



Dette notat er interaktivt, hvorved eksterne referencer tilgængelige vha [hyperlinks](#) i fodnoter. For at sikre kontinuerlig tilgængelighed er disse hosted på GeoHav's webserver. Citater er fremhævet som *således*.



GeoHav er en privat og uvildig tænketank med det ene formål at eksponere den reelle tilstand af Dansk havmiljø og fungerer i almenvællets interesse som autonom efterforskningsenhed.

VURDERING AF MILJØKVALITETSKRITERIER FOR UDVIDELSE AF AARHUS HAVN

BAGGRUND

Når materiale klappes til søs falder det gennem havet mod havbunden. En række komplekse parametre spiller ind på denne proces; havstrømme, vandtemperatur, meteorologi og ikke mindst beskaffenheden og forureningsgraden af det klappede materiale. Når materialet klappes i vandsøjlen suspenderes dette (svæver i vandet) afhængigt af densitet og kornstørrelse i en variabel periode og påvirkes af vekslende strømforhold, hvorved der opstår et potentiale for udvaskning af miljøfremmede stoffer.

På baggrund af meget få præsenterede analyser har COWI i Miljøkonsekvensrapporten¹ (i det følgende benævnt MKR) for udvidelsen af Aarhus Havn vurderet at flere millioner kubikmeter materiale, som skal bundudskiftes i forskellige faser af flere projekter, ikke er belastet af miljøfremmede stoffer og at klapningen ikke vil forårsage målelige ændringer i indholdet af miljøfremmede stoffer i sedimentet på klappladsen grundet at noget af det finkornede materiale vil udvaskes under optagning og klapning, hvorved nogle af stofferne frigives til vandsøjlen og andre, der forbliver adsorberet til de finkornede partikler, føres med strømmen ud af klapområdet. Hertil kommer som nævnt ovenfor, at finkornet materiale over tid vil transporteres væk fra området, indtil kornstørrelsesfordelingen svarer til den nuværende. I MKR vurderer COWI derfor på udvaskningspotentialet for tungmetaller til vandsøjlen med henblik på overholdelse af gældende miljøkvalitetskrav fastsat i *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*.

COWI beskriver i MKR afsnit 10.5 at baggrundsværdier for tungmetaller i havvand er ikke indsamlet systematisk. De indgår som en forudsætning af fortyndingsberegninger, så myndighederne kræver dem således indirekte uden at fremlægge et dataset, man kan bruge. Derfor er man henvist til de bedste data, der er tilgængelige. Ofte sættes den eksisterende baggrund til 0, men det er fysisk ikke korrekt og giver anledning for lave krav til den nødvendige fortynding. I dette tilfælde er der anvendt målinger fra KBH Kommune udført i København Yderhavn.

GeoHav har bidt mærke i at de bedste data, som COWI har identificeret som målinger fra Københavns Kommune udtaget i Københavns yderhavn i 2017, er gengivet uden yderligere reference og analysedokumentation. Disse data er benyttet i MKR tabellerne 10-4, 10-5 samt 10-6 og yderligere til beregninger af stoffrigivelse ved klapning i bilagsmateriale til MKR.

GeoHav finder det bemærkelsesværdigt at COWI i forbindelse med den tekniske dokumentation til Miljøkonsekvensrapporten for Lynetteholm udtog 6 havvandsprøver i Kongedybet (Øresund) i juli 2020 som grundlag for beregninger af miljøkvalitetskrav i vandfase i projektets anlægsfase, hvor en større mængde markant forurenede materiale skal opgraves og delmængder heraf klappes i Køge Bugt.

I det følgende påvises i diagrammer (FIGUR 3 til FIGUR 9) hvorledes der er signifikante forskelle på COWIs egne data fra Kongedybet 2020 og de benyttede refererede værdier fra Københavns yderhavn 2017.

Således har COWI fravalgt egne data for eksisterende koncentrationen af tungmetallerne Arsen, Bly, Cadmium, Chrom, Kobber, Nikkel samt Zink i opløst fase til fordel for benyttelsen af et ældre datasæt (*bedste data*) uden medfølgende saglig dokumentation i MKR.

Tabel 10-4 Beregninger af initialfortyndingen af frigivet metal og TBT under uddybning sammenholdt med Miljøkvalitetskravene specificeret i BEK nr. 1625 af 19/12/2017 "Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand". Den resulterende koncentration efter initialfortynding (kolonne 5) skal være mindre end det resulterende Miljøkvalitetskrav (kolonne 8).

1 Stof	2 Beregnede spildrater af frigivet metal og TBT under uddybning (mg/sekund)	3 Overkoncentrationer efter initialfortynding (µg/L)	4 I forvejen eksisterende koncentration** (µg/L)	5 Resulterende koncentration efter initialfortynding (µg/L)	6 Miljøkvalitetskrav BEK1625 (µg/L)	7 Naturlig baggrundskoncentration (µg/L)**	8 Resulterende Miljøkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/L)
Arsen (As)	0,113	0,0036	1,06	1,064	0,6 (tilføjet*)	0,93	1,53
Bly (Pb)	0,63	0,020	0,56	0,58	1,3	-	1,3
Cadmium (Cd)	0,0019	0,0001	0,025	0,0251	0,2	-	0,2
Chrom (Cr)	0,111	0,004	0,368	0,38	3,4	-	3,4
Kobber (Cu)	0,151	0,005	0,68	0,685	1 (tilføjet*) 4,9 (maks.)	0,9	1,9
Kviksølv (Hg)	0,00187	0,0001	0,082	0,082	0,07	-	0,07
Nikkel (Ni)	0,64	0,021	0,5	0,52	8,6	-	8,6
Zink (Zn)	2,5	0,08	4,3	4,4	7,5 (tilføjet*)	4	11,5
TBT	0,000.14	0,000.004	0	0,000.004	0,000.2	-	0,000.2

*Tilføjet betyder at det resulterende miljøkvalitetskrav (kolonne 8) svarer til Miljøkvalitetskravet (kolonne 6) plus Naturlig baggrundskoncentrationen (kolonne 7).
**Der foreligger ikke informationer om baggrundsniveauerne i Aarhus Havn. Der er benyttet baggrundsniveauer for Københavns Havn.

FIGUR 1

MILJØKVALITETSKRAV, AFGRENSNING OG FORTOLKNING

I det følgende tages der alene udgangspunkt i miljøkvalitetskrav for opløst fase for tungmetaller i dansk havmiljø. Udvasning fra de i MKR opsatte mængder af materiale til klapning som følge af bundudskiftning vurderes ikke. Dog er både den naturlige og den eksisterende baggrundskoncentration af de respektive tungmetaller opløst i vandfasen en vital faktor i beregningerne af overholdelsen af miljøkvalitetskravene. Som det påvises i det følgende er den eksisterende koncentration stærkt varierende og den naturlige en forholdsvis ukendt faktor.

GeoHav vurderer at den for vandfase naturlige baggrundskoncentration er den koncentration af et stof som måtte være udvasket til opløst fase fra geologisk rent materiale (eksempelvis udvaskning af suspenderet sediment) uden nogen påvirkninger fra antropogen aktivitet. Ligeledes vurderes den eksisterende baggrundskoncentration som et udtryk for merkoncentrationer fra eksempelvis udledninger af

¹ Dokumentnr PD-003 : UDVIDELSE AF AARHUS HAVN – YDERHAVNEN MILJØKONSEKVENSRAPPORT, COWI oktober 2021

2. marts 2021

Initialer: TH, JJ, MR, SR

Ver 2

spildevand, nedbrydning af malingsrester fra skibsvrag, atmosfærisk deposition, udvaskning af suspenderede forurenede sedimenter fra klappinger og generel antropogen aktivitet med meget mere. Disse vurderinger understøttes af Miljøstyrelsens vurderinger², som beskriver at den naturlige baggrundskoncentration er forskellig fra "den i forvejen forekommende koncentration", som er summen af den naturlige baggrundskoncentration og koncentrationsbidrag fra eksisterende menneskeskabte kilder til vandområdet (pkt 18). Miljøstyrelsens vurderinger beskriver (pkt 10) at miljøkvalitetskrav for vand er i bekendtgørelse³ om krav til udledning af visse forurenende stoffer og bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål angivet som henholdsvis "generelt kvalitetskrav" og "maksimumkoncentration". En maksimumkoncentration for et forurenende stof i et vandområde er det koncentrationsniveau, som aldrig må overskrides. Maksimumkoncentration for et forurenende stof har til formål at beskytte vandmiljøet mod især akut giftvirkning på vandlevende organismer. Ved tilladelse til en korttidsudledning indeholdende forurenende stoffer skal det altid sikres, at maksimumkoncentrationen overholdes. Ved tilladelse til en udledning, som ikke er en korttidsudledning, vil det især være relevant at forholde sig til, om maksimumkoncentrationen overholdes, når der forekommer større udsving i den udledte stofkoncentration.

GeoHav vurderer derfor ud fra præmissen at miljøkvalitetskravet ikke kan overholdes hvis den eksisterende koncentration i havmiljøet allerede overskrider den i BEK nr 1625 af 19/12/2017 fastsatte maksimumkoncentration for det implicite stof.

SELEKTERING OG VALIDERING AF DATA

Det har ikke været muligt at verificere de i Miljøkonsekvensrapportens tabel 10-4 samt tabel 10-5 benyttede data for *eksisterende koncentration* (kolonne 4) samt de for Arsen, Kobber og Zink benyttede værdier for *naturlig baggrundskoncentration* (kolonne 7) angiveligt fra analyser i Københavns Yderhavn udtaget af Københavns Kommune 2017 uden yderligere reference. Disse værdier er grundlaget for beregning af *resulterende koncentration efter initialfortynding* (kolonne 5) for overholdelse af *resulterende miljøkvalitetskrav* (kolonne 8).

For benyttelsen af kvalitetskravene i vandfasen jvf BEK nr 1625 af 19/12/2017 kræves der vished for de benyttede værdier for de berørte tungmetaller *gælder for vand dog for koncentrationen i opløsning, dvs. den opløste fase af en vandprøve, der er filtreret gennem et 0,45 µm-filter eller behandlet tilsvarende, eller,*

hvor det specifikt er angivet, for den biotilgængelige koncentration⁴.

Således er det efterkontrolleret at værdierne stammer fra de i analyserapporterne angivende filtrerede prøver (værdier for opløst fase) for tungmetallerne Arsen, Bly, Cadmium, Chrom, Kobber, Nikkel, Kviksølv, Nikkel samt Zink fra 6 havvandsprøver⁵ udtaget løbende fra Kongedybet i Øresund juli 2020.

GeoHav søgte 24. februar 2022 om aktindsigt i fyldestgørende dokumentation for de benyttede værdier for baggrundskoncentrationerne benyttet i tabel 10-4 (kolonne 4,7), 10-5 (kolonne 4,7) og 10-6 (kolonne 3) i dokumentnr PD-003 til verificering af de benyttede værdier, da der forelå usikkerhed om hvorvidt værdierne inkludere den partikulære fraktion af prøven.

Aktindsigten blev imødekommet 1. marts 2022 og tilvejebragte en udregningskopi⁶ med refererede data og ikke de akkrediterede analyse rapporter som giver analysen juridisk gyldighed. Udregningskopien verificerer dog at der for de i Miljøkonsekvensrapportens tabel 10-4 samt tabel 10-5 benyttede data for *eksisterende koncentration* (kolonne 4) er tale om et gennemsnit af 8 prøvers værdier for den filtrerede fraktion, hvorved værdierne kan benyttes i direkte sammenligning med øvrige data for de respektive stoffer i opløst fase.

Da der for kviksølv ikke er værdier over detektionsgrænsen i analyserne af havvandsprøverne fra Kongedybet juli 2020 er der benyttet referenceværdier fra kontrolanalyser af DHI's vandprøver taget lige opstrøms gravefartøjet før graveaktiviteterne startede⁷ under COWI's prøvegravninger⁸ på Lynetteholmsprojektet i perioden 5.- 9. juli 2021. Disse specifikke analyser er benævnt T=0 og udtaget 1 m over havbund (B) og midt i vandsøjlen (M) for prøvegravningerne PG1-PG5 (PG). Værdier fra disse analyser er ikke understøttet af analyserapporter⁹. Da der derfor foreligger uvished om hvorvidt disse analysers værdier repræsenterer alene opløst fase eller inddrager den partikulære fraktion opbevarer disse analyser ikke videnskabelig vished og er derfor alene medtaget som perspektiverende data.

For individuel vurdering er der for Kobber og Zink perspektiverende inddraget data fra Miljøstyrelsen samt hollandske data¹⁰ (benævnes i det følgende som Deltares Data) for den naturlige baggrundskoncentration i saltvand, da danske miljøkvalitetskrav for disse er miljøkvalitetskravet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration. Deltares Data vurderes at være et udemærket supplement til manglende danske naturlige baggrundsværdier, da datasættet beskriver at hvorledes de benyttede værdier er påvirket af fersk tilstrømning fra flodsystemer - hvilket er sammenligneligt med Østersøens ferske

² Spørgsmål og svar om udledning af visse forurenende stoffer til vandmiljøet, Miljøstyrelsen
Materialet er i tilfælde af døde links downloadet og sikret som kopi på GeoHavs server 26. februar 2022; <https://www.geohav.dk/pdfarchive/136145432539145.pdf>

³ BEK nr 1625 af 19/12/2017 - Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand

⁴ Del B, afsnit 4, note 6 BEK nr 1625 af 19/12/2017 - Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand

⁵ Bilag G Forsøgsresultater, Havvandsprøver Lynetteholm - Datarapport, Miljøkemi ver. 3, UDVIKLINGSELKABET BY & HAVN I/S 2020

⁶ Udregningskopi af 2017-0118300-5 Monitoring for miljøfremmede stoffer Københavns Havn 2017 22975596_10_0.xlsx

⁷ afsnit 2.1 Rapport 11823523-15 - Målinger fra prøvegravning ved Lynetteholm, DHI 12.10.2021
Data for vandprøverne forefindes i dette materiales Bilag C.1

⁸ FELTNOTAT FOR UDFØRTE PRØVEGRAVNINGER Dokumentnr HP-GEO-TN-015, Cowi 03.09.2021

⁹ Hverken BY&HAVN eller Trafikstyrelsen har udleveret analyserapporterne trods utallige anmodninger om aktindsigt.

¹⁰ Cb (marine water) Dissolved (µg/l), Table 2.1 Methods to derive natural background concentrations of metals in surface water, Deltares 2012

2. marts 2021

Initialer: TH, JJ, MR, SR

Ver 2

afstrømning af indre danske farvande. Direkte sammenligning er dog forbundet med en række usikkerheder grundet massive antropogene påvirkninger Østersø-området. Benyttelse af Deltares Data er derfor perspektiverende i mangel af bedre dansk data men vurderes at have fuld videnskabelig saglighed når datasættet holdes op mod Helcom Baltic Sea Environment Fact Sheet 2009¹¹, som angiver estimater for den eksisterende baggrundskoncentration. Specifikt for Kobber og Zink ligger Deltares Data lavere end de af Helcom angivne eksisterende koncentrationer.

For de i MKR tabel 10-4 samt tabel 10-5 anførte tungmetaller

- Cadmium, Chrom samt Nikkel ligger værdier for samtlige benyttede data markant under miljøkvalitetskravene i BEK 1625 af 19/12/2017, som for disse er gældende miljøkvalitetskrav uden yderligere beregning af den naturlige baggrundskoncentration. Diagrammer for disse tungmetaller er trods lavere end GGK værdier medtaget udelukkende til illustration af at de af COWI i MKR tabel 10-4 samt 10-5 benyttede data for Københavns yderhavn 2017 devierer markant fra COWI's egne data for Kongedybet 2020.
- Bly og Kviksølv er fastsatte miljøkvalitetskrav gældende uden yderligere indberegning af den naturlige baggrundskoncentration. Disse er således pålydende og vurderes særskilt under inddragelse af diagrammer, da miljøkvalitetskravene efter GeoHavs vurdering ikke opnåes.
- Arsen, Kobber og Zink skal miljøkvalitetskravet beregnes ud fra den naturlige baggrundskoncentration. Disse vurderes ligeledes særskilt under inddragelse af diagrammer, da miljøkvalitetskravene efter GeoHavs vurdering ikke opnåes.

DIAGRAMFORSTÅELSE

I de følgende diagrammer er det generelle kvalitetskrav (GKK) samt Maksimumkoncentrationen MKK(maks) for andet overfladevand benyttet med henholdsvis blå linje og rød linje. Overskridelser heraf er markeret med henholdsvis blå og røde søjler.

Til de af COWI benyttede værdier for eksisterende koncentration i Københavns yderhavn 2017 er der benyttet sort søjle efterfulgt af de specifikke værdier yderst til højre i diagrammerne. Øvrige målinger er differentieret med øvrige farver og til eventuelle gennemsnit af disse benyttes hvide søjler.

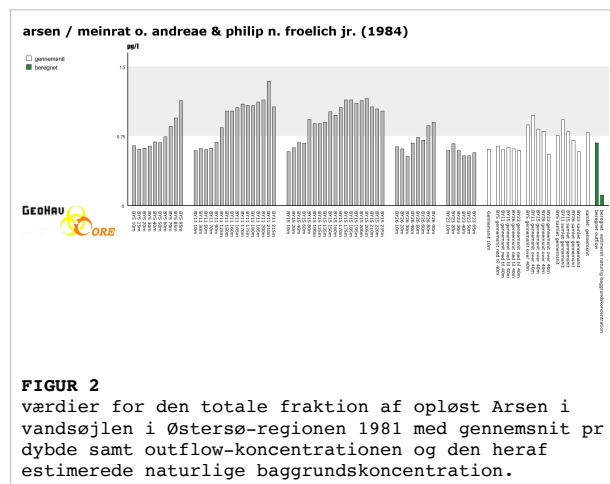
Alle værdier, bortset fra kontrolmålingerne ved DHI's prøvegravninger (markeret med grå søjler), er verificeret som værende værdier for opløst fase uden den partikulære¹² fraktion af prøven.

VURDERING ARSEN

Særligt for tungmetallet Arsen indgår i denne vurdering værdier for opløst fase fra 3 havvandsprøver¹³ udtaget fra Lillebælt 25. juni 2020, hvilken Fredericia Kommune benyttede til at fastslå et baggrundsniveau med henblik på at gennemføre en ulovlig udledning af Arsen-forurenede grundvand til Lillebælt. Disse værdier er diagrammet i FIGUR 3 anført som *Kanalbyen*. Fra denne efterforskning har GeoHav kendskab til et ældre studie¹⁴ (herefter benævnt ANDREAE and FROELICH 1984), som kan benyttes til estimering af den naturlige baggrundskoncentration.

Miljøstyrelsens CAS datablad¹⁵ benævner en naturligt forekomst for Arsen i danske farvande på 0.7 - 1.07 µg/l med referencegrundlag i en økologisk vurdering fra 1986¹⁶. Ifølge denne økologiske vurdering refereres den naturlige forekomst af arsen i vandfasen uden yderligere vurdering, dog kildeangivet Havlaboratoriet 1984.

Databladet refererer endvidere til canadiske undersøgelser¹⁷ i vandløb, som leder til antagelsen af at den naturlige baggrundskoncentration på 1 µg/l. Studiets alder, den geografiske distancering og logiske forskelle¹⁸ mellem vandløb og havområder begrundes en fravælgelse af disse canadiske undersøgelser som valideret estimat for en dansk naturlig baggrundskoncentration. Miljøstyrelsens fastsættelse af en naturlig baggrundsværdi for Arsen i opløst fase har derfor ingen nutidig videnskabelig saglighed.



¹¹ Trace Metal Concentrations and Trends in Baltic Surface and Deep Waters, Helcom Baltic Sea Environment Fact Sheet 2009

¹² Den partikulære fraktion er eventuelt sediment, spildevandsslam eller atmosfærisk deposition (nedfaldne partikler) som er suspenderet (svævende) i prøven. Efter bortfiltrering fra en havvandsprøve kan den opløste del af stoffet måles.

¹³ Analyserapport AR-20-CA-20001625-01, Eurofins, 1. juli 2020

Det bemærkes hertil at miljølaboratoriet i forbindelse med den benævnte sag har gjort opmærksom på at værdierne for den den filtrerede prøve og den ufiltrerede prøve ved en fejl er ombyttet i analyserapporten.

¹⁴ Meinrat O. Andreae & Philip N. Froelich JR. (1984) Arsenic, antimony, and germanium biogeochemistry in the Baltic Sea, Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, 36:2, 101-117, DOI: 10.3402/tellusb.v36i2.14880

¹⁵ Arsen (CAS nr. 7440-38-2), Miljøstyrelsen 2008 (opdateret 2017)

¹⁶ Arbejdsrapport nr. 2 Materialestrømsvurdering - økologisk vurdering, Miljøstyrelsen 1986

¹⁷ Priority Substances List Supporting Documentation, Canadian Environmental Protection Act, 1993

¹⁸ Strømlag, redoxforhold, m.fl.

2. marts 2021

Initialer: TH, JJ, MR, SR

Ver 2

ANDREAE and FROELICH 1984 beskriver at Østersøområdet forud for studiet ansås for at være et af de mest alvorligt forurenede havområder i verden grundet tilførsel af forurenende stoffer fra husholdnings- og industrikilder, flodudløb, atmosfærisk deposition¹⁹ og via den salte indstrømning²⁰ gennem de danske bæltter.

Studiet gennemgår analyser af prøver udtaget 11-15. juni 1981 på 5 forskellige positioner i Østersøregionen. I alt 59 værdier for den totale fraktion af opløst Arsen i vandsøjlen er illustreret i diagram i FIGUR 2. Særligt på større dybder (over 40 meter) er værdierne markante, hvilket skyldes en række komplicerede faktorer og processer som ikke beskrives nærmere her da de er fyldestgørende behandlet i studiet.

Værdier for prøver udtaget på dybder ned til 40 meter devierer svagt omkring det generelle vandkvalitetskrav på 0.6 µg/l fastsat i BEK 1625 af 19/12/2017 med et samlet beregnet gennemsnit herfor på 0.618 µg/l. Særligt for studiet gælder at prøverne er udtaget efter erkendelsen af at Østersøområdet er voldsomt forurenet.

Da prøverne er udtaget i bevidstheden om at Østersøområdet er forurenet og kontinuerligt er recipient for spildevand, øvrige punktkilder og atmosfærisk deposition kan den naturlige baggrundsværdi aldrig fastsættes til en værdi, som er højere end det videnskabeligt målelige. ANDREAE and FROELICH 1984 beregner endvidere på kilder til eksisterende koncentration, medtagende eksisterende koncentration fra tilstrømmende ferske floder, atmosfærisk deposition og beregner heraf en outflow-koncentration på 0.675 µg Arsen/l for de i studiet estimerede 450 km³ som årligt strømmer ud gennem de indre danske farvande fra Østersøen. Denne værdi medtager den antropogene (forurenende) tilførsel af Arsen samt den naturlige baggrundskoncentration.

Gennemsnittet for samtlige 59 værdier for den totale fraktioner af opløst Arsen i vandsøjlen er beregnet ud fra data i ANDREAE and FROELICH 1984, Appendix 6, til 0.788 µg Arsen/l.

Følgende beregning gennemføres under antagelsen af at dette gennemsnittet inkluderer den forurenende fraktion af opløst arsen i vandfasen. Således fratrækkes gennemsnittet outflow-koncentrationen hvorved der opnåes et konservativt estimat på den naturlige baggrundskoncentration; $0.788 - 0.675 = 0.113$ µg Arsen/l.

Det generelle kvalitetskriterie (GKK) overholdes for Arsen jvf BILAG 2 DEL B TABEL 3 i BEK 1625 af 19/12/2017 kolonne 4 i henhold til note 2 samt 5 når GKK tilføjes den naturlige baggrundskoncentration. For Arsen gælder dog jvf BILAG 2 DEL B TABEL 3 i BEK 1625 af 19/12/2017 kolonne 6 i henhold til note 3 samt 5 at pågældende kvalitetskrav, som aldrig må overskrides, overholdes i overfladevandområdet, når koncentrationen af Arsen i opløst fase i overfladevandområdet ikke overskrider maksimumkoncentrationen på 1.1 µg/l + den naturlige baggrundskoncentration.

COWI benytter i MKR tabel 10-4 samt 10-5 (kolonne 7) en værdi for naturlig baggrundskoncentration på 0.93 µg/l med reference til de benævnte værdier for Københavns yderhavn 2017, hvorfor GKK således er;

$$0.6 + 0.93 = 1.53 \text{ µg Arsen/l}$$

MKK(maks) beregnes jvf MKR;

$$1.1 + 0.93 = 2.03 \text{ µg Arsen/l}$$

Disse miljølkrav er illustreret i FIGUR 3 som *Miljølkrav iht MKR* benyttet på de benævnte datasæt.

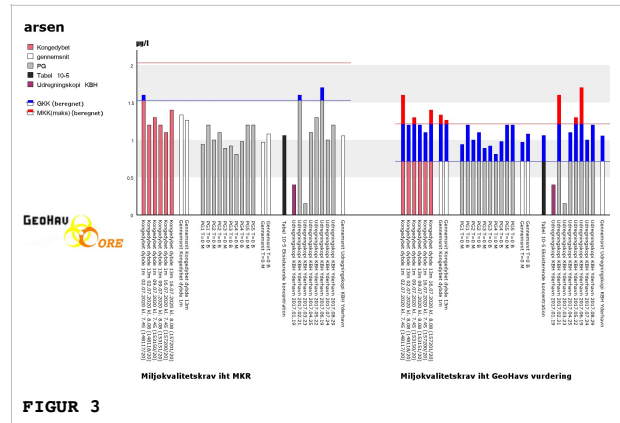
Benyttes den ud fra ANDREAE and FROELICH 1984 beregnede naturlige baggrundskoncentration på 0.113 µg Arsen/l er GKK således;

$$0.6 + 0.113 = 0.713 \text{ µg Arsen/l}$$

MKK(maks) beregnes jvf ovenstående beregning;

$$1.1 + 0.113 = 1.213 \text{ µg Arsen/l}$$

Disse miljølkrav er illustreret i FIGUR 3 som *Miljølkrav iht GeoHavs vurdering* benyttet på de benævnte datasæt.



FIGUR 3

Da den naturlige baggrundskoncentration som logisk præmis ikke kan overstige den eksisterende koncentration bortfalder integriteten af de af COWI benyttede analyser fra Københavns yderhavn, da værdier for Arsen i opløst fase i prøverne af 19. januar samt 23. marts 2017 ligger langt under den i MKR angivne naturlige baggrundskoncentration. GeoHav udleder heraf at miljølkravene ikke overholdes for Arsen.

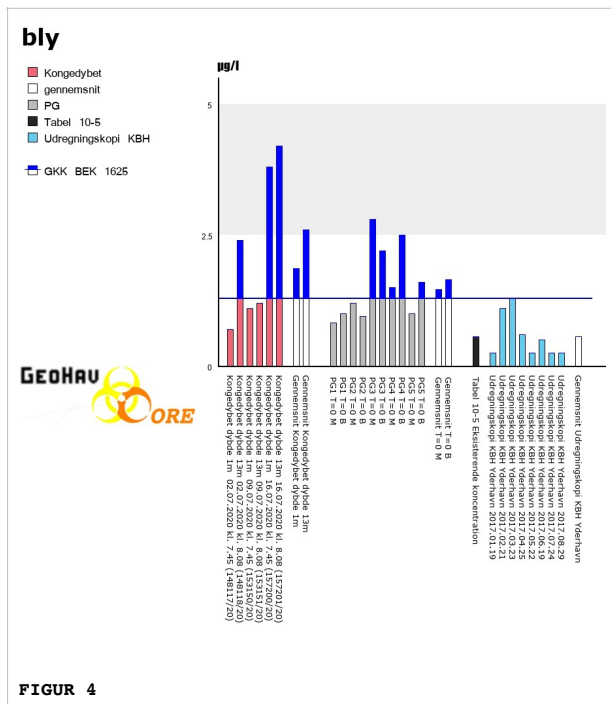
VURDERING BLY

I Miljøstyrelsens *Fastsættelse af sedimentkvalitetskriterier for Bly*²¹ beskrives metallisk bly som svært opløseligt - afhængig af bl.a. kemisk form og pH. Denne svære opløselighed er samspilende med kendte naturlige baggrundskoncentrationer og de i diagrammet i FIGUR 4 påviste lave koncentrationer af Bly i opløst fase. Miljøstyrelsens fastsættelse af sedimentkvalitetskriterier for Bly angiver baggrundsværdier for en række lande Bly opløst i overfladevand, hvoraf 50% percentilen (median-værdien) for Danmark ligger på 0.145 µg/l og for Holland ligger samme på 0.138 µg/l. Deltares Data angiver en naturlig baggrundskoncentration for opløst Bly på 0.02 µg/l. GeoHav skønner at de benævnte usikkerheder grundet massive antropogene udledninger til Østersø-området gør Miljøstyrelsens 50% percentil på 0.145 µg Bly/l for Danmark plausibel som naturlig baggrundskoncentration. Hermed oppebærer Deltares Data integritet til vurderinger på de følgende tungmetaller.

¹⁹ nedfald af miljøfremmede stoffer fra atmosfæren bla grundet antropogene emissioner.

²⁰ den jyske kyststrøm pulserer helt ind i Østersøen

²¹ Fastsættelse af sedimentkvalitetskriterier for Bly 7439-92-1, Miljøstyrelsen 2017



Jvf FIGUR 4 bemærkes det at halvdelen af prøverne for Kongedybet såvel som for DHI's prøvegravninger ved Lynetteholm har værdier over GKK på 1.3 µg Bly/l.

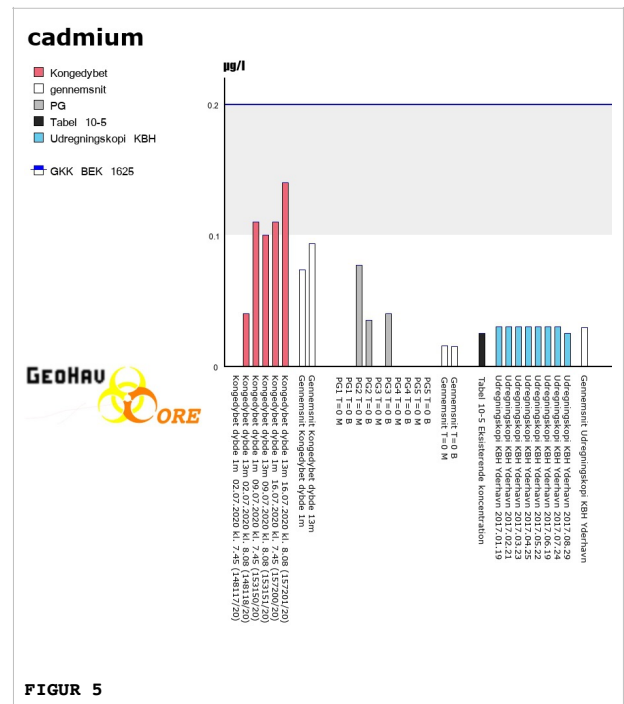
COWI's egne havvandsprøver fra Kongedybet juli 2020 har de højeste værdier, hvor gennemsnittet af disse ligger på 2.23 µg Bly/l mod de i MKR tabel 10-4 samt 10-5 benyttede værdier på 0.56 µg Bly/l, hvilket placerer COWI's i MKR benyttede værdier langt under GKK og egne nyere data.

Perspektiverende har DHI's prøvegravninger en gennemsnitsværdi på 1.558 µg Bly/l.

Trods værdierne for Kongedybet ligger markant under maksimumkoncentrationen på 14 µg Bly/l vurderes de signifikante forskelle på COWI's benyttede datasæt i MKR og egne nyere data at være en tydeliggørelse af COWI's fravalg af egne nyere data til fordel for et datasæt med lavere værdier.

VURDERING CADMIUM

Miljøstyrelsens *Fastsættelse af kvalitetskriterier for Cadmium og cadmiumforbindelser*²² beskriver at Cadmium i vandmiljøet vil adsorbere til suspenderet materiale og til sediment. Derfor vil cadmium i høj grad være at finde i sedimentet og kun i mindre grad i vandfasen. Samme angiver for saltvand en baggrundskoncentration på 0,025 µg Cadmium/l (RIVM²³, 1997). Dette matcher den naturlige baggrundskoncentration angivet i Deltares Data på 0.03 µg Cadmium/l i opløst marin fase. Hermed opbevarer Deltares Data fortsatintegritet til vurderinger på de følgende tungmetaller.



Ingen værdier for Cadmium i diagrammet i FIGUR 5 ligger over det generelle kvalitetskriterie jvf BEK 1625 af 19/12/2017 på 0.2 µg Cadmium/l.

Dog er værdierne for COWI's havvandsprøver i Kongedybet med et gennemsnit på 0.083 µg Cadmium/l markant højere end værdien 0,025 µg Cadmium/l benyttede i MKR for Københavns yderhavn, hvorved det fortsat tydeliggøres at COWI har fravalgt egne nyere data til fordel for et datasæt med lavere værdier.

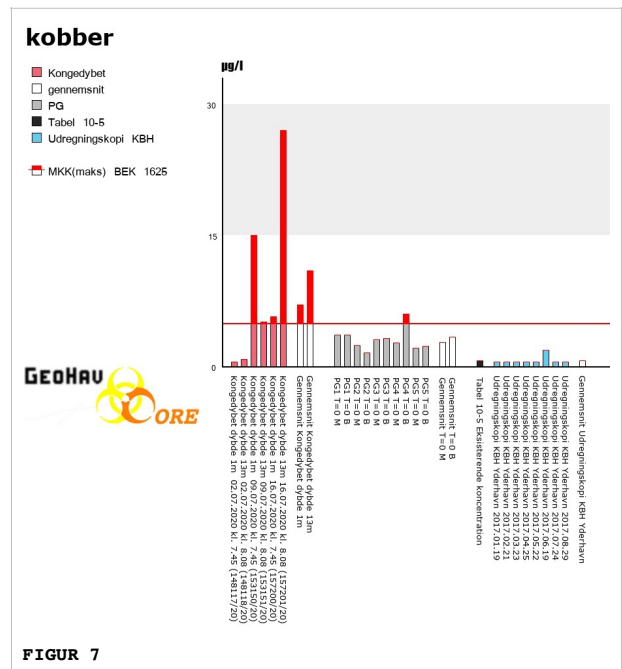
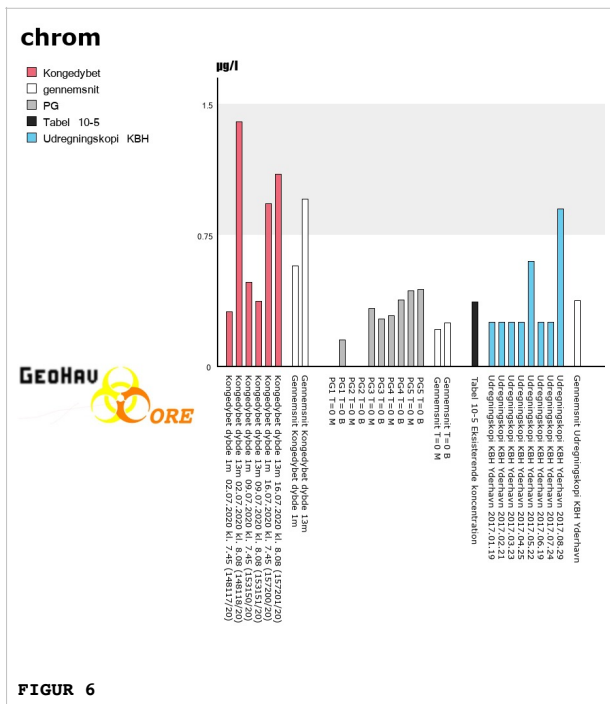
VURDERING CHROM

Samtlige værdier i samtlige benyttede datasæt for Chrom ligger langt under det generelle kvalitetskrav, hvorfor GeoHav ikke har yderligere kommentarer.

Det bemærkes dog at der trods de lave værdier også for Chrom er målbare deviationer mellem de af COWI i MKR benyttede data for Københavns yderhavn 2017 og COWI's nyere data for Kongedybet 2020.

²² Cadmium og cadmiumforbindelser (CAS nr. 7440-43-9) Fastsættelse af kvalitetskriterier, Miljøstyrelsen opdateret 2017

²³ Det hollandske nationale institut for sundhed og miljø



VURDERIN KOBBER

For Kobber gælder jvf BILAG 2 DEL B TABEL 3 i BEK 1625 af 19/12/2017 kolonne 4 i henhold til note 2, 5 samt 6 at pågældende kvalitetskrav overholdes i overfladevandområdet, når koncentrationen af Kobber i opløst fase i overfladevandområdet ikke overskrider den i kvalitetskravet på 1 µg/l, hvor summen aldrig må overskride 4.9 µg/l. Maksimumkoncentrationen er jvf kolonne 6 note 3, 5 samt 6 fastsat til 2 µg/l + den naturlige baggrundskoncentration, hvor summen ligeledes aldrig må overskride 4.9 µg/l. Således er der for Kobber en maksimumkoncentration på 4.9 µg/l uagtet den naturlige baggrundskoncentration.

COWI benytter i MKR tabel 10-4 samt 10-5 (kolonne 7) en naturlig baggrundsværdi for Kobber på 0.9 µg/l uden yderligere saglig dokumentation.

I Miljøstyrelsens fastsættelse af kvalitetsgrænseværdier²⁴ benævnes at Kobber er naturligt forekommende med baggrundsværdier i Danmark formentlig omkring 0,25 µg/l.

Deltares Data angiver en naturligt baggrundsværdi for Kobber i opløst fase på 0.3 µg/l.

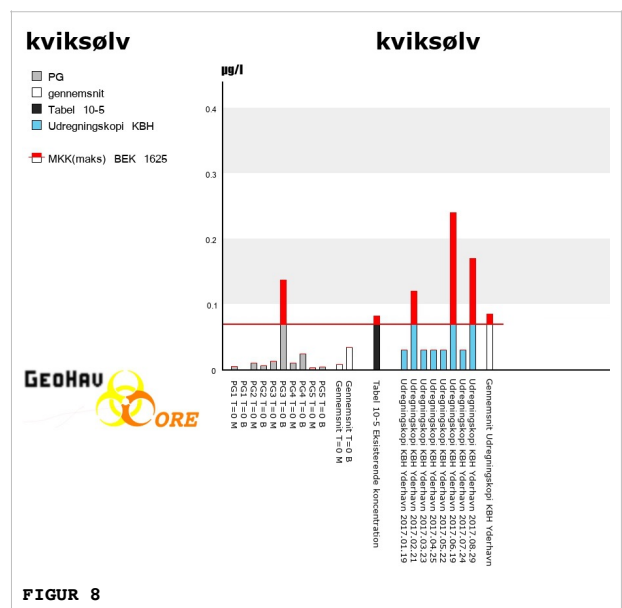
Grundet markante koncentrationer jvf FIGUR 7 for kobber i opløst fase i COWI's data for Kongedybet 2020, hvilke overskrider maksimumkoncentrationen på 4.9 µg Kobber/l, fravælges yderligere vurderinger af den minimale difference imellem den af COWI benyttede naturlige baggrundsværdi i MKR og Deltares Data, som vurderes identisk med Miljøstyrelsens estimat. Geohav vurderer ud fra de ekstreme deviationer mellem datasættene at miljøkvalitetskravet for Kobber er overskredet.

VURDERING KVIKSØLV

Kviksølv forekommer i opløst fase som vandopløselige kviksølvforbindelser, eksempelvis kviksølvchlorid og metylkviksølv.

I COWI's data for Kongedybet 2020 var alle værdier for Kviksølv under miljølaboratoriets detektionsgrænse.

Jvf FIGUR 8 er der i de af COWI benyttede data fra Københavns Yderhavn er række markante værdier for Kviksølv i opløst fase. Trods flere lavere værdier skjules overskridelsen af maksimumkoncentrationen ikke af den gennemsnitsberegning som ligger til grund for værdien i tabel 10-4 samt 10-5 (kolonne 4) i MKR. For Kviksølv må maksimumkoncentrationen aldrig overskrides hvis kvalitetskravet skal efterleves. Geohav vurderer at miljøkvalitetskravet for Kviksølv er overskredet.



²⁴ Kobber (CAS 7440-50-8). Fastsættelse af kvalitetsgrænseværdier, Miljøstyrelsen rev 2015

NOTAT

2. marts 2021

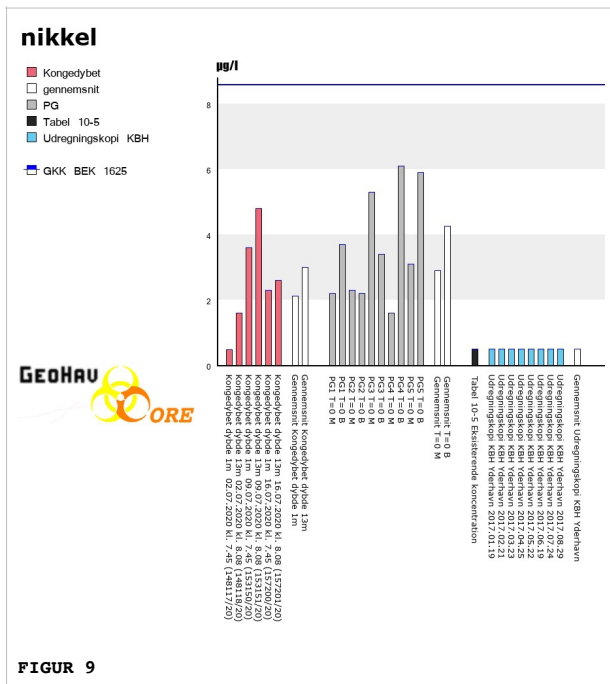
Initialer: TH, JJ, MR, SR

Ver 2

VURDERING NIKKEL

Samtlige værdier i samtlige benyttede datasæt for Nikkel ligger langt under det generelle kvalitetskrav, hvorfor GeoHav ikke har yderligere kommentarer.

Det bemærkes dog jvf FIGUR 9 at der er markante deviationer mellem de af COWI i MKR benyttede data for Københavns yderhavn 2017 og COWI's nyere data for Kongedybet 2020.



VURDERING ZINK

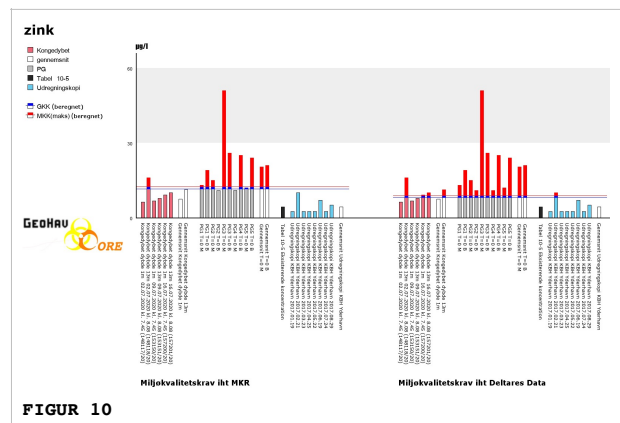
For Zink gælder jvf BILAG 2 DEL B TABEL 3 i BEK 1625 af 19/12/2017 kolonne 6 i henhold til note 3 samt 5 at pågældende kvalitetskrav, som aldrig må overskrides, overholdes i overfladevandområdet, når koncentrationen af stoffet i opløst fase i overfladevandområdet ikke overskrider den anførte maksimumkoncentration på 8.4 µg/l + den naturlige baggrundskoncentration. Ligeledes er det jvf BILAG 2 DEL B TABEL 3 i BEK 1625 af 19/12/2017 kolonne 4 i henhold til note 2 samt 5 gældende for det generelle vandkvalitetskrav at dette overholdes når koncentrationen af stoffet i opløst fase i overfladevandområdet ikke overskrider det anførte kvalitetskrav på 7.8 µg/l + den naturlige baggrundskoncentration.

Trods den meget lille difference mellem generelt kvalitetskrav og maksimumkoncentrationen er der som med de øvrige naturlige baggrundskoncentrationer mangel på valid data. Miljøstyrelsens fastsættelse af vandkvalitetskriterier²⁵ angiver ikke for dansk havmiljø en naturlig baggrundsværdi men refererer at udkastet til EU-risikovurdering (sept. 2006) er angivet følgende baggrundsværdier for Zn opløst i vandet: Nordsøen 1 µg/l, Tyskland 1 µg/l (gennemsnit), Frankrig 3-13 µg/l, Finland 1,5-25 µg/l, Norge 1,2 µg/l, Nederlandene 2,8 µg/l. For nogle af landene dækker spandet formentlig også forurenede områder eller områder med særligt store forekomster af Zn. Disse baggrundsværdier vurderes af GeoHav ikke at have integriteten til fastlæggelse af den naturlige baggrundskoncentration.

COWI benytter i MKR tabel 10-4 samt 10-5 (kolonne 7) en naturlig baggrundsværdi på 4 µg Zink/l uden yderligere saglig dokumentation.

Således beregnes miljøkvalitetskravene for *Miljøkvalitetskrav iht MKR i FIGUR 10*;
GKK : 7.5 + 4 = 11.5 µg Zink/l
MKK(maks) : 8.4 + 4 = 12.4 µg Zink/l

Deltares Data angiver en naturlig baggrundskoncentration på 0.4 µg Zink/l, hvilken GeoHav vurderer grundet datasættets integritet gennem dette notat at være det eneste plausible naturlige baggrundskoncentration. Således beregnes miljøkvalitetskravene for *Miljøkvalitetskrav iht Deltares Data i FIGUR 10*;
GKK : 7.5 + 0.4 = 7.9 µg Zink/l
MKK(maks) : 8.4 + 0.4 = 8.8 µg Zink/l



GeoHav vurderer jvf FIGUR 10 at den af COWI angivne naturlige baggrundskoncentration, som er 10x højere end Deltares Data, ikke influerer nærmere på overholdelse af Miljøkvalitetskravene. Gennemsnittet af værdierne for Københavns yderhavn 2017 overholder ved miljøkvalitetskrav beregnet ud fra Deltares Data disse. Dog er en enkelt overskridelse i Københavns yderhavn.

GeoHav vurderer ud fra de markant overskridelser i referencedata fra Kongedybet 2020 samt Cowis prøvegravninger at Miljøkvalitetskravene ikke overholdes.

ENDELIG VURDERING

COWI's havvandsprøver i Kongedybet 2020 påviser med videnskabelig dokumentation eksisterende koncentrationer for tungmetallerne Arsen, Bly, Kobber, Kviksølv og Zink over gældende miljøkvalitetskrav for opløst fase for et havmiljø som grundet hydrografiske forhold står i direkte forbindelse med Aarhus Bugten.

COWI har i forbindelse med udarbejdelse af MKR for udvidelse af Aarhus Havn anset ældre data fra Københavns yderhavn som bedste data i beregninger for overholdelse af miljøkvalitetskrav. Derved har COWI fravalgt egne nyere data. GeoHav vurderer data fra Kongedybet som bedste data da Københavns yderhavn ikke har samme hydrografiske forhold som Kongedybet og er af væsentligt nyere dato og modsat data fra Københavns Yderhavn understøttet af akkrediterede analyserrapporter med juridisk gyldighed.

GeoHav vurderer at havvandsprøver og dermed den opløste koncentrationen af tungmetaller aldrig bør anses som andet et øjebliksbilleder.

²⁵ Zink (CAS nr. 7440-66-6). Fastsættelse af vandkvalitetskriterier, Miljøstyrelsen rev 2016

2. marts 2021

Initialer: TH, JJ, MR, SR

Ver 2

Vandfasen er ikke implementeret og overvåget i Novana overvågningsprogrammet, hvilket besværliggør valide kilder til afprøvning af miljøkvalitetskravene til efterlevelse af målet op god kemisk tilstand for marine vandområder. GeoHav vurderer at såfremt et områdes kemiske tilstand er ukendt må tilstanden kortlægges, hvorfor prøvetagning er obligatorisk.

De markante variationer i de benyttede datasæts værdier understreger at de mange faktorer som spiller ind på havmiljøets kemiske tilstand i vandfasen kræver kontinuerlig og/eller permanent prøvetagning for overvågning af overholdelsen af miljøkvalitetskravene. Således skal der i forbindelse med aktiviteter som kan tilføre et vandområde forurenende stoffer udtages prøver hver gang faktorer²⁶, som influerer på den kemiske tilstand, ændrer sig.

Slutteligt vurderer GeoHav en klappning af materiale fra bundudskiftninger og udvidelser af Aarhus Havn umuliggøres at af miljøkvalitetskravene er dokumenteret overskredne i for MKR fravalgte referencematerialer.

POST SCRIPTUM

GeoHav er 1. marts 2022 blevet oplyst af Aarhus Havn at COWI har meddelt at COWI ikke råder over, hvad du kalder "egne data for eksisterende koncentrationer for tungmetaller i opløst fase". Sådanne data er meget sparsomme og ikke indsamlet på en systematisk måde i Danmark. Derfor har vi anvendt det bedst egnede dataset vi har kendskab til, og det er en de målinger, som Københavns Kommune har gennemført i 2017 for Københavns yderhavn og som de venligst har stillet til rådighed. Disse koncentrationer er anvendt som "den i forvejen eksisterende koncentration" i Aarhus Bugt. Endvidere oplyser Aarhus Havn på vegne af COWI at De naturlige baggrundskoncentrationer (som defineret i BEK 1625) er taget fra Miljøstyrelsens datablade.

GeoHav har efterkontrolleret at de naturlige baggrundskoncentrationer for Kobber og Zink jvf Miljøstyrelsens datablade²⁷ ikke er samspilende med de af COWI i MKR benyttede værdier for naturlig baggrundskoncentration.

GeoHav er 2. marts 2022 blevet oplyst af Aarhus Havn på vegne af COWI at Værdierne for naturlige baggrundsværdier (som beskriver den koncentration som et havområde ville have uden effekt af menneskelig aktivitet) varierer typisk indenfor en størrelsesorden. Referencerne til værdierne for naturlig baggrund er fejlagtigt fjernet af tabellerne – indføres selvfølgelig igen. Følgende baggrund foreligger for kolonne 7 i tabel 10-4 samt 10-5.

- A. Arsen: Er angivet til 0,93 som er en fremkommet ved at skalere i forhold til saltholdigheden. Kunne iht til MST datablade også sættes til 1 ug/l. Værdien er praktisk éns. Skal ses i relation til miljøkvalitetskravet på 0,6 ug/L (BEK 1625)
- B. Kobber: Er sat til 0,9 som gælder for er for ocean vand, se <http://www.seafriends.org.nz/oceano/seawater.htm>. I (DMU, 2014) er er angivet værdier for Østersøen mellem 0,3-1,0 ug/l, og for havvand fra Vestkysten på 0,2-1,1 ug/l. Reference (DMU, 2014): "Baggrundsniveauer for barium, zink, kobber, nikkel og vanadium i fersk- og havvand, Notat fra DCE 9/122014 - Skal ses i relation til miljøkvalitetskravet på 1 ug/L (BEK 1625)

C. Zink: Er sat til 4 ug/l. Ifølge (Jeff M Neff, 2002) er koncentrationen angivet for estuarier og kystvande på 4 ug/l. For oceanvand gælder en koncentration på 5 ug/l (<http://www.seafriends.org.nz/oceano/seawater.htm>). Reference (Neff, 2002): "Bioaccumulation in marine Organisms, Effect of contaminants from oil well produced water", Cpt 10, Zinc in the Ocean, Elsevier, 2002. Skal ses i relation til miljøkvalitetskravet på 7,5 ug/L (BEK 1625)

GeoHav bemærker hertil at den naturlige baggrundskoncentration for Arsen (A) ikke opbevarer videnskabelig saglighed i henhold til vurderingen for Arsen i dette notat.

For Kobber (B) bemærker GeoHav at de benyttede værdier jvf DMU er fastsat ud fra det i dette notat benyttede reference materiale fra Helcom²⁸ og at de benævnte værdier henviser til eksisterende koncentrationer og ikke den naturlige baggrundskoncentration.

For Zink (C) pointerer GeoHav at det benævnte referencemateriale²⁹ henviser til eksisterende koncentrationer og ikke den naturlige baggrundskoncentration.

²⁶ strømforhold, salinitet, udledninger, atmosfærisk deposition mm

²⁷ jvf fodnote 24 samt fodnote 25

²⁸ jvf fodnote 11

²⁹ Bioaccumulation in marine Organisms, Effect of contaminants from oil well produced water", Cpt 10, Zinc in the Ocean, Elsevier, 2002