

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Kemiske og Mikrobiologiske Miljømålinger

NOTAT

Til: Følgegruppen for Miljøstyrelsens Referencelaboratorium

CC:

Fra: Mette Østergaard Filsø

Dato: 16/9-2025

QA: Peter Rerup

Emne: Analysekvalitet, sedimenter til nyttiggørelse og klapning

Problemstilling

I den nuværende Analysekvalitetsbekendtgørelse /1/ er kontrol af sedimenter inddelt i 3 bilag:

- 1.11 Overvågning af fersk sediment
- 1.12 Overvågning af marint sediment
- 1.13 Kontrol af sediment og oprensnings- og uddybningsmateriale til bypass, nyttiggørelse eller klapning

Bilagene indeholder de parametre, der har været behov for at definere analysekvalitetskrav for. Der er imidlertid et behov for at skærpe kravene for analyse af uorganiske sporstoffer i bilag 1.13, og helst en ensretning af disse krav med bilag 1.12.

De uorganiske sporstoffer i bilag 1.13 omfatter: Arsen (As), bly (Pb), cadmium (Cd), chrom (Cr), kobber (Cu), kviksølv (Hg), nikkel (Ni), og zink (Zn).

Dette notat undersøger muligheden for at skærpe analysekvalitetskravene for de uorganiske sporstoffer i bilag 1.13, både fra et teoretisk perspektiv og ud fra en høring i, hvad de danske analyselaboratorier kan udføre i dag.

Ud over de uorganiske sporstoffer ønskes en vurdering af, hvilke analysekvalitetskrav, der kan stilles til analyse af total nitrogen (TN) og total phosphor (TP) på både marint sediment og sedimenter til klapning. Dette afdækkes også i dette notat.

Baggrund

Miljøstyrelsen skriver følgende om klapning på havet /2/:

"Oprensninger og uddybning af Danmarks hundredvis af havne og sejlrender er en nødvendig foranstaltning for søtransporten og for driften af havnene. Det overskydende havbunds-materiale efter sådanne projekter kan i nogle tilfælde nyttiggøres til forskellige formål som kystfodring og opfyldning. Hvis nyttiggørelse ikke er en mulighed, kan materialet bortskaffes på havet. Denne praksis kaldes klapning eller dumpning. Klapning kan potentielt være skadeligt for miljøet eller påvirke andre aktiviteter på havet og derfor kræver det en myndighedstilladelse fra Miljøstyrelsen."

Der skelnes i klapsager mellem to forskellige typer sediment: Uddybningslaget og oprensningsslaget. Uddybningslaget er alt, der findes under den officielle vanddybde, mens oprens-

ningslaget er det lag, der eventuelt har aflejret sig oven på uddybningslaget. Oprensningslaget stammer fra havnens brug og har en højere risiko for forurening end uddybningslaget. Denne forurening kan potentielt have betydning for analyserne og resultere i øget interferens og dermed øgede detektionsgrænser. I alle tilfælde kan materialerne dog kategoriseres som marint sediment.

Analysekvalitet

Tabel 1 opsummerer Analysekvalitetsbekendtgørelsens krav til analyse af de uorganiske sporstoffer for hhv. marint sediment (bilag 1.12) og sediment til nyttiggørelse og klapning (bilag 1.13). Det ses, at kravene for marint sediment er lavere med en faktor 2-20 i forhold til sedimenter til nyttiggørelse og klapning. Til gengæld er U_{rel} lavere for sedimenter til klapning end for marint sediment.

Tabel 1: Nuværende kvalitetskrav for uorganiske sporstoffer fra Analysekvalitetsbekendtgørelsens bilag 1.12 Overvågning af marint sediment og 1.13 Kontrol af sediment og oprensings- og uddybningsmateriale til bypass, nyttiggørelse eller klapning

Parameter	Matrix	LD [mg/kg TS]	U_{abs} [mg/kg TS]	U_{rel} [%]	Metode
Arsen	Marint sediment	0,1	0,5	50	M021
	Sediment til klapning	2	10	30	M021
Bly	Marint sediment	1	5	50	M021
	Sediment til klapning	5	20	30	M021
Cadmium	Marint sediment	0,03	0,2	50	M021
	Sediment til klapning	0,05	0,2	30	M021
Chrom	Marint sediment	1	5	50	M021
	Sediment til klapning	5	20	30	M021
Kobber	Marint sediment	1	5	50	M021
	Sediment til klapning	2	10	30	M021
Kviksølv	Marint sediment	0,005	0,02	50	M021
	Sediment til klapning	0,03	0,1	30	M021
Nikkel	Marint sediment	0,5	2	50	M021
	Sediment til klapning	3	10	30	M021
Zink	Marint sediment	5	15	50	M021
	Sediment til klapning	15	50	30	M021

I Miljøstyrelsens liste over kvalitetskriterier for miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet /3/ skelnes mellem sedimentkvalitetskriterier (SKK) i ferskvand og saltvand. Der er ikke separate SKK for sedimenter til nyttiggørelse og klapning. De tilgængelige SKK er angivet i Tabel 2 sammen med detektionsgrænserne (LD) fra Tabel 1. To af kvalitetskriterierne er fastsat som nationale miljøkvalitetskrav for sediment i BEK nr. 796 af 13/06/2023 /14/, men flere metaller er hverken angivet med miljøkvalitetskrav eller -kriterier. Der er dog angivet en detektionsgrænse for måling af sediment fra søer i NOVANA-programbeskrivelsen 2011-2015 /15/, og denne er medtaget i Tabel 2.

*Tabel 2: Nuværende sedimentkvalitetskriterier (SKK) for saltvand og gældende miljøkvalitetskrav sammenlignet med detektionsgrænsekravene (LD) i NOVANA 2011-2015 (for søer), samt i Analyse kvalitetsbekendtgørelsens bilag 1.12 Overvågning af marint sediment og 1.13 Kontrol af sediment og oprensings- og uddybningsmateriale til bypass, nyttiggørelse eller klappning. Orange markering: SKK < LD*10. Rød markering: SKK < LD.*

Parameter [Enhed]	SKK _{saltvand} [mg/kg TS]	Miljøkvalitetskrav [mg/kg]	LD _{sediment, søer} NOVANA [mg/kg TS]	LD _{marint sediment} [mg/kg TS]	LD _{sediment til klappning} [mg/kg TS]
Arsen	0,4	Ingen krav	0,2	0,1	2
Bly	163	163	1	1	5
Cadmium	3,8	3,8	0,03	0,03	0,05
Chrom	9,2 Chrom(VI), 9,2 Chrom(III)	Ingen krav	1	1	5
Kobber	Ikke tilgængelig	Ingen krav	0,2	1	2
Kviksølv	Ikke tilgængelig	Ingen krav	0,01	0,005	0,03
Nikkel	6,8	Ingen krav	0,5	0,5	3
Zink	Ikke tilgængelig	Ingen krav	5	5	15

Ifølge Kommissionens Direktiv 2009/90/EF /8/ stilles som mindstekrav, at de anvendte analysemetoders kvantifikationsgrænse er 30% af det pågældende miljøkvalitetskrav eller lavere. Dermed bør detektionsgrænsen være maksimalt 10% af kvalitetskravet. Da der kun er to miljøkvalitetskrav tilgængelige, sammenlignes med SKK værdierne i Tabel 2, hvor det er markeret med orange, hvis den gældende LD fra Analyse kvalitetsbekendtgørelsen er højere end 10% af SKK. En enkelt LD er højere end SKK, denne er markeret med rød.

Det ses i Tabel 2, at der er enkelte parametre, for hvilke kommissionens krav ikke er opfyldt. Det bemærkes dog også i direktivet, at hvis det ikke er muligt at overholde kravet, bør den bedste tilgængelige teknik, der ikke medfører uforholdsmæssigt store omkostninger, anvendes.

Der er i den nuværende Analyse kvalitetsbekendtgørelse ikke stillet kvalitetskrav til analyse af total nitrogen og total phosphor i hverken marint sediment eller sediment til nyttiggørelse og klappning. Tabel 3 viser et overblik over analyse kvalitetskravene for andre faste matricer.

Tabel 3: Nuværende kvalitetskrav for total phosphor og total nitrogen fra Analyse kvalitetsbekendtgørelsens bilag 1.11 Overvågning af fersk sediment, bilag 1.14 Spildevandsslam, og bilag 1.10 Kontrol af jord.

Parameter	Matrix	LD [g/kg TS]	U _{abs} [g/kg TS]	U _{rel} [%]	Metode
Total phosphor	Fersk sediment	0,05	0,2	30	M024
Total phosphor	Spildevandsslam	0,2	0,5	15	M024
Total nitrogen	Spildevandsslam	1	3	15	M023
Total nitrogen	Jord	0,1	0,2	20	M023

Analysemetoder

Oplukning af sedimentprøver til analyse for uorganiske sporstoffer skal ifølge Referencelaboratoriets metodedatablad M021 /4/ udføres efter DS 259 (seneste udgave) /5/ eller EN ISO 15587-2 (seneste udgave) /6/. Begge disse standarder foreskriver oplukning i salpetersyre (HNO₃). For marint sediment omfattet af national overvågning skal oxidationen dog foregå ved en blanding af flussyre (HF) og en oxiderende syre, f.eks. ifølge Loring, D.H. og Rantala, R.T.T./7/. Den efterfølgende analyse kan foretages med enten atomabsorptions spektrofotometri (AAS), atomfluorescensspektrometri (AFS) eller induktivt koblet plasma (ICP) metoder.

Total phosphor i slam og sediment oplukkes ifølge Referencelaboratoriets metodedatablad M024 /9/ i henhold til samme standarder som de uorganiske sporstoffer. Alternativt kan anvendes oplukning i henhold til Nordforsk Publication 1975:6 /10/. Der er ikke metodekrav til analysen.

Total nitrogen i sediment har for nuværende intet metodedatablad, da der ikke stilles analysekrav til parameteren i Analyse kvalitetsbekendtgørelsen. Jord og slam analyseres efter Referencelaboratoriets metodedatablad M023 /11/, og prøven kan enten oplukkes ved brug af Nordforsk Publication 1975:6, Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser (FAJ), Landbrugsministeriet metode 4 /12/, eller analyseres efter DS/EN 16168 (seneste udgave) /13/. Nordforsk-metoden er udarbejdet til matricen sediment, mens FAJ er til matricen jord og DS/EN 16168 har anvendelsesområdet jord, slam og bioaffald.

Der er ikke særskilte metodekrav til sedimenter til klappning.

I DANAKs metodelister kan "sedimenter" vælges som prøvetype/emne, mens typen af sediment kan angives som yderligere specifikation. Nogle laboratorier skelner mellem fersk og marint sediment, men der er med en enkelt undtagelse ikke opnået særskilt akkreditering for sedimenter til klappning. Denne mangel på opdeling besværliggør vurderingen af analyseudfordringer på sedimenter til klappning, da det for laboratorierne er svært at skelne mellem disse og marint sediment. Eventuelle interferenser, der måtte optræde i særlig grad i sedimenter til klappning og som potentielt fører til øget usikkerhed og/eller en hævelse af detektionsgrænsen, vil for laboratorierne blive anset som interferenser på marint sediment som helhed.

Analyse kvaliteten i praksis

Referencelaboratoriet har i forbindelse med udarbejdelsen af dette notat udsendt en høring til de danske analyselaboratorier for at undersøge den praktiske analysekvalitet for sedimenter til klappning. To laboratorier har svaret på høringen, og der udtrykkes generelt udfordringer med at overholde kravene for de uorganiske sporstoffer på marint sediment grundet interferens på analysen. Ofte leder interferensen til en hævelse af detektionsgrænsen.

Tabel 4 nedenfor følger et sammendrag af informationen, som laboratorierne har delt:

Tabel 4: Opsummering af den praktiske analysekvalitet for uorganiske sporstoffer, baseret på Referencelaboratoriets høring af de danske analyselaboratorier

Parameter	Overholdelse af krav til marine sedimenter	Overholdelse af krav til sedimenter til klappning
Arsen	Krav for U_{abs} og LD ikke overholdt eller overholdes kun vanskeligt	Krav overholdt*
Bly	Krav overholdt	Krav overholdt*
Cadmium	Krav overholdt	Krav overholdt*
Chrom	Krav overholdt	Krav overholdt*
Kobber	Krav overholdt	Krav overholdt*
Kviksølv	Krav for U_{abs} og DL ikke overholdt	Krav overholdt*
Nikkel	Krav for U_{abs} ikke overholdt	Krav overholdt*
Zink	Krav for U_{abs} ikke overholdt af begge laboratorier	Krav overholdt*

*Et laboratorium har opgivet analysekvalitet for hhv. fersk og marint sediment, da de ikke har separate værdier for sedimenter til klappning. Antages det, at U_{rel} for fersk sediment kan anvendes, er kravene overholdt.

For total nitrogen og total phosphor sammenlignes med kravene for de faste matricer, som er givet i Tabel 3. Sammenligningen ses i Tabel 5. Metoden, der anvendes til analyse af total nitrogen er i begge tilfælde DS/EN 16168.

Tabel 5: Opsummering af den praktiske analysekvalitet for total nitrogen og total phosphor, baseret på Referencelaboratoriets høring af de danske analyselaboratorier

Parameter	Overholdelse af krav til fersk sediment	Overholdelse af krav til spildevandsslam
Total phosphor	Krav overholdt*	Krav overholdt*
Parameter	Overholdelse af krav til jord	Overholdelse af krav til spildevandsslam
Total nitrogen	Kun delvist overholdt*	Krav overholdt*

*Et laboratorium har opgivet værdier i vådvægt. Disse vil give varierende kvalitetsværdier i tørvægt afhængig af prøvens tørstofindhold. For prøver med 100% TS er kravet overholdt.

Løsning

Uorganiske sporstoffer

Laboratorierne har i dag svært ved at skelne mellem sedimenter til klapning og marine sedimenter. Derfor vil en skærpelse af kravene for sedimenter til klapning som udgangspunkt ikke være et problem. Dog vurderer Referencelaboratoriet, at det er bekymrende, at analysekvaliteten for marine sedimenter ikke i kan overholdes af laboratorierne for alle uorganiske sporstoffer. Konsekvensen er, at en skærpelse af kravene for sedimenter til klapning kan lede til, at laboratorierne ikke kan opretholde deres akkreditering, hvis de skulle have en sådan specifikt for sedimenter til klapning. Det er desuden bekymrende, at der meldes om udfordringer med interferens og hævede detektionsgrænser for alle uorganiske sporstoffer.

Referencelaboratoriet anbefaler, at kravene for sediment til klapning sættes lig kravene for marint sediment for alle parametre. Ændringen bør laves med en god varslings således at laboratorierne får mulighed for at forbedre deres analysekvalitet inden de skærpede krav træder i kraft. Derudover mener Referencelaboratoriet, at der bør laves en afdækning af analysekvaliteten for alle uorganiske sporstoffer i marint sediment, hvis muligt med inkorporering af præstationsprøvningsdata.

Total nitrogen og total phosphor

Ud fra Referencelaboratoriets høring ses, at begge parametre analyseres på sedimenter til nyttiggørelse og klapning allerede i dag hos de danske analyselaboratorier. Det vil derfor ikke være problematisk at tilføje analysekvalitetskrav til disse i en kommende revision af Analysekvalitetsbekendtgørelsen.

Da der generelt udtrykkes udfordringer med interferens fra marint sediment, vurderer Referencelaboratoriet, at analysekvalitetskravene for total phosphor bør sættes højere end for fersk sediment. Dette er også i tråd med analysekvalitetskravene for totalt organisk carbon (TOC), hvor detektionsgrænsen for marint sediment er dobbelt så høj som for fersk sediment.

Ligeledes for total nitrogen bør der tages højde for en mulig interferens fra marint sediment. Laboratoriernes anvendte metode, DS/EN 16168, omfatter ikke sediment som en del af anvendelsesområdet. Derfor bør analysekvalitetskravene sættes konservativt, og det bør undersøges i et fremtidigt projekt, om metodedatablad M023 kan udvides til at omfatte sedimenter.

På baggrund af ovenstående foreslår Referencelaboratoriet følgende analysekvalitetskrav:

Tabel 6: Forslag til kvalitetskrav for total nitrogen og total phosphor til Analysekvalitetsbekendtgørelsens bilag 1.12 Overvågning af marint sediment og 1.13 Kontrol af sediment og oprensings- og uddybningsmateriale til bypass, nyttiggørelse eller klapning

Parameter	LD [g/kg TS]	U _{abs} [g/kg TS]	U _{rel} [%]	Metode
Total phosphor	0,1	0,5	30	M024
Total nitrogen	0,5	2	30	

Høring

Notatet har været i høring hos Referencelaboratoriets følgegruppe, overvågnings laboratoriegruppe, Overvågningen - MFS og punktkilder, Overvågningen - Marint vand, Det marine fagdatacenter og de danske analyselaboratorier.

Hvad har høring givet anledning til:

Mindre redaktionelle ændringer.

Forskel fra i dag

Analysekvalitetsbekendtgørelsens bilag 1.13 Kontrol af sediment og oprensings- og uddybningsmateriale til bypass, nyttiggørelse eller klappning foreslås ændret på følgende parametre (Tabel 7):

Tabel 7: Forslag til ændring af Analysekvalitetsbekendtgørelsens bilag 1.13 Kontrol af sediment og oprensings- og uddybningsmateriale til bypass, nyttiggørelse eller klappning

Parameter	LD [mg/kg TS]	U _{abs} [mg/kg TS]	U _{rel} [%]	Metode	Ændring
Arsen	0,1	0,5	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Bly	1	5	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Cadmium	0,03	0,2	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Chrom	1	5	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Kobber	1	5	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Kviksølv	0,005	0,02	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Nikkel	0,5	2	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Zink	5	15	50	M021	U _{abs} , U _{rel} og LD
Total phosphor	0,1	0,2	30	M024	Tilføjet
Total nitrogen	0,5	1	30		Tilføjet

Desuden anbefales tilføjelse af total nitrogen og total phosphor til bilag 1.12 Overvågning af marint sediment og bilag 1.13 (Tabel 8):

Tabel 8: Forslag til ændring af Analysekvalitetsbekendtgørelsens bilag 1.12 Overvågning af marint sediment

Parameter	LD [g/kg TS]	U _{abs} [g/kg TS]	U _{rel} [%]	Metode	Ændring
Total phosphor	0,1	0,5	30	M024	Tilføjet
Total nitrogen	0,5	2	30		Tilføjet

Ændringerne forventes at træde i kraft ved kommende revision af Analysekvalitetsbekendtgørelsen.

Referencer

- /1/ Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger, nr 811 af 19/06/2024
- /2/ <https://mst.dk/erhverv/groen-produktion-og-affald/klappning/om-klappning-paa-havet>
- /3/ <https://mst.dk/erhverv/sikker-kemi/kemikalier/graensevaerdier-og-kvalitetskriterier/kvalitetskriterier-for-miljoefarlige-forurenende-stoffer-i-vandmiljoet>
- /4/ Metodedatablad M021, "Metaller i jord, slam og sediment", V03/27.05.2019

- /5/ DS 259:2003, "Vandundersøgelse – Bestemmelse af metaller i vand, jord, slam og sedimenter – Almene principper og retningslinjer for bestemmelse ved atomabsorptionsspektrofotometri i flamme"
- /6/ DS/EN ISO 15587-2:2003, "Vandundersøgelse – Oplukning af udvalgte stoffer, del 1: Salpetersyreoplukning"
- /7/ Loring, D.H. og Rantala, R.T.T.: "Manual for the geochemical analysis of marine sediments and suspended particulate matter." Earth-Science Reviews 32: 235-283. 1992.
- /8/ KOMMISSIONENS DIREKTIV 2009/90/EF af 31. juli 2009 om tekniske specifikationer for kemisk analyse.
- /9/ Metodedatablad M024, "Total phosphor i slam og sediment", V03/29.08.2022
- /10/ Rapport från arbetsgruppen för vattenanalys. Nordforsk, Miljövårdssekretariatet, publikation 1975:6
- /11/ Metodedatablad M023, "Total nitrogen i jord og slam", V03b/28.04.2025
- /12/ Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser, Landbrugsministeriet metode 4: Totalkvælstof. https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/Landbrugsinfo/Publik/B/8/D/JPBA_laboratorie_metoder
- /13/ DS/EN 16168:2012, "Slam, bioaffald og jord – bestemmelse af totalnitrogen ved tørforbrændingsmetode"
- /14/ Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand, BEK nr 796 af 13/06/2023
- /15/ NOVANA, Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen 2011-2015, Programbeskrivelse 2. del