

Legemidler i avløp – renseanlegget som barriere for utslipp til miljøet



Christian Vogelsang, seniorforsker
ved seksjon for urbant miljø og infrastruktur, NIVA

Hovedtemaer

- Legemidler i innløpet til NRA – bidrag fra Ahus
- Skjebne på renseanlegget og betydning av nedbør
- Rensing i forhold til krav i revidert avløpsdirektiv

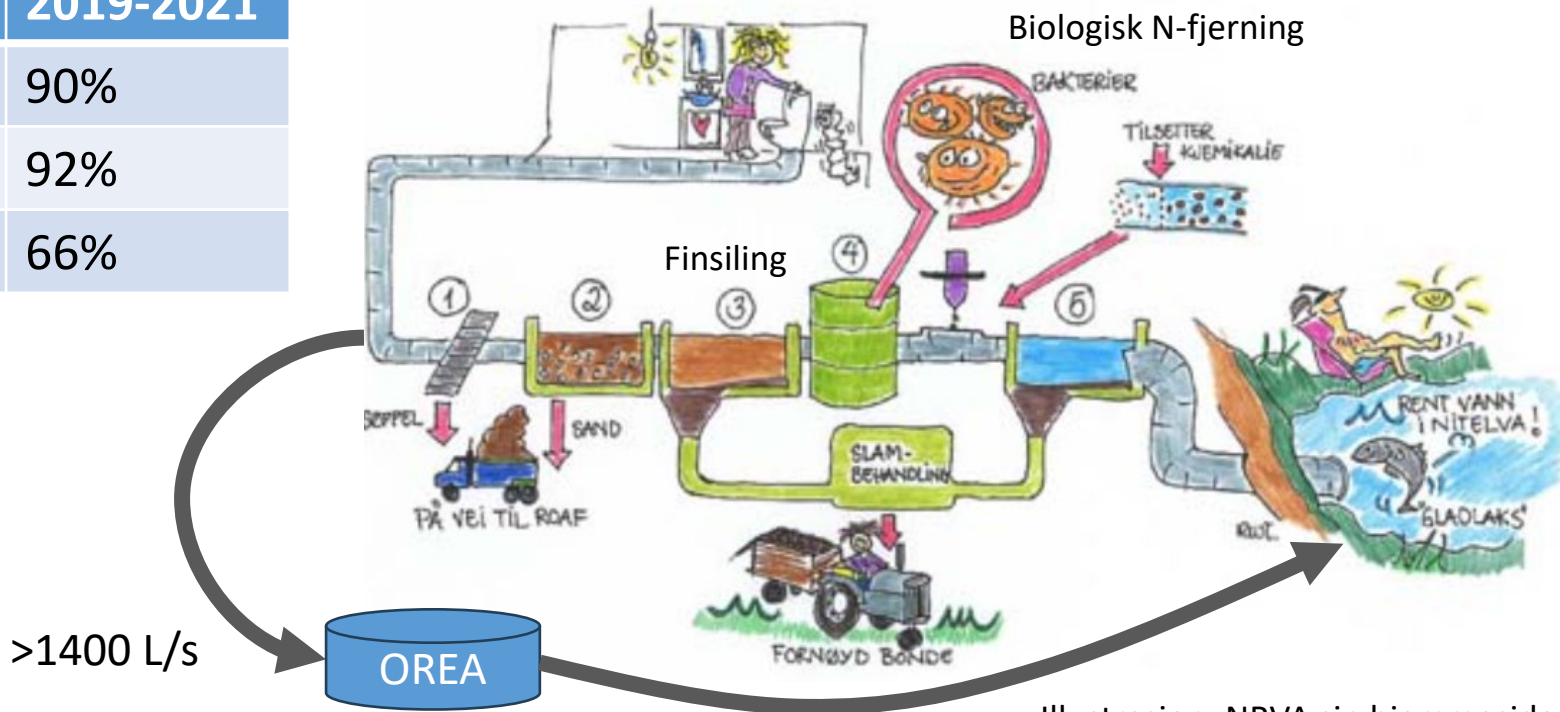
Hovedtemaer

- Legemidler i innløpet til NRA – bidrag fra Ahus
- Skjebne på renseanlegget og betydning av nedbør
- Rensing i forhold til krav i revidert avløpsdirektiv

Nedre Romerike avløpsrenseanlegg (NRA)

130 000 personer
166 000 PE

Parameter	Resultat 2019-2021
BOF5	90%
Total P	92%
Total N	66%



>1400 L/s

OREA

Illustrasjon: NRVA sin hjemmeside

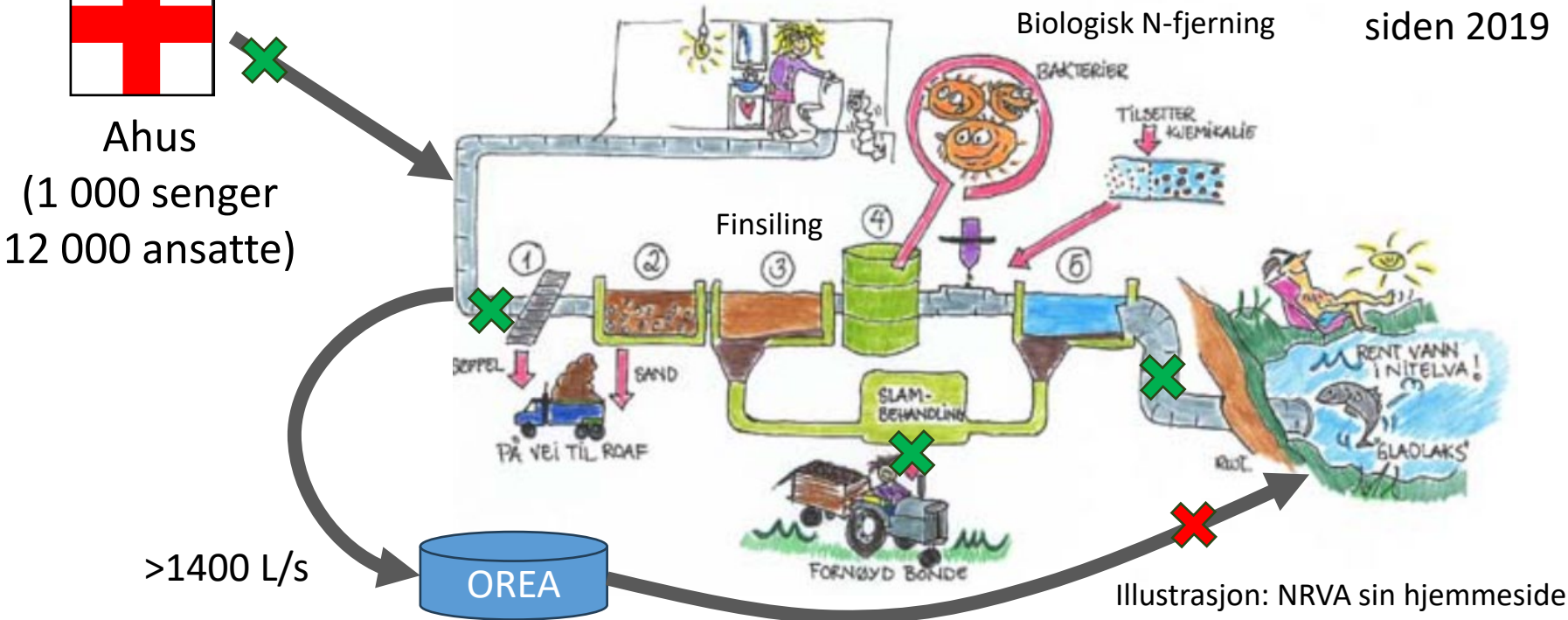
Nedre Romerike avløpsrenseanlegg (NRA)



Ahus
(1 000 senger
12 000 ansatte)

130 000 personer

✘ 4 årlige
prøvetakinger
siden 2019

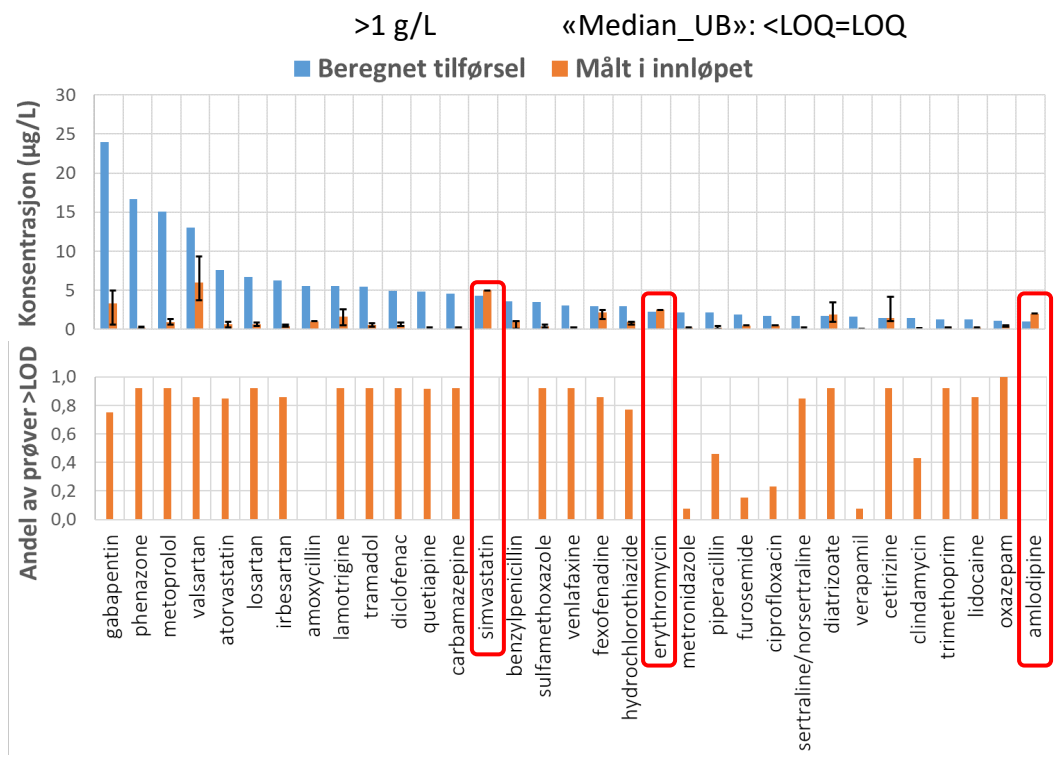
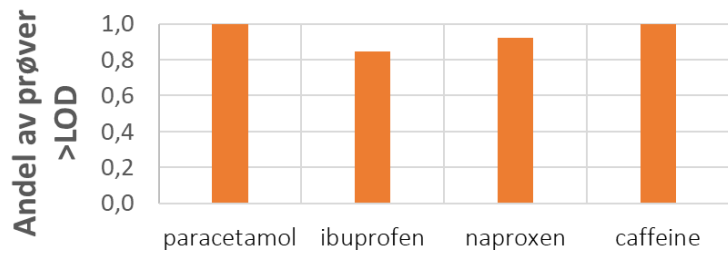
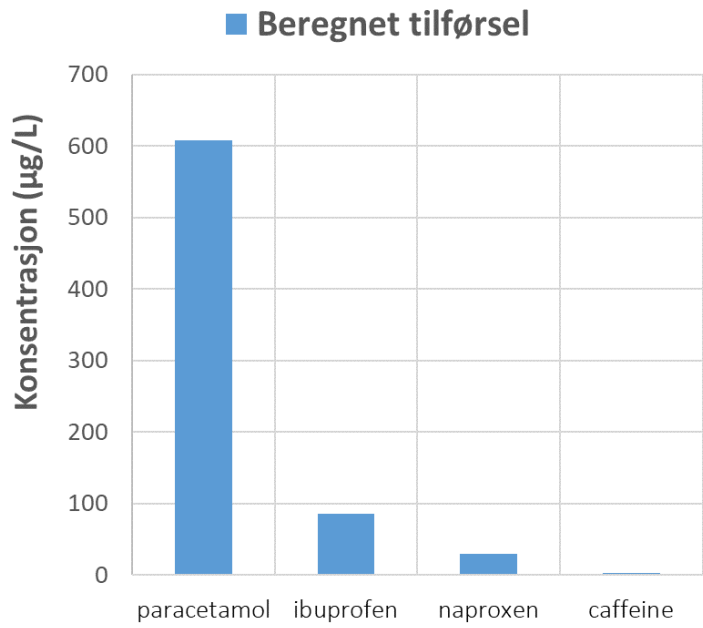


Analyser

- Ved Eurofins
- 181 forbindelser, hovedsakelig legemidler
- 16 grupper
- Samme forbindelser i påslippet fra Ahus som i inn-/utløpet ved NRA

Type forbindelse	Alle steder	Påslipp Ahus		Innløp NRA		Utslipp NRA		Slam NRA	
	Alle	Alle	#>LOQ	Alle	#>LOQ	Alle	#>LOQ	Alle	#>LOQ
Antibiotika	44	39	21	39	13	39	18	40	10
Nervesystem	33	30	23	30	21	30	23	24	14
Hjerte	33	29	20	29	16	29	15	29	11
Hormoner	16	16	11	16	7	16	7	16	3
Respiratorisk	14	12	9	12	4	12	6	12	2
Antiparasittisk	10	9	1	9	1	9	3	8	2
Immunmodulerende	8	7	5	7	0	7	1	7	0
Muskel & skjelett	7	4	4	4	4	4	4	7	2
Kontrastmidler	3	3	2	3	1	3	1	3	0
Insekticider	3	1	0	1	0	1	0	3	0
Blod	3	1	0	1	0	1	0	3	1
Mange ulike	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Metabolitter	2	1	1	1	1	1	1	2	0
Epileptiske	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dermatologiske	1	1	0	1	1	1	1	0	0
Diabetes	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Total	181	157	100	157	72	157	83	157	47

Andel av forbindelsene > LOQ: **64%** **46%** **53%** **30%**



- 72 av 156 legemidler funnet i innløpet til NRA
- Mange legemidler metaboliseres i kroppen (økt vannløselighet)

Andel i innløpet fra Ahus

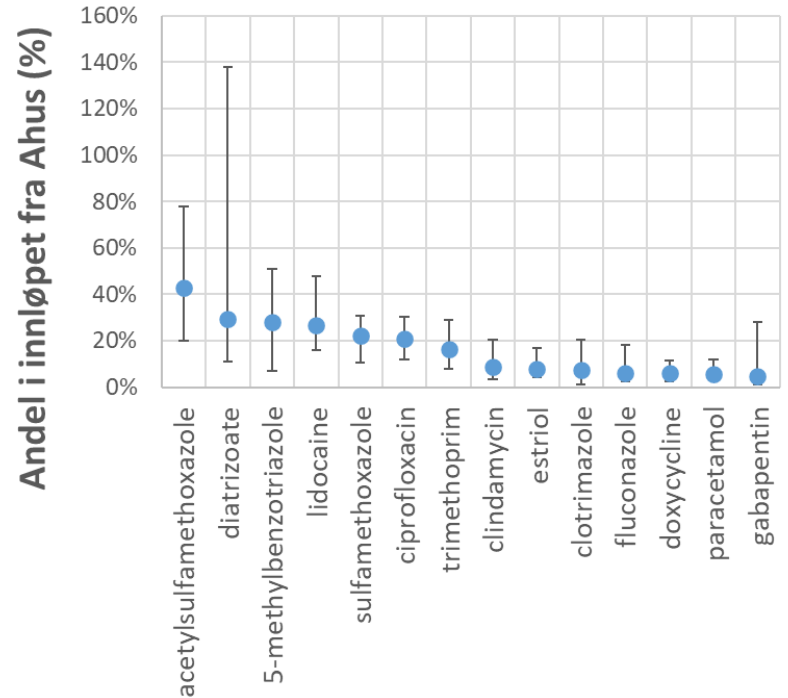
Vannmengde: 0,8% av NRA

12 000 ansatte + 1 000 sengeplasser:

- 10% jfr. tilknyttede innbyggere
- 8% jfr. 166 000 PE (organisk belastning)

Andel >5%:

- 8 antimikrobielle midler
- 3 nervesystem
- 1 hormon
- 1 kontrastmiddel
- 1 korrosjonsinhibitor



«Sykehuslegemidler»

Legemiddel	Estimert forbruk	Andel uforandret	Målt i påslippet (median)	Andel gjenfunnet
	µg/L	-	µg/L	%
Piperacillin	483	0,68	0,1	0,023 %
Cloxacillin	124	0,3-0,5	0,22	0,195 %
Benzylpenicillin	292	0,7	1	0,38 %
Diatrizoate	147	1,0	110	64 %
Ampicillin	109	0,9	0,05	0,060 %
Meropenem	23	0,5-0,75	0,5	1,99 %
Irinotecan	0,71	0,5	0,1	15,8 %
Ifosfamide	0,43	0,12-0,6	0,2	52 %

Hvor blir det av det som forbrukes ved sykehuset?

Hovedtemaer

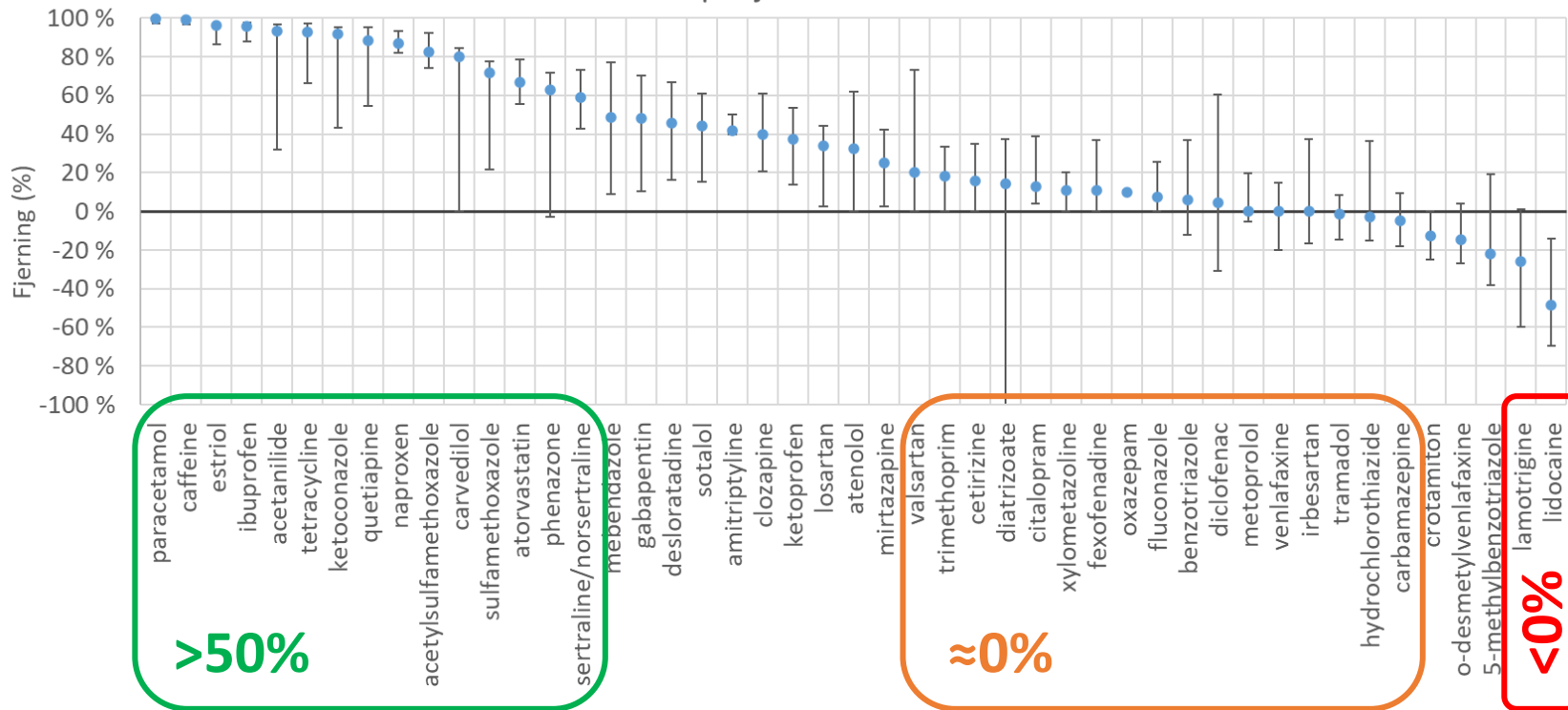
- Legemidler i innløpet til NRA – bidrag fra Ahus
- Skjebne på renseanlegget og betydning av nedbør
- Rensing i forhold til krav i revidert avløpsdirektiv

Rensegrad
= Innløp - Utløp

Fjerning ved NRA

47 forbindelser $\geq 50\%$
av innløpsprøvene

• 10 målekampanjer 2020-2022



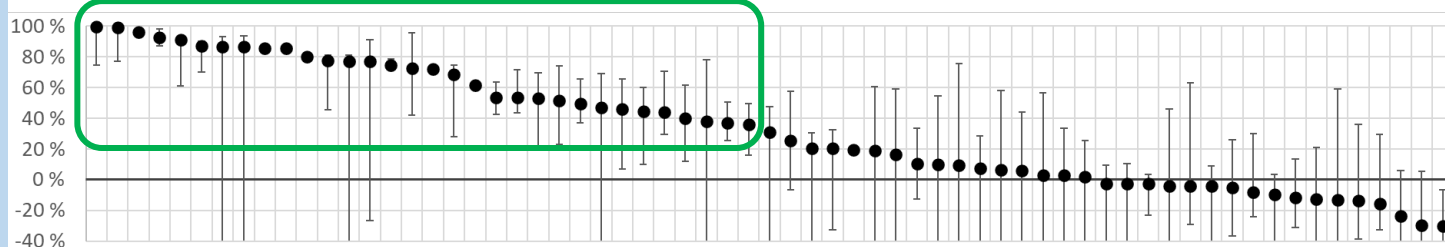
Massebalanse og akkumulering i slam

Redannelse av moderforbindelse?

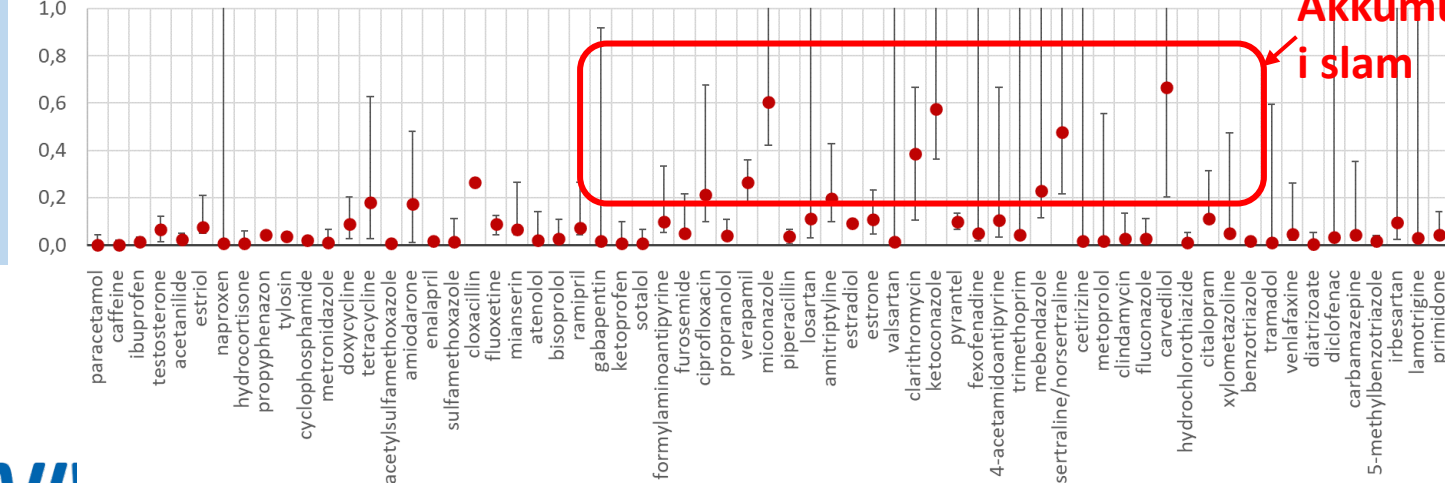
Biologisk nedbrytning

$$\text{Massebalanse} = (\text{Innløp} - \text{Utløp} - \text{Slam}) / \text{Innløp}$$

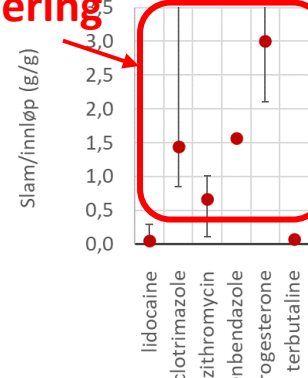
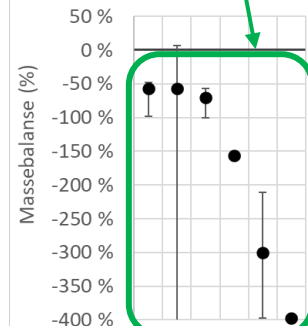
Massebalanse (%)



Slam/innløp (g/g)

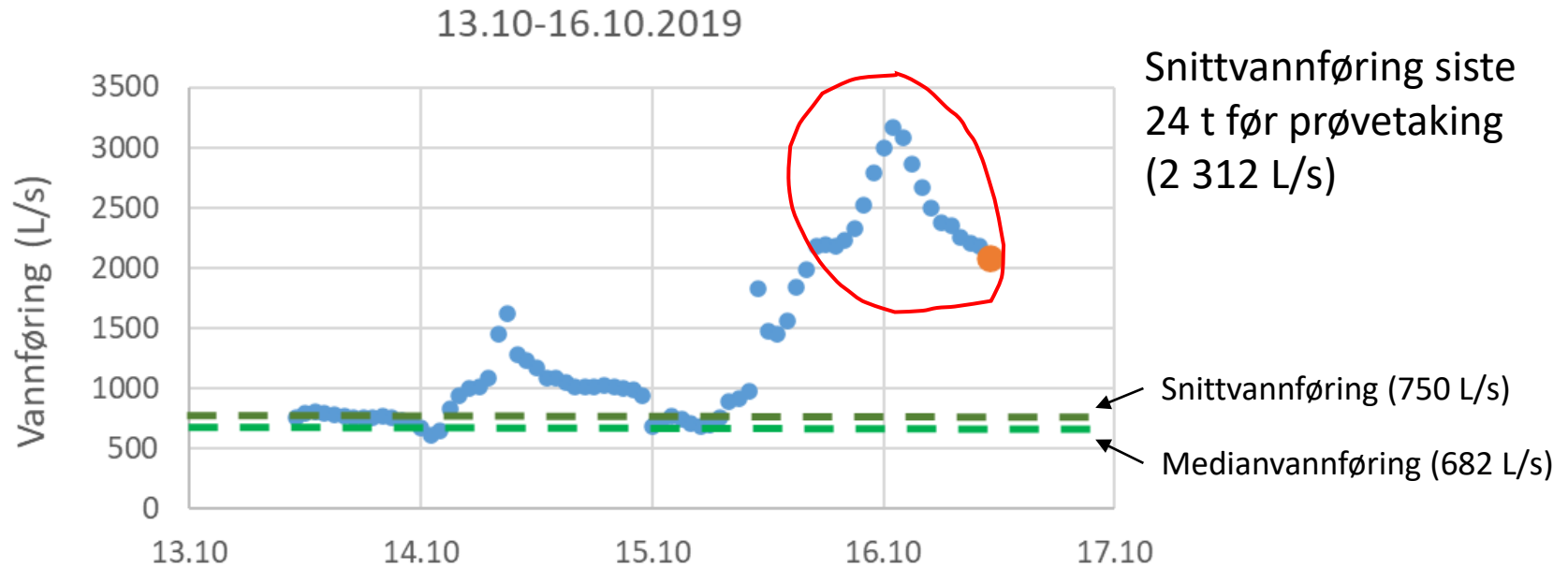


Akkumulering i slam

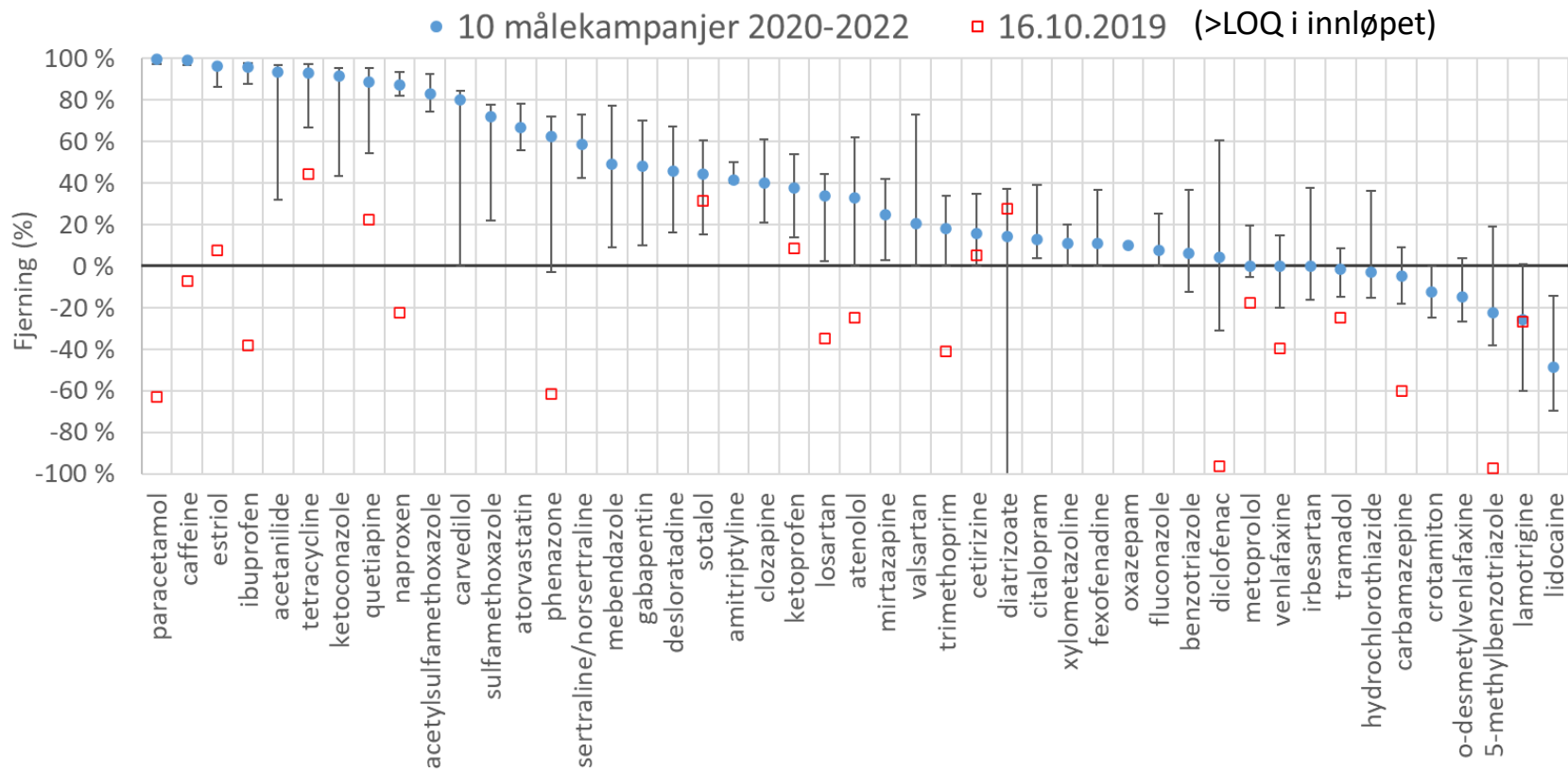


Betydningen av nedbør

33 mm nedbør siste døgnet før prøvetaking



Betydningen av nedbør, forts.



Hovedtemaer

- Legemidler i innløpet til NRA – bidrag fra Ahus
- Skjebne på renseanlegget og betydning av nedbør
- Rensing i forhold til krav i revidert avløpsdirektiv

Gjeldende krav til overvåking av organiske miljøgifter ved RA>100 000 PE

- 3 inn- og utløpsprøver per år
 - Bromerte flammehemmere
(BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-183, BDE-209, TBBP og HBCD)
 - Sum PAH18
 - Sum PCB7 (28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180)
 - DEHP
 - 4-nonylfenol

Det nye avløpsdirektivet (UWWTD)

- Fokus på å dokumentere tilstedeværelse av legemidler og RA som barriere
- 13 + 4 indikatorforbindelser
- Anlegg ≥ 50.000 pe: 2 prøver per måned fra både innløp og utløp (≥ 10.000 pe: 1/mnd)
- Krav til min. 80% fjerning (snitt av min. 6 forbindelser)

10 (11) av 17 forbindelser inkludert i målekampanjene

Bestemmelse rensegrad

Forbindelse	Rensegrad												
	Okt.19	Feb.20	Jun.20	Aug.20	Okt.20	Feb.21	Jun.21	Aug.21	Okt.21	Feb.22	Jun.22	Aug.22	Okt.22
Kategori 1 (substances that can be easily treated)													
Amisulpride	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbamazepine	-	0 %	-40 %	-	-6 %	-5 %	9 %	9 %	-24 %	-5 %	-	-13 %	29 %
Citalopram	-	39 %	23 %	-	42 %	17 %	39 %	39 %	13 %	12 %	-	8 %	11 %
Clarithromycin	-	21 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diclofenac	-96 %	63 %	4 %	-42 %	-21 %	48 %	-40 %	79 %	47 %	4 %	-	72 %	59 %
Hydrochlorothiazide	-	-80 %	-6 %	90 %	40 %	-6 %	-	42 %	32 %	-3 %	-	-34 %	-17 %
Metoprolol	-18 %	-7 %	-23 %	21 %	-2 %	39 %	8 %	33 %	18 %	12 %	-	0 %	-4 %
Venlafaxine	-40 %	-15 %	-31 %	-	21 %	54 %	0 %	0 %	-9 %	21 %	-	9 %	-25 %
Kategori 2 (substances that can be easily disposed of)													
Benzotriazole	-	34 %	-4 %	-	-	19 %	26 %	48 %	-	6 %	40 %	-24 %	-19 %
Candesartan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irbesartan	-	-	-	-	-	-	-92 %	38 %	44 %	-12 %	-	-16 %	17 %
5-methylbenzotriazole	-97 %	59 %	-29 %	94 %	-40 %	-36 %	-17 %	-22 %	-117 %	-19 %	45 %	-7 %	-36 %
4-methylbenzotriazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andre forbindelser													
Telmisartan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bisphenol A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradiol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29 %
PFOA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Best gjennomsnittlig rensegrad	-62 %	36 %	-15 %	41 %	13 %	23 %	11 %	47 %	6 %	7 %	42 %	11 %	15 %

Ikke tilstrekkelig med data

Snitt rensegrad:

16 ± 18%

➤ Kravet på 80% fjerning ikke tilfredsstillt

Hovedbudskap

- Ca. halvparten av de analyserte legemidlene funnet i innløpet til NRA
- Sykehuset Ahus bidrar med >20% til 6 av legemidlene, men dårlig samsvar mellom forbruk på sykehuset og funn i påslippet
- Biologisk nedbrytbare legemidler fjernes effektivt ved NRA, men moderforbindelsen kan også redannes
- Relativt få legemidler akkumulerer i slammet
- Indikatorstoffene på UWWTD-listen ble dårlig fjernet; ekstra rensetrinn påkrevd for å klare 80% rensing

Takk til

- Merete Grung @NIVA
- Carsten U. Schwermer @NIVA
- Trine Christoffersen Helgerud @Ahus
- Heidi Johanne Espvik @Ahus
- Ekaterina Christensen @NRVA
- Kirsten Gravningen @UiO og Ahus

Takk for oppmerksomheten