

Norsk Vann Fagtreff, Thon Hotel Oslo Airport, 16-17 Mars, 2023



# Hva viser resultatene fra BARRiNOR?

B. Eikebrokk, Drikkevannskonsult (tidl. SINTEF)

# Hvorfor BARRiNOR?

## Hva trengte vi å vite mer om?

- ✓ Hvilke resultater får vi ved bruk av nye/utradisjonelle mikrobiologiske analysemetoder for kartlegging av mikrobiell vannkvalitet og hygieniske barriereeffekter?
- ✓ Hvilke log-reduksjoner får vi ved bruk av disse analysemetodene i norske koaguleringsanlegg?
- ✓ Hvordan er kvaliteten på aktuelle returstrømmer som filtermodningsvann og dekanteringsvann fra slamfortykking?
- ✓ Hvilke forskjeller finner vi mellom de deltagende vannverkene (Benchmarking)?
- ✓ Hvordan påvirkes barriereeffektene av prosessutforming, filtermodning, returstrømmer, og driftsmessig stress (suboptimale/varierende koagulerings- og belastningsforhold)? Når kan barrierene svikte?
- ✓ Hvilke sammenhenger ser vi mellom driftsforhold og oppnådd barriereeffekt målt via ulike parametere?
- ✓ Finnes det gode alternativer til dagens barriereindikatorparametre og parameterverdier?
- ✓ Er optimale koaguleringsforhold de samme for mikroorganismer som for NOM, turbiditet, restmetall, etc - eller kan/bør vi optimalisere prosessene spesifikt for mikrobiologisk vannkvalitet/log-reduksjoner?

# Anleggstyper og Prøvetakingssteder

- ✓ Koagulering/Kontaktfiltreringsanlegg med Al, Fe; 2-M og 3-M filtre
- ✓ Filteranlegg med flokkulering, forsedimentering eller forflotasjon (Al; PAX)
- ✓ Anlegg med Pulsator; Actiflo
- ✓ Ozon-biofilteranlegg med alkalisk forfiltrering
- ✓ Rene alkaliske filteranlegg

## Typiske prøvetakingssteder

- Ubehandlet råvann
- Utløpsvann fra ozonering, flokkulering, sedimentering eller flotasjon
- Utløpsvann fra filtre (2-M eller 3-M; GAC; alkaliske filtre; biofiltre)
- Filtermodningsvann (1-5 prøver)
- Brukt filterspylevann
- Fortykket slam (sedimentering eller flotasjon)
- Dekanteringsvann (1-3 prøver fra slamfortykker)
- Sentrifugert slam
- Rejektvann (fra slamsentrifugering)
- Returvann til innløpet av vannbehandlingsanlegget (for eksempel modnings- og dekanteringsvann)

# Strategier for Prøvetaking og Analyser

- ✓ Sesongmessig prøvetaking i 4 runder av vann, slam og returstrømmer (Alle)
- ✓ Prøvetaking etter spiking OBF (IVAR), og under prosessmessig stress (SVD)
- ✓ Risikobasert prøvetaking (storvolum og NF) og virusanalyser (Kattås Pilot, NRV, VAN, HIAS)
- ✓ Prøvetaking som tidsserier over hele filtersykluser (Kattås Pilot)

On-site kartlegging av hygieniske barrierer/log-reduksjoner via 4 sesongmessige prøverunder av vann og slam fra 12 anlegg, supplert med spiking (2 anlegg) og risikobaserte prøver (4 vannverk)

Avanserte og rutinemessige analyser: Avanserte mikrobiologiske analysemetoder (ATP, FCM, ddPCR, Sekvensering, virusanalyser bl.a. paprikavirus, (Pepper Mild Mold Virus - PMMoV), og vannverkens egne fysisk/kjemiske og mikrobiologiske rutineanalyser

Barriereindikatorer for sikker drift: Sammenstilling av driftsdata fra vannverkene (under prøverundene) og tilhørende analyseresultater/oppnådde log-reduksjoner - Viktig fordi litteratur-rapporterte nivåer for log-red varierer svært mye – med stor avhengighet av lokale forhold, råvannskvalitet, vannbehandlingsprosesser, disponering av returstrømmer og driftsforhold/driftsrutiner, m.v.

# Typisk eksempel: Driftsdata og Analysedata

## Aurevann VBA – Fysisk/kjemiske og Mikrobiologiske Analysedata

Sampling Date	Prøvested	Coagulation - Al				Parameter									
		mg Me/L	µmol Me/L	µmol Me/mg DOC	pH	Farge mg Pt/L	Turbiditet NTU	ATP-Tot pg/mL	ATP-Cell pg/mL	TCC #/mL	HNA (TCC) #/mL	ICC #/mL	HNA (ICC) #/mL	% ICC	ddPCR #/mL <sup>*)</sup>
13.12.2021	Raw					53	0,59	114,9	81,2	1 155 000	565 000	733 200	410 000	63	5,38E+05
14.03.2022	Raw					45	0,50	98,9	96,8	1 207 000	628 000	615 000	285 000	51	4,95E+05
31.05.2022	Raw					48	0,41	31,7	30,3	1 586 000	737 000	97 830	57 700	6	4,31E+05
05.09.2022	Raw					39	0,64	14,0	13,1	1 808 000	1 240 000	311 300	126 000	17	2,06E+05
13.12.2021	UT 2-M L1	7,6	283	35	6,0	3	0,09		5,0	315 500	191 000	163 200	70 300	52	1,04E+05
14.03.2022	UT 2-M L1	7,6	283	40	5,9	4	0,21		1,1	187 000	112 000	82 300	34 700	44	3,68E+04
31.05.2022	UT 2-M L1	7,2	267	36	5,9	3	0,10		2,4	308 700	163 000	33 000	10 900	11	4,53E+04
05.09.2022	UT 2-M L1	6,0	223	41	6,0	4	0,03		5,5	395 300	320 000	118 700	37 900	30	2,92E+04
13.12.2021	UT 2-M L2	7,6	283	35	6,0	2	0,09		4,0	324 000	215 000	162 300	70 400	50	1,07E+05
14.03.2022	UT 2-M L2	7,6	283	40	5,9	4	0,20		1,3	289 500	169 000	123 800	53 500	43	6,15E+04
31.05.2022	UT 2-M L2	7,2	267	36	5,9	3	0,08		2,3	298 300	133 000	27 670	9 020	9	3,72E+04
05.09.2022	UT 2-M L2	6,0	223	41	6,0	4	0,03		4,2	362 800	289 000	119 500	29 900	33	2,55E+04
13.12.2021	Ripening					7	1,04		10,8	988 500	549 000	475 800	259 000	48	2,01E+06
14.03.2022	Ripening-Avg					6	0,43		4,3	678 200	398 000	332 800	164 000	49	9,22E+05
31.05.2022	Ripening					5	0,31		3,2	596 300	286 000	47 000	23 100	8	1,85E+05
05.09.2022	Ripening					7	0,33		9,9	1 119 000	751 000	235 200	70 000	21	1,11E+05
13.12.2021	Spylevann					8	188		290						-
14.03.2022	Spylevann						174		243	12 270 000	8 490 000	5 130 000	3 010 000	42	-
31.05.2022	Spylevann						71		205	13 880 000	6 050 000	1 573 000	809 000	11	-
05.09.2022	Spylevann					7	85		139	25 780 000	17 100 000	4 125 000	2 420 000	16	-
13.12.2021	Dekantat					4	1,0		76,5	5 562 000	3 280 000	2 780 000	1 570 000	50	3,42E+06
14.03.2022	Dekantat					4	1,3		65	5 645 000	3 780 000	2 543 000	1 460 000	45	5,20E+05
31.05.2022	Dekantat					4	1		35	2 175 000	1 650 000	222 700	152 000	10	7,65E+05
05.09.2022	Dekantat					5	2		66	5 435 000	4 070 000	1 249 000	773 000	23	5,01E+05
13.12.2021	Rejekt					9	14		1287						-
14.03.2022	Rejekt					11	16		1429	158 500 000	98 900 000	60 580 000	34 400 000	38	-
31.05.2022	Rejekt						20			49 370 000	30 900 000	5 624 000	4 180 000	11	-
05.09.2022	Rejekt					8	22		1241	44 240 000	29 800 000	8 092 000	5 170 000	18	-
13.12.2021	Fortykket Slam						8,5	2215							1,98E+08
14.03.2022	Fortykket Slam						3600	2853		247 800 000	181 000 000	78 820 000	45 300 000	32	2,19E+08
31.05.2022	Fortykket Slam						1769	555		169 600 000	63 200 000	30 280 000	12 600 000	18	1,06E+08
05.09.2022	Fortykket Slam							3347		351 800 000	173 000 000	57 570 000	33 000 000	16	7,53E+07
13.12.2021	Sentr Slam														1,10E+09
14.03.2022	Sentr Slam									294 200 000	178 000 000	72 170 000	48 100 000	25	3,88E+08
31.05.2022	Sentr Slam									80 170 000	40 700 000	8 667 000	4 790 000	11	7,55E+08
05.09.2022	Sentr Slam									954 500 000	470 000 000	9 833 000	3 930 000	1	2,49E+08

# Aurevann VBA – Resultater for Elementanalyser på ICP-MS

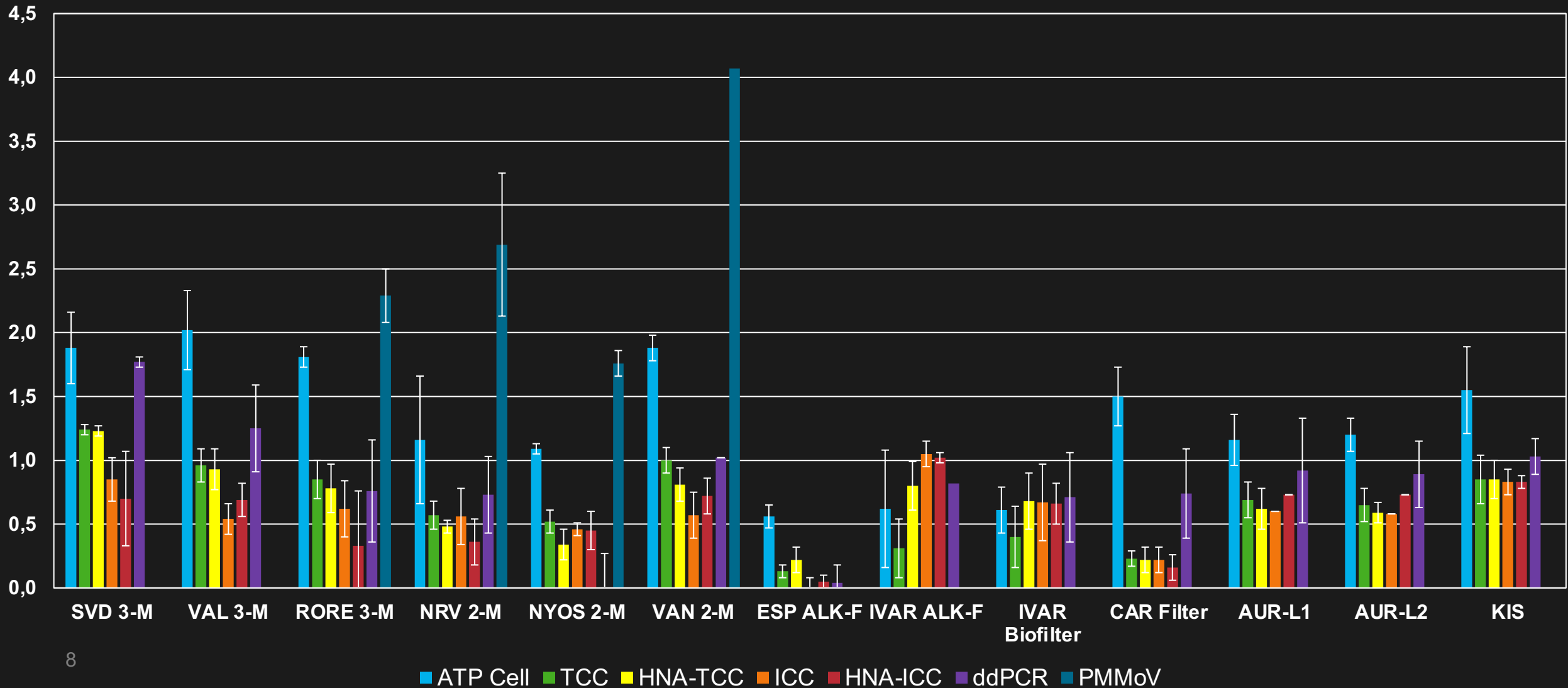
WTW	Sampling Date	Prøvested	Elementinnhold (µg/L)												
			Al	P	S	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
			µg/L for vann; mg/kg TS for slam												
AUR	13.12.2021	Raw	282	23	530	2396	1,7	78	179	<1	3,09	9,6	<0,2	<1	0,42
	14.03.2022	Raw	209	41	491	2438	<2	35	117	1,00	2,10	7,6	<0,2	<0,2	0,28
	31.05.2022	Raw	183	16	404	2395	0,23	18	109	0,14	2,00	7,1	0,01	<0,005	0,25
	05.09.2022	Raw	101	7	390	2436	<0,10	55	108	<0,1	67,2	1,6	<0,02	<0,01	<0,2
AUR	13.12.2021	UT 2-M L1	57	2,7	6401	7340	<0,1	1,5	1	0,16	0,83	4,6	0,015	<0,1	0,04
	14.03.2022	UT 2-M L1	61	4,6	6304	7028	<0,2	1,7	1,6	0,51	0,58	3,3	<0,02	<0,02	0,01
	31.05.2022	UT 2-M L1	49	14	5357	6962	0,17	7,7	2,8	0,16	0,61	4,0	0,011	<0,005	0,017
	05.09.2022	UT 2-M L1	27	7,0	4768	6213	<0,10	48	<2,1	<0,1	<2,1	3,0	<0,02	<0,01	<0,2
AUR	13.12.2021	UT 2-M L2	63	0,4	6153	7113	<0,1	1,4	0,9	0,15	0,63	4,4	0,017	<0,1	<0,02
	14.03.2022	UT 2-M L2	64	7,7	6359	6999	<0,2	1,8	1,7	0,76	0,57	3,2	<0,02	<0,02	0,01
	31.05.2022	UT 2-M L2	49	14	5413	7083	0,08	7,6	2,2	0,14	0,53	3,8	0,008	<0,005	0,009
	05.09.2022	UT 2-M L2	28	7,0	4868	6301	<0,10	49	<2,1	<0,1	<2,1	2,0	<0,02	<0,01	<0,2
AUR	13.12.2021	Ripening	336	3,6	3943	4776	<0,1	1,5	17	0,13	2,00	6,0	<0,02	<0,1	0,29
	14.03.2022	Ripening-Avg													
	31.05.2022	Ripening	105	15,0	4646	6338	0,04	7,6	5	0,12	1,10	6,3	0,010	<0,005	0,06
	05.09.2022	Ripening	92	8,0	3541	4984	<0,10	41,0	11	<0,1	<2,1	4,8	<0,02	<0,01	0,60
AUR	13.12.2021	Spylevann	105580	174	11806	9834	3,4	226	4195	2,4	8,10	36	<0,2	<1	4
	14.03.2022	Spylevann	117633	192	12493	8333	4,3	375	3929	3,2	9,40	34	0,2	0,2	2,43
	31.05.2022	Spylevann	42135	121	6414	6233	1,9	177	1942	0,6	3,60	17	0,1	0,12	1,4
	05.09.2022	Spylevann													
AUR	13.12.2021	Dekantat	344	6,8	5060	5960	<0,1	2,8	7,4	0,2	0,35	3,9	<0,02	<0,1	0,02
	14.03.2022	Dekantat	520	12	5398	6061	<0,2	4,1	12	0,42	0,25	3,6	<0,02	<0,02	0,01
	31.05.2022	Dekantat	626	15	4460	5964	0,083	10	16	0,26	0,3	3,3	0,01	<0,005	0,039
	05.09.2022	Dekantat	901	10	4029	5431	<0,10	27	36	<0,1	<2,1	1	<0,02	<0,01	<0,2
AUR	13.12.2021	Rejekt	3924	127	10081	13826	0,26	25	127	<1	<1	10	<0,2	<1	0,21
	14.03.2022	Rejekt	4077	164	12008	15457	0,28	39	116	1,2	0,93	9,5	0,027	<0,02	0,09
	31.05.2022	Rejekt	10135	133	7897	11507	0,79	66	399	0,5	1,3	7,1	<0,1	0,1	0,25
	05.09.2022	Rejekt													
AUR	13.12.2021	Fortykket Slam	154937	241	7595	4937	5,2	367	6329	2,9	12	52	0,139	0,13	6,7
	14.03.2022	Fortykket Slam	157009	222	8034	4701	5,6	488	5385	3,7	12	46	0,128	0,17	3,4
	31.05.2022	Fortykket Slam	138818	199	6678	3978	5,1	540	6394	2,8	12	45	0,099	<0,14	4,3
	05.09.2022	Fortykket Slam	120551	226	6404	3579	5,1	1055	8853	4,3	15	45	0,188	0,11	4,0
AUR	13.12.2021	Sentr Slam	167703	245	7006	3755	5,7	394	6890	3,1	12	52	0,143	0,19	7,1
	14.03.2022	Sentr Slam	163731	210	7388	3623	5,5	511	5531	3,6	11	45	0,132	0,13	3,3
	31.05.2022	Sentr Slam	154345	256	6321	3550	11,9	612	7605	4,3	13	54	0,126	0,14	4,6
	05.09.2022	Sentr Slam	134795	242	6060	2071	5,3	1072	8919	3,2	14	44	0,138	0,12	3,7

Hvilke Log-reduksjoner finner vi?

# Benchmark – Log-Red Ut Filter

Alle analyseparametere - Alle vannverk

Målte Log-Reduksjoner (AVG)

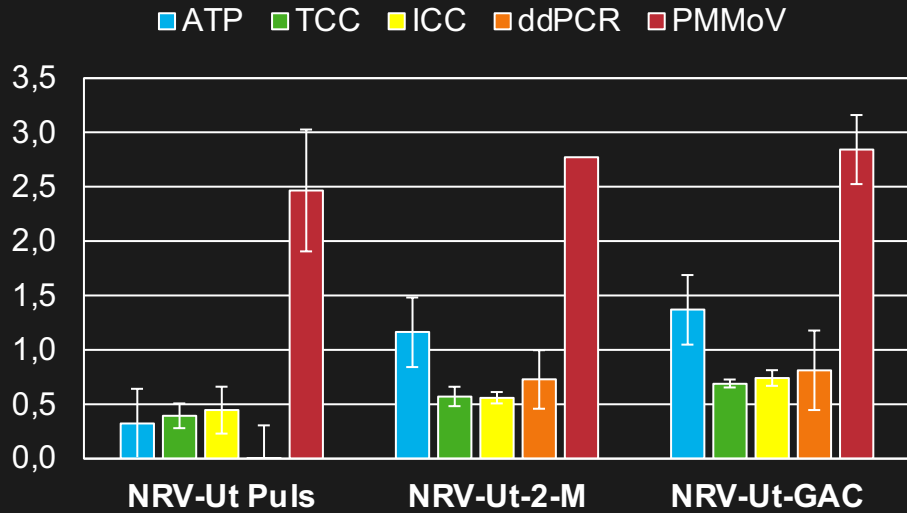




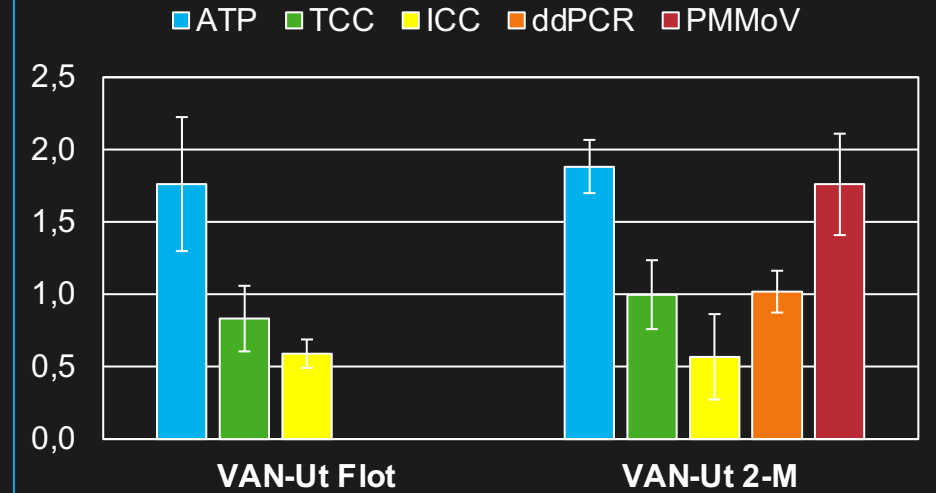
Hva betyr For- og Etterbehandling?

# Log-Red i For- og Etterbehandling på NRV, NYOS, VAN og CAR

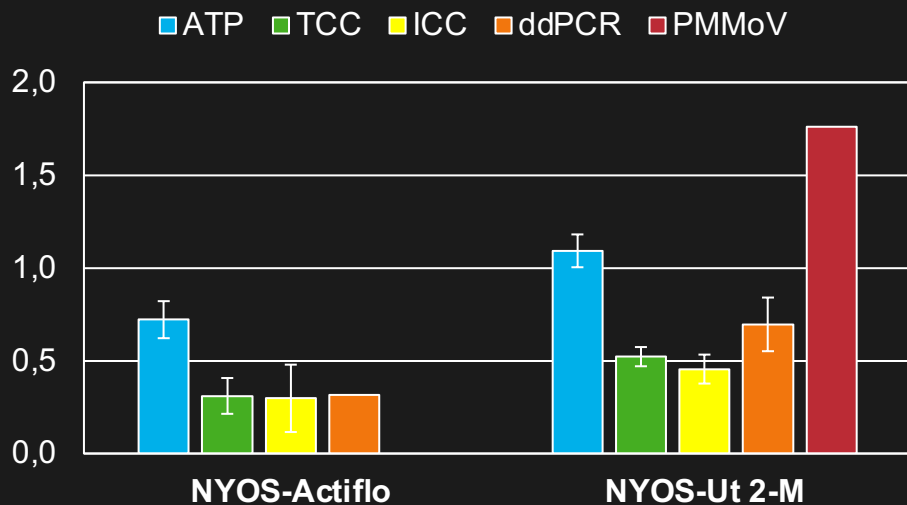
## Effekt av For-og Etterbehandling - NRV



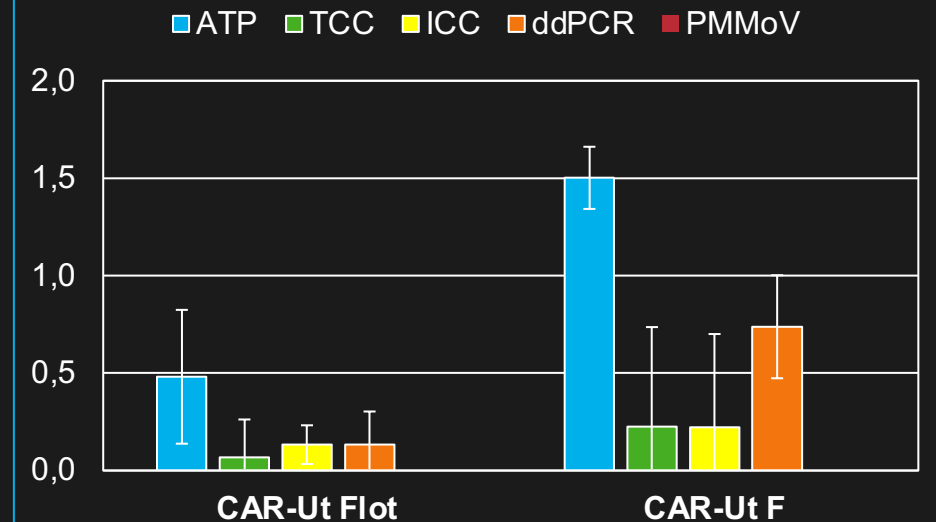
## Effekt av For-og Etterbehandling - VAN



## Effekt av For-og Etterbehandling - NYOS



## Effekt av For-og Etterbehandling - VAN



# Benchmark Anleggstyper: Log-reduksjoner

Konvensjonelle 2-M filteranlegg med Al-koagulering; 3-M Kontaktfilteranlegg med Fe-koagulering, OBF-anlegg og Alkaliske Filteranlegg

Type Vannbehandling	Prøvested	AVG Log-Red (alle prøverunder)						
		ATP-Cell	TCC	HNA (TCC)	ICC	HNA (ICC)	ddPCR	PMMoV
Al-Koaguleringsanlegg - 2-M (6)	AVG-Ut Filter	1,4	0,6	0,6	0,5	0,6	0,9	2,8
	StDev-Ut Filter	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	1,1
	Min-Ut Filter	1,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,7	1,8
	Max-Ut Filter	1,9	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0	3,9
Fe-Koaguleringsanlegg - 3-M (3)	AVG-Ut Filter	1,9	1,0	1,0	0,7	0,6	1,3	2,3
	StDev-Ut Filter	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	
	Min-Ut Filter	1,8	0,9	0,8	0,5	0,3	0,8	2,3
	Max-Ut Filter	2,0	1,2	1,2	0,8	0,7	1,8	2,3
OBF-Anlegg (1)	AVG-Ut Ozon	1,5	0,5	1,1	2,4	3,3	1,2	
	StDev-Ut Ozon	0,5	0,4	0,4			0,3	
	Min-Ut Ozon	1,0	0,2	0,7	2,4	3,3	0,7	
	Max-Ut Ozon	2,2	1,3	1,7	2,4	3,3	1,5	
	AVG-Ut Alk-F	0,6	0,3	0,8	1,1	1,0	0,8	
	StDev-Ut Alk-F	0,1	0,1	0,2			0,4	
	Min-Ut Alk-F	0,4	0,1	0,6	1,1	1,0	0,3	
	Max-Ut Alk-F	0,9	0,5	1,0	1,1	1,0	1,3	
	AVG-Ut Bio-F	0,6	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	
	StDev-Ut Bio-F	0,2	0,1	0,1			0,3	
	Min-Ut Bio-F	0,5	0,2	0,6	0,7	0,7	0,4	
	Max-Ut Bio-F	0,8	0,5	0,8	0,7	0,7	1,1	
Alkalisk Filteranlegg (1)	AVG-Ut Alk-F	0,6	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	
	StDev-Ut Alk-F	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	
	Min-Ut Alk-F	0,3	0,0	0,1	-0,1	-0,1	-0,6	
	Max-Ut Alk	0,9	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	

Resultater fra Risikobasert Prøvetaking  
Med Storvolumanalyser og Ultrafiltrering av  
Råvann (10-20 L) og Filterutløpsvann (100 L)

# Analyse av Paprikavirus (PMMoV)

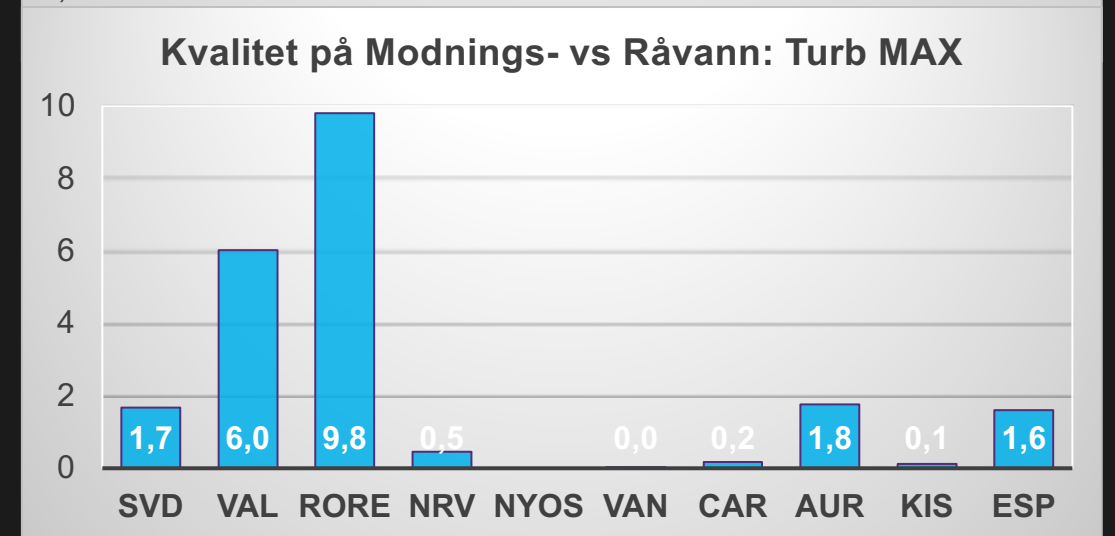
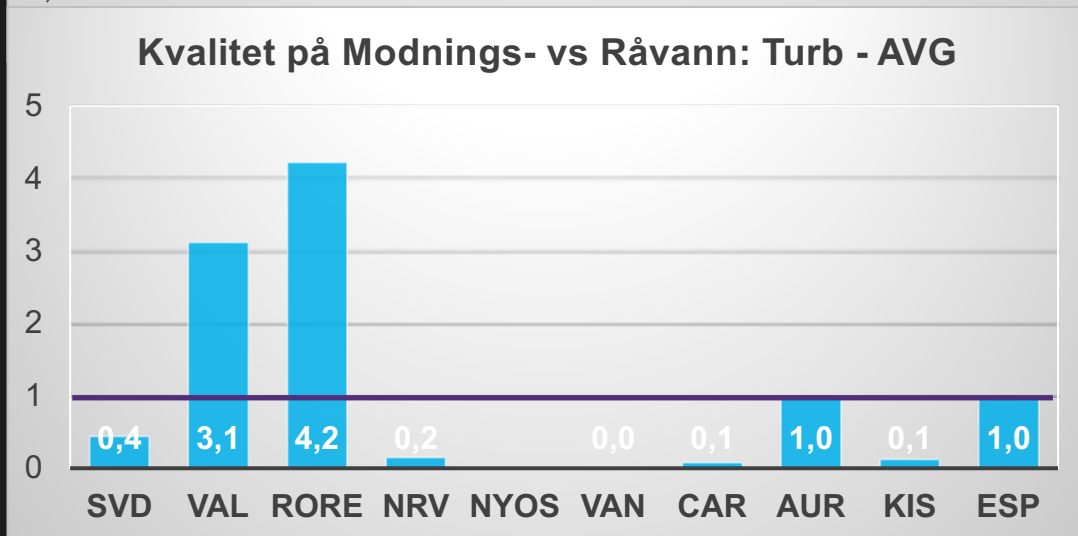
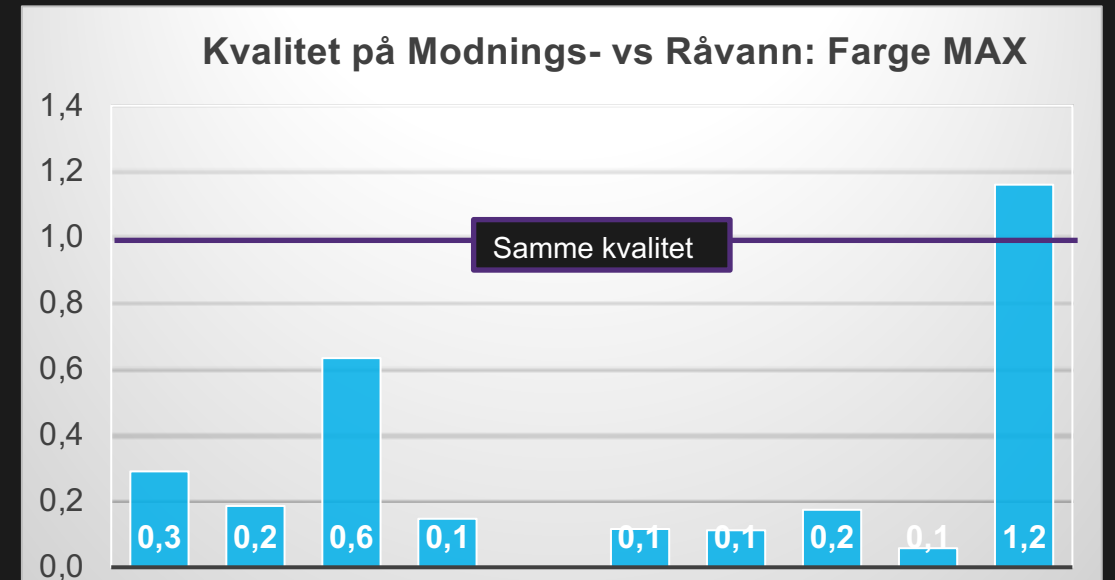
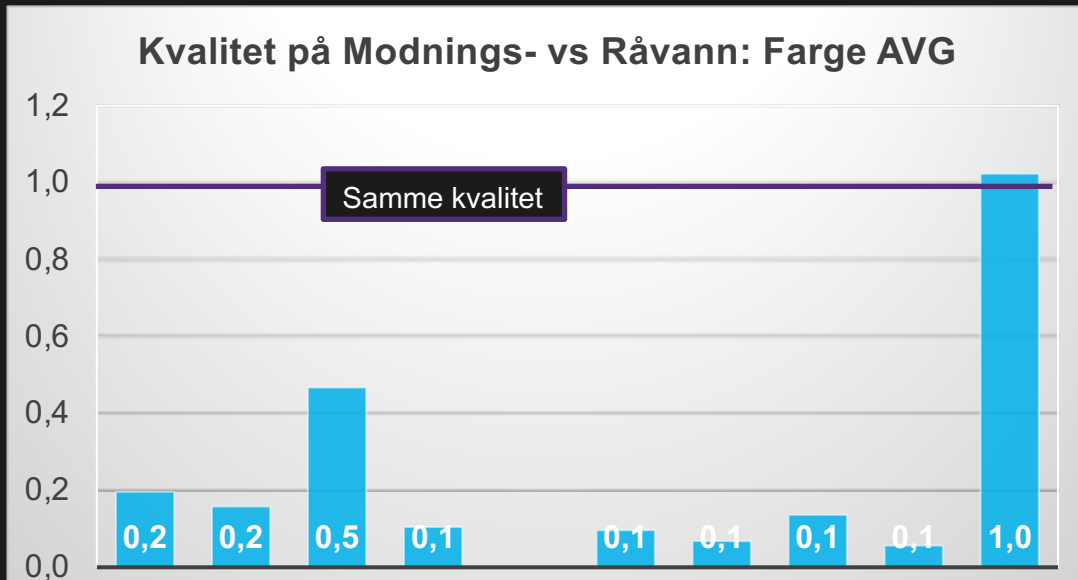
Data fra NMBU (M. Myrmel)

Vannverk	Prøvedato	Prøvested	Volum UF	Copier/10 L	Log-Red	AVG Log-Red
Kattås Pilot	02.06.2022	Råvann 1	20 liter	16 800		2,8
		Råvann 1		41 200		
		Ut Filter	100 liter	32	2,7	
		Ut Filter		60	2,8	
Kattås Pilot	28.11.2022	Råvann 1	20 liter	6 400		>3,7
		Råvann 1		2 800		
		Ut Filter	100 liter	0	<3,8	
		Ut Filter		0	>3,4	
HIAS	17.01.2023	Råvann	10 liter	400 000		
		Ut Filter	100 liter	360	3,0	
NRV	08.11.2022	Råvann 1	10 liter	204 400		>4,1
		Råvann 1		193 200		
		Ut GAC	100 liter	0	>5,3	
		Ut GAC		32	3,8	
VANSJØ	22.11.2022	Movar-Rå 1	10 liter	17 667		>3,9
		Movar-Rå 1		14 667		
		Movar-Rå 2		44 400		
		Movar-Rå 2		58 400		
		Movar-Rå 3		38 545		
		Movar-Rå 3		37 818		
		Movar-Ut F1	100 liter	0	>4,2	
		Movar-Ut F1		0	>4,2	
		Movar-Ut F2		0	>4,6	
		Movar-Ut F2		28	3,3	
		Movar-Ut F3		0	>4,6	
		Movar-Ut F3		0	>4,6	

Hva så med Modningsvann og Dekantat?  
Har de en kvalitet som tillater Retur til innløpet?

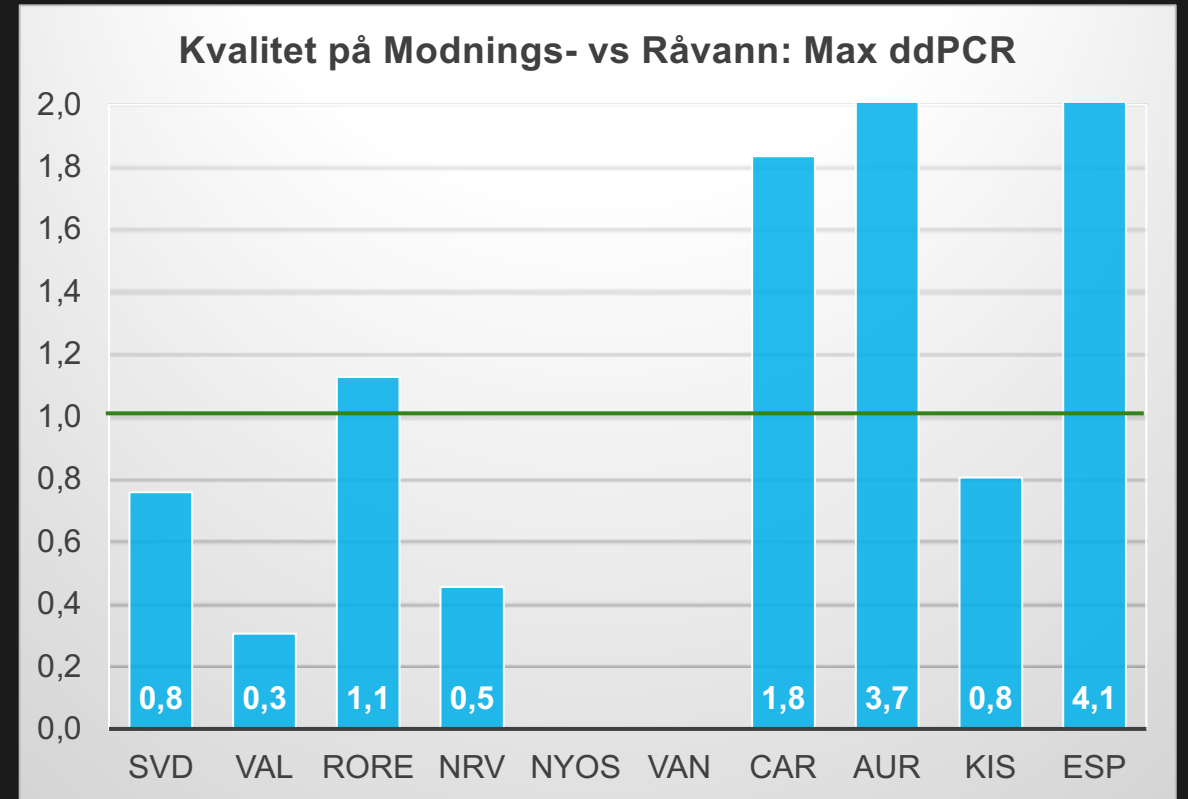
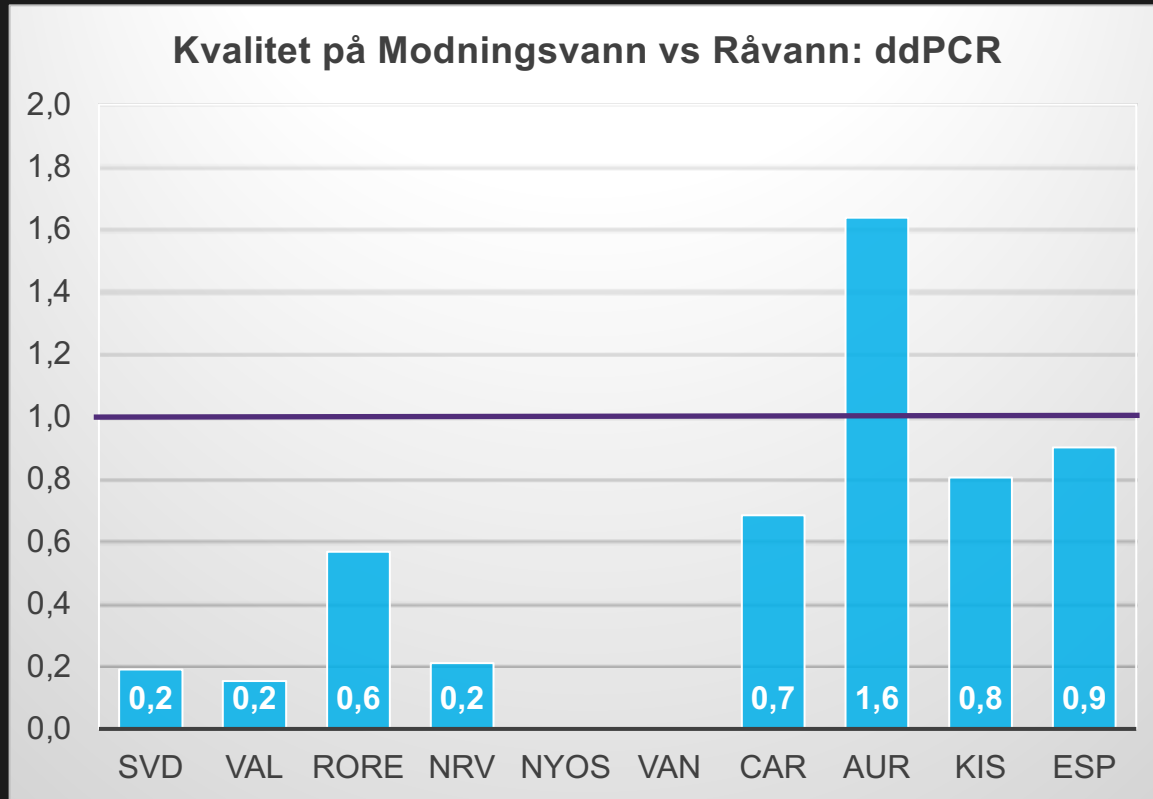
# Kvalitet på Modningsvann Relativt til Råvann

Farge og Turbiditet - AVG og Worst Case (MAX)



# Kvalitet på Modningsvann Relativt til Råvann

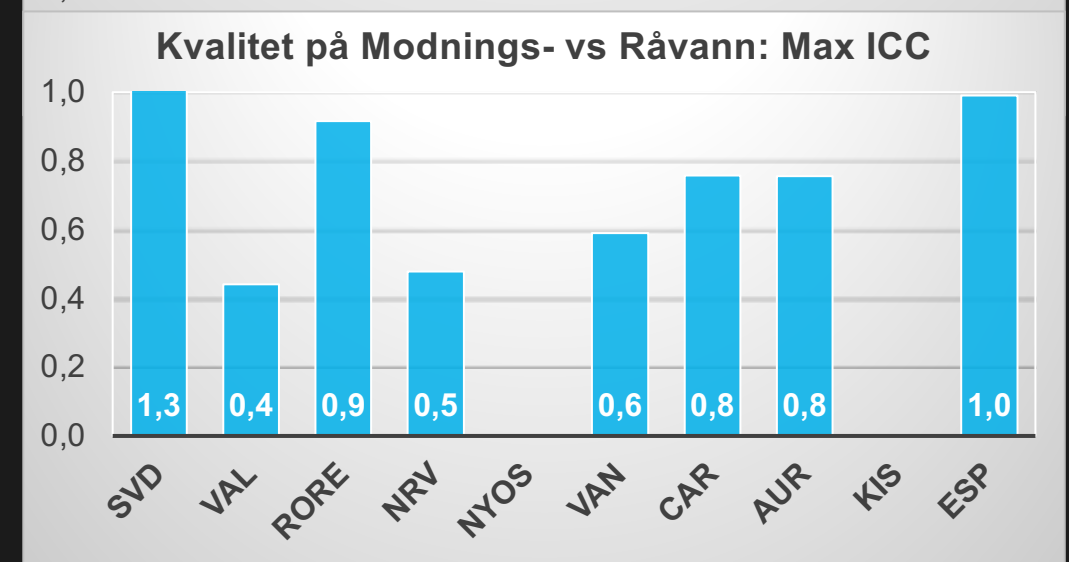
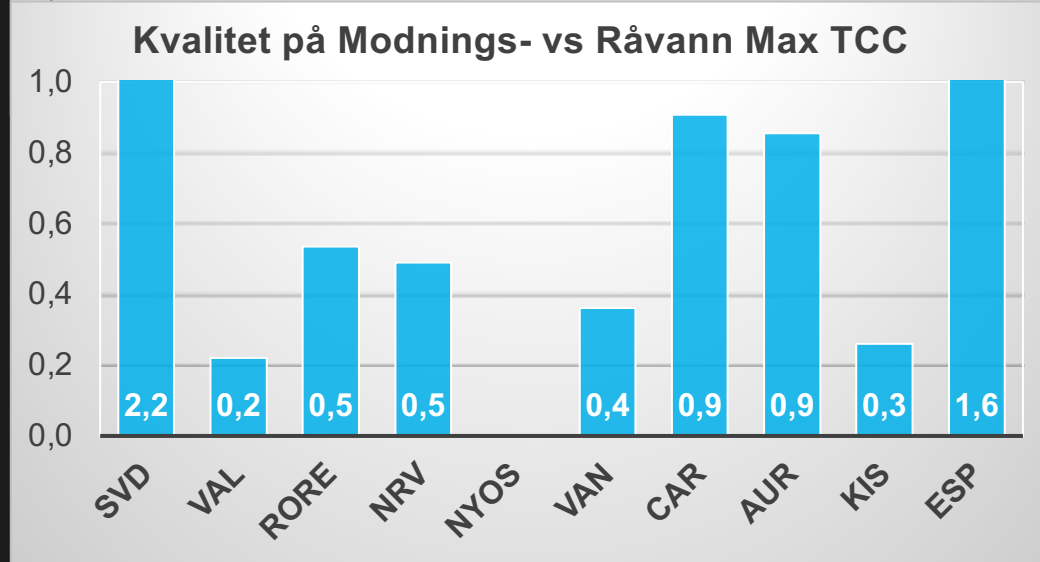
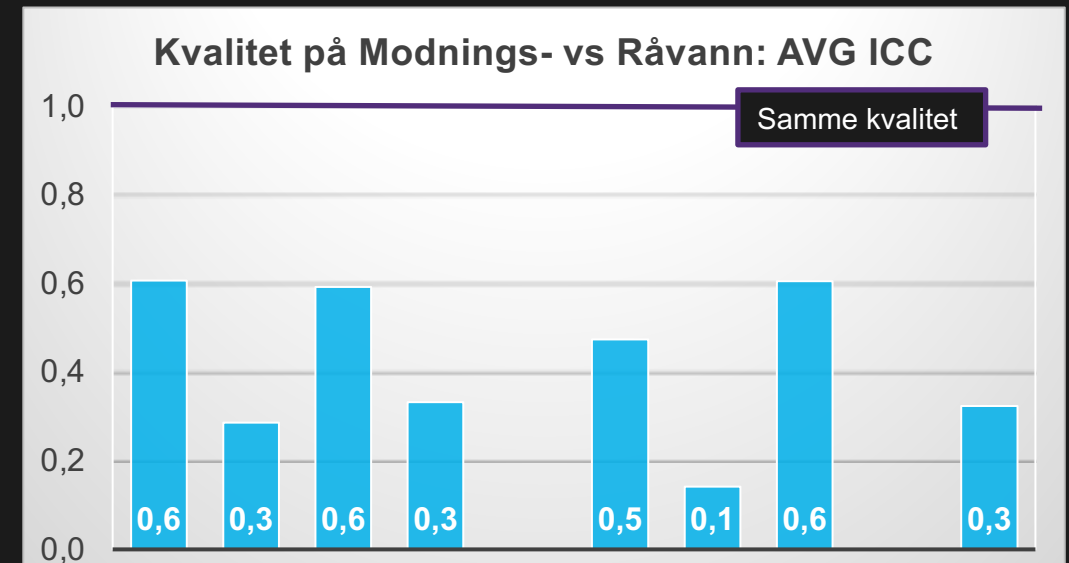
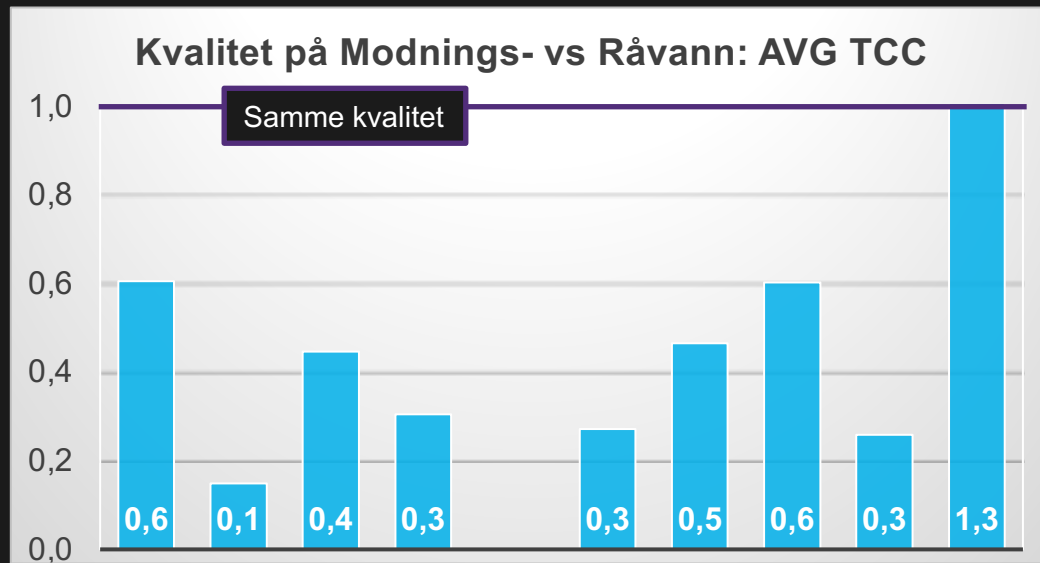
## dd-PCR





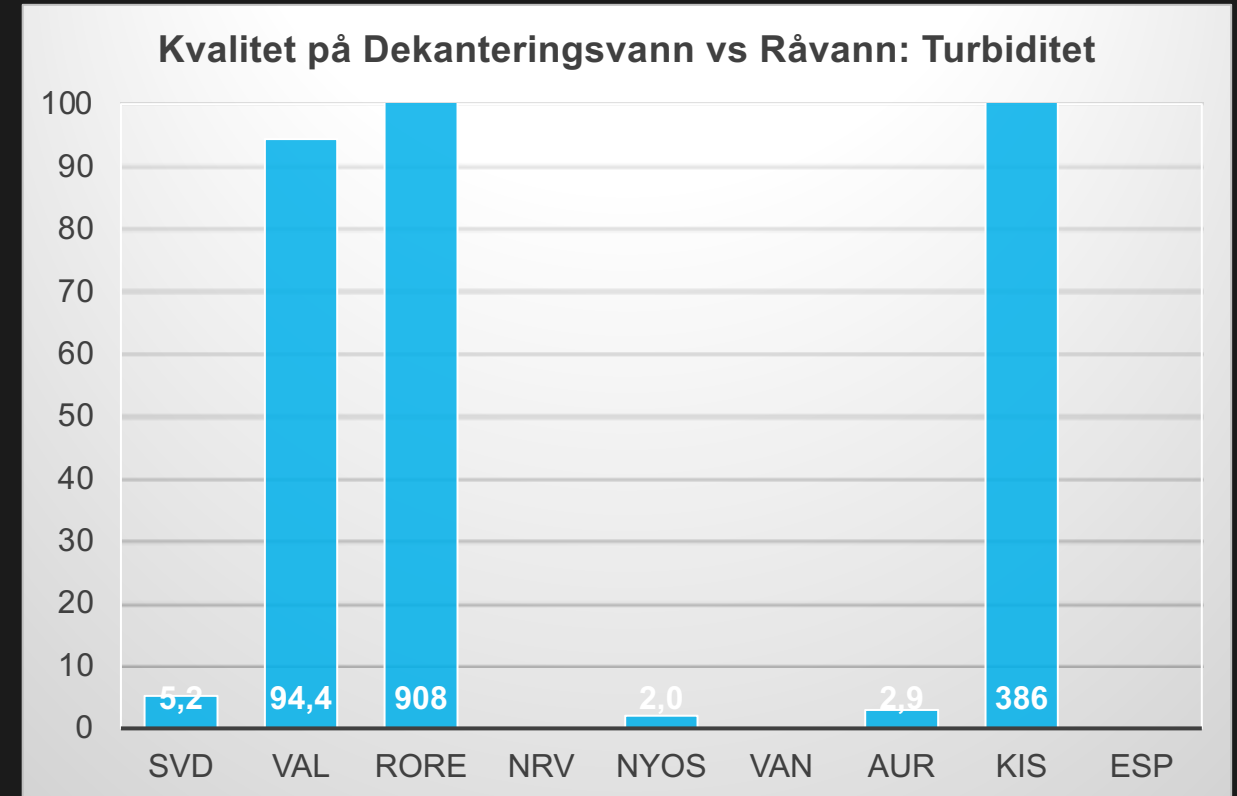
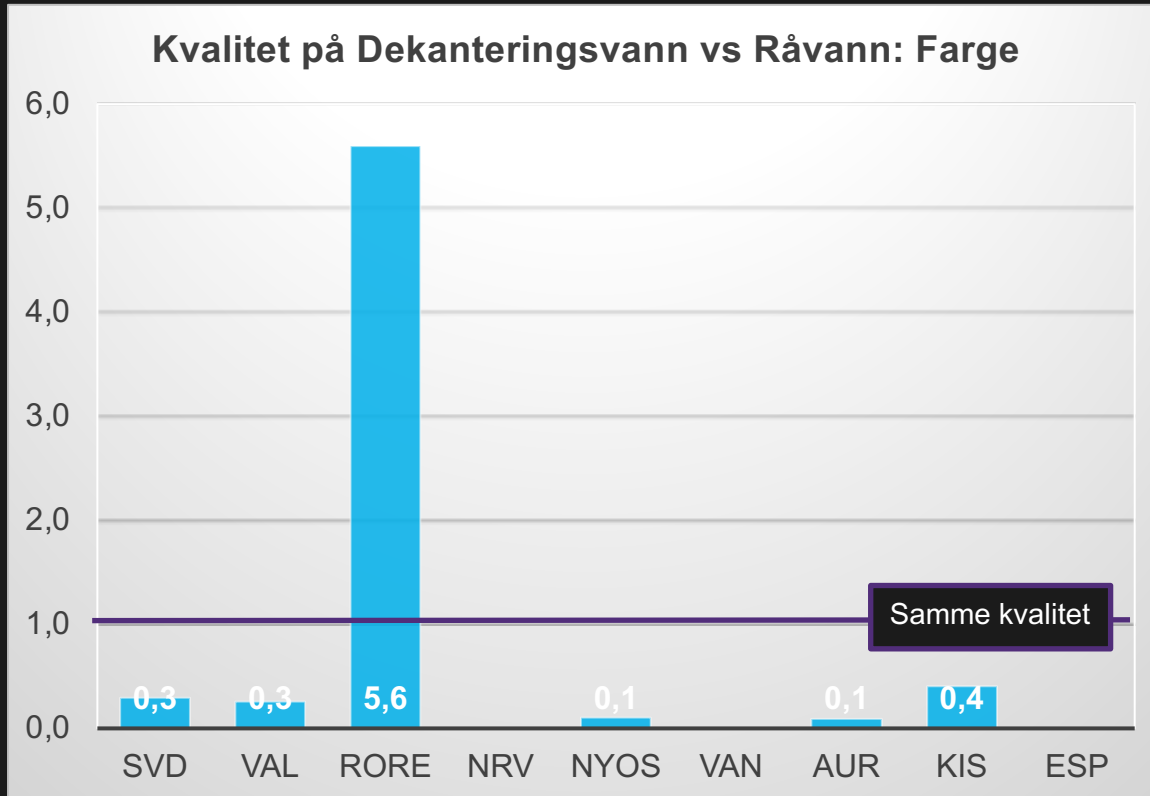
# Kvalitet på Modningsvann Relativt til Råvann

TCC og ICC - AVG og Worst Case (MAX)



# Kvalitet på Dekanteringsvann Relativt til Råvann

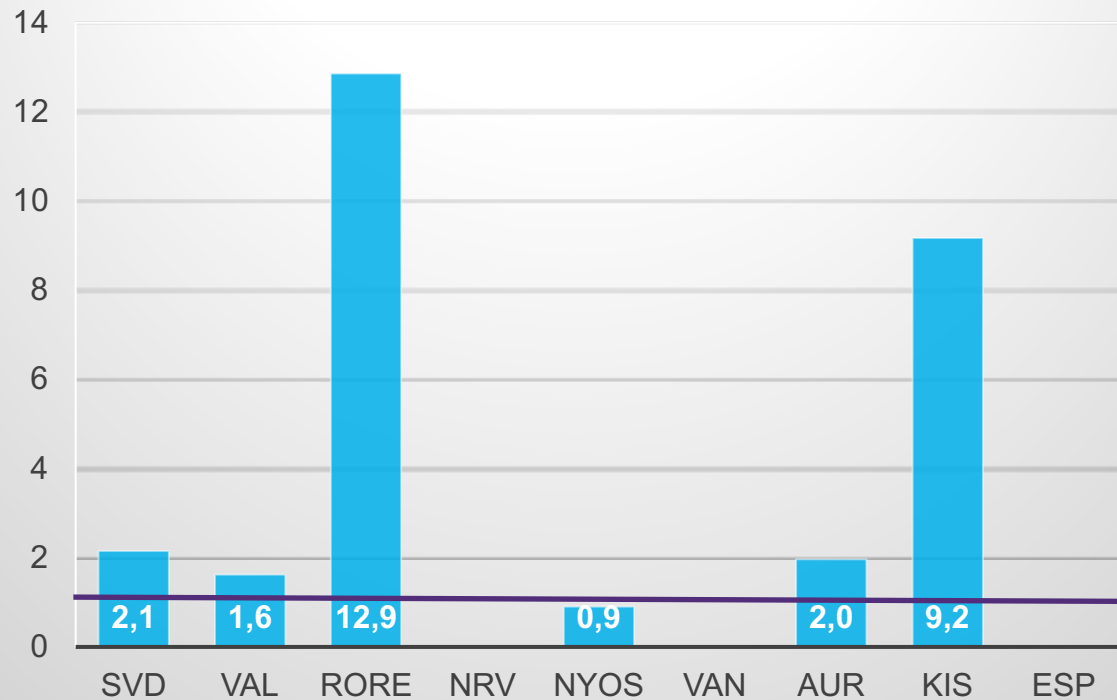
## Farge og Turbiditet - AVG



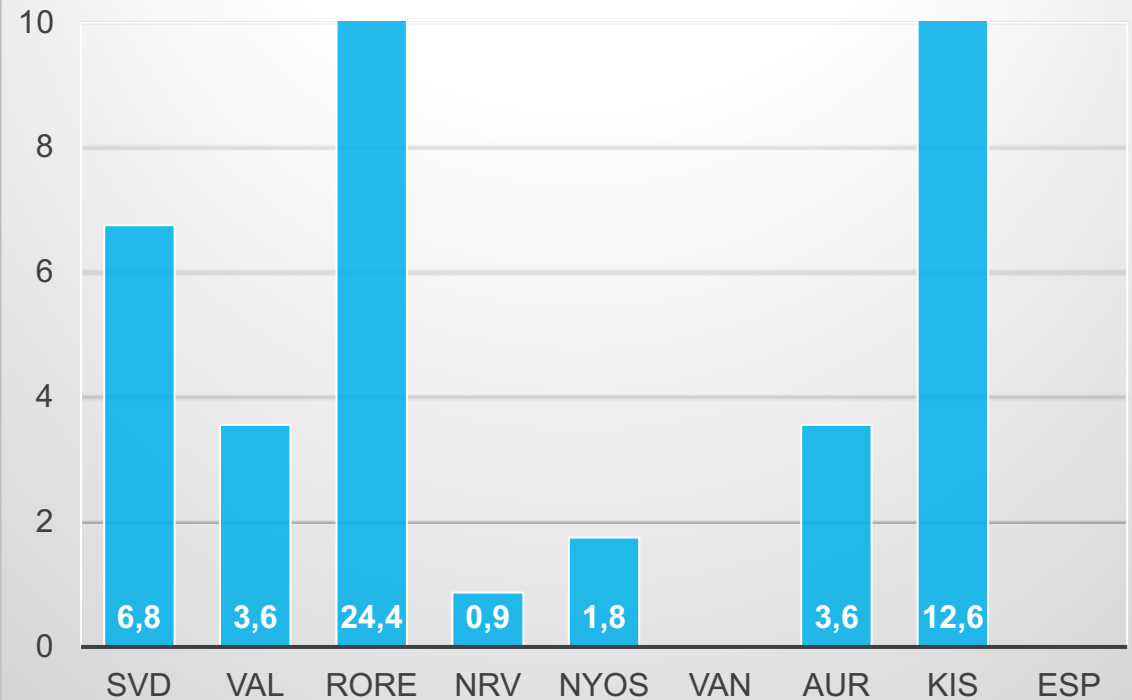
# Kvalitet på Dekanteringsvann Relativt til Råvann

ATP og TCC - AVG

## Kvalitet på Dekanterings- vs Råvann: ATP-Cell



## Kvalitet på Dekanteringsvann vs Råvann: ICC



# Kvalitet på Returvann Relativt til Råvann

	AVG	Farge mg Pt/L	Turbiditet NTU	ATP-Cell pg/mL	TCC #/mL	HNA (TCC) #/mL	ICC #/mL	HNA (ICC) #/mL	% ICC	ddPCR #/mL
SVD	Modningsvann/Råvann	0,20	0,44	0,06	0,61	0,79	0,61	0,88	1,42	0,19
VAL	Modningsvann/Råvann	0,16	3,12	0,03	0,15	0,15	0,29	0,25	1,65	0,15
RORE	Modningsvann/Råvann	0,47	4,22	0,08	0,45	0,40	0,59	0,83	1,32	0,57
NRV	Modningsvann/Råvann	0,10	0,15	0,05	0,31	0,36	0,33	0,33	0,77	0,21
NYOS	Modningsvann/Råvann									
VAN	Modningsvann/Råvann	0,10	0,02	0,13	0,27	0,29	0,47	0,18	1,83	
CAR	Modningsvann/Råvann	0,07	0,08	0,02	0,47	0,42	0,14	0,15	0,36	0,69
AUR	Modningsvann/Råvann	0,14	0,97	0,26	0,60	0,65	0,61	0,54	1,05	1,64
KIS	Modningsvann/Råvann	0,06	0,12	0,18	0,26	0,32				0,81
ESP	Modningsvann/Råvann	1,02	0,97	0,20	1,26	1,08	0,32	0,16	0,24	0,90
SVD	Dekantat/Råvann	0,29	5,19	2,15	4,09	5,74	6,76	10,50	1,45	6,40
VAL	Dekantat/Råvann	0,25	94	1,62	3,04	3,58	3,56	3,85	1,01	3,46
RORE	Dekantat/Råvann	5,60	908	12,9	24,8	20,8	24,4	31,0	0,92	1,57
NRV	Dekantat/Råvann				0,48	0,57	0,87	0,41	1,82	94
NYOS	Dekantat/Råvann	0,10	2,01	0,91	2,12	2,84	1,75	2,71	0,81	1,12
VAN	Dekantat/Råvann									
AUR	Dekantat/Råvann	0,09	2,92	1,96	3,47	4,34	3,55	4,43	1,17	2,90
KIS	Dekantat/Råvann	0,41	386	9,18	18,2	16,0	12,6	10,9	0,54	1,91
ESP	Dekantat/Råvann									
<b>Alle u/RORE+KIS</b>	<b>Dekantat/Råvann</b>	<b>0,19</b>	<b>26</b>	<b>1,66</b>	<b>2,64</b>	<b>3,41</b>	<b>3,30</b>	<b>4,38</b>	<b>1,25</b>	<b>22</b>
NYOS	Rejekt/Råvann	3,43	107	277	209	245	194	340	0,99	
VAN	Rejekt/Råvann	1,37	21,1	33,9	68,6	73,5	89,5	96,8	1,54	214
AUR	Rejekt/Råvann	0,20	33,6	23,8	58,4	67,1	56,4	66,4	0,66	
KIS	Rejekt/Råvann		3011	41						94

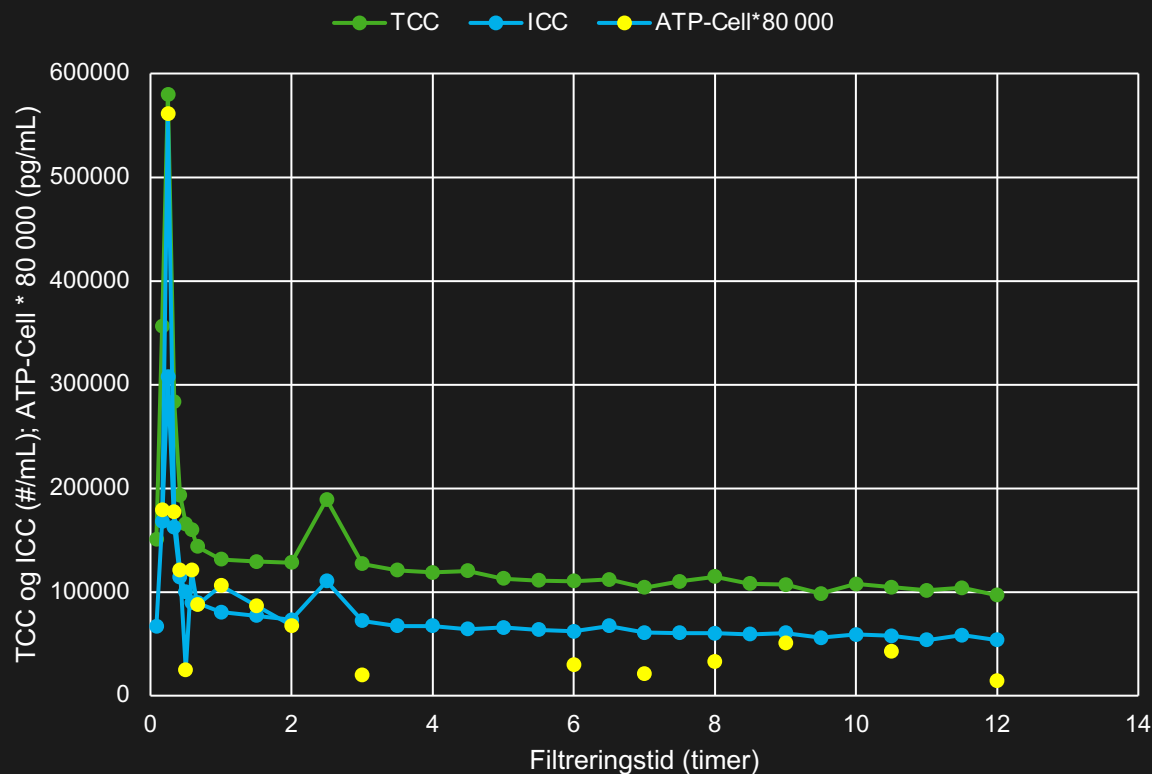
Hva skjer nå man returnerer en blanding av  
Modningsvann og Dekantat?  
Resultater fra Kattås Pilot

# Kattås Pilot - Effekter av Returstrømmer

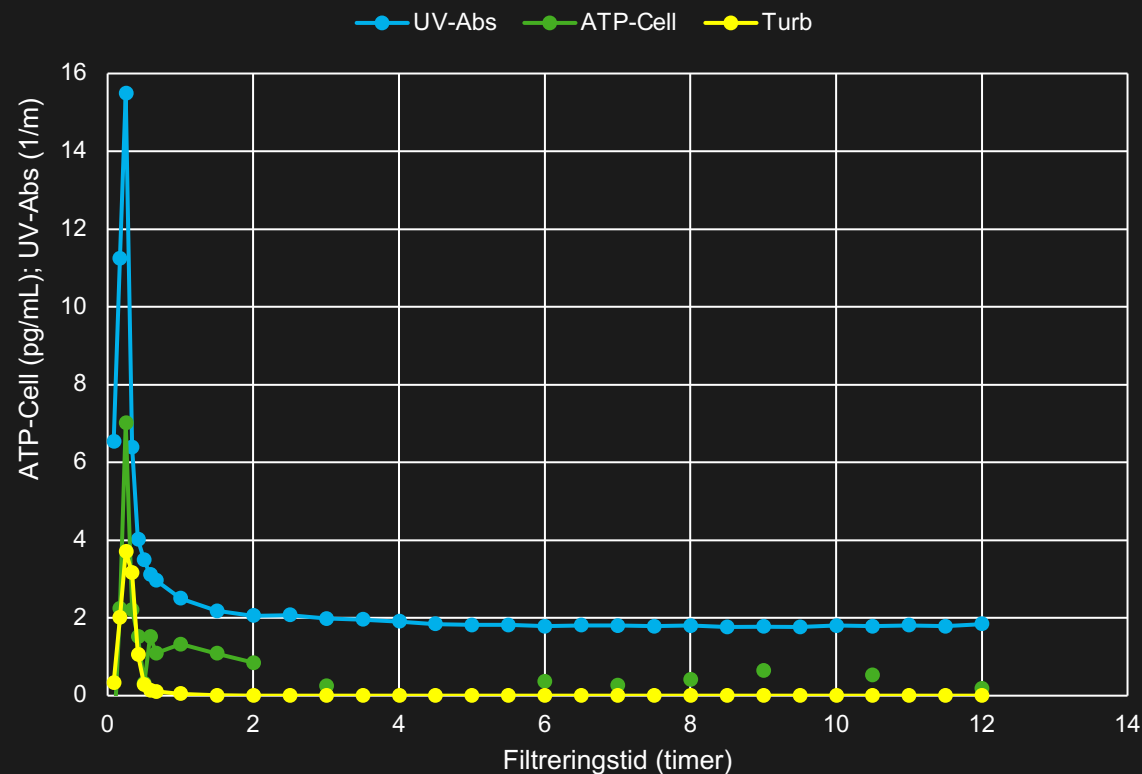
Langtidsforsøk med ATP og FCM-analyser

3 mg Fe/L; Etter 1time: 8.4 → 5.3 m/t + 5 % returvann (Modning + Dekantat)

Totalt og Intakte Bakterierceller; ATP



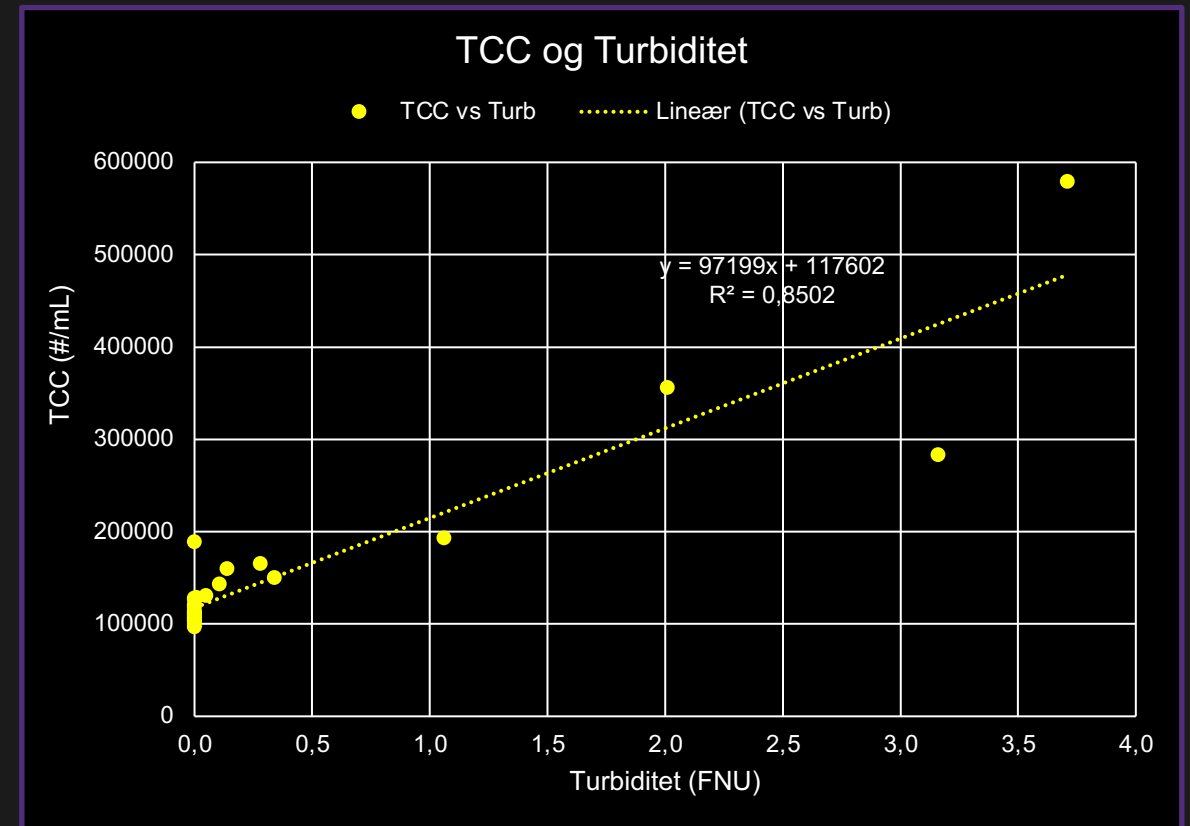
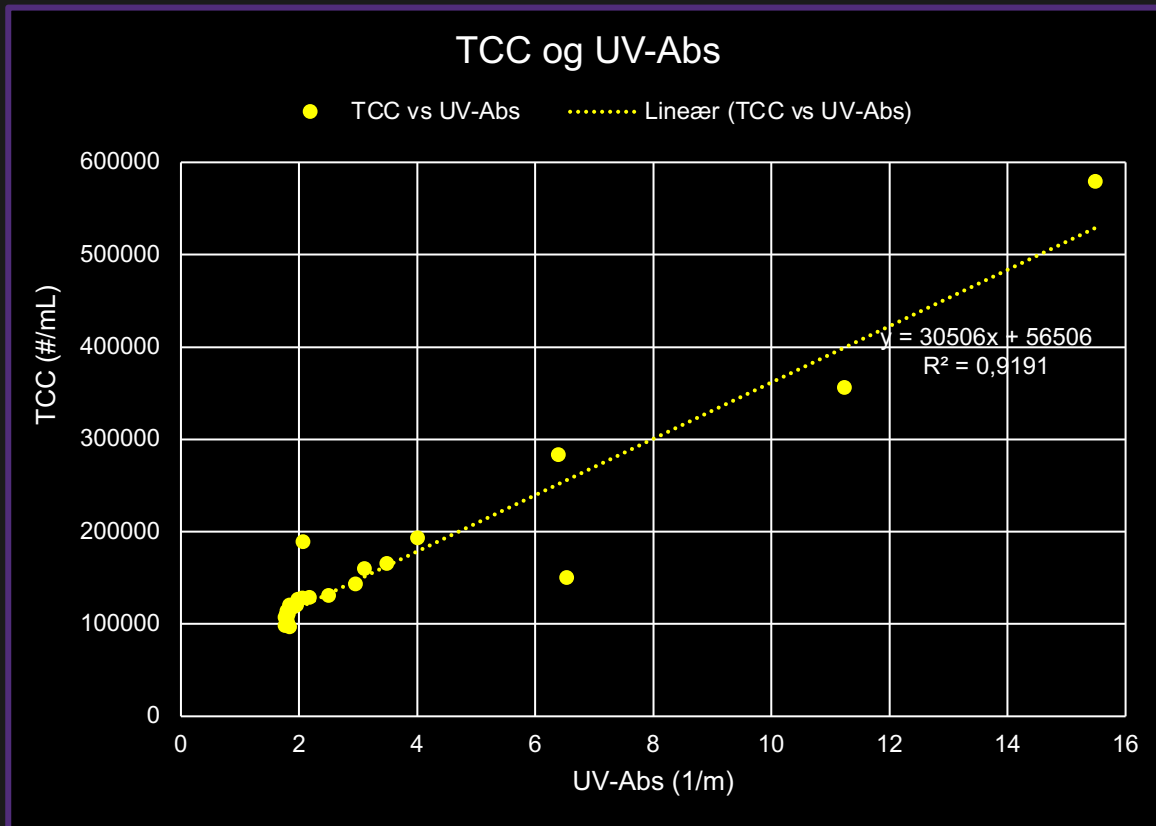
ATP-Cell, UV-Abs og Turb



# Kattås Pilot - Langtidsforsøk i Kattås Pilot

## FCM- og Driftsdata

3 mg Fe/L; Etter 1time: 8.4 → 5.3 m/t + 5 % returvann(Mod+Dek)

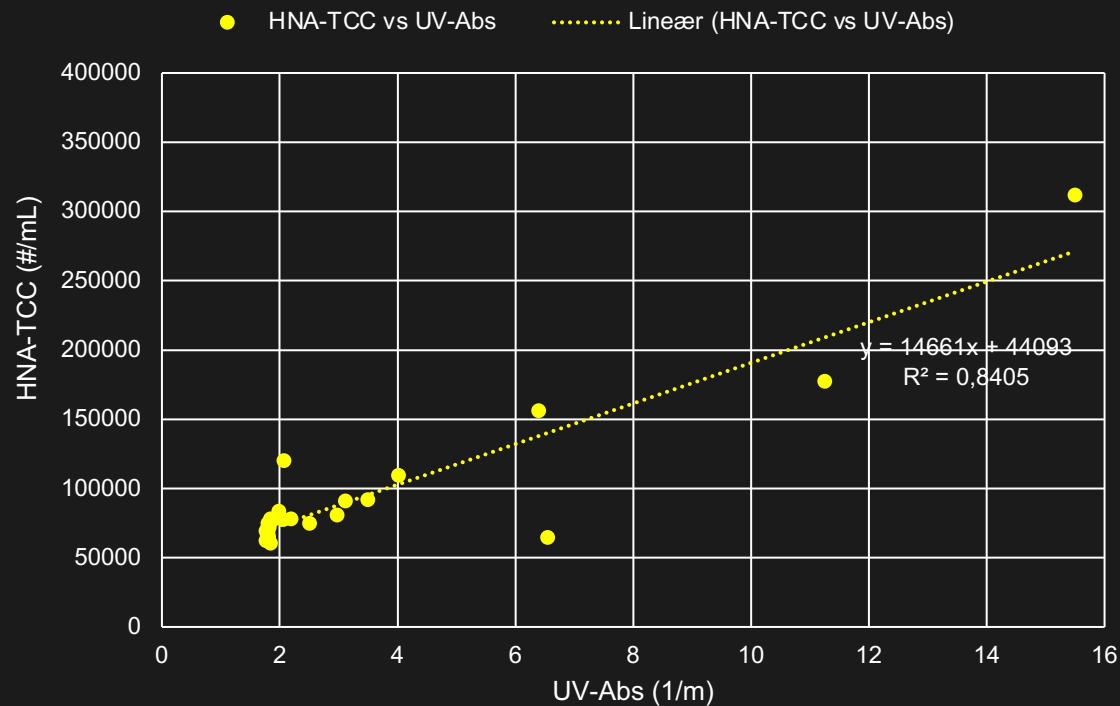


# Kattås Pilot - Langtidsforsøk

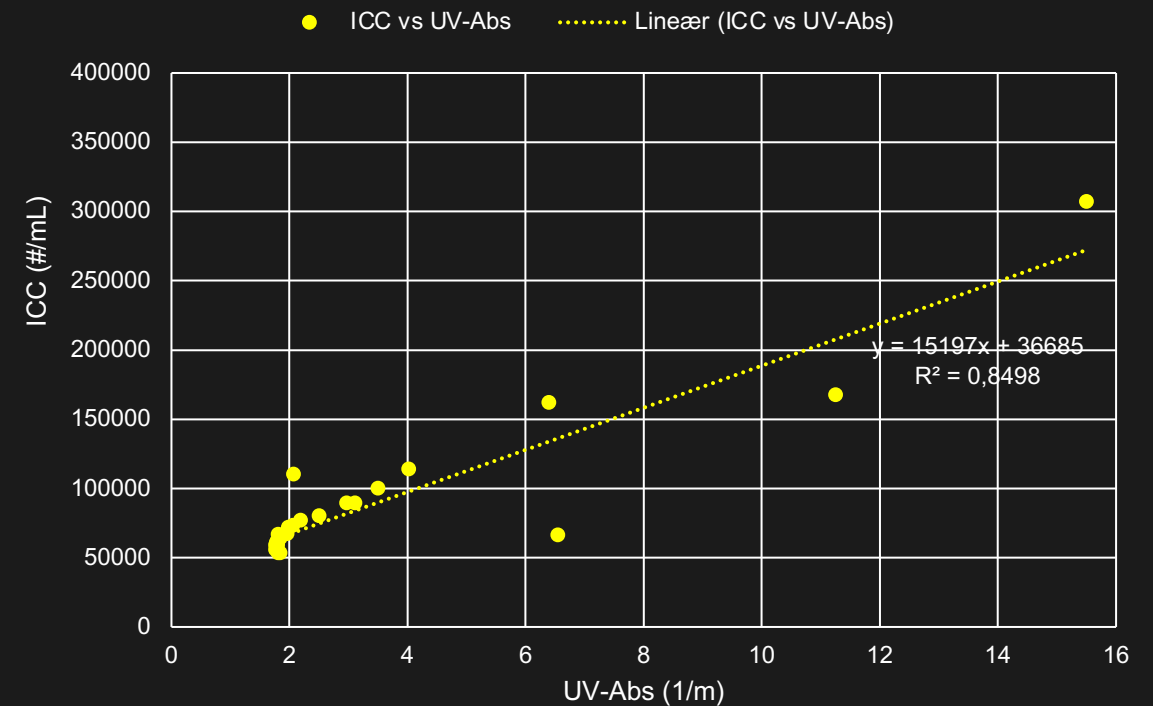
## FCM og Driftsdata

3 mg Fe/L; Etter 1time: 8.4 → 5.3 m/t + 5 % returvann (Modning+Dek)

### HNA-TCC og UV-Abs



### ICC og UV-Abs





# OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER (1)

## Foreløpige

- ✓ Lave nivåer av mikroorganismer og indikatororganismer i norske vannkilder vanskeliggjør beregninger av log-reduksjoner. Vi har derfor kartlagt Log-reduksjoner på en rekke vannbehandlingsanlegg ved hjelp av mer utradisjonelle ATP, FCM, ddPCR og FMMoV-analyser
- ✓ Vi finner følgende log-reduksjoner
  - Konvensjonelle Filteranlegg (Al): ATP  $1.4 \pm 0.3$  (1.1-1.9); TCC  $0.6 \pm 0.2$  (0.2-1.0), ICC  $0.5 \pm 0.2$  (0.5-0.8); ddPCR  $0.9 \pm 0.1$  (0.7-1.0); PMMoV  $2.8 \pm 1.1$  (1.8-3.9)
  - Kontaktfileranlegg (Fe): ATP  $1.9 \pm 0.1$  (1.8-2.0); TCC  $1.0 \pm 0.2$  (0.9-1.2), ICC  $0.7 \pm 0.2$  (0.5-0.8); ddPCR  $1.3 \pm 0.5$  (0.8-1.8); PMMoV 2.3
  - Ozonering-alkalisk filtrering og biofiltrering: ATP  $0.6 \pm 0.2$ ; TCC  $0.4 \pm 0.1$ , ICC 0.7; ddPCR  $0.7 \pm 0.3$
  - Alkalisk filtrering uten koagulering: ATP  $0.6 \pm 0.2$ ; TCC  $0.1 \pm 0.1$ , ICC  $0.0 \pm 0.1$ ; ddPCR  $0.0 \pm 0.4$
- ✓ Risikobasert prøvetaking, storvolum UF og analyse av PMMoV viser høye log-reduksjoner ut fra filtertrinnet: 2.8 og > 3.7 ved Kattås Pilot; 3.0 ved HIAS; > 4.9 ved Vansjø; og > 4.1 ved NRV (Ut GAC)

# OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER (2)

## Foreløpige

- ✓ Filtermodningsvann har normalt bedre kvalitet enn råvannet (10-110 % av råvannets parameterverdier) og bør derfor kunne returneres til innløpet av VBA uten særlige hygieniske betenkeligheter. For anlegg med log-reduserende forbehandling bør retur av modningsvann være særlig uproblematisk. For anlegg med 3-M filtre med alkalisk bunnlag kan høy pH og alkalitet forlenge filtermodningen og kreve økt koagulantdose under modningen
- ✓ Dekanteringsvannet fra slamfortykking har en kvalitet som er 0.5-7 ganger råvannets mikrobiologiske parameterverdier, og 0.1-5.6 og 2-3 ganger så høy farge og turb. Disse tallene er eksklusive to anlegg der slamfortykkingen tidvis var dårlig/polymerdoseringen ute av drift
- ✓ En retur av modningsvann og dekanteringsvann er mulig ut fra hygieniske og prosessmessige vurderinger. Dette krever imidlertid en god fordrøyning over filtersyklusen og et godt drevet anlegg, herunder en godt drevet slamfortykker.
- ✓ Rejektvann fra slamavvanning (sentrifugering) har dårlig fysisk/kjemisk og mikrobiologisk kvalitet og bør ikke under noen omstendighet returneres til innløpet av VBA
- ✓ Retur av modningsvann og dekanteringsvann ved Kattås Pilot viste at dette kan gjøres uten signifikante negative prosessmessige effekter når returvanntilførselen fordrøyes over filtersyklusen og koagulantdosen økes under filtermodningen. Oppnådd Log-red for TCC og ICC korrelerer bedre for UV-abs enn turbiditet