SEPTEMBER 2022
BY OG HAVN

UNDERSØGELSE AF SKUM I MARGRETHEHOLM HAVN

NOTAT

COWI

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

SEPTEMBER 2022
BY OG HAVN

UNDERSØGELSE AF SKUM I MARGRETHEHOLM HAVN

NOTAT

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A125503	HP-GEN-RP-004

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
6.0	05. september 2022	Notat	TJCH / CJR	TVB/BOG	HHP

INDHOLD

1	Indledning	5
2	Analyseparametre og metoder	6
3	Prøvetagning og resultater	7
4	Opsamling på undersøgelser	9
5	Beregning af miljøkvalitet i vand og sediment	10
5.1	Estimat af skummængden	10
5.2	Beregning af skumtilførsel	11
5.3	Beregning af stofkoncentrationer i vandfasen	13
5.4	Resultater vandkvalitet	14
5.5	Resultater sedimentkvalitet	19
6	Vurdering af iltforhold	21
6.1	Iltforbrug	21
6.2	Resultat iltforhold	21

BILAG

Bilag A	Analyseresultater af tilført sand, rapport nr.: 2218-608	23
Bilag B	Analyseresultater af skum, rapport nr.: 2218-607	24

Bilag C	Analyseresultat af afdrænet skum, rapport nr.: 2221043 og 2222-509	25
Bilag D	Analyseresultater måling i skum omregnet til koncentration i skum	26
Bilag E	Udbredelse af skum i Margretheholm Havn	28

1 Indledning

Der er i foråret 2022 observeret skum i Margretheholm Havn fra etablering af dæmninger over Margretheholmløbet for den kommende adgangsvej til Lynetteholmen. Skummet er observeret ved udlægning af sand i dæmningerne.

Københavns kommune har anmodet By og Havn, som har bedt COWI, om at udtage en prøve af skummet til analyse (prøven: Skum). Som reference til denne analyse er der udtaget prøver af det tilførte sand inden indbygning og efter indbygning i dæmningerne (prøverne: Sand-tør og Sand-våd).

Der er derudover analyseret en prøve af skummet efter afdræning af vand. (prøven: SK).

Prøvetagningsstederne er valgt i forhold til, hvor der har været skum tilgængeligt i projektet og ud fra at de visuelt er identiske og repræsentative, se Figur 1.



Figur 1. *Figuren viser prøvetagningspunkter for de to prøver udtaget i sand, skumprøven Skum samt den supplerende skumprøve SK, der er analyseret efter afdræning.*

2 Analyseparametre og metoder

Udgangspunktet for valg af analyseparametre har været at analysere skum og sand svarende til undersøgelse af sediment. Jfr. nedenstående liste:

Tørstof
Glødetab
TOC
Total N
Total P
Kulbrinter reflab 1

PAH'er 16 stk (Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benz(a)anthracen, Chrysen + Triphenylen, Benz(b+j+k)fluoranthen, Benz(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenz(a,h)anthracen og Benz(g,h,i)perylen) samt summen af de 16 PAH'er

Metaller:
Antimon
Arsen
Bly
Cadmium
Chrom
Kobber
Kviksølv
Molybdæn
Nikkel
Selen
Zink

Tinforbindelser
TBT, Sn
DBT, Sn
MBT, Sn

PCB 7 stk. (PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 og PCB 180) samt summen af de syv PCB'er

Der findes ikke en akkrediteret analysemetode til undersøgelse af skum. Grundet skummets høje indhold af vand og luft og lave indhold af tørstof, har laboratoriet, Højvang, vurderet, at den bedste analysemetode for skummet, er at analysere prøven som en vandprøve. Ved analyse som sediment ville detektionsgrænsen for de analyserede parametre blive forhøjet væsentligt.

3 Prøvetagning og resultater

Sand-tør

Prøven **sand-tør** blev udtaget umiddelbart efter sandet var tippet af sættevognen, og mens sandet fortsat var beliggende i en bunke på belægningen på Kraftværksøen.

Sand-våd

Prøven **sand-våd** blev udtaget efter sandet var indbygget i dæmningen ca. 1-2 meter under vandoverfladen.

I de to sand prøver, blev der ikke påvist indhold af kulbrinter, tjærestoffer (PAH), PCB, kviksølv og tinforbindelser over analysernes detektionsgrænsen, dog blev pyren påvist svarende til analysens detektionsgrænse. Øvrige metaller blev påvist i lave niveauer.

Analyserne af sandet er vedlagt i analyserapport 2118-608, se Bilag A.

Prøve af skum

Der blev indsamlet 20 l skum til analyse. Prøven blev indsamlet for enden af dæmningen, ved den kommende klapbro. Efter transport til laboratoriet faldt prøven sammen til en blanding af skum og sediment/vand. Laboratoriet vurderede, at analyse af vand/sediment/skum som en samlet vandprøve er den bedste analysemetode. Prøvematerialet blev derefter homogeniseret hos laboratoriet. Det bemærkes, at analyseresultaterne således ikke repræsenterer vand, men derimod en blanding af vand, sediment og skum.

Skum er en substans, der består af en blanding af væske, partikler og luft hvor forholdet mellem de tre medier kan variere afhængigt af skummets konsistens. I nærværende tilfælde antages det, at væsken havvand og at partiklerne er sediment.

Ved prøvernes henstand ændres skummets indhold af luft, samtidigt med at skummet er under nedbrydning til dets bestanddele af partikler og væske. Under håndteringen af skummet ændres vægtfylden af skummet/prøven, men den samlede vægt af prøven ændres ikke. På samme måde antages det, at stoffernes koncentration i skumfasen ændres under håndteringen, men den samlede mængde af stof i prøven ikke ændres. For meget flygtige stoffer vil denne antagelse ikke være rigtig, men for de stoffer som nærværende undersøgelser omhandler - relativt flygtige stoffer som f.eks. PCB'er og ikke-flygtige stoffer som PAH'er, tungmetaller og tinforbindelser – kan den samlede stofmængde i prøven antages at være konstant. Denne antagelse er anvendt ved databehandlingen af analyseresultaterne i kapitel 4.

En tilsvarende prøve på 20 liter skum er sendt til Laboratoriet Højvang til bestemmelse af:

- Vægten af 1 liter skum. Er bestemt til 224 g/l.
- Vægt af 1 l opslemmet skum (vand og sediment) er bestemt til 972 g/l.
- Fordeling af prøvemateriale på faser efter 24 timers henstand er bestemt til, bundfald 17%, vand 47% og skum 36%

Analyser af skummet har vist indhold af kulbrinter, PAH, metaller og tinforbindelser.

Analyserne af skummet er vedlagt i analyserapport 2118-607, se Bilag B.

Drænet skumprøve SK

Da analysen af skummet viste forhøjet indhold af kulbrinter, PAH'er og metaller er der indsamlet endnu 20 l skumprøve (prøve SK). Skummet er drænet for vand inden analyse. Dræningen er sket ved at prøven har stået i ca. 5 dage ved 10 grader. Det drænede skum er herefter analyseret som en jordprøve.

Ved afdræning af prøven fjernes ikke blot vand fra prøven, men også de vandopløselige stoffer. Hensigten var således at analysere en skumprøve, hvor indholdet af stoffer hovedsageligt skyldes skummets indhold af partikler/sediment.

Den drænede prøve SK er analyseret for vandindhold, total olie, total oliestoffer fratrukket naturlige oliestoffer, tjærestoffer (PAH), tungmetaller og glødetab.

Analysen viser et tørstofindhold i det drænede skum på 31 %. Der er påvist indhold af oliestoffer, PAH og tungmetaller.

Analyserne af drænet skum er vedlagt i analyserapport 2221043 og 2222-509, se Bilag C.

COWI har på baggrund af startvolumen og vægt beregnet indholdet af tørstof i skummet inden dræning til 13,6 g TS/liter skum.

4 Opsamling på undersøgelser

Det tilførte sand er visuelt vurderet at være fint lyst gråt sand med muslingeskaller/sneglehus og mindre stykker tang. Der er ikke konstateret olielugt eller andre tegn på synlig forurening i sandet.

Analyserne af sandet dokumenterer, at det tilførte sand er rent.

Analysen af skumprøven, der er analyseret som en vandprøve, men består af en blanding af vand, sediment og skum, viser forhøjede værdier af kulbrinter, PAH'er, tungmetaller og tinforbindelser.

Skummets væske indeholder forurenende stoffer der ligeledes findes i det finkornede bundsediment i Margretheholm Havn. Sedimentkoncentrationerne ligger mellem nedre og øvre aktionsniveau (svarende til lettere forurening).

Koncentrationer i det tilførte sandmateriale er under nedre aktionsniveau (ren).

Koncentrationerne i skummets væske ligger betydeligt over vandkvalitetskravene.

Observationer af skummet har vist, at partiklerne i skummet primært er af finkornet materiale som organisk stof og lerpartikler. Organisk stof og ler binder typisk forurenende stoffer. Det kan derfor ikke udelukkes, at skummet på grund af sit indhold af fine partikler indeholder høje koncentrationer af forurenende stoffer. Selv om sedimenterne kun er lettere forurenet kan skummet derfor indeholde høje stofkoncentrationer.

Da processerne for stoffrigivelse fra skum ikke er beskrevet eller dokumenteret, kan frigivelse af stof kun beregnes overordnet.

Bundsedimentet/gytjen findes i anlægsområde i en mægtighed på op til 1,6 meter. Der er gennemført bortgravning af bundsediment i selve tracéet for dæmningen forud for udlægning af sand, men bortgravningen omfattede ikke de umiddelbart tilstødende arealer.

Det er således en mulighed, at de forurenende stoffer i skummet helt eller delvis stammer fra bundsedimentet ved Margretheholm Havn.

5 Beregning af miljøkvalitet i vand og sediment

Københavns Kommune har på baggrund af analyserne af skummet anmodet By og Havn ved beregning at redegøre for, om der i vandsøjlen under laget af sandskum vurderes at være sket overskridelser af miljøkvalitetskravene, samt om der kan være sket en målbar forurening af sedimenterne nedenunder.

Med henblik på at kunne gennemføre de ønskede beregninger har COWI opstillet en forsimplet konservativ model, der kan anvendes til overslagsmæssigt, at vurdere påvirkning af vandsøjlen og sedimentet.

Modellen er opbygget af en beregning af forekomsten af skum (se kapitel 5.2), og herefter beregninger af stofpåvirkningen af vand og sediment (se kapitel 5.3 til 5.5). Ved opstilling af modellen er der anvendt en række forsimplede forudsætninger:

- Produktionen af skum sker kontinuert over en 14 dages periode, hvorefter produktionen ophører.
- Produktionen af skum fører til at et stigende areal dækkes af skum, der efter 14 dage dækker et samlet areal på 10.000 m³. Efter 14 dages ophører produktionen, hvorefter arealet der er dækket af skum aftager.
- Ud fra fotodokumentationen er skummets omfang og varighed mindre og mere spredte end de forudsætninger, der indgår i modelberegningen, og modellen antager en mere kontinuert opbygning end hvad der reelt er observeret.
- Ved beregning af stofpåvirkningen tages udgangspunkt i analyseresultaterne af prøven af skummet (”prøven skum”), hvor de analyserede koncentrationer omregnes til koncentrationer i skummet.

5.1 Estimat af skummængden

Arealet og skumtykkelsen, der er anvendt til beregning af skummængden, er estimeret ud fra en gennemgang af fotos fra tilsyn i havnen, samt fotos og oplysninger fra havnens brugere. Fotogennemgangen fremgår af Bilag E. Af gennemgangen fremgår det blandt andet, at der var perioder, hvor der var meget skum i havnen og perioder, hvor der kun var mindre områder med skum, eller hvor der ikke var oplysninger om skum.

Af fotodokumentationen i Bilag E fremgår det desuden, at tykkelsen på skummet varierer fra ca. 2 til ca. 10 cm, samt at større tykkelser kun fandtes i lille omfang.

Tilsyn med anlægsarbejdet og tilgængelig fotodokumentation viser, at mængden og tykkelsen af skum varierer over dagen i takt med udførslen af anlægsarbejderne og at strømmen og vind generelt fører skummet rundt i havnen, se også

Bilag E. På det foreliggende grundlag er det derfor vanskeligt at beregne, hvor meget skum der nøjagtigt er tilført havnen.

Københavns Kommune og COWI har ud fra myndighedstilsyn og fotodokumentation konservativt skønnet, at der over en periode på ca. 14 dage har været op til maksimalt ca. 10.000 m² skum med en gennemsnitlig tykkelse på maksimalt 10 cm i havnen. Arealet omfatter både den indre og ydre del af havnen og frem til den nye dæmning. Det bemærkes, at arealet – mens skummet flyttede rundt med strømmen og vinden - kortvarigt kan have været større, men at skumlagets gennemsnitlige tykkelse i disse perioder har været tilsvarende tyndere, hvorved dette er uden betydning for mængdeberegningen.

De i beregningerne anvendte arealer er fastlagt som en konservativ betragtning for en periode på 14 dage fra den 14. april og til den 28. april 2022.

Det antages, at der på tidspunktet med maksimal skummængde i havnen, har været omkring 1000 m³ skum i Margretheholm Havn. Skummet antages tilført over en periode på ca. 14 dage, regnet fra ca. den 14. april 2022 og til den 28. april 2022, hvorefter der opsættes flydespærrer.

Der er desuden observeret forekomster af skum i havnen udenfor 14-dags perioden. Disse forekomster antages at være af mindre omfang end den undersøgte skumforekomst i april.

5.2 Beregning af skumtilførsel

Skummet henfalder til væske og udvaskes på grund af vandskifte. Henfaldskonstanterne for skumhenfald og vandudskiftning i det følgende skønnet til hhv. 14 dage (baseret på observation af skum i spand) og 7 dage (på baggrund af tidligere hydrauliske vurderinger af opholdstiden i Margretheholm havn efter anlæg af dæmningen udført af DHI).

Med de her valgte tidsskalaer for arbejdsperiode, henfald og udvaskning kan det beregnes, hvor meget skum der til et givent tidspunkt vil forefindes i havneområdet.

Tilvæksten af skum dS per tidsenhed dt (dag) til tiden t beregnes som skummængden til tidspunktet [t_{-1}] plus skumproduktionen per tidsenhed [Prod(t)] minus skummets henfald [H(t)] minus skummets udvaskning [U(t)]

$$S(t) = S(t_{-1}) + \frac{dS}{dt}dt$$

$$S(t) = S(t_{-1}) + Prod(t) - H(t) - U(t)$$

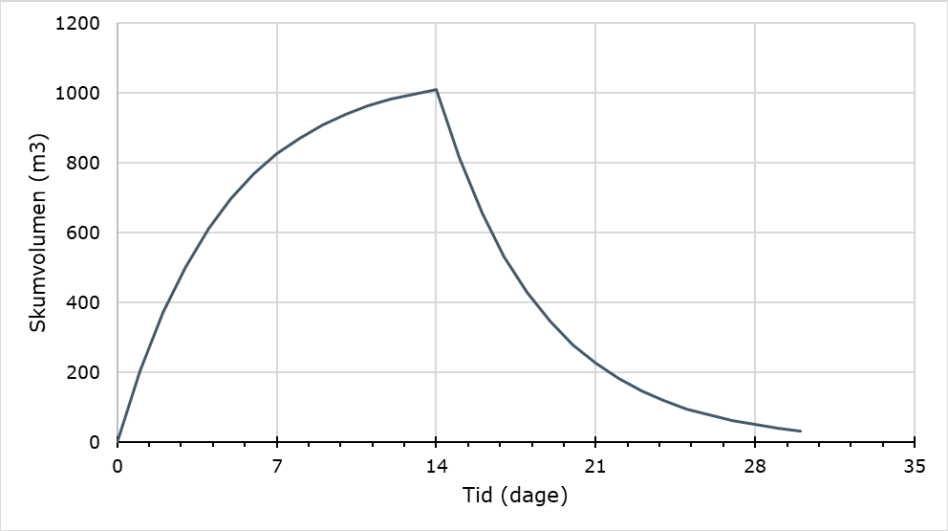
- Produktion: [Prod(t)] bestemmes ved kalibrering således at den maksimale mængde af skum i havnebassinet er ca. 1.000 m³ iht observationerne. I

foreliggende overslag anvendes den gennemsnitlige produktion over 14 dage Derefter regnes produktionen for nul.

- Henfald: Med henfald betegnes her at skummet med tiden "falder sammen", dvs. at luftfasen, sedimentfasen og vandfasen adskilles. Henfaldet [H(t)] beregnes efter nedenstående formel:
  $H(t) = (S(t_{-1}) + Prod(t)) \cdot \exp(-t/T_{henfald})$, hvor t:=1 dag og $T_{henfald}$:= 14 dage

- Udvaskning: Vandskiftet i havnebassinet vil med tiden fjerne skummet. Fjernelsen (udvaskningen) beregnes efter lineær reservoir teorien og der anvender tidsskalaen for udvaskning (opholdstiden) i havnen. Udvaskningen af skum [U(t)] beregnes efter nedenstående formel:
  $U(t) = (S(t_{-1}) + Prod(t)) \cdot \exp(-t/T_{henfald}) \cdot \exp(-t/T_{udvaskning})$, hvor $T_{udvaskning}$:= 7 dage.

Ovenstående differentialligning integreres til at bestemme mængden af skum i havnebassinet. Den daglige produktion af skum kalibreres således at den maksimale mængde i havnen svarer til 1000 m³. For at opnå ovenstående forløb af skum i havnen kræves en daglig produktionsrate på hhv. 205 m³ skum/dag. Følgende forløb af skum i havnen findes for den kalibrerede model:



Figur 2 *Tidsligt forløb af skummængde i havnen ved et maksimalt skumvolumen på 1000 m³ skum.*

Det ses af ovenstående figur 2, at mængden af skum er aftaget betydeligt efter ca. 1 uge efter arbejdets ophør – hvilket er i overensstemmelse med observationerne. Tidsaksen i overstående figur starter med indfyldning af sand, som var medio april, 2022. De maksimale skumvolumen indtraf i slutningen af april. Beregningerne indikerer, at der kan forventes betydende mængder skum i havnen over en samlet periode på ca. 2 uger, hvilket er i overensstemmelse med observationer.

Ovenstående formler beregner at en frigivelse [F(t)] af skummets indhold af forurenende stoffer til vandet i Margretheholm Havn afhænger af skummets henfald [H(t)]. Når skummet henfalder, vil de stoffer, der var bundet i skummet

frigives til vandfasen. Frigivelse [F(t)] af forurenede stof til vandfasen beregnes ved at multiplicere henfaldet [H(t)] med skummets koncentration [C_0] af det givne stof:

$$F(t) = H(t) \cdot C_0$$

5.3 Beregning af stofkoncentrationer i vandfasen

Ved vurdering af den potentielle påvirkning af vandfasen antages det konservativt, at hele indholdet af forurenede stoffer forekommer i vandig opløsning. Da analyserne af skummet er gennemført på en ufiltreret prøve med indhold af både skum, sediment og vand, kan det antages at en del af forureningen vil være partikelbundet. Derfor er det konservativt at antage, at alt stof er opløst.

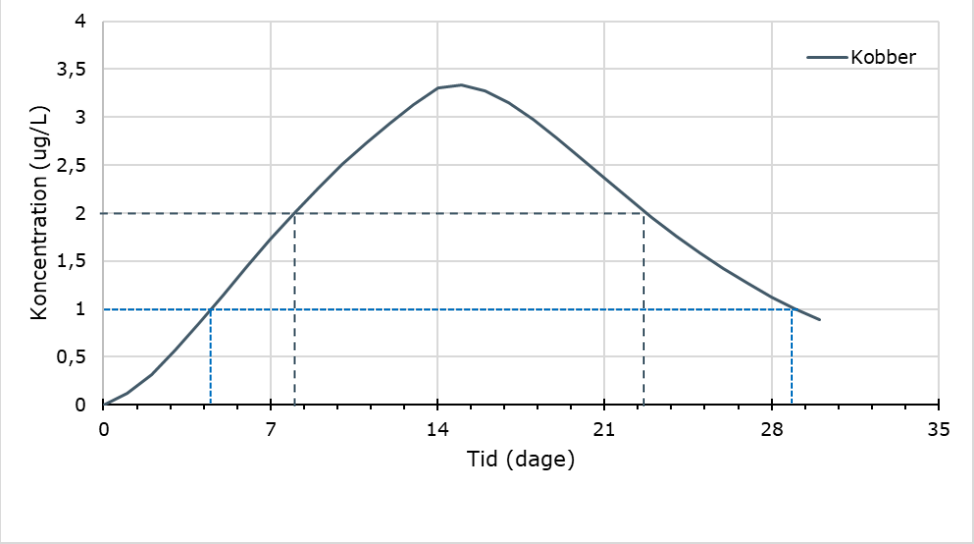
Det frigivne stof antages at blandes i vandvolumen af havnebassinet. Volumen på 290.000 m³ er skønnet på baggrund af et areal på 116.000 m² (regnet til den nye dæmning) og en gennemsnitlig vanddybde på 2,5 m (fra søkort).

Overkoncentrationen [C(t)] bestemmes som

$$C(t) = \frac{(Vol \cdot C(t_{-1}) + F(t)}{Vol} \cdot \exp\left(-\frac{1}{T_{udvaskning}}\right)$$

Hvor det første led på højre side svarer til fortynding af det tilførte stof fra skummet og exp-leddet svarer til udvaskningen. Ovenstående bygger på antagelse om at havnebassinet er velblandet (lineær reservoir antagelse).

Ovenstående differentialligning løses numerisk. Den resulterende koncentrationsforløb er eksemplificeret for kobber i Figur 3.



Figur 3 *Eksempel for tidsserie af overkoncentration (for kobber) hidrørende fra skummet i Margretheholm Havn.*

Andre stoffer viser samme tidslige forløb, deres niveauer (y-aksen) afhænger dog af stoffernes individuelle skumkoncentrationerne.

For ovenstående figur 3, der viser overkoncentrationen for kobber gælder at vandkvalitetskravet (tilføjet naturlig baggrund) i forvejen er overskredet.

5.4 Resultater vandkvalitet

Koncentrationsmålingerne af skumvæsken (prøven: skum) og omregning til koncentrationer i skummet er givet i Bilag D.

På baggrund af forholdet mellem vægten af 1 liter skum og 1 liter opslemmet (liquified) skum, er koncentrationen af de analyserede stoffer i den opslæmmede skumprøve, omregnet til koncentrationen i skum ved nedenstående formel.

$$Koncentration\ i\ 1\ l\ skum = \frac{Vægt\ 1\ l\ skum}{Vægt\ 1\ l\ opslemmtet\ skum} \times koncentration\ i\ opslemmet\ skum$$

$$Koncnetration\ i\ 1\ l\ skum = \frac{224\ g/l}{927\ g/l} \times koncentration\ i\ opslemmet\ skum$$

$$Koncnetration\ i\ 1\ l\ skum = \ 0{,}23 \times koncentration\ i\ opslemmet\ skum$$

De beregnede koncentrationer i skummet, sammenholdt med de målte koncentrationer i opslemmet skum, ses i Bilag D. De beregnede værdier for koncentrationen i skummet anvendes i de videre beregninger.

Resultaterne for de maksimale stofkoncentrationer er præsenteret i Tabel 1. For hvert undersøgt stof, er der angivet koncentrationen i skummet og den maksimale tilførte koncentration i havnebassinet, beregnet under hensyntagen til bidrag fra skumhenfald og fra udvaskning på grund af vandskiftet. Derudover er naturlig baggrundskoncentration, i forvejen eksisterende koncentration samt vandkvalitetskravene iht. Bekendtgørelse 1625 (BEK 1625) angivet. Hvor kravet er overskredet, er der gjort en bemærkning i tabellen sidste kolonne.

Med hensyn til de i forvejen eksisterende koncentrationer skal bemærkes, at disse data omfatter analyseresultater som Københavns Kommune har gennemført i Københavns Yderhavn i året 2017 og fremsendt i 2022. Baggrundsværdierne må antages at være behæftet med en betydende variabilitet som følge af skiftende ydre forhold så som stofbelastning, vandskifteforhold, strøm, etc. Fordelen ved dette dataset er, at analyserne er fra området, at programmet omfatter en lang række stoffer og at programmet var målrettet til at bestemme baggrundskoncentrationer.

Tabel 1 *Resultat tabel for vandkvalitet med angivelse af den omregnede stofkoncentration i skummet, den beregnede maksimale tilførte koncentration af et givent stof til havnebassinet (overkoncentration), naturlig*

baggrundskoncentration, i forvejen eksisterende koncentration og krav-værdierne fra BEK 1625. Værdierne er rundet til 2 betydende cifre (Første fem stoffer er angivet i mg/l, de andre i ug/l).

Nr	Stof	Beregnet Koncentration i skummet (µg/l)	Beregnet maksimal overkoncentration i havnebassinet ved 10.000 m² skum (µg/l)	I forvejen eksist. konc. (KBH Komm, 2022) (µg/l)	Resulterende koncentration i havnebassin (µg/l)	Generelt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/l)	Maksimalt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/l)	Naturlig baggrund (MST datablade) (µg/l)	Bemærkninger
1	Tørstof, TS (mg/l)	<2,3					-		
2	Glødetab, total(mg/l)	<4,6					-		
3	Nitrogen,total (mg/l)	65					-		
4	Phosphor, total (mg/l)	10					-		
5	TOC (mg/l)	9,5					-		
6	Antimon	6,2	0,009			11,3	177		
7	Arsen	300	0,43	1,0	1,43	0,6*	1,1*	1	
8	Bly	3.900	5,7	0,46	6,16	1,3	14		G
9	Cadmium	67	0,097	0	0,097	0,2	0,45-1,5***		
10	Chrom	650	0,94	1,1	2,04	3,4	17		
11	Kobber	2300	3,3	0,26	3,56	1* (4,9)	2* (4,9)	0,5	G, M
12	Molybdæn	46	0,67	3,7	4,37	6,7	587		
13	Nikkel	1.200	1,7	0	1,7	8	34		
14	Selen	180	0,26	0	0,26	0,08*	31*	0,08	G
15	Zink	6.500	9,4	2,9	12,3	7,8*	8,4*	1	G, M
16	Kviksølv	0,005	0,000007	0,04	0,040007		0,07		
17	Kulbrinter >C5-C10, Urenset	13	0,019				-		-
18	Kulbrinter >C10-C25, urenset	15.000	22				-		-
19	Kulbrinter >C25-C40, urenset	7.100	10				-		-
20	Totalkulbrinter >C5-C40, urenset	22.000	32				-		-

Fortsættelse af Tabel 1

Nr	Stof	Beregnet Koncentration i skummet (µg/l)	Beregnet maksimal overkoncentration i havnebassinet ved 10.000 m² skum (µg/l)	I forvejen eksist. konc. (KBH Komm, 2022) (µg/l)	Resulterende koncentration i havnebassin (µg/l)	Generelt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/l)	Maksimalt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/l)	Naturlig baggrund (MST datablade) (µg/l)	Bemærkninger
21	Naphthalen	0,04	<0,0001	0,01	0,0101	2	130	0,3	-
22	Acenaphthylen	0,05	0,00008	0	0,00008	0,13	3,6		-
23	Acenaphthen	0,04	<0,0001	0	-	0,38	3,8		-
24	Fluoren	0,12	0,00018	0	0,00018	0,23	21,2	-	-
25	Phenanthren	0,81	0,0012	0	0,0012	1,3	4,1		-
26	Anthracen	0,04	<0,0001	0		0,1	0,1		-
27	Fluoranthen	1,1	0,0016	0	0,0016	0,0063	0,12	-	-
28	Pyren	2,5	0,0037	0	0,0037	0,0017	0,023	-	G
29	Benz(a)anthracen	0,39	0,0006	0	0,0006	0,0012	0,018	-	
30	Chrysen + Triphenylen	0,30	0,0004	0	0,0004	0,0014	0,014	-	
31	Benz(b+j+k)fluoranthen	1,54	0,0022	-		0,017	0,017		
32	Benz(a)pyren	0,53	0,0008	0	0,0008	0,00017	0,027	-	G
33	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,48	0,0007	-	0,0007	0,00017	-	-	G
34	Dibenz(a,h)anthracen	0,06	0,0001	0	0,0001	0,00014	0,018	-	
35	Benz(g,h,i)perylen	0,53	0,00077	0	0,00077	0,00017	0,00082	-	G
36	Sum PAH (16 stk)	8,5	0,012	-			-	-	
37	PCB 28+31	i.p.	i.p.	-			-	-	
38	PCB 52	i.p.	i.p.	-			-	-	
39	PCB 101	i.p.	i.p.	-			-	-	
40	PCB 118	i.p.	i.p.	-			-	-	
41	PCB 138	i.p.	i.p.	-			-	-	
42	PCB 153	i.p.	i.p.	-			-	-	
43	PCB 180	i.p.	i.p.	-			-	-	
44	Sum af 7 PCB	i.p.	i.p.	-			-	-	
45	Tin**	30	0,042	0,85	0,892	0,2	20	0,003	G
46	Monobutyltin**	0,646	0,0008	-		-	-	-	
47	Dibutyltin**	0,068	0,0001	-		-	-	-	
48	Tributyltin**	0,152	0,0002	-		0,0002	0,0015	-	

Symbolforklaring:

G Den resulterende koncentration i bassinet (overkoncentration plus i forvejen eksiste rende koncentration) overskrider det generelle krav.

M Den resulterende koncentration i bassinet overskrider kravet til maksimumkoncentrationen.

G_{eks} Det generelle vandkvalitetskrav er overskredet af den i forvejen eksisterende koncentration i havnen.

M_{eks} Den maksimale koncentration er overskredet af den i forvejen eksisterende koncentration i havnen.

* Der skal tilføjes naturlig baggrundskoncentration, som vil øge kravværdien.

** Tinforbindelser er omregnet fra mg/kg TS, da analysen er udført som slamanalyse.

*** Kvalitetskravet for cadmium afhænger af vandets hårdhedsgrad

i.p. Stoffet er ikke påvist i analysen over analysens detektionsgrænse

Det ses af ovenstående Tabel 1, at der ud af de 44 undersøgte stoffer, foreligger vandkvalitetskrav i BEK 1625 for 27 stoffer. Det bemærkes, at beregningerne er gennemført som overkoncentration. I tabel 1 er der taget hensyn til den naturlige baggrundskoncentration (for de stoffer, det er påkrævet), samt til den i forvejen eksisterende koncentration. For sidstnævnte koncentrationer foreligger målinger fra Københavns Kommune fra året 2017, som blev fremsendt i 2022.

Det skal bemærkes, at miljøkvalitetskravene i BEK 1625 for tungmetaller er fastsat for koncentrationen i opløsning, dvs. den opløste fase af en vandprøve, der er filtreret gennem et 0,45 µm-filter eller behandlet tilsvarende. De beregnede skumværdier er fra ufiltreret prøver og medtager således koncentrationer af både partikulært og opløst stof.

Følgende er modtaget af Københavns Kommune, Teknik og Miljøforvaltningen, som supplerende uddybning af metoden:

"Baggrunden for at benytte det totale indhold frem for den opløste fraktion er, at der ikke er kendskab til, hvordan metallet i udledningen vil fordele sig på partikulært og opløst form i det berørte vandområde, og den konservative tilgang er derfor at antage, at alt stof forekommer på opløst form. Retningslinjerne åbner mulighed for at foretage beregningen på baggrund af den opløste koncentration af metaller i udledningen. Denne metode kan dog kun bruges, hvis sammenhængen mellem fordelingen af det partikulære og den opløste form af metallet i udledningen og i det berørte vandområde er belyst tilstrækkeligt."

Figur 3 illustrerer kobber koncentrationens tidslige udvikling, sammenholdt med det generelle kvalitetskrav for kobber på 1 µg/l og det maksimale kvalitetskrav på 2 µg/l. I diagrammet ses bort fra den naturlige baggrund og den i forvejen eksisterende koncentration. Det fremgår, at det generelle krav er overskredet i en periode ca. 25 døgn, mens det maksimale miljøkvalitetskrav er overskredet i en periode på ca. 14 døgn.

Tabel 2 er opdelt i den simple Tabel 2A, der sammenligner overkoncentrationerne med de nominelle kravværdier fra BEK1625, og i den mere sammensatte Tabel 2B, der indregner den naturlige baggrundskoncentration for enkelte stoffer

i kravværdierne samt den på lokaliteten i forvejen eksisterende koncentration i koncentrationsværdien.

For det generelle vandkvalitetskrav, der typisk er gældende ved længerevarende udledninger, er der fundet mindre overskridelser i overkoncentrationen i skummet for 7 stoffer med op til en faktor 4,7, se Tabel 2A.

For det maksimale vandkvalitetskrav er overskridelserne fundet til 1,1 og 1,7 for to stoffer i Tabel 2A. For Tabel 2B findes værdier, der ikke nævneværdigt afviger derfra. De mindre overskridelser er beregnet ved maksimal skumforekomst i havnebassinet i slutningen af april. Koncentrationerne vil henfalde efter ophør af skumtilførslen. Dette sker som følge af vandudskiftningen i havnebassinet. Det vurderes derfor, at begge vandkvalitetskrav vil være overholdt indenfor få dage/uger efter ophør af skumtilførslen.

Tabel 2A *Tabellen angiver de stoffer, hvor der ved modelberegning beregnes overskridelser af det generelle vandkvalitetskrav og det maksimale vandkvalitetskrav for stofferne. Baggrundkoncentrationen i havnen **er ikke** indregnet.*

Nr	Stof	Beregnet maksimal overkoncentration i havnebassinet ved 10.000 m² skum			Generelt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/L)**	Maksimalt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/L) **
		(µg/L)	Overskrider Generelt vandkvalitetskrav (faktor)*	Overskrider Maksimalt vandkvalitetskrav (faktor)*		
8	Bly	5,7	4,3	-	1,3	14
11	Kobber	3,3	3,3	1,7	1	2
14	Selen	0,26	3,3	-	0,08	31
15	Zink	9,4	1,2	1,1	7,8	8,4
28	Pyren	0,0037	2,2		0,0017	0,023
32	Benz(a)pyren	0,0008	4,7	-	0,00017	0,027
35	Benz(g,h,i)perylen	0,00077	4,5	-	0,00017	0,00082

* En overskridelse på f.eks. 30% svarer til en faktor 1,3

** Uden tilføjet naturlig baggrund

Tabel 2B *Tabellen angiver de stoffer, hvor der ved modelberegning beregnes overskridelser af det generelle vandkvalitetskrav og det maksimale vandkvalitetskrav for stofferne. Baggrundkoncentrationen i havnen **er** indregnet.*

Nr	Stof	Resulterende koncentration i havnebassin (µg/l)	Overskrider Generelt vandkvalitetskrav (faktor)	Overskrider Maksimalt vandkvalitetskrav (faktor)	Generelt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/L) **	Maksimalt vandkvalitetskrav (BEK 1625) (µg/L) **
8	Bly	6,575	4,7		1,3	14
11	Kobber	4,85	2,4	1,4	1,5	2,5
14	Selen	1,26	1,6		0,16	31,08
15	Zink	16,4	1,4	1,3	8,8	9,4
28	Pyren	0,0037	2,2		0,0017	0,023
32	Benz(a)pyren	0,0008	4,7		0,00017	0,027
33	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0007	4,1		0,00017	-
35	Benz(g,h,i)perylen	0,00077	4,5		0,00017	0,00082
45	Tin**	1,2	4,5		0,2	20

** Tilføjet naturlig baggrund for de stoffer, det er påkrævet

Antallet og graden af overskridelsen bør vurderes i lyset af, at den anvendte metode er konservativ, idet der ved flere antagelser er regnet "til den sikre side", herunder at der konservativt er set bort fra, at en del af forureningen kan antages at være partikelbundet.

Ved vurdering af overskridelsernes størrelsesorden skal det understreges, at beregningerne er gennemført meget konservativt (til den sikre side) og at resultaterne skal ses som en størrelsesorden.

5.5 Resultater sedimentkvalitet

For sedimentforholdene er der antaget (konservativt) at al stof i skummet er partikelbundet og at al stof, der frigives fra skummet over hele modelperioden på 30 dage, falder til bunds, hvor det akkumuleres. Desuden antages det at der kun bundfældes på et areal svarende til 1/6 af den indre del af havnebassinet (10.000 m²) og at stoffet blandes i et sedimentlag på 2 cm tykkelse. Der antages en tørdensitet af de meget bløde sediment på 0,8 t/m³. Den totale mængde af stof, der synker på havbunden, er beregnet gennem ovenstående formel for frigivelse.

Med disse input parametre findes følgende overkoncentrationer i sedimentet for de stoffer der i BEK 1625 indeholder grænseværdier for sediment (andet overfladevand). Der er findes ingen nyere sedimentundersøgelser fra det konkrete område i havnen. By og Havn har i 2015 udtaget en sedimentprøve P12 centralt i havnebassinet ca. ved bådebro 3.

Resultaterne er præsenteret i Tabel 3.

Tabel 3 *Resultater for sedimentkvalitet med angivelse af stofkoncentration i skummet, overkoncentrationen i havnesedimentet og kravværdierne fra BEK 1625.*

Nr	Stof	Beregnet overkoncentration i havnesediment pga. skum (mg/kg TS)	Målt koncentration i havnebassin på P12 (mg/kg TS)	Sedimentkvalitetskrav (mg/kg TS)
1	Bly	0,0003	130	163
2	Cadmium	0,42	1,1	3,8
3	Naphthalen	0,0003	-	0,138
4	Anthracen	0,0003	<0,010	0,0048

Det ses af ovenstående, at kravværdierne overholdes for alle stoffer der foreligger kravværdier i BEK 1625, også når sedimentkoncentration fra prøven P12 er anvendt.

6 Vurdering af iltforhold

Københavns Kommune har bedt By og Havn vurdere, om nedbrudt sandskum med højt indhold af organisk stof har medvirket til tidlig forekomst af liglagen, og om der derfor er behov for at fjerne toplaget af havnesediment i et mindre areal inderst i Margretheholm Havn.

6.1 Iltforbrug

Den i kapitel 5.2 og 5.3 anvendte beregningsmetode til stoffrigivelse anvendes her på stoffet TOC (total organisk kulstof). Som det fremgår af Tabel 1 er TOC koncentrationen i skummet 9,5 mg/l = 9,5 g/m³. Volumen af skummet er 10.000 m² gange en gennemsnitlig tykkelse på 10 cm = 1.000 m³. Over hele modelperioden tilføres således ca. 9.500 g TOC.

Kulstof har molvægten 12 og ilt molvægten 16. Da hver kulstof atom binder 2 iltatomer ved iltning til CO_2, svarer iltning af 1 mol kulstof (=12) binding af 2 mol ilt (=32). For hvert gram C kræves derfor 32/12 = 2,7 gram ilt (O_2). De i alt 9.500 g TOC, kan omregnes til et behov på 9.500 · 2,7 ≈ 25.000 g O_2.

TOC kan sammenlignes med den kulstofmængde der kan give anledning til det kemiske iltforbrug (COD). COD ligger typisk en størrelsesorden over det biologisk iltforbrug (BOD), som er den relevante størrelse i denne sammenhæng. Dertil kommer at de frigivne stoffer har opholdt sig i det marine miljø i lang tid (årtier) og derfor kan antages ikke at omsættes i hele omfanget indenfor modelperioden (30 dage).

Det kan således antages, at det faktiske iltforbrug er ca. 3-10 gange mindre og dermed ligger i størrelsesorden 2.500-10.000 g O_2.

6.2 Resultat iltforhold

Det ovenfor beregnede potentielle iltforbrug skal ses i forhold til den mængde ilt, der er til stede.

Det antages konservativt, at det iltforbrugende stof fra skummet lægger sig på havbunden og har adgang til ilten i 10 cm af vandsøjlen ovenover, svarende til et tyndt turbulent grænselag. Grænselaget er tyndt på grund af små strømhastigheder i Margretheholm Havn. Vandvolumen er dermed arealet gange tykkelse, som bliver 10.000 m² ·0,1 m = 1.000 m³. Med et typisk iltindhold på 7 mg O_2/l =7 g O_2/m³ svarer det til en iltpulje på 7.000 g O_2.

Det potentielt påførte iltforbrug (2.500-10.000 g O_2), vil derfor udgøre fra ca. 36 -100 % af den iltmængde, der er til rådighed i grænselaget, hvis udgangspunktet er et iltindhold på 7 mg O_2/l.

Ud over de generelle forudsætninger for beregningerne jf. kapitel 5, skal der ved beregningerne af iltforholdene gøre opmærksom på følgende konservative forudsætninger for beregningerne:

- at der i beregningerne ikke foregår udskiftning af grænselaget med de åbne rande (vandskifte) over perioden. Der er kendskab til, at der er lav vandudskiftning i havnen, hvorfor det er vanskeligt at vurdere hvor konservativ betragtningen er indenfor modelperioden.

- i beregningerne regnes med, at det iltforbrugende stof er partikelbundet og synker til bunds og omsættes indenfor perioden ved forbrug af ilt. Dette er en konservativ antagelse, idet en del af kulbrinterne af laboratoriet er angivet til at være tunge kulbrinter, der er svære at omsætte. Dette er forsøgt indregnet i forholdet mellem COD og BOD.

- at skummet ikke flyttes rundt i havnen. Observationer af skummet har vist, at skummet flyttes rundt i havnebassinet af strøm og vind. Reelt vil den beregnede mængde organisk kulstof være fordelt på et større areal, og en del vil være trukket ud af havnen med strømmen.

- at den målte koncentration af TOC i skummet kan antages at svare til den samlede mængde TOC, der tilføres til sedimentet fra skummet. Det antages at der ikke er sket betydende ekstern påvirkning af bundsedimentet med TOC i perioden. Der er i beregningerne ikke indregnet bidrag fra andre kilder, der kan forbruge ilt, eksempelvis eksisterende sediment i havnen og spild fra havnens drift.

Det beregnede iltforbrug indikerer, at det organiske indhold i skummet har kunnet medvirke til en midlertidig forekomst af iltfattige forhold i foråret 2022 indenfor et begrænset areal svarende til området, der er observeret af Københavns Kommune.

Havnebunden ved Margretheholm Havn domineres af finkornede bundsedimenter/gytje, der indeholder organisk stof. Den beregnede tilførsel af 9.500 g TOC til bundsedimentet modsvarer i størrelsesordenen 1 gram tilført organisk kulstof pr. m² indenfor arealet på 10.000 m². En fjernelse af den tilførte del af toplaget af havnesediment i et mindre areal inderst i Margretheholm Havn, vil næppe have en forbedrende effekt iltforholdene inden for det observerede område.

Teknik- og Miljøforvaltningens har ved tilsyn i foråret 2022 konstateret et mindre (<100 m^2) område i det nordvestlige hjørne af Margretheholm Havn, hvor der var forekomst af måtter med svovlbakterier på havnebunden. COWI har samme sted den 31. august 2022 gennemført en visuel inspektion af havbunden fra bådebro 8 og bådebro 9. Ved dette tilsyn er det bemærket, at der langs med land er udlagt murbrokker, og at der især omkring bådebro 8 ses trådalge ansamlinger. Mellem bådebro 7 og 8 kunne havbunden ikke ses.

Inspektionen ultimo august 2022 viste ikke tegn på måtter med svovlbakterier i form af hvide belægninger "liglagn". De fundne forhold i havnebassinet er ikke ualmindeligt forekommende i danske havne for en august-periode.

Bilag A Analyseresultater af tilført sand, rapport nr.: 2218-608

Test reg. nr. 428

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent:	Cowi A/S, Lyngby	Sagsnavn:	Vindmøllevej
	Parallelvej 2 2800 Lyngby	Sagsbeh.:	Tanja Christensen

Prøver modtaget:	05-05-2022	Analyse påbegyndt:	05-05-2022	Rapportdato:	27-06-2022
				Rapport nr.:	2218-608
Antal prøver:	2	Opbevaring:	På køl	Bilag:	0

Lab. nr.	2218-608-01	2218-608-02							
Prøvetype	Sedimenter	Sedimenter							
Emballage:	ok	ok							
Prøvetagning:	Rekvirent	Rekvirent							
Prøvetager:	TJCH	TJCH							
Udtaget fra dato:	05-05-2022	05-05-2022							
Prøve ID	Sand - tør	Sand - våd							
Parameter						Enhed	Metode	Detek-tions-grænse	Usikker-hed ¤
Molybdæn	0,25	<0,2				mg/kg TS	DS 259:2003, DS/EN ISO 15587-2:2003, DS/EN ISO 17294-2:2016	0,2	+/- 20 %
Selen	0,54	0,98				mg/kg TS	DS 259:2003, DS/EN ISO 15587-2:2003, DS/EN ISO 17294-2:2016	0,5	+/- 40 %
Antimon	0,17	<0,04				mg/kg TS	DS 259:2003, DS/EN ISO 15587-2:2003, DS/EN ISO 17294-2:2016	0,04	+/- 20 %
Nitrogen,total	<100	<100				mg/kg TS	DS/EN 16168:2012	100	+/- 15 %
Kviksølv	<0,02	<0,02				mg/kg TS	DS 259:2003, DS/EN ISO 17852:2008	0,02	+/- 20 %
Tørstof, TS	94	82				%	DS 204:1980 mod.	0,02	+/- 10 %
Glødetab, total	0,26	0,21				%	DS 204:1980 mod.	0,02	+/- 10 %
TOC	<0,2	<0,2				% af TS	DS/EN 13137*	0,2	+/- 15 %
Phosphor	150	140				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	0,6	+/- 10 %
Bly	2,0	2,0				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	0,7	+/- 30 %
Cadmium	0,040	<0,01				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	0,01	+/- 30 %
Chrom	0,99	0,98				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	0,4	+/- 30 %
Kobber	2,0	0,98				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	0,4	+/- 30 %
Nikkel	0,99	0,98				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	0,3	+/- 30 %
Zink	4,0	3,9				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	1,5	+/- 30 %
Tin	<2	<2				mg/kg TS	ISO 17294-1, Swedac 1006 1)	2	
Arsen	<0,5	0,98				mg/kg TS	DS/EN ISO 11885:2009 + DS 259:2003	0,5	+/- 30 %
Kulbrinter >C5-C10	<2,5	<2,5				mg/kg TS	Reflab1:2010, FID	2,5	+/- 10 %
Kulbrinter >C10-C15	<5	<5				mg/kg TS	Reflab1:2010, FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C15-C20	<5	<5				mg/kg TS	Reflab1:2010, FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C20-C35	<10	<10				mg/kg TS	Reflab1:2010, FID	10	+/- 10 %
Totalkulbrinter >C5-C35	#	#				mg/kg TS	Reflab1:2010, FID		+/- 10 %
PCB 28	<0,003	<0,003				mg/kg TS	GC-MS*	0,003	+/- 30 %
PCB 52	<0,003	<0,003				mg/kg TS	GC-MS*	0,003	+/- 30 %
PCB 101	<0,003	<0,003				mg/kg TS	GC-MS*	0,003	+/- 30 %
PCB 118	<0,003	<0,003				mg/kg TS	GC-MS*	0,003	+/- 30 %
PCB 138	<0,003	<0,003				mg/kg TS	GC-MS*	0,003	+/- 30 %
PCB 153	<0,003	<0,003				mg/kg TS	GC-MS*	0,003	+/- 30 %
PCB 180	<0,003	<0,003				mg/kg TS	GC-MS*	0,003	+/- 30 %
Sum af 7 PCB	#	#				mg/kg TS	GC-MS*	0,01	+/- 15 %
Benzen	<0,01	<0,01				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,01	+/- 15 %
Ethylbenzen	<0,01	<0,01				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,01	+/- 15 %
m+p-xylen	<0,01	<0,01				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,01	+/- 15 %
o-xylen	<0,01	<0,01				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,01	+/- 15 %
Toluen	<0,01	<0,01				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS	0,01	+/- 15 %
Xylener	<0,01	<0,01				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,01	+/- 15 %
Naphthalen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS	0,005	+/- 15 %
Acenaphthen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Acenaphthylen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Anthracen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Benz(a)anthracen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Benz(a)pyren	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Benz(b+j+k)fluoranthen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Benz(g,h,i)perylen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %

Analyserapport

Rekvirent:	Cowi A/S, Lyngby Parallelvej 2 2800 Lyngby	Sagsnavn:	Vindmøllevej
		Sagsbeh.:	Tanja Christensen

Prøver modtaget:	05-05-2022	Analyse påbegyndt:	05-05-2022	Rapportdato:	27-06-2022
				Rapport nr.:	2218-608
Antal prøver:	2	Opbevaring:	På køl	Bilag:	0

Lab. nr.	2218-608-01	2218-608-02							
Prøvetype	Sedimenter	Sedimenter							
Emballage:	ok	ok							
Prøvetagning:	Rekvirent	Rekvirent							
Prøvetager:	TJCH	TJCH							
Udtaget fra dato:	05-05-2022	05-05-2022							
Prøve ID	Sand - tør	Sand - våd							
Parameter						Enhed	Metode	Detek-tions-grænse	Usikker-hed ¤
Chrysen + Triphenylen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Dibenz(a,h)anthracen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Fluoranthen	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Fluoren	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Phenanthren	<0,005	<0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Pyren	<0,005	0,005				mg/kg TS	Reflab 4(2):2008, MS*	0,005	+/- 15 %
Sum PAH (16 stk)	#	0,005				mg/kg TS	*	0,005	+/- 15 %
Monobutyltin	<3	<3				µg/kg TS	EN ISO 23161 Mod. 1)*	3	+/- 15 %
Dibutyltin	<1	<1				µg/kg TS	EN ISO 23161 Mod. 1)*	1	+/- 25 %
Tributyltin	<1	<1				µg/kg TS	EN ISO 23161 Mod. 1)*	1	+/- 25 %

Betegnelser:
¤Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Detektionsgrænse for miljøfremmede stoffer og olie/fedt kan være forhøjet, da disse varierer afhængig af prøvens indhold af tørstof og prøvemængde.
En detektionsgrænse angivet i parantes indikerer, at denne er i mg/kg TS.
Max-værdier er opgivet efter BEK nr. 56 af 24/01/2000 om tilsyn med spildevandsslam m.m.
Afvigelser/kommentar ved denne rapport:
** Forhøjet DL pga matricen

Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.

Øvrige analyser er lavet hos Højvang, Dianalund

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdier anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger sig at udtale sig om holdninger og fortolkninger.

1) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium DANAK nr.: 401

Rapport sendes med post til:

Rapport sendes pr. E-mail til:
Cowi A/S, Lyngby, Tanja Christensen, tjch@cowi.com

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Anja Aagaard Moltke
Laborant

Bilag B Analyseresultater af skum, rapport nr.: 2218-607

Analyserapport

Rekvirent:	Cowi A/S, Lyngby Parallelvej 2 2800 Lyngby	Sagsnavn:	Vindmøllevej

Prøver modtaget:	05-05-2022	Analyse påbegyndt:	05-05-2022	Rapportdato:	29-06-2022
				Rapport nr.:	2218-607
Antal prøver:	1	Opbevaring:	På køl	Bilag:	0

Lab. nr.	2218-607-01								
Prøvetype	Spildevand								
Emballage:									
Prøvetagning:	Rekvirent								
Prøvetager:	TJCH								
Udtaget fra dato:	05-05-2022								
Prøve ID	Skum								
Parameter							Enhed	Metode	Detek-tions-grænse	Usikker-hed ¤
Tørstof, TS	<10						mg/l	DS 204:1980 mod.	10	+/- 10 %
Glødetab, total	<20						mg/l	DS 204:1980 mod.	20	+/- 10 %
Nitrogen,total	280						mg/l	DS/EN ISO 11905-1:1998, DS/EN ISO 13395:1997	10	+/- 15 %
Phosphor, total	44						mg/l	DS/EN ISO 6878:2004 1)	0,01	+/- 15 %
TOC	41						mg/l	DS/EN 1484*	1,5	+/- 10 %
Antimon	27						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	1	+/- 15 %
Arsen	1300						µg/l	ICP-MS 1)	0,3	+/- 30 %
Bly	17000						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	0,3	+/- 10 %
Cadmium	290						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	0,05	+/- 20 %
Chrom	2800						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	0,3	+/- 20 %
Kobber	9900						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	1	+/- 20 %
Molybdæn	200						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	5	+/- 10 %
Nikkel	5100						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	0,5	+/- 20 %
Selen	780						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	13	+/- 15 %
Zink	28000						µg/l	DS 259/ICP-MS 1)	3	+/- 20 %
Kviksølv	0,021						µg/l	DS/EN ISO 17852:2008, DS/EN ISO 12846:2012	0,01	+/- 20 %
Tin	2,4***						mg/kg TS	ISO 17294-1, Swedac 1006 2)	2	
Monobutyltin	51***						µg/kg TS	EN ISO 23161 Mod. 2)*	3	+/- 15 %
Dibutyltin	5,4***						µg/kg TS	EN ISO 23161 Mod. 2)*	1	+/- 25 %
Tributyltin	12***						µg/kg TS	EN ISO 23161 Mod. 2)*	1	+/- 25 %
Kulbrinter >C5-C10, urenset	56						µg/l	DS/EN ISO 9377-2:2001 mod.	25	+/- 20 %
Kulbrinter >C10-C25, urenset	65000						µg/l	DS/EN ISO 9377-2:2001 mod.	50	+/- 20 %
Kulbrinter >C25-C40, urenset	31000						µg/l	DS/EN ISO 9377-2:2001 mod.	100	+/- 20 %
Totalkulbrinter >C5-C40, urenset	96000						µg/l	Beregnet		
Naphthalen	<0,16**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Acenaphthylen	0,23**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Acenaphthen	<0,16**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Fluoren	0,54**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Phenanthren	3,5**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Anthracen	<0,16**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Fluoranthen	4,9**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Pyren	11**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Benz(a)anthracen	1,7**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Chrysen + Triphenylen	1,3**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Benz(b+j+k)fluoranthen	6,7**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Benz(a)pyren	2,3**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,1**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Dibenz(a,h)anthracen	0,28**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Benz(g,h,i)perylen	2,3**						µg/l	EPA 8270C:1996 mod.	0,01	+/- 30 %
Sum PAH (16 stk)	37						µg/l	Beregnet		
PCB 28+31	<0,012						µg/l	DS/EN 15308:2016	0,012	+/- 20 %
PCB 52	<0,006						µg/l	DS/EN 15308:2016	0,006	+/- 20 %
PCB 101	<0,006						µg/l	DS/EN 15308:2016	0,006	+/- 20 %
PCB 118	<0,006						µg/l	DS/EN 15308:2016	0,006	+/- 20 %

Analyserapport

Rekvirent:	Cowi A/S, Lyngby Parallelvej 2 2800 Lyngby	Sagsnavn:	Vindmøllevej

Prøver modtaget:	05-05-2022	Analyse påbegyndt:	05-05-2022	Rapportdato:	29-06-2022
				Rapport nr.:	2218-607
Antal prøver:	1	Opbevaring:	På køl	Bilag:	0

Lab. nr.	2218-607-01								
Prøvetype	Spildevand								
Emballage:									
Prøvetagning:	Rekvirent								
Prøvetager:	TJCH								
Udtaget fra dato:	05-05-2022								
Prøve ID	Skum							Detek-tions-	Usikker-
Parameter							Enhed	Metode	grænse	hed ¤
PCB 138	<0,006						µg/l	DS/EN 15308:2016	0,006	+/- 20 %
PCB 153	<0,006						µg/l	DS/EN 15308:2016	0,006	+/- 20 %
PCB 180	<0,006						µg/l	DS/EN 15308:2016	0,006	+/- 20 %
Sum af 7 PCB	#						µg/l	Beregnet		

Analyserapport

Rekvirent:	Cowi A/S, Lyngby Parallelvej 2 2800 Lyngby	Sagsnavn:	Vindmøllevej

Prøver modtaget:	05-05-2022	Analyse påbegyndt:	05-05-2022	Rapportdato:	29-06-2022
				Rapport nr.:	2218-607
Antal prøver:	1	Opbevaring:	På køl	Bilag:	0

Betegnelser:
¤Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.
Afvigelser/kommentar ved denne rapport:
Vægt af 1L skum: 224 g (ny prøve modtaget d. 16/5-22)
Vægt af 1L prøve: 972 g (ny prøve modtaget d. 16/5-22)
555 g prøve, efter henstand i 24 timer, fordeles således:
Bundfald: 17%
Vand: 47%
Skum: 36%

(Efterflg. udtalelser i dette felt vedr. kulbrintetyper, hører ikke under laboratoriets akkreditering.)
Ved metoden, totalkulbrinter - GC-FID; urenset, er der i prøverne konstateret flg. kulbrinter:
Kulbrinter svarende til diesel-/fyringsolie. Kulbrinter svarende til benzin.

Nedenstående henvisninger kan være relevante for rapporten:
* Ikke akkrediteret.
** Detektionsgrænsen er hævet pga. ekstra tilsat ekstraktionsvæske. Pga. prøvens matrice var det nødvendigt at reducere prøvemængden.
*** Pga. prøvens matrice, den er for tyk til at analysere som en spildevand, er den analyseret som en slamprøve.
Prøven har en tørstof på 5,5 %, og derfor er resultateerne afleveret i µg/kg TS og mg/kg TS.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.
i.a.: Der er ikke analyseret for den pågældende parameter.
Mængde-/Flowproportional prøvetagning er ikke omfattet af akkrediteringen, da laboratoriet under prøvetagning anvender signalet fra anlæggets flowmåler.
Virksomhedens miljøgodkendelse/udledningstilladelse, oplyst af rekvirenten.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdier anvendes analyseresultatet i rapporten.
Højvang Laboratorier A/S undsiger sig at udtale sig om holdninger og fortolkninger.

Resultaterne gælder for prøven som den er modtaget.
1) Holstebro afdeling.
2) Analysen er udført af andet akkrediteret laboratorium DANAK nr.: 401

Rapport sendes med post til:

Rapport sendes pr. E-mail til:
Cowi A/S, Lyngby, Tanja Christensen, tjch@cowi.com

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Gitte Pedersen
Laborant

Bilag C Analyseresultat af afdrænet skum, rapport nr.: 2221043 og 2222-509

Analyserapport

Rekvirent	**COWI A/S** **Parallelvej 2** **2800 Lyngby** **Att.: Tanja Christensen**	Identifikation	**Sagsnavn: Vindmøllevej** **Sagsnr.: -** **Sagsbeh.: TJCH** **Udt.dato: 27-05-2022** **Prøvetager: -**
Prøver modtaget den:	27-05-2022		Rapport dato: 31-05-2022
Analyse påbegyndt den:	27-05-2022		Rapport nr.: **2221043**
Opbevaring før analyse	Påbegyndt ved modtagelse	Antal prøver: 1	Bilag: 0 stk.

Lab. nr. / Prøvetype / Emballage / Prøvetager / Prøve ID / Dybde **Parameter**	2221043001 Jord m+p Rekvirent **SK**	Enhed	Metode	Detektions-grænse	Usikker-hed☼
Tørstof, TS	**31**	% (w/w)	DS204 mod	0,002	+/- 10 %
Kulbrinter >C5-C10	**¤¤<6**	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	2	+/- 10 %
Kulbrinter >C10-C15	**¤¤<15**	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C15-C20	**¤¤<15**	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C20-C35	**290**	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID	20	+/- 10 %
Totalkulbrinter >C5-C35	**290**	mg/kg TS	Reflab1:2010(2) GC-FID		
Kulbrinter >C5-C10 •	**¤¤<6**	mg/kg TS	Reflab1:2010 GC-FID*	2	+/- 10 %
Kulbrinter >C10-C15 •	**¤¤<15**	mg/kg TS	Reflab1:2010 GC-FID*	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C15-C20 •	**¤¤<15**	mg/kg TS	Reflab1:2010 GC-FID*	5	+/- 10 %
Kulbrinter >C20-C35 •	**200**	mg/kg TS	Reflab1:2010 GC-FID*	20	+/- 10 %
Totalkulbrinter >C5-C35 •	**200**	mg/kg TS	Reflab1:2010 GC-FID*		
Naphthalen	**¤¤<0,02**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Acenaphthylen	**¤¤<0,02**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Acenaphthen	**¤¤<0,02**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Fluoren	**¤¤<0,02**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Phenanthren	**0,046**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Anthracen	**¤¤<0,02**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Fluoranthen	**0,17**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Pyren	**0,19**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Benz(a)anthracen	**0,078**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Chrysen + Triphenylen	**0,057**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Benz(b+j+k)fluoranthen	**0,25**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Benz(a)pyren	**0,084**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**0,12**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Dibenz(a,h)anthracen	**<0,020**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Benz(g,h,i)perylen	**0,11**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD	0,005	+/- 30 %
Sum PAH (16 stk)	**1,1**	mg/kg TS	Reflab4(2),GC-MSD		+/- 30 %
Selen	**0,76**	mg/kg	ISO15587-ICP-MS*	0,1	+/- 50 %
Molybdæn	**0,67**	mg/kg	ISO15587-ICP-MS	0,4	+/- 40 %
Bly	**3,8**	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Cadmium	**0,18**	mg/kg TS	DS259-ICP	0,02	+/- 30 %
Chrom, total	**58**	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Kobber	**2,2**	mg/kg TS	DS259-ICP	1	+/- 30 %
Nikkel	**22**	mg/kg TS	DS259-ICP	0,5	+/- 30 %
Zink	**180**	mg/kg TS	DS259-ICP	3	+/- 30 %
Arsen	**4,0**	mg/kg TS	DS259-ICP	0,5	+/- 30 %

Betegnelser:

se sidste side

(Efterflg. udtalelser i dette felt vedr. kulbrintetyper, hører ikke under laboratoriets akkreditering.)

Ved metoden, totalkulbrinter - GC-FID, er der i prøverne konstateret flg. kulbrinter.

2221043001

Totalkulbrinter (herunder PAH'er) svarende til asfalt/bitumen/smøre-/hydraulikolie.

Godkendt af

Helle Rasmussen

Laborant

Analyserapport

Rekvirent	**COWI A/S**		Identifikation	**Sagsnavn: Vindmøllevej**	
	Parallelvej 2			**Sagsnr.: -**	
	2800 Lyngby			**Sagsbeh.: TJCH**	
	Att.: Tanja Christensen			**Udt.dato: 27-05-2022**	
				Prøvetager: -	
Prøver modtaget den:	27-05-2022			Rapport dato:	31-05-2022
Analyse påbegyndt den:	27-05-2022			Rapport nr.:	**2221043**
Opbevaring før analyse	Påbegyndt ved modtagelse	Antal prøver:	1	Bilag:	0 stk.

Betegnelser fra rapporten:

☼ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater på detektionsgrænseniveau er behæftet med en relativ større måleusikkerhed end generelt gældende.

#: Symboliserer at alle komponenter der indgår i den pågældende sum, har en konc. mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.

Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsanpose), p (plastpose) s (staniol). * *Ikke akkrediteret*

Afvigelser/kommentar ved denne rapport: ¤¤ *Pga lav tørstof ændres detektionsgrænsen.*

¤ Hvis dette tegn er placeret ved prøvens emballage type, betyder det, at der pga. stor prøvemængde var nødvendigt at åbne glasset for at fjerne overskydende prøve. Åbningen kan have medført tab af lavtkogende komponenter.

• Prøven er florisil oprenset.

Højvang Laboratorier A/S fraskriver sig ethvert ansvar i forbindelse med data oplyst af rekvirenten.
Analyseresultater anføres i rapporten med 2 betydende cifre medmindre andet er aftalt. Ved sammenligning med eventuelle grænse- og/eller kravværdi, anvendes analyseresultatet i rapporten.

Alle analyser er udført hos Højvang, Dianalund.
Resultaterne gælder for prøven/prøverne som den/de er modtaget.

Med mindre andet er oplyst, fremsendes rapporten til den/de på rekvisitionen oplyste mailadresser.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Helle Rasmussen
Laborant

HØJVANG LABORATORIER A/S

Analyserapport

Rekvirent	**COWI**	**Sagsnavn:**	Vindmøllevej
	Parallelvej 2	**Sagsnr.**	
	2800 Kgs. Lyngby	**Lokalitet:**	
		Udt.dato:	01.06.2022
		Prøvetager:	Rekvirent
Prøver modtaget den:	01.06.2022	Rapport dato:	09.06.2022
Analyse påbegyndt den:	01.06.2022	Rapport nr.:	**1**
Opbevaring før prøvning		Bilag:	

Lab. nr.	2222-509	
Materiale	Jord	
Prøve ID		
Parameter		Metode
Vibrationsforsøg		DS/EN 13286-5:2003
Sigteanalyse		DS/EN 933-1:2004
Methylenblåt		DS/EN 933-9
Proctorforsøg		pr VI 99-6:2004
Vandindhold		DS 405.11
Sigte+hydrometeranalyse		DS/EN 933-1+DS/CEN ISO/TS 17892-4
Teksturanalyse		DS/EN 933-1+DS/CEN ISO/TS 17892-4
Kalkindhold		VD 611.11
Glødetab, 550°C (Humusindhold)	1 stk.	prVI 99-9:2010
Reduceret Glødetab, 975° C		prVI 99-9:2010
Komprimeringskontrol m. isotopsonde		VD L & P 16
Minifaldlod		pr VI 99-4:2007
Ledningstal (Lt)		DS/EN 27888:2003
Reaktionstal/pH-værdi (Rt)		

Resultater:

	Enhed	Målt
Glødetab	%	14,2

Kommentarer:

Resterende prøvemateriale opbevares i 14 dage, hvorefter det kasseres, medmindre anden aftale træffes.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Geoteknisk assistent

Bilag D Analyseresultater måling i skum omregnet til koncentration i skum

	Analyse af liquifiered skum $C_{liq,skum}$		Beregnet koncentration i 1 l skum udtaget i havnen $C_{skum} = 0,23 * C_{liq,skum}$	
Tørstof, TS	<10	mg/l	2,30	mg/l skum
Glødetab, total	<20	mg/l	4,61	mg/l skum
Nitrogen,total	280	mg/l	64,53	mg/l skum
Phosphor, total	44	mg/l	10,14	mg/l skum
TOC	41	mg/l	9,45	mg/l skum
Antimon	27	µg/l	6,22	µg/l skum
Arsen	1300	µg/l	299,59	µg/l skum
Bly	17000	µg/l	3917,70	µg/l skum
Cadmium	290	µg/l	66,83	µg/l skum
Chrom	2800	µg/l	645,27	µg/l skum
Kobber	9900	µg/l	2281,48	µg/l skum
Molybdæn	200	µg/l	46,09	µg/l skum
Nikkel	5100	µg/l	1175,31	µg/l skum
Selen	780	µg/l	179,75	µg/l skum
Zink	28000	µg/l	6452,67	µg/l skum
Kviksølv	0,021	µg/l	0,00	µg/l skum
Kulbrinter >C5-C10, urenset	56	µg/l	12,91	µg/l skum
Kulbrinter >C10-C25, urenset	65000	µg/l	14979,42	µg/l skum
Kulbrinter >C25-C40, urenset	31000	µg/l	7144,03	µg/l skum
Totalkulbrinter >C5-C40, urenset	96000	µg/l	22123,46	µg/l skum
Naphthalen	<0,16**	µg/l	0,04	µg/l skum
Acenaphthylen	0,23	µg/l	0,05	µg/l skum
Acenaphthen	<0,16	µg/l	0,04	µg/l skum
Fluoren	0,54	µg/l	0,12	µg/l skum
Phenanthren	3,5	µg/l	0,81	µg/l skum
Anthracen	<0,16	µg/l	0,04	µg/l skum
Fluoranthen	4,9	µg/l	1,13	µg/l skum
Pyren	11	µg/l	2,53	µg/l skum
Benz(a)anthracen	1,7	µg/l	0,39	µg/l skum
Chrysen + Triphenylen	1,3	µg/l	0,30	µg/l skum
Benz(b+j+k)fluoranthen	6,7	µg/l	1,54	µg/l skum
Benz(a)pyren	2,3	µg/l	0,53	µg/l skum
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,1	µg/l	0,48	µg/l skum
Dibenz(a,h)anthracen	0,28	µg/l	0,06	µg/l skum
Benz(g,h,i)perylen	2,3	µg/l	0,53	µg/l skum
Sum PAH (16 stk)	37	µg/l	8,53	µg/l skum
PCB 28+31	<0,012	µg/l	0,00	µg/l skum
PCB 52	<0,006	µg/l	0,001	µg/l skum
PCB 101	<0,006	µg/l	0,001	µg/l skum
PCB 118	<0,006	µg/l	0,001	µg/l skum
PCB 138	<0,006	µg/l	0,001	µg/l skum
PCB 153	<0,006	µg/l	0,001	µg/l skum
PCB 180	<0,006	µg/l	0,001	µg/l skum
Sum af 7 PCB	i. p	µg/l	0,001	µg/l skum
Mellemregninger skum				
1 l skum vejer (lab vejning er anvendt)	224	g/l		
1 l liquified skum vejer, ufiltreret	972	g/l		
I 1 l skum, er der således antal l prøvemateriale, der er analyser	0,230	l		

Analyse er angivet i mg/kg TS grundet prøvens konsistens

	Analyse af skum som slam		Beregnet koncentration i 1 l skum udtaget i havnen		Beregnet koncentration i 1 l skum udtaget i havnen	
Tin	2,4	mg/kg TS	0,132	mg/l liquifered skum	30,420	µg/l skum
Monobutyltin	51	µg/kg TS	2,805	µg/l liquifered skum	0,646	µg/l skum
Dibutyltin	5,4	µg/kg TS	0,297	µg/l liquifered skum	0,068	µg/l skum
Tributyltin	12	µg/kg TS	0,660	µg/l liquifered skum	0,152	µg/l skum
Tørstofindhold i prøven er for tinanalysen bestemt til 5,5%	5,5					

Bilag E Udbredelse af skum i Margretheholm Havn

Skumdannelse den 24. marts 2022, kilde: Havnens brugere.



Skum i havnebassinet.

Areal og omfang er ikke dokumenteret yderligere for perioden frem til 15. april 2022.

Arealet i havnebassinet, der er dækket af skum, er estimeret til: 600 m²

Skumdannelse den 15. april 2022, Kilde havnens brugere foto 1528.



Det samlede areal i havnebassinet, der er dækket af skum, er ikke dokumenteret med foto, men sat konservativt til 3.000 m².

Arealet er fastsat ved at måle arealerne af de 20 skumtuer, der er forrest i billedet og arealet af det omkringliggende havnebassin. Opmålingerne viser, at ca. 22% er dækket af skum.

Arealet, der på fotoet er påvirket af skum inkl. arealet hen til dæmningen, har et areal på ca. 7.500 m² 22% af dette svarer til 1.650 m². Opmålingen af arealet er foretaget fra dæmningen og til saunaen. Da skummet erfaringsmæssigt samler sig til en mere sammenhængende masse, i et område inde i havnen (uden for billedet) er de 1.650 m² øget med 1.350 m² til 3.000 m².

Arealberegningen er behæftet med usikkerhed grundet manglende dokumentation.

Skumdannelse den 16. april 2022 til 18. april 2022



Eksempel på at skummet har samlet sig til en samlet masse. Skum vest for dæmningen ved Refshaleøen den 18. april 2022.

Arealet i havnebassinet, der er dækket af skum, er sat till: 5.600 m².

Det er ikke muligt at vurdere skummets tykkelse.

Arealberegningen er behæftet med usikkerhed grundet manglende dokumentation.

Skumdannelse den 19. april 2022



Skum vest for dæmningen ved Refshaleøen den 19. april 2022, efter påske.

Foto af havnen om morgen viser begrænsede mængder skum.

Det beskrives i TV2 Lorry den 20. april 2022, at havnen og arealet mellem den gamle og nye dæmning var fyld med skum den forgående dag.

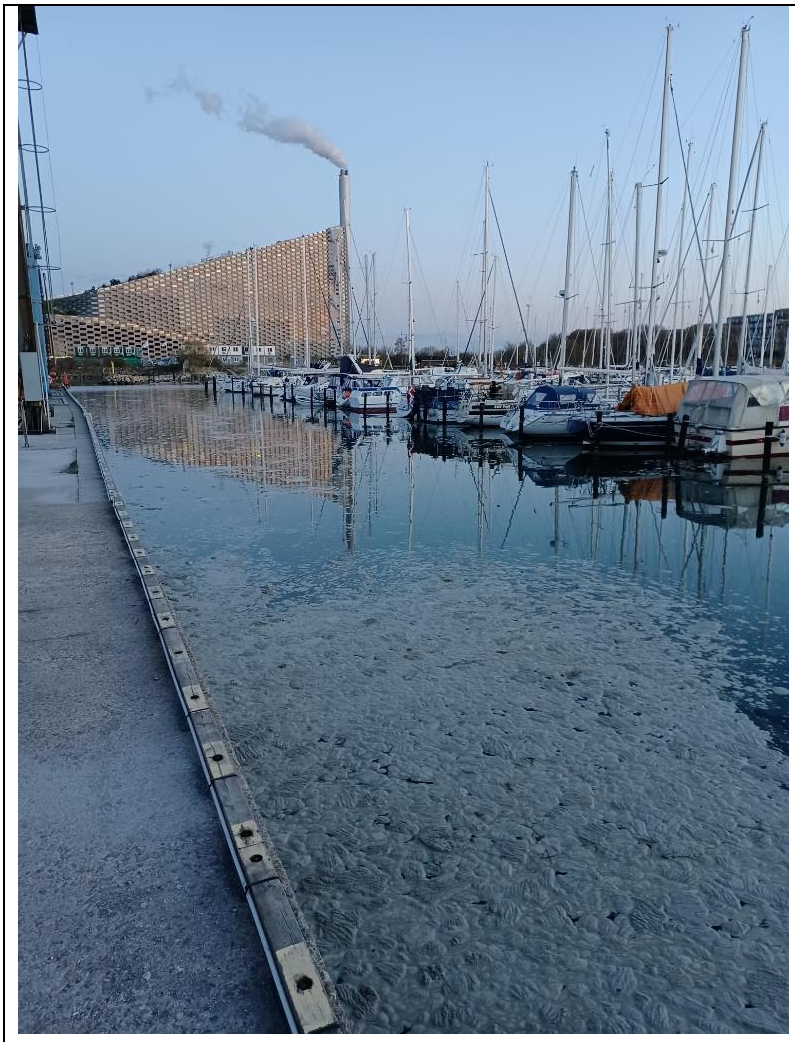
Arealet i havnebassinet der er dækket af 10 cm skum er ikke dokumenteret samlet, men det vurderes at skummet for den pågældende dag overstiger de gennemsnitlige maksimale 10.000 m² i en periode.

Skumdannelse den 20. april 2022

Foto af havnen om morgenen.







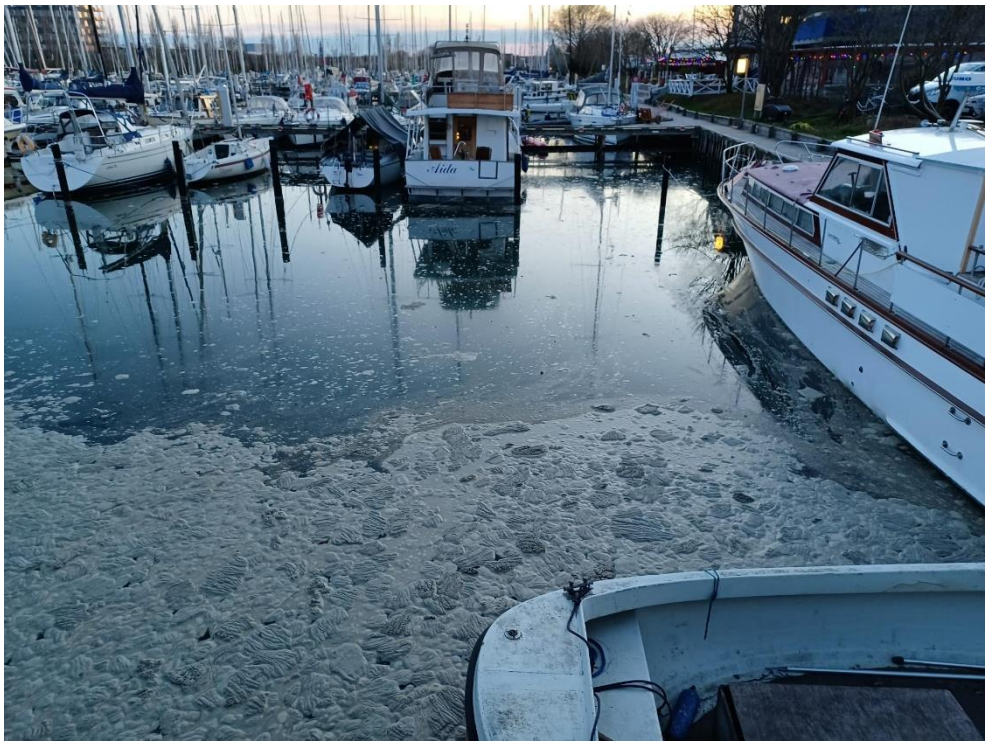

Aida





Foto af havnen om eftermiddagen.



Arealet i havnebassinet, der er dækket af skum er vurderet til ca.2.000 m² om morgenen. Skumlagets tykkelse er mellem 2-5 cm.

Der er begrænset dokumentation for udbredelsen af skummet i løbet af dagen, dog bringes der et indslag i TV2 Lorry, hvori det oplyses, at hele havnen er fyldt med skum og at det kan ses at forhavnen er dækket at skum.

Arealet i havnebassinet der er dækket af 10 cm skum er ikke dokumenteret samlet, men det vurderes at skummet for den pågældende dag overstiger de gennemsnitlige maksimale 10.000 m² periode.

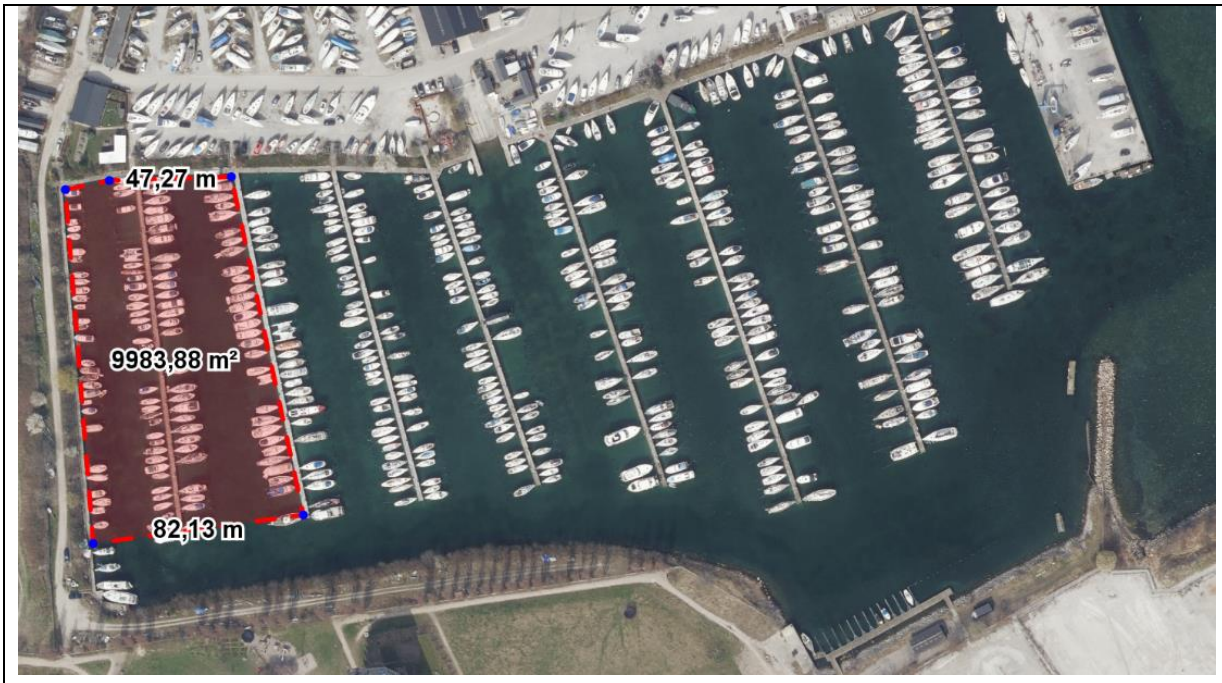
Arealet sættes til 10.000 m2

Arealberegningen er behæftet med usikkerhed grundet manglende dokumentation for skum mængder efter arbejdets ophør.

Skumdannelse den 21. april 2022





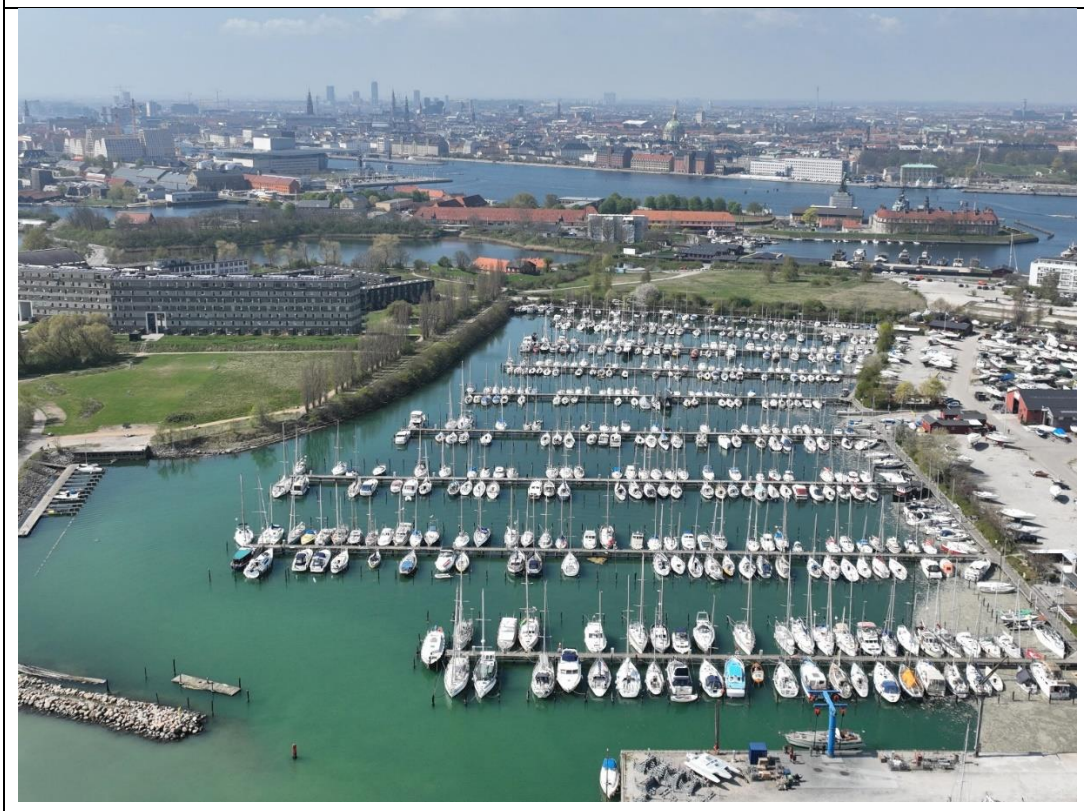


Arealet i havnebassinet der er dækket af skum, er opmålt til gennemsnitligt maksimalt: 10.000 m² for perioden 21. til 27. april, hvorefter der opsættes flydespærre den 28. april.

Arealet svarer til den vestlige del af havnen, hvor der i perioder er observeret skum, se markerede område. Arealet er af Københavns Kommune oplyst, at svare til arealet, der især har været skumpåvirket ved kommunens tilsyn.

Arealet er behæftet med usikkerhed grundet manglende dokumentation for skummængder og placering i øvrigt.

Skumdannelse den 28. april 2022





Arealet i havnebassinet der er dækket af skum den 28. april 2022, er opmålt til: 1.200 m².

Den 28. april sættes flydespærre ved Kraftsværksøen. Den 3. maj opsættes endnu en flydespærre ved Refshaleøen.

