

NOVEMBER 2019  
REGION SYDDANMARK

# UDBUD UNDER TÆRSKELVÆRDI MED KLAR GRÆNSEOVERSKRIDENDE INTERESSE

**VEDRØRENDE LABORATORIEFORSØG TIL TEST AF AOP-METODER OVERFOR  
FORURENINGSFANEN FRA GRINDSTEDVÆRKET**

UDBUDVILKÅR INKL. BILAG, DANSK



NOVEMBER 2019  
REGION SYDDANMARK

# UDBUD UNDER TÆRSKELVÆRDI MED KLAR GRÆNSEOVERSKRIDENDE INTERESSE

**VEDRØRENDE LABORATORIEFORSØG TIL TEST AF AOP-METODER OVERFOR  
FORURENINGSFANEN FRA GRINDSTEDVÆRKET**

UDBUDVILKÅR INKL. BILAG, DANSK

PROJEKTNR.

A121940

DOKUMENTNR.

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

12-11-2019

BESKRIVELSE

Udbudsvilkår inkl. bilag, dansk AKRA, JAD

UDARBEJDET

KONTROLLERET

LHKL

GODKENDT

AKRA



# INDHOLD

1	Orientering om udbuddet	7
1.1	Indledende beskrivelse	7
1.2	Udbuddets omfang	7
1.3	Udbudsmaterialet	8
1.4	Vejledende udbudstidsplan	9
1.5	Hovedtidsplan for opgaven	9
1.6	Spørgsmål til udbudsmaterialet	10
1.7	Tilbudsfrist	11
1.8	Åbning af tilbud	11
1.9	Underretning	11
1.10	Krav til aflevering af tilbud	11
1.11	Krav til egnethed	12
1.12	Tildelingskriterie	14

# BILAG

Bilag A	Særlige arbejdsbeskrivelser (SAB)
Bilag B	Tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG1)
Bilag C	Tilbudslister
Bilag D	Tro- og love erklæring
Bilag E	ABR forenklet (Forenklede almindelige betingelser for rådgivning og bistand i bygge- og anlægsvirksomhed)



# 1 Orientering om udbuddet

## 1.1 Indledende beskrivelse

Region Syddanmark, herefter benævnt ordregiver, ønsker, i henhold til udbudslovens afsnit 4, at udbyde nærværende udbud.

Nærværende udbud har af d. 26. september 2019 været annonceret på udbud.dk, hvor opgaven på det tidspunkt var opdelt i 3 delaftaler. Da der alene indkom tilbud på delaftale 2 og 3 i sidste udbudsrunde, har ordregiver valgt at genudbyde delaftale 1 i et selvstændigt udbud. Nærværende udbud er således et genudbud af delaftale 1.

Nærmere beskrivelse af delaftalen fremgår af afsnit 1.2.1 og de særlige arbejdsbeskrivelser (SAB) vedlagt i Bilag A.

Karakteren af de mindstekrav vedrørende økonomisk og teknisk formåen (udvælgelseskriterier), som skal dokumenteres for at blive taget i betragtning til opgaven, og dokumentation herfor, fremgår af afsnit 1.10 og 1.11.

ABRf: Forenklede almindelige betingelser for rådgivning og bistand i bygge- og anlægsvirksomhed, vil være gældende for nærværende opgave.

Der gøres opmærksom på, at ABR Forenklet § 38, stk. 4 vedrørende rådgiverens ansvarsbegrænsninger, er fraveget. Ansvarsbegrænsningen er erstattet til et beløb på 10.000.000 kr.

Der gøres opmærksom på, at ABR Forenklets § 4, stk. 4 vedrørende dokumenters rangorden er fraveget.

## 1.2 Udbuddets omfang

Genudbuddet omfatter test af rensning af forurenede grundvand med 3 forskellige avancerede oxidationsmetoder (AOP) i enten laboratoriet eller på mobilt anlæg. Grundvandet er bl.a. forurenede med farmaceutiske stoffer (de såkaldte Grindstedværkstoffer), chlorerede opløsningsmidler samt nedbrydningsprodukter heraf og benzen.

Nærmere beskrivelser af opgaven fremgår af SAB i Bilag A.

### 1.2.1 Beskrivelse af delaftale 1

Delaftale 1 omfatter test af tre AOP-metoder A-C.

A: Ozon (O<sub>3</sub>)

B: O<sub>3</sub> + Brintperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

C: UV+ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

For alle 3 metoder A-C gælder, at der skal ske en forbehandling/forrensning til fjernelse af jern og mangan, og at der efter AOP-rensning af grundvandet udføres en efterbehandling i form af rensning med aktivt kul.

Delaftale 2 omfatter test af en enkelt AOP-metode: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+fast katalysator. Vinder af delaftale 1 modtager vand fra vinderen af delaftale 2 (Water IQ, Holland) til kulrenseforsøg.

Delaftale 3 omfatter økotoksikologiske tests. Vinderen af delaftale 1 skal sende prøver af kulrenset vand fra både delaftale 1 og delaftale 2 til vinder af delaftale 3 (DHI, Danmark).

Koordineringen mellem laboratorierne ift. tidsplanen er derfor væsentlig og de præcise tidspunkter for levering/modtagelse af vand, inden for rammerne beskrevet i tidsplanen, skal således aftales nærmere ifm. opstart af arbejdet.

## 1.3 Udbudsmaterialet

Udbudsmaterialet består af henholdsvis en dansk version samt en engelsk version, hvor begge versioner består af følgende dokumenter:

- > Udkast til kontrakt
- > Nærværende udbudsvilkår
- > Bilag A - Særlige arbejdsbeskrivelse (SAB)
- > Bilag B - Tilbuds- og afregningsgrundlag
- > Bilag C - Tilbudsliste
- > Bilag D - Tro- og love-erklæring
- > Bilag E - ABR Forenklet (Forenklede almindelige betingelser for rådgivning og bistand i bygge- og anlægsvirksomhed)

Det bemærkes, at i tilfælde af uoverensstemmelser mellem den danske og den engelske version af det samlede udbudsmateriale, er den danske version gældende.



## 1.4 Vejledende udbudstidsplan

Nedenfor fremgår vejledende udbudstidsplan:

<b>Tidsplan for udbuddet</b>	
Annoncering på udbud.dk	12. november 2019
Frist for spørgsmål	29. november 2019
Frist for svar på spørgsmål	4. december 2019
<b>Tilbudsfrist</b>	11. december 2019 kl. 12 (CET)
Meddelelse om afgørelse og kontrahering	20. december 2019
Evt. opstartsmøde	8. januar 2020

## 1.5 Hovedtidsplan for opgaven

Opgaven skal løses iht. nedenstående hovedtidsplan:

<b>Tidsplan for opgaven, delaftale 1 (dette udbud)</b>	
Udlevering/afhentning af vand	20-21. januar 2020
Gennemførelse af forsøg	20. januar -14. februar 2020 Sidste kulrenseforsøg kan først udføres efter modtagelse af vand fra vinder af delaftale 2. Sidste frist for udførelsen af kulrenseforsøg er uge 7, 2020.
Kulrenset vand sendes til vinder af delaftale 3 så det <u>modtages</u>	Ikke senere end 17. februar 2020 kl. 12 (CET)
Frist for foreløbig rapport	28. februar 2020
Frist for endelig rapport	27. marts 2020

Tidsplan for opgaven, delaftale 2	
Udlevering/afhentning af vand	20-21. januar 2020
Gennemførelse af forsøg	20. januar-10. februar 2020
Renset vand sendes til vinder af delaftale 1 så det <u>modtages</u>	Ikke senere end 10. februar 2020 kl. 12 (CET)
Frist for foreløbig rapport	28. februar 2020
Frist for endelig rapport	27. marts 2020

Tidsplan for opgaven, delaftale 3	
Modtagelse af vand	20-21. januar 2020 (ubehandlet vand)  17. februar 2020 (renset vand)
Gennemførelse af økotoxikologiske test	20. januar -22. februar 2020 (Ubehandlet vand, uge 4) (Renset vand, uge 8)
Frist for endelig rapport	27. marts 2020

Som det fremgår, er der forsendelse/transport af vandprøver fra det laboratorie der vinder delaftale 1 til DHI, Danmark der udfører delaftale 3 og fra Water IQ, Holland der udfører delaftale 2 til det laboratorie der vinder delaftale 1. Overholdelse af tidsplanen er således meget vigtig. De præcise datoer for levering/modtagelse af vand fra andre laboratorier aftales ifm. opstart af opgaven.

## 1.6 Spørgsmål til udbudsmaterialet

Eventuelle uoverensstemmelser i udbudsmaterialet og/eller spørgsmål bedes snarest meddelt ordregiver via nedenstående mail.

Anne Krag, COWI, på: [akra@cowi.com](mailto:akra@cowi.com) og Jarl Dall-Jepsen, COWI på [jad@cowi.com](mailto:jad@cowi.com) med kopi til Hanne Nielsen, Region Syddanmark, på [hni@rsyd.dk](mailto:hni@rsyd.dk)

Eventuelle spørgsmål skal stilles skriftligt senest d. **d. 29. november 2019**

Svar uploades på [udbud.dk](http://udbud.dk), senest **d. 4. december 2019**

## 1.7 Tilbudsfrist

Tilbud skal afleveres til nedenstående e-mail:

Anne Krag, COWI, på: [akra@cowi.com](mailto:akra@cowi.com) og Jarl Dall-Jepsen, COWI på [jad@cowi.com](mailto:jad@cowi.com) med kopi til Hanne Nielsen, Region Syddanmark, på [hni@rsyd.dk](mailto:hni@rsyd.dk)

Tilbud skal være modtaget inden: **11. december 2019 kl. 12.00 (CET)**.

Tilbud, der modtages efter denne frist, vil ikke blive taget i betragtning.

## 1.8 Åbning af tilbud

Der vil ikke være adgang til at overvære åbningen af tilbud.

## 1.9 Underretning

Alle tilbudsgivere vil samtidigt og skriftligt blive underrettet om, hvilken afgørelse der er truffet med hensyn til tildeling.

## 1.10 Krav til aflevering af tilbud

Sprog: Al kommunikation skal foregå på dansk eller engelsk

- > Tilbudsgivers firmanavn, adresse, e-mailadresse og telefon
- > Revisorpåregnede årsregnskaber for tilbudsgivers seneste to afsluttede regnskabsperioder, hvor følgende nøgletal skal fremgå for hvert regnskabsår:
  - > - Nettoomsætning
  - > - Egenkapital
- > Opgavebeskrivelse (på maksimum 15 sider) pr. delaftale
- > Referenceliste
- > CV'er for de/den ansvarlige for projektets gennemførelse
- > Udfyldt Tro- og love erklæring
- > Udfyldt tilbudsliste
- > En gældende ansvarsforsikring med dækningssum svarende til minimum 10.000.000 kr. for ting- og personskaade. Dokumentation herfor vedlægges ansøgningen.

Hvis ovenstående krav til aflevering af tilbud ikke er opfyldt kan Tilbudsgiveren blive vurderet ukonditionsmæssig, og tilbuddet vil i så fald ikke blive bedømt yderligere.

## 1.11 Krav til egnethed

Nedenfor fremgår opstillede mindstekrav til økonomisk formåen samt teknisk formåen i relation til egnethedsvurderingen af den udbudte opgave.

Ordregiver foretager denne egnethedsvurdering på baggrund af en helhedsvurdering af særligt den leverede opgavebeskrivelse, som skal overbevise Ordregiver om, at den pågældende tilbudsgiver kan løfte opgaven.

Såfremt Ordregiver vurderer, at en tilbudsgiver ikke er egnet til at håndtere opgaven, forbeholder Ordregiver sig ret til at afvise tilbudsgiveren som værende uegnet grundet manglende opfyldelse af opstillede mindstekrav, herunder mindstekrav til økonomisk- samt teknisk formåen, nærmere fremgår straks nedenfor.

### 1.11.1 Økonomisk formåen

- 1 Tilbudsgiver bedes oplyse *nøgletal* i form af ansøgers **Nettoomsætning** for de seneste 2 afsluttede regnskabsår.

Det er et mindstekrav, at omsætningen i hvert af de to afsluttede regnskabsår er på minimum 1 mio. kr.

- 2 Ansøger bedes oplyse *nøgletal* i form af ansøgers **Egenkapital** for de seneste 2 afsluttede regnskabsår.

Det er et mindstekrav, at egenkapitalen i hvert af de to afsluttende regnskabsår er **positiv**.

### 1.11.2 Teknisk formåen

- 1 **Tilbudsgiver bedes levere en opgavebeskrivelse på maksimum 15 sider.**

Indhold:

Opgavebeskrivelsen skal, med udgangspunkt i den særlige arbejdsbeskrivelse beskrive hvordan tilbudsgiver vil gribe opgaven an.

*Det er et mindstekrav at opgavebeskrivelsen for delaftale 1 indeholder følgende:*

- 1.1 En beskrivelse af og begrundelse for valg af fremgangsmåde til test af hver metode omfattet af delaftalen der bydes på, herunder valg af filteringsmetode ved forrensningen

- 1.2 En oversigt over alle analyser og målinger der udføres under forsøgene ud over de prøver der jf. de særlige arbejdsbeskrivelser sendes til analyse ved Eurofins i Danmark.
- 1.3 Oplysning om forventet vandmængde til brug for gennemførelse af alle forsøg under den givne delaftale, inklusive samtlige analyser og målinger, inklusive den vandmængde som skal anvendes til alle analyser på eksternt laboratorium (Eurofins).
- 1.4 Oplysning om forventet mængde rensset vand som genereres ved forsøgene.
- 1.5 En beskrivelse af hvorledes det udtagne vand håndteres på lokaliteten, hvordan vandet transporteres til laboratoriet og hvordan vandet opbevares og håndteres i laboratoriet eller det mobile anlæg med henblik på at minimere tab samt nedbrydning af de mange flygtige stoffer som eks. benzen og chlorerede stoffer.
- 1.6 En beskrivelse af om der er nogle særlige krav eller specifikationer i forbindelse med udlevering af grundvand.
- 1.7 En tidsplan med angivelse af delaktiviteter ved udførelsen af forsøgene.
- 1.8 En disposition for rapportering af resultaterne.
- 1.9 En plan for sikkerhed og sundhed for projektet.
- 1.10

## **2 Tilbudsgiver bedes oplyse en referenceliste.**

Det er et mindstekrav, at referencelisten påviser relevant erfaring i form af mindst 3 og højst 5 sammenlignelige referencer for de seneste 8 år, med beskrivelse af leverancen, tidspunktet for leverancen, kontraktsummens størrelse og angivelse af kontaktperson for den pågældende kunde med tlf. nr. og/eller e-mail.

Ordregiver forbeholder sig ret til at kontakte de i referencerne anførte kontaktpersoner med henblik på bekræftelse af oplysningernes rigtighed.

## **3 Tilbudsgiver skal vedlægge CV'er for de/den ansvarlige for projektets gennemførelse. Herunder CV for projektleder samt CV'er for 2 tekniske nøglepersoner. Der er følgende mindstekrav:**

- > Minimum 5 års relevant erfaring (gælder projektlederen)
- > Minimum 2 års relevant erfaring (gælder tekniske nøglepersoner)
- > Minimum referencer på 2 projekter i henhold til referencelisten (gælder projektlederen).

## 1.12 Tildelingskriterie

Tildelingskriteriet i relation til vurdering af indkomne tilbud er "Laveste pris".

## Bilag A Særlige arbejdsbeskrivelser (SAB)

NOVEMBER 2019  
REGION SYDDANMARK

# RENSNING AF FORURENET GRUND- VAND FRA FORURENINGSFANEN FRA GRINDSTEDVÆRKET

LABORATORIEFORSØG MED AVANCEREDE  
OXIDATIONSPROCESSER (AOP)

SÆRLIG ARBEJDSBESKRIVELSE, BILAG A



NOVEMBER 2019  
REGION SYDDANMARK

# RENSNING AF FORURENET GRUNDVAND FRA FORURENINGSFANEN FRA GRINDSTEDVÆRKET

LABORATORIEFORSØG MED AVANCEREDE OXIDATIONSPROCESSER (AOP), BILAG A

PROJEKTNR.

A121940

DOKUMENTNR.

03

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

11-11-2019

BESKRIVELSE

SAB

UDARBEJDET

FLDX, AKRA, ND

KONTROLLERET

JAD

GODKENDT

AKRA

# INDHOLD

1	Formål og baggrund	4
1.1	Forventet forureningsindhold i grundvand som skal testes	5
2	Adgangsforhold og udlevering af vand til forsøg	9
3	Overordnet forsøgsbeskrivelse for delaftale 1	11
3.1	Forrensning:	11
3.2	Efterrensning med aktivt kul	12
3.3	Rapportering	12
3.4	Vandmængder	12
4	Særlige arbejdsbeskrivelser, delaftale 1 (metode A-C)	14
4.1	Forrensning	14
4.2	Test af metode A: Ozon (forsøg A)	15
4.3	Test af metode B: Ozon + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (forsøg B)	17
4.4	Test af metode C: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + UV (forsøg C)	18
4.5	Efterrensning med aktivt kul	19
4.6	Kemiske analyser, delaftale 1	21

# 1 Formål og baggrund

Aktiviteterne på det tidligere Grindstedværket har medført en forurening af fabriksgrunden og grundvandet herunder. Grundvandsforureningen består hovedsagelig af en række farmaceutiske stoffer (herefter benævnt Grindstedværkstoffer), oliestoffer (særligt benzen), klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf, særligt vinylklorid og cis 1,2- DCE. Det forurenede grundvand strømmer fra kildegrunden mod Grindsted Å, og en stor del af forureningen strømmer ud i åen ved tidligere "Renseanlæg Vest" beliggende på Svinget 12, 7200 Grindsted i Danmark.

Region Syddanmark har besluttet at igangsætte en udredning af mulighederne for at reducere påvirkningen af Grindsted Å. Konkret er det tanken at etablere et midlertidigt anlæg til afværgepumpning til on-site rensning af grundvand på Renseanlæg Vest-grunden.

COWI har for regionen udført en screening af relevante rensemetoder for op-pumpet grundvand, og det er i den forbindelse vurderet, at avancerede oxidationsprocesser (AOP = advanced oxidation process) kan være egnede til rensning af grundvandet inden det bortledes. Der er udpeget fire AOP-processer som skal testes, enten ved forsøg i laboratoriet eller på et mobilt anlæg på lokaliteten Svinget 12, 7200 Grindsted.

De fire AOP-metoder er:

- A. Ozon (delaftale 1)
- B. Ozon + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (delaftale 1)
- C. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + UV (delaftale 1)
- D. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + fast katalysator (delaftale 2)

For alle 4 metoder gælder, at der inden AOP-forsøget skal udføres en forrensning af grundvandet og at der efter AOP-forsøget skal udføres en efterbehandling i form af rensning med aktivt kul.

Det overordnede formål med AOP-forsøgene er at teste om metoderne er egnede til rensning af den konkrete forureningssammensætning i grundvandet. Formålet med AOP-forsøgene (delaftale 1 og 2) er:

- > at undersøge egnetheden af de 4 udvalgte AOP-metoder til rensning af grundvandet
- > at undersøge rens effektivitet for Grindstedværkstoffer, total kulbrinter, BTEXN, klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf, herunder særligt vinylchlorid og cis 1,2 DCE ved de 4 udvalgte AOP-processer
- > at undersøge forbehandling/forrensning af prøverne ved fjernelse af jern og mangan før AOP-rensning
- > at fastlægge relevante designparametre pr. m<sup>3</sup> vand, herunder dosering og koncentration af oxidationsmidler og UV-dose, reaktionstider/kontaktstider for oxidation og for rensning med aktivt kul samt evt. behov for yderligere

## tilsætning af andre kemikalier

Desuden skal økotoksiciteten af såvel behandlet som ubehandlet vand undersøges (delaftale 3) for at vurdere mulighederne for afledning af det rensede vand til Grindsted Å ved et evt. senere fuldskaalanlæg.

Der er indhentet tilbud på delaftale 2 og 3. Disse aftaler udføres sideløbende med delaftale 1, hvilket er baggrunden for at der er henvisninger til disse og for dette materiales opbygning.

AOP-forsøgene kan udføres på flere forskellige måder, og det bemærkes derfor, at arbejdsbeskrivelserne både indeholder forslag til forsøgsgang og krav. Det står tilbudsgiver frit for at komme med forslag til anden forsøgsgang end beskrevet, når blot formålet med forsøgene, jf. afsnit 1, og dokumentationskravene opfyldes.

## 1.1 Forventet forureningsindhold i grundvand som skal testes

Tabel 1-Tabel 3 indeholder udvalgte analyseresultater af grundvand fra lokaliteten.

Grundvandet, som skal testes, er prøvetaget ved flere lejligheder, senest 18.07.2019. På baggrund af analyseresultaterne er det besluttet, at det grundvand, som skal anvendes i testene, skal udtages fra filter 2 i boring BE6 (DGU nr. 114.2567). I Tabel 1 og Tabel 2 er der opstillet analyseresultater for udvalgte forureningskomponenter påvist i 2019 og 2016 samt information om de højst påviste niveauer af de enkelte parametre på lokaliteten.

Disse analyseresultater forventes at give et godt billede af sammensætningen af det vand som skal testes, men det må forventes, at endda store variationer kan forekomme. Det skal desuden understreges, at der på Grindstedværket har været anvendt mere end 1.100 forskellige kemiske stoffer og produkter, og der vil derfor formentlig også forekomme mindre indhold af stoffer, der ikke er analyseret for ved tidligere undersøgelser.

Det fremgår af Tabel 1, at grundvandet indeholder forholdsvis store koncentrationer af Grindstedværkstoffer, særligt sulfastoffer og barbiturater.

På baggrund af et begrænset antal data fra lokaliteten vurderes det, at det overvejende er Grindstedværkstofferne, der udgør de stoffer som bidrager til NVOC indholdet. Antages det at 30-60% af Grindstedstofferne er kulstof (afhænger af de kemiske formler), så passer NVOC-resultaterne ganske godt med summen af Grindstedværkstofferne.

I Tabel 2 og Tabel 3 er opstillet analyseresultater for hhv. organiske og uorganiske parametre.

Tabel 1 Analyseresultater fra DGU 114.2567, filter 2 samt maksimalt påviste indhold på lokaliteten.

KOMPONENT	CAS-NUMMER	ENHED	DGU 114.2567 (BE6)		MAX. PÅVIST PÅ LOKALITETEN
			18-07-2019	10-10-2016	
<b>Grindstedværkstoffer</b>					
3-Methoxypropionitril	110-67-8	µg/l	<0,1	<0,1	
5-allyl-5-isobutyl-barbitursyre	77-26-9	µg/l	17	14	17
5-Butylbarbiturat	1953-33-9	µg/l	56	<0,1	56
Acetylsulfaguanidin	19077-97-5	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Acetylsulfanilsyre	121-62-0	µg/l	<0,1	0,18	70
Aethallymal	2373-84-4	µg/l	2	<0,1	2
Allobarbitat	52-43-7	µg/l	100	100	270
Allylamine (Dipropenylamin)	107-11-9	µg/l	<0,1	<0,1	8,8
Allyl-n-butylbarbiturat	3146-66-5	µg/l	0,85	2,7	5,4
Amobarbitat	57-43-2	µg/l	44	130	130
Barbitat	57-44-3	µg/l	13	38	72
Butobarbitat	125-40-6	µg/l	14	25	140
Butobarbitat	77-28-1	µg/l	9,1	16	58
Ethylcarbammat (Ethylurethan)	51-79-6	µg/l	<0,1	5.700	14.000
Hexobarbitat	56-29-1	µg/l	<0,1	0,25	0,25
Isobutylbarbitursyre	42846-91-3	µg/l	72	<0,1	72
Isopropylbarbitursyre	7391-69-7	µg/l	55	0,19	55
Meprobarbitat	57-53-4	µg/l	170	720	720
Metharbitat	50-11-3	µg/l	<0,1	0,16	0,16
Monoethylbarbitursyre	2518-72-1	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
N-N-diethylnicotinamid	59-26-7	µg/l	0,63	2,6	18
Pentobarbitat	76-74-4	µg/l	22	160	160
Phtalylsulfathiazol	85-73-4	µg/l	<0,1	<0,1	21
Secobarbitat	76-73-3	µg/l	11	26	26
Sulfacetamide	144-80-9	µg/l	<0,1	<0,1	3,8
Sulfadiazin	68-35-9	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfadimidin (Sulfamethazin)	57-68-1	µg/l	43	85	460
Sulfaguanidine	57-67-0	µg/l	260	5,4	380
Sulfamerazin	127-79-7	µg/l	7,1	6,7	12
Sulfamethizol	144-82-1	µg/l	<0,050	8,0	330
Sulfanilamide	63-74-1	µg/l	180	150	750
Sulfanilsyre	121-57-3	µg/l	100	<0,1	9,4
Sulfanilylurinstof	547-44-4	µg/l	570	2,5	570
Sulfapyridine	144-83-2	µg/l	<0,10	<0,1	17
Sulfathiazol	72-14-0	µg/l	3,5	2,3	91
Sum af Grindstedværkstoffer	-	µg/l	1.750	7.196	14.926
<b>NVOC</b>					
NVOC, ikke-flygtigt org. kulstof		µg/l	1.100	Ikke analyseret	

Tabel 2 Analyseresultater for organiske stoffer i DGU 114.2567 (BE6), filter 2

Komponent	Enhed	DGU 114.2567 (BE6), filter 2	
		18-07-2019	10-10-2016
<b>Organiske parametre</b>			
Benzen	µg/l	400	440
Toluen	µg/l	7,9	6,0
Ethylbenzen	µg/l	0,63	0,73
m+p-Xylen	µg/l	0,54	0,70
o-Xylen	µg/l	1,6	2,7
Sum af xylen	µg/l	2,8	4,1
BTEX (sum)	µg/l	410	450
Naphthalen	µg/l	0,02	<0,02
C6H6-C10	µg/l	420	460
C10-C25	µg/l	< 8	11
C25-C35	µg/l	< 9	<0,02
Sum (C6H6-C35)	µg/l	420	480
1,2-dichlorethan	µg/l	< 2	<2
Trichlormethan (Chloroform)	µg/l	< 0,02	<2
1,1,1-trichlorethan	µg/l	< 0,02	<2
Trichlorethen	µg/l	2,1	4,6
Tetrachlormethan	µg/l	< 0,02	<2
Tetrachlorethen	µg/l	4,8	23
Chlorethan	µg/l	< 2	<2
1,1-dichlorethen	µg/l	< 2	<2
trans-1,2-dichlorethen	µg/l	29	47
cis-1,2-dichlorethen	µg/l	350	1.200
1,1-dichlorethan	µg/l	< 2	<2
Vinylchlorid	µg/l	2.700	4.700

Det fremgår af Tabel 2, at der også er målt relativt høje koncentrationer af flygtige organiske forbindelser i form af kulbrinter og klorerede forbindelser. Der ses især høje koncentrationer af benzen, vinylchlorid og cis-1,2-dichlorethen.

De klorerede opløsningsmidler og kulbrinter er flygtige og bidrager derfor ikke til NVOC. De vil dog indgå i analyseresultatet, hvis der analyseres for TOC, som er summen af de flygtigt organisk kulstof (VOC) og ikke-flygtigt organisk kulstof (NVOC).

Det fremgår af Tabel 3, at de uorganiske parametre i grundvandet er typiske for grundvand med relativ lav saltkoncentration. Der er ikke kritisk indhold af tungmetaller, og vandet har en ret lav hårdhed. Grundvandet kan dog indeholde forholdsvis meget jern og mangan, så det er nødvendigt at fjerne jern og mangan, før grundvandet anvendes til AOP-forsøg.

Der er fundet væsentlige koncentrationer af bromid (op til 1500 µg/l). Når bromidkoncentrationen er større end 35 µg/l er det kritisk, da bromid sammen med ozon kan danne det farlige stof bromat, som er kræftfremkaldende. Derfor skal der være kraftig fokus på dannelsen af bromat ved AOP-forsøg med ozon.

**Tabel 3**      *Analyseresultater for uorganiske parametre i DGU 114.2567 (BE6), filter 2*  
*NA: Not available.*  
*<sup>1</sup>Resultat fra 18-07-2019 for nærtliggende boring (pejleboring).*

Komponent	Enhed	DGU 114.2567 (BE6), filter 2	
		18-07-2019	10-10-2016
pH	pH	5,6	5,7
Temperatur ved pH-måling	°C	21	NA
Inddampningsrest	mg/l	350	380
Ledningsevne ved 20°C	mS/m	60	61
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,1	0,13
Nitrit	mg/l	< 0,001	0,026
Nitrat	mg/l	< 0,3	<0,3
Total Phosphor	mg/l	< 0,01	0,02
Chlorid	mg/l	170	130
Fluorid (F)	mg/l	< 0,05	0,065
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	29	56
Aggressiv kuldioxid	mg/l	110	120
Hydrogencarbonat	mg/l	32,3	33,7
Bromid (Br), filtreret	mg/l	0,9	1,5 <sup>1</sup>
Bly (Pb) feltfiltreret	µg/l	0,028	0,26
Cadmium (Cd) feltfiltreret	µg/l	< 0,003	0,019
Calcium (Ca)	mg/l	3,4	5,3
Chrom (Cr) feltfiltreret	µg/l	< 0,03	0,81
Jern (Fe)	mg/l	1,1	2,4
Jern (Fe) feltfiltreret	mg/l	0,96	NA
Kalium (K)	mg/l	0,66	1,1
Kobber (Cu) feltfiltreret	µg/l	< 0,03	NA
Magnesium (Mg)	mg/l	1,6	2,1
Mangan (Mn)	mg/l	0,047	NA
Mangan (Mn) feltfiltreret	mg/l	0,045	0,18
Natrium (Na)	mg/l	110	120
Nikkel (Ni)	µg/l	2,7	4,1
Nikkel (Ni) feltfiltreret	µg/l	2	NA
Zink (Zn) feltfiltreret	µg/l	3,7	10

## 2 Adgangsforhold og udlevering af vand til forsøg

Som tidligere nævnt, er det muligt at udføre forsøgene med enten mobile anlæg på lokaliteten eller i laboratoriet. I begge tilfælde skal den bydende anvende vand fra filter 2 i boring 114.2567 (BE6) på lokaliteten i Grindsted.

Under tilsyn af bygherren vil der være adgang til boringen på et nærmere aftalt tidspunkt indenfor den tidsperiode der er nævnt i udbudsvilkårene. Bygherre vil pumpe vand fra boringen til det/de vindende laboratories beholdere/prøveflasker etc.

Dimensionen på afgangsslange fra pumpen kan aftales med bygherren, såfremt der er tale om specifikke krav til afgangsslangen skal dette fremgå af tilbuddet.

I tilbuddet på delaftale 1 skal beskrives:

- > Vandmængde som forventes at skulle bruges til at gennemføre alle forsøg under den givne delaftale, inklusive den vandmængde som skal anvendes til alle analyser på eksternt laboratorie (Eurofins).
- > En beskrivelse af hvorledes det udtagne vand håndteres på lokaliteten, hvordan vandet transporteres til laboratoriet, og hvordan vandet opbevares med henblik på at minimere tab af de mange flygtige stoffer som eks. benzen og chlorerede stoffer.
- > En beskrivelse af om der er nogle særlige krav eller specifikationer i forbindelse med udlevering af grundvand.
- > Såfremt der anvendes mobilt anlæg med kontinuerligt brug af oppumpet vand, skal de bydende selv stille pumpeudstyr til rådighed og drive det under forsøgene.

Boringen hvorfra der udtages grundvand er 10", 16 m dyb og filtersat med 3  $\varnothing$ 63 mm filtre (indre filterdiameter er ca. 51,4 mm). Det er filter 2, 8-10 m u.t. der skal udtages vand fra. Oversigtskortet, Figur 1, viser placeringen af boringen. Et evt. mobilt anlæg placeres efter nærmere aftale i nærheden af boringen.

Bygherre leverer strøm til evt. mobilt anlæg indenfor en afstand af op til 50 m og leverer evt. lagertank til vand som renses on-site. Trykluft er ikke umiddelbart tilgængeligt, men der er strøm til en kompressor indenfor en afstand af 50 meter.

Det kan ved tilbudsgivningen antages at slamholdigt vand fra returskylling kan afledes til kloakken på lokaliteten.





*Figur 1 Lokalteten med angivelse af placeringen af boring 114.2567 (BE6), hvorfra vandet til testene skal udtages*

## 3 Overordnet forsøgsbeskrivelse for delaftale 1

Alle AOP-metoder (A-C) skal følge nedenstående arbejdsgang:

Forrensning → Indledende screeningsforsøg → Endelige forsøg → Efterrensning med aktivt kul.

I det følgende er der først foretaget en overordnet beskrivelse af de arbejdsgange, som er ens for delaftale 1 og 2. I efterfølgende afsnit følger en mere detaljeret beskrivelse.

For begge delaftaler gælder at der skal udtages en række vandprøver, som skal analyseres ved Eurofins i Danmark, som bygherre har en rammeaftale med. Bygherrerådgiver (COWI) vil stå for at udfylde analyserekvisitioner og anvise kontaktperson hos Eurofins Danmark til udlevering af prøveemballage.

I udbudsvilkårenes Bilag C ses tilbudslister (TBL) og tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG). Alle del- og hovedposter skal udfyldes. Afvigelser fra fremgangsmåde beskrevet i de særlige arbejdsbeskrivelser skal fremgå af tilbudsgivers opgavebeskrivelse, men omkostningerne skal være omfattet af posterne i TBL.

### 3.1 Forrensning:

Analyserne angivet i afsnit 1.1 viser indhold af jern og mangan i det grundvand, som skal renses. Jern og mangan skal fjernes ved en forrensning af det grundvand, der skal anvendes til AOP-forsøgene.

I dette projekt ønsker vi ikke at anvende traditionel beluftning til forrensningen, da vandet indeholder mange flygtige organiske forbindelser. I stedet skal der foretages en kemisk oxidation af jern og mangan. Der kan ikke anvendes brintperoxid til denne oxidation.

Derfor forventes, at forrensningen udføres med en kemisk oxidation med natriumhypochlorit efterfulgt af en effektiv filtrering. Anvendes der en anden metode, skal der argumenteres herfor ved opgavebeskrivelsen. Restkoncentration af jern og mangan i vandet efter forrensningen kontrolleres på stedet (f.eks. ved en simpel kolorimetrisk analyse. Ved forrensningen vil der maksimalt dannes 10 mg slamtørstof pr. liter behandlet vand, hvis summen af jern og mangan er 5 mg/l. Det slamholdige vand vil formentlig kunne udledes til kloak. Ellers skal det bortskaffes på anden forsvarlig vis

I USA har man udviklet en metode til kemisk oxidation af jern og mangan. Det foregår i et såkaldt "Greensand" filter. Filteret er en slags sandfilter, hvor der i toppen er anbragt et granuleret mineral (glauconit), som er coated med manganoxid. Når denne overflade behandles med et kemisk oxidationsmiddel (chlor eller kaliumpermanganat), vil overfladen katalysere oxidation af jern og mangan i vandet. Processen kan enten foregå ved løbende tilsætning af lidt

natriumhypochlorit i fødevandet, eller mangan-coatningen kan regenereres med kaliumpermanganat i forbindelse med returskyllning af filteret. Det har været overvejet, om man ved laboratorieforsøgene skulle anvende Greensand-filteret til forrensning af vandet. Vi har imidlertid ikke fundet det nødvendigt at stille dette som et krav, men det vurderes at metoden kan anvendes som forrensning.

Den foreslåede forrensemethode med natriumhypochlorit vil i princippet svare til at rense vandet i et "Greensand" filter.

Jf. afsnit 4.6 skal der udtages vandprøver til analyse ved Eurofins efter forrensningen.

## 3.2 Efterrensning med aktivt kul

Efterrensning med aktivt kul skal undersøges for alle fire AOP-forsøg, da effektiviteten ved kulrensning kan være forskellig metoderne imellem, afhængig af hvad der er blevet omdannet og fjernet ved AOP-processen.

Alle efterrensningsforsøgene skal udføres af det firma, som udfører delaftale 1, og vil derfor ikke blive nærmere beskrevet her, men under delaftale 1. Det firma der udfører delaftale 2, skal således levere AOP rensset vand til kulforsøgene til det firma, der udfører delaftale 1, jf. afsnit 4.5. Kul-forsøgene vil vise, hvilke stoffer man kan forvente fjernet med aktivt kul både på urensset og rensset vand.

Jf. afsnit 4.6 skal der udtages vandprøver til analyse ved Eurofins efter efterrensningen.

## 3.3 Rapportering

Efter afslutning af forsøgene skal der afleveres en foreløbig rapport indeholdende en beskrivelse af, hvordan forsøgene er udført samt alle analyseresultater og målinger udført under forsøgene. Endvidere skal forsøgsresultaterne kommenteres og vurderes. Når analyseresultaterne fra Eurofins foreligger, skal disse indarbejdes og der laves en endelig rapport, hvori alle analyseresultaterne er anført og vurderet, og der laves en konklusion på resultaterne fra renseforsøgene samt anbefalinger med doseringer pr. m<sup>3</sup> vand. Dette er vigtigt, da forsøgsresultaterne blandt andet er en del af grundlaget for eventuelt design af et fuldskalaanlæg.

## 3.4 Vandmængder

Tilbudsgiver skal beskrive, hvor meget vand der er nødvendigt for at udføre de enkelte tests og samtlige beskrevne analyser for de enkelte delaftaler, der bydes på. Desuden skal det fremgå hvor meget vand der genereres ved de enkelte processer (forrenset vand, AOP-renset vand, kulrenset vand).

Der henvises til afsnit 4.6 for oplysninger om påkrævede vandmængder for analyser, der udføres af Eurofins.

## 4 Særlige arbejdsbeskrivelser, delaftale 1 (metode A-C)

Ved AOP-forsøgene skal følgende parametre undersøges:

- > Nødvendig dosering og koncentration af oxidationsmiddel
- > Reaktions-/kontaktid
- > UV-dose (forsøg C)

Arbejdet omfatter for alle metoderne en samlet forrensning efterfulgt af indledende blind- og screeningsforsøg, endelige AOP-forsøg og til sidst en efterrensning af det AOP-rensede vand med aktivt kul.

Før AOP-forsøgene startes, udføres straks 2-3 mindre indledende kulrenseforsøg med ca. 200 ml forrenset grundvand tilsat varierende mængder PAC for bedre at kunne pejle sig ind på kulforbruget til rensning af den større vandmængde i forsøgene. TOC måles før og efter rensningen. Disse første forsøg vil vise, hvor meget aktivt kul der bør anvendes ved de afsluttende efterrensningsforsøg. Dette er væsentligt idet der vil være en begrænset mængde AOP-rensede vand til rådighed. Se i øvrigt afsnit 4.5 for nærmere beskrivelser af øvrige kulrenseforsøg.

I de følgende afsnit er de planlagte forsøg beskrevet mere detaljeret. Tilbudsgiver har mulighed for at ændre forsøgsdetaljer, hvis tilbudsgiver vurderer det som nødvendigt eller fordelagtigt. Dette er baggrunden for at flere aktiviteter er beskrevet som en anbefaling/forslag. Dog skal man ved forsøgene kunne nå frem til at opfylde de kriterier, der er opstillet under formål og tilbudsgiver skal beskrive og begrunde sine valg af fremgangsmåde.

Samlet oversigt over analyser der skal udføres ifm. delaftale 1, fremgår af Tabel 4.

### 4.1 Forrensning

Ved forrensningen skal der behandles så meget vand, at der er rigeligt vand til at gennemføre alle de planlagte forsøg i de tre forsøgsserier (A, B og C) samt tilhørende analyser og økotoksikologiske undersøgelser.

Vandet skal først oxideres ved tilsætning af natriumhypochlorit, hvorved jern og mangan udfældes som ferrihydroxid og brunsten, med mindre anden relevant metode begrundet kan anvendes. Afhængig af vandets koncentration af jern og mangan doseres så meget natriumhypochlorit, at man opnår et lille overskud af chlor på 1-2 mg/l, hvilket kontrolleres ved at måle restkoncentrationen af fri chlor. Oxidationsprocessen er forholdsvis hurtig, og forventes at være helt færdig efter 30 minutter. For en sikkerheds skyld skal man vente, til der er gået 60 minutter, før vandet filtreres.

Til filtrering kan anvendes et fint posefilter (1 µm, et fint patronfilter (1 µm) eller et tilsvarende effektivt filter. Ved filtreringen skal man så vidt muligt undgå

stripping af organiske opløsningsmidler ved kontakt mellem vand og luft. Efter filtreringen skal man sikre sig, at jern og mangan er fjernet effektivt. Tilbudsgiver skal beskrive, hvordan man planlægger at lave filtreringen. Vandet skal være fuldstændigt klart, og restkoncentration af jern og mangan måles med en god fotometer-metode, så man straks ved, at vandet kan anvendes til det videre forsøgsarbejde.

Ved laboratorieforsøgene kan chloroverskud fjernes med natriumbisulfit, natriumthiosulfat eller hydrogen peroxid, hvad man måtte finde bedst egnet. Først beregnes, hvor meget reduktionsmiddel, der skal anvendes for at reducere restoverskud af fri chlor. Herefter kan man eventuelt kontrollere i en lille prøve (f.eks. 50 ml), hvor meget reduktionsmiddel der skal tilsættes for at reducere alt fri chlor, uden at der kan påvises et måleligt overskud af reduktionsmiddel ( $< 1$  mg/l reduktionsmiddel). Processen kan eventuelt følges ved at måle redoxpotential, som vil ændres kraftigt, når netop alt chlor er forsvundet. Resultatet fra den lille kontrolprøve anvendes til at beregne, hvor meget reduktionsmiddel, der skal anvendes til at behandle hele portionen af vand med restchlor. Efter behandling af den store portion, skal restchlorkoncentrationen af chlor måles (resultat noteres og anføres i forsøgsrapporten), og den bør være mindre end 0,1 mg/l, før vandet er acceptabelt til videre forsøgsarbejde og analyser. Såfremt der er tilsat et meget lille overskud af chlor, kan man eventuelt helt undgå at fjerne chloroverskud.

Det forrensede vand opbevares herefter, således at stripping af flygtige komponenter minimeres. Lige før opstart af en AOP-test udtages prøver af det forrensede vand (I alt 3090 ml til Eurofins), og prøverne sendes til analyse sammen med det rensede vand fra det pågældende AOP-forsøg. Samme fremgangsmåde følges for alle 3 AOP-forsøgsserier. Der bliver således en startprøve for hver af serierne A, B og C.

Som tidligere nævnt er det således vigtigt at have fokus på at der forrenses tilstrækkeligt vand.

Vandprøverne til Eurofins udtages i emballage som rekvireres ved Eurofins, jf. afsnit 4.6.

## 4.2 Test af metode A: Ozon (forsøg A)

Ozonanlægget kan f.eks. være opbygget som en høj kolonne (et rør med bund), hvorigennem der pumpes vand med passende flow. Vandstrømmen kan være medstrøms eller modstrøms. Det skal i tilbuddet begrundes om vandstrømmen skal være medstrøms eller modstrøms, alt efter hvad der forekommer mest hensigtsmæssigt og giver de mest korrekte forsøgsresultater. Vandflow og rørvolumen bestemmer reaktionstiden (opholdstiden), hvor vand og ozon er i kontakt med hinanden. I bunden af røret indblæses ozon, der fordeles gennem glasfritter eller lignende. Vandflowet afpasses ved forsøget, så man opnår den ønskede opholdstid i kolonnen (10, 20 og 30 minutter). I praksis vil man forvente, at en opholdstid på 10-20 minutter er tilstrækkelig. Ozondoseringen forventes at ligge mellem 30 og 100 mg/l, men realistiske koncentrationer kan estimeres mere

præcist, når vandets TOC- og COD-koncentration kendes. Der kan også anvendes en anden opbygning af ozonanlægget, hvis det anses for bedre eller mere formålstjenlig til den aktuelle opgave.

#### 4.2.1 Blindforsøg og indledende screening

Det anbefales, at der indledningsvis laves to blindforsøg. I det ene forsøg tilsættes rent oxygen i stedet for en blanding af oxygen og ozon. Formålet er at måle den TOC-reduktion, der opstår ved stripping af flygtige komponenter i vandet med det aktuelle forsøgsanlæg. I det andet blindforsøg undersøges ozonoptagelsen i rent vand med en realistisk ozondosering. Man kan ikke forvente at få alt organisk stof nedbrudt fuldstændigt ved oxidationen. Nogle organiske stoffer vil sandsynligvis kun blive nedbrudt til mindre organiske molekyler. Derfor bør det overvejes, om der findes en bedre "hurtigmetode" til at følge nedbrydningsforløbet af flygtige organiske stoffer og pharmastoffer. Måling af vandets UV-absorbans kan måske give et bedre billede af, i hvor høj grad man har fået nedbrudt de organiske forureningen i vandet, men der er måske andre endnu bedre metoder til at følge nedbrydningen under screeningsforsøgene.

Man kan f.eks. fastlægge relevante forsøgsomstændigheder ved at starte med et indledende screeningsforsøg med høj ozondosering (f.eks. 100 mg/l) og lang opholdstid (f.eks. 30 minutter). Herefter kan opholdstiden gradvis reduceres til 20 og 10 minutter. Endvidere afprøves en lav ozondosering (f.eks. 30 mg/l) for opholdstider på 10, 20 og 30 minutter. For hver af de seks indstillinger udtages prøver til TOC analyse. Ozondosering og opholdstid er kun vejledende, og de kan ændres under forsøget, hvis det er bedre at bruge andre værdier. Anden strategi for undersøgelse af doseringsmængde og opholdstid kan benyttes, hvis den anses for bedre.

#### 4.2.2 Endelige forsøg

Ved de tre endelige forsøg skal undersøges forskellige ozondoserings og opholdstider. Disse kan først endeligt fastlægges, når TOC-resultaterne fra screeningsforsøget kendes.

Ud fra TOC-målinger og eventuelle andre målinger fra screeningsforsøgene, kan man fastlægge de formodede optimale værdier for ozondosering og opholdstid for det første forsøg (optimal dosering og opholdstid). Herefter skal der laves et andet forsøg, hvor man har markant højere ozondosering og/eller opholdstid samt et tredje forsøg, hvor man har markant lavere ozondosering og/eller opholdstid. Det giver disse tre endelige forsøgsserier:

Forsøg A1: Optimal ozondosering og opholdstid

Forsøg A2: Højere ozondosering og/eller opholdstid end forsøg 1

Forsøg A3: Lavere ozondosering og/eller opholdstid end forsøg 1

Ved de endelige forsøg skal der genereres tilstrækkeligt med rensset vand til de efterfølgende kemiske analyser ved Eurofins, interne dokumentationsprøver og økotoksikologiske tests samt vand til forsøg med rensning i aktivt kul.



Efter hvert af de tre endelige rensningsforsøg udtages vandprøver, som sendes til analyse ved Eurofins, jf. afsnit 4.6.

### 4.3 Test af metode B: Ozon + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (forsøg B)

I dette forsøg anvendes samme forsøgsopstilling som i forsøg A, men her foretages en dosering af brintperoxid, inden vandet pumpes igennem ozonkolonnen, hvor der doseres ozon. Det kan forventes, at man med denne proces kan oxidere nogle svært nedbrydelige stoffer, som ikke nødvendigvis kan oxideres fuldt ud med ozon alene.

#### 4.3.1 Blindforsøg og indledende screening

Det anbefales, at man som i forsøg A først laver et blindforsøg, hvor der doseres en realistisk mængde ozon og brintperoxid på rent vand. Ved måling af brintperoxidkoncentrationen i udløbet fra reaktoren får man et mål for dannelsen af hydroxylradikaler i systemet. Reduktion i brintperoxidkoncentrationen skyldes dannelsen af hydroxylradikaler.

Det forventes, at man kan bruge de indhøstede erfaringer fra forsøg A, hvad angår ozondosering og opholdstid i ozonreaktoren, så man evt. kan begrænse de forskellige indstillinger under screeningsforsøget. Detaljer for screeningsforsøget afgøres først, når ozonforsøget er lavet. Resultaterne fra screeningsforsøget anvendes til at fastlægge de endelige reaktionstider og doseringer ved de tre hovedforsøg i denne serie.

#### 4.3.2 Endelige forsøg

Hovedkilden til oxidation i forsøg B er ozon, og tilsætningen af brintperoxid har til formål at katalysere dannelsen af hydroxylradikaler ud fra ozon. Forhold mellem brintperoxid og ozon skal fastlægges ved forsøget, ligesom nedbrydningsforløbet og dermed reaktionshastigheden skal undersøges. I tidligere udførte laboratorieforsøg med vand fra Kærgård Plantage (2005) var molforholdet mellem ozon og brintperoxid ca. 0,7 og det vil formentlig være fornuftigt som udgangspunkt at bruge dette forhold igen, men det bør undersøges nøjere ved forsøgene, hvad det optimale forhold er. Bemærk, at mere brintperoxid kan mindske dannelse af bromat ud fra bromid. Hvis der doseres forholdsvis mere brintperoxid kan det imidlertid hæmme dannelsen af hydroxylradikaler.

Ved de tre endelige forsøg skal undersøges forskellige doseringer af ozon og brintperoxid samt opholdstider. Disse kan først fastlægges, når TOC-resultaterne fra screeningsforsøget kendes. Ud fra TOC-målinger fra screeningsforsøgene, kan man fastlægge de formodede optimale værdier for dosering og opholdstid for det første forsøg. Herefter skal der laves et andet forsøg, hvor man har markant højere dosering og/eller opholdstid samt et tredje forsøg, hvor man har markant lavere dosering og/eller opholdstid. Det forudsættes, at man ved alle de endelige forsøg anvender det samme optimale forhold mellem ozon og brintperoxid. Det giver disse tre endelige forsøg:



Forsøg B1: Optimal dosering af ozon og brintperoxid samt optimal opholdstid

Forsøg B2: Højere dosering og/eller opholdstid end forsøg 1

Forsøg B3: Lavere dosering og/eller opholdstid end forsøg 1

Efter hvert af de tre endelige rensningsforsøg udtages vandprøver, som sendes til analyse ved Eurofins, jf. afsnit 4.6.

Ved de endelige forsøg skal der genereres tilstrækkeligt med rensset vand til de efterfølgende kemiske analyser ved Eurofins, interne dokumentationsprøver og økotoksikologiske tests samt vand til forsøg med rensning i aktivt kul.

## 4.4 Test af metode C: $H_2O_2$ + UV (forsøg C)

Forsøg med  $H_2O_2$  og UV kan laves på flere måder, der alle fører frem til de ønskede resultater.

En ofte anvendt forsøgsopstilling består af en cirkulationsbeholder med vandprøve og en UV-lampe. Vandet pumpes fra cirkulationsbeholderen gennem et modul med UV-lampe. Fra start doseres en passende mængde brintperoxid til det samlede vandvolumen. Brintperoxid forbruges i takt med, at oxidationen foreløber og der dannes hydroxylradikaler. Pumpningen gennem modulet med UV-lampen foregår forholdsvis hurtigt, så vandvolumenet i beholderen passerer UV-lamper flere gange i timen. Der er mulighed for at vælge en lavtryks UV-lampe eller mellemtryks UV-lampe. UV-effekten skal være afpasset efter den vandmængde, der skal behandles, så man kan operere med realistiske opholdstider (typisk mellem 5 og 30 minutter).

### 4.4.1 Blindforsøg og indledende screening

Indledningsvist udføres et blindforsøg med rent grundvand tilsat brintperoxid, der cirkuleres gennem forsøgsanlægget. Her kan man måle, hvor hurtigt koncentrationen af brintperoxid reduceres under påvirkning af UV-lys. En hurtig reduktion af brintperoxid er ensbetydende med en god og hurtig dannelse af hydroxylradikaler. Ud fra resultaterne fra screeningsforsøget og blindforsøget besluttet forsøgsomstændigheder for de tre endelige forsøg, idet man både har mulighed for at ændre doseringen af brintperoxid og reaktionstiden.

Ligesom ved ozonforsøget (forsøg A) anbefales det desuden at lave et indledende screeningsforsøg med forurenede grundvand med to forskellige doseringer af brintperoxid. For hver dosering regner man med, at cirkulationen skal vare i 30 minutter, og der udtages prøver efter 10, 20 og 30 minutter. Samtidig måles koncentrationen af brintperoxid i vandbeholderen, hvorved man får et tydeligt billede af forbruget af brintperoxid. Der bliver således lavet to screeningsforsøg, hvilket giver 6 prøver, der efterfølgende skal analyseres for TOC.

#### 4.4.2 Endelige forsøg

Ved de tre endelige forsøg skal undersøges forskellige doseringer af brintperoxid samt forskellige reaktionstider. Disse fastlægges, når resultaterne fra screeningsforsøg og blindforsøg foreligger.

Ud fra TOC-målinger og eventuelle andre målinger fra screeningsforsøgene, kan man fastlægge de formodede optimale værdier for dosering og opholdstid i det første forsøg. Herefter skal der laves et andet forsøg, hvor man har markant højere dosering og/eller længere reaktionstid samt et tredje forsøg, hvor man har markant lavere dosering og/eller kortere reaktionstid. Det giver disse tre endelige forsøg:

Forsøg C1: Optimal dosering af brintperoxid samt optimal reaktionstid

Forsøg C2: Højere dosering og/eller længere reaktionstid end forsøg 1

Forsøg C3: Lavere dosering og/eller kortere opholdstid end forsøg 1

Ved de endelige forsøg skal der genereres tilstrækkeligt med rensset vand til de efterfølgende kemiske analyser hos Eurofins, interne dokumentationsprøver og økotoksikologiske tests samt vand til forsøg med rensning i aktivt kul.

Efter hvert af de tre endelige rensningsforsøg udtages vandprøver, som sendes til analyse hos Eurofins, jf. afsnit 4.6.

#### 4.5 Efterrensning med aktivt kul

For hver forsøgsserie (A, B, C og D) skal udføres kulforsøg for hver af de 3 testede doseringer (lav, realistisk og høj). Renseforsøgene udføres med pulveriseret aktivt kul (PAC).

Det firma, som udfører delaftale 2, sender AOP-renset vand til det firma som udfører delaftale 1, til kulrenseforsøg med vand fra forsøgsserie D (test katalytisk  $H_2O_2$ ). På den måde sikres, at der bliver lavet helt ensartede forsøg med aktivt kul for alle fire AOP-metoder. Det er derfor meget vigtigt, at det fremgår af tilbuddet, hvor meget vand der forventes modtaget fra det firma som udfører delaftale 2.

De i alt 13 vandprøver (urenset/ubehandlet vand + 3 prøver fra hver af de 4 forsøgsserier), der udføres aktiv kulrensning på, sendes til analyse hos Eurofins i Danmark.

Forsøg med aktivt kul udføres som batchforsøg på en prøve, hvor overskud af oxidationsmiddel forinden er fjernet med thiosulfat eller bisulfit. En passende mængde vandprøve (bestemmes ud fra, hvilke analyser og test der skal laves på det rensede vand) renses med pulveriseret aktivt kul under omrøring, indtil ligevægt er nået (mindst 2 timer). Til batchforsøg anvendes pulveriseret aktivt kul (PAC) og ikke granuleret aktivt kul (GAC), som ellers normalt anvendes i et kulfilter. Forsøget udføres i en lukket flaske med magnetomrører.

Kulforsøgene vil vise, hvilke stoffer man kan forvente fjernet med aktivt kul både på urensset og rensset vand. Man skal dog være opmærksom på, at friske kul kan fjerne ganske mange forskellige organiske forbindelser, men når kullene nærmer sig mætning, så vil man ofte se, at stoffer med stor affinitet til kul stadig absorberes, mens stoffer med lille affinitet ikke absorberes særlig godt mere. Når et kulfilter er mættet, vil man undertiden opleve, at stoffer, der allerede er bundet til kullene, afgives igen fra kullene, fordi disse stoffer har en lav affinitet til kullene, og i stedet optages stoffer med stor affinitet.

#### 4.5.1 Blindforsøg og indledende screening

Før man går i gang med de endelige kulrenseforsøg, anbefales det at lave en blindtest og nogle få screeningstest i lille skala (200 ml vandprøver) for at finde frem til den nødvendige kultilsætning. Disse tests skal laves på forrenset grundvand. Der kan anvendes pulveriseret aktivt kul af typen F400 fra Chemviron Carbon eller tilsvarende kulkvalitet.

Man kan som en tommelfingerregel regne med, at aktivt kul kan optage organisk stof svarende til 20% af egen vægt. Hvis man går ud fra, at det forurenede grundvand indeholder ca. 5 mg/l organisk stof (stemmer nogenlunde med analyserne i afsnit 1.1), så svarer det til et kulforbrug på 25 mg kul pr. liter vand eller 5 mg pr. 200 ml urensset grundvand. Ved screeningsforsøgene ønskes betydeligt mere kul for at opnå så lav restkoncentration af organisk stof som muligt. Derfor foreslås doseringer på 0, 50, 150 og 500 mg kul pr. 200 ml urensset grundvand og omrøring i lukket glasflaske i 2 timer. Efter endt omrøring foretages en dekantering og filtrering af vandet for at fjerne PAC. TOC måles før og efter kulforsøgene på alle 4 prøver. Forsøget uden kuldosering vil vise, hvor meget organisk stof, der går tabt ved forsøget. De tre forsøg med aktivt kul vil vise, hvor meget kul, der skal tilsættes for at opnå størst mulig reduktion af organisk stof.

#### 4.5.2 Endelige forsøg

Ved de endelige kulforsøg skal der renses en så stor vandmængde (formentlig mindst 10 liter pr. kulrenseforsøg), at der er tilstrækkeligt vand til de kemiske analyser hos Eurofins (3090 ml) og en økotoksikologisk test (ca. 2500 ml pr. forsøg). Disse forhold skal endeligt afklares i detaljer med de involverede parter, før AOP-forsøg og kulrenseforsøg påbegyndes.

Forsøgene skal laves i lukket glasflaske med omrører for at minimere afdampning af flygtige forbindelser. Omrøringen skal være effektiv og vare i mindst 2 timer for at sikre optimal optagelse af organisk stof. Eventuelt overskud af oxidationsmiddel skal være fjernet straks efter afslutning af AOP-forsøget. Kuldoseringen bestemmes ud fra screeningstesten, idet man kan regne med, at der er mindre organisk stof i det rensede vand end i det urensede vand, der blev anvendt til screeningstesten.

Der laves 13 kulrenseforsøg, som det fremgår af denne oversigt:

1. Urenset grundvand
2. 3 prøver fra ozonrensning (forsøg A)

3. 3 prøver fra rensning med ozon + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (forsøg B)
4. 3 prøver fra rensning med UV + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (forsøg C)
5. 3 prøver fra rensning med H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + fast stof katalysator (forsøg D)

Vand til kulrensning fra forsøg D modtages fra det firma som udfører delaftale 2.

Den bedste prøve fra hver forsøgsserie (A-D) sendes til det laboratorie som udfører delaftale 3, økotoksikologiske tests (samlet 4 prøver).

## 4.6 Kemiske analyser, delaftale 1

I Tabel 4 er anført en oversigt over de forsøg der skal laves under delaftale 1 samt de tilhørende analyser. Der er anført med et x pr. analyse.

Analyserne tilhørende pakke no. 5-9 udføres af Eurofins, jf. Tabel 5, som indeholder en samlet oversigt over analyserne.

Tabel 4 Forsøgsmatrix for forrensning, efterrensning og AOP-forsøg (A-C).

Test	Før tilsætning af reduktionsmiddel			Analyse af urensset og rensset vand							
	Ozon, mg/l	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , mg/l	Cl <sub>2</sub> , mg/l	TOC	COD	Tot-N	Br + BrO <sub>3</sub>	Metal	Uorganisk pakke	VOC + TPH, BTEXN *	Grindsted pharma pakke
Analysepakke nr.	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prøvevolumen, ml	10	10	10	30	10	50	160	100	630	1200	1000
<b>Forrensning af råvand</b>											
Råvand før forrensning				x	x	x	x	x	x	x	x
Under forsøget			xxx	x							
Efter forrensning				xxx	xxx	xxx	x	x	xxx	xxx	xxx
PAC, 4 screeningsforsøg				xxxx							
PAC, endelig test				x				x		x	x
<b>A: Ozon</b>											
Screening + blind test	x			xxxxxx							
Test 1-O3 dose1- Optimal	x			x	x	x	x	x	x	x	x
Test 2-O3 dose2-Høj	x			x	x		x		x	x	x
Test 3-O3 dose3-lav	x			x	x		x		x	x	x
3 PAC tests	x			xxx				x		xxx	xxx
<b>B: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Ozon</b>											
Screening + blind test	x	x		xxxxxx							
Test 1-O3/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Optimal	x	x		x	x		x		x	x	x
Test 2-O3/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Høj	x	x		x	x		x		x	x	x
Test 3-O3/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -lav	x	x		x	x		x		x	x	x
3 PAC tests	x	x		xxx						xxx	xxx
<b>C: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + UV</b>											
Screening + blind test		x		xxxxxx							
Test 1-H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Optimal		x		x	x				x	x	x
Test 2-H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Høj		x		x	x				x	x	x
Test 3-H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -lav		x		x	x				x	x	x
3 PAC tests		x		xxx						xxx	xxx
Total antal analyser	10	10	3	46	13	5	8	5	11	23	23

I Tabel 5 er der lavet en samlet oversigt over analyserne samt nødvendig prøvevolumen. Prøvevolumen for interne analyser, som udføres af tilbudsgiver, er et estimat, mens prøvevolumener ved Eurofins er et krav.

Antallet af interne analyser kan ændres i forhold til forslaget i tabellen, hvis det vurderes nødvendigt eller hensigtsmæssigt.

Prisen på analyser hos Eurofins skal ikke være inkluderet i tilbuddet, da disse analyser betales direkte af bygherre. Ønskes flere analyser fra Eurofins, end der er foreslået i tabellen, skal dette anføres i tilbuddet. Det bemærkes i den forbindelse at analysetiden for Grindstedværkstoffor er 1 måned.

*Table 5 Detaljeret oversigt over analyser.*

Pakke nr.	Parametre	ml prøve	Laboratorium	antal	Note
1	pH, redox, ledningsevne, O <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub>	50	Intern		Løbende under forsøg
2	TOC	30	Intern	46	Test kit fotometer
3	COD	10	Intern	13	Test kit fotometer
4	total-N	50	Intern	5	Test kit fotometer
5	Br + BrO <sub>3</sub>	160	Eurofins	8	Dyr specialanalyse
6	As, Pb, Cd, Cr, Cu, Zn	100	Eurofins	5	
7	pH, ledningsevne, NVOC, Ca, Mg, Na, K, NH <sub>4</sub> , Fe, Mn, HCO <sub>3</sub> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , total-P, F, Ni	630	Eurofins	11	Pakke (reduceret): Hovedbestandele boringskontrol
8	Chlorerede opløsningsmidler + nedbrydningsprodukter heraf + BTEXN + CH	1200	Eurofins	23	
9	Grindstedpakke A	1000	Eurofins	23	
	Eurofins total	3090	Eurofins		

Pakke 1 omfatter typiske parametre, som måles flere gange under AOP-forsøgene. Det er parametre, som kan måles med transportabelt udstyr. Nogle af parametrene kan endda med fordel måles kontinuert under forsøgene, hvis laboratoriet har mulighed for det, men det er ikke noget krav. Hyppige punkt-vise målinger vil være acceptabelt. Her kan evt. suppleres med måling af UV-absorbans, hvis det er relevant.

Pakke 2 (TOC) er en meget nyttig parameter til at vurdere indholdet af organisk stof i vandprøverne, men en kontinuert måling er ikke noget krav.

Pakke 3 og 4 (COD og total-N) kan være nyttige parametre at kende i urensset grundvand samt i enkelte prøver af rensset vand.

Pakke 5 (Bromid og bromat) er kun relevant at måle i forsøg med ozon, da ozon kan omdanne bromid til bromat, som er uønsket i det rensede vand. Bromat er kun relevant, såfremt der findes relativ meget bromid i grundvandet.

Pakke 6 (As, Pb, Cd, Cr, Cu og Zn) er formentlig ikke noget problem i det aktuelle grundvand, men for fuldstændighedens skyld måles disse tungmetaller i urensset vand så vel som i to udvalgte prøver af rensset vand. På den måde har man en god belysning af omfanget af disse stoffer før og efter rensning. I princippet fjernes disse tungmetaller ikke ved de planlagte rensforsøg, men man kan måske få en vis fjernelse af enkelte tungmetaller sammen med jern og mangan, der fjernes ved filtrering.

Pakke 7 omfatter uorganiske standard parametre for grundvand/drikkevand. Det er et reduceret program i forhold til en normal boringskontrol analyse. Disse

parametre giver et godt total overblik over sammensætningen af vandet, og man kan følge, om nogle af disse parametre ændres ved rensningen.

Pakke 8 (opløsningsmidler m.v.) omfatter chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf samt BTEX og kulbrinter. I denne analysepakke indgår bl.a. cis 1,2-DCE, vinylchlorid og benzen, som er de to vigtigste organiske forureningskomponenter i det forurenede grundvand. Rensning af disse to stoffer er et afgørende succeskriterium ved rensforsøgene.

Pakke 9 (Grindstedværkstoffer, pakke A) omfatter 35 pharma-stoffer med hovedvægten på barbiturater og sulfastoffer. Rensning af Grindstedværkstofferne er også et afgørende succeskriterium ved rensforsøgene.

### 4.6.1 Prøvekonservering

Der skal sendes prøver fra forsøgene til analyse hos Eurofins. Det er vigtigt, at disse prøver opbevares i de anbefalede flasker og med den foreskrevne konservering. Prøverne skal desuden opbevares og transporteres korrekt, så der ikke sker tab af flygtige komponenter. Emballage til prøver der skal analyseres ved Eurofins kan rekvireres ved Eurofins. I Tabel 6 er anført de flasker og konserveringsmetoder, der skal benyttes.

Vandprøver der skal sendes til analyse ved Eurofins skal opbevares i køleskab ved 5 °C indtil afhentning, og transport skal foregå i køletasker på en sådan måde at det sikres at der ikke sker tab af flygtige komponenter under transporten.

Med hensyn til konservering og opbevaring af prøver, der måles/analyseres internt, er konserveringsmetode og emballage at opfatte som et forslag, men andre korrekte metoder kan naturligvis anvendes. Vi vil dog pege på, at man skal undgå overskud af reduktionsmiddel i prøver, hvor der skal analyseres COD, da reduktionsmidler giver positivt bidrag til COD. Det er særlig kritisk i disse prøver, hvor der er forholdsvis lav koncentration af COD.

Tabel 6 *Oversigt over emballage og konserveringsmetoder for udtagne vandprøver*

Pakke nr.	Parametre	ml prøve	Laboratorium	konservering	Emballage
1	pH, redox, ledningsevne, O <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub>	50	Intern		
2	TOC	30	Intern	Thiosulfat	Glas eller plast
3	COD	10	Intern	Terminox Ultra	Glas eller plast
4	total-N	50	Intern		Glas eller plast
5	Br + BrO <sub>3</sub>	160	Eurofins	Aftales	2 stk 80 ml flaske
6	As, Pb, Cd, Cr, Cu, Zn	100	Eurofins	Syre	100 ml plastflaske
7	pH, ledningsevne, NVOC, Ca, Mg, Na, K, NH <sub>4</sub> , Fe, Mn, HCO <sub>3</sub> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , total-P, F, Ni	630	Eurofins	Ingen	500 ml flaske med rødt låg 100 ml flaske med sort låg 30 ml plastrør med syre
8	Chlorerede opløsningsmidler + nedbrydningsprodukter heraf + BTEXN + CH	1200	Eurofins	Thiosulfat til fjernelse af iltningemiddel	1000 ml glasflaske, sort låg 1 sæt purgerør
9	Grindstedpakke A	1000	Eurofins		1000 ml glasflaske, sort låg
	Eurofins total	3090	Eurofins		

## Bilag B Tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG1)

**Tilbuds- og afregningsgrundlag, delaftale 1 (TAG1)**

Denne TAG1 omfatter alt arbejde vedrørende afprøvning af 3 udvalgte AOP-metoder til rensning af forurenede grundvand fra det tidligere Grindstedværkets fabriksgrund. Endvidere omfatter undersøgelsen afhentning af vandprøver i Grindsted, forrensning af vandet før AOP samt efterrensning med aktivt kul af vand fra AOP-rensning. Endelig forventes det, at der skal afholdes min. et møde om arbejdet undervejs. Arbejdet er nærmere beskrevet i SAB og TBL1, og det vil her blive yderligere præciseret, hvad forsøgsarbejdet omfatter.

Som angivet i SAB har tilbudsgiver mulighed for at komme med forslag til arbejdsgange som varierer fra de angivne forslag, når kriterierne der er opstillet under opgavens formål opfyldes. Uanset om tilbudsgiver vælger at gøre dette eller ej skal alle del- og hovedposter i tilbudslisten udfyldes. Afvigelser skal fremgå af tilbudsgivers opgavebeskrivelse, og omkostningerne skal være omfattet af posterne i TBL.

**B.1.1 Tilbudslistens poster, delaftale 1**

Nummereringen refererer til numrene i TBL1.

**1 Afhentning af vandprøver**

## 1.1 Afhentning, håndtering og transport

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materialer, behørig opbevaring, sikkerhedsudstyr, eventuelle importtilladelser og transport til laboratoriested i forbindelse med afhentning og håndtering af grundvand udleveret på den beskrevne adresse i Grindsted i Danmark.

**2 Forrensningsforsøg**

## 2.1 Lille test med chlordosering

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre det beskrevne orienterende doseringsforsøg.

## 2.2 Stort oxidationsforsøg

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre det beskrevne oxidationsforsøg.

## 2.3 Fjernelse af chloroverskud

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne forsøg med fjernelse af chlor.

## 2.4 Dekantering og filtrering



Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne dekanterings- og filtreringsforsøg.

#### 2.5 Rapportering

Posten skal indeholde alle udgifter til forsøgsrapport, som beskriver forsøgsgang samt alle resultater, vurderinger og konklusioner.

### **3 AOP-forsøg med ozon (A)**

#### 3.1 Måling af TOC

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne målinger af TOC

#### 3.2 Blind- og screeningsforsøg

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne blind- og screeningsforsøg.

#### 3.3 Optimal dosering og reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne bestemmelser af dosering og reaktionstidens længde.

#### 3.4 Overdosering og lang reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne overdoseringsforsøg med lang reaktionstid.

#### 3.5 Underdosering og kort reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne underdoseringsforsøg med kort reaktionstid.

#### 3.6 Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at konservere og opbevare vandprøver fra forsøg samt fremsende prøverne til Eurofins og til økotoksikologisk undersøgelse til vinder af delaftale 3.

#### 3.7 Rapportering

Posten skal indeholde alle udgifter til at udarbejde en foreløbig rapport med forsøgsbeskrivelse og forsøgsdata samt de løbende analyser. Posten skal endvidere

indeholde alle udgifter til at lave den endelige rapport med vurderinger og konklusioner samt alle analyseresultater fra Eurofins

#### **4 AOP-forsøg med ozon og H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (B)**

##### 4.1 Blind- og screeningsforsøg

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne blind- og screeningsforsøg.

##### 4.2 Optimal dosering og reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre det beskrevne forsøg med optimal dosering og reaktionstid.

##### 4.3 Overdosering og lang reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre det beskrevne overdoseringsforsøg med lang reaktionstid.

##### 4.4 Underdosering og kort reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne underdoseringsforsøg med kort reaktionstid.

##### 4.5 Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at konservere og opbevare vandprøver fra forsøg samt fremsende prøverne til Eurofins og til økotoksikologisk undersøgelse.

##### 4.6 Rapportering

Posten skal indeholde alle udgifter til at udarbejde en foreløbig rapport med forsøgsbeskrivelse og forsøgsdata samt de løbende analyser. Posten skal endvidere indeholde alle udgifter til at lave den endelige rapport med vurderinger og konklusioner samt alle analyseresultater fra Eurofins.

#### **5 AOP-forsøg med UV og H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (C)**

##### 5.1 Blind- og screeningsforsøg

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne blind- og screeningsforsøg.

##### 5.2 Optimal dosering og reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre det beskrevne forsøg med optimal dosering og reaktionstid.

### 5.3 Overdosering og lang reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne overdoseringsforsøg med lang reaktionstid.

### 5.4 Underdosering og kort reaktionstid

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne underdoseringsforsøg med kort reaktionstid.

### 5.5 Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at konservere og opbevare vandprøver fra forsøg samt fremsende prøverne til Eurofins og til økotoksikologisk undersøgelse

### 5.6 Rapportering

Posten skal indeholde alle udgifter til at udarbejde en foreløbig rapport med forsøgsbeskrivelse og forsøgsdata samt de løbende analyser. Posten skal endvidere indeholde alle udgifter til at lave den endelige rapport med vurderinger og konklusioner samt alle analyseresultater fra Eurofins

## **6 Efterrensning med aktivt kul**

### 6.1 TOC-måling på urensset vand

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne TOC-målinger.

### 6.2 Screeningsforsøg med aktivt kul.

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier/kul, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne screeningsforsøg.

### 6.3 Komplet forsøg med urensset vand

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier/kul, analyser og udstyr til at udføre de beskrevne forsøg på urensset vand.

### 6.4 Forsøg med vand fra rensning med ozon

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de tre beskrevne rensforsøg.

#### 6.5 Forsøg med vand fra rensning med ozon + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de tre beskrevne rensforsøg.

#### 6.6 Forsøg med vand fra rensning med UV + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de tre beskrevne rensforsøg.

#### 6.7 Forsøg med vand fra rensning med H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + katalysator

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at udføre de tre beskrevne rensforsøg.

#### 6.8 Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse

Posten skal indeholde alle omkostninger herunder mandskab, materiel, kemikalier, analyser og udstyr til at konservere og opbevarer vandprøver fra forsøg samt fremsende prøverne til Eurofins og til økotoxikologiske forsøg.

#### 6.9 Rapportering

Posten skal indeholde alle udgifter til at udarbejde en foreløbig rapport med forsøgsbeskrivelse og forsøgsdata samt de løbende analyser. Posten skal endvidere indeholde alle udgifter til at lave den endelige rapport med vurderinger og konklusioner samt alle analyseresultater fra Eurofins

### **7 Generelt**

#### 7.1 Projektstyring

Tilbudsgiver skal prissætte tids- og ressourceforbrug til generel projektstyring, som ligger ud over forsøgsarbejdet.

#### 7.2 Møder

Der forventes, at der skal holdes nogle Skype-møder i løbet af projektet med deltagelse af Regionen, COWI og tilbudsgiver.

Tilbudsgiver skal oplyse en pris pr. møde af maksimalt 2 timers varighed. Prisen skal omfatte forberedelse og mødedeltagelse.

## Bilag C Tilbudslister



## Hovedtilbudsliste, delaftale 1

Laboratorieforsøg til test af AOP-metoder overfor forureningsfanen fra Grindstedværket, delaftale 1

Tilbud      Undertegnede leverandør tilbyder herved at udføre nedennævnte arbejder for Region Syddan  
i henhold til udbudsmateriale af september 2019 for et samlet beløb excl. Moms

Kr. ....

Skriver .....

Hovedposter: Overført fra TBL

1 Afhentning af vandprøver mv.	kr.
2 Forrenseforsøg	kr.
3 AOP-forsøg, ozon (A)	kr.
4 AOP-forsøg, ozon+H2O2 (B)	kr.
5 AOP-forsøg, UV+H2O2 (C)	kr.
6 Kulforsøg	kr.
7 Generelt	kr.
Samlet sum ekskl. moms	kr.

Forbehold      Evt. forbehold anføres her

UNDERSKRIFT:      Undertegnede bekræftiger, at der ikke i forhold til øvrige  
bilag er taget forbehold, der ikke direkte er omtalt i  
nærværende tilbudsliste

LEVERANDØRENS NAVN: \_\_\_\_\_

ADRESSE: \_\_\_\_\_

TLF: \_\_\_\_\_

E-MAIL: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Dato

\_\_\_\_\_ Leverandørens underskrift

FORHANDLINGSBEMYNDIGET PERSON:

\_\_\_\_\_ Navn

\_\_\_\_\_ Tlf.

## ALTERNATIVE OG SÆRLIGE OPLYSNINGER

## EVT. UNDERLEVERANDØR(ER):

---

Arbejde

---

Navn

---

Adresse

---



## Tilbudsliste, delaftale 1

Punkt	Post	Beskrivelse	Fast pris	I alt ekskl. moms
<b>1</b>	<b>Afhentning af vandprøver mv.</b>			
	1.1	Afhentning, håndtering og transport af vandprøver		
<b>I alt post 1, at overføre til hovedtilbudsliste</b>				
<b>2</b>	<b>Forrenseforsøg</b>			
	2.1	Orienterende lille forsøg til fastlæggelse af NaClO dosering		
	2.2	Stort forsøg med oxidation med NaClO (kontrolmåling af lille overskud)		
	2.3	Fjernelse af chloroverskud med reduktionsmiddel		
	2.4	Dekantering og filtrering		
	2.5	Rapportering		
<b>I alt post 2 Pris for hele forsøget (2.1 til 2.5), at overføre til hovedtilbudsliste</b>				
<b>3</b>	<b>AOP-forsøg, ozon (A)</b>			
	3.1	Måling af TOC til beregning af ozonforbrug		
	3.2	Screeningsforsøg og blindtest med sideløbende målinger		
	3.3	Forsøg med optimal dosering og reaktionstid		
	3.4	Forsøg med stor dosering og lang reaktionstid		
	3.5	Forsøg med lille dosering og kort reaktionstid		
	3.6	Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse		
	3.7	Rapportering		
<b>I alt post 3 Pris for hele forsøgsserien (3.1 til 3.7), at overføre til hovedtilbudsliste</b>				
<b>4</b>	<b>AOP-forsøg, ozon + H2O2 (B)</b>			
	4.1	Screeningsforsøg og blindtest med sideløbende målinger		
	4.2	Forsøg med optimal dosering og reaktionstid		
	4.3	Forsøg med stor dosering og lang reaktionstid		
	4.4	Forsøg med lille dosering og kort reaktionstid		
	4.5	Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse		
	4.6	Rapportering		
<b>I alt post 4 Sum, for hele forsøgsserien (4.1 til 4.6), at overføre til hovedtilbudsliste</b>				
<b>5</b>	<b>AOP-forsøg, UV + H2O2 [C]</b>			
	5.1	Screeningsforsøg og blindtest med sideløbende målinger		
	5.2	Forsøg med optimal dosering og reaktionstid		
	5.3	Forsøg med stor dosering og lang reaktionstid		
	5.4	Forsøg med lille dosering og kort reaktionstid		
	5.5	Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse		
	5.6	Rapportering		
<b>I alt post 5 Sum hele forsøgsserien (5.1 til 5.6), at overføre til hovedtilbudsliste</b>				
<b>6</b>	<b>Kulforsøg</b>			
	6.1	Måling af TOC i urensset vand til beregning af kulforbrug		
	6.2	Test med 3 kuldoseringer på små prøver urensset vand + TOC-måling		
	6.3	1 Forsøg med urensset vand med komplet analyseprogram		
	6.4	3 Forsøg med ozon rensset vand med komplet analyseprogram		
	6.5	3 Forsøg med ozon+H2O2 rensset vand med komplet analyseprogram		
	6.6	3 Forsøg med UV+H2O2 rensset vand med komplet analyseprogram		
	6.7	3 Forsøg med H2O2+katysator rensset vand med komplet analyseprogram		
	6.8	Prøvekonservering, opbevaring og forsendelse		
	6.9	Rapportering		
<b>I alt post 6 Sum, hele forsøgsserien (6.1 til 6.9), at overføre til hovedtilbudsliste</b>				
<b>7</b>	<b>Generelt</b>			
	7.1	Projektstyring		
	7.2	Deltagelse i Skype-møder at 2 timers varighed. Pris pr. møde (Deltagelse i møder honoreres kun, hvis møderne de bliver afholdt)		
<b>I alt post 7 Sum, generelt, at overføre til hovedtilbudsliste</b>				
<b>Total, delaftale 1, at overføre til hovedtilbudsliste</b>				



## Bilag D Tro- og love erklæring



## Tro og love erklæring

Undertegnede tilbudsgiver erklærer hermed, at firmaets ubetalte, forfaldne gæld til det offentlige på tilbudstidspunktet ikke overstiger 100.000 DKK.

Det erklæres hermed at firmaets ubetalte, forfaldne gæld til det offentlige på tilbudstidspunktet udgør: DKK \_\_\_\_\_

---

På vegne af virksomheden (Navn, adresse, CVR):

Den \_\_\_\_\_

-----  
Firmastempel og underskrift



## Bilag E    ABR forenklet (Forenklede almindelige betingelser for rådgivning og bistand i bygge- og anlægsvirksomhed)





# Kapitel K. ABR Forenklet

## K1. Aftaletekst

### Forenkledede almindelige betingelser for rådgivning og bistand i bygge- og anlægsvirksomhed (ABR Forenklet)

#### A. Aftalegrundlaget

##### Anvendelse

§ 1. Forenkledede almindelige betingelser er udarbejdet med henblik på aftaler om rådgivning og bistand inden for bygge- og anlægsvirksomhed, hvor klienten ikke er forbruger, og hvor der er tale om en opgave med teknisk rådgivning uden projektering eller med projektering i mindre omfang. Betingelserne finder anvendelse, når de er vedtaget af aftalens parter.

Stk. 2. Fravigelse af betingelserne gælder kun, når det tydeligt og udtrykkeligt angives i aftalen, på hvilke punkter fravigelse skal ske.

##### Definitioner

§ 2. Beløbsangivelser er uden moms, medmindre andet er angivet.

Stk. 2. Ved "arbejdsdage" forstås alle mandage til og med fredage, der ikke falder på en helligdag, 1. maj, grundlovsdag, juleaftensdag eller nytårsaftensdag.

##### Lovvalg

§ 3. Retsforholdet skal i det hele behandles efter dansk rets regler.

##### Rådgivningsaftalen

§ 4. Rådgivningsaftale indgås ved underskrivelse af en rådgivningskontrakt eller ved skriftlig accept af et tilbud fra rådgiveren.

Stk. 2. I aftalen skal der være taget stilling til

- a) rådgivningens omfang, herunder de ydelser, som rådgiveren skal levere, og eventuelle krav om dokumentation,
- b) rådgiverens honorar, herunder honorarform og satser,
- c) opgavens økonomiske ramme og de budgetforudsætninger, den er baseret på,
- d) hvilke beslutninger klienten skal træffe i forbindelse med opgavens løsning, og
- e) i hvilken form løsningen skal fremtræde, og
- f) tidsplan med angivelse af start- og sluttidspunkt for udførelsen af opgaven.

Stk. 3. Hvis opgaven angår et bygge- og anlægsarbejde, skal klienten og rådgiveren i rådgivningsaftalen tage stilling til, om og i hvilket omfang rådgiveren skal udføre

- a) projekteringsledelse
- b) byggeledelse
- c) fagtilsyn
- d) projektopfølgning

Stk. 4. Hvis aftalen er baseret på et tilbud fra rådgiveren efter udbud fra klienten, skal følgende rangorden være gældende ved indbyrdes modstrid mellem aftaledokumenternes bestemmelser, medmindre andet følger af almindelige fortolkningsprincipper:

- a) Rådgivningsaftalen,
- b) Brevveksling, mødereferater eller skriftligt materiale, der indeholder vedtagne ændringer, tilføjelser eller præciseringer af udbuds- eller tilbudsmaterialet, og som er senere end tilbuddet,
- c) Rådgiverens tilbud,
- d) Brevveksling, mødereferater eller andet skriftligt materiale, der indeholder ændringer, tilføjelser eller præciseringer af udbudsmaterialet, som er senere end udbuddet og tidligere end tilbuddet,
- e) Klientens udbudsmateriale,
- f) ABR Forenklet.

#### **Klientens udbud**

§ 5. Udbudsmaterialet skal indeholde oplysning om de vilkår, der skal være gældende for rådgivningsaftalen.

Stk. 2. Hvis rådgiveren skal give tilbud på et fast honorar eller et honorar efter byggeudgift eller et honorar efter medgået tid med et maksimumbeløb, skal udbudsmaterialet indeholde oplysning om alle de forhold, der er angivet i § 4, stk. 2.

Stk. 3. Hvis opgaven angår projektering af et bygge- og anlægsarbejde, skal udbudsmaterialet også indeholde oplysning om:

- a) den samlede økonomiske ramme for projektering og udførelse, hvis en sådan ramme er fastsat,
- b) fristen for rådgiverens udarbejdelse af ydelsesplan efter § 11 og forventet sluttidspunkt for entreprisens udførelse, og
- c) i hvilken organisationsform entreprisen skal udføres.

Stk. 4. Udbudsmaterialet skal endvidere indeholde oplysning om andre forhold, der må anses for at være af betydning for rådgiverens tilbud.

Stk. 5. Der bydes på grundlag af de oplysninger, som er indeholdt i udbudsmaterialet. Afhængigt af materialets detaljeringsgrad, honorarformen og opgaven skal materialet være udformet således, at der er klarhed over ydelser og vilkår.

### **Rådgiverens tilbud**

§ 6. Tilbuddet omfatter kun ydelser, der er angivet som hørende til opgaven i udbudsmaterialet eller tilbuddet.

Stk. 2. Rådgivernes forbehold eller fravigelser fra udbudsbetingelserne skal fremgå klart og samlet af tilbuddet.

Stk. 3. Vedståelsesfristen for tilbud er 20 arbejdsdage fra tilbuddets datering.

### **Underrådgivning**

§ 7. I det omfang, det er sædvanligt eller af mindre væsentlig betydning, at opgaven udføres i underrådgivning, kan rådgiveren overlade opgavens udførelse til andre. Det kan dog aftales, at hele eller bestemte dele af opgaven skal udføres af rådgiveren selv eller en bestemt underrådgiver, således at det kræver klientens godkendelse, hvis rådgiveren ønsker at overlade udførelsen til andre.

Stk. 2. På klientens anmodning skal rådgiveren snarest muligt fremsende dokumentation for, at der er indgået en aftale med en underrådgiver, og for at underrådgiveren har anerkendt, at bestemmelserne i § 7 tillige gælder, når en underrådgiver overlader arbejdet til andre, og at klienten kan gøre direkte mangelkrav gældende mod underrådgiveren i overensstemmelse med stk. 3 og 4.

Stk. 3. Hvis det må anses for godtgjort, at klienten ikke eller kun med stor vanskelighed kan gennemføre et krav vedrørende mangler mod rådgiveren, er klienten berettiget til at gøre kravet gældende direkte mod rådgiverens underrådgivere, hvis deres ydelse har samme mangel.

Stk. 4. Et direkte krav er undergivet de begrænsninger, der følger af kontraktforholdene både mellem klienten og rådgiveren og mellem rådgiveren og underrådgiveren, herunder ansvarsfraskrivelser- og begrænsninger, som måtte være aftalt i begge kontraktforhold. Det er endvidere undergivet bestemmelserne i kapitel J om tvisteløsning. Klienten giver afkald på krav mod underrådgivere på erstatning uden for kontrakt i anledning af forhold, der er omfattet af det direkte mangelkrav. Hvis det direkte krav skyldes et forsætligt eller groft uagtsomt forhold hos underrådgiveren, finder 1. og 3. pkt. ikke anvendelse.

Stk. 5. Bestemmelserne i stk. 1-4 gælder tillige, når en underrådgiver overlader opgavens udførelse til andre.

## **B. Forsikring**

### **Ansvarsforsikring**

§ 8. Rådgiveren og eventuelle underrådgivere skal have sædvanlig professionel ansvarsforsikring og erhvervsansvarsforsikring, medmindre der er tegnet en projektansvarsforsikring, der dækker rådgivers ansvar for sådanne fejl.

Stk. 2. Parterne skal på anmodning dokumentere, at forsikringerne er i kraft.

## C. Udførelse af rådgivningen

### Rådgiverens ydelse

§ 9. Opgaven skal udføres i overensstemmelse med aftalen, god rådgivningsskik og klientens anvisninger. Rådgiveren skal kvalitetssikre sine ydelser.

Stk. 2. Hvis rådgiveren finder, at der til sagens gennemførelse er behov for speciel rådgivning ud over den, rådgiveren påtager sig at yde, skal rådgiveren oplyse klienten herom, inden aftalen indgås.

Stk. 3. Hvis opgaven omfatter budgettering, og klienten har angivet en økonomisk ramme for opgaven, skal rådgiveren i forbindelse med rådgivningens påbegyndelse gennemgå klientens budget og budgetforudsætninger.

Stk. 4. I forbindelse med rådgivningens påbegyndelse skal rådgiveren og klienten endvidere gennemgå opgaven med henblik på at klarlægge dens løsning og forudsætninger.

### Rådgivningens faser

§ 10. Hvis rådgivningsopgaven skal udføres i faser, skal parterne i aftalen fastsætte indholdet af de enkelte faser og omfanget af rådgivers kvalitetssikring ved færdiggørelse af faserne.

Stk. 2. Klienten skal snarest muligt efter færdiggørelsen af en fase meddele rådgiveren, om klienten kan godkende den leverede fase som grundlag for rådgiverens videre arbejde.

### Ydelsesplan

§ 11. Rådgiveren skal udarbejde en tidsplan for rådgiverens og klientens ydelser (ydelsesplan), hvis dette er aftalt. Ydelsesplanen skal løbende opdateres.

### Projektering

§ 12. Rådgiveren skal udføre projektering i det omfang, det er bestemt i aftalen.

### Oplysning om metoder eller materialer

§ 13. Hvis rådgiveren skal udføre projektering, og dennes projekt indebærer anvendelse af metoder og materialer, der ikke er gennemprøvede, skal rådgiveren skriftligt oplyse bygherren om det og eventuelle risici derved.

### Klientens anvisninger om opgavens udførelse

§ 14. Klienten kan give anvisninger om udførelse af opgaven.

Stk. 2. Rådgiveren skal indhente klientens afgørelse, hvis aftalen og dennes grundlag ikke yder tilstrækkelig vejledning til udførelse af opgaven.

Stk. 3. Finder rådgiveren, at klientens anvisninger om opgavens udførelse efter stk. 1 og 2 indeholder en ændring i opgaven efter § 15, skal rådgiveren snarest muligt meddele klienten dette.

### **Ændringer i opgaven**

§ 15. Klienten kan forlange ændring i udførelsen af eller grundlaget for opgaven, når ændringen har naturlig sammenhæng med de aftalte ydelser.

Stk. 2. Rådgiveren har ret til at udføre en forlangt ændring, medmindre klienten påviser særlige grunde til at lade andre udføre opgaven.

### **Merbetaling og besparelse**

§ 16. Medfører ændringen et merarbejde, har rådgiveren krav på tilsvarende regulering af honoraret efter medgået tid, medmindre andet aftales.

Stk. 2. Ved formindskelse af opgavens omfang skal rådgiveren godskrive klienten de udgifter, som spares eller burde have været sparet, dog højst det beløb, arbejdet er opgjort til i rådgivningsaftalen.

### **Pris og tid efter en ændring**

§ 17. Parternes eventuelle krav om forandringer i aftalen med hensyn til pris og tid som følge af en ændring i opgaven eller i forudsætninger for dens udførelse skal snarest muligt fremsættes skriftligt.

### **Hindringer**

§ 18. Hvis rådgiveren finder, at opgaven ikke kan udføres i overensstemmelse med den indgåede aftale, skal rådgiveren snarest muligt meddele klienten dette og følge dennes anvisninger.

### **Klientens repræsentant over for rådgiveren**

§ 19. Klienten skal udpege en person, der repræsenterer klienten over for rådgiveren.

### **Rådgiverens fuldmagt**

§ 20. Klienten skal inden opgavens påbegyndelse tage stilling til, om rådgiveren skal være bemyndiget til at indgå aftaler på klientens vegne.

### **Opstartsgennemgang**

§ 21. Hvis opgaven angår et bygge- og anlægsarbejde, kan klienten sammen med rådgiveren og entreprenøren inden udførelsen gennemgå entreprenørens tilbud og det projekt, entreprenøren skal udføre, med henblik på at opnå en fælles forståelse af projektet og udførelsen af arbejdet.

### **Samarbejds- og loyalitetspligt**

§ 22. Parterne skal i øvrigt samarbejde loyalt, således at fejl, forsinkelser og fordyrelser undgås.

## **D. Betaling**

### **Honorar og regulering**

§ 23. Rådgiverens honorar skal fastsættes i rådgivningsaftalen. Honoraret kan fastsættes som

- a) et fast honorar,
- b) honorar efter medgået tid,
- c) honorar efter byggeudgift, eller
- d) en kombination af forskellige honorarformer.

Stk. 2. Er der ikke i rådgivningsaftalen fastsat en honorarform for opgavens løsning, skal rådgiveren honoreres efter medgået tid.

Stk. 3. For den del af ydelsen, der udføres efter 12 måneder fra tilbudsdagen, reguleres fast honorar og aftalte timepriser efter det indeks, der er aftalt, eller som – i mangel af aftale – må anses for relevant for ydelsen.

Stk. 4. Er rådgiverens timepris ikke fastsat i rådgivningsaftalen, skal betalingen ske på grundlag af rådgiverens sædvanlige timepris for tilsvarende opgaver, der ikke må være urimelig.

Stk. 5. Ved betaling efter medgået tid skal rådgiveren efter anmodning give et overslag over honorar, udlæg og udgifter og snarest muligt give meddelelse til klienten, hvis der er grund til at antage, at overslaget vil blive overskredet.

Stk. 6. Ved honorar efter byggeudgift beregnes honoraret som en procentdel af byggeudgiften. Det skal i rådgivningsaftalen beskrives, hvilke udgifter byggeudgiften omfatter, og på hvilket grundlag byggeudgiften opgøres, herunder indeksering.

Stk. 7. Honoraret omfatter ikke udgifter til fremstilling af fysiske modeller, til reproduktion og mangfoldiggørelse af tegningsmateriale, beskrivelser, fotografier og andet materiale til belysning af opgaven, til specialister engageret efter aftale med klienten samt til afgifter for de til sagens gennemførelse nødvendige attester mv. Regninger for sådanne udgifter anvises af rådgiveren. Hvis rådgiveren efter aftale med klienten betaler tredjemand, refunderer klienten betalingen med et tillæg på 5%.

Stk. 8. Honoraret omfatter alle rådgiverens øvrige udgifter til opgavens løsning, bortset fra udgifter, som klienten efter aftale skal betale ud over honoraret.

### **Betaling og tilbagehold**

§ 24. Efter skriftlig anmodning til klienten har rådgiveren én gang hver måned ret til betaling for udførte ydelser mv.

Stk. 2. Det kan aftales, at betaling skal ske efter en betalingsplan i stedet for betaling efter stk. 1.

Stk. 3. Hvis betalingstidspunktet for et ekstraarbejde ikke er aftalt, kan rådgiveren kræve betaling efter reglen i stk. 1. Betaling skal kræves inden rimelig tid efter, at ekstraarbejderne er udført, medmindre særlige forhold gør, at det ikke er muligt at afregne dem.

Stk. 4. Rådgiveren kan kræve afholdte udlæg betalt månedsvist bagud.

### **Forfaldstid, betalingsfrist og forrentning**

§ 25. Rådgiverens krav efter § 24 forfalder til betaling ved klientens modtagelse af anmodning om betaling og skal betales senest 15 arbejdsdage efter modtagelsen.

Stk. 2. Rådgiverens tilgodehavende forrentes fra forfaldsdagen med rentelovens rentesats. Fristen i stk. 1 er løbedage.

### **Rådgiverens ret til at standse arbejdet**

§ 26. Hvis klienten ikke har betalt et forfaldent beløb ved betalingsfristens udløb, kan rådgiveren efter skriftligt varsel på 5 arbejdsdage standse opgaven.

## **E. Immaterielle rettigheder**

### **Immaterielle rettigheder**

§ 27. Klienten er berettiget til at anvende det materiale, som er udarbejdet for opgavens løsning.

Stk. 2. Klienten har ret til at anvende øvrigt materiale, herunder registrering af eksisterende forhold, analyser, beregninger og andet materiale, som alene indeholder forudsætningerne for opgavens løsning.

Stk. 3. Rådgiveren har i øvrigt alle rettigheder over sine idéer og det materiale, som rådgiveren har udarbejdet.

## **F. Tidsfristforlængelse og forsinkelse**

### **Rådgivers ret til tidsfristforlængelse**

§ 28. Rådgiveren har ret til forlængelse af tidsfrister, når opgavens løsning forsinkes som følge af

- a) ændringer i opgaven, som kræves af klienten, jf. § 15,
- b) klienten forhold eller anden rådgivers eller entreprenørs forsinkelse,
- c) krig, usædvanlige naturbegivenheder, brand, strejke, lockout, blokade, hærværk eller tilsvarende forhold, der opstår uden rådgiverens skyld, og som rådgiveren ikke er herre over,
- d) myndigheders manglende godkendelser, beslutninger, svar eller manglende præstation af materiale eller ydelser inden for de i rådgivningsaftalen aftalte tidsfrister,
- e) offentlige påbud eller forbud, som ikke skyldes rådgiverens forhold, eller
- f) rådgivers eventuelle omprojekteringsforpligtelse.

### **Rådgiverens hæftelse ved forsinkelse**

§ 29. Forsinkelse, som ikke giver rådgiveren ret til tidsfristforlængelse, er ansvarspådragende.

Stk. 2. Hvis der er fastsat dagbod eller andre særlige sanktionsbestemmelser, kan erstatningskrav for forsinkelse ikke rejses herudover.

Stk. 3. Rådgiverens samlede betaling af dagbod kan højst udgøre 10 % af rådgiverens honorar.

Stk. 4. Er der ikke fastsat dagbod eller andre særlige sanktionsbestemmelser, opgøres klientens tab efter dansk rets almindelige regler, jf. dog § 38 om ansvarsbegrænsning.

#### **Klientens ret til tidsfristforlængelse**

§ 30. Klienten har ret til forlængelse af tidsfrister, når klientens ydelser eller beslutninger forsinkes som følge af

- a) krig, usædvanlige naturbegivenheder, brand, strejke, lockout, blokade, hærværk eller tilsvarende forhold, der opstår uden klientens skyld, og som klienten ikke er herre over,
- b) myndigheders manglende godkendelser, beslutninger eller svar eller manglende præstation af ydelser inden for de i rådgivningsaftalen aftalte tidsfrister, eller
- c) offentlige påbud eller forbud, som ikke skyldes klientens egne forhold.

#### **Klientens hæftelse ved forsinkelse**

§ 31. Forsinkelse, som ikke giver klienten ret til tidsfristforlængelse, er ansvarspådragende.

### **G. Mangler**

#### **Mangelbegreb**

§ 32. Er opgaven ikke udført i overensstemmelse med § 9, stk. 1, foreligger der en mangel.

#### **Afhjælpning**

§ 33. Rådgiveren har pligt og ret til at afhjælpe mangler, der påvises ved leveringen af aftalte faser eller senere.

#### **Bortfald af rådgiverens afhjælpningsret**

§ 34. Rådgiverens afhjælpningsret bortfalder, hvis rådgiver ikke afhjælper inden rimelig tid.

#### **Reklamation**

§ 35. Klienten kan kun påberåbe sig mangler eller gøre ansvar gældende imod rådgiveren, hvis rådgiveren har fået skriftlig meddelelse herom inden rimelig tid efter, at manglerne eller rådgiverens mulige erstatningsansvar er eller burde være opdaget. Dette gælder dog ikke, hvis rådgiveren har gjort sig skyldig i et groft uforsvarligt forhold.

#### **Afslag i honorar**

§ 36. Afhjælper rådgiveren ikke mangler som anført i § 33, kan klienten kræve et afslag i honoraret. Klienten har endvidere ret til afslag i honoraret, hvis afhjælpning er umulig.

#### **Rådgiverens ansvar**

§ 37. Rådgiveren er ansvarlig efter dansk rets almindelige erstatningsregler for fejl og forsømmelser ved opgavens løsning med de begrænsninger, der følger af § 38.



### Ansvarsbegrænsninger

§ 38. Rådgiveren er ikke ansvarlig for driftstab, avancetab eller andet indirekte tab.

Stk. 2. Er foruden rådgiveren en eller flere andre ansvarlige over for klienten for et tab, hæfter rådgiveren kun for så stor en del af klientens tab, som svarer til den del af den samlede skyld, der er udvist af rådgiveren (pro rata-ansvar).

Stk. 3. Hvis der er tegnet projektansvarsforsikring, er rådgiverens erstatningsansvar begrænset til dækningen ifølge projektansvarsforsikringen.

Stk. 4. Rådgiverens ansvar er begrænset til 2,5 mio. kr., medmindre andet er aftalt.

### Mangelansvarets ophør

§ 39. Klientens krav mod rådgiveren som følge af mangler skal fremsættes senest 5 år efter afslutningen af opgaven. Ved rådgivning i forbindelse med udførelsen af bygge- og anlægsarbejder skal klientens krav dog fremsættes senest 5 år efter afleveringen af den bygning eller det anlæg, manglen vedrører.

Stk. 2. Klientens krav bevares, uanset stk. 1, for dele af opgaven, for hvilke det gælder,

- a) at rådgiveren har påtaget sig at indestå i længere tid, eller
- b) at der foreligger et groft uforvarligt forhold fra rådgiverens side.

## H. Udskydelse og afbestilling

### Udskydelse af opgaver

§ 40. Klienten kan udskyde løsningen af opgaven. Stilles løsningen af en opgave i bero i mere end 2 år, har rådgiveren ret til at anse opgaven for afbestilt.

Stk. 2. Hvis klienten udskyder løsningen af en opgave, efter at rådgiveren har påbegyndt løsningen, uden at udskydelsen skyldes rådgivers forhold, har rådgiveren ret til betaling af honorar for det allerede udførte arbejde og dækning af de udgifter, som rådgiveren får i anledning af, at opgaven udskydes, herunder løn til overflødiggjort arbejdskraft og leje af overflødiggjorte lokaler. Rådgiveren er pligtig at søge disse udgifter begrænset mest muligt.

Stk. 3. Genoptages en opgave, som har været udskudt, har rådgiveren ret til honorar for merarbejde og til dækning af rimelige meromkostninger, som er forbundet med opgavens genoptagelse.

Stk. 4. Ved genoptagelse kan klienten kræve, at opgaven om muligt løses af medarbejdere med samme faglige kvalifikationer som de oprindeligt forudsatte medarbejdere.

### Afbestilling af opgaver

§ 41. Klienten kan afbestille opgaven.

Stk. 2. Hvis klienten afbestiller en opgave, har rådgiveren ret til betaling af honorar og dækning af udgifter, som bestemt i § 40, stk. 2. Rådgiveren har endvidere ret til et rimeligt vederlag for klientens anvendelse af det udarbejdede materiale, jf. § 42, stk. 1.

Stk. 3. Hvis en opgave afbestilles som følge af forhold, som klienten burde have forudset eller med rimelighed burde have undgået, har rådgiveren ud over honorar og dækning af udgifter efter stk. 2, 1. pkt., ret til erstatning for den fortjeneste, rådgiveren har mistet ved ikke at fuldføre opgaven.

#### **Anvendelse af materiale efter afbestilling**

§ 42. Hvis en opgave, der omfatter projektering, afbestilles af klienten, efter at projektering er påbegyndt, har klienten ret til at anvende det udarbejdede projektmateriale til opgaven, når rådgiveren har modtaget betaling efter § 41, stk. 2 og 3.

Stk. 2. Materiale, herunder registrering af eksisterende forhold, analyser, beregninger og andet materiale, som alene indeholder forudsætningerne for opgavens løsning, har klienten ret til at anvende, når rådgiveren har modtaget betaling efter § 41, stk. 2, 1. pkt.

Stk. 3. Klienten har dog ikke ret til at anvende det før afbestillingen udarbejdede materiale som grundlag for en produktion med salg for øje. Dette gælder også i tilfælde, hvor rådgiverens bistand har omfattet udvikling af produkter med produktion og salg for øje.

Stk. 4. Hvis klienten anvender det før afbestillingen udarbejdede materiale, er rådgiveren ikke ansvarlig for fejl eller mangler ved materiale, som ikke er færdiggjort.

## **I. Ophævelse**

#### **Klientens hæveret**

§ 43. Klienten kan efter skriftligt påkrav hæve rådgivningsaftalen helt eller delvist,

- a) hvis rådgiveren gør sig skyldig i væsentlig misligholdelse, eller
- b) hvis rådgiveren gør sig skyldig i en sådan adfærd, at rådgiveren ikke med rimelighed kan forandre at fortsætte som rådgiver for klienten.

Stk. 2. Ved ophævelse er klienten eller den, der færdiggør opgaven på klientens vegne, berettiget til at benytte det af rådgiveren udarbejdede materiale eller dele heraf, som klienten har betalt for.

#### **Rådgiverens hæveret**

§ 44. Rådgiveren kan efter skriftligt påkrav hæve rådgivningsaftalen helt eller delvist,

- a) hvis klienten gør sig skyldig i væsentlig misligholdelse, eller
- b) hvis klienten i øvrigt gør sig skyldig i en sådan adfærd, at det ikke med rimelighed kan fordres, at rådgiveren fortsætter sit hverv.

## Fælles regler om ophævelse

§ 45. Ophævelse skal ske skriftligt.

Stk. 2. Ved ophævelse fra den ene parts side er den anden part ansvarlig for det lidte tab efter dansk rets almindelige regler.

## J. Tvister

### Løsningstrappe

§ 46. En tvist mellem parterne skal søges afklaret og forligt ved forhandling i overensstemmelse med reglerne i ABR 18 § 59, stk. 1-3.

Stk. 2. Mediation, mægling, hurtig afgørelse og voldgift kan ikke iværksættes, før forhandlingsproceduren efter ABR 18 § 59 er gennemført. Det samme gælder syn og skøn, medmindre syn og skøn iværksættes for at sikre bevis.

### Mediation og mægling

§ 47. Voldgiftsnævnet udpeger efter anmodning fra en part en mediator til at gennemføre mediation med henblik på at løse en tvist ved forlig i overensstemmelse med reglerne i ABR 18 § 60, stk. 1 samt 3-9.

Stk. 2. Mediation kan ikke iværksættes, hvis en part ønsker tvisten afgjort under en sag om hurtig afgørelse og indgiver anmodning herom senest 10 arbejdsdage efter, at der er anmodet om mediation.

### Syn og skøn

§ 48. Voldgiftsnævnet udmelder efter anmodning fra en part syn og skøn med henblik på at sikre bevis for eller bedømme faktiske forhold i overensstemmelse med reglerne i ABR 18 § 61, stk. 2-8.

Stk. 2. Hvis en part har anmodet om en hurtig afgørelse, kan der ikke udmeldes syn og skøn om samme forhold, før sagen om hurtig afgørelse er afsluttet, medmindre formålet med syn og skøn er at sikre bevis.

### Hurtig afgørelse

§ 49. Voldgiftsnævnet udpeger efter anmodning fra en part en opmand til at træffe en hurtig afgørelse i overensstemmelse med reglerne i ABR 18 § 62, stk. 1 samt 3-12.

Stk. 2. En sag om hurtig afgørelse kan ikke iværksættes, hvis der verserer en voldgiftssag om samme tvist.

### Voldgift

§ 50. Tvister mellem parterne afgøres endeligt ved voldgift ved Voldgiftsnævnet i overensstemmelse med reglerne i ABR 18 § 63, stk. 3-8.

Stk. 2. En voldgiftssag kan ikke anlægges før 4 uger efter, at et forhandlingsforløb om tvisten efter ABR 18 § 59 er afsluttet. Voldgiftssag kan endvidere ikke anlægges, hvis der verserer en sag om mediation, mægling eller hurtig afgørelse angående samme tvist.