non-target* analysen indgår 13 i NOVANA-overvågningen af vandmiljøet. Som det fremgår af bilag 1, er otte af de identificerede PFAS fundet i biota (fiskelever) i marine områder og fem i vandløbsvand. Udover PFAS er der i vandfasen i vandløb påvist lægemidlerne azithromycin og diclofenac, østrogeten østron og pesticidet prosulfocarb. Lægemiddelstoffet oxytetracyclin blev i 2015 analyseret for i vandløbsvand, men blev ikke påvist over detektionsgrænsen. De øvrige stoffer, som er identificeret i *non-target* analyserne, er der ikke analyseret for i NOVANA-overvågningen af vandmiljøet.

Særligt meget hydrofobe stoffer (f.eks. de af projektet omfattede biocider) har både i målrettede og *non-target* analyserne vist sig vanskelige at detektere. Miljøstyrelsen har ikke med nærværende notat forholdt sig til, hvorvidt eksempelvis partikelbundne stoffer helt, delvist eller slet ikke vil blive ekstraheret med de anvendte metoder.

Projektets resultater kan anvendes som pejlemærke for hvilke stoffer, der skal undersøges nærmere i den risikoevaluering af slam fra renseanlæg, som Miljøstyrelsen igangsætter i efteråret 2022. Miljøstyrelsen har allerede i foråret 2022 igangsat en risikoevaluering af indhold af PFAS i slam,

---

<sup>1</sup> Golovko, O., Örn, S., Sörengård, M., Frieberg, K., Nassazzi, W., Lai, F.Y. og Ahrens, L. (2021): Occurrence and removal of chemicals of emerging concern in wastewater treatment plants and their impact on receiving water systems. *Science of the Total Environment* 754 (2021) pp. 1-9.

Tilgængelig online: [<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142122>]

hvorfor denne stofgruppe vil blive vurderet i anden sammenhæng og resultatet heraf forventes i efteråret 2022.

Miljøstyrelsen har ikke p.t. kendskab til, hvordan en eventuel udfordring med risiko for overflade- og grundvand fra miljøfarlige forurenende stoffer i slam håndteres i andre lande, men resultaterne af Miljøstyrelsens projekt om undersøgelse af MFS i slam fra renselanlæg vil indgå i en analyse af fremtidig slamhåndtering til gavn for miljø og klima, som kommer af regeringens handlingsplan for cirkulær økonomi fra juli 2021. Initiativet omfatter blandt andet en gennemgang af danske og udenlandske studier af miljø- og sundhedsmæssige fordele og ulemper ved at anvende slam på landbrugsjord, herunder om der er udfordringer med medicinrester i slam. Initiativet vil desuden også arbejde med nabotjek af slamhåndtering i andre lande og alternativ håndtering af spildevandsslam end direkte udbringning på landbrugsjord.