



Spildevandscenter Avedøre



aarhusvand



AALBORG UNIVERSITY  
OF DENMARK

KRÜGER



# Recipient og Sundhed

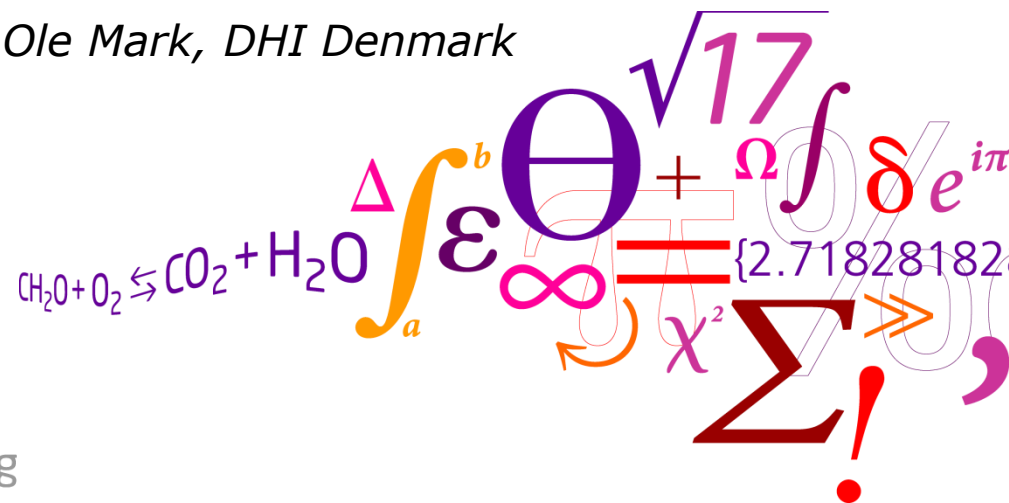
## -Kvantitativ evaluering af vandkvaliteten og sundhedsrisiko ved overvømmelser i Danmark

PhD studerende Signe Tanja Andersen  
EVA temadag 11 Mar 2013

*Vejledere*

*Professor Hans-Jørgen Albrechtsen, DTU Environment*

*Head of Research and Development Ole Mark, DHI Denmark*



**DTU Environment**

Department of Environmental Engineering

---

# Hvilke sundhedsmæssige risici har oversvømmelser?

- Den 2 Juli 2011: viste at oversvømmelser udgør en potentiel sygdomsrisiko
  - Sygdom som diarre, opkast, og feber, hudinfektioner m.m.
  - Worst case; døden
- Hvad er risikoen? Mere data er nødvendigt



62-årig mand død af leptospirose

# Formål og målsætning

## Formål med projektet

Etablerer et system der går i detaljer og giver en systematisk grundlinje for at kvantificere risikoen ved oversvømmelser

## Målsætning

- 1: Undersøge koncentrationerne og henfaldsraterne for vandbårne indikator og patogene mikroorganismer i storm- og spildevand I Danmark
- 2: Udvikle en simulerings model der kan vise områder med risiko for oversvømmelser og den dertilhørende patogene koncentration det medfører
- 3: Integrere de tidligere resultater til at udvikle en systematik der beskriver den potentielle sundhedsrisiko I forbindelse med oversvømmelser

# Formål og målsætning

## Formål med projektet

Etablerer et system der går i detaljer og giver en systematisk grundlinje for at kvantificere risikoen ved oversvømmelser

## Målsætning

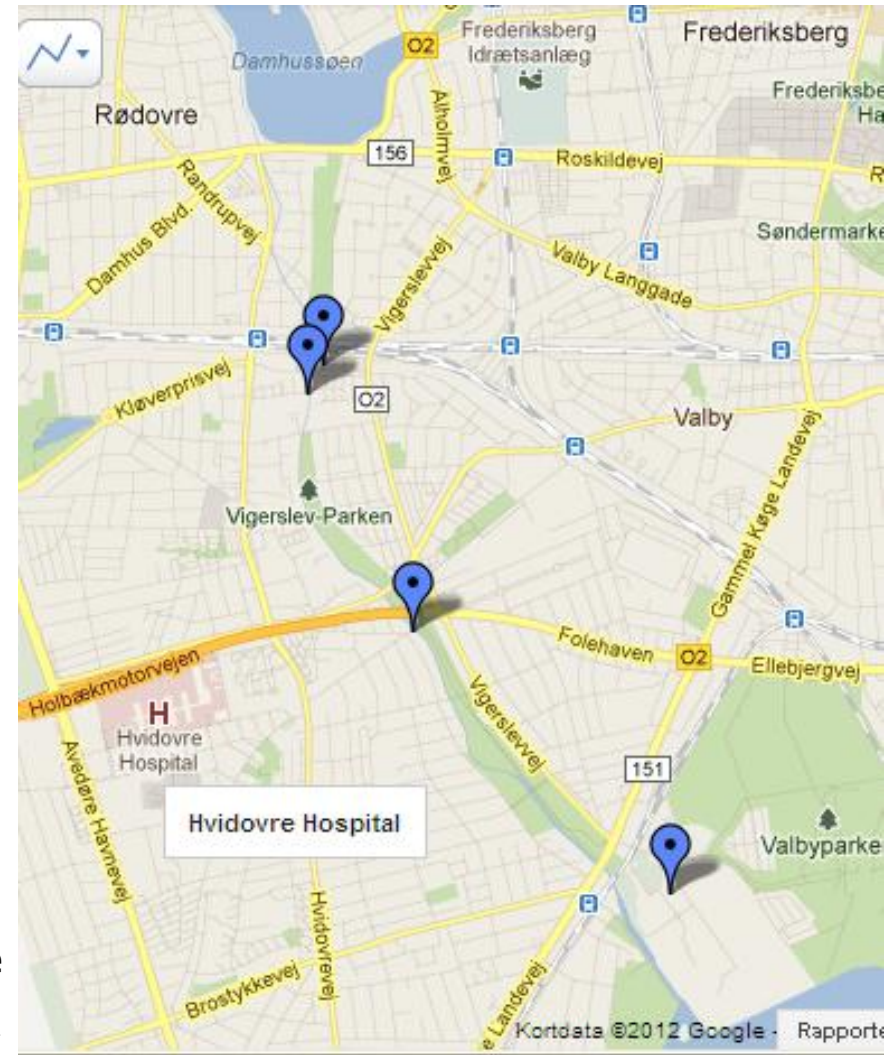
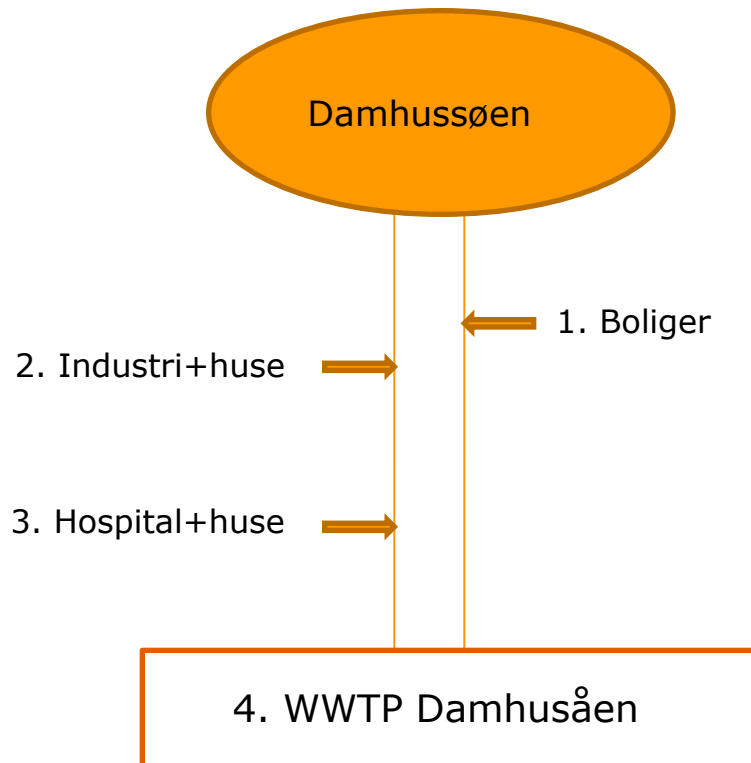
- 1: Undersøge koncentrationerne og henfaldsraterne for vandbårne indikator og patogene mikroorganismer i storm- og spildevand I Danmark
- 2: Udvikle en simulerings model der kan vise områder med risiko for oversvømmelser og den dertilhørende patogene koncentration det medfører
- 3: Integrere de tidligere resultater til at udvikle en systematik der beskriver den potentielle sundhedsrisiko I forbindelse med oversvømmelser

# Oversigt

- Opland
- Parametre
- Computer Modellering
  - Input og output
- Resultater
  - Tørvejr og oversvømmelser
- Et eksempel på risikoestimering
- Opsummering
- Spørgsmål

# Opland

Fire repræsentative steder:



Hvorfor er disse steder udvalgt: veldefinerede områder, indenfor modellen, centralt placeret, historiske data, samt problemer med oversvømmelser



# Opland

## Fælleskloakerede overløb:

- Engelsk: Combined sewer systems – CSO
- Repræsenterer vand der potentielt kan forårsage oversvømmelser til oplandet
- Repræsenterer vand der udledes til vores vandsystemer uden om renseanlæggene



# Parametre

Parameter	Analyse	
E. coli	Colilert-18	Mikrobiel kvalitet
Enterococci	Enterolert	
Norovirus	qPCR	
C. jejuni	qPCR	
pH	pH-meter	Basale parametre
O2	O2-meter	
EC	Ec-meter	
Temp.	Thermometer	
Turbidity	Nephelometer	
Water depth	-	
Ammonium	FIA	Vand kvalitet
Ortho-phosphate	FIA	
SS	DS EN 872	
COD	Hach Lange	



# Computer modellering

Simulerings model - MIKE Urban; DHI hydrologisk software kombineret med kvantitative data

## **Model input**

Koncentration

Fortynding

Overlevelse

Henfald

## **Model output**

Områder med potentiale for oversvømmelser

Inkluderer koncentration af patogener

Inkluderer sygdomsrisiko

Giver mulighed for risikovurdering af områder med potentiale for oversvømmelser

## Eksempel på anvendelse i drift

**Nutid:** Modellen kan estimere vandmængderne ved oversvømmelser

**Fremtid/Mål:** Modellen har inkorporeret det aktuelle niveau af patogener og kontakt-risikoen kan estimeres



Hvis man ved hvor problemet opstår eller hvor der er mest forurenet vand kan man vælge at lede vandet anderledes

# Resultater: Vandkvaliteten over tid (24h)

Karakteristik for spildevandsparametre i tørvejr (dry weather flow- DWF)  
- Input til modellen

Location	Water level cm	pH	O2 mg/L	Temp. °C	EC µm/cm (n=24)	Turb. NTU (n=24)	SS mg/L	COD mg/L	NH <sub>3</sub> -N mg/L	O-P mg/L	TC	E. coli X*10 <sup>6</sup> MPN/100mL (n=24)	Ent. X*10 <sup>6</sup> GC/100mL (n=5)	NV-GI X*10 <sup>6</sup> GC/100mL (n=5)	NV-GII X*10 <sup>6</sup> GC/100mL (n=5)
<b>Cr</b>															
Min.(Time)	8	6.7	0.8	-	1055	80	125	344	37	4.6	1.94 (15:00)	1.31 (15:00)	0.08 (16:00)	1.53	0.35
Max.(Time)	11	8.0	1.4	-	1954	495	512	4235	94	9.0	24.2	24.2 (14:00)	5.79 (09:00)	8.69	8.26
Mean	9.6	7.4	1.0	n.m.	1204	201	276	1097	58	6.0	16.13	7.46	0.65	4.35	3.28
95% C.I	0.5	0.2	0.1	-	70	38	40	436	5	0.4	3.33	2.67	0.46	1.00	1.02
STDEV	1.2	0.4	0.2	-	176	96	100	1089	13	1.1	8.31	6.67	1.14	1.14	1.16
<b>HR</b>															
Min.(Time)	24	6.9	0.8	-	1095	43	70	223	30	3.6	4.88 (03:00)	1.86 (03:00)	0.93 (16:00)	7.80	2.12
Max.(Time)	30	7.7	2.5	-	1765	314	1065	1354	61	7.2	24.2 (20,11,12)	14.14 (11:00)	6.87 (10:00)	43.10	5.70
Mean	26.3	7.3	1.0	n.m.	1311	162	373	715	47	5.9	12.65	5.80	2.49	15.80	3.84
95% C.I.	0.8	0.1	0.1	-	78	28	81	99	3	0.3	2.37	1.20	0.57	1.21	1.23
STDEV	2	0.3	0.3	-	196	69	203	247	7	0.8	5.92	2.99	1.41	1.38	1.40
<b>R</b>															
Min.(Time)	4.5	6.8	2.9	-	991	1.7	6	18	1.2	0.3	0.32 (13:00)	0.03 (22:00)	0.002 (01:00)	-	-
Max.(Time)	7.2	7.7	8.6	-	1175	19	146	267	22	2.9	17,33 (12:00)	15.53 (12:00)	0.39 (10:00)	-	-
Mean	6.1	7.1	6.9	n.m.	1070	6	34	80	4.3	0.8	3.6	1.23	0.07	N.D. <sup>ç</sup>	N.D. <sup>ç</sup>
95% C.I.	0.5	0.1	0.6	-	19	1.8	12	28	2.0	0.2	1.65	1.29	0.04	-	-
STDEV	1.1	0.3	1.5	-	47	5	30	69	5.1	0.6	4.13	3.23	0.1	-	-
<b>WWTP</b>															
Min.(Time)	-	6.9	0.9	14.1	1319	127	246	525	41	4.7	19.86 (05,08)	7.27 (05:00)	0.88 (09:00)	29.00	7.90
Max.(Time)	-	7.7	11.3	14.8	1718	269	745	1581	64	6.1	24.2 <sup>a</sup>	19.86 (14:00)	3.45 (23:00)	127.00	16.20
Mean	n.m.	7.1	1.0	14.4	1478	212	488	877	48	5.7	<sup>b</sup>	11.13	2.09	56.20	10.80
95% C.I.	-	0.1	0.1	0.1	40	15	44	87	3	0.1	-	1.44	0.28	0.62	0.61
STDEV	-	0.2	0.1	0.2	100	38	111	217	7	0.4	-	3.60	0.71	0.70	0.70

n.m. Not measured

<sup>a</sup> Upper detection limit of the method

<sup>b</sup> Detection limit have been reached several times, wherefore mean value was not estimated.

<sup>ç</sup> N.D.: Not detected, below detection limit



# Prøveindsamling ved oversvømmelser og CSO



Toilet overløb



Å med CSO



Eksempler på vand

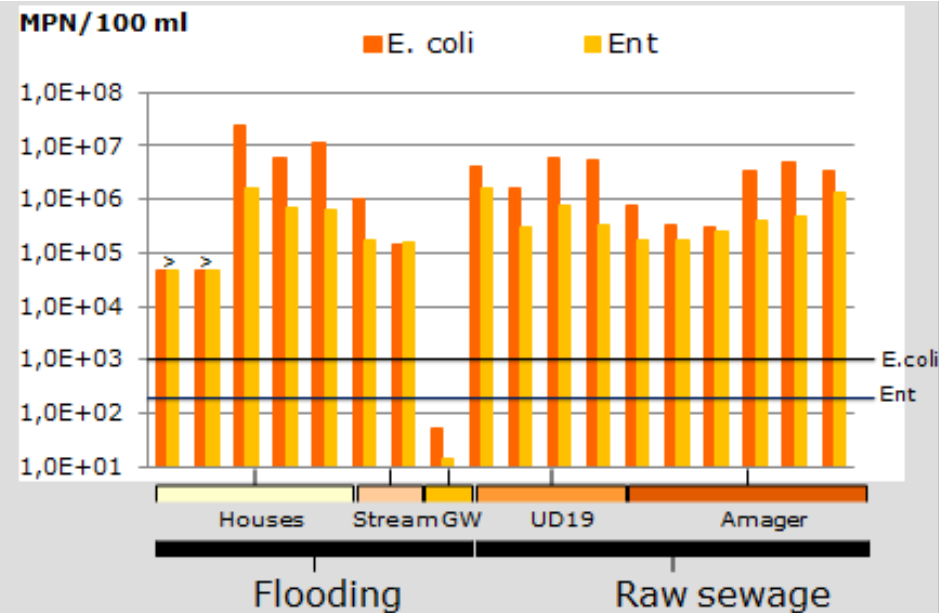
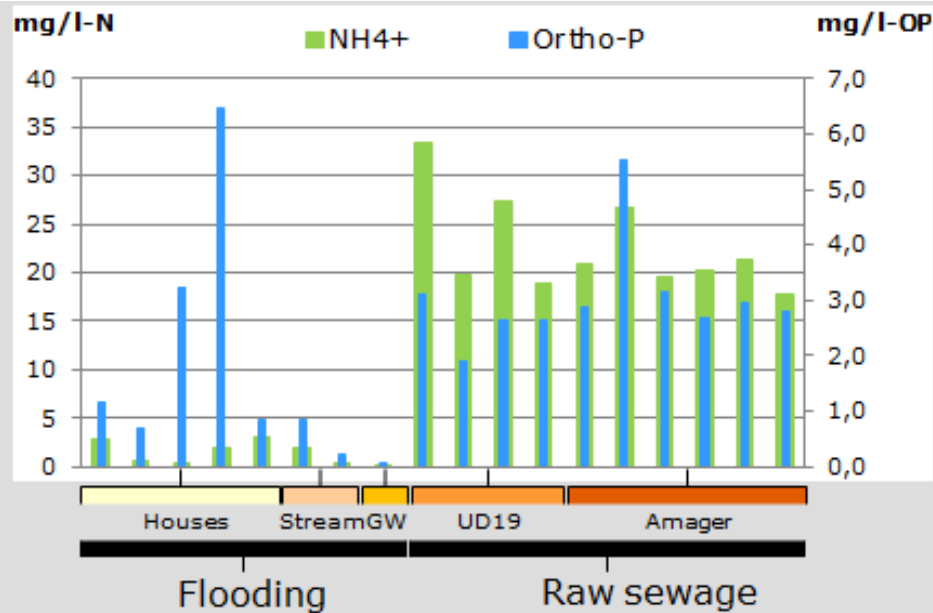


Regn ind til kælder

# Resultater: oversvømmelser

Vandkvaliteten i forskellige vandtyper

- verificerer modellens output



# Eksempel på beregning af sygdomsrisiko ved brug af modeller

QMRA for ironman konkurrence 2010\*

Maximum litteraturværdier for patogen koncentrationer blev anvendt

- modeller beregner fortyndingsgraden fra source til recipient
- dosis respons modeller anvendes til beregning af dosis og risiko

	Literature value conc. in waste water	CSO	Recipient	Conc. in Recipient	Dose	Risk	Disease rate	Incid ence rate
<b>Pathogen</b>		% WW	% CSO	mL <sup>-1</sup>	Org. swim <sup>-1</sup> mL <sup>-1</sup>	Person <sup>-1</sup>	N=1312	%
<b>C. jejuni</b>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>5</sup> CFU/100mL <sup>a)</sup>	2.6	4.8	1.24E-01	5.48E+00	7.58E-02	99	7.6
<b>E. coli O157</b>	0-5,000 MPN/L <sup>b)</sup>	2.6	4.8	6.20E-05	2.74E-03	2.39E-05	>1	0.002
<b>G. lamblia</b>	20-13,600 cysts/L <sup>c)</sup>	2.6	4.8	1.69E-04	7.46E-03	3.13E-01	410	31.3
<b>C. parvum</b>	<8-1,100 oocysts/L <sup>d)</sup>	2.6	4.8	1.36E-05	6.03E-04	3.93E-04	>1	0.04
<b>Norovirus</b>	<1-10 <sup>6</sup> PDU/L <sup>e)</sup>	2.6	4.8	1.24E-02	5.48E-01	2.73E-02	36	2.7
<b>Total</b>							546	42

\*Submitted to journal of water and health: Effects of a 20 year rain event: a quantitative microbial risk assessment of a case of contaminated bathing water in Copenhagen, Denmark. S. T. Andersen, A. C. Erichsen, O. Mark, and H-J Albrechtsen



# Opsummering

- Resultaterne for tørvejrflow viser en variation af koncentrationer af indikatorer og patogener, samt vandkvalitetsparametrene, imellem oplandstyperne, samt over tiden
- Resultaterne for vand fra oversvømmelser og CSO viser en sundhedsrisiko alene baseret på indikator niveauet.
- Modellen kan vise hvor problemerne opstår og hvor signifikante de er
  - Mangler dog stadig at undersøge overlevelse- og henfalds rater for patogenerne
  - Flere prøver fra oversvømmelser samt fra CSO hændelser, samt at analysere disse for patogenerne

# Spørgsmål?

