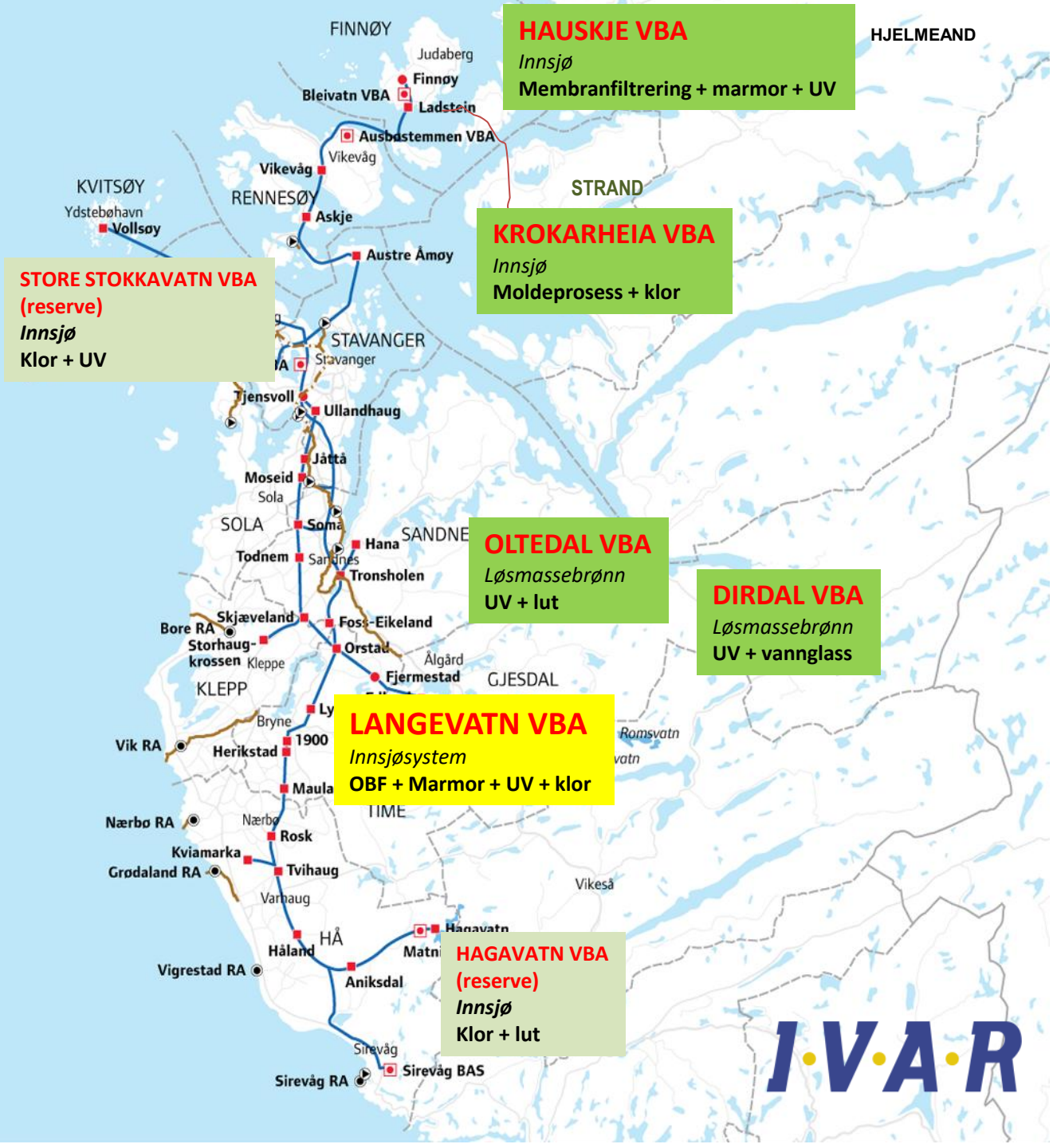
Biofilmmonitorer *- et nyttig verktøy for å beskrive potensialet for slamdannelse og etterkoagulering i ledningsnettet* ***?***

v/Karl Olav Gjerstad , IVAR





IVAR forsyner 360.000 personer med drikkevann fra 7 vannbehandlings anlegg



Fase 1➔ Langevannsverket 1959

Sil – klorering. (Noen år etter lutdosering)



Fase 2➔ Langevannsverket *8.mars 1999*

Alkalisering (marmorfilter + CO_2) + natriumhypokloritt







Fase 3 ➔ Langevannsverket *2007*

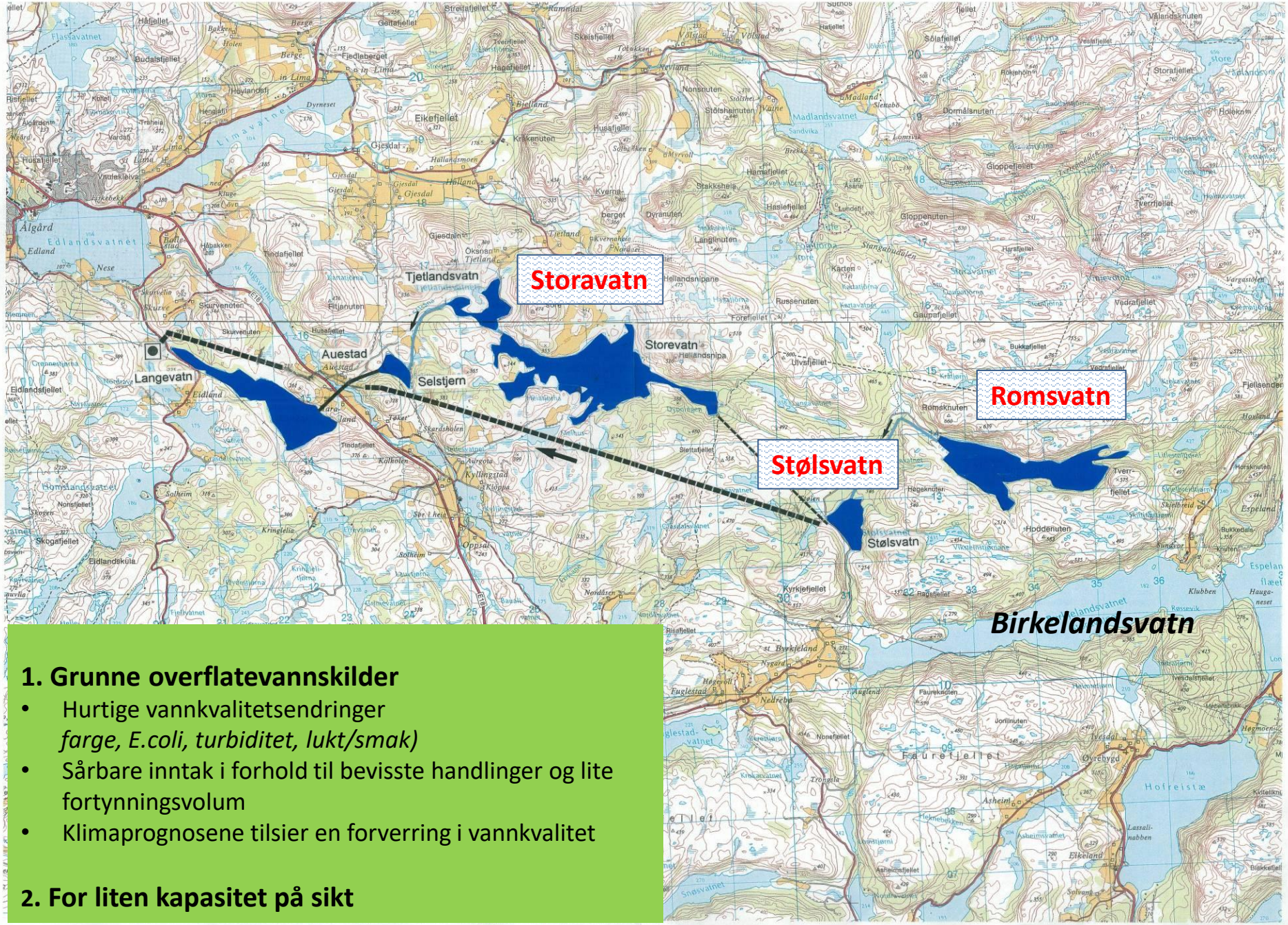
UV-anlegget installert

Fase 4➔ Langevannsverket *2021*

Ozonering + Alkalisering (marmorfilter) + biofiltrering + UV + klorering

Kapasitet: 3300 l/s - 500.000 pe

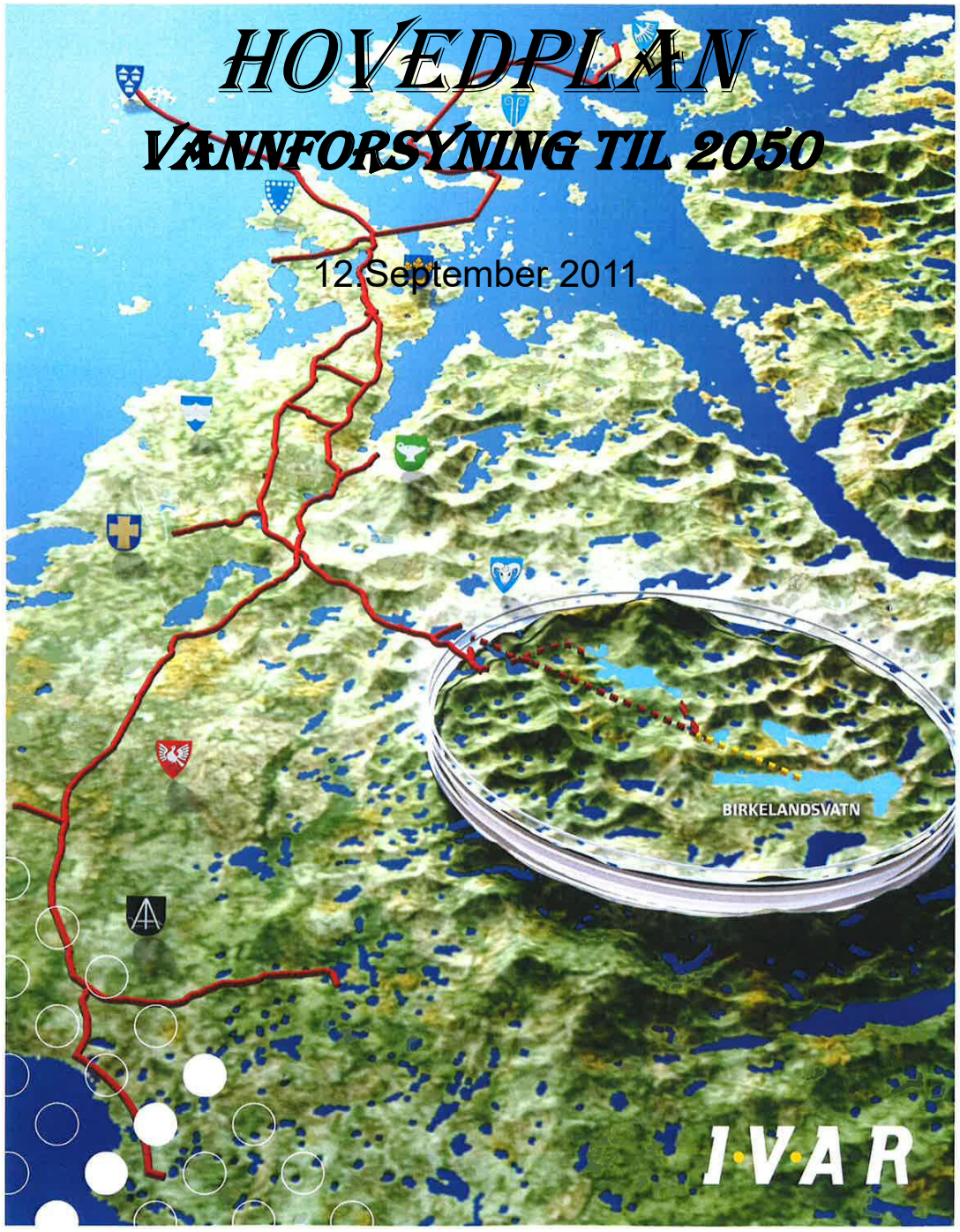




1. Grunne overflatevannskilder

- Hurtige vannkvalitetsendringer
  farge, E.coli, turbiditet, lukt/smak)
- Sårbare inntak i forhold til bevisste handlinger og lite fortynningsvolum
- Klimaprognosene tilsier en forverring i vannkvalitet

2. For liten kapasitet på sikt



NY RÅVANNSKILDE

+

UTVIDET VANNBEHANDLING

⬇

- *Fargereduksjon*
- *Hygienisk barriere*
- *Luktfjerning*

Aktuelle vannbehandlings metoder →

- ***Moldeprosess (koagulering og direktefiltrering)***
  - *Meget godt dokumentert prosess*
  - *Ved optimal drift – ikke problem med kimtall/nettslam*
  - *Godt egnet for høye fargetall*
  - ***Større slamproduksjon, utfordrende slamhåndtering***
  - ***Ikke luktfjerning***

- ***OBF (Ozon og biofiltrering)***
  - *Enkel drift*
  - *Egnet for lave til moderate fargetall (25-30 mg Pt/l)*
  - *Liten slamproduksjon, enkel håndtering*
  - *Effektiv luktfjerning*
  - ***Enkelte anlegg – kimtallsproblem og slamdannelse på fordelingsnett***

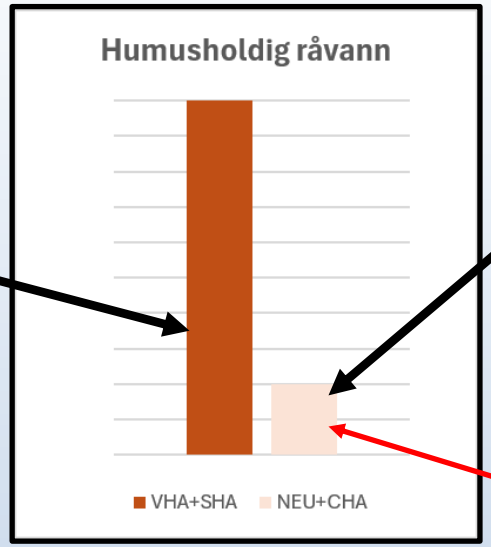


(Kimtallsdata foreligger ikke for Tyristrand)

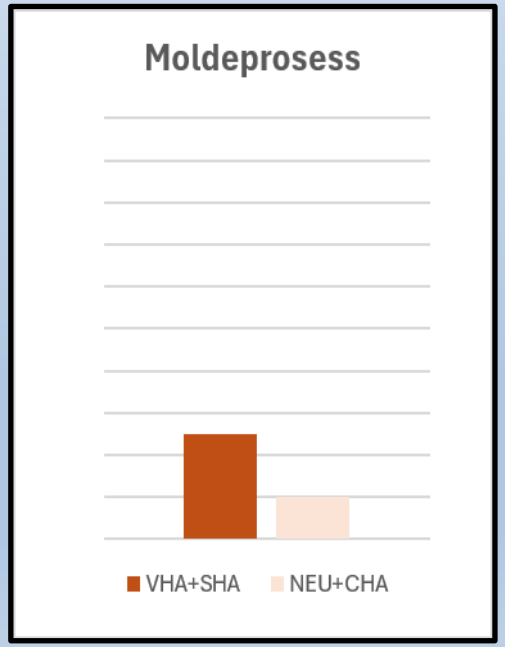
					Kode:	<100	100-250	>250/300			
Vannverk	Kommune	Besøkt 2012	Kim/mL (22 °C)[1]								
			Prøveår	Prøvepunkt	Avg	Min	Max	50-perc	75-perc	90-perc
STENGVATN	Fauske		2012	Nettvann (Hauan)	26	3	66	21	41	51
NES	Ringsaker	Ja	2012	Rentvann	46	1	>300	13	42	195
			2012	Nettvann (Sund/Tingnes)	61	6	>300	25	50	-
			2012	Nettvann (Hanestad)	20	5	37	17	37	-
ULEFOSS	Nome	Ja	2012	Rentvann	2	0	14	1	5	8
			2012	Nettvann (Berget)	112	0	2200	14	32	108
			2012	Nettvann (Midtre Helgen)	223	7	1120	120	140	-
HAUS	Osterøy		2012	Rentvann	>250	0	>250	>250	>250	>250
BRATTVÅG	Haram		2012	Rentvann	116	0	>300	50	250	>300
			2012	Nettvann (Synnarlandsv)	216	0	>300	>300	>300	>300
			2012	Nettvann (Håvikmyrane)	198	0	>300	>300	>300	>300
KØRELEN[6]	Sund		2008	Nettvann (Skageneset)	49	1	166	28	88	166
			2008	Nettvann (Solhaug)	312	4	2910	97	300	881
			2009	Nettvann (Skageneset)	103	0	665	29	166	308
			2009	Nettvann (Solhaug)	353	1	1700	127	434	1265
STEINSVIKA	Skien	Ja	2011	Rentvann	1	0	4	0	1	3
				Nettvann (Lakåsene)	51	3	200	39	69	180
STEINSVIKA	Skien		2012	Rentvann	2	0	17	1	2	5
				Nettvann (Lakåsene)	98	1	260	93	155	194
VALNESFJORD	Fauske		2012	Nettvann (Furnes)	90	0	>300	51	171	258
TYRISTRAND	Ringerike	Ja	2012	Rentvann						
				Nettvann (2 km ute)						
				Nettvann (12 km ute)						
HOLE	Hole	Ja	2012	Rentvann	154	20	>300	120	>300	>300
			2012	Nettvann (Hunstad)	138	0	>300	60	>300	>300
			2012	Nettvann (Elstangen)	146	1	>300	100	>300	>300
ALVHEIM[7]	Øygarden		2010	Rentvann	271	85	>300	>300	>300	>300
			2010	Nettvann (Brannst)	290	104	>300	>300	>300	>300
			2011	Rentvann	142	0	>300	134	273	300
			2011	Nettvann (Brannst)	262	19	>300	>300	>300	>300
AUSTEVOLL[3,4]	Austevoll		2009	Rentvann	75	0	>300	10	165	255
			2009	Nettvann (Storebø)	124	1	>300	100	262	>300
			2009	Nettvann (Austevollhella)	152	0	>300	164	>300	>300
			2009	Nettvann (Kolbeinsvik)	51	0	192	18	100	-
			2010	Rentvann	17	0	97	7	19	76
			2010	Nettvann (Storebø)	127	0	>300	77	284	>300
			2010	Nettvann (Austevollhella)	159	1	>300	173	>300	>300
			2010	Nettvann (Kolbeinsvik)	164	3	>300	236	>300	>300

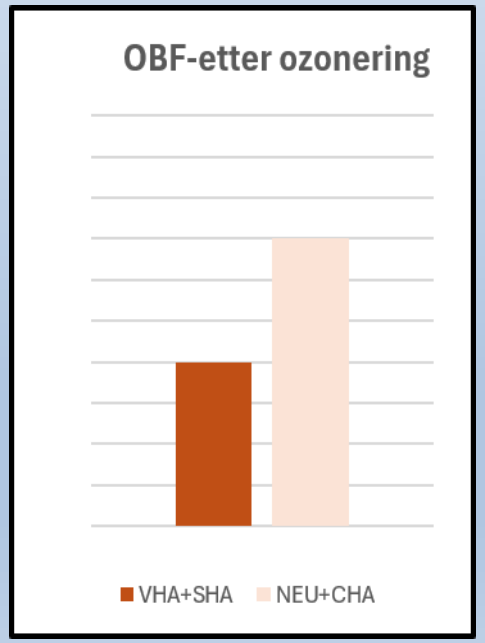
1) Data for prøveåret/nær prøvedato for NOM/BDOC-prøver, 2) Etter UV, 3) Rentvannskvalitet = Ut UV, 4) Prøver analysert etter 3 døgn i posten

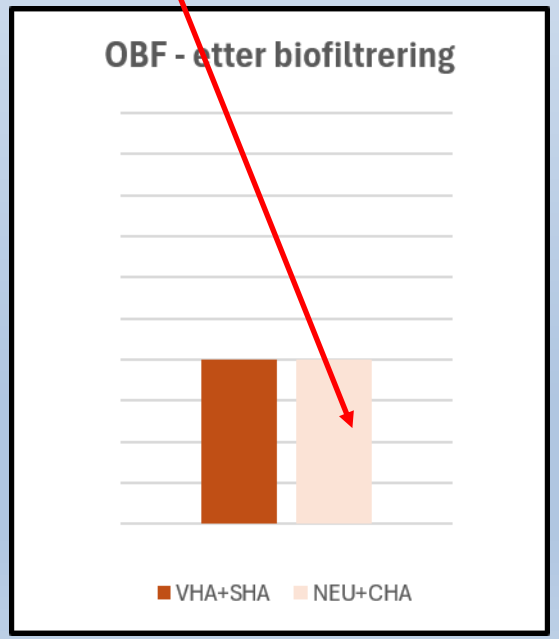
*Humuspåvirket overflatevann domineres normalt naturlig organisk materiale (**NOM**) av de hydrofobe og biologisk stabile humusfraksjoner **VHA** (sterkt hydrofobe organiske syrer) og **SHA** (svakt hydrofobe organiske syrer) som er årsaken til den gulbrune fargen på vannet*



NOM består også av mindre mengder **CHA** (*hydrofile syrefraksjoner)* og **NEU** (*nøytrale hydrofile forbindelser)* som er lettere bionedbrytbare og utgjør en stor del av det biologisk tilgjengelige organiske karbonet **(BDOC).**







Langevatn Pilotanlegg

2009

Moldeprosess – *Marmorfilter*

OBF – *Biofilter*

OBF - *Kontaktkolonner*

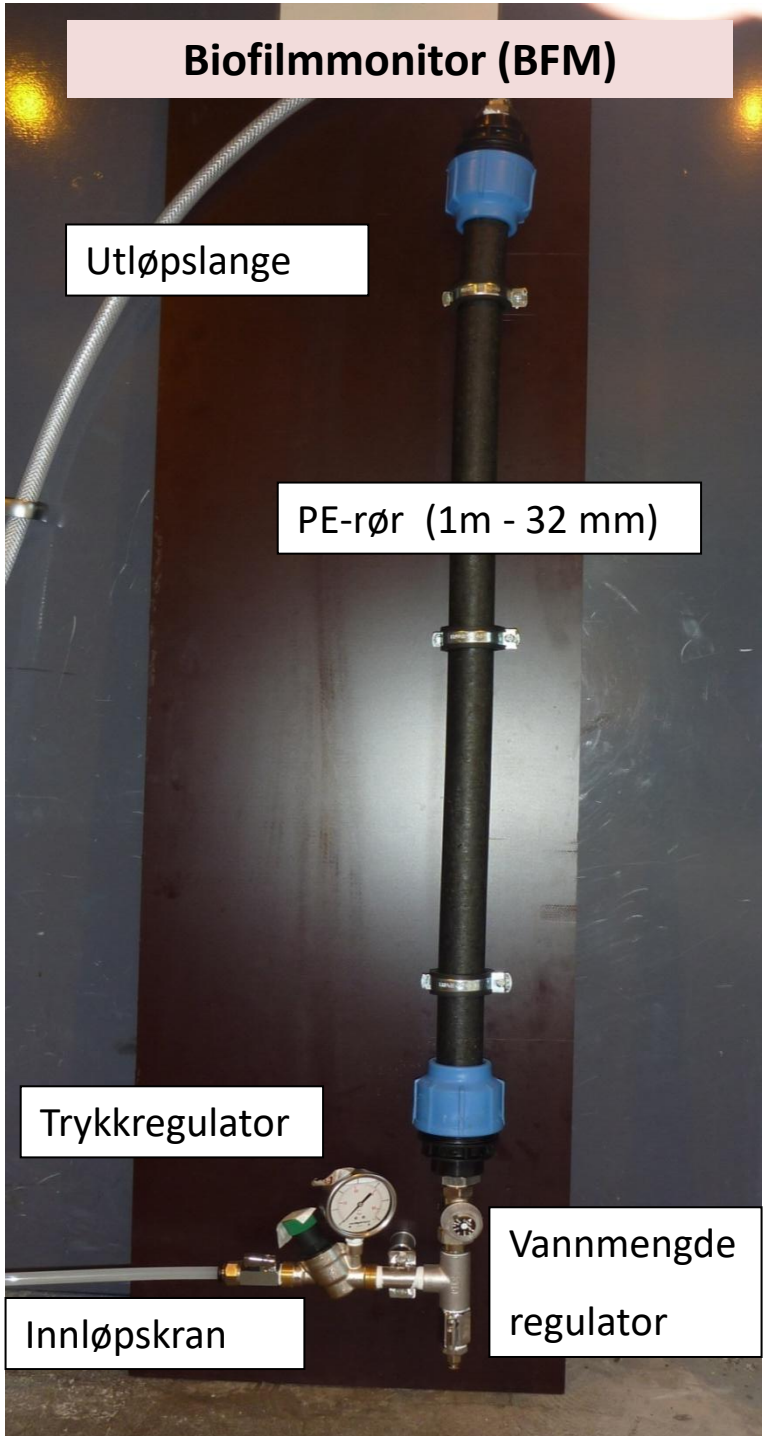
Oksygengenerator

Ozongenerator

BFM



Biofilmmonitor (BFM)



Rørbiter (5cm) kuttes med spesialtang



Legges i ultralydbad med renset vann.

Etter full utvasking fra rørbiter og homogenisering➔

Div Analyser
SINTEF v/Bjørnar Eikebrokk)

***BFM** utplassert ved:*

<u>IVAR Hovedprosess</u>
1 stk alkalisert vann

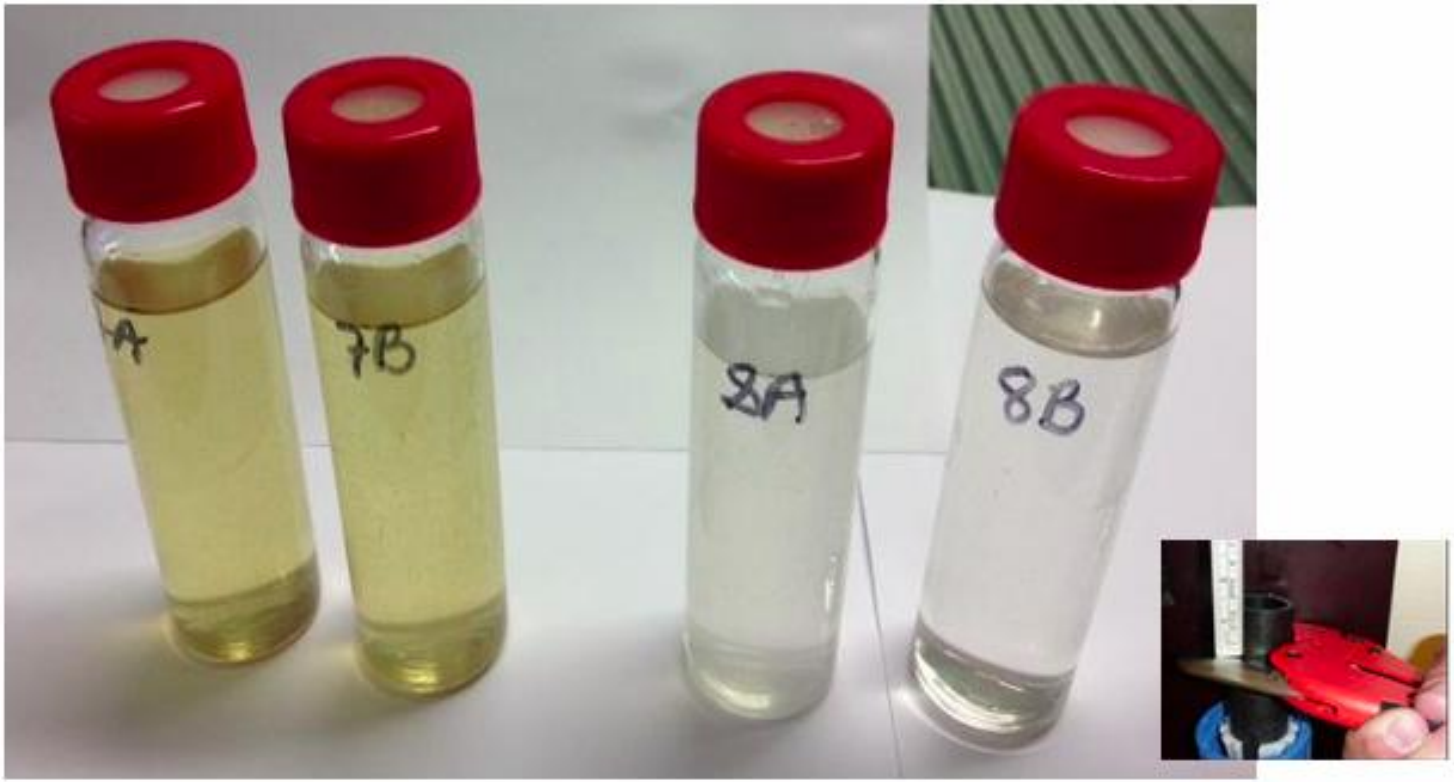
<u>IVAR pilot, Langevatn</u>
1 stk Moldeprosess
1 stk ozon/bifiltrering

<u>Steinsvika vv, Skien</u>
(OBF-metoden)
1 stk på råvann
1 stk på nettvann

<u>Klungset vv, Fauske</u>
(OBF-metoden)
1 stk på råvann
1 stk på nettvann

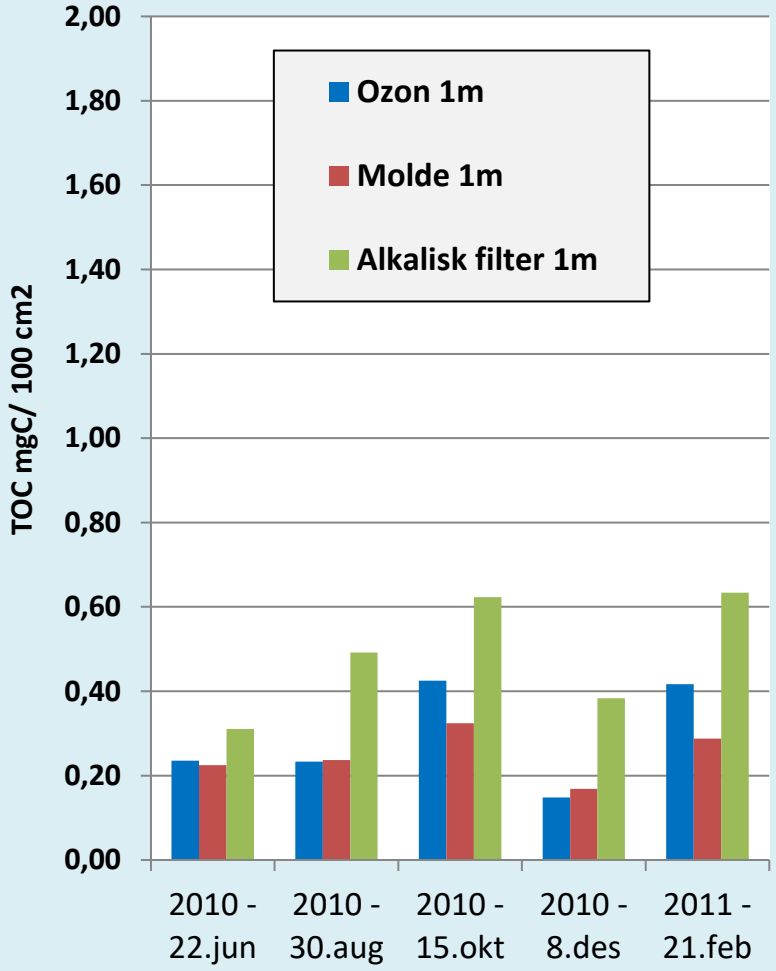
Vestfold Vann – BFM

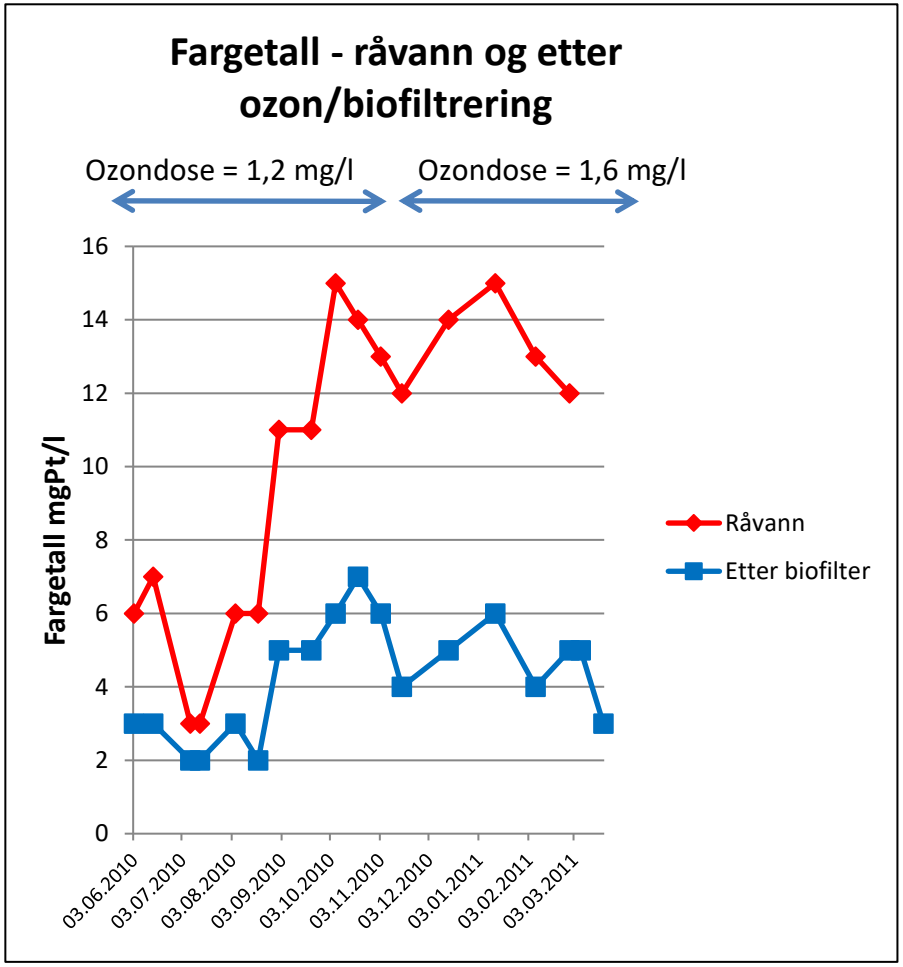
Seierstad Råvann (7A, 7B) og Rentvann (8A, 8B) – Aug 2013

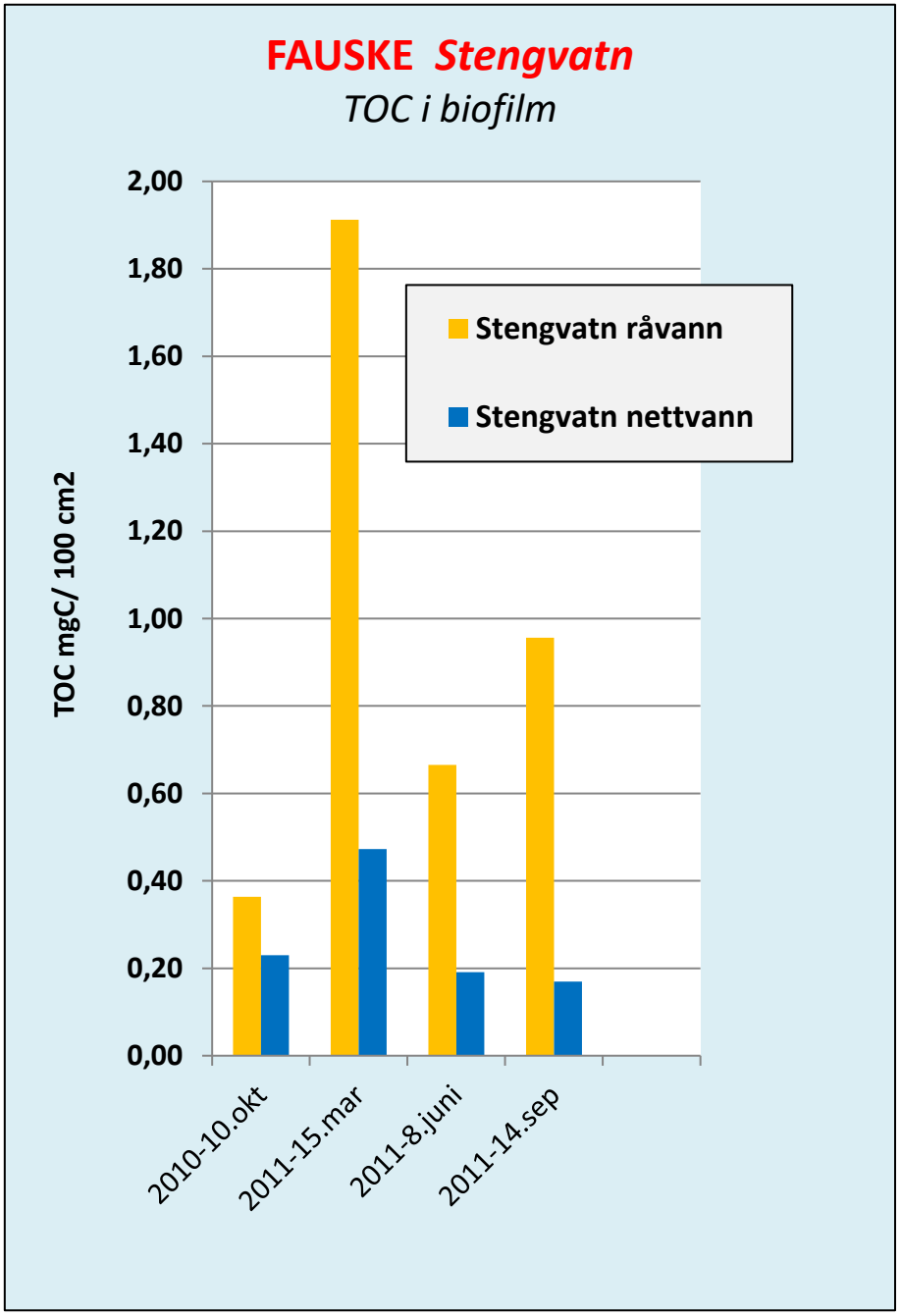


Pilotanlegg *(OBF og MoldeP.)* **og Hovedanlegg** *(alkalisk filter)*

TOC i Biofilm







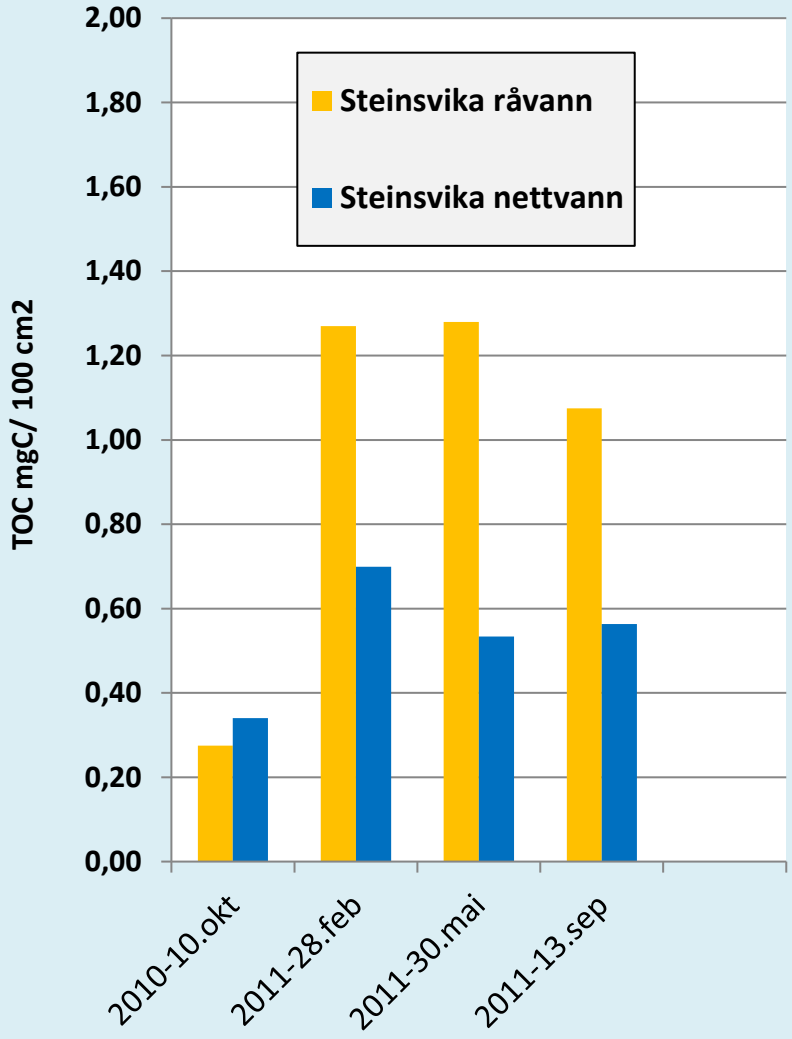
Vannbehandling:
Ozonering – biofilter - UV

Fargetall inn : ca 20 mg Pt/l

TOC inn ca 3,5 mg C/l
pH = 7,2
Ozondose = **3,5 mg/**l
Oppholdstid = 21 min
BDOC feb 2011 = 0,25 mg/l

SKIEN *Steinsvika*

TOC i biofilm



Vannbehandling:
Ozonering – alkalisk filter – biofilter - UV

Fargetall inn : 14 - 18 mg Pt/l

TOC inn: 2,4 -3.0 mg C/l
Ozondose = **1,2 – 2,0 mg/l**
Oppholdstid = ca 40 min
BDOC høst 2011 ca 0,27 mg/l

Utspyling av 50 m PEH rør etter PILOT (*Moldeprosess og OBF)* og Hovedanlegg (*alkalisk filter*)

	mg pr 100 cm2		
Parameter	**PILOT** Molde Prosess	**PILOT** OBF	**HOVEDANL** Alkalisk filter
Suspendert stoff *(totalt partikkelinnhold)*	1,6	3,6	7,0
Suspendert glødetap *(totalt organisk stoff)*	0,9	1,9	4,4
Suspendert gløderest (*Totalt metallforbindelser)*	0,7	1,7	2,6
Jern	*0,4*	*0,4*	*0,8*
Kalsium	*0,2*	*0,3*	*1,0*
Mangan	*0,2*	*0,2*	*0,2*

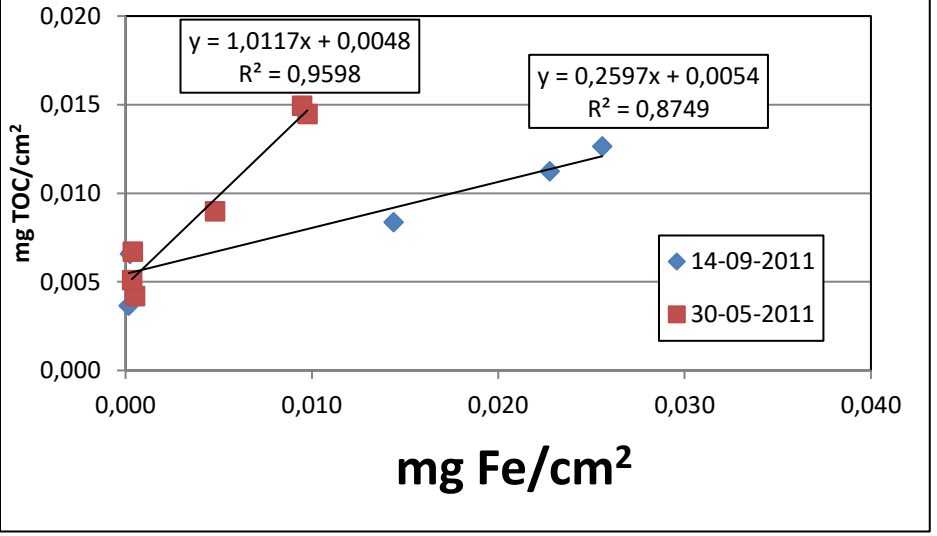
Metallinnhold i biofilm i BFM satt ut i Skien og Fauske

Biofilmprøver september 2011	Metallinnhold i biofilm ug/100 cm2			
	Ca	**Al**	**Mn**	**Fe**
Skien BFM ***Råvann***	275	992	252	828
Skien BFM ***Nettvann***	12	6	3	9
Fauske BFM ***Råvann***	233	410	73	724
Fauske BFM ***Nettvann***	12	5	1	13

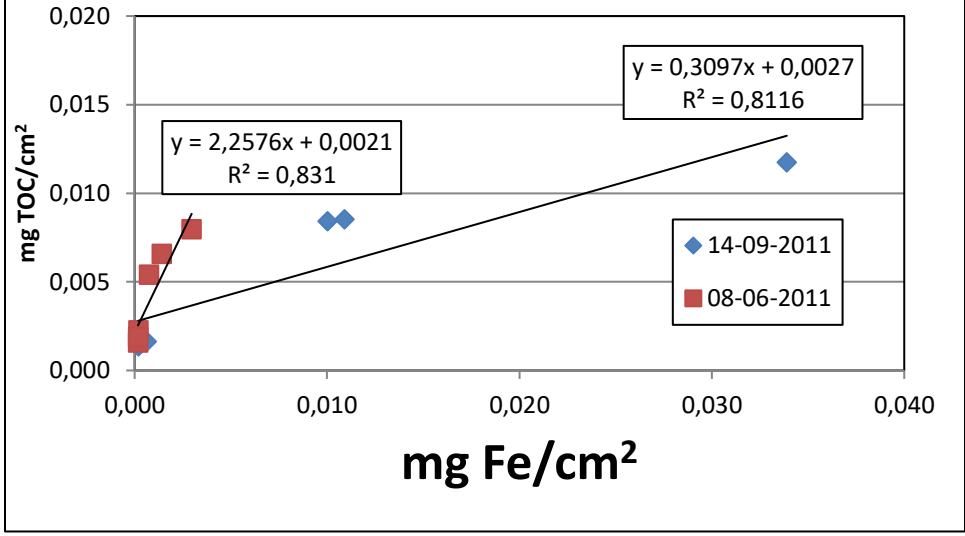
Biofilmprøver juni 2011	Metallinnhold i biofilm ug/100 cm2			
	Ca	**Al**	**Mn**	**Fe**
Skien BFM ***Råvann***	76	378	92	317
Skien BFM ***Nettvann***	22	11	7	16
Fauske BFM ***Råvann***	43	32	14	68
Fauske BFM ***Nettvann***	15	2	0	7

Forholdet mellom TOC og Metallinnhold i biofilm fra BFM

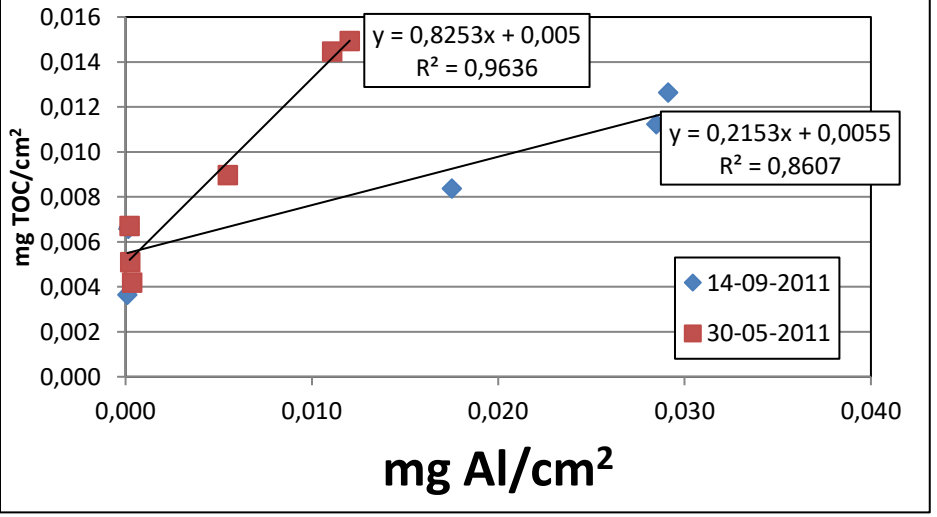
Steinsvika



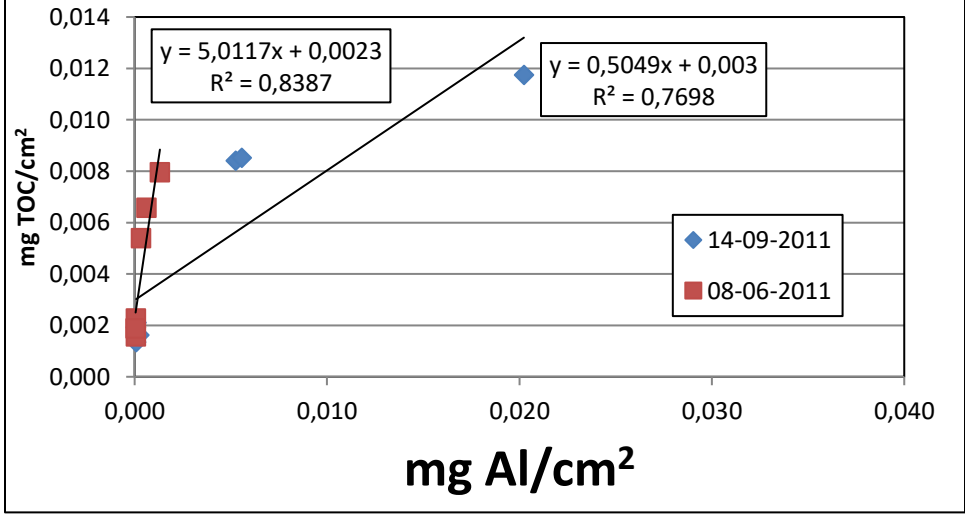
Fauske



Steinsvika

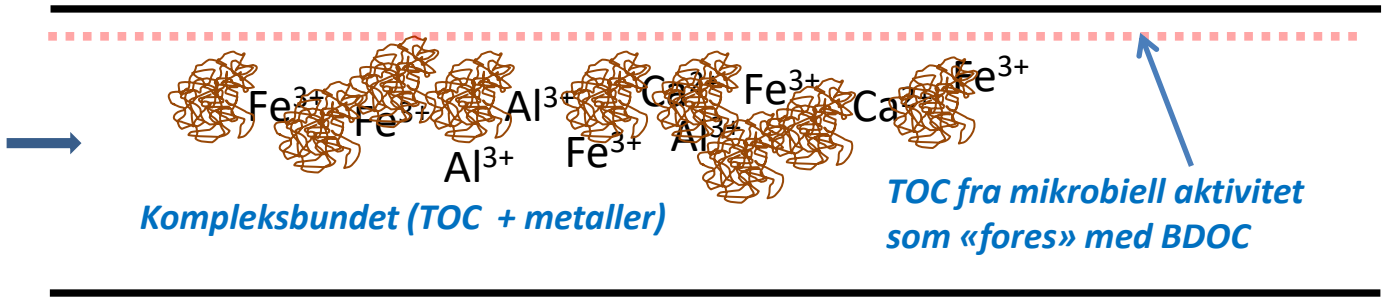


Fauske



Forsøk på en enkel forklaringsmodell

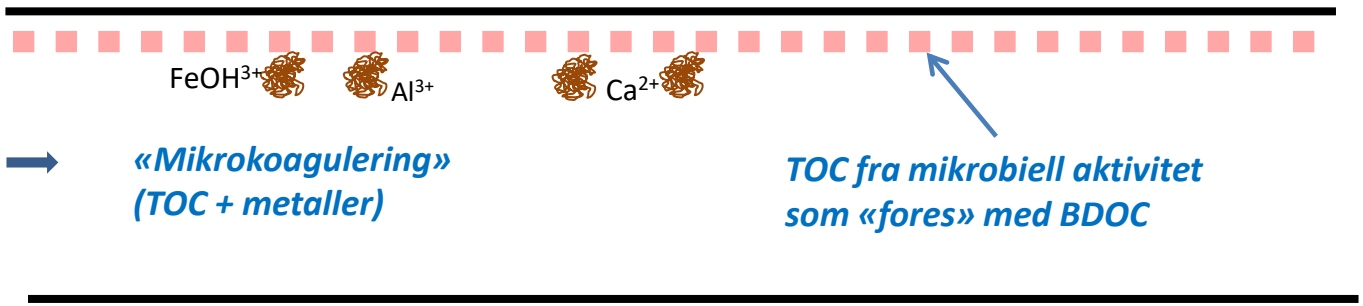
Råvann



OBF

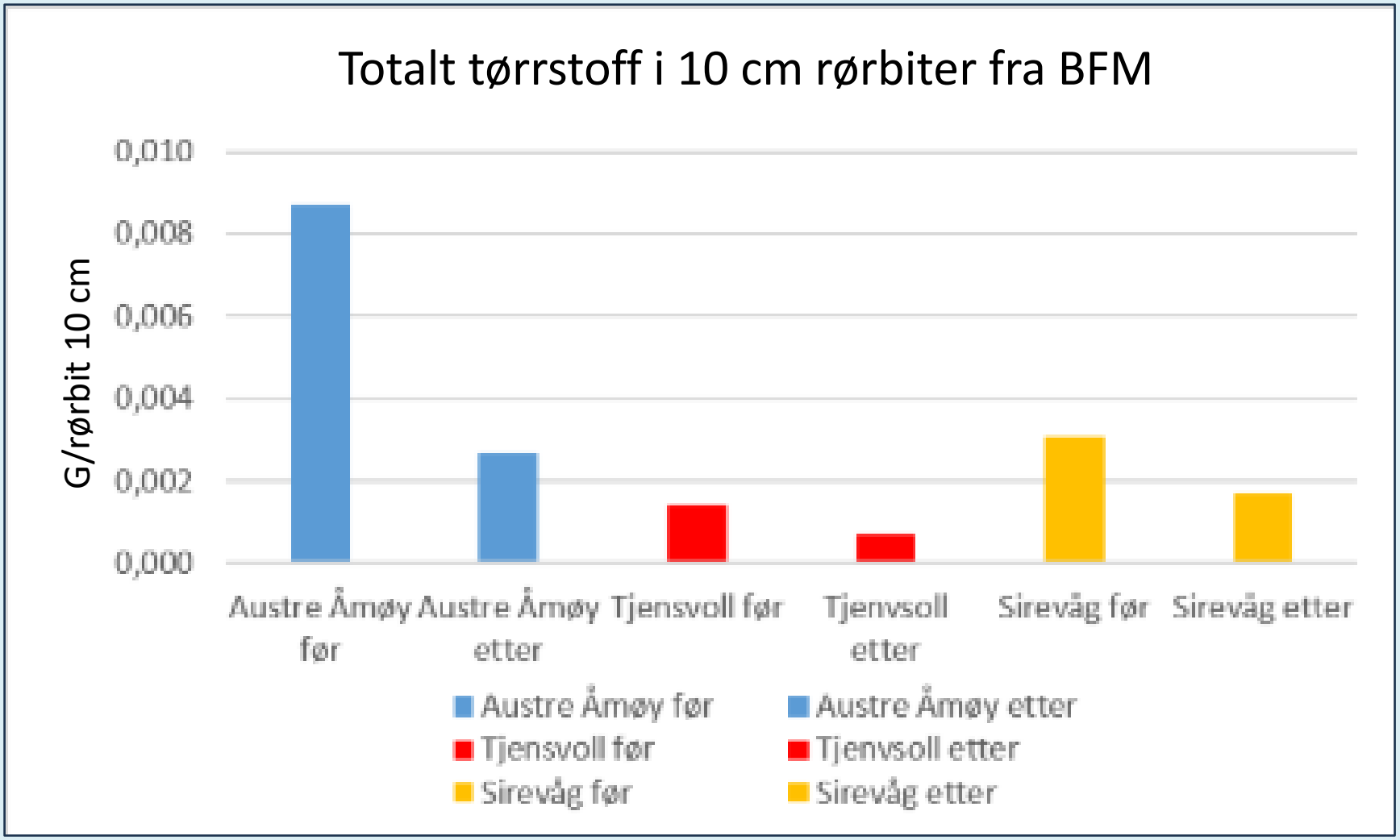
Ozonering frigjør metaller fra humus kompleksene og metallene (spesielt jernhydroksyd) fungerer som koagulanter i alkalisk filter og biofilter.

I tillegg reduseres BDOC i biofilter



Sammenligning av slamdannelse i biofilm-monitorer 3 steder på fordelingsnettet *før* og *etter* ny vannbehandling på Langevatn VBA

(gjennomsnitt av 7 prøver før og 9 prøver etter)



Årsaker til slamdannelse i fordelingsnettet

Problem	**Løsning**
• *Tilførsel av partikler etter VBA*	Turbiditet < 0,1 FTU
• *Korrosjonsprodukter dannet i fordelingsnettet*	Alkalisering (Ca 15-20 mg/l, pH ca 8)
• *«Mikrokoagulering» grunnet restmetall etter VBA*	Minimaliser restmetaller
• *Mikrobiell dannelse av biofilm*	Reduser BDOC (< 0,15-0,25 mg/l)

Vannkvalitet og Beleggdannelsespotensial ved Vannverk i Trondheim og Bergen

Analyse av ATP, TOC og Me i vann og belegg, beleggdannelseshastigheter og slippfrekvenser ved VIVA og Benna (TRD), ESP og SVD (BGO)

Prosjektopplegg, Resultater og Konklusjoner

Bjørnar Eikebrokk





bjorneik@online.no
bjornar.eikebrokk@sintef.no
+4793058590