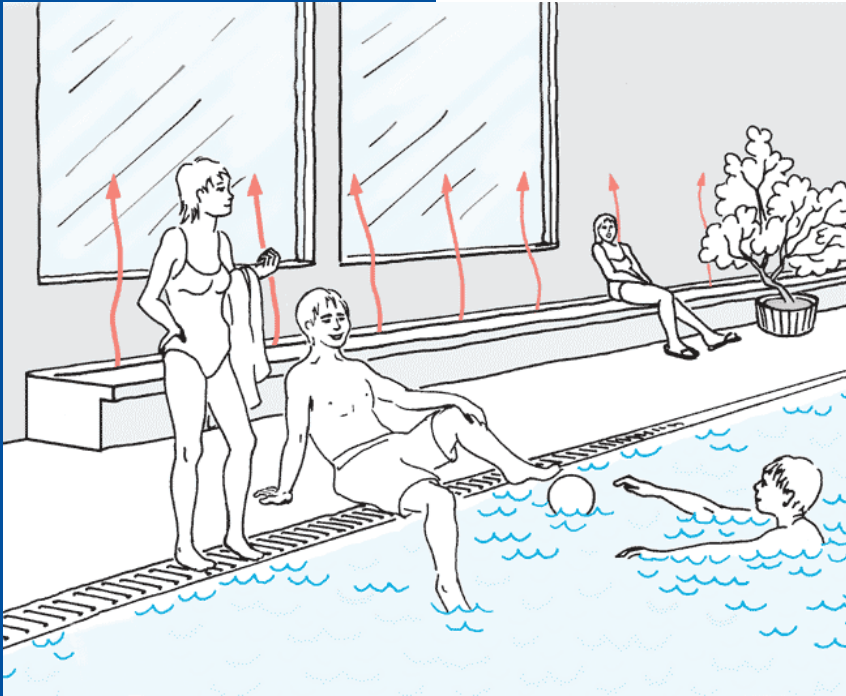


---

# Luftkvalitet i innendørs svømmeanlegg

*Sammenligning av trihalometaner i to svømmeanlegg som har  
ulik type klorering og ulik type vann*

---



## KRAV TIL LUFTKVALITET

Redusere avdamping fra hud og basseng:

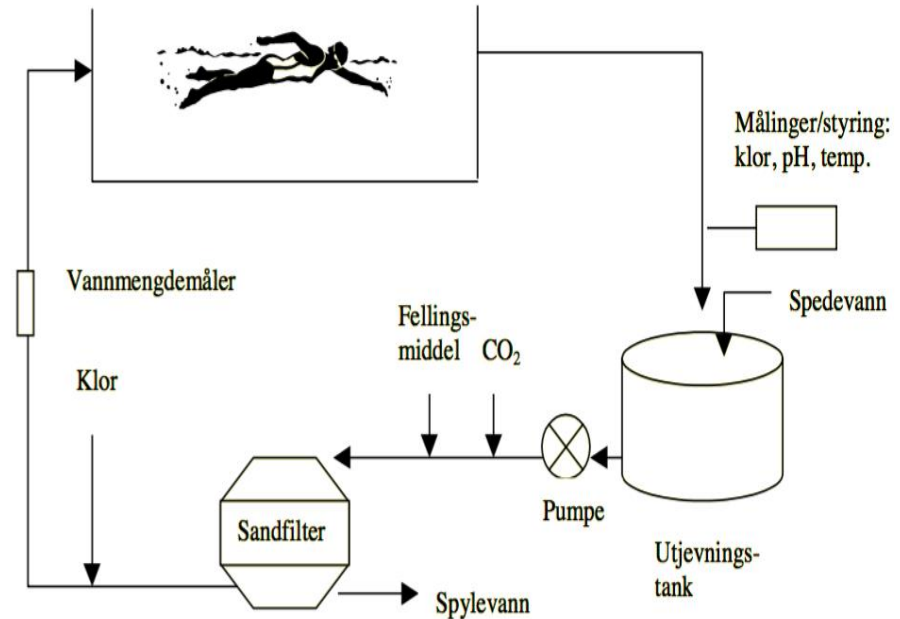
- $T_{\text{luft}}$  bør være 1 °C til 3 °C høyere enn  $T_{\text{vann}}$
- RF må ikke være for lav
- $V_{\text{maks}}$  ikke over 0,15 m/s

Tilført friskluftsmengde

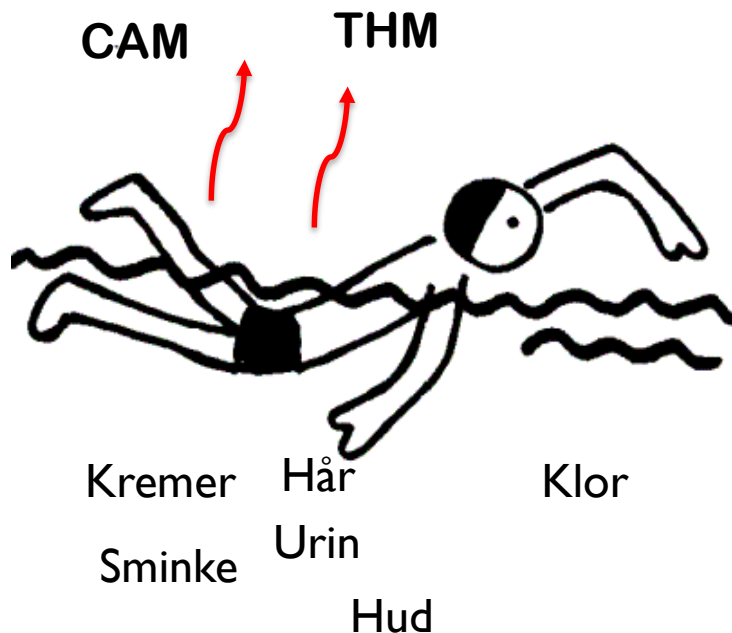
- 1,4 l/s pr.m<sup>2</sup> grunnflate
- 2,8 l/s pr.m<sup>2</sup> vannflate
- 4-7 ACH (terapibad: 8-10 ACH)

## Krav til vannkvalitet:

- Fritt klor
- Bundet klor
- Total klor
- pH- verdi
- Fargetall
- Turbiditet
- Kimtallsbakterier
- Pseudomonas aeruginosa
- Kjemisk oksygenforbruk



# Dannelse av desinfiserings bi- produkter (DBPs)



## 700 ulike DBPer

- Trihalometaner (THM)- en av de viktigste gruppene
  - Kloroform-  $\text{CHCl}_3$  \*
  - Bromodiklormetan-  $\text{BDCM}$  \*
  - Dibromklormetan-  $\text{DBCM}$
  - Bromoform-  $\text{CHBr}_3$
- Flyktige og penetrerer lett gjennom huden
- Eksponering ved inhalasjon og hudopptak

\*Klassifisert som mulig kreftfremkallende for mennesker av IARC

# Hva gjør vi for å regulere THM?

Land	RLV <sub>BD</sub> for tTHM (µg/l), vann	Yrkeseksponering, luft (mg/m <sup>3</sup> )
Sverige	100	CHCl <sub>3</sub> : 10
Tyskland	20	CHCl <sub>3</sub> : 2,5
Danmark	25 og 50	CHCl <sub>3</sub> : 10 CHBr <sub>3</sub> : 5
Frankrike	100 (krav) 20 (veiledende)	CHCl <sub>3</sub> : 10
Nederland	50	CHCl <sub>3</sub> : 2,5
Finland	50	CHCl <sub>3</sub> : 10 CHBr <sub>3</sub> : 5,2
<b>Norge</b>	<b>Ikke fastsatt</b>	<b>CHCl<sub>3</sub>: 10</b> <b>CHBr<sub>3</sub>: 5</b>

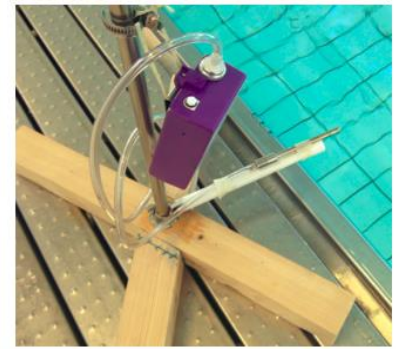
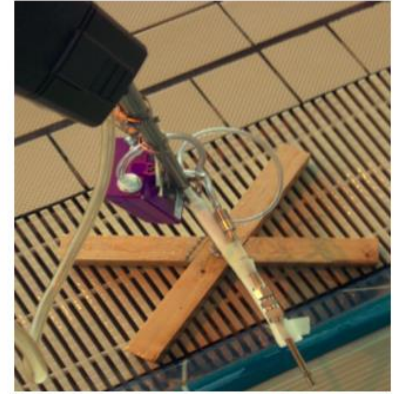
- Finland: 1/10 av GV for yrkeseksponering
- Frankrike: 250 µg/m<sup>3</sup> CHCl<sub>3</sub> og 500 µg/m<sup>3</sup> CHBr<sub>3</sub>

# Bakgrunn

- Kloroform dominerer i bassenger med ferskvann
- Bromholdige THM dominerer i bassenger med saltvann
- Kan forårsake økt formasjon:
  - UV- bestråling (ukonsis)
  - Tilstedeværelse av bromider
  - Saltvann
- Bromholdige komponenter:
  - Assosiert med bruk av NaOCl
  - Kjent for å være mer genotoksiske og mutagene
- Tidligere studier: fra 0.25 m til 1.5 m over vannflaten

# Masteroppgave

Sammenligning av trihalometaner i to  
svømmeanlegg som har ulik type  
klorering og ulik type vann



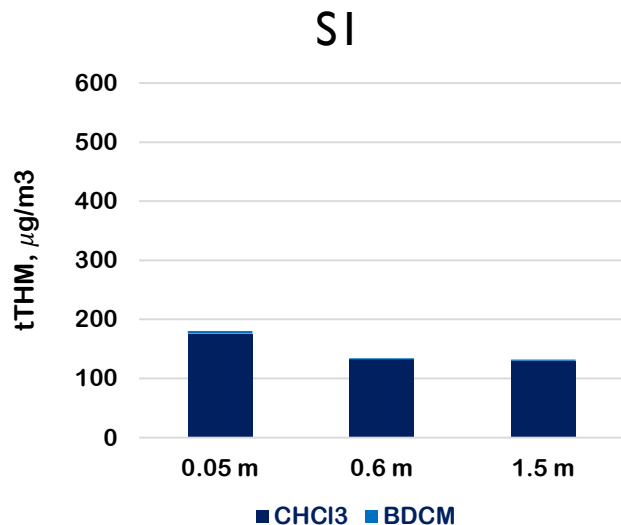
# Studieobjektene

Anlegg	Basseng	Vann-temperatur (°C)	Desinfisering	Type vann	Vannvolum (m <sup>3</sup> )
<b>S1</b>	Idrettsbasseng, P1	27	Ca(OCl) <sub>2</sub>	Ferskvann	600
	Terapibasseng, P2	33	Ca(OCl) <sub>2</sub> + UV	Ferskvann	200
<b>S2</b>	Idrettsbasseng, P3	28	NaOCl+ UV	33 % Saltvann	2450
	Terapibasseng, P4	34	NaOCl+ UV	Ferskvann	210

- Luftmålinger 5 cm, 60 cm og 150 cm over vannflaten
- Prøvetaking ble gjort morgen, ettermiddag og kveld, ved faste aktiviteter

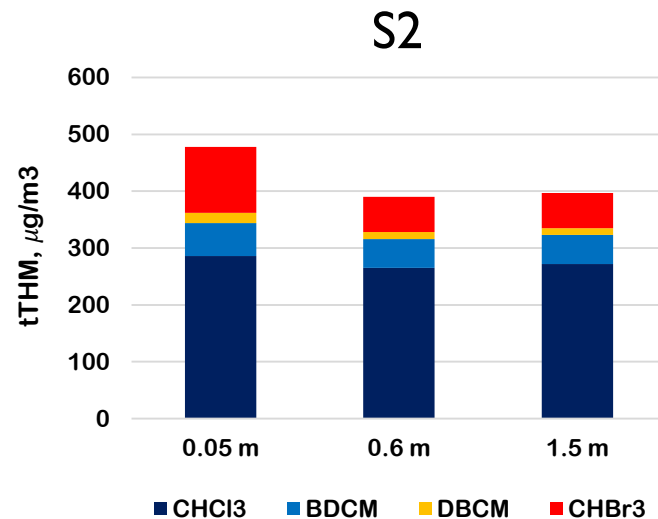


# THMs 0.05 m, 0.6 m og 1.5 m over vannflaten



S1;

- 35 % mer tTHM 0.05 m vs. 1.5 m
- 1 % mer tTHM 0.6 m vs. 1.5 m
- 98 % av tTHM: CHCl<sub>3</sub>

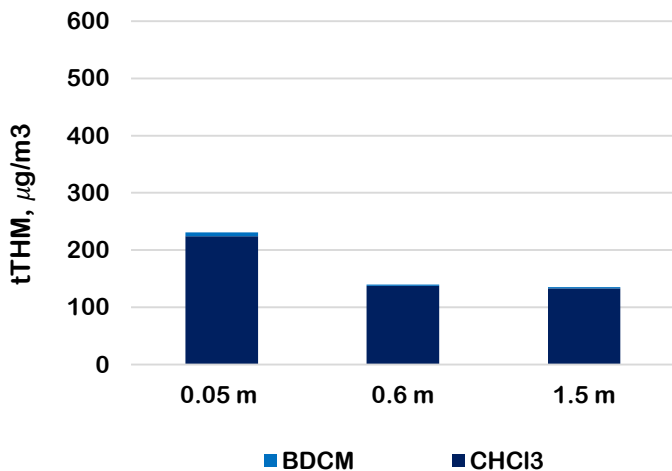


S2;

- 20 % mer tTHM 0.05 m vs. 1.5 m
- 3 % mer tTHM 1.5 m vs. 0.6 m
- 59 % av tTHM: CHCl<sub>3</sub> (0.05 m)
- 87 % mer CHBr<sub>3</sub> at 0.05 m vs. 1.5 m

# Distribusjon av THM

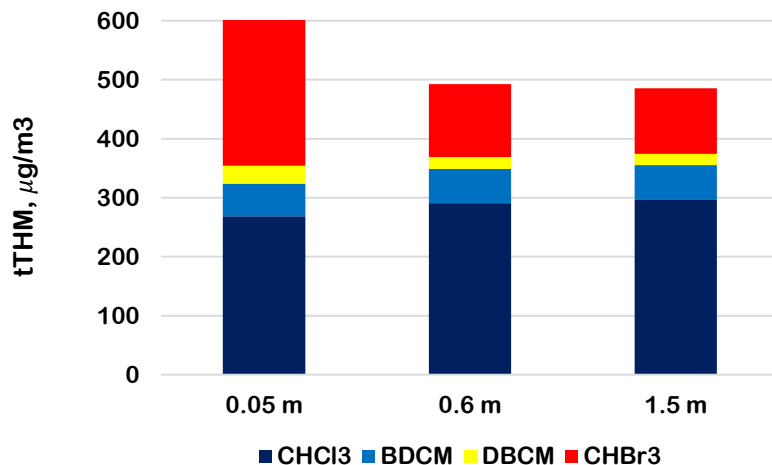
## Idrettsbasseng, S1



S1;

- 70.5 % mer tTHM 0.05 m vs. 1.5 m
- 3 % mer tTHM 0.6 m vs 1.5 m
- 97 % av tTHM; CHCl<sub>3</sub> (0.05 m)

## Idrettsbasseng, S2 (33 % saltvann)



S2;

- 25 % mer tTHM 0.05 m vs. 1.5 m
- 3 % mer tTHM 0.6 m vs. 1.5 m
- 0.05 m: 42 % CHBr<sub>3</sub>
- 1.5 m: 23 % CHBr<sub>3</sub>

**262 % mer tTHM in S2 vs. S1 (0.05 m)**

# DISKUSJON

- Ved S1 og S2:
  - Konsentrasjonen av tTHM var høyere på morgenen ved terapibassengene
  - Nattventilasjon? (Levere ACH, mer omluft)
  
- Ved mye bromholdige THM: viktig å måle nær vannflaten

# DISKUSJON

	S1	S2
Besøkende per år	130 000	360 000
Bromholdige THM over terapibassengene (ferskvann)	2 %	25 %

- Høy konsentrasjon av THM i S2- Tilstedeværelse av bromider i vannet? ACH?
- Bromholdige THM assosiert med NaOCl
  - Forurensinger i saltet? lagringstid? lagringstemperatur?
- Ved mye bromider i vannet; bør bromholdige komponenter reguleres?

# Hva er helseskadelig?

Kan systemisk dose-beregninger benyttes?

THM	TDI	Barn		Voksne		Utøvere		Badevakter	
		SI	S2	SI	S2	SI	S2	SI	S2
<b>CHCl<sub>3</sub></b>	15	1,9	4,2	2,2	4,6	<b>31,8</b>	<b>64,8</b>	8,6	<b>23</b>
<b>BDCM</b>	Ikke fastsatt	0,1	0,8	0,1	0,9	1,1	12,2	0,3	4,6
<b>DBCM</b>	21,4	-	0,3	-	0,3	-	4,5	-	1,1
<b>CHBr<sub>3</sub></b>	17,9	-	2,1	-	2,3	-	<b>34,2</b>	-	7,4

# Hva er helseskadelig?

US EPA: Akseptabel kreftrisiko (KR) når under  $10^{-5}$

Eksponeringsgruppe	Eksponeringsvei	KR, S1	KR, S2
Barn, 1 år	Inhalasjon	$7,3 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-4}$
	Dermalt/oralt	$9,1 \times 10^{-6}$	$7,3 \times 10^{-5}$
	KR <sub>Total</sub>	$8,2 \times 10^{-5}$	$2,1 \times 10^{-4}$
Voksne (70 kg)	Inhalasjon	$8,3 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-4}$
	Dermalt/oralt	$9,1 \times 10^{-6}$	$7,9 \times 10^{-5}$
	KR <sub>Total</sub>	$9,2 \times 10^{-5}$	$2,4 \times 10^{-4}$
Utøver	Inhalasjon	$1,5 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^{-3}$
	Dermalt/oralt	$1,2 \times 10^{-4}$	$9,5 \times 10^{-4}$
	KR <sub>Total</sub>	$1,6 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$
Badevakt	Inhalasjon	$7,2 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-3}$
	KR <sub>Total</sub>	$7,2 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-3}$