

Nytt avløpsdirektiv-hva har det å si for mennesker og miljø i Norge?  
Forskningsparken i Oslo

## Mikroforurensinger i norsk avløpsvann – en trussel mot vannmiljøet?

Eilen Arctander Vik, PhD

Norsk Vannforening - kurs 04/12/2024  
12:30-12:50

# Presentasjonen

- > Mikroforurensninger:
  - > Hvordan skal vi prioritere?
- > Krav/forventninger
- > utfordringer
- > Hvor trenger Norge mer kunnskap?
- > Hvordan sikrer vi god nok kompetanse, erfaringsdeling og god prioritering
- > Jeg vil dele noen erfaringer fra vårt arbeide



Publisert Juni 2023

## English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway  
Phone: + 47 62 55 30 30  
E-mail: [post@norsk vann.no](mailto:post@norsk vann.no)  
Website: [www.norsk vann.no](http://www.norsk vann.no)

Report no: 275 - 2022  
Report title: Micropollutants and pharmaceuticals in Norwegian waste water  
Date of issue: June 2023

Author: Eilen Arctander Vik, Aquateam COWI  
Oscar Lidholm, COWI  
Liv Bruås Henninge, COWI  
Renata Tomczak-Wandzel, Aquateam COWI

The project "Micropollutants and pharmaceuticals in Norwegian waste water" has been carried out for Norsk Vann with the main aim of establishing a comprehensive knowledge base and providing a common understanding of:

- Sources and fate of pharmaceuticals and river basin specific substances that end up in wastewater in Norway

# Lover og nye mikroforurensninger → stadig flere stoffer

Lovverk MF	Når	Mål	AAEQS	MAC EQS	Inkl.
Vannrammedirektiv/ Vannforskriften	2000/ 2006	Beskytte vannmiljø	Årlig snitt utslipp	Maks årlig utslipp	Jord, sedim., biota, vann,
Norsk prioriterings- liste	2020	Som over	66 stoff/ grupper	Finnes	Finnes
REACH og ECHA	2020	Erstatte PBT stoff	209 SVHC Helseskade	54 stoff autorisaj	71 stoff restriksjon
Legemidler	2003	Miljøriskovurd nye	EMA Guideline		
Kosmetikk, hygiene, vaske, rengj		Sikkerhet og helse	REACH Tensid biodeg		
Forurensningsforskr.		Overvåking	PAH,PCB,DEHP, BFR; NF; ut renseanlegg		
Gjødselsvareforskrift	Forslag 2019	Slamkval.	DEHP, PCB7, PFOS, PFOA		
Stockholmkonv/ OSPAR		POP-Langtransp. Havområder	Mange Prior P.		
Nytt avløpsdirektiv	2024	12 stoffer	PNEC tilgjengelig i ECHA		> 80% fjerning i renseanlegg >150 00 pe

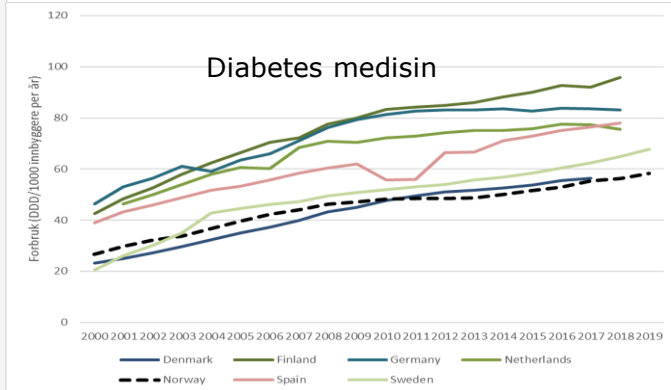
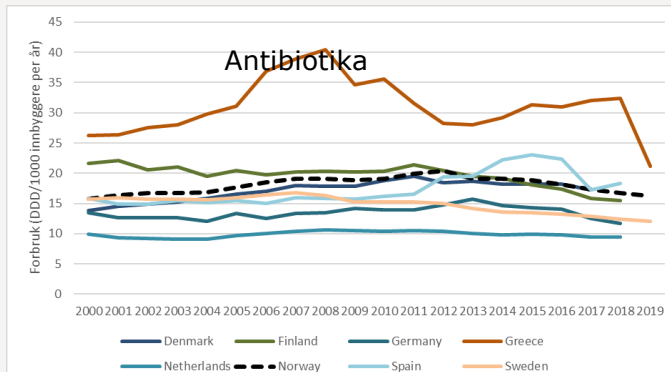


⇒ Fokus = resipient!

# Avløpsvann sentral i spredning av legemidler.

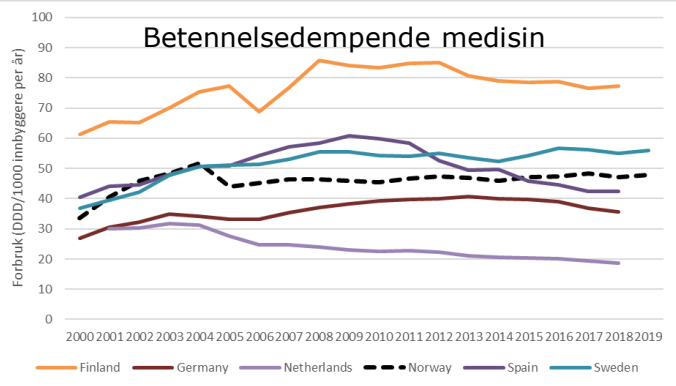
- > ~70 % av legemiddelforbruket spres via kommunalt avløpsvann,
- > ~5 % via sykehus\*

\* FoU prosjekter har vurdert om antibiotikaresistente mikrober ARM i større grad spres fra sykehus enn fra husholdninger?



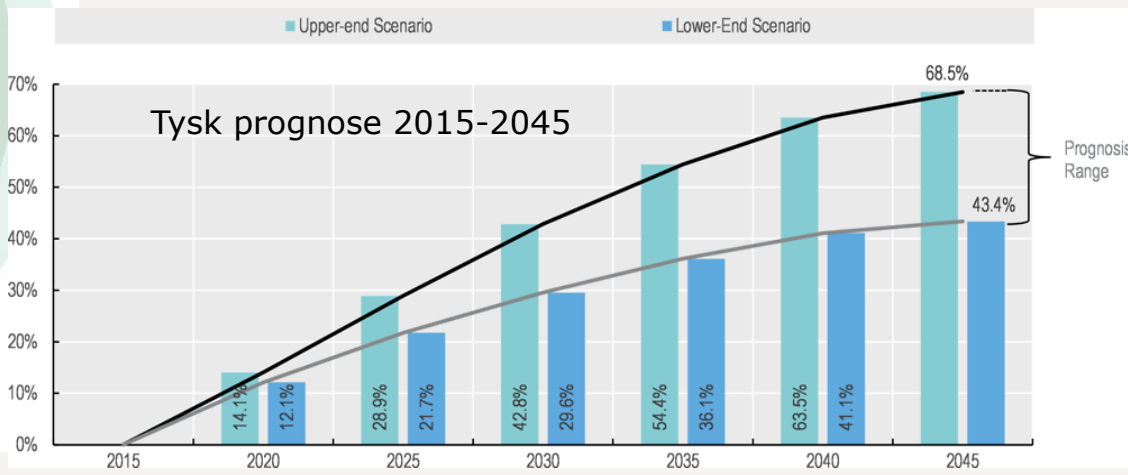
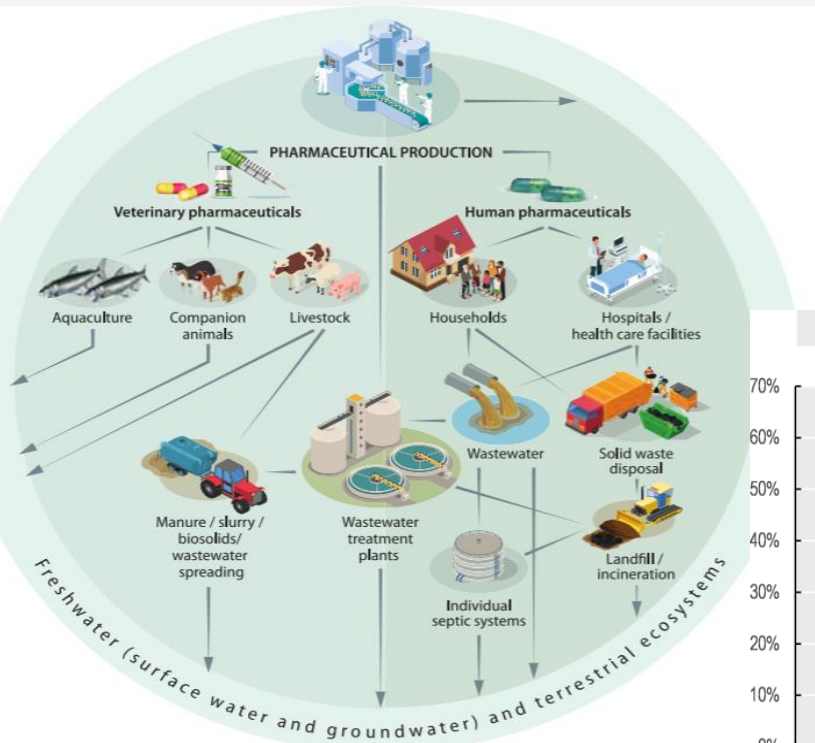
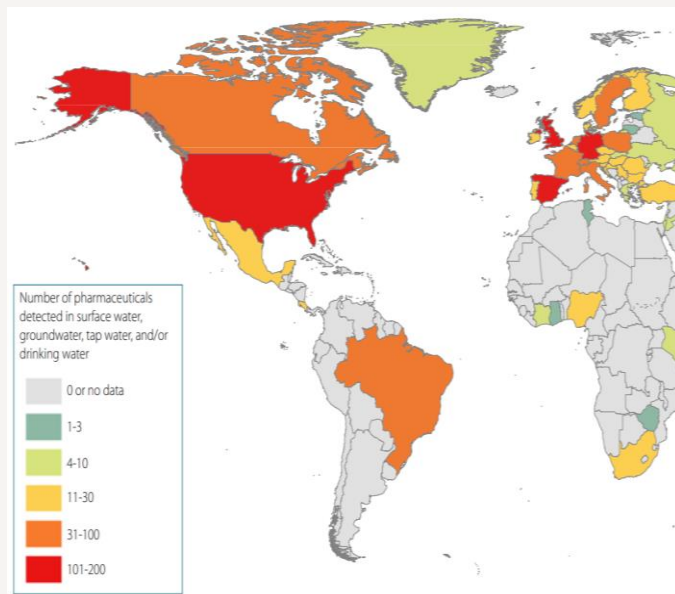
## Norske 2018 salgstall

Aktivt stoff	mg/DDD	millioner DDD	kg solgt/år
Paracetamol	3000	84	252 850
Metformin	2000	29	58 287
Ibuprofen	1200	31	37 658
Acetylsalisylsyre	160	121	19 324
Fenoksymetylpenicillin	2 000	5	10 000
Naproxen	500	19	9500
Atorvastatin	20	173	3458
Tramadol	300	8	2400
Pantoprazol	40	54	2155
Pivmecillinam	600	3	1800
Simvastatin	30	60	1796
Kodein *	100	15	1500
Esomeprazol	30	48	1446
Losartan	50	28	1409
Diklofenak	100	11	1100
Cetirizine	10	67	670
Kandersartan	8	64	512
Oksazepam	50	9	450
Esomeprazol	20	19	380
Citalopram	10	38	379
Zopiklon	7,5	48	361
Amlodipin	5	65	327
Prednisolon	10	22	220
Desloratadin	5	43	216
Etylmorfin	50	3	150
Ramipril	3	58	144
Natriumfluorid	1,1	55	61
Xylometazolin	0,8	72	58
Salbutamol	0,8	23	18
Metoprolol	0,15	46	7
Levotyrosinnatrium	0,15	49	7
Levonorgestrel	0,1	45	5
Mometason	0,2	18	4
Etinylostradiol	0,02	45	0,9
Østradiol	0,05	10	0,5



# Avløpsvann sprer legemidler.

- > Antall legemidler funnet i resipientene øker
- > Forbruket øker!
- > Antibiotika resistente (ARM) øker !!





# Valg av stoffer i studien.

Legemidler: Norske salgstall 2018; På EUs Observasjonslister

- > Vurdert relevant for miljørisiko/overvåking i norske studier, i Sverige og Sveits; kjemikalier med metabolitter

Type legemiddel	Stoff	Høyt Salgstall	Har vært/er på EUs watch list	Vurdert som relevant i andre studier
<b>Betennelsehemmende</b>	Diklofenak <sup>2</sup>	x	x	Norge, Sverige, Sveits
	Ibuprofen	x		Sverige
	Naprosken	x		Norge, Sverige
<b>Antibiotika</b>	Sulfametoksazol <sup>2</sup>		x	Norge, Sverige
	Trimetoprim <sup>2</sup>		x	Sverige
	Ciprofloxacin <sup>2</sup>		x	Norge, Sverige
	Clarithromycin			Sveits
<b>Soppmedisin</b>	Flukanozol <sup>2</sup>		x	Sverige
<b>Opioid</b>	Tramadol	x		Sverige
<b>Antiepilepsimedisin</b>	Carbamazepine			Sveits
<b>Psykoledtika</b>	Oxazepam	x		Sverige
<b>Antidepressiv</b>	Citalopram			Sverige, Sveits
	Venlafaksin <sup>2</sup>		x	Sveits
	O Desmetylvenlafaksin <sup>2</sup>		x	
<b>Blodtrykksmedisin</b>	Kandesartan	x		Sveits
<b>Betablokker</b>	Metoprolol	x		Sveits
<b>Insulinmedisin</b>	Metformin	x		Norge (screening)
	Guanylurea			
<b>Prevensjon</b>	Etinyløstradiol <sup>2</sup>	x	x	Norge
	Østradiol <sup>2</sup>	x		Norge

Stoffgruppe	Stoff	Antall målinger			Deteksjonsfrekvens		
		Inn	Ut	Slam	Inn	Ut	Slam
<b>PAH-er</b>	Acenaftyle <sup>2</sup>	6	6	6	100 %	33 %	100 %
	Acenaften <sup>2</sup>	6	6	6	0 %	17 %	100 %
	Antracen <sup>1,3</sup>	12	12	12	67 %	0 %	100 %
	Benzo(a)pyren <sup>1,3</sup>	6	6	6	17 %	0 %	83 %
	Benzo(g,h,i)perylene <sup>1,3</sup>	6	6	6	83 %	0 %	100 %
	Benzo(b)fluoranten <sup>1,3</sup>	6	6	6	17 %	0 %	100 %
	Benzo(k)fluoranten <sup>1,3</sup>	6	6	6	50 %	0 %	50 %
	Benzo(a)antracen <sup>2</sup>	6	6	6	67 %	0 %	100 %
	Dibenzo(a,h)antracen <sup>2</sup>	6	6	6	0 %	0 %	33 %
	Fenantr <sup>2,3</sup>	6	6	6	100 %	83 %	100 %
	Fluoranten <sup>1,3</sup>	6	6	6	100 %	67 %	100 %
	Fluore <sup>2</sup>	6	6	6	100 %	67 %	100 %
	Indeno(1,2,3-cd)pyren <sup>1,3</sup>	6	6	6	0 %	0 %	67 %
	Krysen <sup>2,3</sup>	6	6	6	100 %	0 %	100 %
	Nafthalen <sup>1</sup>	6	6	6	100 %	83 %	100 %
	Pyren <sup>2,3</sup>	6	6	6	100 %	83 %	100 %
	<b>Bromerte flammehemmere</b>	Tetrabromdifenyler (BDE-28) <sup>1</sup>	2	10	6	0 %	0 %
Tetrabromdifenyler (BDE-47) <sup>1,3</sup>		2	10	6	100 %	80 %	100 %
Pentabromdifenyler (BDE-99) <sup>1,3</sup>		2	10	6	100 %	80 %	100 %
Pentabromdifenyler (BDE-100) <sup>1,3</sup>		2	10	6	0 %	10 %	100 %
Heksabromdifenyler (BDE-153) <sup>1</sup>		2	10	6	0 %	0 %	0 %
Heksabromdifenyler (BDE-154) <sup>1</sup>		2	10	6	0 %	0 %	0 %
Heksabromsyklododekan (HBCD) <sup>1</sup>			7			29 %	
<b>Ftalater</b>	Di(2-etylheksyl)ftalat (DEHP) <sup>1,3</sup>	6	6	6	83 %	0 %	100 %
<b>Nonyl- og oktylfenoler</b>	4-nonylfenol <sup>1,3</sup>	6	6	6	0 %	0 %	100 %
<b>PFAS</b>	PFOA <sup>2,4</sup>	12	24	19	100 %	96 %	32 %
	PFOS <sup>1,4</sup>		12	7		0 %	100 %
<b>Bisfenoler</b>	Bisfenol A <sup>2</sup>	30	38	34	93 %	89 %	100 %
<b>Siloksaner</b>	Dekametylsyklusopentasiloksan (D5) <sup>2</sup>	2	10	6	100 %	100 %	100 %
<b>Polyklorerte bifenyler</b>	PCB 28	8	10	19	0 %	0 %	84 %
	PCB 52	8	10	19	0 %	0 %	84 %
	PCB 101	8	10	19	0 %	0 %	84 %
	PCB 118	8	10	19	0 %	0 %	53 %
	PCB 138	8	10	19	0 %	0 %	84 %
	PCB 153	8	10	19	0 %	0 %	84 %
	PCB 180	8	10	19	0 %	0 %	74 %
	<b>Div. industrikjemikalier, løsemidler, biprodukter, etc.</b>	1,2-Dikloretan <sup>1</sup>		6	3		0 %
	Benzen <sup>1</sup>		6	7		0 %	0 %
	Diklorometan <sup>1</sup>		6			0 %	
	Triklormetan (Kloroform) <sup>1</sup>	8	10	6	63 %	70 %	0 %
	Pentaklorbenzen	2	4	6	0 %	0 %	0 %
	Karbondetraklorid	8	10	6	0 %	0 %	0 %
	Tetrakloretylen	8	10	12	0 %	0 %	0 %
	Triklloretylen	8	10	6	0 %	0 %	0 %

# Norske avløpsrenseanlegg og resipienter

- > Mekaniske RA og urensset avløp
  - > Utslipp til sjøvann
- > Kjemiske RA-uten biologi
  - > Dominerer sammenlignet med EU
- > Biologiske renseanlegg med sekundærrensekrav og kjemisk felling
  - > Mange MBBR-anlegg (biofilm)
- > Biologiske renseanlegg med krav til nitrogenfjerning
  - > Hittil få sammenlignet med EU
- > Utslipp til kystvann og ferskvann

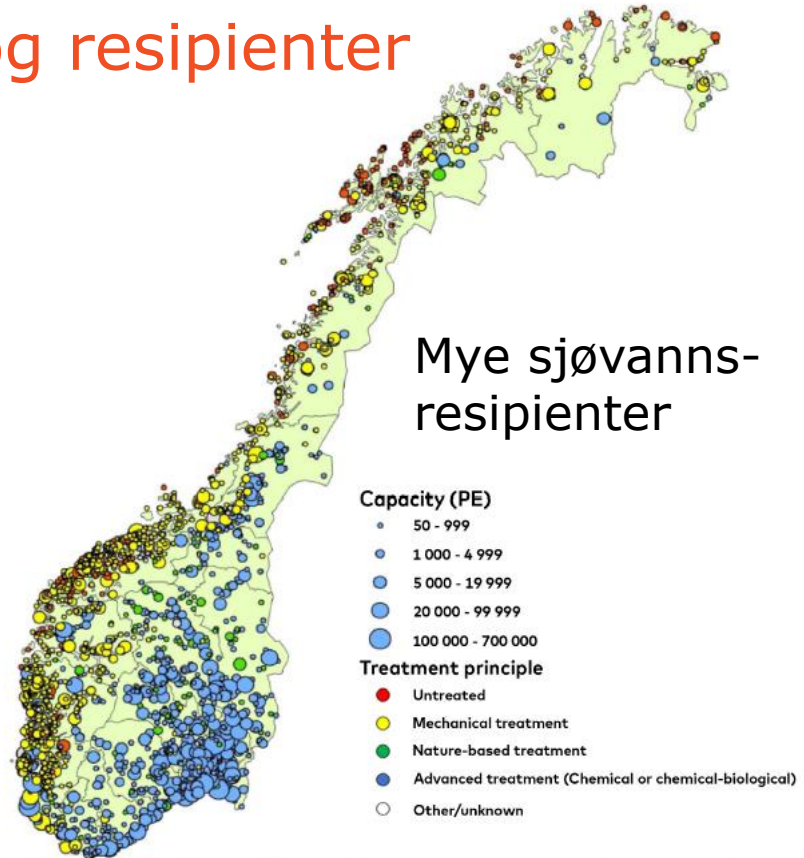


Figure 1. Overview of applied treatment principles and capacities in Norway (Berge and Sæther, 2018).

# Miljørisiko av utslippsvann fra ulike norske RA

FV= ferskvann  
SV=sjøvann

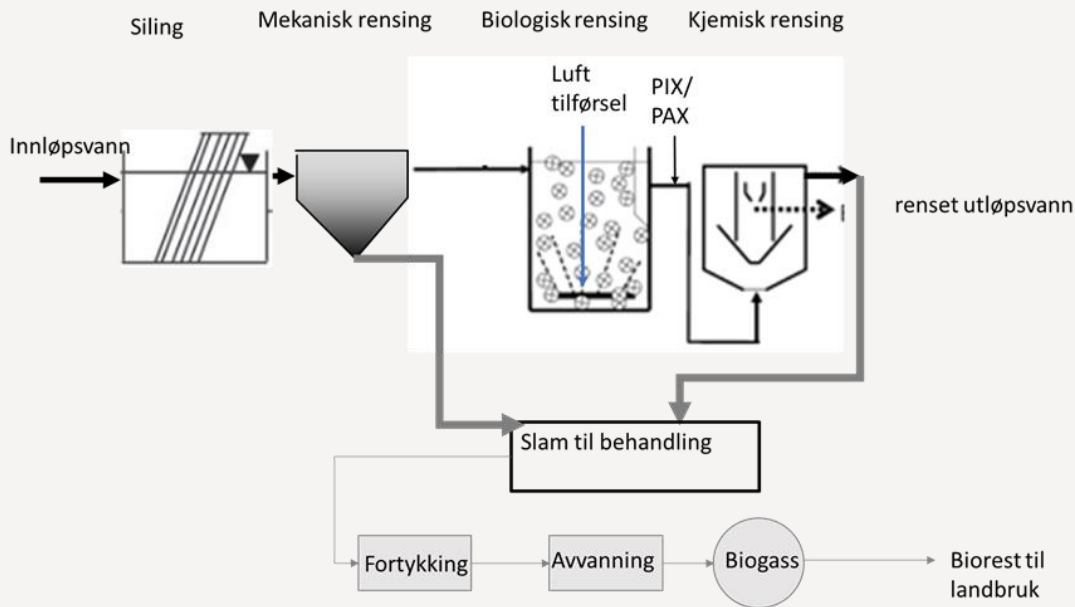
- Modellering konservativere enn måling!
- SV utslipp gir 10 x så høy miljørisiko!
- Målinger viser at 6 av 20 legemidler gir PEC/PNEC >1 i FV ved 10 x fortyning i resipient!

Stoff	Miljøriskovurdering (PEC/PNEC)											
	1		2		3		4		5		6	
	Basert på modell (SimpleTreat) og salgstall (2018)						Basert på målinger (screeningundersøkelser)					
	Urenset avløp		Kjemisk RA		Biologisk RA		Urenset avløp		Kjemisk RA		Kjemisk-biologisk RA	
FV	SV	FV	SV	FV	SV	FV	SV	FV	SV	FV	SV	
Diklofenak	5,7	57	5,6	56	5,6	56	1,4	14	-	-	1,3	13
Ibuprofen	9,7	97	9,6	96	0,8	7,7	0,14	1,4	0,27	2,7	0,01	0,1
Naproxen	0,4	4,0	0,4	3,9	0,4	3,9			-	-	-	-
Sulfametoxazol	0,74	7,4	0,7	7,3	0,7	7,3	0,1	1,0	0,2	1,7	0,1	0,9
Trimetoprim	29,5	295	23,4	234	29,5	295	16	161	16	157	12	117
Ciprofloksacin	1,6	16	1,5	15,0	1,5	14,8	0,7	6,8	0,3	3,2	0,0	0,5
Clarithromycin	0,2	2,1	0,2	1,8	0,2	1,8	0,03	0,3	-	-	0,02	0,2
Flukonazol	0,0	0,02	0,002	0,02	0,0	0,0			-	-	-	-
Tramadol	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,005	0,05	-	-	0,004	0,04
Karbamazepin	5,2	52	5,1	50,6	5,0	50,5	0,25	2,5	-	-	0,3	2,8
Oksazepam	65	646	64	640	63,9	639	23	233	-	-	25	253
Citalopram	0,03	0,3	0,03	0,3	0,0	0,3	0,004	0,04	-	-	0,007	0,07
Venlafaksin	0,03	0,3	0,03	0,3	0,0	0,3	0,7	7	-	-	0,6	6,4
O-desmetylvlenlafaksin	-	-	-	-	-	-	1,7	17	-	-	1,9	19
Kandersartan	0,001	0,01	0,001	0,01	0,0	0,0			-	-	-	-
Metoprolol	0,1	0,9	0,00003	0,0003	0,0	0,0	0,001	0,01	-	-	0,001	0,01
Metformin	0,02	0,2	0,02	0,2	0,0	0,2	0,01	0,1	-	-	0,004	0,04
Guanylurea	-	-	-	-	-	-	0,0003	0,003	-	-	0,01	0,10
Etinyløstradiol	78	775	68	679	67	667	13	133	13	133	6,7	67
Østradiol	3,2	32	2,6	26	2,5	25	40	400	18	178	2,5	25



# Skjebne til organiske MF og legemidler i norske RA

- > Innløpsvann renses enten i mekaniske -, kjemiske – eller biologiske/kjemiske RA



Anleggstype	Viktigste skjebne for MF i avløpsrenseanlegget
Mekaniske rensenanlegg	Begrenset fjerning av MF. Mesteparten av MF inn vil passere rensenanlegget urensert til resipient.
Kjemiske rensenanlegg	Hydrofobe stoffer med lav løselighet i vann kan fjernes via adsorpsjon til slam og NOM i vannet kan øke fjerningen av noen stoffer.
Kjemiske/biologiske rensenanlegg	Hydrofobe stoffer fjernes med slammet, biologisk nedbrytbare stoffer brytes ned og flyktige stoffer fordamper, minimal grad fordampning forventes og biologisk nedbrytning forventes for noen få stoffer.
Slambehandling	Biologisk nedbrytbare stoffer kan brytes ned ved aerob eller anaerob stabilisering, flyktige stoffer kan fordampe. Hygienisering forventes å ha en positiv effekt på AMR og ARG, men dokumentasjon mangler.

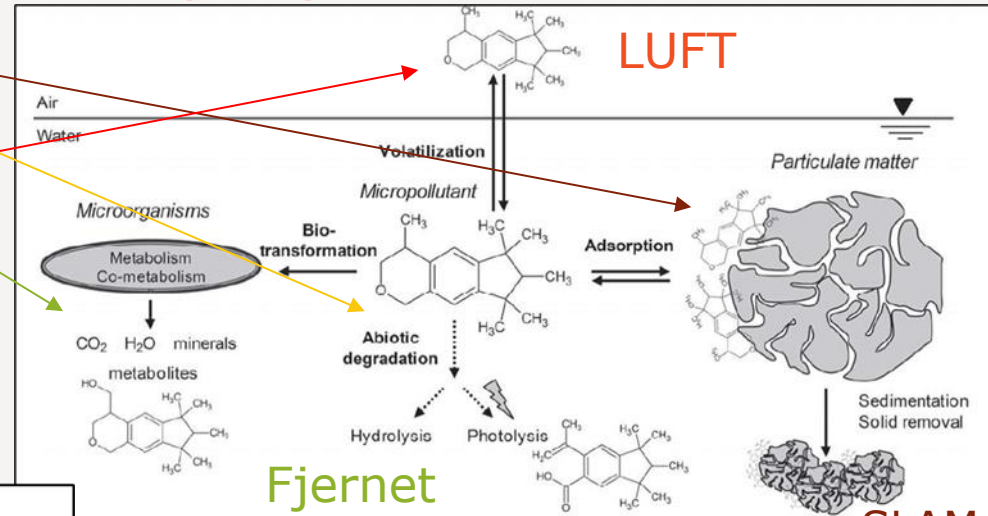
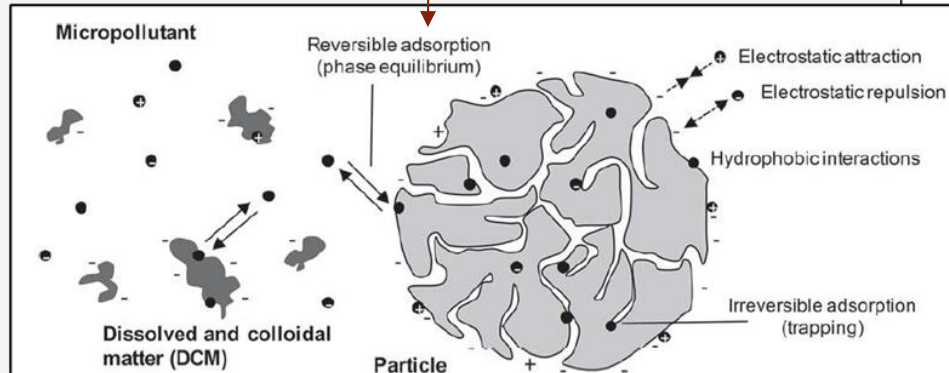
# Mekanismer for fjerning av MF og legemidler i RA

- > Adsorpsjon til partikulært materiale som fjernes (til slam)
- > Biologisk endring (hydrolytisk eller fotolytisk) av MF
- > Stripping/fordampning (tap av MF til luft)
- > Biologisk nedbrytning (til metabolitter eller CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O)

Kons i luft =  $K_H \times$  Kons. i vann  
Ikke veldig viktig verken for MF eller legemidler

MF adsorpsjon til slam og til løst kolloidalt stoff

**SLAM**

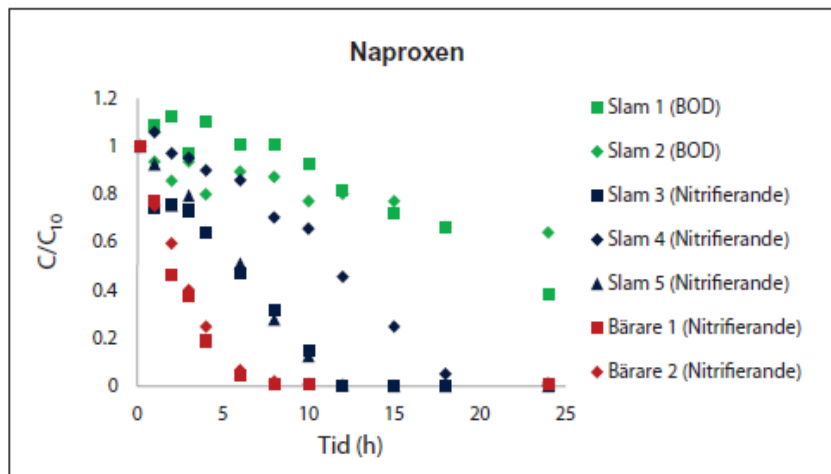


Fra Margot *et al*, 2015

- Adsorpsjonen er liten når  $\log P_{ow} < 2,5$
- Adsorpsjonen er moderat når  $\log P_{ow} 2,5 - 4$  og
- Adsorpsjonen er høy når  $\log P_{ow} > 4$
- Gjelder ikke mange legemidler eller overflateaktive stoffer
- Effekten av fjerning av kolloidalt materiale er stor, dvs. godt drevet kjemisk renseanlegg er effektivt

# Noe om biologisk rensing

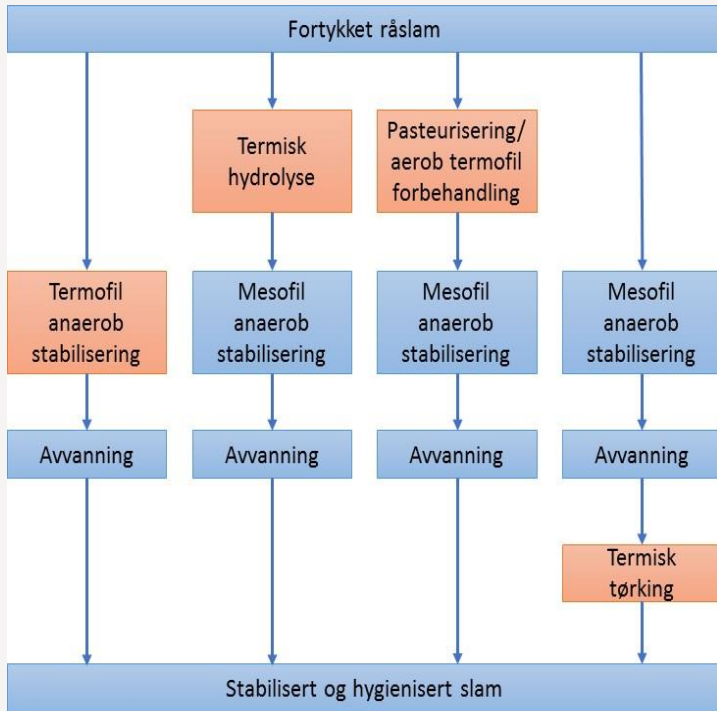
- > Biofilm prosess mer effektiv enn CAS nitrifikasjonsprosess?
- > Lite kunnskap om dette!



Satsvise forsøk med biofilmbærere med - og uten nitrifikasjon ( $C/C_{10}$  = innløp/utløp etter 10 min.) FoU.

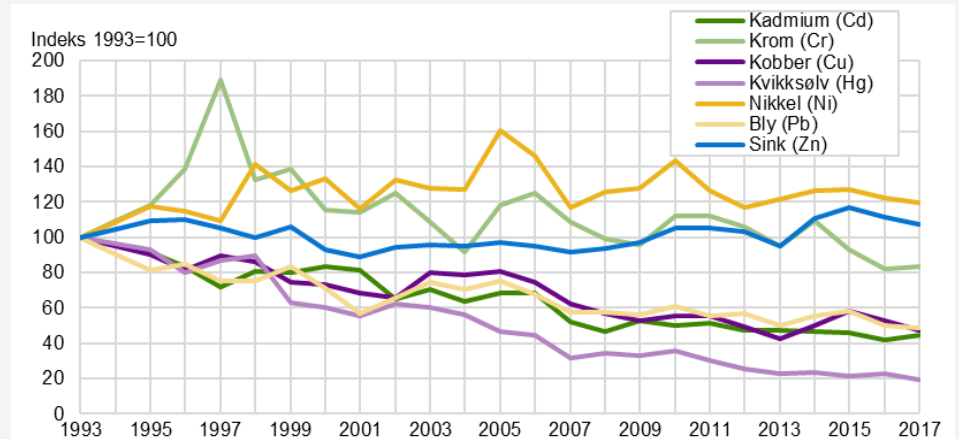
# Hva er skjebnen i slambehandlingen?

- > Begrenset kunnskap; Hva betyr hygienisering mht antibiotika resistente mikroorganismer (ARM) og legemidler?
- > Få gjennomførte studier; vanskelig materie å ta prøver av og analysere



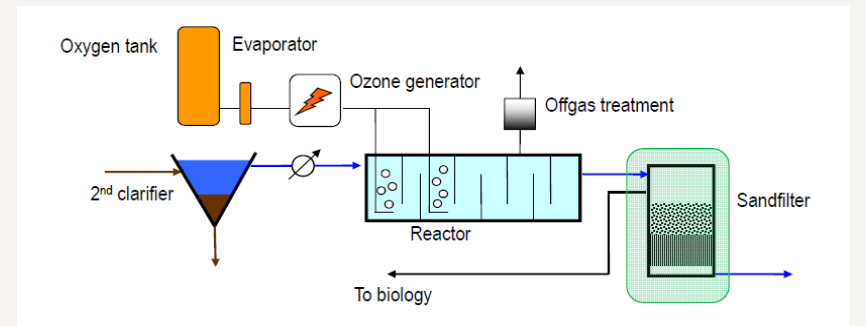
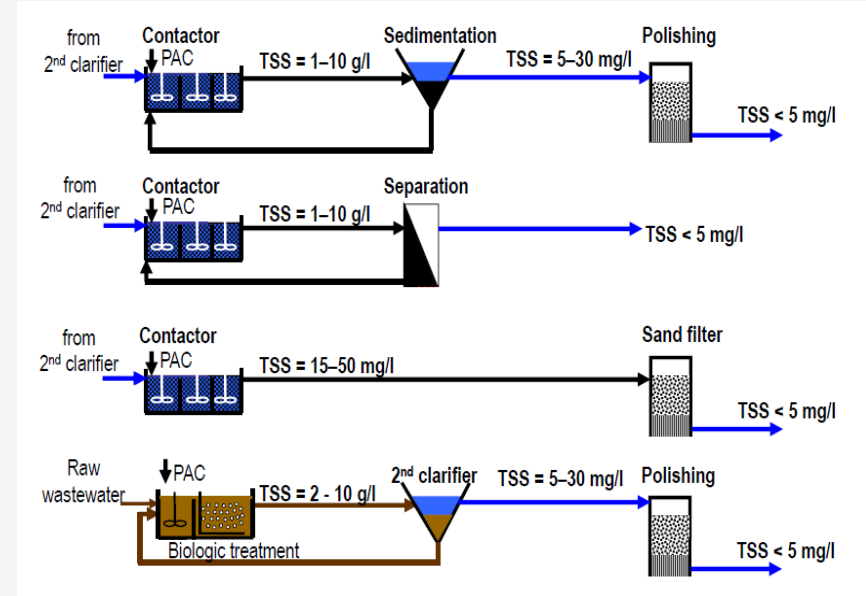
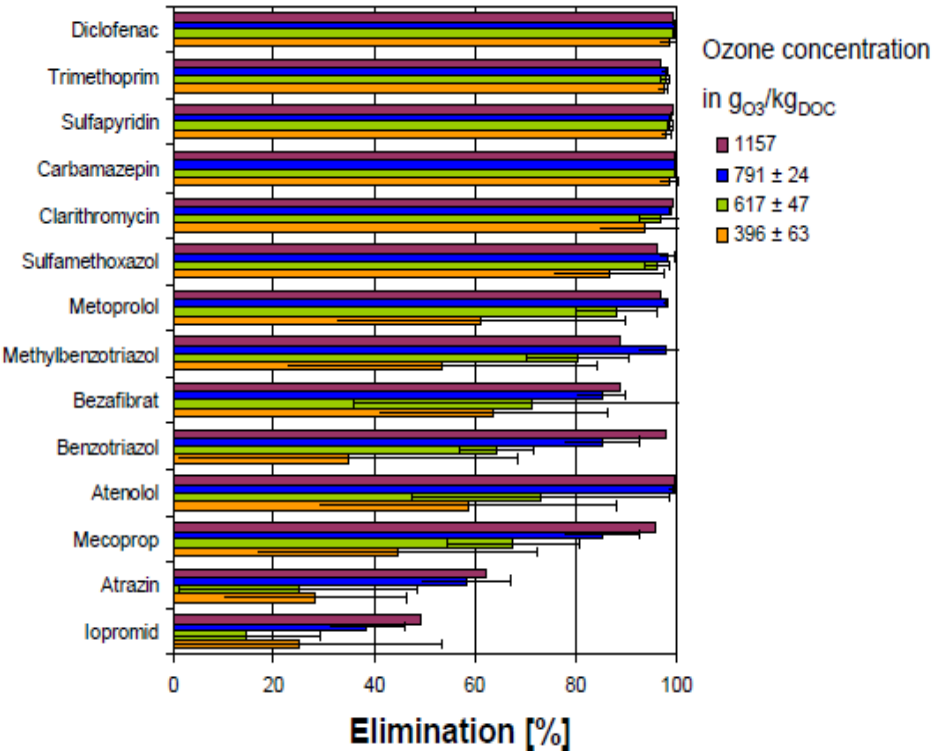
Mdir ønsket strengere krav for å redusere tilførselen til anleggene - forslag til nye krav på DEHP, PCB, PFAS og PFOA i slam, men hva skjer nå??

- Ønsker samme effekt av krav som oppnådd for tungmetaller i slam til jordforbedring



# Avanserte rensemetoder

- > Erfaringer hovedsakelig fra Sveits, Sverige og Danmark samlet
- > Integreerte løsninger med Ozon og PAC mest vanlig, men også GAC





# Avansert rensing forts.

Nykvarnsverket, Linköping

Risiko utslipp etter biologi

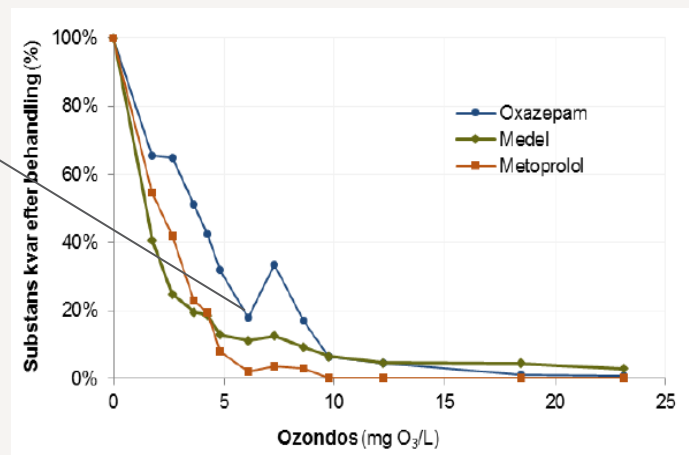
EC-PNEC ratio after biology

Substans	EC - Utgående vatten (µg/L)	NOEC (µg/L)	Sikkerhets-marginal	Utsp Recipient	EC/PNEC Kvot
Metoprolol	3,80	1	50	27	7
Oxazepam	0,29	1,8	1 000	27	6
Estrone	<0,023	0,008	100	27	2,3
Trimetoprim	0,15	0,29	100	27	1,9
Etinylestradiol	<0,158	0,00003	10	27	1
Estradiol	<0,146	0,0004	10	27	0,9
Propranolol	0,16	0,5	50	27	0,6
Levonorgestrel	<0,432	0,0008	10	27	0,5
Diklofenak	0,59	0,5	10	27	0,4
Karbamazepin	0,59	1	10	27	0,2
Fluoxetin	0,01	0,029	10	27	0,1
Amlodipin	0,03	10	1 000	27	0,1
Paracetamol	0,28	30	100	27	0,03
Caffeine	18,69	1000	50	27	0,03
Erytromycin	0,09	10,3	100	27	0,03
Furosemid	0,95	142	100	27	0,02
Estriol	<0,08	0,075	10	27	0,02
Naproxen	0,41	32	50	27	0,02

Risiko målt etter implementering av Ozon (5 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>)

EC-PNEC ratio at dose 5 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>

Substans	EC - Utgående vatten (µg/L)	NOEC (µg/L)	Sikkerhets-marginal	Utsp Recipient	EC/PNEC Kvot
Oxazepam	0,09	1,8	1 000	27	1,9
Metoprolol	0,30	1,0	50	27	0,6
Estrone	<0,023	0,008	100	27	0,13
Etinylestradiol	<0,158	0,00003	10	27	0,07
Estradiol	<0,146	0,0004	10	27	0,05
Fluoxetin	0,003	0,029	10	27	0,03
Erytromycin	0,09	10	100	27	0,03
Levonorgestrel	<0,432	0,0008	10	27	0,03
Ciprofloxacilin	0,006	0,1	10	27	0,02
Trimetoprim	0,001	0,29	100	27	0,01
Caffeine	3,36	1000	50	27	0,01
Ibuprofen	0,17	10	10	27	0,01
Propranolol	0,001	0,5	50	27	0,01
Paracetamol	0,03	30	100	27	0,00



Testresultater O<sub>3</sub> dose ulike legemidler

# Miljørisiko og konsekvens for resipient og slam

- Kjemisk- og biol/kjem rensing ofte lik rensegrad
- Mange vanddirektiv miljøgifter har affinitet til slam
- Overflateaktive komp (PFAS)???
- Legemidler fjernes i liten grad i renseanleggene
- 2 av 20 legemidler nedbrytbare aerobt
- 8 legemidler påvist mulig miljørisiko i resipient (FV) ((10 x fortykning)
- O<sub>3</sub> og GAC effective ▲ avanserte rensemetoder for legemidler

Stoff	Gruppe	Stoffer	Log D pH~7,0	Log Pow	Til slam	% Rensegrad					EC/PNEC <sup>10</sup> forhold
						Mek.	Kje. misk.	Kjem/ Biol	O <sub>3</sub> <sup>6</sup>	GAC <sup>6</sup>	
Antracen <sup>4</sup>	3-ring PAH	PRIORITERTE		4,5	+	<20	20-40	20-40 <sup>1</sup>			
Benso(a)pyren <sup>4</sup>	5-ring PAH			6,1	++	20-40	>60	>80 <sup>7</sup>			
Fluoranten <sup>4</sup>	4-ring PAH			5,2	++	~50	~70	~70 <sup>7</sup>			
Naftalen <sup>4</sup>	2-ring PAH			3,3	+	<20	~40	~50 <sup>7,2</sup>			
BDE-99 <sup>4</sup>		ORGANISKE		6,8	++	<20	~60	~95 <sup>7</sup>			
DEHP <sup>4</sup>	<u>Ftalat</u>			7,9	++	<20	~60	~95 <sup>7</sup>	<20	>80	Slam <sup>11</sup>
Nonylfenol (NF) <sup>4</sup>	<u>Alkylfenol</u>			6,2	++	<20	~60	~90 <sup>7</sup>	>80	<20	
BPA	<u>Bisfenol</u>	MILJØGIFTER		3,4	++	<20	<20	20-80	20-80	<20	
TBBPA				4,8	++	<20	~30	~40 <sup>7</sup>			
D5	<u>Siloksan</u>			8,0	++	<20	~90	~90 <sup>7</sup>			
PFOS <sup>3</sup>	PFAS			0,7	3,4	--	<20	<20	<20	20-80	20-80
PFOA			2,7	6,3	+	<20	<20	<20			Slam <sup>11</sup>
PCB7	Sum PCB7			6,0	++	<20	~60	~90 <sup>7</sup>			Slam <sup>11</sup>
Diklofenak <sup>4</sup>	<u>Antiinflam. motorisk</u>	LEGE-MIDLER	1,4	4,5	-	<20	<20	20-40	>80	>80	>1 <sup>9</sup>
Ibuprofen <sup>4</sup>			0,5	4,0	-	<20	<20	>90	<20	<80	
Naproxen <sup>4</sup>				3,2	-	<20	<20 <sup>7</sup>	<20			
Sulfametoxazol <sup>4,5</sup>	Anti-biotika		-0,6	0,9	-	<20	<20	20-40	>80	>80	>1 <sup>9</sup>
Trimetoprim <sup>4</sup>				0,9	+	<20	20-40	20-40	>90 <sup>7</sup>		
Ciprofloksacin <sup>4</sup>			-2,2	0,3	++	<20	<20	90	20-80	>80	>1 <sup>9</sup>
Clarithromycin <sup>4</sup>				3,2	+	<20	<20	<20	>90 <sup>7</sup>		
Flukonazol <sup>4</sup>	Soppmedisin			0,5	-	<20	<20	<20			
Tramadol <sup>4</sup>	Opioid			1,3-3,0	-	<20	<20	<20			
Karbamazepin <sup>4</sup>	Antiepilepsi		2,3	~2,5	+	<20	<20	<20	>80	>80	
Oksazepam <sup>4</sup>	<u>Psykolettika</u>			2,2	-	<20	<20	<20			*6; *0,6 <span style="color: red;">▲</span>
Citalopram <sup>4</sup>	Antidepressiver		1,3	3,8	-	<20	<20	<20			
Venlafaksin <sup>4</sup>				3,2	-	<20	<20	<20			>1 <sup>9</sup>
O-desmetyl-venlafaksin <sup>4</sup>				2,7	-	<20	<20	<20			
Kandesartan <sup>4</sup>	<u>Blodtrykksmedisin</u>		~5,5	++	<20	<20	<20				
Metoprolol <sup>4</sup>		-0,3	~2,0	--	<20	<20	<20	>90 <sup>7</sup>		*7; *1,9 <span style="color: red;">▲</span>	
Metformin <sup>4</sup>	<u>Diabetesmedisin</u>		-2,6	--	<20	<20	20-40 <sup>1</sup>				
Guanylurea <sup>1,4</sup>						<20	<20	<u>Øker</u>			
Etinylostradiol <sup>4</sup>	<u>Prevensjonsmiddel</u>		3,7	++	<20	20-40	50	>80		*1; *0,07 <span style="color: red;">▲</span>	
Østradiol <sup>4</sup>			4,0	++	<20	20-40	>90			*0,9; *0,05 <span style="color: red;">▲</span>	

<sup>1</sup>Metabolitter <sup>2</sup>Flyktig ~50% <sup>3</sup>Ikke nedbrytbare <sup>4</sup>Overflateaktive (liten kunnskap om skjebnen i RA) <sup>5</sup>Fra målinger i screeningundersøkelser Høyere innløps- enn utløpskonsentrasjoner <sup>6</sup>Fra IVL, 2016 Tabell 43?? <sup>7</sup>Fra Joss et al, 2020b <sup>8</sup>Nykvantitet etter biologisk rensing, Faraji, 2017 <sup>9</sup>etter O<sub>3</sub>, Faraji, 2017; <sup>10</sup>benyttet 10 ganger fortykning i resipient. <sup>11</sup>Foreslått av Miljødirektoratet, 2020.

Vannforeningens kurs: Nytt avløpsdirektiv- hva har det å si for mennesker og miljø i Norge

# Mikroforurensinger i norsk avløpsvann – en trussel for vannmiljøet?



Vannforeningens kurs: Nytt avløpsdirektiv- hva har det å si for mennesker og miljø i Norge

# TAKK!

Eilen Arctander Vik  
[eav@aquateam.no](mailto:eav@aquateam.no)  
950 42 783