

---

VEJDIREKTORATET

---

# BILAG 2 BEREGNINGER AF STOFSPRED- NING I ROSKILDE FJORD

## AFVANDING VED KRONPRINSESSE MARYS BRO



41013066

REVISION A

2025-06-04

# Indholdsfortegnelse

|       |                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INDLEDNING                                                            | 2  |
| 2     | HYDROGRAFISKE FORHOLD                                                 | 4  |
| 2.1   | Vanddybdeforhold og bathymetri                                        | 4  |
| 2.2   | Vandstandsforhold                                                     | 5  |
| 2.2.1 | Generelt                                                              | 5  |
| 2.2.2 | Tidevand                                                              | 6  |
| 2.2.3 | Meteorologisk betingede vandstandsvariationer og højvandsstatistikker | 8  |
| 2.3   | Bølgeforhold                                                          | 8  |
| 2.4   | Strømforhold                                                          | 8  |
| 3     | ANALYTISKE BEREGNINGER AF OPBLANDING                                  | 10 |
| 3.1   | Analytisk model                                                       | 10 |
| 3.2   | Fastlæggelse af input parametre til beregninger                       | 12 |
| 3.3   | Beregningsresultater                                                  | 12 |
| 3.4   | Opsamling og konklusion                                               | 14 |
| 4     | REFERENCER                                                            | 14 |

# 1 INDLEDNING

Vejdirektoratet er i dialog med Frederikssund kommune om tilladelse til udledning af vejvand fra 3 eksisterende regnvandsbassiner B4a, B4b, B9 ved Fjordlandsvej. De 3 bassiner udleder i dag til Roskilde Fjord via det rørlagte vandløb Marbækrenden. Tilladelsen til medbenyttelse af Marbækrenden er blevet påklaget flere gange.

Vejdirektoratet er i dialog med Frederikssund kommune om tilladelse til udledning af vejvand fra 3 eksisterende regnvandsbassiner B4a, B4b, B9 ved Fjordlandsvej. De 3 bassiner udleder i dag til Roskilde Fjord via det rørlagte vandløb Marbækrenden. Tilladelsen til medbenyttelse af Marbækrenden er blevet påklaget flere gange.

Vejdirektoratet ønsker derfor tilladelse til at flytte udledningen fra de 3 bassiner. Udledningen skal fremover ske ved at etablere en ledning langs med Fjordlandsvej, frem til et eksisterende rørlagt vandløb, der har udløb til Roskilde Fjord i strandkanten umiddelbart syd for Kronprinsesse Marys Bro. Det rørlagte vandløb modtager i dag drænvand fra markarealerne langs Fjordlandsvej og modtager renset vejvand fra bassin B5.

Det rensede vejvand fra regnvandsbassinerne B4a, B4b, B9 ledes via en pumpeledning til udledningspunktet på det eksisterende rørlagte vandløb vist på Figur 1.1. Her fra ledes vandet videre i det rørlagte vandløb til det eksisterende udløbspunkt i strandkanten.



Figur 1.1 Placering af udløbspunkt fra det rørlagte vandløb samt de 4 regnvandsbassiner

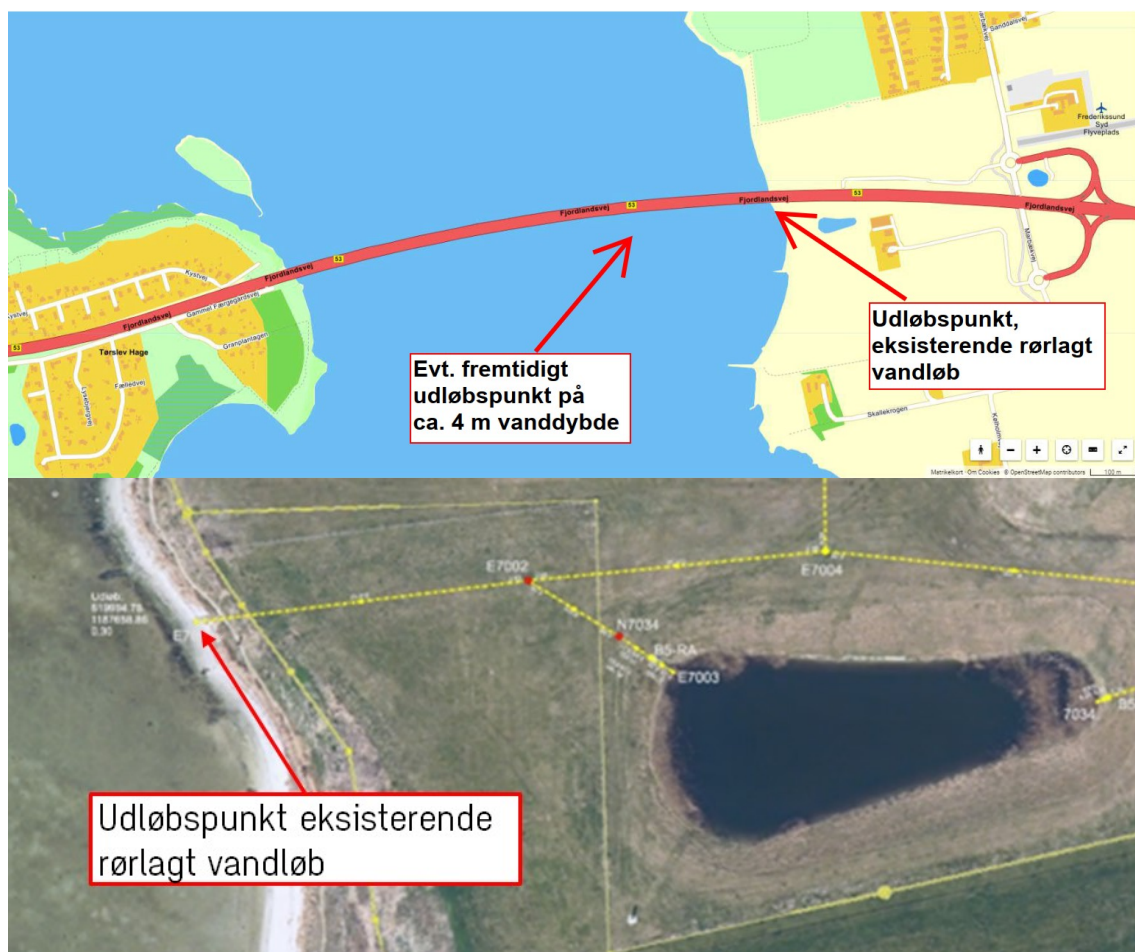
Det rørlagte vandløb er ikke målsat. Det første målsatte vandområde, der udledes til, er således Roskilde Fjord, ydre, hvor udledningen sker via udløbspunktet fra det eksisterende rørlagte vandløb på matr.nr. 5a Oppe Sundby By, Oppe Sundby.

Ved brotværsnittet har Roskilde Fjord en bredde på ca. 1100 m fra Tørslev Hage i vest til det østlige landfæste.

Nærværende notat præsenterer vurderinger og resultater vedrørende stofspredning og opblanding i Roskilde Fjord med henblik på at vurdere, hvor stor opblandingen er ved vandløbets eksisterende udløbspunkt i Roskilde Fjord. Ligeledes er det vurderet, om der er behov for at forøge opblandingen ved at etablere en udløbsledning på større dybde i Roskilde Fjord.

Disse vurderinger og beregninger vedrører dels en udledning for det eksisterende udløbspunkt i strandkanten med placering som vist i Figur 1.2, dels en udledning fra en udløbsledning ført ud til større vanddybde ude i fjorden, hvor der generelt kan forventes bedre opblandingsforhold pga. den større vanddybde og højere strømhastigheder.

Hele Roskilde Fjord syd for en linje, Kulhuse-Frederiksværk, udgør et Natura 2000 Habitatområde. Udløbsledningen fra det eksisterende bassin har ifølge udledningstilladelsen udløb i strandkanten. Forudsætningen er derfor, at der ikke skal foretages anlægsarbejde i Natura 2000 området Roskilde Fjord.



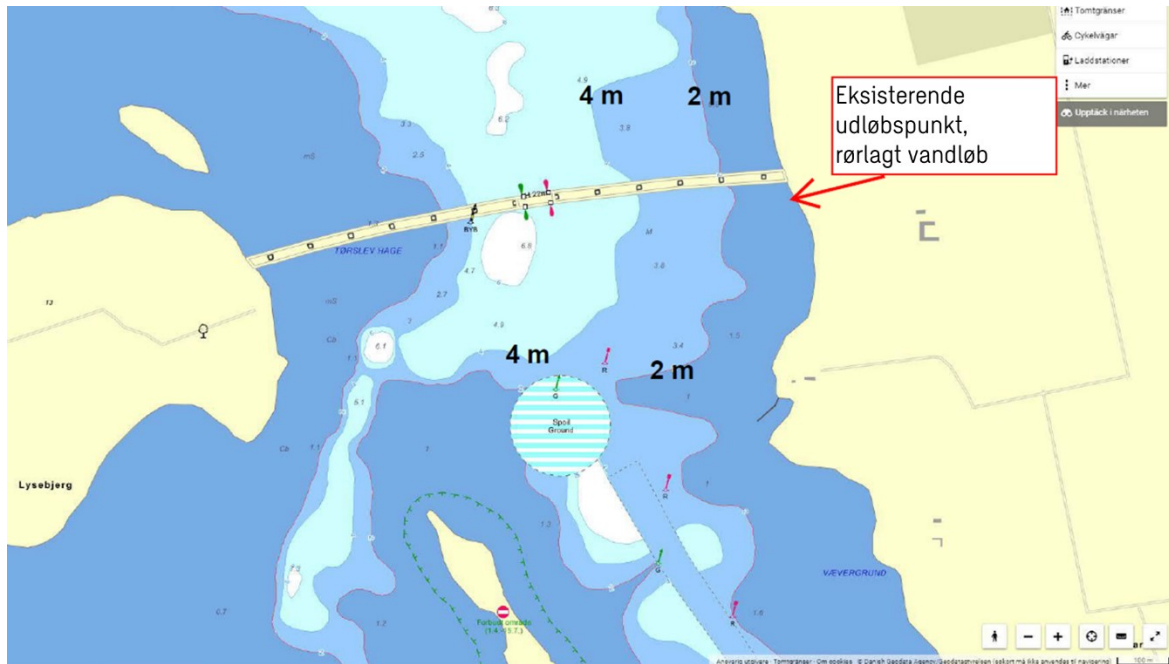
Figur 1.2 Oversigtskort, beliggenhed af udløbspunkt fra eksisterende rørlagte vandløb.

## 2 HYDROGRAFISKE FORHOLD

### 2.1 Vanddybdeforhold og bathymetri

Oplysninger om vanddybdeforhold haves ud fra Krak's/Eniro's søkort. Geodatastyrelsen er i dag ansvarlig for opmålinger og udgivelser af søkort for danske farvande. Søkort nr. 118 dækker hele den sydlige del af Roskilde Fjord med nordlig afgrænsning umiddelbart nord for Kronprins Frederiks Bro (den gamle bro) i Frederikssund, og dermed også området omkring Kronprinsesse Marys Bro. Dette søkort giver dog ikke væsentlig mere information end hvad der kan findes via Krak's/Eniro's søkort.

Figur 2.1 viser vanddybdeforholdene i Roskilde Fjord i området omkring Kronprinsesse Marys Bro, baseret på Eniro's søkort. 2 m dybdekurven ligger ca. 100 m fra strandkanten, 4 m dybdekurven ca. 300 m fra strandkanten. I den centrale del af fjordløbet forekommer lokalt dybere huller med vanddybder på 6 m eller lidt mere.



Figur 2.1 Bathymetri i Roskilde Fjord, omkring Kronprinsesse Marys Bro, baseret på søkort fra [Kartor, vägbeskrivningar, flygfoton, sjökort & mycket mer på eniro.se](#)

Der foreligger ikke oplysninger om evt. supplerende opmålinger af kystprofiler i området nær det eksisterende udløbspunkt for vejvand fra regnvandsbassinet, og opmålinger af bathymetrien i brotværsnittet, der er foretaget ifm. broens etablering, er ikke søgt tilvejebragt.

## 2.2 Vandstandsforhold

### 2.2.1 Generelt

Fra DMI foreligger tidsserier af vandstandsvariationer ved forskellige stationer i Roskilde Fjord og Isefjorden. Data foreligger som 10-minutters værdier. Dog forekommer ved alle stationer i større eller mindre omfang huller eller fejl i de foreliggende, ikke kvalitetssikrede datatidsserier, men data vurderes at have fuldt ud tilstrækkelig god kvalitet til at give et godt billede af de generelle vandstandsforhold i Roskilde Fjord.

Der foreligger data fra følgende stationer:

- Hundested
- Holbæk
- Frederiksværk

- Frederikssund S (nær Kronprinsesse Marys Bro), station etableret ifm. bygning af broen
- Roskilde

### 2.2.2 Tidevand

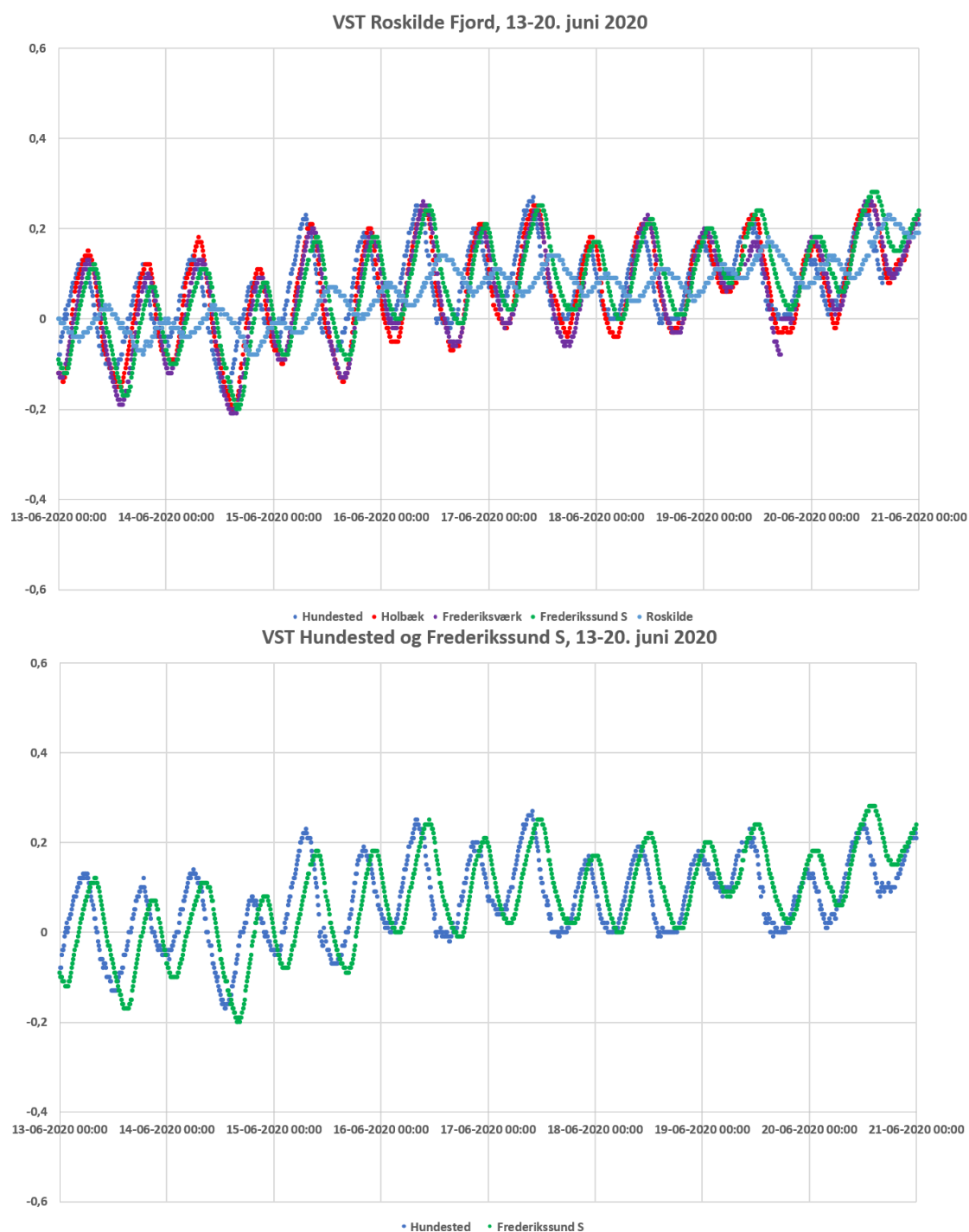
I perioder med rolige vindforhold er vandstandsforholdene i Roskilde Fjord domineret af tidevandet, der medfører indadgående (sydgående) strøm, når vandstanden er tiltagende, og tilsvarende udadgående strømning (nordgående) mod Isefjorden og Kattegat under ebbestrømme.

Tidevandsbevægelser af vandmasser helt kystnært og nær strandkanten bidrager til vandudveksling og vandskifte og har derfor betydning for opblanding af det udledte vejvand. Der forventes forholdsvis svage strømhastigheder pga. tidevand i rolige perioder. Opblandingsforhold og borttransport af stofferne i det udledte vejvand vil derfor være relativt dårligst i perioder præget af roligt vejr og vandstandsvariationer domineret af tidevand. I sådanne perioder vil forekomme de mest ugunstige forhold mht. fortynding og borttransport af udledt vejvand.

Figur 2.2 viser vandstandsvariationer i Roskilde Fjord for en udvalgt periode domineret af tidevand, 13-20. juni 2020 (8 døgn). Øverst er vist et tidsserieplot for de i afsnit 2.2.1 nævnte 5 stationer, nederst alene Hundested og Frederikssund S.

Det generelle billede er, at tidevandsbølgens amplitude ift. Hundested pga. den lokale bathymetri forstærkes ved både Holbæk og Frederiksværk, idet der samtidigt er en faseforskydning. Syd for Frederiksværk sker en dæmpning af tidevandsamplituden, og ved Frederikssund S er tidevandsamplituder nogenlunde som ved Hundested, dog faseskudt ca. 2½-3 timer. Ved Roskilde i bunden af Roskilde Fjord sker en markant dæmpning af tidevandsbølgens amplitude samt en forsinkelse af tidevandet på 5-6 timer ift. Hundested.

Det væsentlige her er, at ved Kronprinsesse Marys Bro forekommer en væsentlig tidevandspåvirkning, der vurderes at have betydning for, at udledt vand i strandkanten kan blive ført længere ud i kystprofilen, hvor der forekommer relativt større strømhastigheder end helt kystnært.



Figur 2.2 Variationer af vandstande i Roskilde Fjord, i en udvalgt periode domineret af tidevand, 13-20. juni 2020. Øverst, alle 5 vandstandsstationer, nederst alene Hundested (blå punkter) og Frederikssund S (grønne punkter). Datakilde: DMI.

### 2.2.3 Meteorologisk betingede vandstandsvariationer og højvandsstatistikker

De ovennævnte tidevandsvariationer af vandstanden er betydeligt lavere end meteorologisk betingede vandstandsvariationer, styret af lufttryk, bevægelser af lav- og højtryk og tilhørende vindforhold, der kan medføre højvande og lavvande af betydelig størrelse i Roskilde Fjord.

Disse situationer vurderes ikke nærmere her, idet der fokuseres på situationer med de dårligste opblandingsforhold. Der kan henvises til KDI's HV statistikker, Ref. [1] og [2], samt til Ref. [3] for beskrivelse af ekstreme forhold.

## 2.3 Bølgeforhold

Vindpåvirkning medfører bølgedannelse i Roskilde Fjord, som meget kystnært kan medføre bølgegenererede strømninger. Dette vurderes ikke nærmere her, idet fokus er på perioder med roligt vejr og kun dannelse af bølger med ringe bølgehøjde, også pga. de korte frie stræk omkring Kronprinsesse Marys Bro.

## 2.4 Strømforhold

Som nævnt ovenstående i afsnit 2.2.2 forventes de relativt roligste strømforhold i perioder med roligt vejr og vandstandsvariationer domineret af tidevand. De relativt største strømhastigheder kan forventes i de centrale dele af tværsnittet syd for Kronprinsesse Marys Bro, med vanddybder > 4 m, jf. Figur 2.1.

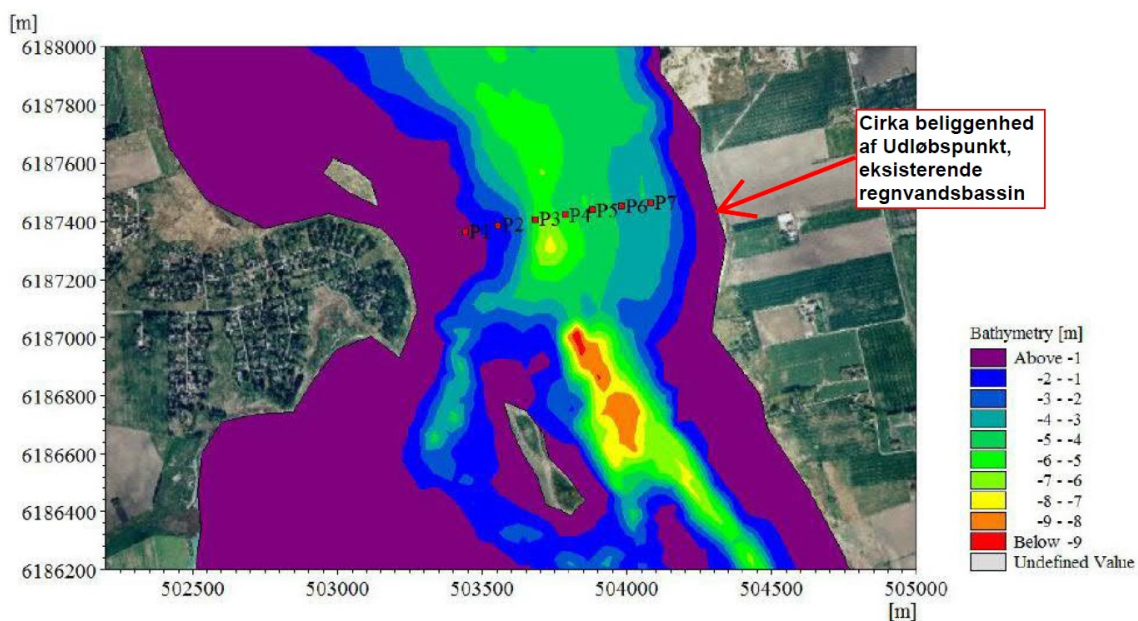
Både ekstreme og normale strømforhold blev vurderet ifm. med udarbejdelse af designgrundlaget for Fjordforbindelsen (for Vejdirektoratet), Ref. [3]. Nedenstående beskrivelse af de normale strømforhold i brotværsnittet er baseret på præsentationer i Ref. [3].

Fordelingen af den årlige variation af strømhastigheder er bestemt for et antal punkter på tværs af brotværsnittet som vist i Figur 2.3. For vurderinger af borttransport og opblanding af udledte stoffer i vejvandet er det især strømforhold i de 3 østlige strømanalysepunkter, som er af interesse. Disse er:

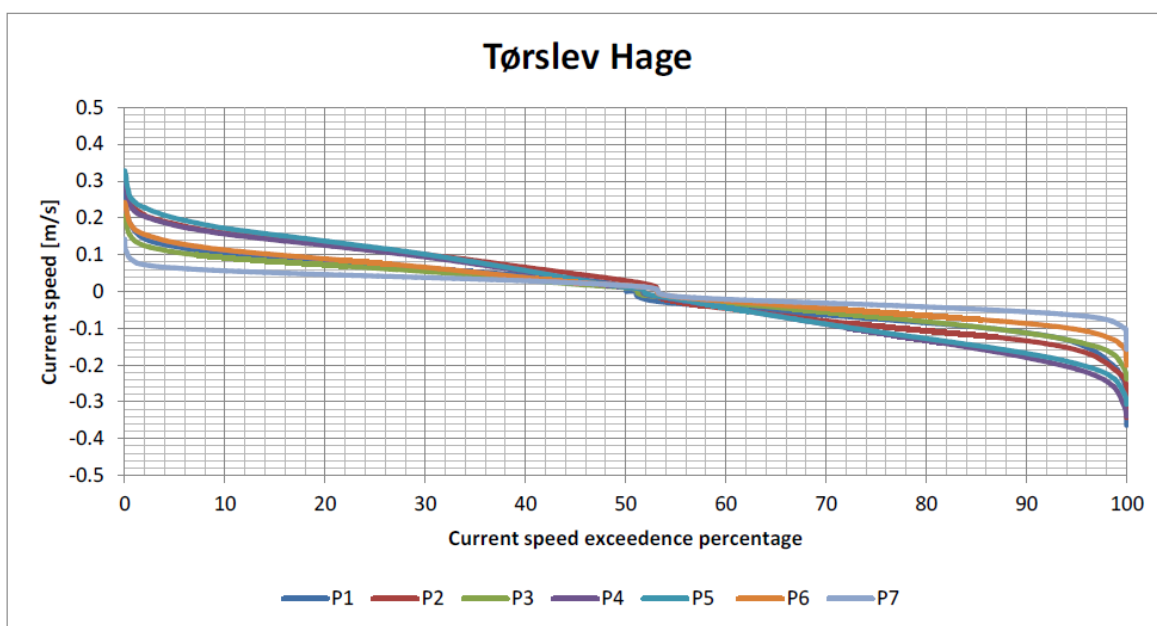
- P5, ca. 415 m fra østlige kyst, vanddybde ca. 5,5 m
- P6, ca. 315 m fra østlige kyst, vanddybde ca. 4,5 m og
- P7, ca. 215 m fra østlige kyst, vanddybde ca. 3,5 m

Fordelingen af dybdemidlede strømhastigheder er for de 7 analysepunkter bestemt for et udvalgt år, 2001, idet der er skelnet mellem nordgående (positive) og sydgående (negative) strømhastigheder. Overskridelsesfordelinger af strømhastigheder er præsenteret for hvert af de 7 punkter, se Figur 2.4. Generelt forekommer de største strømhastigheder jf. Ref. [3] i den vestlige del af tværsnittet, altså modsat udledningspunktet fra regnvandsbassinet.

De mest ekstreme strømhastigheder forekommer i forbindelse med stormfloder og kan i de centrale dele af tværsnittet (P3, P4 og P5) ligge på 0,4-0,6 m/s som dybdemidlet strømhastighed og 0,50-0,75 m/s som overfladestrøm, se Ref. [3]. Disse kan være både sydgående og nordgående.



Figur 2.3 Beliggenhed af strømanalysepunkter i brotværsnittet, baseret på figur i Ref. [3], P1 mod vest og P7 mod øst. Den omtrentlige beliggenhed af udledningspunktet i strandkanten er også markeret.



Figur 2.4 Beregnede overskridelseshyppigheder af strømhastigheder i de 7 analysepunkter, fra Ref. [3].

|                   | Analyseposition         | P5               | P6              | P7              |  |
|-------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|--|
|                   | Vanddybde, ca.          | 5,5 m            | 4,5 m           | 3,5 m           |  |
| Hovedstrømretning | Overskridelseshyppighed | Strømhastigheder |                 |                 |  |
| Nordgående strøm  | 40% af tiden            | $\geq 5$ cm/s    | $\geq 4,2$ cm/s | $\geq 3$ cm/s   |  |
|                   | 25%                     | $\geq 12$ cm/s   | $\geq 8$ cm/s   | $\geq 4,2$ cm/s |  |
|                   | 10%                     | $\geq 17,5$ cm/s | $\geq 11$ cm/s  | $\geq 6,0$ cm/s |  |
| Sydgående strøm   | 40% af tiden            | $\geq 4,5$ cm/s  | $\geq 3,5$ cm/s | $\geq 2,5$ cm/s |  |
|                   | 25%                     | $\geq 11$ cm/s   | $\geq 5$ cm/s   | $\geq 4$ cm/s   |  |
|                   | 10%                     | $\geq 17$ cm/s   | $\geq 8,5$ cm/s | $\geq 6$ cm/s   |  |

Tabel 2-1 Oversigt over dybdemidlede strømhastigheder, hhv. nord- og sydgående, ved givne overskridelseshyppigheder i brotværsnittet for positionerne P5, P6 og P7. Hastighederne er tilnærmede værdier som aflæst på graderne i Figur 2.4 (fra Ref. [3]).

På graferne i Figur 2.4 er aflæst cirka værdier af strømhastigheder, der forekommer med givne overskridelseshyppigheder, for hhv. nordgående og sydgående strøm, ved punkterne P5, P6 og P7. Resultater af disse aflæsninger er præsenteret i Tabel 2-1.

Det er tydeligt, at strømhastigheder ved den forholdsvis kystnære position, P7, er betydeligt lavere end i den centrale del af tværsnittet, repræsenteret ved punktet, P5.

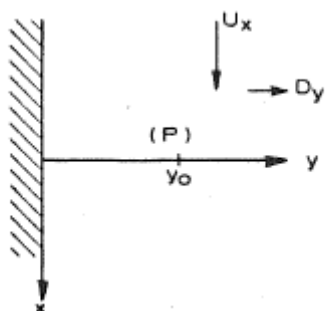
Længere inde mod kysten, på de grunde områder med vanddybder  $< 1$  m, må strømhastighederne generelt forventes at være endnu lavere end ved P7.

Og dette gælder i særlig grad omkring udledningspunktet helt inde i strandkanten, hvor kystlinjen over en ca. 600 m lang strækning, ca. 300 m nord for og ca. 300 m syd for udløbspunktet, ligger ca. 100 m tilbagetrukket fra kystfremspring både mod nord og syd, der bevirker at det eksisterende udledningspunkt i strandkanten i høj grad må vurderes at ligge i strømlæ, hvor vandmassen hyppigt kan få karakter af stillestående vand. Som beskrevet i afsnit 2.2.2 bidrager tidevandsbevægelser dog i sig selv til, at der sker en vis spredning af de udledte miljøfremmede stoffer i strandkanten.

## 3 ANALYTISKE BEREGNINGER AF OPBLANDING

### 3.1 Analytisk model

Der er foretaget orienterende beregninger af spredningen af vejvandets indhold af miljøfremmede stoffer i Roskilde Fjord med en simplificeret analytisk model, fra Ref. [4]. Udledningen sker som en konstant kildestyrke,  $P$ , f.eks. givet som  $[g/s]$  ved en kystlinje ( $y = 0$ ) eller i afstanden  $y_0$   $[m]$  fra kystlinjen, som skitseret i Figur 3.1.



Figur 3.1 Skitse af simplificeret analytisk model, der anvendes til spredningsberegninger, fra Ref.[4].

Stofferne transporteres advektivt langs kysten med en kystparallel strøm,  $u_x$  [m/s], idet dispersion langs x-aksen negligeres. Derimod forekommer dispersion på tværs, ved dispersionskoefficienten,  $D_y$  [m<sup>2</sup>/s]. Evt. henfald kan tages i regning ved at specificere en henfaldskonstant,  $K$  [s<sup>-1</sup>]. For konservative stoffer er henfaldskonstanten lig 0. Vanddybden regnes konstant,  $H$  [m].

Koncentrationsfeltet kan for  $x > 0$  beregnes ved ligningen

$$c(x, y) = \frac{P}{2H\sqrt{\pi D_y x U_x}} \exp\left(-K \frac{x}{U_x}\right) \left[ \exp\left(-\frac{u_x (y-y_0)^2}{4D_y \cdot x}\right) + \exp\left(-\frac{u_x (y+y_0)^2}{4D_y \cdot x}\right) \right], \quad x > 0$$

Det skal bemærkes, at i disse beregninger indgår udledningens vandmængde [l/s] ikke, men kun kildestyrken,  $P$ , der kan beregnes som vandmængden [l/s] x stofkoncentration i udledningen [g/l].

Den simple analytiske model forudsætter dybdemidlede forhold. For en udledning i vandkanten vil udledningen i princippet ske i overfladen, men helt nær kystlinjen antages det, at lokal vindpåvirkning på den ringe vanddybde vil bidrage til vertikal opblanding, således at forudsætningen om velblandede (dybdemidlede) forhold må anses for meget rimelig.

Det udledte vejvand, der er regnvand, må forudsættes at være ferskvand med en massefylde på ca. 1000 kg/m<sup>3</sup>. I Roskilde Fjord er vandmassen brakvand med varierende salinitet, typisk mellem 12 og 15 psu, svarende til en massefylde på typisk omkring 1010 kg/m<sup>3</sup>. Med en udledning af vejvandet på havbunden vil det udledte vand således have en mindre massefylde end recipienten, og vejvandet vil derfor fra udledningens punkt stige op til overfladen. Under denne opstigning vil der ske en opblanding af vejvandet, og det synes rimelig at antage, at der herved opnås velblandede forhold, og at der kan forudsættes dybdemidlede forhold også for dette scenarie.

### 3.2 Fastlæggelse af input parametre til beregninger

Som grundlag for beregninger af koncentrationsfelter gives i dette afsnit en præsentation af beregningsscenarier og de fastlagte inputparametre til beregningerne. Tabel 3-1 giver en oversigt over de anvendte inputparametre til beregningerne.

Med de valgte enheder bliver resultater af beregninger koncentrationsfelter med koncentrationer givet i  $[g/m^3]$ , svarende til  $[mg/l]$ .

| Beregningsscenarie                          |            | Kystnært udledningspunkt (i strandkant) | Udledningsrør på ca. 4 m dybde, ca. 300-400 m fra kystlinje | Note                  |
|---------------------------------------------|------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Input parameter                             | Enhed      |                                         |                                                             |                       |
| Vandmængde, Q                               | $[l/s]$    | TBD                                     | TBD                                                         |                       |
| Miljøfremmede stoffer, koncentration, $C_0$ | $[g/l]$    | TBD                                     | TBD                                                         |                       |
| Kildestyrke, P                              | $[g/s]$    | 1                                       | 1                                                           |                       |
| Placering af udledning, $y_0$               | $[m]$      | 25                                      | 300                                                         |                       |
| Vanddybde, H                                | $[m]$      | 0,5                                     | 4                                                           |                       |
| Karakteristisk strømhastighed, $u_x$        | $[m/s]$    | 0,02                                    | 0,05                                                        |                       |
| Dispersionskoefficient, $D_y$               | $[m^2/s]$  | 0,1                                     | 0,5                                                         | Skønsmæssigt fastlagt |
| Henfaldskonstant, K                         | $[s^{-1}]$ | 0,00001                                 | 0,00001                                                     |                       |

Tabel 3-1 Oversigt over beregningsscenarier og valg af inputparametre for de gennemførte beregninger af stoftransport i Roskilde Fjord af miljøfremmede stoffer i udledt vejvand.

### 3.3 Beregningsresultater

Beregnete koncentrationsfelter, baseret på inputdata som givet i Tabel 3-1, er præsenteret i hhv. Figur 3.2 og Figur 3.3. I begge figurer dækker koncentrationsfeltet et kystnært bælte med en udstrækning på 200 m parallelt med kysten og 400 meter ud fra kysten.

Farveskalaerne i de to figurer er **ikke** identiske.

For scenariet med den kystnære udledning i strandlinjen viser Figur 3.2, at en udledning med en kildestyrke på 1 g/s fortyndes til  $39,9 g/m^3$  (mg/l) i udløbspunktet. Tilsvarende for scenariet med udløbspunkt på 4 meters dybde viser Figur 3.3, at en udledning med en kildestyrke på 1 g/s fortyndes til  $1,4 g/m^3$  (mg/l) i udløbspunktet. Opblandingen er således ca. 30 gange større ved et udløbspunkt på 4 meters dybde i forhold til udløbspunktet ved kysten.

| y<br>[m] | [m]    | Koncentration output c [g/m <sup>3</sup> ] |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Udslops punkt |         |         |         |        |
|----------|--------|--------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------|---------|---------|--------|
|          |        | 200                                        | 190    | 180    | 170    | 160    | 150    | 140    | 130    | 120    | 110    | 100    | 90     | 80     | 70     | 60     | 50     | 40     | 30     | 20     | 10     | 5             | 2       | 1       | 0.5     | 0.1    |
| 0.5      | 1.3808 | 1.4121                                     | 1.4448 | 1.4789 | 1.5146 | 1.5518 | 1.5904 | 1.6305 | 1.6718 | 1.7138 | 1.7559 | 1.7966 | 1.8338 | 1.8634 | 1.8778 | 1.8629 | 1.7906 | 1.6020 | 1.1724 | 0.3511 | 0.0224 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 1        | 1.3806 | 1.4119                                     | 1.4446 | 1.4787 | 1.5144 | 1.5515 | 1.5902 | 1.6303 | 1.6715 | 1.7135 | 1.7556 | 1.7964 | 1.8337 | 1.8633 | 1.8778 | 1.8633 | 1.7916 | 1.6042 | 1.1771 | 0.3580 | 0.0243 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 2        | 1.3799 | 1.4111                                     | 1.4438 | 1.4779 | 1.5135 | 1.5506 | 1.5892 | 1.6293 | 1.6705 | 1.7125 | 1.7546 | 1.7955 | 1.8329 | 1.8628 | 1.8780 | 1.8646 | 1.7953 | 1.6128 | 1.1956 | 0.3855 | 0.0322 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 5        | 1.3749 | 1.4059                                     | 1.4383 | 1.4721 | 1.5075 | 1.5443 | 1.5827 | 1.6224 | 1.6635 | 1.7055 | 1.7477 | 1.7890 | 1.8276 | 1.8597 | 1.8791 | 1.8739 | 1.8207 | 1.6712 | 1.3218 | 0.5813 | 0.1038 | 0.0004        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 10       | 1.3573 | 1.3874                                     | 1.4188 | 1.4517 | 1.4860 | 1.5219 | 1.5592 | 1.5982 | 1.6385 | 1.6802 | 1.7228 | 1.7656 | 1.8076 | 1.8468 | 1.8798 | 1.9006 | 1.8987 | 1.8540 | 1.7220 | 1.2974 | 0.5932 | 0.0321        | 0.0002  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 20       | 1.2887 | 1.3153                                     | 1.3431 | 1.3721 | 1.4025 | 1.4343 | 1.4676 | 1.5028 | 1.5398 | 1.5791 | 1.6211 | 1.6655 | 1.7164 | 1.7730 | 1.8403 | 1.9208 | 2.0506 | 2.2540 | 2.6413 | 3.5033 | 4.3829 | 4.7701        | 3.6126  | 1.4641  | 0.0001  |        |
| 25       | 1.2392 | 1.2634                                     | 1.2885 | 1.3148 | 1.3422 | 1.3710 | 1.4012 | 1.4332 | 1.4673 | 1.5039 | 1.5439 | 1.5863 | 1.6302 | 1.7001 | 1.7773 | 1.8829 | 2.0411 | 2.3042 | 2.7983 | 3.9695 | 5.6278 | 8.9117        | 12.6994 | 17.8368 | 25.0000 |        |
| 30       | 1.1810 | 1.2023                                     | 1.2243 | 1.2473 | 1.2712 | 1.2963 | 1.3228 | 1.3508 | 1.3809 | 1.4135 | 1.4486 | 1.4866 | 1.5288 | 1.5800 | 1.6750 | 1.7816 | 1.9396 | 2.1911 | 2.6251 | 3.5031 | 4.3829 | 4.7701        | 3.6126  | 1.4641  | 0.0001  |        |
| 40       | 1.0437 | 1.0582                                     | 1.0731 | 1.0883 | 1.1040 | 1.1203 | 1.1372 | 1.1550 | 1.1740 | 1.1946 | 1.2175 | 1.2435 | 1.2740 | 1.3110 | 1.3571 | 1.4149 | 1.4858 | 1.5614 | 1.5914 | 1.2887 | 0.5932 | 0.0321        | 0.0002  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 50       | 0.8882 | 0.8955                                     | 0.9026 | 0.9094 | 0.9161 | 0.9225 | 0.9286 | 0.9344 | 0.9400 | 0.9452 | 0.9500 | 0.9542 | 0.9572 | 0.9579 | 0.9534 | 0.9377 | 0.8969 | 0.8008 | 0.5854 | 0.1744 | 0.0109 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 60       | 0.7268 | 0.7273                                     | 0.7270 | 0.7260 | 0.7241 | 0.7212 | 0.7172 | 0.7117 | 0.7045 | 0.6951 | 0.6828 | 0.6667 | 0.6450 | 0.6153 | 0.5733 | 0.5124 | 0.4231 | 0.2946 | 0.1306 | 0.0087 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 70       | 0.5711 | 0.5659                                     | 0.5597 | 0.5524 | 0.5438 | 0.5338 | 0.5219 | 0.5081 | 0.4917 | 0.4723 | 0.4492 | 0.4212 | 0.3871 | 0.3451 | 0.2932 | 0.2299 | 0.1556 | 0.0776 | 0.0177 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 80       | 0.4302 | 0.4212                                     | 0.4111 | 0.3998 | 0.3871 | 0.3729 | 0.3569 | 0.3388 | 0.3185 | 0.2954 | 0.2693 | 0.2396 | 0.2060 | 0.1683 | 0.1272 | 0.0845 | 0.0446 | 0.0147 | 0.0015 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 90       | 0.3103 | 0.2994                                     | 0.2876 | 0.2747 | 0.2606 | 0.2453 | 0.2287 | 0.2106 | 0.1909 | 0.1696 | 0.1467 | 0.1224 | 0.0970 | 0.0713 | 0.0468 | 0.0255 | 0.0099 | 0.0020 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 100      | 0.2140 | 0.2030                                     | 0.1913 | 0.1789 | 0.1657 | 0.1518 | 0.1371 | 0.1217 | 0.1057 | 0.0892 | 0.0726 | 0.0561 | 0.0404 | 0.0262 | 0.0146 | 0.0063 | 0.0017 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 110      | 0.1411 | 0.1312                                     | 0.1209 | 0.1103 | 0.0994 | 0.0882 | 0.0768 | 0.0653 | 0.0540 | 0.0430 | 0.0325 | 0.0230 | 0.0148 | 0.0084 | 0.0038 | 0.0013 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 120      | 0.0888 | 0.0807                                     | 0.0726 | 0.0643 | 0.0562 | 0.0480 | 0.0401 | 0.0325 | 0.0254 | 0.0189 | 0.0132 | 0.0085 | 0.0048 | 0.0023 | 0.0009 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 130      | 0.0533 | 0.0472                                     | 0.0413 | 0.0355 | 0.0299 | 0.0245 | 0.0196 | 0.0150 | 0.0110 | 0.0076 | 0.0049 | 0.0028 | 0.0014 | 0.0006 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 140      | 0.0305 | 0.0263                                     | 0.0223 | 0.0185 | 0.0150 | 0.0117 | 0.0089 | 0.0064 | 0.0044 | 0.0028 | 0.0016 | 0.0008 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 150      | 0.0166 | 0.0139                                     | 0.0114 | 0.0091 | 0.0070 | 0.0053 | 0.0038 | 0.0026 | 0.0016 | 0.0009 | 0.0005 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 160      | 0.0086 | 0.0070                                     | 0.0055 | 0.0042 | 0.0031 | 0.0022 | 0.0015 | 0.0009 | 0.0005 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 170      | 0.0043 | 0.0033                                     | 0.0025 | 0.0018 | 0.0013 | 0.0009 | 0.0005 | 0.0003 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 180      | 0.0020 | 0.0015                                     | 0.0011 | 0.0008 | 0.0005 | 0.0003 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 190      | 0.0009 | 0.0006                                     | 0.0004 | 0.0003 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 200      | 0.0004 | 0.0003                                     | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 210      | 0.0002 | 0.0001                                     | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 220      | 0.0001 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 230      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 240      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 250      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 260      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 270      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 280      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 290      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 300      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 310      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 320      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 330      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 340      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000        | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |        |
| 350      | 0.0000 | 0.0000                                     | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |               |         |         |         |        |

Den tilsvarende maksimale koncentration 200 m (parallelt med kystlinjen) i scenariet med en udledning på 4 m dybde 300 m fra kystlinjen og en øget strømhastighed og dispersion er i fanens centerlinje  $0,0303 \text{ g/m}^3$  (mg/l). For en afstand på 200 m fra udledningspunktet er der altså en forskel på en faktor 45 mellem de beregnede maksimale koncentrationer.

Heraf skyldes en faktor 8 forskellen i vanddybden (4 m vs. 0,5 m), idet den simple, analytiske model som nævnt forudsætter dybdemidlede forhold.

Herudover bidrager den øgede dispersion og højere strømhastighed naturligvis også til den øgede opblanding og borttransport af det udledte vand i scenariet med en udledning på 4 m dybde i en afstand på 300 m fra kystlinjen.

I bilag A-C er de beregnede koncentrationsfelter ved hhv. vanddybde 0,5 m og 4,0 m præsenteret for stofferne benz(a)pyren, kobber og zink med de forventede vandmængder og udløbskoncentrationer.

Det fremgår af koncentrationsfelterne at fortyndingen ved både en vanddybde på 0,5 m og 4,0 m er så stor, at miljøkvalitetskravet ikke overskrides udenfor udløbspunktet.

### 3.4 Opsamling og konklusion

Resultater af beregningerne skal opfattes som orienterende. De foretagne beregninger har hovedsagelig haft til formål at belyse de forskelle i koncentrationsniveauer, der er ved udledning fra det eksisterende udløbspunkt i vandkanten, i forhold til udledning fra et udløbspunkt på havbunden på relativt større vanddybde med bedre hydrauliske opblandingsforhold.

De beregnede koncentrationsfelter præsenteret for stofferne benz(a)pyren, kobber og zink med de forventede vandmængder og udløbskoncentrationer viser, at fortyndingen ved det eksisterende udløbspunkt i vandkanten er så stor, at miljøkvalitetskravet ikke overskrides udenfor udløbspunktet. Det er således ikke nødvendigt at føre udledningspunktet ud på større dybde for at overholde miljøkvalitetskravet udenfor udløbspunktet.

## 4 REFERENCER

- [1] 'Højvandsstatistikker 2017', udarbejdet af Kystdirektoratet, Rev1, 08.02.2019.
- [2] 'Højvandsstatistikker 2024', udarbejdet af Kystdirektoratet, juli 2024.
- [3] 'Roskilde Fjord Link. ATR 16.1: Extreme Water Levels., rapport version 0.3, 24-10-2014, udarbejdet af DHI for Ove Arup & Partners International Ltd. (rapporten udgør en del af designgrundlaget leveret til Vejdirektoratet).
- [4] 'Analytical Solutions to Problems in Environmental Hydraulics', DHI, December 1982.
- [5] 'Lectures in Environmental Hydraulics', Danish Hydraulic Institute (DHI), rev. September 1981.

## Bilag A Koncentrationsfelt for Benz(a)pyren, Vanddybde 0,5 m

| Benz(a)pyren                        |        |        |            | y   | Koncentration output c [g/m3] |       |       |            |       |       |       |            | Udslips punkt |            |
|-------------------------------------|--------|--------|------------|-----|-------------------------------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|------------|---------------|------------|
|                                     |        |        |            | [m] | 50                            | 40    | 30    | 20         | 10    | 5     | 2     | 1          | 0,5           | 0,1        |
| <b>INPUTPARAMETRE</b>               |        |        |            |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Beskrivelse af parameter            | Symbol | Enhed  | Værdi      |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| <b>Input</b>                        |        |        |            |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Kildestyrke                         | P      | [g/s]  | 2,178E-09  | 0,5 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Vanddybde                           | H      | [m]    | 0,5        | 1   | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Dispersions koefficient             | Dy     | [m2/s] | 0,1        | 2   | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Strøm hastighed                     | Ux     | [m/s]  | 0,02       | 5   | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Henfalds koefficient                | K      | [s^-1] | 0,00001    | 10  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Udlednings afstand fra kystlinje    | y0     | [m]    | 25         | 20  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 25  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 30  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 40  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 50  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 60  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 70  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 80  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 90  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 100 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 110 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 120 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 130 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 140 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 150 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 160 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 170 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 180 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 190 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                     |        |        |            | 200 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Vandmængde udledt fra bassiner      |        | l/s    | 2,17       |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Koncentration ved udløb af bassiner |        | µg/l   | 0,0008     |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Vandmængde i rørlagt vandløb        |        | l/s    | 2,6        |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Koncentration i rørlagt vandløb     |        | µg/l   | 0,00017    |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| MKK                                 |        | µg/l   | 0,00017    |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| MKK                                 |        | g/m3   | 0,00000017 |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| <b>Farveskala</b>                   |        |        |            |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Over MKK                            |        |        |            |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Maks                                |        |        |            |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Min                                 |        |        |            |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |

## Bilag A Koncentrationsfelt for Benz(a)pyren, Vanddybde 4,0 m

| Benz(a)pyren                     |        |        |           | y   | Koncentration output c [g/m3] |       |       |            |       |       |       |            | Udslips punkt |            |
|----------------------------------|--------|--------|-----------|-----|-------------------------------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|------------|---------------|------------|
|                                  |        |        |           | [m] | 50                            | 40    | 30    | 20         | 10    | 5     | 2     | 1          | 0,5           | 0,1        |
| <b>INPUTPARAMETRE</b>            |        |        |           |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Beskrivelse af parameter         | Symbol | Enhed  | Værdi     |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| <b>Input</b>                     |        |        |           |     |                               |       |       |            |       |       |       |            |               |            |
| Kildestyrke                      | P      | [g/s]  | 2,178E-09 | 0,5 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Vanddybde                        | H      | [m]    | 4         | 1   | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Dispersions koefficient          | Dy     | [m2/s] | 0,5       | 2   | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Strøm hastighed                  | Ux     | [m/s]  | 0,05      | 5   | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Henfalds koefficient             | K      | [s^-1] | 0,00001   | 10  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
| Udlednings afstand fra kystlinje | y0     | [m]    | 300       | 20  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 30  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 40  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 50  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 60  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 70  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 80  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 90  | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 100 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 110 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 120 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 130 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 140 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 150 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 160 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 170 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 180 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 190 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 200 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 210 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 220 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 230 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 240 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 250 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 260 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 270 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 280 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 290 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 300 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 310 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 320 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 330 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 340 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 350 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 360 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 370 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 380 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 390 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |
|                                  |        |        |           | 400 | #####                         | ##### | ##### | 0,00000000 | ##### | ##### | ##### | 0,00000000 | 0,00000000    | 0,00000000 |

## Bilag B Koncentrationsfelt for Kobber, Vanddybde 0,5 m

| Kobber                              |    |                     |            | y     | [m] | Koncentration output c [g/m <sup>3</sup> ] |         |         |         |         |         |         |         | Udslips punkt |         |
|-------------------------------------|----|---------------------|------------|-------|-----|--------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|---------|
|                                     |    |                     |            |       |     | 50                                         | 40      | 30      | 20      | 10      | 5       | 2       | 1       | 0,5           | 0,1     |
| INPUTPARAMETRE                      |    |                     |            |       |     |                                            |         |         |         |         |         |         |         |               |         |
| Beskrivelse af parameter            |    | Symbol              | Enhed      | Værdi |     |                                            |         |         |         |         |         |         |         |               |         |
| Input                               |    |                     |            |       |     |                                            |         |         |         |         |         |         |         |               |         |
| Kildestyrke                         | P  | [g/s]               | 9,1515E-06 |       | 0,5 | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Vanddybde                           | H  | [m]                 | 0,5        |       | 1   | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Dispersions koefficient             | Dy | [m <sup>2</sup> /s] | 0,1        |       | 2   | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Strøm hastighed                     | Ux | [m/s]               | 0,02       |       | 5   | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00002 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Henfalds koefficient                | K  | [s <sup>-1</sup> ]  | 0,00001    |       | 10  | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00002 | 0,00002 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Udlednings afstand fra kystlinje    | y0 | [m]                 | 25         |       | 20  | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00002 | 0,00002 | 0,00003 | 0,00004 | 0,00004 | 0,00003 | 0,00001       | 0,00000 |
|                                     |    |                     |            |       | 25  | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00002 | 0,00003 | 0,00004 | 0,00005 | 0,00008 | 0,00012 | 0,00016       | 0,00037 |
|                                     |    |                     |            |       | 30  | 0,00002                                    | 0,00002 | 0,00002 | 0,00002 | 0,00003 | 0,00004 | 0,00004 | 0,00003 | 0,00001       | 0,00000 |
|                                     |    |                     |            |       | 40  | 0,00001                                    | 0,00001 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
|                                     |    |                     |            |       | 50  | 0,00001                                    | 0,00001 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
|                                     |    |                     |            |       | 60  | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
|                                     |    |                     |            |       | 70  | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Vandmængde udledt fra bassiner      |    | l/s                 | 2,17       |       | 80  | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Koncentration ved udløb af bassiner |    | µg/l                | 3,75       |       | 90  | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Vandmængde i rørlagt vandløb        |    | l/s                 | 0,1        |       | 100 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Koncentration i rørlagt vandløb     |    | µg/l                | 0,39       |       | 110 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| MKK                                 |    | µg/l                | 1          |       | 120 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| MKK                                 |    | g/m3                | 0,001      |       | 130 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
|                                     |    |                     |            |       | 140 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
|                                     |    |                     |            |       | 150 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Farveskala                          |    |                     |            |       | 160 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Over MKK                            |    |                     |            |       | 170 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Maks                                |    |                     |            |       | 180 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |
| Min                                 |    |                     |            |       | 190 | 0,00000                                    | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000       | 0,00000 |

## Bilag B Koncentrationsfelt for Kobber, Vanddybde 4,0 m

| Kobber                              |    |        |            | y     | [m]   | Koncentration output c [g/m3] |    |    |    |    |   |   |   | Udslips punkt |     |
|-------------------------------------|----|--------|------------|-------|-------|-------------------------------|----|----|----|----|---|---|---|---------------|-----|
|                                     |    |        |            |       |       | 50                            | 40 | 30 | 20 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5           | 0.1 |
| INPUTPARAMETRE                      |    |        |            |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Beskrivelse af parameter            |    | Symbol | Enhed      | Værdi |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Input                               |    |        |            |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Kildestyrke                         | P  | [g/s]  | 9,1515E-06 |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Vanddybde                           | H  | [m]    | 4          |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Dispersions koefficient             | Dy | [m2/s] | 0,5        |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Strøm hastighed                     | Ux | [m/s]  | 0,05       |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Henfalds koefficient                | K  | [s^-1] | 0,00001    |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Udlednings afstand fra kystlinje    | y0 | [m]    | 300        |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Vandmængde udledt fra bassiner      |    |        |            | l/s   | 2,17  |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Koncentration ved udløb af bassiner |    |        |            | µg/l  | 3,75  |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Vandmængde i rørlagt vandløb        |    |        |            | l/s   | 2,6   |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Koncentration i rørlagt vandløb     |    |        |            | µg/l  | 0,39  |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| MKK                                 |    |        |            | µg/l  | 1     |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| MKK                                 |    |        |            | g/m3  | 0,001 |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Farveskala                          |    |        |            |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Over MKK                            |    |        |            |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Maks                                |    |        |            |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |
| Min                                 |    |        |            |       |       |                               |    |    |    |    |   |   |   |               |     |

