

Opgradering af:
København Kommunes
Badevandsvarslingssystem

28. januar 2021

Sagsnummer
2021-0028163

Dokumentnummer
2021-0028163-3



Varslingstavle ved Badezone Halvdansgade.

Udarbejdet af:

Louise Andersen, TMF. Mia Jahn Knudsen, TMF. Lars Anker Angantyr, KFF. Jan Bruun Jensen, By og Havn. Hanne Kaas, DHI. Poul Hammer, DHI. Mai-Britt Kronborg, DHI. Kim Parsberg Jakobsen, COWI.

Bygge-, Parkerings- og
Miljømyndighed
Vand og VVM
Njalsgade 13
Postboks 380
2300 København S

EAN-nummer
5798009809452

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD 4

OPGRADERING	4
INDHOLD	4
MÅLSÆTNINGER	4

VARSLINGSSYSTEMET FØR PROJEKTBEGYNDELSE 6

OVERORDNET/POPULÆR BESKRIVELSE	6
<i>Modellen</i>	6
<i>Badevandskvalitet</i>	6
<i>Badevandsvarsling</i>	7
<i>Fælles varsling i Øresund</i>	7
<i>Hvor kan man se varslingen?</i>	8
<i>Kvalitetskontrol</i>	8
TEKNISK BESKRIVELSE (DHI)	9
<i>Badevandsudsigten</i>	9
<i>Badevandsudsigtens modeller</i>	11
<i>Bakterie-koncentrationer (konstanter) for overløb</i>	16
<i>Eksterne input-data</i>	17
<i>Operationel afvikling af modellerne</i>	19
<i>Varsling</i>	20
<i>Kommunikation af varsler</i>	21
<i>Evaluering</i>	23
<i>Vandvagten (hos DHI)</i>	23
<i>Badevandsvagten (hos KK)</i>	23
BADESTEDERNE	25
<i>Svanemølle Strand</i>	26
<i>Amager Strandpark</i>	26
<i>Islands Brygge-, Fisketorvet- og Sluseholmen Havnebad</i>	27
<i>Badezone Sandkaj, -Halvandet, -Søndre Refshale Bassin og -La Banchina</i> ...	27
<i>Badezone Halvdansgade</i>	27
<i>Badezone Kalvebod Bølge</i>	27
<i>Badezone Havnevigen</i>	27

PROJEKTET 28

UNDERSØGELSER SOM HAR FØRT TIL ÆNDRINGER I PROJEKTPERIODEN	28
<i>System</i>	28
<i>Model</i>	29
<i>Fysiske ændringer på badestederne</i>	31
<i>Kommunikation</i>	32
UNDERSØGELSER SOM FORSÆTTER EFTER PROJEKTPERIODEN	34
<i>System</i>	34
<i>Model</i>	35
<i>Fysiske ændringer på badestederne</i>	36
<i>Kommunikation</i>	36

UNDERSØGELSER SOM IKKE HAR FØRT TIL ÆNDRINGER I PROJEKTPERIODEN	37
<i>System</i>	37
<i>Model</i>	37
<i>Fysiske ændringer på badestederne</i>	39
<i>Automatisering</i>	39
<i>Kommunikation</i>	39
VARSLINGSSYSTEMET FREMADRETTET	40
MULIGHED FOR FLERE BADESTEDER	40
TYDELIGERE VARSLING PÅ BADESTEDERNE	40
ET MERE AUTOMATISERET SYSTEM.....	40
ÆNDRET PROCEDURER	41
UDVIKLINGSMULIGHEDER	42
VARSLINGSSYSTEM	42
KOMMUNIKATION	42
ØKONOMI	44
BILAG	46
BILAG 1 NOTAT VEDRØRENDE SIKKERHEDSMARGIN/BUFFER	46
BILAG 2 NOTAT VEDRØRENDE VALIDERING	48
BILAG 3 NOTAT VEDRØRENDE BADESTEDERNES AFSTAND TIL KLOAKOVERLØB	62
BILAG 4 DHI'S RAPPORT	71

Forord

Københavns Kommune havde i 2020 to strande og tre havnebade med livreddere i højsæsonen, syv badezoner uden livreddere og to dyppezoner.

Jf. badevandsbekendtgørelsen, bek. 917 af 27/06/2016, skal kommunen føre tilsyn med badevandskvaliteten, og varsle ved forureninger.

Dette er i Københavns Kommune blevet gjort ved:

- løbende at udtage vandprøver.
- via en model (udviklet i 2002) der beregner kendte kilders bakteriefaner, som i sidste ende resulterer i, et visuelt varsel på badestederne, i form af flag og/eller lamper, og på hjemmesiden; www.badevand.dk og på tilhørende APP.
- via badevandsvagter som har vurderet risikoen, hvis modelberegningerne ikke forelå i tide.

Opgradering

I juni 2020 startede Københavns kommune dette projekt op. Det aktuelle varslingsystem, som oprindeligt kun var udarbejdet til at kunne håndtere enkelte badesteder var presset, grundet det stigende antal af badesteder år efter år, og kunne ikke rumme fremtidens badesteder uden at gå på kompromis med varslingsikkerheden/sundhedssikkerheden. Formålet var således at optimere og gentænke hele varslingsystemet, i forhold til kommunens aktuelle og fremtidige behov.

Indhold

Dette dokument beskriver bl.a. hele badevandsvarslingen, fra data indhentes i overløbene, til hvordan modellen beregner forureningsfanerne og frem til at varslingen kan ses ude på badestedet. Dokumentet er delt op i 4 hovedkategorier:

- En beskrivelse af varslingsystemet før projektbegyndelse,
- en beskrivelse af hvad der er undersøgt og ændret under projektet,
- forslag til hvordan systemet skal køre fremadrettet (til politisk godkendelse 15. marts i TMU 2021),
- og gennemgang af systemets potentielle udviklingsmuligheder.

Målsætninger

Projektet havde følgende målsætning; "Et forbedret, fokuseret og automatiseret sikkert og ansvarligt varslingsystem, der kan rumme

flere badesteder og komme tættere på overløb, om muligt, inden badesæsonen 2021 (1. juni 2021)".

Projektet har lykket med alle mål. Varslingssystemet er blevet forbedret i form af at det er blevet opdateret på bl.a. data grundlag, areal/geografi (bathymetri), varslingshastighed og synlighed på badestederne. Det er blevet fokuseret, i form af mere simplificering af et meget komplekst system og gennemsigtighed denne rapport giver. Systemet er blevet automatiseret og ensrettet.

Det nye varslingssystem kan fra 2021 håndtere fremtidens badesteder, med god varsling, således at brugerne fortsat vil kunne bade trygt og sikkert, på badestederne i kommunen.

Varslingssystemet før projektbegyndelse

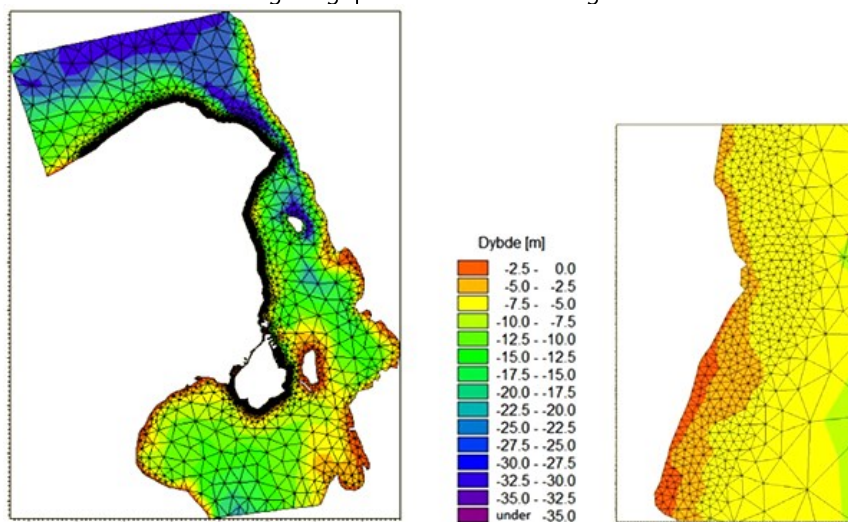
Overordnet/populær beskrivelse

Københavns Kommune og en del nabokommuner har en meget effektiv og avanceret badevandsvarsling. Det sker gennem en kompliceret 3D-model, som beregner badevandskvalitet i mange tusinde punkter i havnen og Øresund flere gange hver dag. Ud fra det kan kommunerne lave en effektiv og opdateret varsling af badevandskvaliteten i havnen og Øresund. Det sker via App og hjemmeside, samt lokale varslingsstandere.

Modellen

Selve beregningsmodellen er en hydrodynamisk 3D-model, som ud fra vejrdato beregner hvordan vandet bevæger sig rundt i havnen og Øresund. Modellen bygger på en lagdelt dybdemodel over geografien i havnen (hovedløb, kanaler og bassiner) og hele Øresund. Med denne model kan man beregne spredning, fortynding og nedbrydning af eventuelle forureninger med bakterier.

For at beregne vandkvaliteten indhentes dagligt henholdsvis vejrdato og data om eventuelle udløb (overløb) fra kloak til havnen og Øresund. Ud fra disse data beregnes vandkvaliteten i mange tusinde punkter i et fintmasket net af beregningspunkter i havnen og hele Øresund.



Figur 1 Eksempel på beregningsmodel for Øresund og Københavns Havn.

Badevandskvalitet

Badevandskvaliteten er en kombination af det vand, som kommer fra Øresund og eventuelle lokale forureninger, som kan påvirke vandkvaliteten. Tidligere var der over 120 forskellige potentielle udløb (overløb) til Københavns Havn, hvor der ved kraftig regn og skybrud kunne komme fortyndet kloakvand ud i havnen. Dette kloakvand kan indeholde fækale bakterier (fx E. coli og enterokokker), som er sygdomsfremkaldende bakterier.

I dag er der kun omkring 30 overløbspunkter til havnen – og der er meget færre overløb i løbet af året end tidligere. Det skyldes, at der er foretaget en meget stor og dyr indsats siden 1990'erne for at nedbringe både antal overløbssteder og mængde af overløbsvand til havnen og Øresund. Der er dog stadig overløb ved kraftig regn og ved skybrud. Næsten alle overløb er nu udstyret med en sensor, som ved overløb sender data til modellen. Modellen beregner som minimum hver 12. time vandkvaliteten for alle badesteder. Hvis der er et overløb, sættes en ny modelkørsel i gang automatisk. Data om vandkvaliteten er således maksimalt 12 timer gamle og meget nyere, hvis der er overløb fra et af udledningspunkterne.

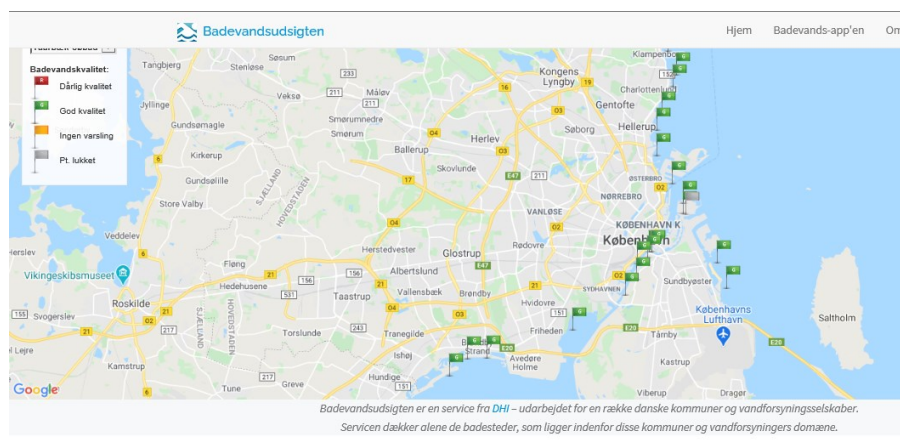
Badevandsvarsling

Fra alle badesteder trækkes data ud af modellen minimum hver 12. time. Ved overløb sendes data automatisk til modellen, som starter en ny beregning af vandkvaliteten i både havnen og Øresund. Hvis beregningen af vandkvalitet viser en overskridelse af grænseværdien for enten E. coli eller Enterokokker sættes automatisk et rødt flag for de aktuelle badesteder. Det sker både på de lokale varslingsstandere ved badestedet, på hjemmeside og App. Herudover sendes en sms til den badevandsansvarlige i kommunen og til livredderne på fx havnebade og strande.

Den elektroniske badevandsvarsling gør at Københavns Kommune både har en meget hurtig og effektiv varsling, som inden for 10-20 minutter advarer folk om skift i vandkvaliteten. Dette skal ses i forhold til flere dages forsinkelse med de almindelige badevandsprøver, som først skulle analyseres på et laboratorium.

Fælles varsling i Øresund

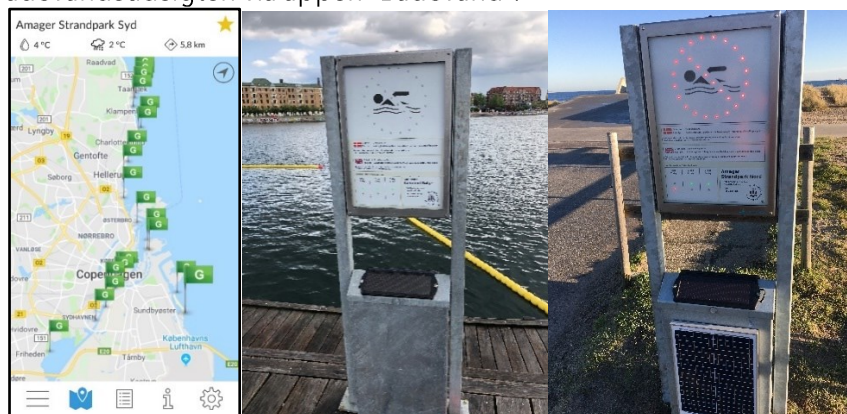
Badevandsvarslingen i Øresund er oprindelig udarbejdet i et samarbejde mellem Københavns Kommune, Gentofte Kommune og DHI (Dansk Hydraulisk Institut) og dækker i dag hele kysten fra København til Helsingør Kommune, samt Køge Bugt Strandpark. Det betyder også at fx København og Gentofte har en fælles varsling, hvor udløb fra nabokommunen regnes med i den samlede varsling.



Figur 2 Eksempel på fælles varsling i Øresund.

Hvor kan man se varslingen?

Resultatet af badevandsvarslingen kan i København ses lokalt ved hvert badested på en varslingsstander, på kommunens hjemmeside og på badevandsudsigten via appen "Badevand".



Figur 3 Eksempler på app og varslingsstander.

Kvalitetskontrol

Den elektroniske badevandsvarsling tjekkes hvert år ved hjælp af badevandsprøver for hvert badested. Københavns Kommune tager op til 28 badevandsprøver pr badested hvert år. Kravet fra EU er kun 5 prøver pr. badested. Ved at sammenligne data fra model og badevandsprøver kan modellen finjusteres, så den bliver mere nøjagtig. Mere end 15 års drift har vist at modellen er god til at forudsige vandkvaliteten og at man dermed får en meget hurtige varsling end tidligere.

Teknisk beskrivelse (DHI)

Badevandsudsigten

Badevandsudsigten (fra DHI) dækker mange badesteder i flere kommuner (København, Aarhus, Kolding, Vejle osv.).

Formålet med Badevandsudsigten er at varsle badende så tidligt som muligt hvis der er risiko for dårlig hygiejnisk badevandskvalitet som følge af forureninger med fækale bakterier, da fækale bakterier udgør en sundhedsrisiko. De fækale bakterier stammer hovedsageligt fra spildevand. Det kan være rensat spildevand eller overløb af urensat spildevand. I Danmark er den væsentligste årsag til dårlig badevandskvalitet overløb fra kloaksystemet. Renset spildevand fra renseanlæggene kan dog også under særlige forhold forurene vandet. Traditionelt – og ifølge badevandsbekendtgørelsen – bestemmes badevandskvaliteten ved at tage vandprøver og analysere dem i et laboratorium for de 2 bakterier *Escherichia coli* (E. coli) og intestinale enterokokker, der er indikatorer for fækale forureninger.

Laboratorieanalysen tager normalt 48-72 timer, og det er derfor ikke en metode, der giver mulighed for at varsle om vandkvaliteten her og nu. Badevandsudsigten udnytter information om, hvor meget spildevand der udledes til havområdet omkring badestederne, til at beregne en prognose for koncentrationen af indikatorbakterier. Som minimum opdateres prognosen 2 gange i døgnet (svarende til frekvensen af nye vejrudsigter, som også er et væsentligt input til varslingssystemet. Det gælder for dage, hvor der ikke sker overløb. Prognosen gælder perioden fra og med dagen og 3 dage frem (dvs. i alt 4 dage).

Hvis der sker overløb, beregner varslingssystemet ekstra prognoser, så en forurening som standard er varslet 45 minutter -2 timer efter det første overløb er startet. Hvor lang tid, der går afhænger af opsætningen af Badevandsudsigtsens varslingssystem for det specifikke varslingsområde. Mens der er overløb, opdateres prognosen for dagen så længe, der stadig er overløb. Så snart en beregning er afsluttet startes en ny beregning, så prognosen løbende opdateres baseret på data om udviklingen af overløbet/overløbene. Når overløbet/overløbene er slut, beregnes en fuld prognose på 4 dage. Københavns Kommune har særlige procedurer med "early warning" til at give hurtigere varslinger, som ikke er baseret på beregnede prognoser.

Beregningen af prognoserne sker med en af Badevandsudsigtsens badevandsmodeller, der består af 2 matematiske simuleringsmoduler:

1. Et hydrodynamisk modul beregner vandforholdene i vandområdet. Denne model 'fodres' med data om de omkringliggende vandområder (såkaldte randdata) og med meteorologiske data som lufttemperatur, vindretning og -hastighed.

2. Fra den hydrodynamiske beregning er især data om vandets bevægelser (strøm og blanding) og vandets temperatur og saltholdighed vigtige for den anden model i systemet, et bakteriemodul, som beregner hvordan bakterierne føres rundt i vandet, fortyndes på vejen og dør ud. Udover de hydrodynamiske data, er data om solindstrålingen meget væsentlige, da indstrålingen er afgørende for, hvor hurtigt bakterier dør ud.

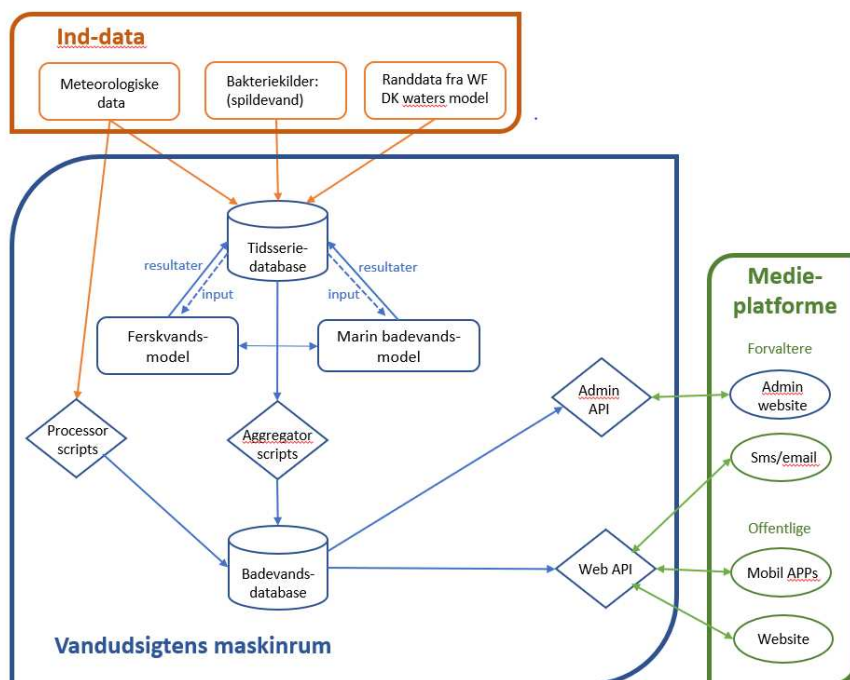
Hver gang en prognose er beregnet – uanset om det er for dagen under overløb eller en fuld 4-dages prognose – publiceres resultaterne på Badevandsudsigtsens medie-platforme. Offentligheden får meldinger på APP og hjemmeside. Her angives badevandskvaliteten med flag, der er røde (badning frarådes) eller grønne (ingen kendt risiko for forurening).

Badevandsforvalterne kan på et internt login-beskyttet Admin hjemmeside ændre modelberegningens flagsætning. Denne manuelle flagsætning har yderligere 2 flagfarver til rådighed; gule og grå.

- Gule flag anvendes i situationer, hvor der er mistanke om dårlig badevandskvalitet uanset beregningsmodellen ikke sætter røde flag. Årsagen kan være risiko for forekomst af giftige alger, risiko for kemikalieforurening, osv.
- Grå flag anvendes, når fx havnebade lukkes i dele af året.
- Badevandsforvalterne kan også sætte røde flag, hvis de ved der er sket forureninger som ikke er rapporteret med data til Badevandsudsigten eller der er en kendt opblomstring af giftige alger. Tilsvarende røde flag ændres til grønne, fx hvis der er kendte fejl i de indrapporterede spildevandsdata.

Københavns Kommune har en udvidet Admin hjemmeside, hvor det er muligt at se videoer, der viser hvordan forureninger breder sig og udvikles med tiden. Derudover vises tidsserier for de spildevandsdata Badevandsudsigten har modtaget og tidsserier for koncentrationerne af de 2 indikatorbakterier ved badestederne. Data fra udlagte sensorer, fx strømmålere, kan også vises.

Figur 4 giver en oversigt over den del af Badevandsudsigtsystemet, der leverer tjenesteydelsen til Kommunen; de overordnede elementer og vejen fra ind-data over Badevandsudsigtsens maskinrum til varslingen af prognoser på udsigtens medie-platforme.



Figur 4 Oversigt over Badevandsudsigtens elementer og data-flow.

Badevandsudsigtens modeller

De centrale elementer i Badevandsudsigtens service til Københavns Kommune er varslingsystemets 2 modeller:

- Badevandsmodellen, der giver den endelige prognoseberegning af badevandskvaliteten ved Kommunens strande og havnebade – også kaldet KBH-modellen - og
- Harrestrup Å modellen, der beregner, hvor meget vand og hvor mange fækale indikatorbakterier, der udledes fra Harrestrup Å.

Badevandsmodellen er opsat med DHI's MIKE 3 FM software og giver en dynamisk 3D beskrivelse af havet omkring København og de Københavnske badesteder.

Harrestrup Å modellen er opsat med DHI's MIKE 11 software og giver en dynamisk 1D beskrivelse af vandmiljøet i åen fra Fæstningskanalen til dens udløb i Kalveboderne.

Badevandsmodellen

Badevandsmodellen beregner skæbnen af de bakterier der aktuelt udledes med spildevandet, hvordan bakterierne føres rundt af strømmen, blandes med saltvandet (fortyndes), nedbrydes af sollyset og dør ud. Udviklingen beskrives i løbet af en prognoseperiode på 4 dage (i dag og 3 dage frem).

Model-moduler

Badevandsmodellen omfatter 2 moduler; et hydrodynamisk modul og et bakteriemodul. Tilsammen beskriver de 2 moduler vandforholdene (strøm, vandtemperatur, salinitet) og hvordan bakterierne føres rundt i vandet, fortyndes og dør ud.

Det hydrodynamiske modul er opsat som en klassisk MIKE 3 FM model med matematiske formuleringer af de fysiske love for marine vandområder.

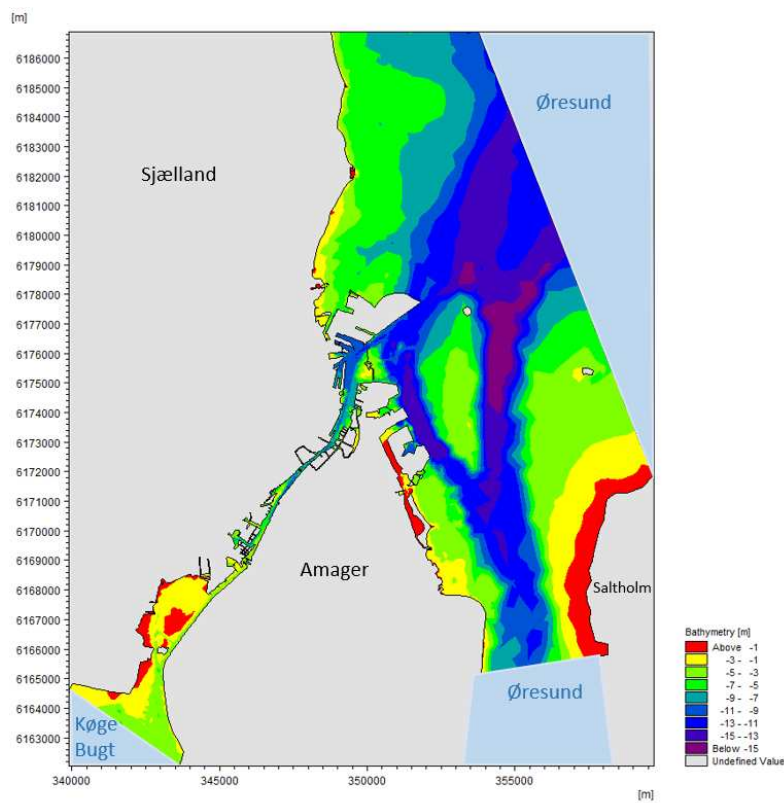
Det bakteriologiske modul er baseret på DHIs ECO Lab template for fækale indikatorbakterier. Det består af matematiske formler som beregner, hvordan de fysiske forhold påvirker overlevelsen af henholdsvis E. coli og intestinale enterokokker. De fysiske forhold der primært har indflydelse på bakterierne er solindstråling, vandtemperatur og vandets saltholdighed.

2 typer bakterier

Den væsentligste forskel mellem de 2 typer bakterier er, at de intestinale enterokokker ikke henfalder i mørke, og at de af den grund overlever længere. I realiteten betyder det dog ikke, at det nødvendigvis er enterokokker, der påvirker badevandet længst efter et overløb, da koncentrationen af E. coli typisk er højere end enterokok-koncentrationen i spildevandet.

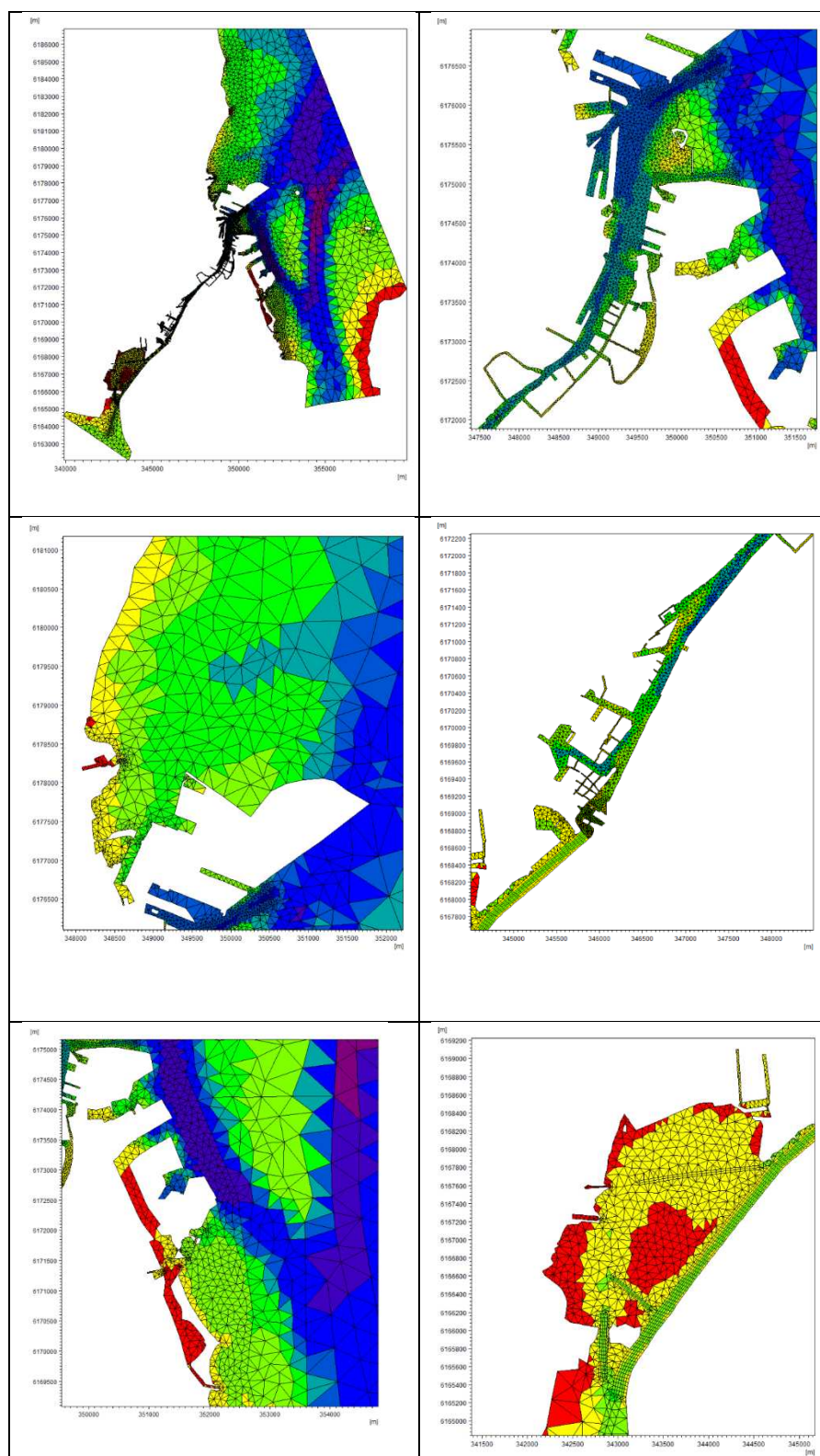
Modellens udstrækning og opløsning

KBH Badevandsmodellens geografiske udstrækning er vist på Figur 5.



Figur 5 KBH Badevandsmodellens domæne = vandområde, der dækkes af modellen. Grå områder er land. Lyseblå områder er omkringliggende vandområder (randområder). Batymetrien angiver dybdeforholdene.

Modellen er opdelt i beregningsceller. I det vertikale plan har modellen 5 lige tykke lag. Da vanddybden varierer, betyder det, at tykkelsen af de enkelte lag svinger fra 10 cm ved kysterne, hvor vanddybden er 0,5 m til 3 m i den dybe del af Øresund. I det horisontale plan er lagene opdelt i et gridnet af trekanter, hvor gridcellerne er mindre ved kysterne, hvor badestederne ligger og større i de åbne dybere dele af vandområdet. Figur 6 viser detaljer om gridnettet i forskellige dele af modelområdet.



Figur 6 Gridnettet i forskellige dele af modelområdet. Signaturforklaringen for batymetrien er den samme som i Figur 5. I venstre kolonne ses øverst hele modelområdets gridnet og nedenunder modelområde i Øresund – øverst Svanemøllebugten og nederst området ud for Amager (Amager

Strandparken). I højre kolonne ses udsnit af havnen fra nord (øverste) til syd (med Kalveboderne). Figurene kan ses i større udgave i Bilag 4.

Harrestrup å modellen

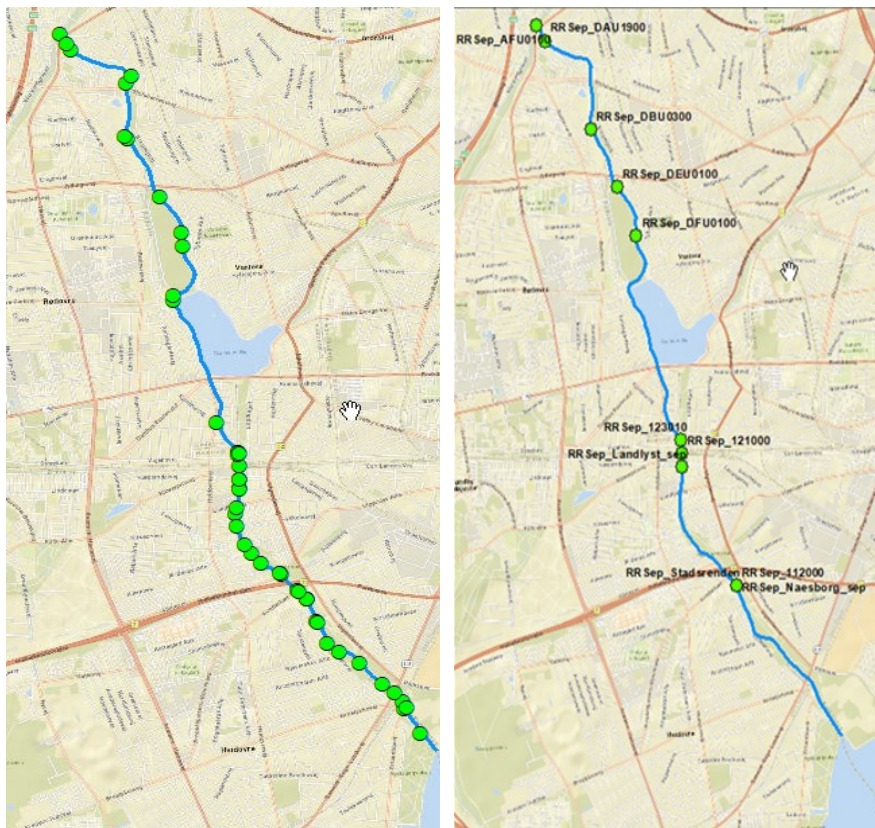
Formålet med Harrestrup å modelleringen er at bestemme, hvor meget spildevand, der udledes fra åen til Kalveboderne, og hvor mange bakterier, der er i vandet. Harrestrup å modellen dækker åen fra Fæstningskanalen til udløbet i Kalveboderne; i alt 8,9 km. Modellen består derfor af 2 moduler; et modul der simulerer vandføringen og vandtemperaturen (og andre fysiske parametre) i åen, og et bakteriemodul, som beregner fortynding og nedbrydning af de fækale bakterier *E. coli* og intestinale enterokokker, der er i spildevandet. Bakteriemodulet er identisk med Badevandsmodellens bakteriemodul.

Modellen omfatter i alt 35 overløb, der er lokaliseret langs hele åen (se Figur 7 tv). Overløbsdata leveres af HOFOR (KBH+Hvidovre). Desuden inkluderer modellen beregning af afstrømning af regnvand fra land med et indbygget en NAM Nedbør Afstrømnings Model. Nedbørsdata leveres af StormGeo. Regnvandet udledes 11 steder langs åen (Figur 7 th).

Den nordlige rand for modellen bestemmes af målinger af vandføringen og temperaturen ved den hydrometriske målestation 53.10 (Q, m³/s) ved Fæstningskanalen. De nyeste data hentes automatisk fra Hydrometri-databasen (www.hydrometri.dk) inden hver modelkørsel.

Ved den sydlige rand mod Kalveboderne vil udløb fra åen påvirkes af eventuel opstemning af vand i Kalveboderne. Derfor anvendes data om vandstand fra den seneste kørsel af Badevandsmodellen i beregningen af åens vandføring til Kalveboderne. Vandføringen og de tilhørende modellerede bakteriekoncentrationer er ind-data til Badevandsmodellen.

Andre ind-data til modellen er meteorologiske StormGeo data som lufttemperatur, vindhastighed og -retning, nedbør og solindstråling, der automatisk hentes i tidsseriedatabase (Figur 4) i forbindelse med model-kørsel.



Figur 7 Å-strækningen som indgår i modellen. Markeringerne på venstre figur angiver lokaliseringen af de 35 overløb til åen. Markeringerne på højre figur angiver lokaliseringen af regnvandsudløbene.

Harrestrup Å modellen er senest opdateret i 2020. Opdateringen af den fysiske udformning skete på grundlag af arbejde udført af wsp-Orbicon, som leverede data om å-tværsnit og rørlægninger af åen. Opdateringen af det bakteriologiske modul skete på grundlag af et mere end 1 år langt prøvetagnings-program, der målte bakteriekoncentrationer ned gennem åen. Samtidig blev modellen opdateret med nyere model-tekniske udviklinger fra DHI.

Bakterie-koncentrationer (konstanter) for overløb

Der findes ikke metoder til at foretage løbende analyser af koncentrationen af indikatorbakterierne i spildevandet. Derfor er de bakteriekoncentrationer der anvendes i varslingsystemet, erfaringstal, som bygger på målinger af danske forsyninger (især Københavnske) og litteraturværdier.

De anvendte koncentrationer i de forskellige spildevandskilder fremgår af Tabel 1.

Tabel 1 Bakterie-koncentrationer som anvendes som kildestyrker for de forskellige spildevandskilder

Kilde	Koncentration af E. coli	Koncentration af intestinale enterokokker
Renset spildevand	75.000 pr 100 ml	14.800 pr 100 ml
Bypass vand	2.300.000 pr 100 ml	391.000 pr 100 ml
Overløb	1.000.000 pr. 100 ml	170.000 pr 100 ml
Regnvandsudløb	5.000 pr 100 ml	3.000 pr 100 ml

Specielt med hensyn til Harrestrup Å modellen er bakteriekoncentrationen ved den nordlige rand ved Fæstningskanalen beregnet dynamisk som funktion af vandføringen ved randen. Funktionen er etableret på basis af data for vandføringen (Q) og bakteriekoncentrationer målt af Kommunen i 2019-2020. Der er fastlagt en nedre grænse for bakteriekoncentrationerne på 1200 E. coli og 130 enterokokker pr 100 ml.

Bakteriekoncentrationerne i spildevandskilderne er konstante, uanset bakterie-koncentrationerne reelt er varierende over tiden, men der er ikke tilstrækkelig viden til at beskrive denne variation, og modelleringen tager derfor ikke højde for dette (se dog afsnit - Overløbsbakteriekoncentrationer).

Eksterne input-data

For at beregne prognoser for koncentrationen af fækale bakterier ved Københavns badesteder skal der skaffes ind-data om vejrprognoser, randprognoser for omkringliggende havområder og aktuelle data om hvor, hvornår, hvor længe der udledes spildevand, der kan påvirke badevandskvaliteten.

Meteorologiske data

Meteorologiske data (inklusiv solindstråling) til at køre Vandudsigtsmodellen for randområderne og Badevandsmodellen købes af StormGeo. StormGeo leverer vejrprognoser to gange i døgnet i tidsrummene 7-10 og 19-22. Leverancen sker løbende igennem tidsrummene. Data omfatter vinddata, trykdata, lufttemperatur, luftfugtighed, skydække og solindstråling. Derudover leverer StormGeo også de vejrikoner, der vises på badevand.dk og i BadevandsAPP.

Randdata for havet

For at simulere de hydrodynamiske forhold i den københavnske badevandsmodel er det nødvendigt at have data fra de omkringliggende havområder - såkaldte randdata.

Hydrodynamiske prognoser for de hydrodynamiske forhold i de omkringliggende havområder leveres af DHI's Vandudsigtservice. Vandudsigten simulerer vandforholdene i de indre danske farvande to gange i døgnet, i forbindelse med at der modtages vejrprognoser fra StormGeo.

Vandudsigtsmodellen er opsat med DHI's MIKE 3 FM software og giver en 3D beskrivelse af de hydrodynamiske forhold i de indre danske farvande i en høj tidslig opløsning (minutter) på dagen og 5 dage frem.

Spildevandsdata

Data for spildevandstilførslerne er alle aktuelle data. Der beregnes ikke prognoser for spildevandstilførslen.

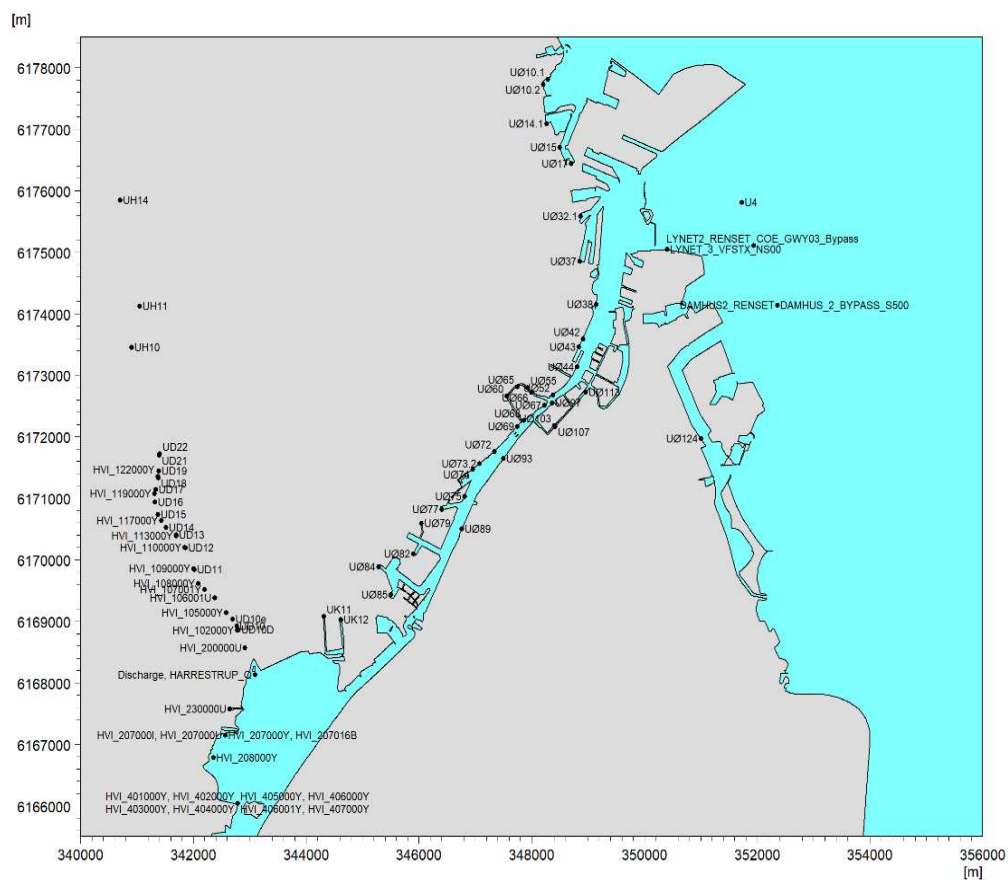
Københavnske spildevandsdata leveres af HOFOR og BIOFOS.

HOFOR leverer data for 81 kilder, som udleder langs kysten ved Amager Strandpark, Svanemøllebugten og nord på, samt til Københavns Havn, til Kalveboderne og til Harrestrup Å (35 af kilderne). Data repræsenterer 5 minutter gennemsnit. Tilsvarende leveres der data til varslingssystemet med 5 minutters mellemrum. HOFOR har på vegne af Københavns Kommune ansvar for kvaliteten af de data, der sendes.

BIOFOS leverer data for 5 punktkilder, dels nødoverløb fra renseanlægget Lynetten på Amagers nordøst kyst, dels 4 kilder på åbent vand i Øresund ud for den nordlige havnemunding. De sidste omfatter to kontinuerte udløb af rensed spildevand fra henholdsvis Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåens rensede spildevand og de to kilders bypass udledninger. Tilsvarende leveres der data til varslingssystemet med 15 minutters mellemrum. BIOFOS har på vegne af Københavns Kommune ansvar for kvaliteten af de data, der sendes.

Lokaliseringen af de københavnske kilder er vist på Figur 8 og bilag 4 indeholder tabel med alle kildenavne, "tag"-navne og lokaliteter.

Udover de københavnske spildevandskilder indgår data om NOVAFOS-kilder i Gentofte Kommune i modelleringen af hensyn til varslingen for Svanemøllebugten.



Figur 8 Lokalisering af de 86 spildevandsudløb som er inkluderet i modelleringen af badevandskvaliteten ved Københavns Kommunes strande og havnebade.

Regnvand

Badevandsmodellen inkluderer ikke regnvandsudløb. Harrestrup Å modellen omfatter som tidligere beskrevet oplandsmodellering af regnvandsbetinget overfladeafstrømning.

Operationel afvikling af modellerne

Operational kørsel af Harrestrup Å modellen

Varslingssystemet er konfigureret til at gennemføre en modellering 4 gange om dagen. Processen er

1. Ind-data samles fra tidsseriedatabasen og fra den eksterne hydrometri-database
2. Kørsel af kombineret NAM/HD modul
3. Kørsel af kombineret HD/Bakteriemodel

I forbindelse med afslutning hvert trin sker der en behandling af data, så de er brugbare for næste led i kæden. Næste led efter trin 3 er Badevandsmodellen, som Harrestrup Å modelresultater er input til.

Operationel kørsel af Badevandsmodellen

Standard daglige kørsler

Processen for de to daglige kørsler er:

1. Badevandsudsigten modtager vejrdata fra StormGeo. Data sendes løbende indtil der er sendt en prognose for 5 dage.
2. Så snart der er meteorologiske data for 12 timer, starter Vandudsigstens model for indre danske farvande
3. Når der foreligger en prognoseperiode på 12 timer fra Vandudsigten, starter Badevandsmodellen. Udover randdata fra trin 2 anvender modellen data fra seneste kørsel med Harrestrup Å modellen, og udløbsdata modtaget siden sidste standard-kørsel
4. Modelleringen fortsætter til der er modelleret en prognose periode på 4 dage.
5. Samtidig ekstraheres data for alle badesteds-gridceller fra modelresultaterne og lagres i tidsseriedatabasen

Næste led efter modelleringen med Badevandsmodellen er efterbehandling af data, så de er klar til varsling. Denne proces er nærmere beskrevet i afsnittet "Varsling" nedenfor.

Overløbskørsler

Hvis der sker overløb, beregner varslingssystemet som nævnt ekstra prognoser, så en forurening er varslet senest 45 min-1½ time efter det første overløb er startet. Hvor lang tid, der går afhænger af, om overløbet og opdateringen af prognosen sker tidligt på dagen (1½ time) eller senere på dagen (45 min). Mens der er overløb, opdateres prognosen for dagen baseret på data om udviklingen af overløbet/overløbene. Så snart en beregning er afsluttet startes en ny beregning af de første 24 timer af prognosen, samtidig med at varslingen på hjemmeside og APP opdateres løbende. Når overløbet/overløbene er slut, beregnes en fuld prognose på 4 dage, som giver input til opdatering af hele prognosen på hjemmesiden og APPen.

Varsling

Badestederne

For hvert badested er der identificeret 4 gridceller som repræsenterer badestedets udstrækning eller på anden måde udspænder det

vandområde, der er repræsentativt for badevandet på badestedet. For en strand består de 4 punkter af et centerpunkt (hvor flaget står), et punkt i hver ende af stranden og et punkt 1-2 gridceller ude fra kysten.

Flag-sætning på hjemmeside og APP

Basis for flagsætningen er grænseværdierne for god badevandskvalitet på henholdsvis 500 E. coli og 200 intestinale enterokokker pr. 100 ml badevand. Ved overskridelser af en af disse eller begge frarådes badning ved varsling med rødt flag.

Proceduren for bestemmelse af flagfarver for dag1 i prognosen på hjemmeside og APP er:

1. For hver af de 4 gridceller pr. badested ekstraheres fra Badevandsmodellen resultatfil og gemmes i Badevandsudsigstens tidsseriedatabase
2. For hvert tidsskridt og badested udvælges den højeste af de 4 værdier. Denne værdi anvendes til at bestemme flagfarven for det givne tidsskridt
3. For den tidsserie som dannes ved trin 2 bestemmes den/de perioder inden for et døgn, hvor koncentrationen af en eller begge indikatorbakterier overskrider grænseværdierne. Som en sikkerhedsmargin udvides perioden frem til midnat. Flag farven tjekkes hver 5 minut.
4. For det samlede tidsrum sættes der rødt flag på hjemmeside og APP

For de følgende dage i prognosen bestemmes modellens flagfarve efter princippet, at hvis der på noget tidspunkt i 24 timer et prognosedøgn varer forudsiges overskridelser af grænseværdierne for en eller begge indikatorbakterier, viser hjemmesiden og APP et rødt flag for døgnet.

Flagfarve-statistik

I badevanddatabase gemmes data, der gør det muligt at opgøre antal lukkedage, hvor et badesteds flag har været rødt på hjemmeside og APP.

Kommunikation af varsler

Offentlig tilgængelig hjemmeside og APP

Offentligheden kan se 4-dages prognoser for badevandskvaliteten ved Kommunens badesteder samt vejrudsigter på Badevandsudsigstens hjemmeside (<https://badevand.dk>) og på udsigtens APP (navn: badevand). APPen er tilgængelig med android og iOS mobiltelefoner, Ipad og tablets.

I det øjeblik en ny varsling foreligger opdateres de offentlige platforme.

Interne SMS/email

Når der varsles rødt flag på et badested fra morgenstunden af udsendes der sms og/eller emails til de personer, som Kommunen har meddelt, skal modtage besked. Derudover udsendes også sms og/eller emails til de samme personer, hvis flagfarven ændres på et badested i løbet af dagen. Der udsendes ikke sms og/eller email for ændringer af varslingen i prognosens 2-4 dag.

For ikke at forstyrre modtagernes nattero udsendes der ikke sms og/eller emails i tidsrummet 4-21 UTC.

Admin (Administrativ) hjemmeside til intern brug

Kommunens service omfatter en administrativ hjemmeside med login, admin.badevand.dk, som løbende opdateres med nye resultater, simuleringer osv.

Admin-siden giver Kommunen mulighed for at overskrive flag sat af varslingssystemet og sende korte beskeder ud på de offentlige platforme.

Derudover giver den Kommunen mulighed for at se detaljer om data bag de offentlige varslinger.

Hjemmesiden omfatter følgende sider:

1. Kort og Animationer (mulighed for at køre animationer og se tidsserier for en udvalgt station (badested eller kilde)
2. Kilder (viser tidsserier for de kilder, som DHI modtager data for)
3. Badesteder (viser tidsserier for de modellerede bakteriekoncentrationer ved badestederne)
4. Andre parametre (viser tidsserie strømhastighed og -retning i 3 dybder udtrykt af Badevandsmodellen i et punkt ved Islandsbrygge)
5. Status (der viser tidspunkt for seneste kildedata; samt afvikling af modelkørsel)
6. Overskriv (hvor flagets farve på den offentlige hjemmeside og APP kan ændres/overskrives og der kan indskrives bemærkninger som kan ses på hjemmeside og APP)
7. Evaluering (der viser flag-statistik for de enkelte badesteder, herunder sammenligning mellem målinger og model resultater, samt PULS baseret klassifikation)

Evaluering

På admin.badevand.dk vises løbende evalueringsdata for det indeværende år i form af opgørelser for flagsætning i henholdsvis året til dato og badesæsonen til dato. Derudover vises resultatet af en sammenligning mellem måledata og modeldata baseret på data fra de dage, hvor der er indsamlet badevandsprøver og hvilken flagfarve henholdsvis måle- og modelkoncentrationer svarer til.

Sammenligning mellem måledata og modeldata har været en løbende opdatering i takt med at nye målinger blev rapporteret til PULS. Siden 2019 har dette ikke længere været muligt, da PULS2 ikke giver DHI adgang til data. Derfor sker opdateringen kun en gang om året i forbindelse med et årligt evalueringsmøde.

Vandvagten (hos DHI)

Den daglige drift af Badevandsudsigten varetages af DHI's Water Forecast (WF), som har en Vandvagt, der får besked om afviklingsproblemer fra et internt driftsvarslingssystem og tager action for at løse problemet. Hvis Kommunen selv konstaterer problemer eller er usikre på ind-data eller resultater, kan der sendes en e-mail vedrørende driften til Vandvagten (vandvagt@dhigroup.com). Vandvagten er på vagt mellem 7 og 22 hver dag og svarer normalt inden for en ½ arbejdsdag.

Badevandsvagten (hos KK)

Københavns Kommunes Badevandsvagt sikre, at de badende får information om den korrekte og aktuelle badevandskvalitet hvis det ikke sker tilstrækkeligt hurtigt gennem det automatiske varslingssystem. Primært består opgaven i, ud fra SMS-beskeder om overløb og ud fra modelkørslerne, at vurdere, om aktuelle overløb giver risiko for dårlig badevandskvalitet, der skal varsles om, inden det automatiske varslingssystem træder i funktion. Derudover kontrollerer vagten løbende, at service-siden fungerer, hjælper med eventvarsling, politiske bestillinger/pressehenvendelser og laver vurderinger af algeopblomstringer, de år hvor det er nødvendigt.

Uddybende beskrivelse af badevandsvagten

Når der sker overløb fra kloaksystemet sendes en SMS-besked fra HOFOR til badevandsvagtens vagt-mobil.

Vagten kontrollerer størrelsen af de enkelte overløb. I nogle tilfælde har overløbene en størrelse, der gør det nødvendigt, at undersøge strømmens retning og hastighed og eventuelt hurtigt at beregne, om overløbshændelsen kan nå at strømme til de nærmeste badesteder, inden modellen når at foretage beregningen.

Dernæst kontrolleres om modellen kører, og om der er sat flag. Er der sat flag og det vurderes korrekt, ringes til livredderne (hvis det er et sted med livreddere), for at sikre at der også er sat et fysisk flag på badestedet. Ved overløb i Svanemøllebugten, skal det kontrolleres at det røde flag er sat samtidig med, at der modtages en SMS om overløb. Er modellen i genkørsel tjekkes resultaterne løbende og flag sættes hvis det skønnes nødvendigt, indtil der foreligger et resultat.

Opmærksomheden i forbindelse med genkørslen er i første omgang koncentreret om overløbsdata. Ved overløb der potentielt kan påvirke Badezone Havneviggen, tages kontakt til driftspersonale ved Havneviggen, hvor pumpning af vand fra havnen til Vigen skal standses.

Det er sjældent nødvendigt at lukke et havnebad, fordi modellen ikke kan nå at afvikle en kørsel. Til gengæld har der været adskillige tilfælde, hvor det har været nødvendigt, at åbne havnebade, fordi modellen sætter rødt flag hele det døgn, hvor der forekommer overskridelser. Derfor kan modellen have rødt flag i mere end de 12 timer, badevandsvagten har sat som tidsgrænse fra, at vandkvaliteten er ok til der reelt åbnes for badning igen.

Selvom varslingsystemet er pålideligt i langt størstedelen af tiden, kan der forekomme fejl. Net-forbindelsen kan være midlertidigt nede, pærer på advarselsudstyr og sensorer i overløb har en begrænset levetid og skal til tider skiftes, forbindelsen til dataloggere kan fejle, eller der måles pludselig meget høje værdier af udledt vand. Afhængig af hvor fejlen sker, kontakter badevandsvagten HOFOR, DHI eller Kultur- og Fritidsforvaltningen (KFF) for at få rettet fejlen.

Med 3-4 års mellemrum i særlige varme somre forekommer opblomstring af blågrønalger. Det er ikke så tit blågrønalgerne forekommer, men når de er til stede, medfører det ekstra arbejde. Der køres mellem de forskellige havnebade og strande for at kontrollere tilstedeværelsen og mængden af blågrønalger og vurdere risikoen ved at bade. Blågrønalger kan være giftige og fx give udslet, lammelser etc. Badning er populært og det er agurketid om sommeren, når badningen er på sit højeste. Pressen er på jagt efter mulige historier, helst de dårlige, men de gode dur også hvis der ikke er andet. Det giver ofte en del spørgsmål fra pressesekretariatet der svarer journalister og skriver pressemeddelelser.

Ud over ovennævnte er der en række følgeopgaver til events som triatlon, Christiansborg rundt, udspringskonkurrence fra Operaen og svømmestævner på Amager Strand. Badevandsvagten er i kontakt med arrangørerne før og under arrangementet.

Dernæst er der en række henvendelser der naturligt går ind til badevandsvagten fordi det handler om hændelser i vandmiljøet. Det kan være olie på vandoverfladen, rotter observeret på havnebadene, diverse overløb fra bygværker pga. ubetænksomme tilledninger til kloaksystemet fra især byggepladsarbejder, ophvirvling af sediment,

defekter på pumpestationer der medfører utilsigtet udledning, folk med dårlig mave og fund af artikler fra kloaksystemet etc. I disse tilfælde kan "havneværterne" sendes til stedet og informere om hvordan det ser ud på den berørte lokalitet. Ellers sendes disse henvendelser videre til Badevandsmyndigheden.

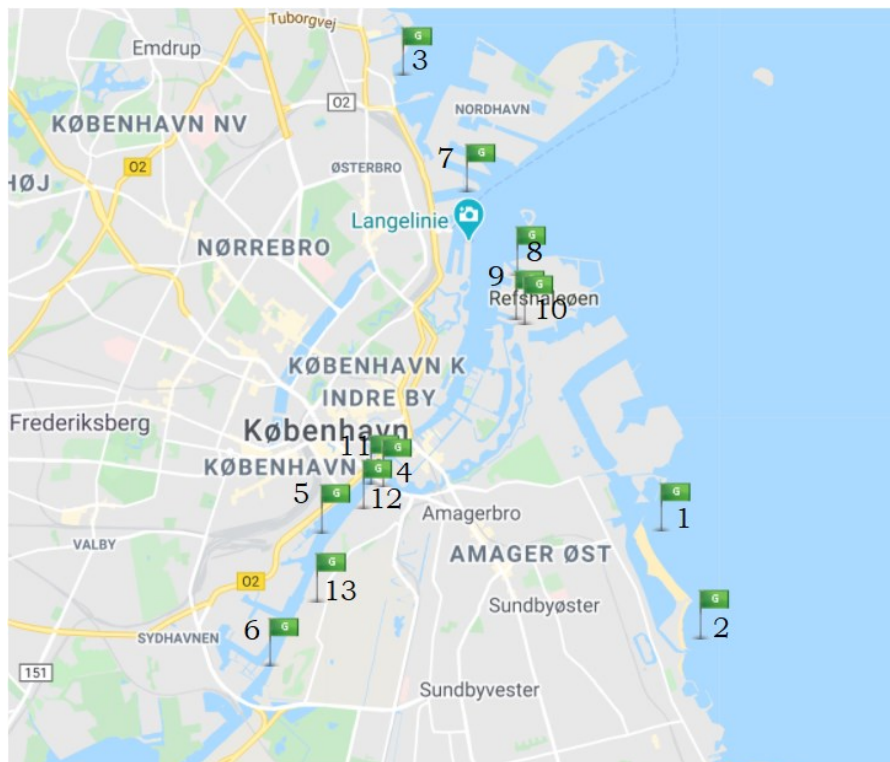
Badestederne

I 2020 er der 13 badesteder i Københavns Kommune. Heraf 3 strande, 3 havnebade og 7 badezoner (se tabel 2).

På strandene og havnebadene er der tilknyttet livreddere i sommersæsonen. Havnebadene er faste konstruktioner, hvor badezonerne er karakteriseret ved at være en lettere anordning simpelt markeret med banetove, hvor der ikke er livreddere tilknyttet.

Tabel 2 Oversigt over Kommunens badesteder (år 2020)

Type	Nr. på figur 9	Navn
Strande	1	Amager Strandpark Nord
	2	Amager Strandpark Syd
	3	Stranden i Svanemøllebugten
Havnebade	4	Havnebadet Islandsbrygge
	5	Havnebadet Fisketorvet
	6	Havnebadet Sluseholmen
Badezoner	7	Sandkaj Badezone
	8	Halvandet Badezone
	9	Søndre Refshalebassin
	10	Badezone Banchina
	11	Badezonen Bølgen
	12	Halfdansgade Badezone
	13	Havnevigen



Figur 9 Oversigtskort over Kommunens badesteder (år 2020)

Varsling på badestederne

Svanemølle Strand

Svanemølle Strand er placeret meget tæt på et stort overløb. Derfor er der en tidlig varslings funktion i form af en lampe, på en høj stander, der lyser direkte ved signal fra overløb. Derudover varsles der traditionelt via modellen. Der er livreddere tilknyttet stranden i sommersæsonen.

Amager Strandpark

Amager Strandpark varsles traditionelt via modellen. Der er dog det tvist, at modellens punkter er placeret i den nordlige og sydlige del af stranden i Øresund, omtrent ved de to indløb til lagunen, og vandprøverne tages midt på stranden i lagunen og i Øresund. Da der ingen udløb er i Lagunen giver det god mening at have de to modelpunkter i Øresund. Men for at kunne følge kvaliteten i Lagunen også, tages vandprøverne her, samt i Øresund, midt på stranden. Modellen har (som på de øvrige badesteder) et 4-punkts tjek for hvert punkt, 200 m nord og syd for flaget på Amagerstrand og ca. 100 meter ud i vandet. DHI vurderer at det er godt nok, til at evaluere model op mod de fysiske prøver.

Der er livreddere i sommersæsonen i Amager Strandpark, men der har før projektet ikke været hverken varslingsstandere eller -lamper.

Islands Brygge-, Fisketorvet- og Sluseholmen Havnebad

På ovenstående badezoner varsles der traditionelt via modellen.

Badezone Sandkaj, -Halvandet, -Søndre Refshale Bassin og -La Banchina

På ovenstående badezoner varsles der traditionelt via modellen.

Badezone Halfdansgade

Halfdansgade Badezone er placeret så tæt på overløb, at der (som forsøg) er etableret en tidlig varslingsfunktion direkte fra sensor inden i overløbsbygværket. Hvis vandet i overløbsbygværket stiger til over en defineret højde, sender sensor direkte signal til badestedets røde lampe.

Badezone Kalvebod Bølge

Kalvebod Bølge badezone er placeret tæt på et stort overløb. Derfor er der en tidlig varslings funktion, i form af et direkte signal fra overløb. Derudover varsles der traditionelt via modellen.

Badezone Havnevigen

Vigen får pumpet vand ind fra havneløbet, hvorfor modelpunkterne er placeret i havneløbet. Modelpunkterne i havneløbet styrer Vigens varslings, og varslingslampen slukker først, når der er gennemført et fuldt vandskifte i Vigen, efter at havnevandet igen vurderes at have en acceptabel kvalitet.

Projektet

Undersøgelser som har ført til ændringer i projektperioden

System

Afstand fra badested til overløb

Det er blevet diskuteret og vendt med andre myndigheder, hvor tæt på et overløb det er forsvarligt, at placere et badested. Der er imidlertid ikke fundet et konkret brugbart svar. Den er derfor blevet vendt lidt om, og det er besluttet, at vi kan placere badesteder så tæt på overløbene, som vi kan nå at varsle med en rimelig sikkerhed.

Administrationspraksis har hidtil været, en afstand fra kloakoverløb til badested på 200 meter som udgangspunkt (altid konkret vurdering). Det vurderes dog, at det er muligt at reducere denne afstand fremover med det nye system, som er automatiseret og opdateret, kombineret med en mere synlige varsling og en lidt større risikovillighed. Hidtil er der indbygget en risikovillighed på ca. 2%. Det vil sige at der er 2% sandsynlighed for, at der ikke varsles i tide, og at de badende derfor kan blive udsat for forurening. Forvaltningen vurderer, at det fremover er ansvarligt at anvende en risikovillighed på teoretisk ca. 5%. Det bygger på, at overløbene ofte sker når der ikke bades. Overløb sker oftest ved dårligt vejr og uden for badesæsonen. Den reelle risiko er derfor mindre.

Fremover reduceres afstand fra kloakoverløb til badested med 20 meter på hver side af overløbene. Den nye administrationspraksis hedder således 180 meter (som udgangspunkt), med enkelte undtagelser (se bilag 3).

En reduktion til 180 meter lyder måske ikke af meget, men det giver potentielt yderligere 40 meter per overløb til at lave nye badesteder. Københavns Kommune har ca. 30 overløb alene til havnen, så det bliver en del ekstra metre at arbejde med. Da der er mange andre forhindringer for oprettelse af badesteder, vil det åbne for nogle flere muligheder og for at eksisterende badesteder kan udvides.

Events og arrangementer

Før projektet aftaltes det med badevandsvagten, at de holdt øje og varslede arrangøren ved eventuelle forureninger.

Varsling ved events vil fremadrettet ske ved at eventet laver en aftale om varsling med DHI. Det vil kunne sikre en automatisk varsling direkte koblet op på badevandsmodellen (se uddybning i bilag 4).

Nødplaner/systemnedbrud

Det er undersøgt hvad der gøres hvis systemet går ned eller input data mangler. Varslingsskiltene kører nemlig på solceller, så de vil fungere også ved strømafbrydelse. DHI meddeler at flagene ikke automatisk

skifter til rød, hvis de ikke modtager data, men at det sker meget sjældent og hvis det gør, er de oppe igen på meget kort tid. Det er imidlertid aftalt med KFF, at de kører ud med fysiske skilte og sætter på badestederne i en sådan situation.

Model

Hastighed

Hastigheden af varslingen er vigtig, for fremadrettet at kunne få badesteder placeret tættere på overløbsstederne, således at Havnen kan åbne op for endnu flere potentielle badesteder. Men da det ikke har været muligt at kunne hente hurtigere hastighed i modellen (se afsnit "Hastighed" under "Undersøgelser som ikke har ført til ændringer i projektperioden"), er det af projekt- og styregruppen besluttet at opnå øget hastighed via en indledende varsling, således at varslingen sker som et 2-trins system.

Hurtigere data-leverance fra HOFOR

HOFOR sendte før projektet overløbsdata maksimalt hvert 15. minut. Det er under projektet undersøgt om denne tid kunne reduceres. Det har vist sig at det er muligt at nedsætte den maksimale tid med 10 min, så HOFOR nu sender data maksimalt hvert 5. minut. Det er testet og efterprøvet under en overløbshændelse.

2-trins varslingssystem

Ved at lave et automatiseret "2-trins-varslingssystem", er det muligt at opnå en hurtigere varsling, uden brug af badevandsvagter:

1. Når DHI, for de mest udsatte steder, får data om et overløb, vurderes data kun i første omgang, i forhold til strømretning og sender derefter direkte besked til varslingsskiltet/lampen på badestedet såfremt bakterierne/strømretningen er gående mod badestedet.
2. Samtidig beregner modellen, som tidligere, bakteriernes spredning og udbredelse. Når modellen er færdig med udregningen, overtager modellen varslingen på badestedet.

Dette system gør at badestederne, som før var begrænset af modellens hastighed og badevandsvagternes indsats, nu primært er begrænset af systemets hastighed og hvor hurtigt de badende kan komme op af vandet.

Det betyder imidlertid at der kan komme flere lukketimer/falske lukninger. De vil dog være få, da der er taget højde for strømretning og de vil være af kort varighed (modellen er færdig med at beregningerne

efter maksimalt (45-)90 min). DHI skønner at der vil være tale om 1-2 timers ekstra lukning på hvert badested hen over én badesæson. Dette er godkendt af Styregruppen.

Forsøg med tidlig varsling før overløb

Halfdansgade

Der er på forsøgsbasis, også et endnu tidligere varsel, hvor sensor sidder inden i overløbsbygværket og således giver besked før overløb. Det system er imidlertid ikke et system vi ønsker at gå videre med som det primære, da det giver en del fejlvarslinger, da der er større risiko for fejl, jo mere kompliceret systemerne bliver og da badestedet vil blive udsat for højkoncentreret vand ved manglende varsel. Dette kan måske imødekommes ved at man både har sensor i overløbsbygværket og ved udløb, som sender direkte besked til badestedet (udenom modellen). Men da vi forsøger at bygge et så simpelt system som muligt, er dette ikke den vej vi som udgangspunkt vil gå. Dertil kommer at HOFOR heller ikke er begejstrede for at få sensorer ind i deres bygværk.

Forsøg med HOFOR varsel

Det er undersøgt om det er teknisk muligt, at beskeden direkte fra overløbssensoren, eller alternativt beskeden fra HOFOR kan ændre flagfarven/varslingen på badested og i app. og på hjemmesiden. Dette ville betyde en tidsbesparelse på måske 10-20 min., men dog også betyde en større risiko for fejlvarslinger og mindre kontrol. Derfor ville dette system nok kun være tilrådeligt ved små overløb, som kun er i funktion 1-2 gange om året.

HOFOR har imidlertid givet udtryk for, at de ikke er interesseret i at ansvarsforholdet ændres, så indtil videre er den idé sat i bero.

Kontrol af overløbsplaceringer

Udløbspunkter i model og KK-kort er blevet gennemgået og opdateret, i forhold til overløbsplaceringer. To udløbspunkter er blevet korrigeret i modellen (Renseanlæg Lynetten- og Renseanlæg Damhusåen), og tre udløb blevet korrigeret i KK-kort (UØ43, UØ69 og UØ74).

Ændring af sikkerhedsmargin/buffer

I modellen er der indlagt en sikkerhedsbuffer efter endt bakteriehændelse. Dvs. når modellen beregner, at der igen er god badevandskvalitet på et badested, så skifter den først det røde flag til grønt efter noget tid.

Modellen har kørt med en sikkerhedsbuffer gående til midnat efter endt hændelse (uanset tidspunkt på døgnet). Badevandsvagten har haft en administrationspraksis, med en buffer på 12 timer. Dvs. at når modellen

beregner at nu er vandkvaliteten god, skifter flaget først til grønt efter yderligere 12 timer.

Sikkerhedsbufferen er der, fordi der er mange usikkerheder i en model, fx bakteriekoncentrationen i overløbsvandet, mængden af spildevand der er udledt, henfaldstiden, skiftende strømretninger osv.

Vi har fået undersøgt om den buffer kan sættes ned generelt, eller måske nogle steder, delvist grundet de forbedringer der er gennemført under projektet og delvist begrundet i en større risikovillighed. Der er nemlig i alle delelementer i modellen lagt en sikkerhed oveni. Vi stoler så meget på modellen at vi har nedsat sikkerhedsmargin fra 12 timer til 7 timer (Se bilag 1). Viser det sig at være for lidt (dvs. at vi bliver opmærksomme på uacceptable sygdomstilfælde forbundet med badning), er systemet lavet således, at det let kan reguleres op i tid igen. Omvendt kan margin også sættes yderligere ned, hvis det vurderes forsvarligt.

Gevinsten er, at antallet af lukketimer falder som følge af dette indgreb.

Kystlinjer og Bathymetri

Kystlinjeændringer, vanddybder mv. er blevet gennemgået og opdateret. En række nye udformninger af havneområdet er således blevet indbygget i modellen (se Tabel 3).

Tabel 3 Nye strukturer i havnen som er implementeret i KBH-modellen i 2020.

Placering	Beskrivelse
Sluseholmen syd	Nye kanaler ved Lone Kellermansvej
Teglholmen	Nye kanaler ved på Teglholmen / Sydhavnen Skole
Kulvej, Frederiksholmsløbet	Mindre ændringer af bassin
Udbygning Enghave Brygge	Smallere havneløb ved Enghave Brygge
Kanal ved Nordhavn	Kanal ved Redmolen / Murmanskgade
Ny Ø i Nordhavn	Ny Ø ved Sundmolen / Sundkaj
Øresund	Middelgrundsfortet
Øresund	Flakfortet

Fysiske ændringer på badestederne

Tydeligere varsling på badestederne

Projektet har været udfordret af Kommunens overordnet politik om, ikke at have for mange skilte i bybilledet. Men det er alligevel lykket at opsætte yderligere 9 varslingsstandere og 18 blinkende lamper, således at varslingen er mere klar og tydelig for de badende. Hertil kommer

flytbare skilte under badesæsonen, til at fremme kendskabet til varslingsapp og hjemmeside. Vi har bestræbt os på, at varslet, så vidt muligt, skulle kunne ses ved ankomst til badestedet og når man ligger nede i vandet -dog uden at skræmme de badende unødigt (for at undgå panik) og uden at påvirke skibstrafikken.

Det har imidlertid ikke været muligt på Strandende at få lamper opsat som kan ses fra vandet. Dette skyldes hensyntagen til skibstrafiksikkerhed, økonomi og for Amager Strandparks vedkommende, også strandens størrelse.

Fysiske skilte ved fx elektroniknedbrud

Hvis elektronikken fejler, skal kommunen have fysiske skilte stående et sted og en aftale om, hvem der kører ud og sætter dem op ved badestederne. Denne aftale er blevet indgået med KFF Team Bade (E&S), der sørger for at få skiltene lavet og bragt ud i tilfælde af varslingsstop.

Kommunikation

Lukkedage

Antallet af lukkedage registres i hele Danmark, men Københavns Kommune har derudover et politisk mål om max 5 lukkedage per badested per badesæson.

Normalt i Danmark, hvis der er en forurening, lukkes et badested for resten af dagen, og betyder derfor én lukkedag. I København kan man pga. modellen åbne badestedet, når vandet har en acceptabel badevandskvalitet igen. Det ville således ikke være retvisende at sige at vi har haft én hel lukkedag, hvis vi nu fx kun har haft lukket i 4 timer. Københavns Kommune lægger derfor antal lukketimer sammen og omregner det til dage. Før projektet var det badevandsvagterne, som registrerede antal lukketimer. Fremadrettet vil DHI udarbejde en opgørelse af antal lukke-timer i badesæsonen + antal lukke-timer fra d. 15. september det foregående år til 15. september det indeværende år og sende via mail til Kommunens badevandsmyndighed, kort efter badesæsonens afslutning (senest d. 20. september). Første år registrerer badevandsvagterne dog fortsat lukketimerne/dagene, så vi kan sammenholde/kvalitetssikre de to opgørelser.

Myndighedsbreve

Der er blevet udarbejdet myndighedsbreve til at sikre god drift:

- Arrangementer
 - Et skriv til event-arrangør om hvordan de modtager varsling til eventet, hvordan de skal forholde sig til det og hvad det koster mv.

- Badevandsvagterne
 - Et skriv om hvordan badevandsvagterne skal agere i overgangsåret 2021, samt et udfyldningsdokument til henvendelser -så systemet kan tilpasses evt. uforudsete hændelser.
- Livredderne
 - Et skriv til livredderne (KFF), som fra nu af skal holde øje med SMS'er i stedet for opkald og ikke længere skal ringe til badevandsvagterne, men til badevandsmyndigheden (TMF Vand og VVM) ved fx tvivl om algetype, til DHI's vandvagt, hvis badestedets flag skal ændres uden for alm. arbejdstid fx pga. olie osv.
- Private badesteder
 - Et skriv til ejer af privatdrevne badesteder med offentlig adgang, som ikke har varslingsstander og lampe. At det er et krav fremadrettet og at de selv skal afholde udgifterne til skilt, opsætning og drift.

Undersøgelser som forsætter efter projektperioden

System

Validering

Hydrodynamikken (strømretning og hastighed) er fundamental for modellens rigtighed. I takt med, at vi får badesteder tættere og tættere på overløb, er det af større og større vigtighed, at hydrodynamikken er korrekt. Vi har brug for at være helt skarpe på de usikkerheder der jo altid vil være i større eller mindre grad i en model. Vi har derfor, som uvildig part, fået rådgivningsfirmaet COWI til at validere modellen. Det har været problematisk at skaffe data til valideringen og derfor er data desværre af mindre god kvalitet, hvilket skal tages med i betragtning, når resultater gennemgås.

Data COWI har valideret modellen ud fra er således kun fra perioden august 2018 til januar 2019 og det har ikke været muligt at kvalitetssikre data. Men valideringsdata er fra den nyeste model/den samme som i dag, hvilket er essentielt, da modellen gøres bedre fra år til år.

Undersøgelsen viser desværre at der er for stor forskel mellem modellens data og de målte data. Dette gælder både for strømhastighed og strømretning (se bilag 2).

Ud fra valideringen ser det ud som om, at modellen underestimerer strømhastigheden. Det betyder at forureningerne når badestederne hurtigere i virkeligheden end i modellen.

Der er ligeledes uoverensstemmelser i model contra målingerne mht. hvornår strømretningen ændrer sig.

Begge dele er problematiske, så hvis valideringens resultater er korrekte, skal modellen justeres.

Beslutning vedr. valideringens resultat

Det er nødvendigt at komme til bunds, i forhold til valideringens resultater. Kan de tilskrives de usikkerheder der er forbundet med måledata, eller kræves der en justering af modellen.

Det er besluttet at arbejde videre med valideringens resultater, men at det for nuværende ikke giver anledning til ændringer i systemet eller for dette projekt. Begrundelsen er, at:

- DHI har endnu ikke haft mulighed for at kommentere valideringen/resultaterne.
- data ikke er kvalitets sikret.
- modellen har været brugt i 18 år uden at det har givet anledning til nogle problemer.
- DHI er førende på marked og ville ikke kunne leve med store usikkerheder i modellen.
- systemet blev rigtig grundigt kalibreret de første år af dets levetid.

Model

Bakterienedbrydning

E. coli nedbrydningen i modellens beregninger er vurderet til at være retvisende.

Enterokok nedbrydningen er undersøgt nærmere, da der var en forventning om at bakterierne bliver nedbrudt hurtigere i virkeligheden, end i modellen om vinteren. DHI har lavet et litteraturstudie, som dog har vist sig mere omfangsrig end først antaget. Dette betyder at den korrigerede *Enterokok*-nedbrydning nok først bliver implementeret i løbet af 2021 af anden vej.

Overløbsbakteriekoncentrationer

I modellen er der fastsat en konstant i forhold til bakteriekoncentrationer i overløbsvandet. Denne konstant kan være for konservativ, og kan være forskellig fra overløb til overløb. De reelle bakteriekoncentrationer i forskellige overløb bør derfor undersøges, da det har stor betydning for fanens udbredelse og størrelse. Nedsættes koncentrationen, vil det føre til en mindre bakteriefane, og det vil føre til færre lukketimer på badestedet.

Desværre kræver det en større- og mere tidskrævende undersøgelse i samarbejde med HOFOR. Undersøgelsen er igangsat, men resultatet vil først foreligge efter afleveringen af dette projekt -opdateringen vil således blive implementeret efterfølgende.

Overløbsvandmængder

Korrekte overløbsvandmængder har betydning for en korrekt varslings. Vandmængderne har bl.a. betydning for antallet af lukketimer/dage.

Desværre kræver det en større- og mere tidskrævende undersøgelse at komme helt tæt på de faktiske mængder, men det er lykket indenfor projektets tidsramme, at få kontrolleret mængderne på et overordnet plan. HOFOR vurderer at usikkerheden ligger på omkring 30%, hvilket efter sigende skulle være rimelig godt.

En større undersøgelse er igangsat, men den når ikke at blive færdig inden afleveringen af dette projekt -opdateringen vil således blive implementeret efterfølgende.

Det er derudover undersøgt, om det er muligt at lægge et max-flow ind, for at undgå store fejl ved dataleverance, men det er ikke teknisk muligt ifølge HOFOR.

Fysiske ændringer på badestederne

Midlertidige skilte

Midlertidige flytbare (med kranvogn) skilte er planlagt opsat på badestederne i badesæson 2021. Skiltene skal gøre de badende opmærksomme på at de skal tjekke vandkvalitet, på hjemmeside eller APP, inden de hopper i vandet. Plakatdesignet er i proces og skiltene lånes af Vintertjenesten mod betaling (1.000 kr per skilt, per flytning). At det ikke bliver permanente skilte, skyldes parkforvalternes erfaring med, at folk ikke gider læse permanente skilte. Så for at få den største effekt, opsættes midlertidige skilte af en måneds varighed før de flyttes til et nyt sted. Formålet er, at flere af de badende kommer til at kende vores varslingsservice (via varslingsstandere, app eller hjemmeside).

Kommunikation

Administrationsside

Da badevandsvagten fortsætter i forsøgsåret 2021, beholder vi administrationssiden som den er. Siden bør evalueres ved nedlæggelsen af vagtfunktionen -slut 2021, da behovet dér vil være noget mindre. En mere simpel side kan i stedet afløse.

Badevandskampagner

I 2019 blev der kørt en informationskampagne op til badesæsonen. By og Havn følger op på den kampagne som tovholder i 2021, og KFF/TMF kører den videre i 2022.

2020 var året hvor Danmark lukkede ned pga. Covid-19. Her blev kampagnemidler primært rettet mod Covid19 oplysning/vejledning.

Spildevandsplan

Spildevandsplanens tekst skal opdateres i forhold til beslutning om nødvendig afstand fra overløb til badested. Det bliver gjort ved næst komne opdatering af planen.

Undersøgelser som ikke har ført til ændringer i projektperioden

Ud over de undersøgelser, som har ført til ændringer og opdateringer i modellen er der undersøgt en lang række andre muligheder, som dog ikke har ført til ændringer i 2020:

System

System alternativer

Det er, af både Københavns Kommune, COWI og DHI, undersøgt om der er andre bedre alternativer til det varslingsystem der benyttes i Københavns Kommune. Der er blevet kigget til andre kommuner og over landegrænser, men der er ikke fundet et alternativt operationelt system, som kan opfylde Københavns Kommunes behov og krav. Københavns Kommunes varslings har rigtig mange daglige brugere og en del overløb hen over året, og er derfor afhængig af en god og pålidelig varslings.

I Auckland, New Zealand findes der dog et sammenligneligt varslingsystem. En dialog med Auckland i forhold til udviklingen af varslingsystemet, og relateret til badevand er meget givtigt og kan inspirere til variationer i tilgangen til f.eks. information af borgere.

Model

Kalibrering

Det er undersøgt om modellen bør kalibreres igen. Det er ikke vurderet nødvendigt, da man dels lavede et meget stort arbejde med det, da modellen blev udviklet, dels har evalueret modellen hvert år siden. Modellen er således løbende forbedret hvert år siden 2002. I dette projekt i 2020 er der lavet en meget kritisk gennemgang af både modelopsætning, datagrundlag, konstanter, datalevering og beregning.

Kalibrering af Badezone Vigen

Da Badezone Vigen er forholdsvis ny, har DHI lavet et hurtigt tjek af data, og der er ikke noget der indikerer, at der er brug for en kalibrering (se dog afsnit 5; udviklingsmuligheder).

Strømmålere

Islands Brygge

Kommunen har en strømmåler på Islands Brygge havnebad. Modellen kan imidlertid ikke bruge faktiske strømmålinger, hvilket betyder at strømmåleren bliver overflødig når badevandsvagten nedlægges. Hvad der skal ske med strømmåleren, er imidlertid endnu ikke afgjort og afhænger af valideringens følger.

Slusen

By og Havn har fået etableret en strømmåler ved Slusen. Men den har ikke vist sig brugbar i denne sammenhæng, da modellen ikke kan bruge faktiske strømmålinger, og da den ikke har kunne bruges til valideringen, da modellen ikke er præcis nok omkring slusen.

Hastighed

Modelhastigheden er vigtig for at kunne varsle hurtigere, og dermed for at kunne få badesteder placeret tættere på overløb fremadrettet, således at Havnen kan åbne op for endnu flere badesteder.

Det er derfor undersøgt om hastigheden af modellen kan optimeres.

DHI's hardware er imidlertid ny og kraftig, så det har ikke været muligt at hente tid på den konto. COWI bekræfter at en nyere hardware næppe vil gøre en nævneværdig forskel.

Projektgruppen har imidlertid opnået at få et hurtigere system, på anden vis (se afsnit "Ændringer-Hastighed").

Simplificering

Det er undersøgt hvorvidt systemet og modellen kan simplificeres, ud fra devisen "jo mere simpelt system, jo lavere risiko for fejl og jo mere gennemsigthed".

Det er imidlertid, ifølge DHI, ikke muligt at fjerne elementer i modellen, uden at det vil give udtryk i væsentlige forringelser.

Indput data

Indput data er gennemgået med henblik på, om de var gode nok. Fx vejrdato, temperatur, saltholdighed, lysindstråling, vandopblanding, opløsning mv. Input data er blevet vurderet tilfredsstillende.

Bakterienedbrydning

E. coli nedbrydningen er vurderet til at være retvisende.

Harrestrup Å

Det er undersøgt om Harrestrup Å modellen er blevet indført i badevandsmodellen. Det var den.

Fysiske Vandprøveresultater

Det er undersøgt om de fysiske vandprøveresultater kan bruges bedre/smartere end de bliver i dag. I dag bliver de alene brugt til at evaluere modellen. Det har imidlertid ikke vist sig muligt at kunne bruge

resultaterne mere direkte i varslingsystemet, da de kommer 2-3 dage efter hændelsen.

Fysiske ændringer på badestederne

Varsling fysisk på badestederne

Lydsignaler er overvejet på badestederne, men fravalgt, da man ønsker at advare de badende ved bakterier i vandet, men ikke at skræmme dem, samt fravalgt af hensyn til nærliggende boliger.

Automatisering

SMS-system

Der er blevet lavet en vurdering af behovet for et SMS-system, som kan sætte flag. Tanken var, at så kunne livredderne sætte flag ved olieforureninger mv. Den idé er der imidlertid ikke gået videre med, da det har vist sig, at Livredderne fremadrettet bare vil kunne ringe til DHIs vandvagt, i stedet for KK's badevandsvagt.

Forurening i vandprøve

Det er undersøgt hvad vi gør, hvis en prøve er forurenet og modellen siger, at alt er ok, og at det sker fx fredag aften og vi først ser analysen mandag morgen.

Det er fundet, at Badevandsvagten alligevel ikke vil lukke badestedet på baggrund af én dårlig prøve, så det får, i denne henseende, ingen praktisk betydning, at der ikke er nogen på vagt i weekenden. Omprøver tages automatisk af analysefirma.

Svanemøllen

Det er undersøgt at skiltet og lampen på Svanemølle Strand er forbundet og varsler ens, da der har været nogle udfordringer med dette tidligere. De varsler ens nu.

Kommunikation

Informationsniveau

Vi har gennemgået vores termer/skriftsprog. Fx kunne man, for at informere de badende om, at der altid er en risiko ved at bade i havvand, bruge termen "lav risiko for sygdom" i stedet for vores "Godt badevand". Termen kommer fra Aukland, New Zealand, der med den term på én gang informerer de badende om, at der altid er en risiko ved at bade i havvand og at de selv skal lave en vurdering af, om de skal bade eller ej. I København og Danmark i det hele taget, er hele ansvaret lagt over på Kommunen, ved at bruge termen "godt badevand". Udover

skriftsproget har vi overvejet, om vi skulle vise overløbspunkter i kortene over badesteder.

Styregruppen har valgt, at vi beholder termene "godt badevand"/"dårligt badevand", og at vi ikke skal vise tekniske anlæg. I stedet kører vi oplysningskampagner.

Varslingssystemet fremadrettet

Mulighed for flere badesteder

Mulighederne for at nedsætte distancen fra overløb til badested er undersøgt (se bilag 3). Det indstilles til TMU/KFU, at vi går væk fra det hidtidige administrationspraksis på 200 meter, som udgangspunkt (altid konkret vurdering), fra overløb, og i stedet indfører 180 m, som udgangspunkt. Dette betyder at der for hvert overløb i havnen frigives 40 meters kajkant til nye potentielle badesteder. (Det vigtige er imidlertid ikke afstanden men hastigheden. Afstanden er dog mere håndgribelig/forståelig, end et minuttal).

Grunden til at vi kan ændre praksis, og på den måde få badestederne tættere på overløbene og dermed muligheden for flere badesteder, er fordi vi indfører en ny metode. I stedet for, som udgangspunkt, at vente på at modellen bliver færdig med at beregne bakterieudbredelsen, lukkes badestedet i stedet ved overløb allerede før modelberegningerne er færdige, hvis strømretningen er gående mod badestedet. Denne løsning betyder, at der kan forekomme fejlvarslinger (da bakteriefanen måske ikke rammer badestedet alligevel) og en teoretisk risiko for ikke at kunne nå at varsle i 5% af tilfældene (uddybes i bilaget), men styregruppen har accepteret metoden, med de forbehold der er.

Tydeligere varsling på badestederne

Udført

Der er blevet opsat yderligere 9 varslingsstandere og 18 store blinkende lamper under projektet i 2020, således at varslingen er klar og tydelig for de badende. Hertil kommer flytbare skilte under badesæsonen, til at fremme kendskabet til varslingsapp og hjemmeside. Vi har bestræbt os på, at varslet, så vidt muligt, skulle kunne ses ved ankomst til badestedet og når man ligger nede i vandet -dog uden at skræmme de badende unødigt (for at undgå en panik) og uden at påvirke skibstrafikken.

Varsling ved nye badesteder

Fremadrettet anbefaler vi ved hvert nyt badested, at der opsættes tilsvarende, varslingsstander med lampe. Dette for at varslingen er ensartet og genkendelig rundt om i Kommunen.

Et mere automatiseret system

Badevandsvagtfunktionen nedlægges slut 2021. Systemet er blevet automatiseret -inkl. eventdelen. Herunder flaget i Svanemøllebugten

(som beskrevet under afsnittet; Badevandsvagten). Vigen får besked fra DHI fremadrettet ved overløb. Sikkerhedsmargin er nedsat. Henvendelser til badevandsvagten varetages fremadrettet af badevandsmyndigheden. Ligeså alge-vagten i "alge år".

Ændret procedurer

Ved oprettelse af nyt badested

Ved oprettelse af nyt badested kræves der et varslingskilt, inkl. lampe, magen til dem der er på de øvrige badesteder. Dette gælder også privatdrevne badesteder med offentlig adgang.

De privatdrevne badesteder der pt. er etableret, skal inden udgangen af 2021 have opsat nævnte varslingskilt.

Ændringer for livredderne

Ved alger, olieforureninger mv. ringer livredderne i dag til vores badevandsvagter, som afgør om de skal skifte flagfarven. Fremover skal livredderne selv træffe en afgørelse og skal i stedet ringe til DHI's vandvagt.

Ændringer for badevandsmyndigheden

Badevandsmyndigheden skal fremover tage imod de henvendelser der indtil nu, er blevet rettet til Badevandsvagterne. Det er fx henvendelser om giftige alger, forureninger og henvendelser fra rådhus og presse.

Udviklingsmuligheder

Varslingssystem

Øvrige Vandaktiviteter

Undersøgelse af, om varslingsystemet kunne udvides til også at omfatte andre vandaktiviteter, fx roklubber, kajakklubber og kajakpolo-områder.

Model

Dataleverance fra HOFOR til DHI

Der arbejdes på en mere moderne datadelingsmetode. Dette arbejde fortsætter ind i 2021.

Kalibrering af Badezone Vigen

DHI har lavet et hurtigt tjek af data, og der er ikke noget der indikerer, at der er brug for en kalibrering. På den anden side er data præget af, at der ikke er sammenfald mellem, at model sætter rødt flag og der er målt bakteriekoncentrationer. Så data er ikke optimale til at drage en konklusion på. For at give et bedre grundlag kunne det være formålstjenesteligt med måleprogram, hvor der tages prøver over en periode når modellen viser høje koncentrationer. Dette kræver hurtig udrykning, da de høje koncentrationer sjældent strækker sig over mere end et par dage (½-3 dg).

Henfaldstids variation over året

I vores model har vi en konstant henfaldstid, som er fastlagt ud fra et litteraturstudie. Når der benyttes en konstant, bliver den nødt til at være konservativ. Man kunne således undersøge om henfaldet af bakterier varierer over året i virkeligheden. Gør den det, kunne modellen blive mere korrekt -hvilket vil have betydning for bl.a. antallet af lukketimer. Man skal dog være opmærksom på, om det vil resultere i langsommere modelkørselstider.

Store regnvandsudledninger

Pga. begrænset økonomi er denne del fraprioriteret. At den ikke prioriteres i denne omgang skyldes, at der ikke burde være store bakteriekoncentrationer i regnvand og at de, når regnvandsoverløb er aktive samtidig med kloakoverløbene, vil regnvandsoverløb fortynde bakterie-koncentrationen. Regnvandsudledning uden overløb fra kloak kan imidlertid være problematiske i forhold til fejltilslutninger, så opgaven bør prioriteres når muligheden er til stede.

Kommunikation

Notifikation

Det kunne undersøges om appen kan give mulighed for notifikation, såfremt man er på badestedet (ud fra GPS signal) og flagfarven skifter

på dette badested. Dette er af økonomiske grunde fravalgt under projektet. Da det ville gavne alle kommunerne, så skulle muligheden måske tages op i kommunefællesskabet, som noget vi kunne undersøge og udvikle sammen.

Fysisk varsling

Overordnet burde en grafiker sættes på opgaven at lave en gennemtænkt og ensrettet varsling. Det er der dog hverken tid eller midler til i dette projekt.

Man kan overveje varsling via lydsignal hvis varslingen, med de nye røde lamper, ikke er nok. Men man skal passe på med ikke at skræmme folk (og naboer).

Svanemølle Strand

Lampen på Svanemølle Strand bør flyttes længere ud mod vandet, da den lyser indad, grundet skibstrafikken. Man kan således ikke se at den lyser, når man er på stranden eller i vandet.

Økonomi

Budget: 1.000.000 kr.

Emne	Delemne	Brugt
Rådgiverbistand	DHI	520.000
	COWI	89.650
Varslingsskilte mv.	Amphi-Bac	349.060
TOTAL (ekskl. Moms)		958.710

Restbeløb (overskud) 41.290

DHI

DHI hoster hjemmesiden Badevandsudsigten og har bidraget med beskrivelser af systemet. Dertil har DHI været med til gennemgang og optimering af systemet, samt implementeret Kommunens ønsker.

Delregnskab:

Opgave	Udredning	Implementering	Total
Beskrivelser	70.000		70.000
Møder	17.700		17.700
Projekt ledelse	42.000		42.000
internt i DHI			
Prævarsling	48.000	30.000	78.000
Data til	7.500		7.500
validering			
Delopgave	6.000	24.000	30.000
med HOFOR			
Eventvarsling	18.000		18.000
Tjek af udløb	9.600		9.600
Opdatering af	18.000	48.000	66.000
batymetri			
Røde flag på	25.200	90.000	115.200
timebasis			
Enterokok	36.000	30.000	66.000
TOTAL (ekskl. Moms)			520.000

COWI

COWI har valideret modellen og fungeret som uvildig rådgiver og sparringspartner.

Amphi-Bac

Amphi-Bac har produceret og opsat skilte og varslingslamper for kommunen.

Produkt	Antal	Kr. (ekskl. moms)
---------	-------	-------------------

Varslingsskilte	9	534.672
Varslingslamper	18	
Fødder og lign.	11	
Mængderabat		-28.718
	Total	505.954

Betalt via dette projekt**349.060**

(Betalt af anden konto)

156.894)

Priseksempel:

Varslingsskilt med lampe = 50.320 kr. ex moms.

Bilag

Bilag 1 Notat vedrørende sikkerhedsmargin/buffer

Bygge-, Parkerings- og Miljømyndighed
Teknik- og Miljøforvaltningen



Notat

Notat om sikkerhedsmargin

Introduktion

Når modellen beregner at en overløbsfane vil ramme et badested i tilstrækkelig grad, sættes det røde flag. Flaget fjernes igen, når modellen beregner at badevandskvaliteten er ok igen + en sikkerhedsmargin. Dette notat handler om denne margin. Hvor stor skal den være. Hvor risikovillige er vi.

Margin eksisterer fordi det er en model, ikke virkelighed. Man forsøger selvfølgelig at komme så tæt på virkeligheden som muligt, men vil aldrig ramme præcis.

Margin - Før dette projekt

Modellen har indtil dette projekt begyndte, kørt med en regel om, at der efter at modellen beregner god badevandskvalitet, har rødt flag frem til midnat. Hvis kvaliteten er god kl. 16, ville der således være en sikkerhedsmargin på 8 timer, og hvis kvaliteten er god kl. 22, ville der være 2 timers sikkerhedsmargin.

Dette giver ikke meget mening og leverandøren kan ikke huske, hvorfor modellen er sat sådan op. Måske er det simpelthen ud fra en idé om, at der ikke bades om natten, men det vides ikke...

Badevandsvagten har imidlertid kørt med en anden margin. Nemlig at de først har åbnet badestederne 12 timer efter at modellen siger, at nu er badevandskvaliteten god igen.

Margin - Efter dette projekt. (Til diskussion)

Styregruppen skal således tage stilling til hvilken sikkerhedsmargin vi ønsker at bruge fremadrettet.

Projektgruppen mener at der er lagt så meget sikkerhed ind i delelementerne i modellen, at vi burde kunne stole mere på den og derved nedsætte sikkerhedsmargin.

Ved at nedsætte margin, mindskes antallet af lukketimer/dage.

25. november 2020

Sagsnummer
2020-0189282

Dokumentnummer
2020-0189282-100

Bygge-, Parkerings- og
Miljømyndighed
Vand og VVM
Njalsgade 13
Postboks 380
2300 København S

EAN-nummer
5798009809452

Men grundet forskellen i modellen og badevandsvagtens margin betyder det at vi skal ned på 7 eller 5 timer for at "vinde noget" (10 timer er ikke nok, som det fremgår af tabel i bilag 1).

Ved at gå ned på en sikkerhedsmargin på 7 timer opnår man (ud fra ~~DHI's~~ beregninger) ca. 127 lukketimer mindre (5,3 dage).

Ved at gå ned på en sikkerhedsmargin på 5 timer opnår man (ud fra ~~DHI's~~ beregninger) ca. 252,5 lukketimer mindre (10,5 dage).

Som sagt, mener projektgruppen godt at vi bør kunne stole mere på modellen, uden at sætte badesundhedssikkerheden over styr.

Viser det sig, mod forventning, at vi har fået sat margin for langt ned, (ses ved at bade-gæsterne bliver mere syge end i dag), laves systemet således at den let og hurtigt kan sættes op igen, eller blot forøges lidt.

Bilag 1

Tabel udarbejdet af DHI:

Antal timer med rødt flag baseret på model								
nuværende metode				beregnet ift. overskridelser				
1.6.20-15.9.20								
OPPA	ID	24t rødt flag	=antal dage	5.0	7.0	10.0	12.0*	
Havnebadet Islandsbrygge	1	192	8	172.0	185.5	203.5	215.5	
Havnebadet Fisketorvet	2	264	11	230.0	242.0	260.0	272.0	
Amager Strandpark Nord	3	48	2	20.5	74.5	30.5	34.5	
Amager Strandpark Syd	4	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ledsparken	5	48	2	27.5	35.5	47.5	55.5	
Stranden i Svanemøllebugten	6	120	5	79.0	95.0	119.0	135.0	
Havnebadet Sluseholmen	40	192	8	154.0	173.0	197.0	213.0	
CALDERA Badezone	127	192	8	177.0	190.0	208.0	220.0	
Halvandet Badezone	128	24	1	17.0	21.0	27.0	31.0	
Havneviggen	130	192	8	178.5	190.5	208.5	220.5	
Sandkaj Badezone	147	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Badezone Søndre BRUNHILDE	160	48	2	38.5	46.5	58.5	66.5	
Badezone Bølgen	161	192	8	165.5	181.5	205.5	217.5	

Bilag 2 Notat vedrørende validering

KØBENHAVNS KOMMUNE

Badevandsudsigten for København

SAMMENLIGNING AF MÅLT OG MODELLERET OVERFLADESTRØM VED HAVNEBADET ISLANDS BRYGGE

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens LyngbyTLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Baggrund og formål	2
2	Basis	4
2.1	Strømmålinger	5
2.2	Modelresultater	5
2.3	Udløb nær Havnebadet Islands Brygge	5
3	Sammenligning af strømhastigheder og retninger	7
3.1	Unormalt høje strømhastigheder	8
3.2	Hovedretninger og strøm ind og ud af havnen	9
4	Badevandsvarsling	12
5	Sammenfatning	13
5.1	Anbefalinger	14

PROJEKTNR.
A205316DOKUMENTNR.
A205316-TN-01VERSION
1,0UDGIVELSESDATO
22-01-2021BESKRIVELSE
Teknisk notatUDARBEJDET
KPJAKONTROLLERET
THGIGODKENDT
KPJA

1 Baggrund og formål

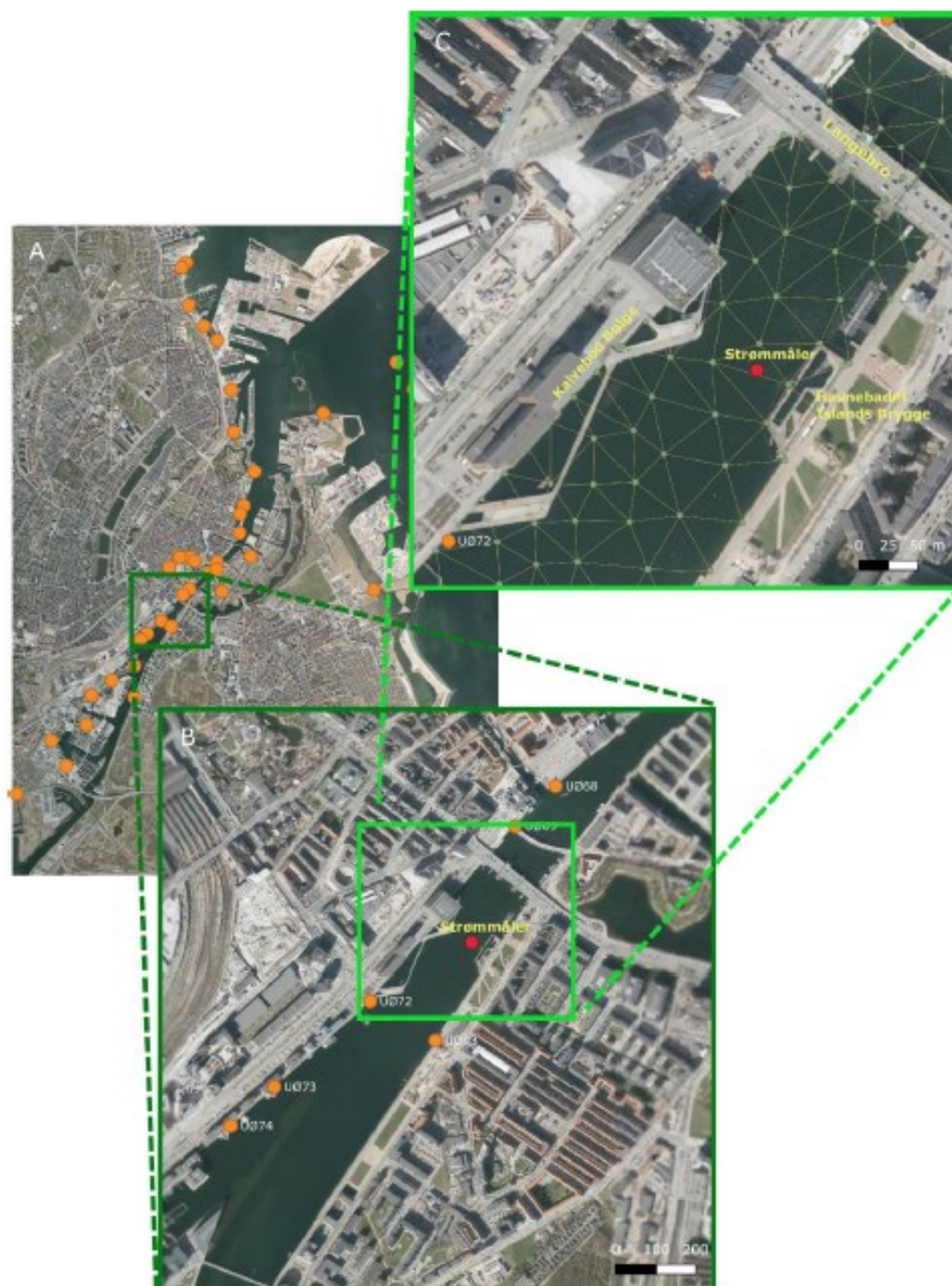
Dette notat sammenligner strømmålinger ved Islands Brygge og resultater fra den hydrografiske model der udgør grundlaget for Badevandsudsigten i Københavns Havn.

Strømmålinger og modelresultater dækker en godt 6 måneders periode fra begyndelsen af august 2018 til næsten midten af januar 2019. Kun strømmen nær overfladen er sammenlignet, da det er denne, der er væsentlig for spredningen af forurenede vand fra udløb ved overløbsbygværker (dette betyder dog ikke at en sammenligning ikke kan være relevant for forbedringer af den hydrografiske model, men en sådan sammenligning er ikke en del af nærværende vurdering). Sammenligningen er væsentlig, da den er et udtryk for den modellens evne til at forudsige:

- **Strømhastighed**
Hastigheden bestemmer hvor lang tid der går, fra at der er et overløb, og til forurenede overløbsvand når et badested.
- **Strømretning**
Retningen har betydning for hvilke udløb der kan påvirke et badested.

Sammenligningen har til formål at vurderer modellens usikkerhed i forhold til transport af forurenede overløbsvand. Da sammenligningen udelukkende er baseret på strømforholdene ved Havnebadet Islands Brygge kan resultater af sammenligningen ikke uden videre overføres til alle andre badesteder i havnen. Men ud fra et kontinuitetsprincip forventes det dog, at sammenligningen vil være rimelig retvisende for flere af disse.

Placeringen af Havnebadet Islands Brygge i Københavns Havn, udløb og strømmåler er vist i Figur 1-1. Figur 1-2 viser foto af Havnebadet Islands Brygge. Havnebadet, som er en flydende konstruktion forankret til pæle, har med en dybde på 2,5 m en lokal effekt på overfladestrømmen gennem havnen. Figur 1-3 viser et foto af promenaden Kalvebod Bølge, der strækker sig mellem Langebro og Bernstorffsgade. Promenadedækket, som er på pæle, vurderes ikke at påvirke strømforholdene væsentligt. Det bemærkes, at strømmen gennem havnen i noget omfang er styret af Slusen, der adskiller Københavns Sydhavn og Kalveboderne.



Figur 1-1 Havnebadet Islands Brygge i Københavns Havn. A: Københavns Havn med udløb. B: Udsnit af Islands Brygge og Kalvebod. C: Udsnit af Havnebadet Islands Brygge med net for hydrografisk model. Orange cirkler: Udløb fra overløbsbygværker. Rød cirkel: Strømmåler.

4 **COVE**
BADEVANDSUDSIGTEN KØBENHAVN, SAMMENLIGNING AF MÅLT OG MODELLERET OVERFLADESTRØM VED HAVNEBADET ISLANDS BRYGGE



Figur 1-2 Foto af Havnebadet Islands Brygge.



Figur 1-3 Foto af promenaden Kalvebod Bølge.

2 Basis

Følgende data udgør grundlaget for sammenligninger og vurderinger af usikkerheden på Badevandsudsigstens hydrografiske model:

- Strømmålinger ved Havnebadet Islands Brygge.
- Modelresultater modtaget fra DHI dækkende perioden for strømmålingerne.
- Oversigt for udløb i Københavns Havn og overløbshændelser i perioden for strømmålinger.

2.1 Strømmålinger

I 2016 indkøbte og udlagde DHI for Københavns Kommune en strømmåler ved havnebadet på Islands Brygge. Det har i forbindelse med dette notat ikke været muligt at indhente detaljeret information for strømmåleren, dens udlægning og kabling, men måleren forstås at være en Nortek Aquadopp eller Signature ADCP, der ved brug af akustisk signal måler strømhastighed og retning i regelmæssige intervaller fra måleren placeret på havbunden og til havoverfladen. En ADCP måler vanligvis også vandtemperaturen og vandstandsvariationen ved målere i instrumenthuset.

Der er fra DHI modtaget målte strømhastigheder nær bunden og overfladen for perioden 01-08-2018 til 12-01-2019, men uden information omkring faktiske niveauer. Der er flere udfald af måleren men på nær udfaldet i perioden 28-11-2018 til 05-01-2019 er disse korte.

Målinger er, på nær ved udfald, givet for hvert 10 minut og formodes at være en middelværdi for en kortere måleperiode. Typisk angives middel af strømhastighed og -retning over en periode på 2 minutter.

Vanddybden hvor instrumentet er udlagt er ukendt men forventes at være omkring -7 mDVR90. Hvis strømmåleren har optimal bærefrekvens og konfiguration for vanddybden forventes at strømhastigheden at være målt med en nøjagtighed på 3 cm/s eller bedre.

2.2 Modelresultater

Der er fra DHI modtaget arkiverede modelresultater fra Badevandsudsigstens hydrografiske model. Modelresultaterne omfatter strømhastighed og -retning nær bunden og overfladen. Det er dog uklart i hvilken udstrækning niveauerne for disse falder sammen med niveauerne for strømmålingerne.

Modelresultaterne er givet med 60 minutters interval og det formodes at disse, i overensstemmelse med vanlig praksis ved modellering, er øjebliksværdier og ikke midlet over tid. Modelresultater er dog som følge af den hydrografiske models opløsning i planen og over vanddybden et udtryk for et middel over et vist vandvolumen (beregningscelle, se Figur 1-1, og der midles vanligvis ikke over tid.

2.3 Udløb nær Havnebadet Islands Brygge

Der er næsten 50 udløb fra overløbsbygværker, som kan give anledning til et badevandsvarsel for badestederne i og omkring Københavns Havn. Af disse er 6 at finde indenfor en afstand af 750 m fra Havnebadet Islands Brygge. På grund af den korte afstand regnes disse 6 udløb at være af primær interesse for badevandskvaliteten ved Islands Brygge.

Placeringen af de 6 udløb i forhold til Havnebadet Islands Brygge er vist i Figur 2-1. Tabel 2-1 viser overløbshændelser fra samme udløb i perioden for strømmålingerne.

6 **COWI**
 BADEVANDSUDSIGTEN KØBENHAVN, SAMMENLIGNING AF MÅLT OG MODELLERET OVERFLADESTRØM VED HAVNEBADET ISLANDS BRYGGE



Figur 2-1 Udløb fra overløbsbygværker omkring Havnebadet Islands Brygge.

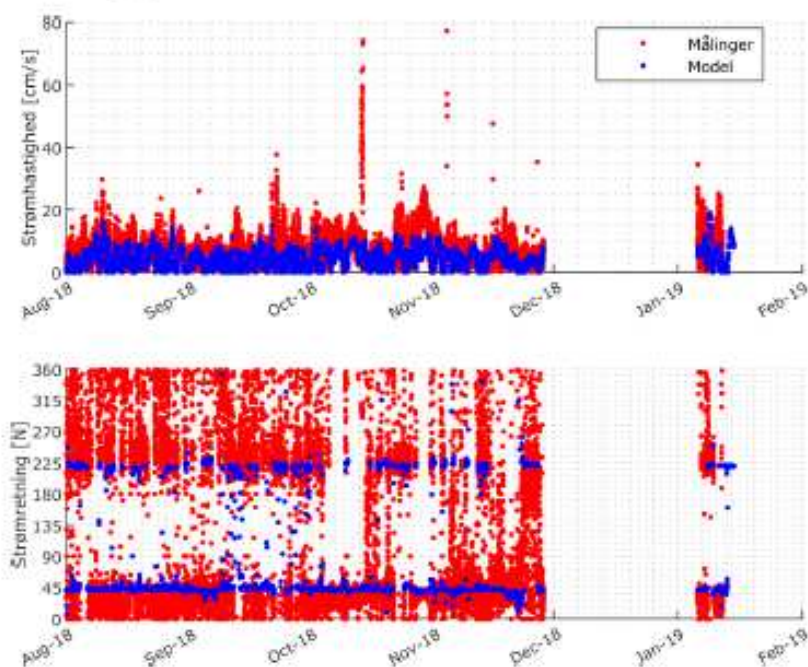
Tabel 2-1 Overløbshændelser registreret for udløb omkring Havnebadet Islands Brygge i perioden for strømmålingerne.

Udløb	Navn	Afstand [m]	Hændelser	Varighed [Minutter]	Volumen [m³]
UØ93	Havneparken	200	-	-	-
UØ72	Kalvebod Nord	280	10-08-2018 00:17	18	694
UØ69	Vester Voldgade	280	10-08-2018	I/T	I/T
UØ68	Det Kongelige Bibliotek	410	10-08-2018 0:01	70	2.308
UØ73	Godsbanegården	600	10-08-2018 0:11	75	13.010
UØ74	Kalvebod Syd	750	-	-	-

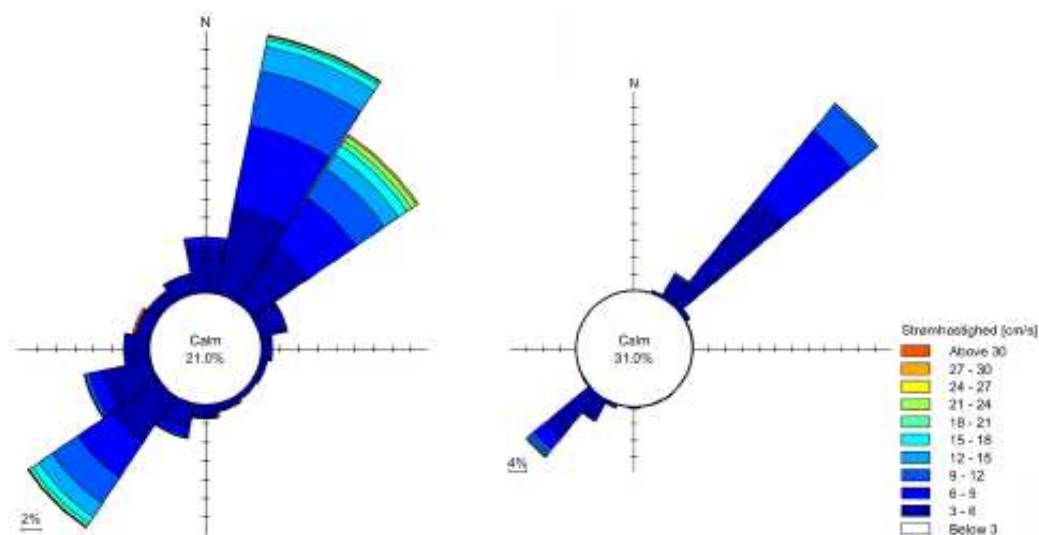
3 Sammenligning af strømhastigheder og retninger

Strøm målt nær overfladen ved Havnebadet Islands Brygge og modelresultater fra Badevandsudsigstens hydrografiske model er sammenlignet. Tilsvarende sammenligning er ikke lavet af strømmen nær bunden, da denne ikke er væsentlig for spredningen af forurenet vand fra overløb (dette betyder dog ikke, at en sammenligning ikke kan være relevant for forbedringer af den hydrografiske model, men en sådan sammenligning er ikke en del af nærværende vurdering).

Tidserier og strømroser for målt og modelleret overfladestrøm er vist i Figur 3-1 og Figur 3-2. Den målte overfladestrøm er generelt stærkere end den modellerede. Ved lave strømhastigheder udviser strømretningen større afvigelser mellem måling og model.



Figur 3-1 Tidserier for hastighed og retning af overfladestrøm for målinger og hydrografisk model. Øverst: Strømhastighed. Nederst: Strømretning.



Figur 3-2 Roser for overfladestrøm (hastighed og retning). Venstre: Målinger. Højre: Hydrografisk model.

Det er et kendt forhold at målte strømhastigheder udviser større variabilitet end modellerede strømhastigheder. Dette skyldes hovedsageligt at den modellerede strømhastighed er midlet over et helt beregningselement.

Samme forhold gør sig gældende for strømretninger, hvor den modellerede retning repræsenterer middelforholdene over beregningselementet.

3.1 Unormalt høje strømhastigheder

Tidsserien i Figur 3-1 viser, at der er flere hændelser, hvor den målte strømhastighed er væsentligt højere end normalen. Hændelser hvor den maksimale målte strømhastighed er højere end 30 cm/s er givet i Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Oversigt for korte perioder med høj målt strømhastighed nær overfladen.

Hændelse	Tidspunkt	Hastighed [cm/s]	Retning [°N]	Periode [minutter]	Overløb
1	22-09-2018 15:20	38	223	30	Nej
2	14-10-2018 05:25	74	300	610	Nej
3	23-10-2018 21:15	32	224	30	Ja*
4	04-11-2018 04:55	77	168	70	Nej
5	15-11-2018 17:35	48	171	30	Nej
6	26-11-2018 19:45	35	65	10	Nej
7	05-01-2019 21:28	35	40	70	Nej

* Der er ved denne hændelse registreret et overløb i Nordhavnen.

Sammenholdes tidspunktet for disse hændelser med oversigten for registrerede overløb findes, at hændelserne ikke kan tilskrives overløb.

For alle hændelser er der også målt en højere strømhastighed nær bunden. For hændelserne 1, 2, 4 og 7 er strømretningerne nær overfladen og nær bunden sammenlignelige, mens de for hændelserne 3, 5 og 6 er drejet næsten 180° (altså næsten modsat rettet). For hændelserne 2, 4 og 5 er overfladestrømmen nærmest på tværs af kanalen. Målingerne tyder på et komplekst strømmønster under de nævnte hændelser. Forklaringen på sådanne 3-dimensionale strømmønstre er ikke af primær interesse i nærværende notat, den vil dog kunne bidrage til forståelsen af de generelle strømningsforhold i havnen og dermed af badevandsmodellens funktionalitet.

På nær hændelse 6 er alle hændelser af en sådan varighed¹ at de ikke umiddelbart kan tilskrives fejl af enkeltdata.

Det er ikke søgt at finde en årsag til de forskellige hændelser, men med givne varigheder og variationer i strømretningen over vanddybden kan hændelserne måske skyldes densitetsstrømninger, kraftig nedbør, operation af Slusen og / eller vandstandsændringer i Øresund.

3.2 Hovedretninger og strøm ind og ud af havnen

Hovedretninger og middelhastighed for målt og modelleret overfladestrøm er beregnet og givet i Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Hovedretninger og middelhastighed for målt og modelleret overfladestrøm. Indgående: Mod Sydhavnen. Udgående: Mod Nordhavnen.

Data	Udgående retning [°N]	Udgående middelstrøm [cm/s]	Indgående retning [°N]	Indgående middelstrøm [cm/s]
Målinger	30	7,1	230	6,3
Model	43	5,0	218	3,7

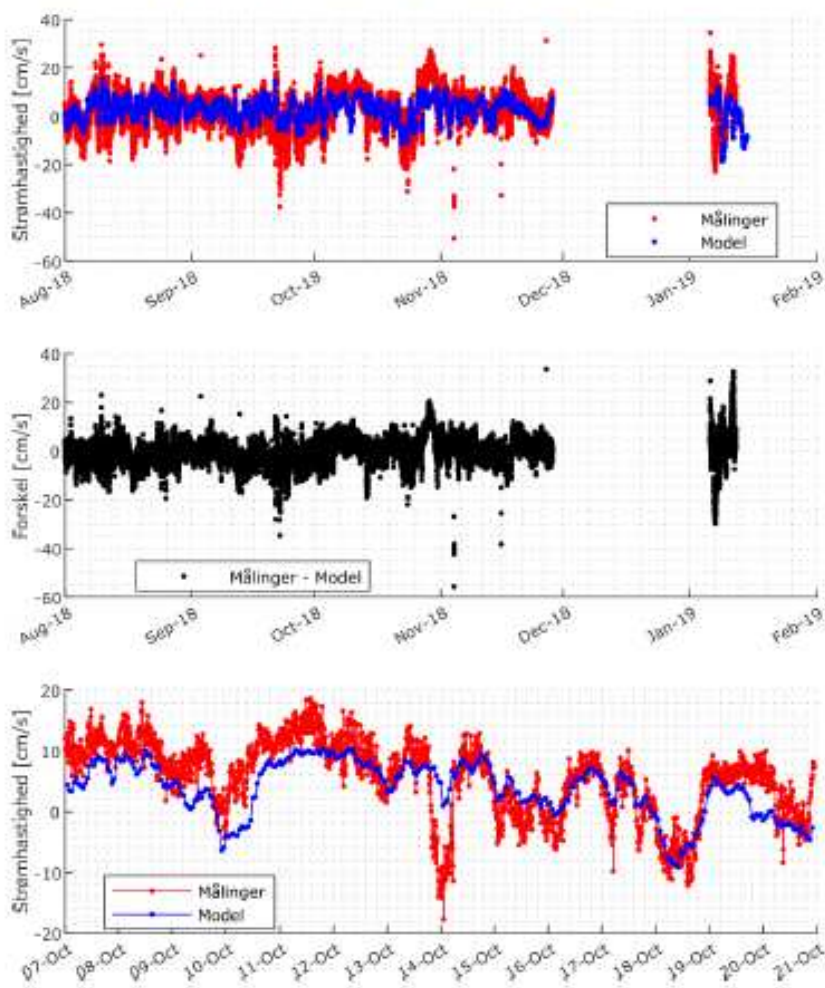
Ved Islands Brygge er havnens hovedretninger omtrent 37°N og 217°N for henholdsvis udgående og indgående strøm. Strømretningen for den hydrografiske model passer således ganske godt med havnens hovedretninger for den indgående strøm, mens den for den udgående strøm er drejet 6° mod Islands Brygge. Strømretningen for måleren er i forhold til havnens hovedretninger drejet mod Kalvebod med 7° og hele 12° for henholdsvis udgående og indgående strøm. De målte udgående og indgående middelstrømhastigheder er godt 2 cm/s højere end de modellerede middelstrømhastigheder. Som absolut størrelse ikke en væsentlig forskel, men den relative forskel er signifikant og middelhastighederne dækker over en ganske stor variation.

Målt og modelleret overfladestrøm projekteret på havnens hovedretninger er vist øverst i Figur 3-3, med positive og negative hastigheder svarende til henholdsvis ud- og indgående strøm (mod nordøst og sydvest). Forskellen mellem den målte og den modellerede overfladestrøm er som vist midt i Figur 3-3 af samme

¹ Varigheden er bestemt som det tidsinterval hvor strømhastigheden nær overfladen er højere end 15 cm/s, omtrentlig svarende til et ensidet statistisk signifikansniveau på 5% for overfladestrømmen.

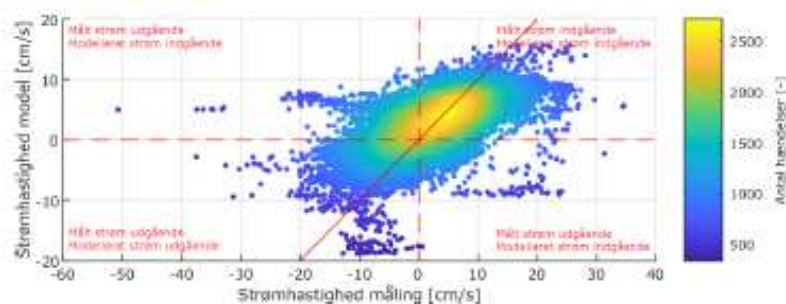
10 **COWI**
BADEVANDSUDSIGTEN KØBENHAVN, SAMMENLIGNING AF MÅLT OG MODELLERET OVERFLADESTRØM VED HAVNEBADET ISLANDS BRYGGE

størrelsesorden som selve hastigheden (strømhastigheder for modellen interpoleret til tidspunkt for målingerne). Forskellen er tydeliggjort nederst i Figur 3-3 der for perioden 7 oktober til 21 oktober viser at den modellerede strøm er svagere end og ikke altid vender samtidig med den målte strøm.



Figur 3-3 Målt og modelleret overfladestrøm projekteret på havnens hovedretninger (øverst), forskel (midt) og udvalgt kort periode (nederst)

Forholdet og spredningen mellem projekteret målt og modelleret overfladestrøm er vist i Figur 3-4. Afvigelse ses at være stor² og i godt 20% af tiden er målt og modelleret strømretning modsatrettet, oftest når den målte overfladestrøm er udgående (negativ).



Figur 3-4 Sammenligning mellem samtidig målt og modelleret hastighed af overfladestrømmen projiceret på havnens hovedretninger. Positiv: Indgående strøm. Negativ: Udgående strøm.

Figur 3-4 beskriver sammenhængen mellem målt og modelleret hastighed på samme tidspunkt. Idet hastighederne varierer over tid, for eksempel med tidevandet, kan en lille forskydning i tiden betyde en stor differens mellem hastighederne, selvom de to hastigheder følger hinanden ret overbevisende.

² For lille spredning og god overensstemmelse mellem målinger og model skal punkterne ligge tæt på den røde diagonale linje.

4 Badevandsvarsling

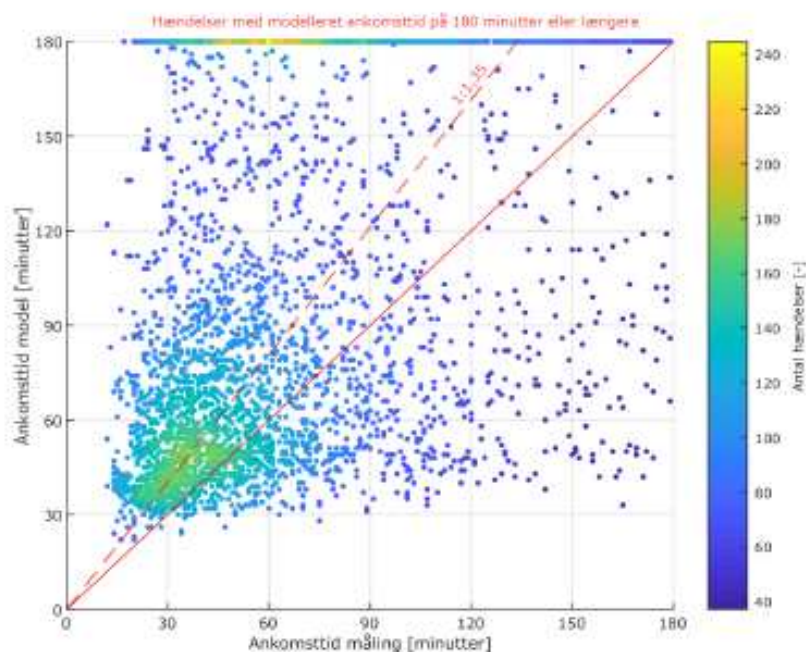
Overfladestrømmen har betydning for hvor hurtigt forurenet overløbsvand spredes, dels som følge af dispersion (som i modellen beskriver blandingen af overløbsvand med saltvand) og advektion (et udtryk for afstanden som overløbsvand transporteres inden for et givet tidsrum). Usikkerheden for den hydrografiske model er således væsentlig for forståelsen af den usikkerhed, der er tilknyttet badevandsvarslingen. Selvfølgelig er overløbsvolumen og bakteriekoncentration væsentlige faktorer for badevandsvarslingen, men overfladestrømmen er afgørende for ankomsttiden (den tid der går fra overløbsvand er transporteret fra udløb til badested).

Det er ved simple transportbetragtninger forsøgt at vurdere usikkerheden på modellens beskrivelse af ankomsttiden. Der tages udgangspunkt i målinger og det er antaget at disse er repræsentative for overfladestrømmen i en afstand af 200 m fra Havnebadet Islands Brygge. Denne afstand er karakteristisk for afstanden mellem badestedet ved Islands Brygge og de nærmeste overløb (til begge side). Vurderingen bygger på følgende principper:

- 1 Der udvælges 5000 tilfældige tidspunkter i måleperioden
- 2 Af målingerne beregnes hvor lang tid det vil tage at transportere overløbsvand 200 m ind i eller ud af havnen (afskåret ved 180 minutter).
- 3 Af resultater fra den hydrografiske model beregnes hvor lang tid det vil tage at transportere overløbsvand på 200 m i samme retning som beregnet i trin 2.
- 4 Forskellen i tid beregnet i trin 2 og 3 tages som et udtryk for usikkerheden på ankomsttiden.

Ankomsttider beregnet efter resultater fra den hydrografiske model og efter målinger er vist i Figur 4-1. En typiske ankomsttid ses at være mellem 30 og 40 minutter, svarende til en strømhastighed på mellem 11 og 8 cm/s. dette er i overensstemmelse med de forventede hastigheder, se Figur 3-1 og Figur 3-3.

Dog ses en betydelig spredning af punktskaren, hvilket indikere en del afvigelser mellem model og måling. For den del af punkterne, der ligger inden akseme vurderes ankomsttiden for den hydrografiske model typisk at være i størrelsesordenen 35% længere end for målingerne, men spredningen er stor. For punkterne, der ligger den øvre akse gælder at ankomsttiden for den hydrografiske model er 180 minutter eller længere, mens ankomsttiden for målingerne typisk er mellem 30 minutter og 90 minutter. Disse længere ankomsttider forekommer primært i perioder hvor der ikke er overensstemmelse mellem den målte og modellerede retning af overfladestrømmen.



Figur 4-1 Ankomsttider beregnet efter målinger og efter modelresultater efter overløb ved en afstand på 200 m.

5 Sammenfatning

Sammenligning af strømmålinger ved Havnebadet Islands Brygge og resultater fra den hydrografiske model for Badevandsudsigten viser, at

- strømrretningen i en relativ stor del af tiden er modelleret modsatrettet den målte overfladestrøm
- strømhastigheden af overfladestrømmen ved badestedet modelleres generelt for lavt i forhold til målingerne.

Afvigelserne betyder, at den modellerede ankomsttid, som er den tid der går fra at overløbsvand er transporteret fra udløb til badested, er meget usikker bestemt og i nogle tilfælde ganske misvisende. I de tilfælde hvor der ankomsttiden er kort, er modellens ankomsttid typisk 30-40% for lang. Målingerne viser altså, at overløbsvand typisk transporteres hurtigere til et badested end den hydrografiske model forudser. Den hydrografiske model tillader således ikke en kobling mellem transporten af overløbsvand fra udløb og tilstanden ved badesteder. Det er vores umiddelbare vurdering at denne kobling ikke kan gennemføres på et tilfredsstillende niveau med den nuværende hydrografiske model.

Ovenstående betragtninger er behæftet med usikkerhed omkring grundlæggende tekniske information om strømmåleren samt om behandling af målingerne. Det er således ikke helt sikkert om resultater fra den hydrografiske model og målinger faktisk er fra samme niveau under overfladen.

5.1 anbefalinger

På baggrund af ovenstående anbefales det at indhente følgende yderligere informationer:

- Strømmålerens konfiguration og behandlingen af målinger.
- Niveau under overfladen for resultater fra den hydrografiske model.

For at kunne lave en tilfredsstillende kobling mellem transporten af overløbsvand fra udløb og tilstanden ved badesteder, skal modellen ændres så der opnås en bedre beskrivelse af strømforholdene (evt. ved en forbedret beskrivelse af slusepraksis ved Sluseholmen). Det kan i forbindelse hermed være relevant at foretage yderligere strømmålinger til beskrivelse af strømningsprocesser som følge af lagdeling og 3-dimensionale effekter.

Bilag 3 Notat vedrørende badestedernes afstand til kloakoverløb

Bygge-, Parkerings- og Miljømyndighed
Teknik- og Miljøforvaltningen



Notat

Notat vedr. badsteders afstand til overløb

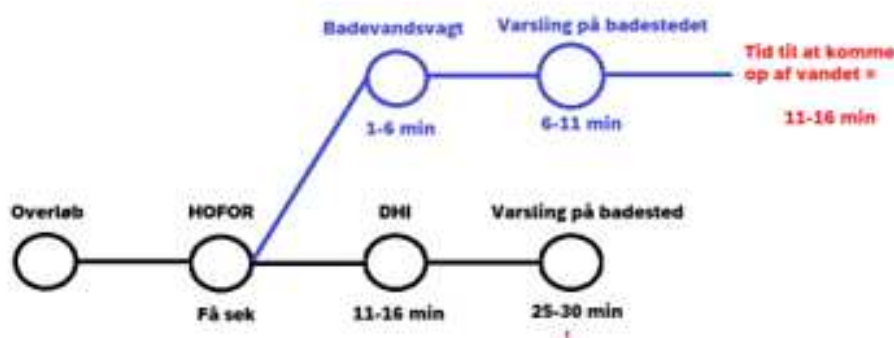
25. november 2020

Sagsnummer:
2020-0876918

Documentnummer:
2020-0876918-1

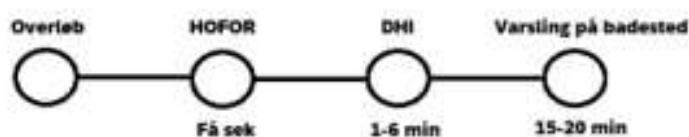
Introduktion

Før dette projekt svarede "tidlig varsling" til 25-30 min (max 16 min hos HOFOR og 14 min hos DHI):



Dvs. at systemet ikke selv kunne få de badende op inden bakteriefanen kom! (Svarer til 315 meter, inkl. 5 min til at komme op af vandet). Systemet var derfor afhængigt af badevandsvagterne, som kunne give de badende 11-16 min til at komme op af vandet ved badesteder der lå 200 meter fra overløb.

Dette projekt har lykket med at reducere varslingstiden med 10 min (svarende til 33-40 %). Varslingstiden (for tidlig varsling) i systemet er derfor nu 15-20 min, hvilket giver de badende 2-7 min at komme op af vandet ved badesteder placeret 200 m fra overløb:



Tid til at komme op af vandet =

2-7 min

Bygge-, Parkerings- og
Miljømyndighed
Vand og VVM
Njalsgade 13
Postboks 380
2300 København S

EAN-nummer:
5798009809452

Det betyder at vi kan nedlægge badevandsvagten, men det betyder desværre ikke, at badestederne kan placeres tættere på overløbene, **hvis** vi benytter "worst case" og de forudsætninger der ligger bag nuværende administrationspraksis.

Muligheder

Såfremt vi insisterer på at få badesteder tættere på overløbene end de 200 meter (der faktisk er ret godt) er der følgende muligheder (i ikke-prioriteret rækkefølge):

1. Vi kan lave vurderingen ud fra en anden strømhastighed (se bilag 1 der forklarer hvorfor vi har 15 cm/sek. som administrationsgrundlag til vurderingerne). (OBS. DHI mener ikke 15 cm/sek. er nok - vores eget ansvar - se evt. bilag 2)
 - a. 10 cm/sek. i stedet for 15, betyder (90-)120 m + tid til at komme op af vandet. Siger vi at den er 5 min betyder det at vi kan placere badesteder (120-)150 meter fra overløb. Denne løsning vil betyde en større risiko for, at de badende ikke når at blive varslet i tide.
2. Vi kan lave vurderingen ud fra et del-minuttal i stedet for "worst case".
 - a. Varslingstiden vil minimum være 5 min og max være 19 min (se illustration i bilag 3), men det vil være en normalfordelt kurve, hvilket betyder at langt de fleste varslinger vil ligge omkring gennemsnittet.
 - b. Dertil kan vi lave vurderingen forskellig, i forhold til overløbets størrelse. Således at afstanden er 200 meter fra store overløb og 180 meter fra mindre overløb.
3. Udvid badevandsvagtfunktionen med flere hoveder
 - a. Varsling vil i så fald ske indenfor 6-11 min. inkl. 5 min til at komme op af vandet (ved en strømhastighed på 15 cm/sek.), betyder det en afstand på (99-)144 meter. Denne løsning er økonomisk tung.
4. SMS fra HOFOR lukker badestedet (uden hensyntagen til strømretning).
 - a. DHI siger at det er teknisk muligt. 1-6 min (? Tjek med HOFOR) + 5 min til at komme op af vandet = 54-99 meter. Denne løsning vil betyde flere lukketimer, ingen kontrol, og

flere fejl-lukninger, da den ikke tager hensyn til strømretning.

Alternativt skal vi have sensorer i overløbsbygværkerne på banen igen. De blev pillet fra da det var den dårligste løsning, da By og Havn er imod, da det vil udløse fejlalarmer, da det vil komplicere systemet og fjerne noget gennemsigthed, som vi har forsøgt at etablere. Jo mere kompliceret system, jo mere kan gå galt og jo færre kan gennemskue det.

Hvis man skulle være lidt fræk, kunne man jo også skrive det på listen over muligheder, at man jo kunne forsøge at lukke nogle af overløbene. For hvert lukket overløb ville vi jo så vinde ca. 400 meter! Hvilket måske ville være mere rimeligt, end at gå på kompromis med sundhedssikkerheden... eller hygiejnisering (fx UV).

Pragmatisk forslag fra projektgruppen:

Vi vælger løsning 2 ovenfor (se bilag 3), hvilket betyder at administrationspraksis ændres **fra 200 m til 180 m**.

Hvilket betyder, at vi måske teoretisk* set, ikke kan nå at varsele i 5% (3% fra varslings tiden og ca. 2% fra strømha stighedstiden) af tiden.

Dette kunne vi imødegå ved at fastholde vores nuværende administration praksis på 200 m ved de meget store overløb, som fx Belvedere og Bernstorffgade (Bølgan).

***Teoretisk:** Fordi det er under antagelsen af, at der ikke er sikkerhed lagt ind i modellen (hvilket der er) og at overløb sker når der er folk i vandet, hvilket risikoen ikke er så stor for.

Dertil kunne man lave en forsøgsordning på punkt 4 ovenfor, nogle steder hvor der kun er få overløb om året. Generelt er overløbsfrekvensen ved at blive reduceret (tjek) og vi vinder noget lukningstid på at nedsætte sikkerhedsmargin. Punkt 4 er ikke undersøgt til bunds endnu, men er i proces.

Bilag 1

Strømhastighed i Havnen

Fra faktiske strømmålinger i Københavns Havn ved Islands Brygge havnebad, samt ved modelleringer, ser vi at strømmålingerne normalt ligger mellem 0-20 cm/sek.

Strøm: model mod måling

Strømmåling ved Islands Brygge

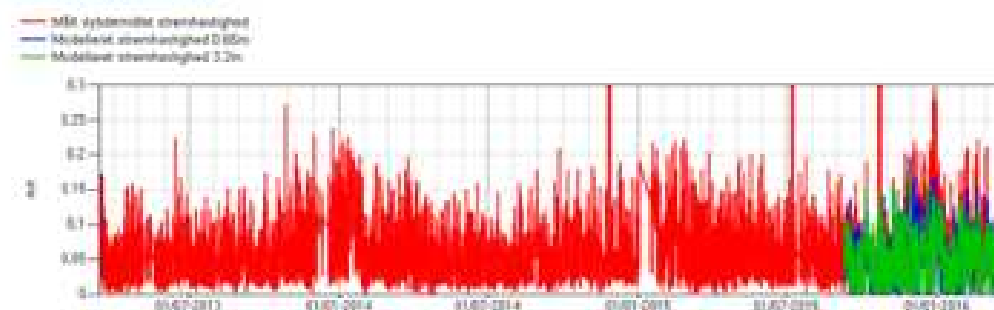


Fig. 1 Rød = faktiske strømmålinger ved Islands Brygge, Grøn og blå = modelleret.

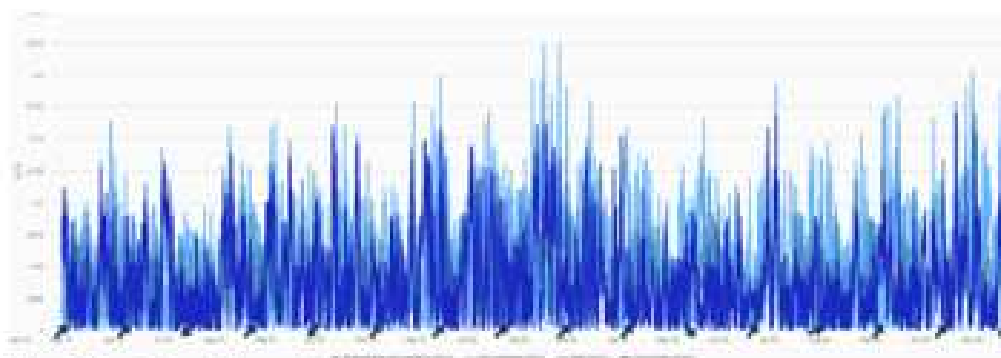


Fig. 2 Modelleret strømhastighed

Adm. praksis

Vi har på baggrund af ovenstående, brugt 15 cm/sek. til vores vurderinger. 15 cm/sek. ligger over gennemsnittet, men er ofte forekommende:

Strømning ved Islands Brygge

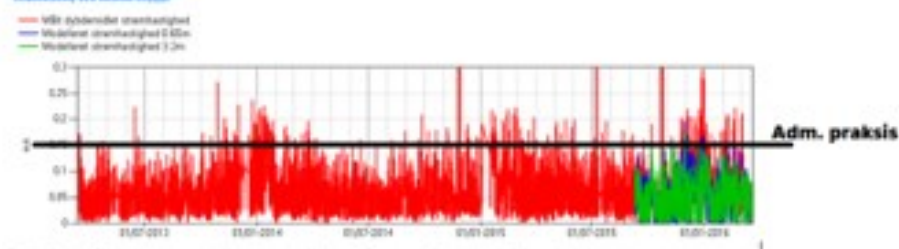


Fig. 1 Rød = faktiske strømmålinger ved Islands Brygge, Grøn og blå = modelleret.

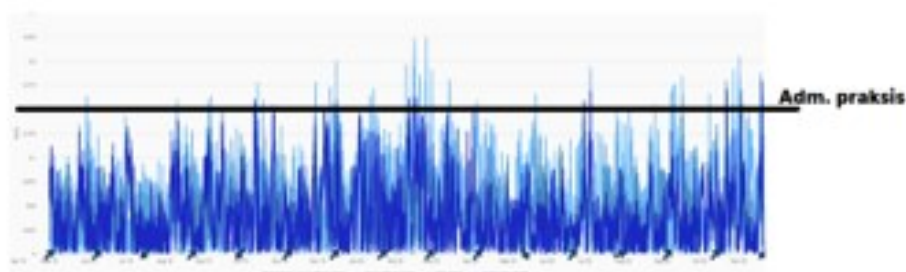


Fig. 2 Modelleret strømhastighed

De 15 cm/sek. ligger bag vores hidtidige administrationspraksis på de 200 meter (22 min) fra overløb til badested, som står i spildevandsplanen mv. Det er på denne måde, ikke alle hændelser som medtages, men det er begrænset til ganske få procent.

Eksempel

Eksempel med 10 cm/sek.:

Strømning ved Islands Brygge

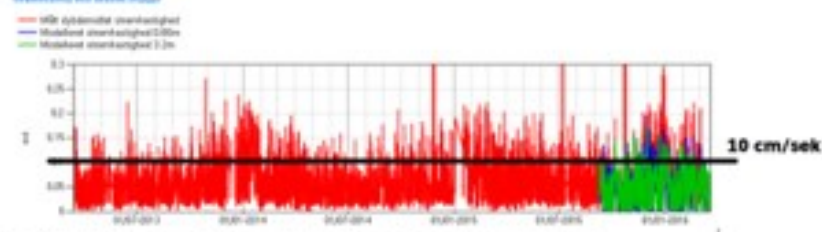


Fig. 1 Rød = faktiske strømmålinger ved Islands Brygge, Grøn og blå = modelleret.

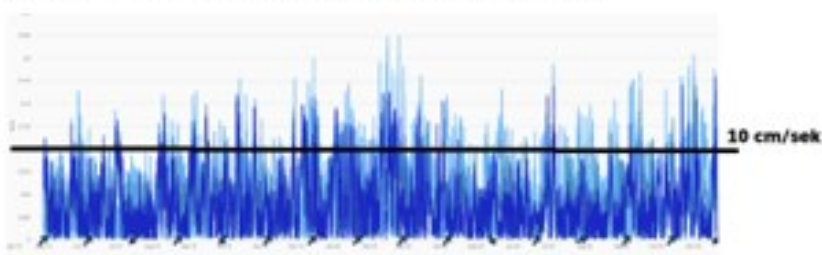


Fig. 2 Modelleret strømhastighed

Vand og VVM

6/11

Resultat: (90-)120 meter + 5 min til at komme op af vandet = (120-)150 m

Vand og VVM

7/11

Bilag 2

Mail til og fra DHI

Fra: Hanne Kaas <hka@dhigroup.com>

Sendt: 24. november 2020 18:16

Til: Louise Andersen <AG6P@kk.dk>

Emne: RE: Afstanden til nye badesteder

Hej Louise

Vi er nødt til at melde pas på de beregninger du/l har gang i mht. mht. afstande og tider for tidlig varsling. Hvorvidt I vil give styregruppe flere optioner, og om I vil anbefale at løse op, er jeres eget ansvar. Vi kan kun komme med anbefalinger, der er baseret på data.

En anden ting er, at vi undrer os over, at I pludselig synes at være parat til at gå totalt på kompromis med de badendes sundhedsmæssige sikkerhed. Det er jo imod hele konceptet bag at kunne varsle med en Badevandsudsigt. (Jeg ved at det er svært at have politikere som arbejdsgivere, men ...).

Ad 1. Vi har meddelt at meldetiden for den nye metode til tidlig varsling er 15-20 min. Vi kan ikke forsvare at regne med kortere tid. Med hensyn til strømshastighed kan vi heller ikke forsvare den hastighed du skriver uden at gennemføre beregninger og undersøge frekvensfordeling, for at finde ud af, hvor kort tid man kan risikere, der går før en forurening når frem til et badested. Umiddelbart – men rent slag på tasken og uden for citat – så vil vi tro, at de 15cm/sek. vil betyde, at I underestimerer hastigheden i en stor del af tilfældene (selvom I ligger over middel). Tilsvarende må de afstande I foreslår at operere med stå for egen regning.

Ad 2. nej det vil ikke gå hurtigere hvis vi undlader at tage hensyn til strømmen. Og hvis man ikke tager hensyn til modelstrøm, kan vi ikke anbefale andet end at anvende en max strøm – beregnet på grundlag af data

Ad 3. ja det er teknisk muligt at sende besked fra HOFOR til skiltene. Hvad det kræver og hvor hurtigt det går må I tale med HOFOR og de der leverer skiltene om

Ad 4. det kan vi ikke svare på – det må I spørge HOFOR om.

Desværre kan vi ikke støtte jer mere mht. styregruppens ønsker om at gå til grænsen og måske over i ft. sundheden.

//Hanne

From: Louise Andersen <AG6P@kk.dk>

Sent: 23. november 2020 14:12

To: Hanne Kaas <hka@dhigroup.com>

Subject: Afstanden til nye badesteder

Hej Hanne,

Ét af målene i dette projekt hed at kunne få badestederne tættere på overløb end det nuværende administrationspraksis på 200 meter.

Poul har skrevet at I kan nå at varsle på max 20 min. -altså den udenom modellen/den "tidlige varsling", hvor der kun kigges på strømretning.

20 min betyder at vi kan nedlægge Badevandsvagten, men det er desværre ikke nok i forhold til at vi vinder noget, i forhold til de 200 meter vi har i dag til overløb. Til de 20 min skal jo lægges tid til, så folk kan komme op af vandet inden fanen kommer.

Vores administrationsgrundlag på 200 meter, har vi holdt op imod en strømhastighed på 15 cm/sek., hvilket er over gennemsnittet, men ofte forekommende, så vidt jeg kan læse af strømhistorikken.

De 20 min. I kan varsle på + (kun) 2 min til at komme op af vandet på, giver de 200 meter.

Det er helt sikkert ikke godt nok for styregruppen. Så derfor spørger jeg om nedenstående, så jeg kan fremlægge andre muligheder for dem, eller så jeg i hvert tilfælde kan sige, at alle muligheder er vendt.

- 1) hvor meget elastik har I indlagt i de 20 min? (hvert et minut tæller, og så må jeg fortælle styregruppen at de kan påtage sig ansvaret for "elastikken"/risikoen) og sætte tiden ned.
- 2) ville det gå hurtigere, hvis I ikke skal holde data fra HOFOR op imod strømretningen?
- 3) er det teknisk muligt at beskeden fra HOFOR kan sendes direkte til varslingsskiltet og få det til at ændre farven -altså udenom jer?
- 4) er det muligt at beskeden der sendes til HOFOR fra overløbet, kan sendes direkte til skiltet og ændre farven?

Jeg ved godt at disse forslag vil forhøje risikoen for fejl/syge badegæster, eller øge antallet af lukketimer på badestederne, men det må styregruppen jo vurdere om de kan leve med!

Kan I i stedet varsle på 15 min (135 m) + 5 min til at komme op af vandet på, så kan vi lave et nyt adm. praksis på 180 m., hvilket jeg bedre vil kunne sælge til Styregruppen.

Håber ovenstående er forståeligt ☺

Bilag 3

Varslingstid

DHI skriver:

Vores egen indlæsning af HOFORS data tager 1-3 min. og vores Early Warning check vedr. Bølgen med evt. opdatering af vores API som følge af overløb afvikles pr. 5 min.

Med en opdateret API, så vil app og hjemmeside reflekterer et evt. Early Warning RØDT flag på Bølgen.

Parallelt med ovennævnte, så afvikles også pr. 5 min. programmet, der skal udsende e-mail/SMS til diverse badevandsansvarlige.

Alle medgående steps inkl. HOFORS 6 min. for fremsendelse af overløbsdata til DHI er/kan fra tid til anden være genstand for forsinkelser, derfor intervallet på 15-20 min.!

Ud af ovenstående konkluderer vi at varslings tiden vil minimum være 5 min og max være 19 min.:

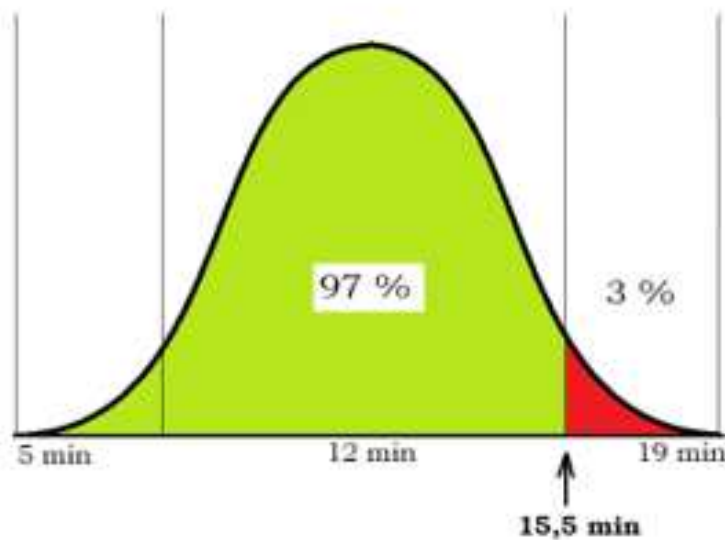
	Minimum	Maksimum
Overløb - HOFOR til DHI	2	6
Indlæsning af data	1	3
Check	1	5
Udsendelse	1	5
Total	5 min	19 min

Men tiderne vil være normalfordelt, da de 4 trin er uafhængige af hinanden (Det kan godt tage 6 min inden DHI har HOFORS data, men tage DHI 1 min at indlæse data osv.):

Illustration/skitse over normalfordelingen af varslings tiden.

Vand og VVM

11/11



Det betyder at hvis man tager 15,5 min, som svarer til 184,5 meter (hvis man ligger 5 min til, til at komme op af vandet) ved en strømhastighed på 15 cm/sek, så får man 97% af alle varslingerne med.

Med andre ord ville man i 3 % teoretisk* ikke kunne nå at varsle i tide (eksklusiv de få procenter der allerede er taget fra strømhastigheden).

***Teoretisk:** Fordi det er under antagelsen af, at der ikke er sikkerhed lagt ind i modellen (hvilket der er) og at overløb sker når der er folk i vandet, hvilket risikoen ikke er så stor for.

Bilag 4 DHI's rapport



+

Badevandsudsigten

Teknisk beskrivelse af Badevandsudsigstens service
til Københavns Kommune



Københavns Kommune

Rapport

Januar 2021

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**

Badevandsudsigten

Teknisk beskrivelse af Badevandsudsigstens service til Københavns Kommune

Projekt	Badevandsudsigten
DHI Projektref.	11825934
Projektleder	Hanne Kaas
Kvalitetsansvarlig	Mai-Britt Kronborg

Emne:	Teknisk beskrivelse af Badevandsudsigstens service til Københavns Kommune
Klassifikation	Fortrolig

Version	forfattere	Dato
V1	Hanne Kaas, Mai-Britt Kronborg, Poul Hammer, Florence Cuttat	14. januar 2021

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning.....	1
2	Badevandsudsigten – et overblik.....	1
3	Badevandsudsigtens modeller	3
3.1	Badevandsmodellen	3
3.1.1	Model-moduler	4
3.1.2	Modellens udstrækning og opløsning	4
3.2	Harrestrup Å modellen	6
3.3	Bakterie-koncentrationer	8
4	Eksterne input-data.....	8
4.1	Meteorologiske data.....	8
4.2	Randdata for havet	9
4.3	Spildevandsdata.....	9
4.4	Regnvand	10
5	Operationel afvikling af modellerne.....	10
5.1	Operationel kørsel af Harrestrup Å modellen	10
5.2	Operationel kørsel af Badevandsmodellen	11
5.2.1	Standard daglige kørsler.....	11
5.2.2	Overløbskørsler.....	11
6	Varsling.....	11
6.1	Badestedene.....	11
6.2	Flag-sætning på hjemmeside og APP	13
6.3	Flagfarve-statistik.....	13
6.4	Tidlig varsling	13
6.4.1	Proceduren for tidlig varsling	14
7	Kommunikation af varslinger	15
7.1	Offentlig tilgængelig hjemmeside og APP	15
7.2	Interne SMS/email	15
7.3	Admin hjemmeside til internt brug.....	16
8	Evaluerings.....	16
9	Vandvagten.....	16
10	Event-varsling	17

The expert in WATER ENVIRONMENTS



FIGURER

Figur 1	Oversigt over Badevandsudsigtsens elementer og data-flow, som understøtter servicen til Københavns Kommune.	3
Figur 2	KBH Badevandsmodellens domæne = vandområde, der dækkes af modellen. Grå områder er land. Lyseblå områder er omkringliggende vandområder (randområder). Batymetrien angiver dybdeforholdene.	4
Figur 3	Gridnettet i forskellige dele af modelområdet. Signaturforklaringen for batymetrien er den samme som i Figur 2. I venstre kolonne ses øverst hele modelområdets gridnet og nedenunder modelområde i Øresund – øverst Strandmøllebugten og nederst området ud for Amager (Amager Strandparken). I højre kolonne ses udsnit af havnen fra nord (øverste) til syd (med Kalveboderne). Figurene kan ses i større udgave i Bilag A.	6
Figur 4	Å-strækningen som indgår i modellen. Markeringerne på venstre figur angiver lokaliseringen af de 35 overløb til åen. Markeringerne på højre figur angiver lokaliseringen af regnvandsudløbene.	7
Figur 5	Lokalisering af de 86 spildevandsudløb som er inkluderet i modelleringen af badevandskvaliteten ved København Kommune strande og havnebade.	10
Figur 6	Lokalisering af København Kommune badestrande og havnebade. Klip fra hjemmesiden badevand.dk. Flag er snapshot fra 13. januar 2021.	12

TABELLER

Tabel 1	Nye strukturer i havnen som er implementeret i KBH-modellen i 2020.	6
Tabel 2	Bakterie-koncentrationer som anvendes som kildestyrker for de forskellige spildevandskilder.	8
Tabel 3	Lokalisering af Københavns Kommunes 13 badesteder.	12
Tabel 4	Oversigt over hvilke overløb der udløser "Tidlig varsling"s proceduren for de enkelte badesteder. I højre kolonne er angivet ved hvilken position (dvs. ved hvilket badested) strømforholdene vurderes. Overløb markeret med rødt giver anledning til "Tidlig varsling" uanset strømretning.	15

BILAG

BILAG A – Badevandsmodellens gridnet

BILAG B – KBH spildevandskilder

Data fra HOFOR og BIOFOS

BILAG B – Tidlig varsling

Uden modellering

1 Indledning

Københavns kommune har siden 2002 abonneret på DHI's service Badevandsudsigten. Badevandsudsigten leverer daglige varslinger om den hygiejniske badevandskvalitet samt vejr- og vand-forhold for Kommunens badesteder. Varslingerne offentliggøres Badevandsudsigts hjemmeside <http://badevand.dk> og på den tilhørende APP (badevand, android, iOS). Detaljer om varslingerne publiceres på København Kommunes Admin hjemmeside, som har begrænset adgang og kræver login.

Gennem årene er servicen løbende revideret som opfølgning på ændrede fysiske forhold (batymetri, kystprofil), ændringer i udløb af spildevand, og tilføjelse af nye badesteder mm. Herudover er der også sket IT-tekniske optimeringer for at sikre, at servicen udnytter udviklingen i software mm. og adgang til hurtigere computere.

I 2020 har Københavns kommune besluttet at gennemgå og revidere hele badevandsforvaltningen i Kommunen for at sikre, at den sker økonomisk og teknisk optimalt. Et element af dette arbejde har været at gennemgå Badevandsudsigts service til Københavns Kommune og undersøge muligheder for opdateringer. Et andet element har været at beskrive/dokumentere den opdaterede Badevandsudsigts service.

Dette dokument giver en teknisk beskrivelse af den opdaterede Badevandsudsigts service for Kommunens badesteder; herunder den tekniske del (maskinrummet) og input og output data, og publikations platforme.

2 Badevandsudsigten – et overblik

Badevandsudsigten er en abonnementsservice, som samlet set dækker mange badesteder i flere kommuner.

Formålet med Badevandsudsigten er at varsle badende så tidligt som muligt om der er risiko for dårlig hygiejnisk badevandskvalitet som følge af forureninger med fækale bakterier, da fækale bakterier udgør en sundhedsrisiko. De fækale bakterier stammer hovedsageligt fra spildevand. Det kan være rensat spildevand eller overløb af urensat spildevand. I særlige tilfælde kan overfladeafstrømning af regnvand fra veje og marker også påvirke badevandskvaliteten med fækale bakterier fra dyr. I Danmark er den væsentligste årsag til dårlig badevandskvalitet overløb. Renset spildevand fra renseanlæggene kan dog også under særlige forhold forurene vandet.

Traditionelt – og ifølge badevandsbekendtgørelsen – bestemmes badevandskvaliteten ved at tage vandprøver og analysere dem i et laboratorium for de 2 bakterier *Escherichia coli* (*E. coli*) og intestinale enterokokker, der er indikatorer for fækale forureninger. Laboratorieanalysen tager normalt 48-72 timer, og det er derfor ikke en metode, der giver mulighed for at varsle om vandkvaliteten her og nu.

Badevandsudsigten udnytter information om, hvor meget spildevand der udledes til havområdet omkring badestedene, til at beregne en prognose for koncentrationen af indikatorbakterier. Som minimum opdateres prognosen 2 gange i døgnet (svarende til frekvensen af nye vejrudsigter, som også er et væsentligt input til varslingssystemet. Det gælder for dage, hvor der ikke sker overløb. Prognosen gælder perioden fra og med dagen og 3 dage frem (dvs. i alt 4 dage).

Hvis der sker overløb, beregner varslingssystemet ekstra prognoser, så en forurening som standard er varslet ¾ -2 timer efter det første overløb er startet. Hvor lang tid, der går afhænger af opsætningen af Badevandsudsigts varslingssystem for det specifikke

The expert in WATER ENVIRONMENTS



varslingsområde. Mens der er overløb, opdateres prognosen for dagen så længe, der stadig er overløb. Så snart en beregning er afsluttet startes en ny beregning, så prognosen løbende opdateres baseret på data om udviklingen af overløbet/overløbene. Når overløbet/overløbene er slut, beregnes en fuld prognose på 4 dage.

Nogle abonnenter (herunder Københavns Kommune) har udvidet deres service med særlige individuelle procedurer til at give hurtigere varslinger, som ikke er baseret på beregnede prognoser.

Beregningen af prognoserne sker med en af Badevandsudsigten Badevandsmodeller, der består af 2 matematiske simuleringsmoduler. Et hydrodynamisk modul beregner vandforholdene i vandområdet. Denne model 'fodres' med data om de omkringliggende vandområder (såkaldte randdata) og med meteorologiske data som lufttemperatur og vindretning og -hastighed.

Fra den hydrodynamiske beregning er især data om vandets bevægelser (strøm og blanding) og vandets temperatur og saltholdighed vigtige for den anden model i systemet, et bakteriemodul, som beregner hvordan bakterierne føres rundt i vandet, fortyndes på vejen og dør ud. Udover de hydrodynamiske data, er data om solindstrålingen meget væsentlige, da indstrålingen er afgørende for, hvor hurtigt bakterier dør ud.

Hver gang en prognose er beregnet – uanset om det er for dagen under overløb eller en fuld 4-dages prognose – publiceres resultaterne på Badevandsudsigtsens medieplatforme. Offentligheden får meldinger på APP og hjemmeside. Her angives badevandskvaliteten med flag, der er røde (badning frarådes) eller grønne (ingen kendt risiko for forurening).

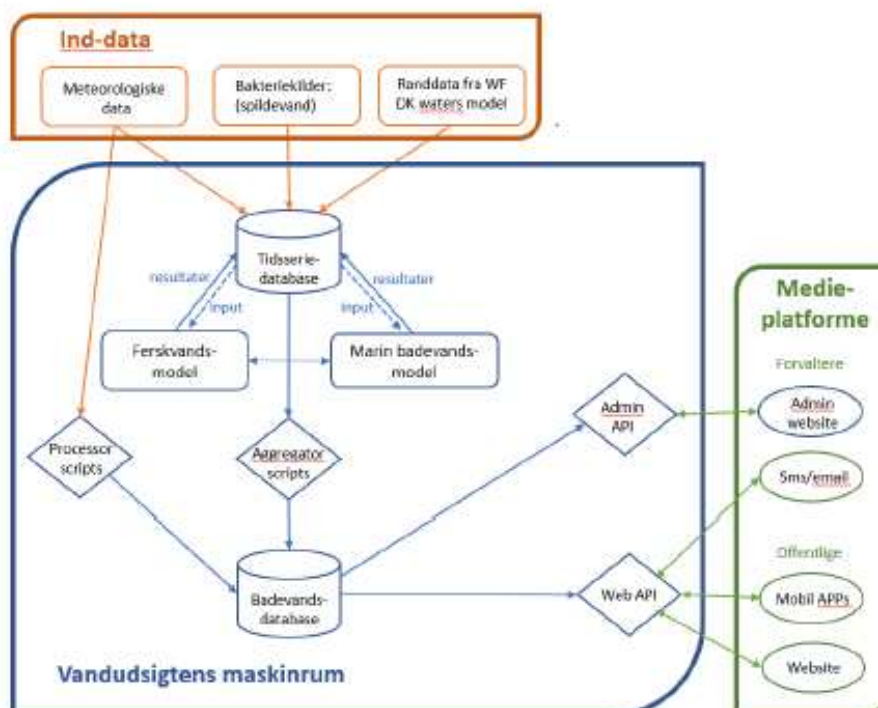
Badevandsforvalterne kan på et internt login-beskyttet Admin hjemmeside ændre modelberegningens flagsætning. Denne manuelle flagsætning har yderligere 2 flagfarver til rådighed; gule og grå. Gule flag anvendes i situationer, hvor der er mistanke om dårlig badevandskvalitet uanset beregningsmodellen ikke sætter røde flag. Årsagen kan være risiko for forekomst af giftige alger, risiko for kemikaliefurening, osv. Grå flag anvendes, når fx havnebade lukkes i dele af året. Badevandsforvalterne kan også sætte røde flag, hvis de ved der er sket forureninger som ikke er rapporteret med data til Badevandsudsigten eller der er en kendt opblomstring af giftige alger. Tilsvarende røde flag ændres til grønne, fx hvis der er kendte fejl i de indrapporterede spildevandsdata.

Nogle badevandsforvaltere abonnerer på en udvidet Admin hjemmeside, hvor det er muligt at se videoer, der viser hvordan forureninger breder sig og udvikles med tiden. Derudover vises tidsserier for de spildevandsdata Badevandsudsigten har modtaget og tidsserier for koncentrationerne af de 2 indikatorbakterier ved badestedene. Data fra udlagte sensorer, fx strømmålere, kan også vises.

Figur 1 giver en oversigt over den del af Badevandsudsigtsystemet, der leverer tjenesteydelsen til Kommunen; de overordnede elementer og vejen fra ind-data over Badevandsudsigten maskinrum til varslingen af prognoser på udsigtens medie-platforme.

Ovenstående giver en generel beskrivelse af Badevandsudsigten. I det følgende beskrives specifikt Københavns Kommunes service med tekniske detaljer om systemet.

The expert in WATER ENVIRONMENTS



Figur 1 Oversigt over Badevandsudsigtens elementer og data-flow, som understøtter servicen til Københavns Kommune.

3 Badevandsudsigtens modeller

De centrale elementer i Badevandsudsigtens service til Københavns Kommune er varslingsystemets 2 modeller: Badevandsmodellen, der giver den endelige prognoseberegning af badevandskvaliteten ved Kommunens strande og havnebade – også kaldet KBH-modellen – og Harrestrup Å modellen, der beregner, hvor meget vand og hvor mange fækale indikatorbakterier, der udledes fra Harrestrup Å.

Badevandsmodellen er opsat med DHI's MIKE 3 FM software og giver en dynamisk 3D beskrivelse af havet omkring København og de Københavnske badesteder.

Harrestrup Å modellen er opsat med DHI's MIKE 11 software og giver en dynamisk 1D beskrivelse af vandmiljøet i åen fra Fæstningskanalen til dens udløb i Kalveboderne.

3.1 Badevandsmodellen

Badevandsmodellen beregner skæbnen af de bakterier der aktuelt udledes med spildevandet, hvordan bakterierne føres rundt af strømmen, blandes med saltvandet (fortyndes), nedbrydes af sollyset og dør ud. Udviklingen beskrives i løbet af en prognoseperiode på 4 dage (i dag og 3 dage frem).

The expert in WATER ENVIRONMENTS



3.1.1 Model-moduler

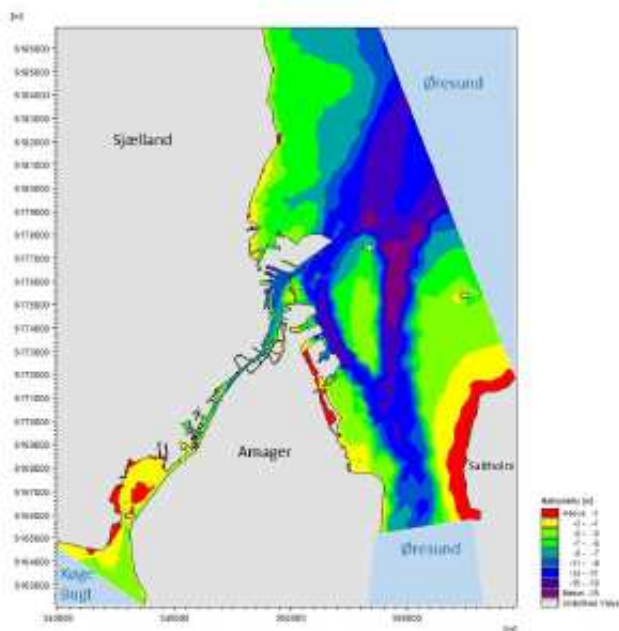
Badevandsmodellen omfatter 2 moduler; et hydrodynamisk modul og et bakteriemodul. Tilsammen beskriver de 2 moduler vandforholdene (strøm, vandtemperatur, salinitet) og hvordan bakterierne føres rundt i vandet, fortyndes og dør ud.

Det hydrodynamiske modul er opsat som en klassisk MIKE 3 FM model med matematiske formuleringer af de fysiske love for marine vandområder.

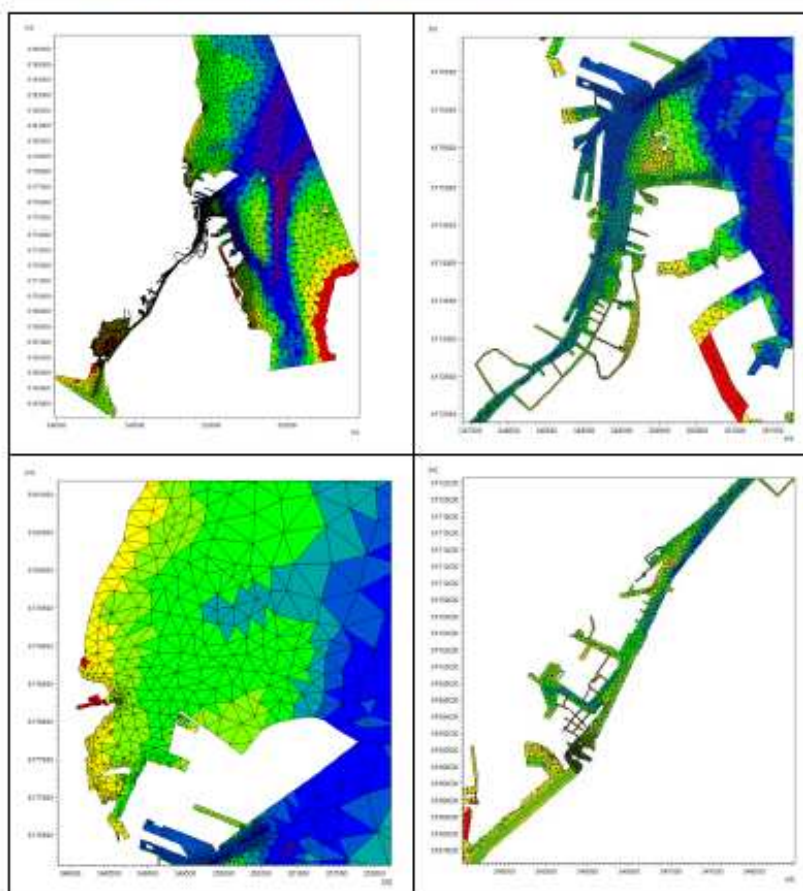
Det bakteriologiske modul er baseret på DHIs ECO Lab template for fækale indikatorbakterier. Det består af matematiske formler som beregner, hvordan de fysiske forhold påvirker overlevelsen af henholdsvis *E. coli* og intestinale enterokokker. De fysiske forhold der primært har indflydelse på bakterierne er solindstråling, vandtemperatur og vandets saltholdighed. Den væsentligste forskel mellem de 2 typer bakterier er, at de intestinale enterokokker ikke henfalder i mørke, og at de af den grund overlever længere. I realiteten betyder det dog ikke, at det nødvendigvis er enterokokker, der påvirker badevandet længst efter et overløb, da koncentrationen af *E. coli* typisk højere end enterokok-koncentrationen i spildevandet.

3.1.2 Modellens udstrækning og opløsning

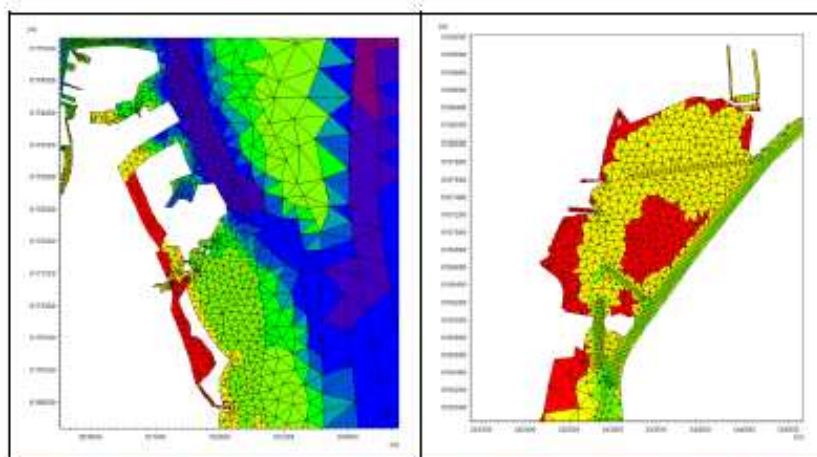
KBH Badevandsmodellens geografiske udstrækning er vist på Figur 2.



Modellen er opdelt i beregningsceller. I det vertikale plan har modellen 5 lige tykke lag. Da vanddybden varierer, betyder det, at tykkelsen af de enkelte lag svinger fra 10 cm ved kysterne, hvor vanddybden er 0,5 m til 3 m i den dybe del af Øresund. I det horisontale plan er lagene opdelt i et gridnet af trekanter, hvor gridcellerne er mindre ved kysterne, hvor badestederne ligger og større i de åbne dybere dele af vandområdet. Figur 3 viser detaljer om gridnettet i forskellige dele af modelområdet.



The expert in WATER ENVIRONMENTS



Figur 3 Gridnettet i forskellige dele af modelområdet. Signaturforklaringen for batymetrien er den samme som i Figur 2. I venste kolonne ses øverst hele modelområdets gridnet og nedenunder modelområde i Øresund – øverst Strandmøllebugten og nederst området ud for Amager (Amager Strandparken). I højre kolonne ses udsnit af havnen fra nord (øverste) til syd (med Kalveboderne). Figurene kan ses i større udgave i Bilag A.

Udformningen af havneområdet og dermed hele gridnettet er senest opdateret i 2020, hvor en række nye udformninger af havneområdet er indbygget i modellen (se Tabel 1).

Tabel 1 Nye strukturer i havnen som er implementeret i KBH-modellen i 2020.

Placering	Beskrivelse
Sluseholmen syd	Nye kanaler ved Lone Kellersvej
Teglholmen	Nye kanaler ved på Teglholmen / Sydhavnen Skole
Kulvej, Frederiksholmsløbet	Mindre ændringer af bassin
Udbygning Enghave Brygge	Smalere havneløb ved Enghave Brygge
Kanal ved Nordhavn	Kanal ved Redmolen / Murmanskgade
Ny Ø i Nordhavn	Ny Ø ved Sundmolen / Sundkaj
Øresund	Middelgrundsfortet
Øresund	Flakfortet

3.2 Harrestrup å modellen

Formålet med Harrestrup å modelleringen er at bestemme, hvor meget spildevand, der udlødes fra åen til Kalveboderne, og hvor mange bakterier, der er i vandet. Harrestrup å modellen dækker åen fra Fæstningskanalen til udløbet i Kalveboderne; i alt 8,9 km. Modellen består derfor af 2 moduler; et modul der simulerer vandføringen og vandtemperaturen (og andre fysiske parametre) i åen, og et bakteriemodul, som beregner fortynding og nedbrydning af de fæske bakterier *E. coli* og intestinale enterokokker, der er i spildevandet. Bakteriemodulet er identisk med Badevandsmodellens bakteriemodul.

Modellen omfatter i alt 35 overløb, der er lokaliseret langs hele åen (se Figur 4 tv). Overløbsdata leveres HOFOR (KBH+Hvidovre; se afsnit 4.3).

The expert in WATER ENVIRONMENTS

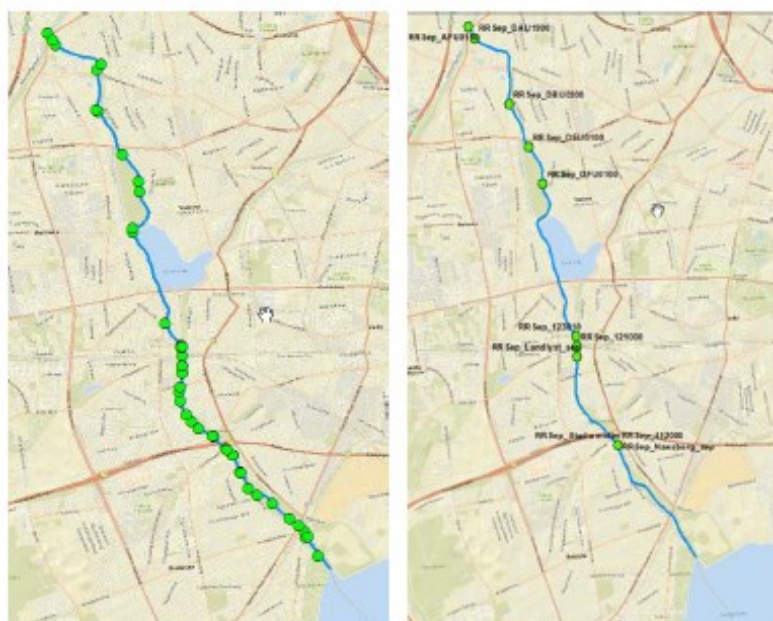


Desuden inkluderer modellen beregning af afstrømning af regnvand fra land med indbygget en NAM Nedbør Afstrømnings Model. Nedbørsdata leveres af StormGeo. Regnvandet udledes 11 steder langs åen (Figur 4 th).

Den nordlige rand for modellen bestemmes af bestemmes af målinger af vandføringen og temperaturen ved den hydrometriske målestation 53.10 (Q, m³/s) ved Fæstningskanalen. De nyeste data hentes automatisk fra Hydrometri-databasen (www.hydrometri.dk) inden hver modelkørsel.

Ved den sydlige rand mod Kalveboderne vil udløb fra åen påvirkes af eventuel opstemning af vand i Kalveboderne. Derfor anvendes data om vandstand fra den seneste kørsel af Badevandsmodellen i beregningen af åens vandføring til Kalveboderne. Vandføringen og de tilhørende modellerede bakteriekoncentrationer er ind-data til Badevandsmodellen.

Andre ind-data til modellen er meteorologiske StormGeo data som lufttemperatur, vindhastighed og -retning, nedbør og solindstråling, der automatisk hentes i tidsseriedatabase (Figur 1) i forbindelse med model-kørsel.



Figur 4 Å-strækningen som indgår i modellen. Markeringerne på venstre figur angiver lokaliseringen af de 35 overløb til åen. Markeringerne på højre figur angiver lokaliseringen af regnvandsudløbene.

Modellen er senest opdateret i 2020. Opdateringen af den fysiske udformning skete på grundlag af arbejde udført af wsp-Orbicon i andet projekt for København Kommune, som leverede data om å-tværsnit og rørlægninger af åen. Opdateringen af det bakteriologiske modul skete på grundlag af et mere end 1 år langt prøvetagningsprogram, der målte bakteriekoncentrationer ned gennem åen. Samtidig blev modellen opdateret med nyere model-tekniske udviklinger fra DHI.

3.3 Bakterie-koncentrationer

Der findes ikke metoder til at foretage løbende analyser af koncentrationen af indikatorbakterierne i spildevandet. Derfor er de bakteriekoncentrationer der anvendes i varslingsystemet, erfaringstal byggende på målinger af danske forsyninger (især Københavnske) og litteraturværdier.

De anvendte koncentrationer i de forskellige spildevandskilder fremgår af Tabel 2.

Tabel 2 Bakterie-koncentrationer som anvendes som kildestyrker for de forskellige spildevandskilder

Kilde	Koncentration af E. coli	Koncentration af intestinale enterokokker
Renset spildevand	75.000 pr 100 ml	14.800 pr 100 ml
Bypass vand	2.300.000 pr 100 ml	391.000 pr 100 ml
Overløb	1.000.000 pr. 100 ml	170.000 pr 100 ml
Regnvandsudløb	5.000 pr 100 ml	3.000 pr 100 ml

Specielt med hensyn til Harrestrup Å modellen er bakteriekoncentrationen ved den nordlige rand ved Fæstningskanalen beregnet dynamisk som funktion af vandføringen ved randen. Funktionen er etableret på basis af data for vandføringen (Q) og bakteriekoncentrationer målt af Kommunen i 2019-2020. Der er fastlagt en nedre grænse for bakteriekoncentrationerne på 1200 E. coli og 130 enterokokker pr 100 ml.

Bakteriekoncentrationerne i spildevandskilderne er konstante, uanset bakteriekoncentrationerne reelt er varierende over tiden, men der er ikke tilstrækkelig viden til at beskrive denne variation, og modelleringen tager derfor ikke højde for dette.

4 Eksterne input-data

For at beregne prognoser for koncentrationen af fækale bakterier ved Københavns badesteder skal der skaffes ind-data om vejrprognoser, randprognoser for omkringliggende havområder og aktuelle data om hvor, hvornår, hvor længe der udledes spildevand, der kan påvirke badevandskvaliteten.

4.1 Meteorologiske data

Meteorologiske data (inklusive solindstråling) til at køre Vandudsigtsmodellen for randområderne og Badevandsmodellen købes af StormGeo. StormGeo leverer vejrprognoser to gange i døgnet i tidsrummene 7-10 og 19-22. Leverancen sker løbende igennem tidsrummene. Data omfatter vinddata, trykdata, lufttemperatur, luftfugtighed, skydække og solindstråling. Derudover leverer StormGeo også de vejrikoner, der vises på badevand.dk og i BadevandsAPP.

The expert in WATER ENVIRONMENTS



4.2 Randdata for havet

For at simulere de hydrodynamiske forhold i den københavnske badevandsmodel er det nødvendigt at have data fra de omkringliggende havområder - såkaldte randdata.

Hydrodynamiske prognoser for de hydrodynamiske forhold i de omkringliggende havområder leveres af DHI's Vandudsigtservice. Vandudsigten simulerer vandforholdene i de indre danske farvande to gange i døgnet, i forbindelse med at der modtages vejrpogninger fra StormGeo.

Vandudsigtsmodellen er opsat med DHI's MIKE 3 FM software og giver en 3D beskrivelse af de hydrodynamiske forhold i de indre danske farvande i en høj tidslig opløsning (minutter) på dagen og 5 dage frem.

4.3 Spildevandsdata

Data for spildevandstilførslerne er alle aktuelle data. Der beregnes ikke prognoser for spildevandstilførslen.

Københavnske spildevandsdata leveres af HOFOR og BIOFOS.

HOFOR leverer data for 81 kilder, som udleder langs kysten ved Amager Strandpark, Svanemøllebugten og nord på, samt til Københavns Havn, til Kalveboderne og til Harrestrup Å (35 af kilderne). Data repræsenterer 5 minutter gennemsnit. Tilsvarende leveres der data til varslingssystemet med 5 minutters mellemrum. HOFOR har på vegne af Københavns Kommune ansvar for kvaliteten af de data, der sendes.

BIOFOS leverer data for 5 punktkilder, dels nedoverløb fra renseanlægget Lynetten på Amagers nordøst kyst, dels 4 kilder på åbent vand ud for den nordlige havnemunding. De sidste omfatter to kontinuerte udløb af rensat spildevand fra henholdsvis Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhus Åens rensede spildevand og de to kilders bypass udledninger. Tilsvarende leveres der data til varslingssystemet med 15 minutters mellemrum. BIOFOS har på vegne af Københavns Kommune ansvar for kvaliteten af de data, der sendes.

Lokaliseringen af de københavnske kilder er vist på Figur 5 og bilag B indeholder tabel med alle kildenavne, tagnavne og lokaliteter.

Udover de københavnske spildevandskilder indgår data om NOVAFOS-kilder i Gentofte Kommune i modelleringen af hensyn til varslingen for Svanemøllebugten.



Figur 5 Lokalisering af de 88 spildevandsudløb som er inkluderet i modelleringen af badevandskvaliteten ved København Kommune strande og havnebade.

4.4 Regnvand

Badevandsmodellen inkluderer ikke regnvandsudløb. Harrestrup Å modellen omfatter som tidligere beskrevet oplandsmodellering af regnvandsbetinget overfladeafstrømning.

5 Operationel afvikling af modellerne

5.1 Operationel kørsel af Harrestrup Å modellen

Varslingssystemet er konfigureret til at gennemføre en modellering 4 gange om dagen. Processen er

1. Ind-data samles fra tidsseriedatabasen og fra den eksterne hydrometri-database
2. Kørsel af kombineret NAM/HD modul
3. Kørsel af kombineret HD/Bakteriemodel

I forbindelse med afslutning hvert trin sker der en behandling af data, så de er brugbare for næste led i kæden. Næste led efter trin 3 er Badevandsmodellen, som Harrestrup Å modelresultater er input til.

5.2 Operationel kørsel af Badevandsmodellen

5.2.1 Standard daglige kørsler

Processen for de to daglige kørsler er:

1. Badevandsudsigten modtager vejrdata fra StormGeo. Data sendes løbende indtil der er sendt en prognose for 5 dage.
2. Så snart der er meteorologiske data for 12 timer, starter Vandudsigten model for indre danske farvande
3. Når der foreligger en prognoseperiode på 12 timer fra Vandudsigten, starter Badevandsmodellen. Udover randdata fra trin 2 anvender modellen data fra seneste kørsel med Harrestrup Å modellen, og udløbsdata modtaget siden sidste standard-kørsel
4. Modelleringen fortsætter til der er modelleret en prognose periode på 4 dage.
5. Samtidig ekstraheres data for alle badeheds-gridceller fra modelresultaterne og lagres i tidsseriedatabasen

Næste led efter modelleringen med Badevandsmodellen er efterbehandling af data, så de er klar til varsling. Denne proces er nærmere beskrevet i kapitel 6.

5.2.2 Overløbskørsler

Hvis der sker overløb, beregner varslingssystemet som nævnt i kapitel 2 ekstra prognoser, så en forurening er varslet senest 45 min-1½ time efter det første overløb er startet. Hvor lang tid, der går afhænger af, om overløbet og opdateringen af prognosen sker tidligt på dagen (1½ time) eller senere på dagen (45 min). Mens der er overløb, opdateres prognosen for dagen baseret på data om udviklingen af overløbet/overløbene. Så snart en beregning er afsluttet startes en ny beregning af de første 24 timer af prognosen, samtidig med at varslingen på hjemmeside og APP opdateres løbende.

Når overløbet/overløbene er slut, beregnes en fuld prognose på 4 dage, som giver input til opdatering af hele prognosen på hjemmesiden og APPen.

6 Varsling

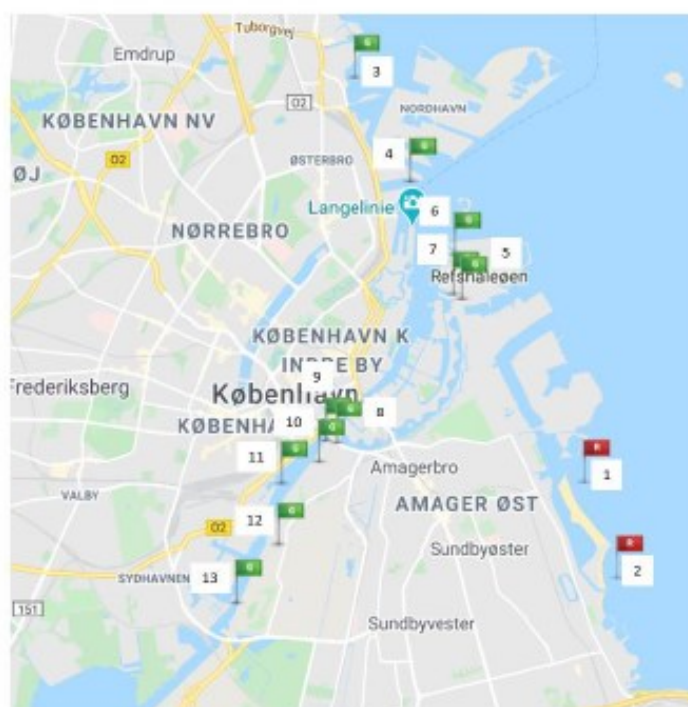
6.1 Badestederne

Badevandsudsigten varsler badevandskvaliteten for 13 badesteder; heraf 3 strande (nr. 1-3), og 10 havnebade/badezoner.

For hvert badested er der identificeret 4 gridceller som repræsenterer badestedets udstrækning eller på anden måde udspænder det vandområde, der er repræsentativt for badevandet på badestedet. For en strand består de 4 punkter af et oenterpunkt (hvor flaget står), et punkt i hver ende af stranden og et punkt 1-2 gridceller ude fra kysten.

Tabel 3 Lokalisering af Københavns Kommunes 13 badesteder.

Nr. på Figur 6	
1	Amager Strandpark Nord
2	Amager Strandpark Syd
3	Stranden i Svanemøllebugten
4	Sandkaj Badezone
5	Halvandet Badezone
6	Søndre Refshalebassin
7	Badezone Banchina
8	Havnebadet Islandsbrygge
9	Badezonen Bølgen
10	Halvdansgade Badezone
11	Havnebadet Fisketorvet
12	Havneviggen
13	Havnebadet Sluseholmen



Figur 6 Lokalisering af København Kommune badestrande og havnebade. Klip fra hjemmesiden badevand.dk. Flag er snapshot fra 13. januar 2021.

6.2 Flag-sætning på hjemmeside og APP

Basis for flagsætningen er grænseværdierne for god badevandskvalitet på henholdsvis 500 *E. coli* og 200 intestinale enterokokker pr. 100 ml badevand. Ved overskridelser af en af disse eller begge frarådes badning ved varsling med rødt flag.

Proceduren for bestemmelse af flagfarver for dag 1 i prognosen på hjemmeside og APP er:

1. For hver af de 4 gridceller pr. badested ekstraheres fra Badevandsmodellen resultatfil og gemmes i Badevandsudsigtsens tidsseriedatabase
2. For hvert tidsskridt og badested udvælges den højeste af de 4 værdier. Denne værdi anvendes til at bestemme flagfarven for det givne tidsskridt
3. For den tidsserie som dannes ved trin 2 bestemmes den/de perioder inden for et døgn, hvor koncentrationen af en eller begge indikatorbakterier overskrider grænseværdierne. Som en sikkerhedsmargin udvides perioden med 7 timer før og 7 timer efter. Flag farven tjekkes hver 5 minut.
4. For det samlede tidsrum sættes der rødt flag på hjemmeside og APP

For de følgende dage i prognosen bestemmes modellens flagfarve efter princippet, at hvis der på noget tidspunkt i 24 timer et prognosedøgn varer forudsiges overskridelser af grænseværdierne for en eller begge indikatorbakterier, viser hjemmesiden og APP et rødt flag for døgnet.

Proceduren, som er en revision af den hidtidige, indgår i Kommunens service for 2021 og frem.

6.3 Flagfarve-statistik

I badevanddatabase gemmes data, der gør det muligt at opgøre antal timer, hvor et badesteds flag har været rødt på hjemmeside og APP. For hver time og hvert badested registreres både model-flagfarve og manuelt sat flagfarve i den forudgående time. I tilfælde af en manuelt sat flagfarve er det denne farve, der bestemmer timens flagfarve. På basis af disse data opgøres det, hvor mange timer, der har været rødt flag på et badested i et kalenderårs badesæson og i hele året. Opgørelsen sendes en gang om året pr. email til den badevandsansvarlige i Kommunen.

Denne procedure indgår i Kommunens service for 2021 og frem.

6.4 Tidlig varsling

Ved nogle badesteder ligger de nærmeste overløb meget tæt på badestedet, og der er risiko for at udledninger fra disse overløb forurener badevandet før badevandsvarslingen er opdateret med en ny prognose. Fra det tidspunkt, hvor det første overløb starter, går der 45-90 min inden varslingen på hjemmeside og app er opdateret. I det tidsrum er der behov for en såkaldt "Tidlig varsling", som hurtigt screener hvilke badesteder et givent overløb kan nå at forurene, inden den modellerede varsling er klar, og sætter et midlertidigt rødt flag på de pågældende badesteder. Derfor er der fra 2021 inkluderet tidlig varsling i Kommunens Badevandsudsigts-service.

Det er vurderet at der for alle badesteder undtagen de to ved Amager Strandpark er kilder som skal udløse "Tidlig varsling"s proceduren

6.4.1 Proceduren for tidlig varsling

Når der registreres overløb på et af overløbene, tjekkes det om det er et overløb, der udløser tidlig varsling og i så fald for hvilket – eller hvilke – badesteder. Derefter tjekkes strømretningerne ved badestedet eller et "repræsentativt" badested for de næste 90 minutter. Går strømmen på noget tidspunkt i perioden i retningen fra overløbet mod badestedet/det "repræsentative badested, sættes der rødt flag på badestedet. Røde flag sat via "Tidlig varsling"s proceduren forbliver røde indtil modellen er klar med en opdateret prognose.

Hvilken kilder der udløser "Tidlig varsling"s procedure for de enkelte badesteder, og hvilke strømdata, der ligger til grund for vurderingen fremgår af Tabel 1. Strømdata ekstraheres fra databasen med data fra den seneste kørsel af Badevandmodellen.

For badestederne Bølgen, Havnebadet Islandsbrygge, Halvdansgade Badezone og Havneviggen i selve havneløbet anvendes strømforholdene ved selve badestedet til at vurdere strømretningen i de 90 minutter.

Ved badestederne Sandkaj Badezone, Halvandet Badezone, Badezone Søndre Refshalebassin, Badezone La Banchina, Havnebadet Fisketorvet og Havnebadet Sluseholmen som alle ligger inde i en kanal, anvendes strømforholdene for det nærmeste badested ude i havneløbet. Alle overløb fra kilder, som ligger længere inde i en kanal end badestedet udløser tidlig varsling" uanset strømretning.

Stranden i Svanemøllebugten har to overløb, der ligger meget tæt på stranden, begge overløb udløser derfor tidlig varsling" uanset strømretning.

Ved Lodsparken anvendes strømforholdene ved stranden til at afgøre om et overløb har retning mod Lodsparken.

For det fremtidige badested Valbyparken udledes overløb fra UK11 og UK12 via en kanal meget tæt på stranden. Der sættes derfor rødt flag ved overløb uanset strømretning.

Baggrunden for udvælgelsen af kilder, der udløser "Tidlig varsling"s procedure for de enkelte badesteder er beskrevet i Bilag C.

Denne procedure indgår i Kommunens service for 2021 og frem.

Tabel 4 Oversigt over hvilke overløb der udløser "Tidlig varsling"s proceduren for de enkelte badesteder. I højre kolonne er angivet ved hvilken position (dvs. ved hvilket badested) strømforholdene vurderes. Overløb markeret med rødt giver anledning til "Tidlig varsling" uanset strømretning.

Badested	Overløb som udløser "Tidlig varsling"s procedure	Position (badested) for strøm-vurderingen
Bølgen	UØ68, UØ69, UØ72, UØ93 UØ80, UØ85, UØ103, UØ107, UØ73.2	Bølgen
Havnebadet Islandsbrygge	UØ68, UØ69, UØ72, UØ93 UØ80, UØ85, UØ103, UØ107, UØ73.2	Havnebadet Islandsbrygge
Halldansgade Badezone	UØ69, UØ73.2, UØ74, UØ72, UØ93	Halldansgade Badezone
Havnevigen	UØ89, UØ77 UØ75, UØ79, UØ82	Havnevigen
Sandkaj Badezone	UØ32.1	Bølgen
Halvandet Badezone	-	Havnebadet Islandsbrygge
Badezone Søndre Refshalebassin	UØ38	Havnebadet Islandsbrygge
Badezone La Banchina	UØ38	Havnebadet Islandsbrygge
Havnebadet Fisketorvet	UØ73.2, UØ74, UØ75 UØ72, UØ93	Bølgen
Lodsparken	HVI_230000U, HVI_207000I, HVI_207000U, HVI_207000Y, HVI_207016B	Lodsparken
Havnebadet Sluseholmen	UØ85, UØ84	Ingen strømvurdering
Stranden i Svanemøllebugten	UØ10.1, UØ10.2	Ingen strømvurdering
Stranden ved Valbyparken	UK11, UK12	Ingen strømvurdering

7 Kommunikation af varslinger

7.1 Offentlig tilgængelig hjemmeside og APP

Offentligheden kan se 4-dages prognoser for badevandskvaliteten ved Kommunens badesteder samt vejrudsigter på Badevandsudsigtsens hjemmeside (<https://badevand.dk>) og på udsigtens APP (navn: badevand). APP'en er tilgængelig med android og iOS mobiltelefoner, Ipad og tablets.

I det øjeblik en ny varsling foreligger opdateres de offentlige platforme.

7.2 Interne SMS/email

Når der varsles rødt flag på et badested fra morgenstunden af udsendes der sms og/eller emails til de personer, som Kommunen har meddelt, skal modtage besked. Derudover

The expert in WATER ENVIRONMENTS



udsendes også sms og/eller emails til de samme personer, hvis flagfarven ændres på et badested i løbet af dagen. Der udsendes ikke sms og/eller email for ændringer af varslingen i prognosens 2-4 dag.

For ikke at forstyrre modtagernes natte ro udsendes der ikke sms og/eller emails i tidsrummet 4-21 UTC.

7.3 Admin hjemmeside til internt brug

Kommunens service omfatter en login-hjemmeside, admin.badevand.dk, som løbende opdateres med nye resultater.

Admin-siden giver Kommunen mulighed for at overskrive flag sat af varslingsystemet og sende korte beskeder ud på de offentlige platforme.

Derudover giver den Kommunen mulighed for at se detaljer om data bag de offentlige varslinger.

Hjemmesiden omfatter følgende sider:

1. Kort og Animationer (mulighed for at køre animationer og se tidsserier for en udvalgt station (badested eller kilde))
2. Kilder (viser tidsserier for de kilder, som DHI modtager data for)
3. Badesteder (viser tidsserier for de modellerede bakteriekoncentrationer ved badestedene)
4. Andre parametre (viser tidsserie strømhastighed og -retning i 3 dybder udtrukket af Badevandsmodellen i et punkt ved Islandsbrygge)
5. Status (der viser tidspunkt for seneste kildedata; samt afvikling af modelkørsel)
6. Overskriv (hvor kvalitetsflag på den offentlige hjemmeside og APP kan overskrives og der kan indskrives bemærkninger som kan ses på hjemmeside og APP)
7. Evaluering (der viser flag-statistik for de enkelte badesteder, herunder sammenligning mellem målinger og model resultater, samt PULS baseret klassifikation)

8 Evaluering

På admin.badevand.dk vises løbende evalueringsdata for det indeværende år i form af opgørelser for flagsætning i henholdsvis året til dato og badesæsonen til dato. Derudover vises resultatet af en sammenligning mellem måledata og modeldata baseret på data fra de dage, hvor der er indsamlet badevandsprøver og hvilken flagfarve henholdsvis måle- og modelkoncentrationer svarer til.

Sammenligning mellem måledata og modeldata har været en løbende opdatering i takt med at nye målinger blev rapporteret til PULS. Siden 2019 har dette ikke længere været muligt, da PULS2 ikke giver DHI adgang til data. Derfor sker opdateringen kun en gang om året i forbindelse med et årligt evalueringsmøde.

9 Vandvagten

Den daglige drift af Badevandsudsigten varetages af DHI's Water Forecast (WF), som har en Vandvagt, der får besked om afviklingsproblemer fra et internt



driftsvarslingssystem og tager action for at løses problemet. Hvis Kommunen selv konstaterer problemer eller er usikre på ind-data eller resultater, kan der sendes en email vedrørende driften til Vandvagten (vandvagt@dhigroup.com). Vandvagten er på vagt mellem 7 og 22 hver dag og svarer normalt inden for en ½ arbejdsdag.

10 Event-varsling

Dette afsnit omhandler en mulig afledt brug af Københavns Badevandsudsigts-service. Event-varsling indgår således ikke i Kommunens abonnement.

Baggrunden er, at Københavns Kommune ønsker at have mulighed for at indføre et obligatorisk krav i deres tilladelser til vand-events, der kræver en midlertidig varsling af den hygiejniske vandkvalitet i event-området. For at understøtte denne strategi ønsker Kommunen, at de ansvarlige for begivenheden kan købe en midlertidig varsling af badevandskvaliteten fra Badevandsudsigten.

Det er muligt at etablere en event-service, der giver midlertidige varslinger, der bygger på Badevandsudsigten (dvs. er af samme kvalitet) for områder, som er dækket af Københavns varsling. DHI har forudsat at varslinger sendes pr email og/eller sms til de event-ansvarlige (og evt. Kommunen). Det vil sige, at de midlertidige varslinger ikke bliver synlige på hjemmesiden eller APPen. Det er vigtigt at være opmærksom på, at en sådan event-service indebærer udgifter til etablering af de nødvendige procedurer i Badevandsudsigten. Dertil kommer en udgift hver gang en midlertidig varsling skal aktiveres for en specifik begivenhed. DHI har ikke forslag til hvordan etableringsudgiften skal dækkes.

Forudsat at de nødvendige procedurer er implementeret i Badevandsudsigten, foreslår DHI følgende arbejdsgang i forbindelse med specifikke events:

- Event-ansvarlig giver besked til Badevandsudsigten via vandvagt@dhigroup.com senest 14 hverdage før der ønskes varsling ved dårlig badevandskvalitet. Følgende information indsendes:
 - Perioden, som skal varsles. Den skal også inkludere forudgående aktiviteter, som foregår i vandet. Perioden bør starte før selve begivenheden, så de event-ansvarlige er forberedt på risici for dårlig badevandskvalitet.
 - Information om sted: hvilket geografisk område foregår eventen i (geografiske/utm-koordinater samt afmærkning på kort)
 - Information om kontaktperson (email-adresse og/eller mobiltelefonnummer) samt øvrige personer, som skal modtage varslingerne. Der vil være en begrænsning på antallet af øvrige personer (dvs. alle deltagere kan ikke modtage varsling). Hvis der skal være mulighed for at varsle mange personer, kræver det at et andet firma involveres, som kan stå for udsendelse af beskeder
- Når DHI har lagt det midlertidige badested ind i varslingen sendes besked med bekræftende info til event-ansvarlig(e). Dette sker senest 4 hverdage før event-periodens start
- I event-perioden, sendes hver morgen besked med seneste prognose for den hygiejniske vandkvalitet på dagen. Ved ændring af badevandskvaliteten i løbet af dagen sendes ligeledes besked via sms/email om ændringerne.

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



- Emails/sms fra Badevandsudsigten giver således alene information om dagens badevandskvalitet (ingen forecast). Ønskes en fornemmelse af situationen i morgen, kan man kigge på badevand.dk, for et nærliggende officielt badested.

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



BILAG

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



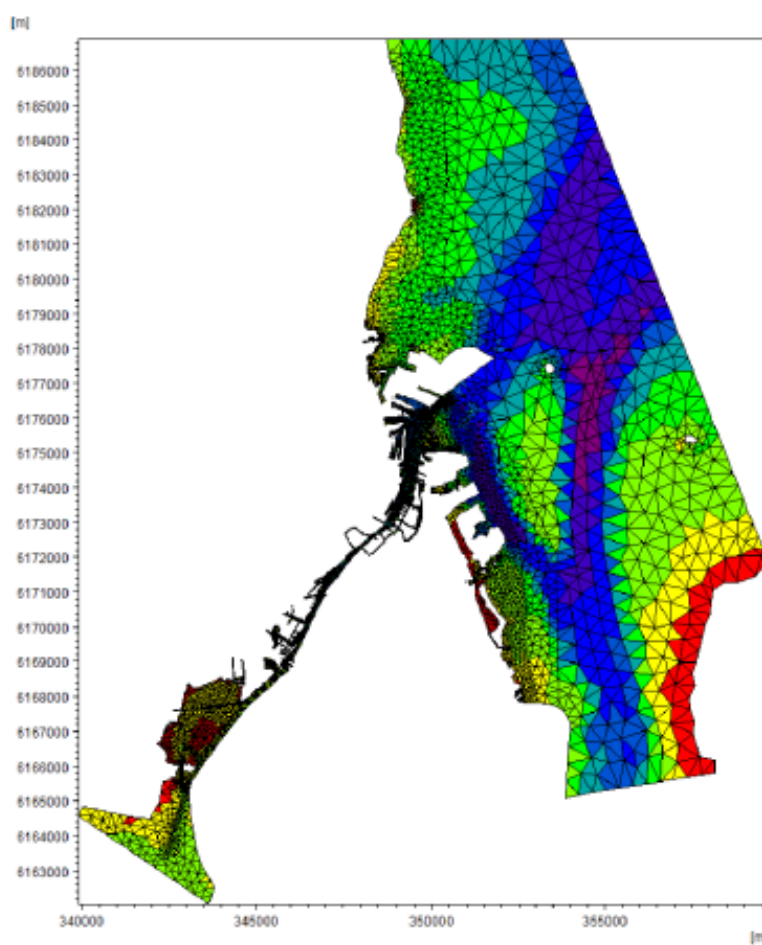
BILAG A – Badevandsmodellens gridnet

The expert in WATER ENVIRONMENTS

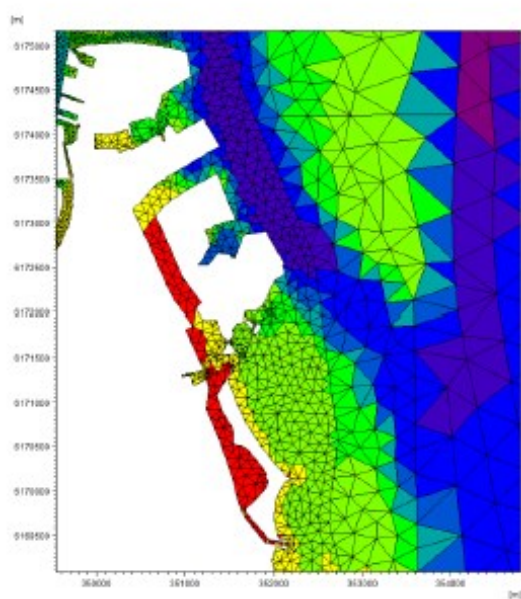
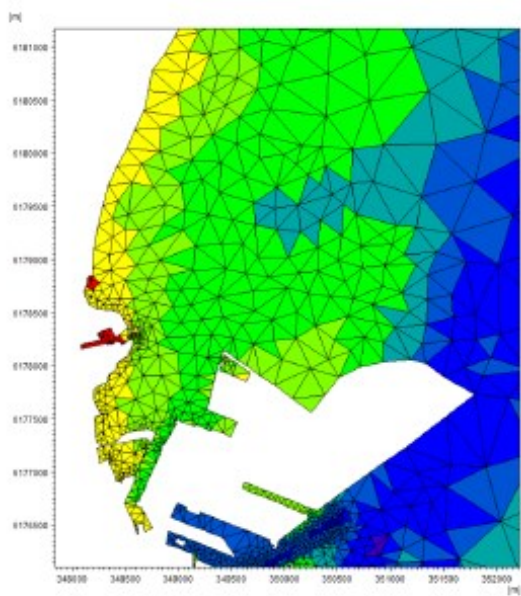


A Detaljer af Badevandsmodellens gridnet

A.1 Hele modelområdet og delområder i Øresund

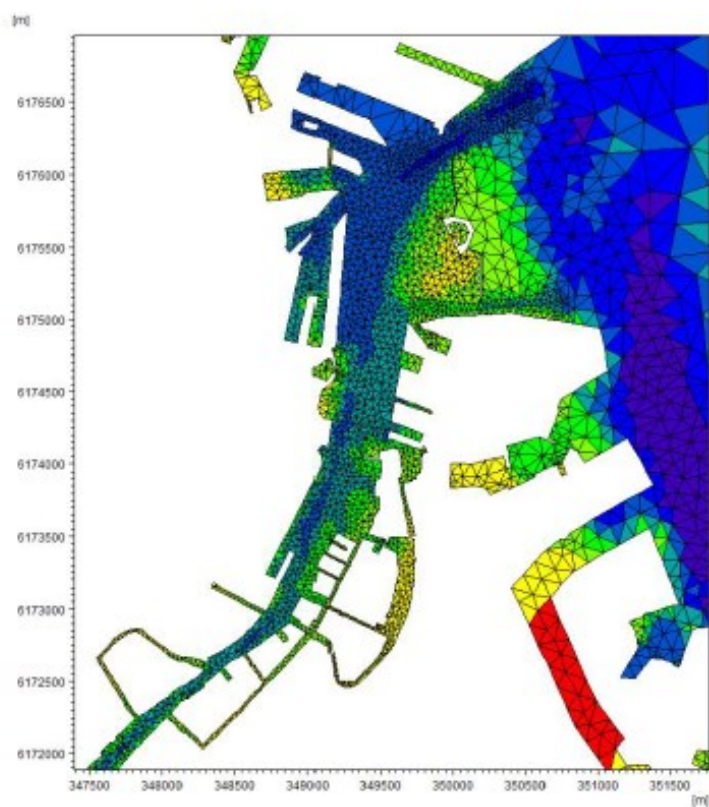


The expert in WATER ENVIRONMENTS

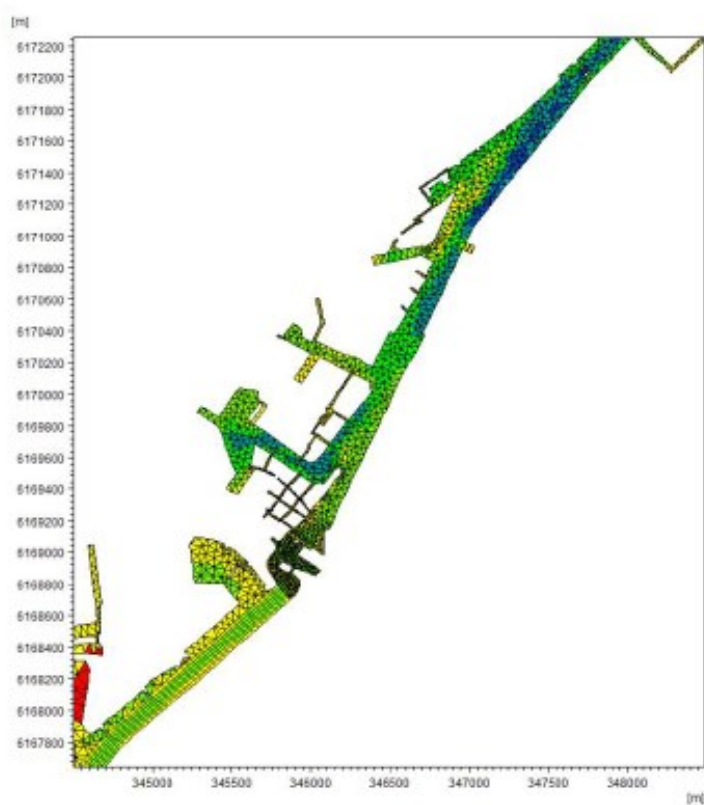


The expert in **WATER ENVIRONMENTS**

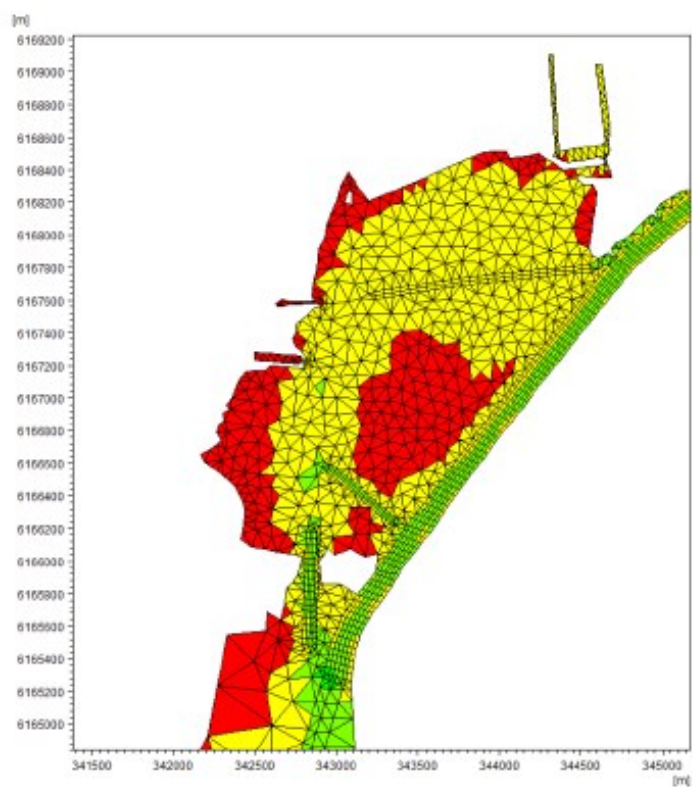
A.2 Havneløbet: nord, midt og syd



The expert in WATER ENVIRONMENTS



The expert in WATER ENVIRONMENTS



The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



BILAG B – KBH spildevandskilder

Data fra HOFOR og BIOFOS

The expert in WATER ENVIRONMENTS



B KBH Spildevandskilder

B.1 Kilder fra HOFOR

Overløbspunkt	Tagname	'Adresse'
UØ44	AP_FT01_CALC	Skt. Annæ Plads
UØ68	BB_FT01_CALC	Det Kongelige Bibliotek
UØ72	KN_FT01_CALC	Kalvebod Nord
UH10	DE_FT06_CALC	Damhusengen
UD21	SDNMEL_OL02_F01_FLOW_CALC_S	Torpedobygværket
UD22	SDNMEL_OL01_F01_FLOW_CALC_S	Mellemløbet
UK11	EK_FT04_CALC	Gåsebækrenden
UK12	EK_FT05_CALC	Enghave Kanal
UØ38	ES_FT01_CALC	Esplanaden
UØ32.1	FB_FT01_CALC	Frihavsbassinet
UØ84	FJ_FT06_CALC	Sydhavnsgade
UØ75	GH_FT02_CALC	Gasværkshavnen
UØ73.2	GO_FT01_CALC	Godsbanegården
UØ66	HB_FT01_CALC	Holmensbro
UØ52	KR_FT11_CALC	Tordenskjoldsgade
UØ107	KR_FT21_CALC	Sofiegade
UØ97	KR_FT31_CALC	Udenrigsministeriet
UØ55	KR_FT41_CALC_BOG	Boldhusgade
UØ60	KR_FT51_CALC	Nybrogade
UØ37	KR_FT71_CALC	Amerikakaj
UØ17	KR_FT82_CALC_SU	Sundkrogskaj
UD10	KV_FT02_CALC	Gl. Køge Landevej
UØ93	LA_FT01_CALC	Havneparken
UØ124	PB_FT01_CALC	Prags Boulevard
UØ14.1	ST5_FT01_CALC	Strandvænget
UH11	TF_FT01_CALC	Toftøjevej
UØ89	TO_FT01_CALC	Thorvald Borgsgade
UØ79	VG_FT70_CALC	Belvedere Kanalen
UH14	SP_FT01_CALC	Spangen
UD10e	SDSFSB_OL01_F01_FLOW_CALC_S	Flaskebroen
UD19	SDSSDH_OL01_F01_FLOW_CALC_S	Drypstenshulen
UD10D	RD_FT02_CALC	Renseanlæg Damhusåen indløb
U4	ST5_FT02_CALC	Strandvænget
UØ15	LAK_FT10_CALC	Lautrupkaj
UØ42	AMH_FT10_CALC	Amaliehaven
UØ10.1	TUB_FT01_CALC	Wilhelmsdalsløbet
UØ10.2	TUB_FT60_CALC	Scherfigsvej
UØ65	VBG_FT01_CALC	Vindebrogade

The expert in WATER ENVIRONMENTS



UØ67	KB_FT02_CALC	Slotsholmsgade
UØ77	TGG_FT01_CALC	Tømmergravsgade
UØ103	KR_FT22_CALC	Ovengaden Neden Vandet
UØ113	BHP_FT01_CALC	Bodenhoffs Plads
UØ82	TEG_FT70_CALC	Teglholmen
UØ85	SSSHLH_OL01_F01_FLOW_CAL_S	Fordgraven
UØ43	SIHAMB_OL01_FT01_U43_CAL_S	Amalienborg
UØ69	SSHVVG_OL01_FT01_U69_CAL_S	Vester Vold Gade
UØ74	SSHKLS_OL01_FT01_U74_CAL_S	Kalvebod Syd
UD11	SDSKBH_OL01_FT01_UD11_CAL_S	Åhaven
UD12	SK_FT01_CALC	Sønderkær
UD13	SDSKBH_OL01_FT01_UD13_CAL_S	Vigerslev Allé
UD14	SDSKBH_OL01_FT01_UD14_CAL_S	Gårdstedet
UD15	SDSKBH_OL01_FT01_UD15_CAL_S	Heldbovej
UD16	SDSKBH_OL01_FT01_UD16_CAL_S	Lykkebovej
UD17	SDSKBH_OL01_FT01_UD17_CAL_S	Landlystvej
UD18	SDSKBH_OL01_FT01_UD18_CAL_S	Skyttegårdsvej
HVI_200000U	HVAS1.200000U_Flow	Kystagerparken
HVI_230000U	HVAS1.203000U_Flow	Lodsvej
HVI_207000I	HVAS1.207000I_Flow	SP05 Havnen
HVI_207000U	HVAS1.207000U_Flow	SP05 Havnen
HVI_207000Y	HVAS1.207000Y_Flow	SP05 Havnen
HVI_207016B	HVAS1.207016B_Flow	SP05 Havnen
HVI_208000Y	HVAS1.208000Y_Flow	Konkylievej
HVI_401000Y	HVAS1.401000Y_Flow	Brostykkevej
HVI_402000Y	HVAS1.402000Y_Flow	Paris Boulevard
HVI_403000Y	HVAS1.403000Y_Flow	Gl. Køge Landevej
HVI_404000Y	HVAS1.404000Y_Flow	Hvidovre Enghavevej
HVI_405000Y	HVAS1.405000Y_Flow	SP07 Muslingevej
HVI_406000Y	HVAS1.406000Y_Flow	Strandholms Alle
HVI_406001Y	HVAS1.406001Y_Flow	Hvidovre Strandvej
HVI_407000Y	HVAS1.407000Y_Flow	Strandmarken bassin
HVI_102000Y	SDSAMA_OL01_F01_FLOW_CAL_S	Åmarken Aflastning
HVI_105000Y	SDSHVI_OL01_FT01_105_CAL_S	Asminderødvej
HVI_106001U	SDSSYK_OL01_F01_FLOW_CAL_S	Sydkærsvej
HVI_107001Y	SDSHVI_OL01_FT01_107_CAL_S	Bjæverskov
HVI_108000Y	SDSHVI_OL01_FT01_108_CAL_S	Ejby Allé
HVI_109000Y	SDSHVI_OL01_FT01_109_CAL_S	Vestkærs Allé
HVI_110000Y	SDSSYD_OL01_F01_FLOW_CAL_S	Sønderkær
HVI_113000Y	SDSHVI_OL01_FT01_113_CAL_S	Vigerslev Allé
HVI_117000Y	SDSHVI_OL01_FT01_117_CAL_S	Hvidovregade Sønderkærhave
HVI_119000Y	SDSHVI_OL01_FT01_119_CAL_S	Hvidovre Allé
HVI_122000Y	SDSHVI_OL01_FT01_122_CAL_S	Holmelundsvej

The expert in WATER ENVIRONMENTS



B.2 Kilder fra BIOFOS

Tagname	kommentar
LYNET_3_VFSTX_NS00	Lynetten nødderløb
LYNET2_RENSET	Lynetten rensed
COE_GWY03_Bypass	Lynetten bypass
DAMHUS2_RENSET	Damhus rensed
DAMHUS_2_BYPASS_S500	Damhusåen bypass

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



BILAG B – Tidlig varsling

Uden modellering

B.3 Baggrund for metode til tidlig varslings uden modellering

Ved nogle badesteder ligger de nærmeste overløb meget tæt på badestedet, og der er risiko for at udledninger fra disse overløb forurener badevandet før badevandsvarslingen er opdateret med en ny forecast. Fra det tidspunkt, hvor det første overløb starter, går der 45-90 min inden varslingen på app og hjemmeside (badevand.dk) er opdateret. I det tidsrum er der behov for en såkaldt "Tidlig varslings", som hurtigt screener, hvilke badesteder et givent overløb kan nå at forurene inden den modellerede varsling er klar og sætte et midlertidigt rødt flag på de pågældende badesteder.



Figur 1 Overløb (lilla cirkler) og badesteder (blå trekanter) i Københavns området.

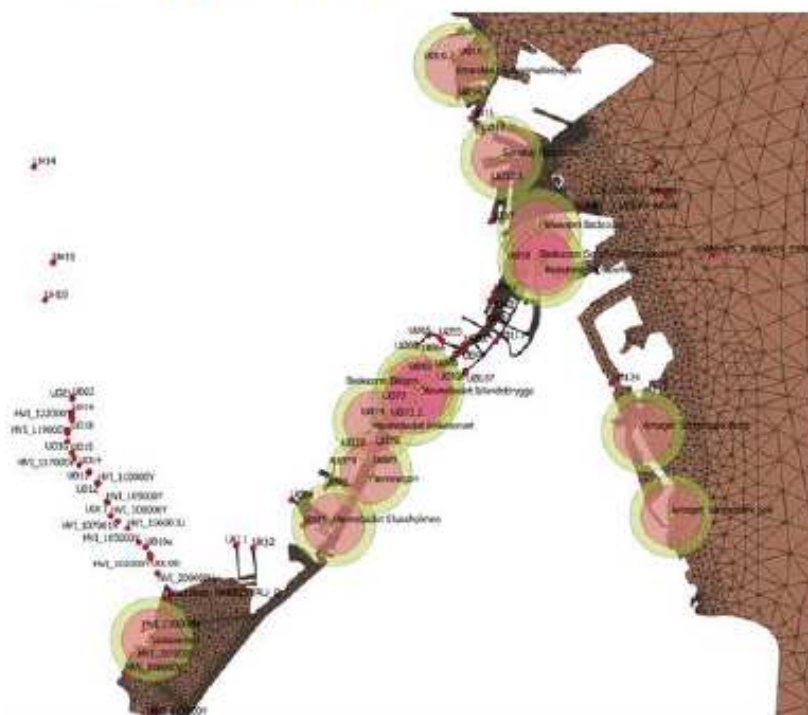
B.3.1 Hvilke overløb skal indgå i Tidlig varslings for givne badesteder

På baggrund af Badevandsmodellens strømdata for Københavns Havn er det vurderet, hvor langt et overløb inde i havnen maksimalt kan nå at bevæge sig i løbet af 90 min. Analysen er lavet med strømdata for de fire badesteder Bølgen, Islandsbrygge, Halfdanskade og Havneviggen for perioden januar 2019 – oktober 2020. Resultaterne viser en gennemsnitlig maksimal udbredelse på 548 m og 741 m i løbet af 90 min for hhv. 95% og 99% percentilen af strømmen ved badestederne.

Figur 1 viser de gennemsnitlige maksimale udbredelses-radier (95%- og 99%-percentilen) plottet omkring alle badesteder. For badestederne i selve havneløbet kan de bruges direkte som angivelse for, hvilke overløb der kan nå frem og forurene et badested i løbet af 90 minutter. For de øvrige badesteder anvendes radierne som indikatorer for, hvilke overløb der kan nå frem til et badested i løbet af 90 minutter alt afhængig af de lokale forhold relativt til strømforholdene i havneløbet, hvor radierne er beregnet.

Tabel 1 angiver for hvert badested, hvilke overløb der ligger inden for den maksimale udbredelsesradius for 95% percentilen, samt hvilke overløb der i øvrigt bør medtages i

"Tidlig varsling" systemet af forskellige grunde. Argumentationen for udvælgelsen af overløbene følger i de næste afsnit.

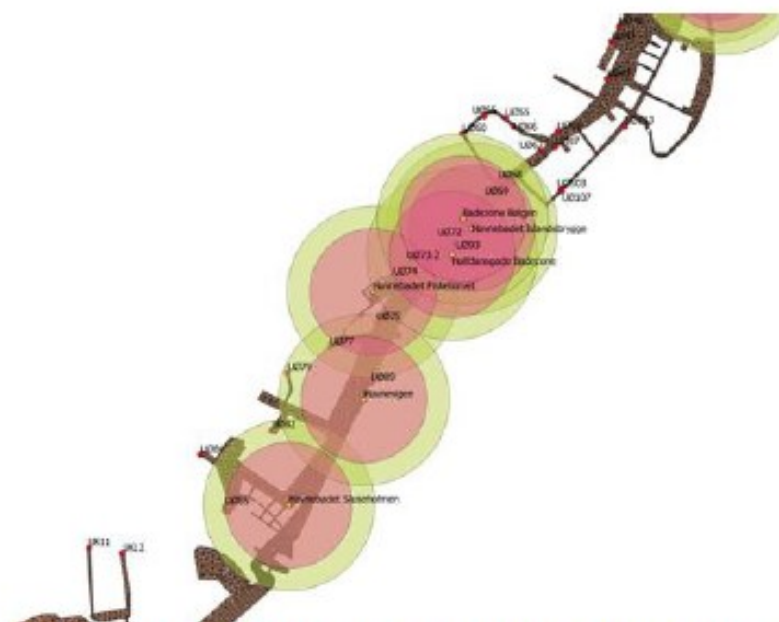


Figur 2 Gennemsnitlige maksimale udbredelsesradier plottet omkring badestederne. Radierne er beregnet for 95%- og 99%-strømpoentilen (hhv. grøn og rød/ved Bølgen, Islandsbrygge, Halfdanskgade og Havneviggen for perioden januar 2019 – oktober 2020.

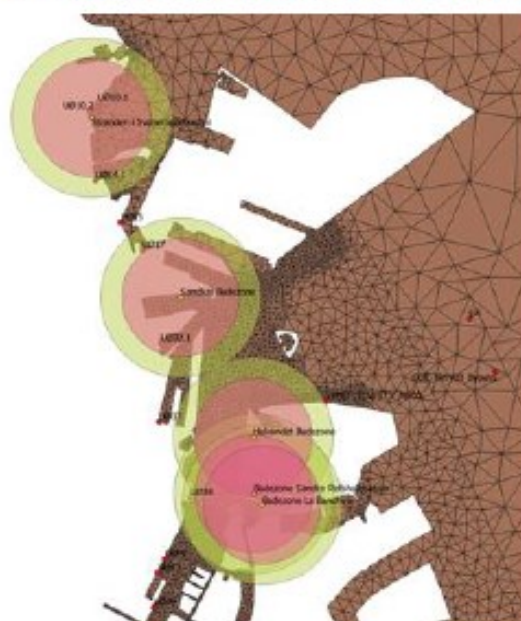
Den maksimale udbredelse (95% percentilen) kan bruges direkte som radius for, hvilke overløb der kan nå frem og forurene badestederne i selve havneløbet dvs. for badestederne Bølgen, Havnebadet Islandsbrygge, Halfdansgade Badezone og Havneviggen (Tabel 1 og Figur 3). Dertil anbefales det for Bølgen og Islandsbrygge at medtage nærmeste overløb i Frederiksholms og Christianshavns kanaler. For Havneviggen anbefales det yderligere at medtage overløbene til Frederiksholmløbet idet især UØ79 (Bveledere) ofte skylder ud af kanalen med stor hastighed.

Badestedene Sandkaj Badezone, Halvandet Badezone, Badezone Søndre Refshalebassin, Badezone La Banchina, Havnebadet Fisketorvet og Havnebadet Sluseholmen ligger alle inde i en kanal, hvor vandkvaliteten til dels er givet af, hvad der kommer ude fra havneløbet og dels af, hvad der kommer fra længere inde i kanalen (Tabel 1 og Figur 4). Disse badesteder vil derfor i en 90 minutters periode kunne påvirkes af overløb indenfor den beregnede maksimale udbredelses periode, samt overløb længere inde i kanalen.

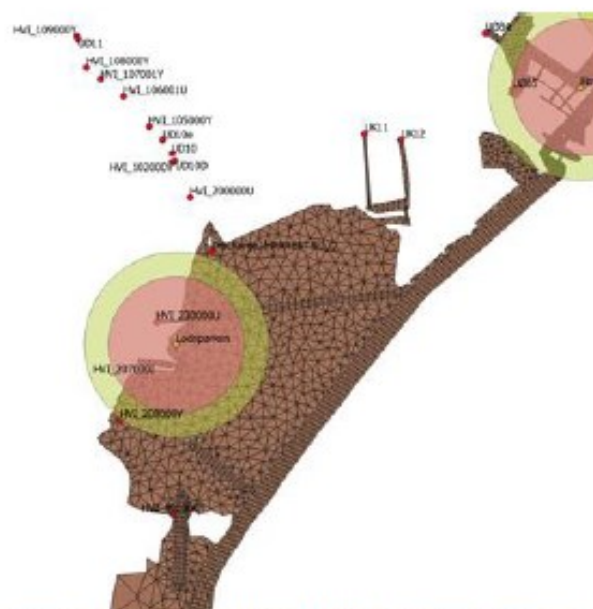
The expert in WATER ENVIRONMENTS



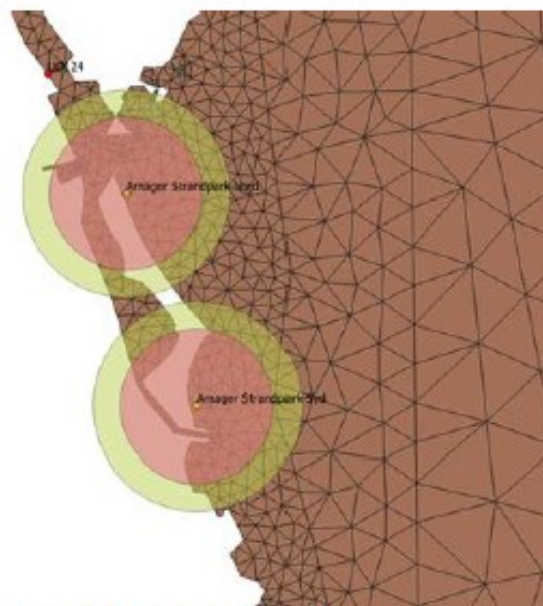
Figur 3 Zoom ind på Badezone Bolgen, Havnebadet Islandsbrygge, Halvdansgade Badezone, Havnebadet Fisketorvet og Havnevigen. Ellers som Figur 2



Figur 4 Zoom ind på Stranden i Svanemøllebugten, Sandkaj Badezone, Halvandet Badezone og Badezone Søndre Refshalebassin. Ellers som Figur 2



Figur 5 Zoom ind på Lodsparken og Havnebadet Sluseholmen. Ellers som Figur 2. Overløbet HVI_207000I, som løber ud lige syd for Lodsparken er sammenfaldende med 3 andre overløb som ikke fremgår af kortet. Det er HVI_207000U, HVI_207000Y og HVI_207016B.



Figur 6 Zoom ind på Amager Strandpark. Ellers som Figur 2

The expert in WATER ENVIRONMENTS



Badested	Overløb inden for den maksimale udbredelses zone (90 min, 95%)	Øvrige overløb som bør medtages	Strøm vurderes ved
Bølgen	UØ68, UØ69, UØ72, UØ93	UØ60, UØ65, UØ103, UØ107, UØ73.2	Bølgen
Havnebadet Islandsbrygge	UØ68, UØ69, UØ72, UØ93	UØ60, UØ65, UØ103, UØ107, UØ73.2	Havnebadet Islandsbrygge
Halfdansgade Badezone	UØ72, UØ73.2, UØ74, UØ93	UØ69	Halfdansgade Badezone
Vigen	UØ89, UØ77	UØ75, UØ79, UØ82	Vigen
Sandkaj Badezone	UØ32.1		Bølgen
Halvandet Badezone	-		Havnebadet Islandsbrygge
Badezone Søndre Refshalebassin	UØ38		Havnebadet Islandsbrygge
Badezone La Banchina	UØ38		Havnebadet Islandsbrygge
Havnebadet Fisketorvet	UØ73.2, UØ74, UØ75	UØ72, UØ93	Bølgen
Havnebadet Sluseholmen	UØ85	UØ84	
Amager Strandpark			
Stranden i Svanemøllebugten	UØ10.1, UØ10.2		
Lodsparken	HVI_230000U, HVI_207000I, HVI_207000U, HVI_207000Y, HVI_207016B		Lodsparken
Stranden ved Valbyparken		UK11, UK12	

Tabel 1 For hvert badested. Første kolonne: angivelse af hvilke overløb der ligger inden for den maksimale udbredelsesradius. Anden kolonne: angiver øvrige overløb som anbefales medtages i "Tidlig varsling" systemet, se hovedteksten for argumentation. Sidste kolonne angiver ved hvilken position strømmen vurderes, når det skal vurderes om et overløb har retning mod et badested. Overløb markeret med rødt giver anledning til "Tidlig varsling" uanset strømretning.

Stranden i Svanemøllebugten har to overløb, der ligger meget tæt på stranden og som åbenlyst skal med i et "Tidlig varsling" system (Tabel 1 og Figur 5). Det vurderes ikke at overløbene inde i Svanemølle lystbådehavn kan påvirke badestedet indenfor 90 min, idet vejen rundt om havnemøllen er meget længere end den beregnede maksimale udbredelse.

Ved Amager Strandpark er der kun ét overløb i nærheden. Det ligger inde bag Prævestenen og udenfor både 95% og 99% radien (Tabel 1 og Figur 6). Det vurderes derfor, at der ikke er behov for "Tidlig varsling" på Amager Strandpark.

Strømforholdene ved Lodsparken er generelt svage og den reelle maksimale udbredelse i løbet af 90 min er mindre end den maksimale udbredelse fra havneløbet. Omvendt er

der overløb (i alt 5) i to punkter meget tæt på badestedet og alle overløb til de to punkter er relevante for "Tidlig varsling".

Endelig er der det fremtidige badested Valbyparken, hvor overløbene UK11 og UK12 til hhv. Gåsebækrenden og Enghavekanal er relevante for "Tidlig varsling".

B.3.2 Beskrivelse af "Tidlig varsling"

Når der registreres overløb på et af overløbene, tjekkes det om det er et "Tidlig varsling" overløb og i så fald for hvilket – eller hvilke – badesteder. Derefter tjekkes strømretningerne ved badestedet (eller et repræsentativt badested, se nedenfor) for de næste 90 minutter, er retningen på noget tidspunkt i perioden fra overløbet mod badestedet, sættes der rødt flag på badestedet.

For badestederne i selve havneløbet Bølgen, Havnebadet Islandsbrygge, Halvdansgade Badezone og Vigen anvendes strømforholdene ved selve badestedet til at vurdere strømretningen i "Tidlig varsling" tidsrummet, se Tabel 1.

Ved badestederne Sandkaj Badezone, Halvandet Badezone, Badezone Søndre Refshalebassin, Badezone La Banchina, Havnebadet Fisketorvet og Havnebadet Sluseholmen som alle ligger inde i en kanal, anvendes strømforholdene for det nærmeste badested ude i havneløbet, for de identificerede "Tidlig varsling" overløb der har udløb til havnen. Overløb længere oppe i kanalen giver anledning til "Tidlig varsling" uanset strømretning (markeret med rødt i Tabel 1).

Stranden i Svanemøllebugten har to overløb, der ligger meget tæt på stranden, begge overløb sættes derfor til at give "Tidlig varsling" uanset strømretning, se Tabel 1.

Ved Lodsparken anvendes strømforholdene ved stranden til at afgøre om et overløb har retnig mod Lodsparken, se Tabel 1.

For det fremtidige badested Valbyparken udledes overløb fra UK11 og UK12 via en kanal meget tæt på stranden. Der sættes derfor "Tidlig varsling" rødt flag uanset strømretning, se Tabel 1.

Røde flag sat via "Tidlig varsling" forbliver røde indtil modellen er klar med en opdateret forecast.