


Overvåkning av legemidler i avløpsvann fra et sykehus og et avløpsanlegg



Christian Vogelsang¹, Merete Grung¹, Carsten U. Schwermer¹, Trine Christoffersen Helgerud², Heidi Johanne Espvik², Cecilie Raasok³ and Kirsten Gravningen^{2,4}

¹ NIVA – Norsk institutt for vannforskning

² Ahus – Akershus Universitetssykehus HF

³ NRVA IKS – Nedre Romerike vann og avløpsselskap IKS

⁴ UiO – Institutt for klinisk medisin, Universitetet i Oslo – Avdeling Ahus

Hovedtemaer

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

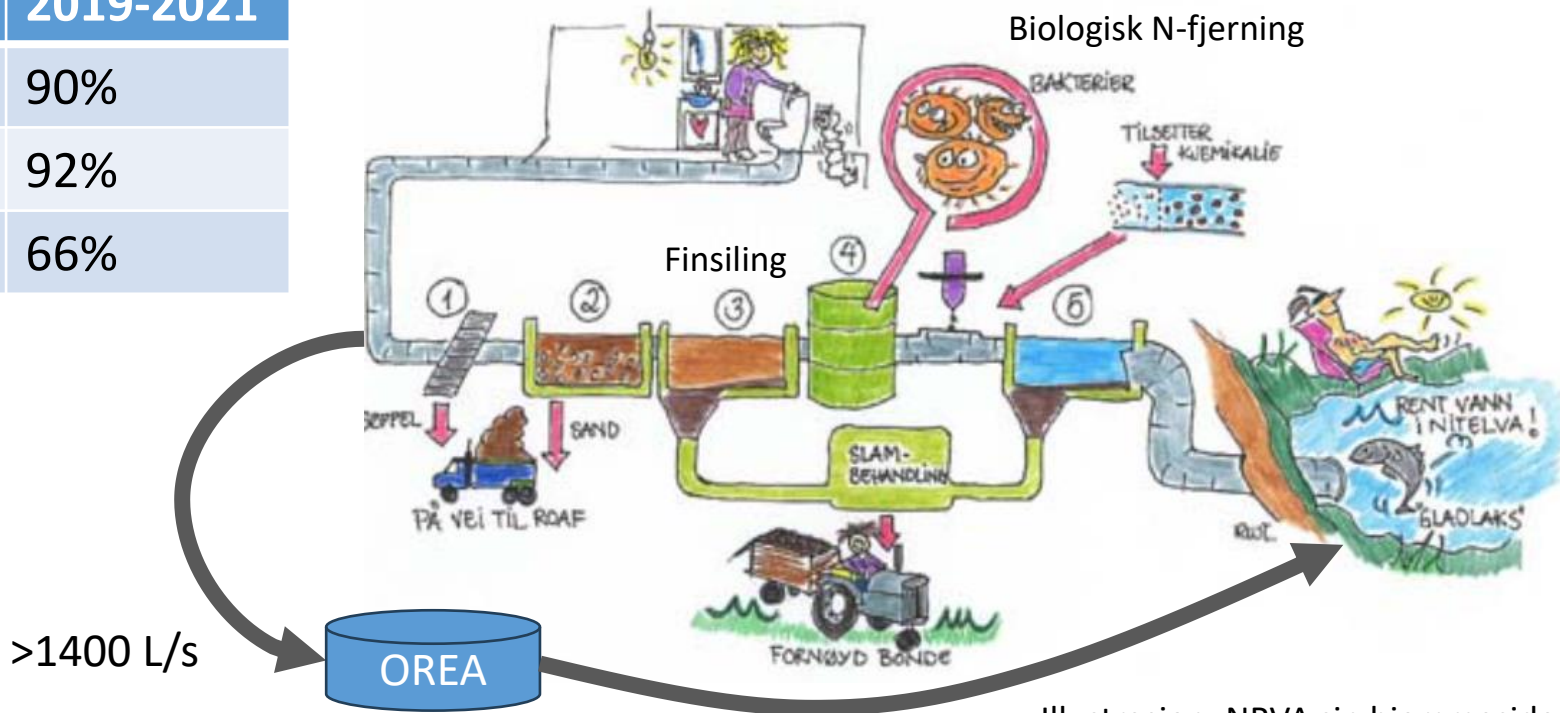
Hovedtemaer

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

Nedre Romerike avløpsrenseanlegg (NRA)

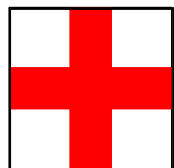
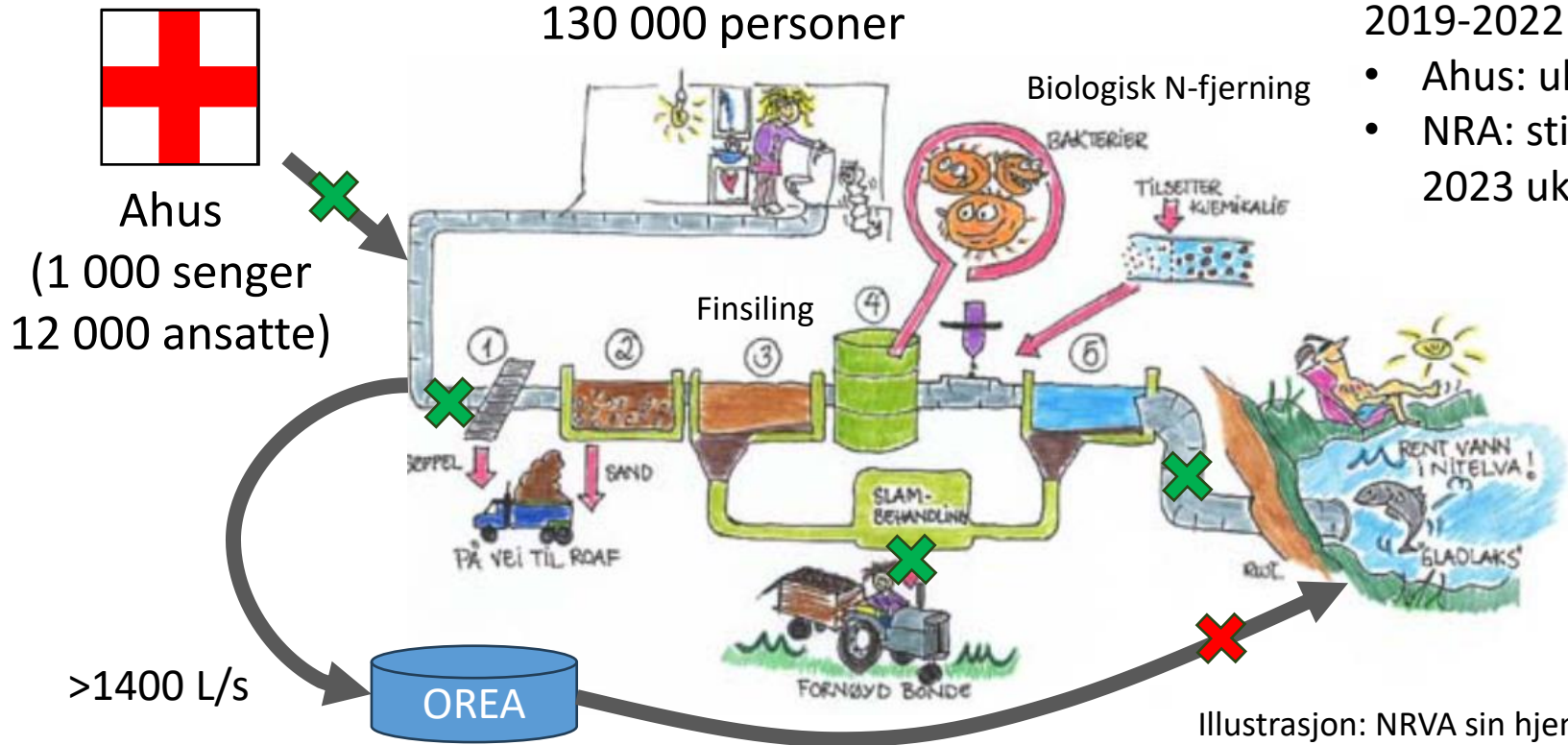
130 000 personer
166 000 PE

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



Nedre Romerike avløpsrenseanlegg (NRA)

- ✗ 4 årlige prøvetakinger 2019-2022 (Mjøslab)
- Ahus: ukebland
- NRA: stikk (fra 2023 ukebland)



Ahus
(1 000 senger
12 000 ansatte)

130 000 personer

Biologisk N-fjerning

BAKTERIER
TILSETTER KJEMIKALIE

Finsiling

④

⑥

SEPPEL
SAND
PÅ VEI TIL ROAF

SLAM-BEHANDLING

FORNYBUD BONDE

RØL

RENT VANN I NITELVA!
GLADLAKS!

>1400 L/s

OREA

Illustrasjon: NRVA sin hjemmeside

Analyser

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

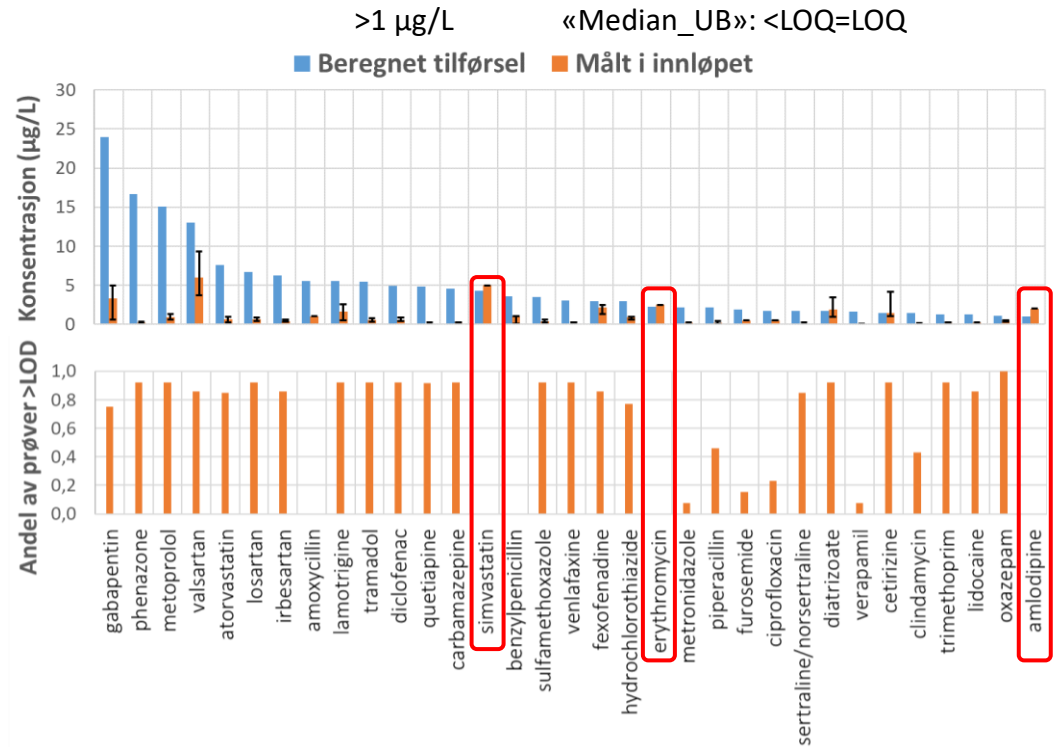
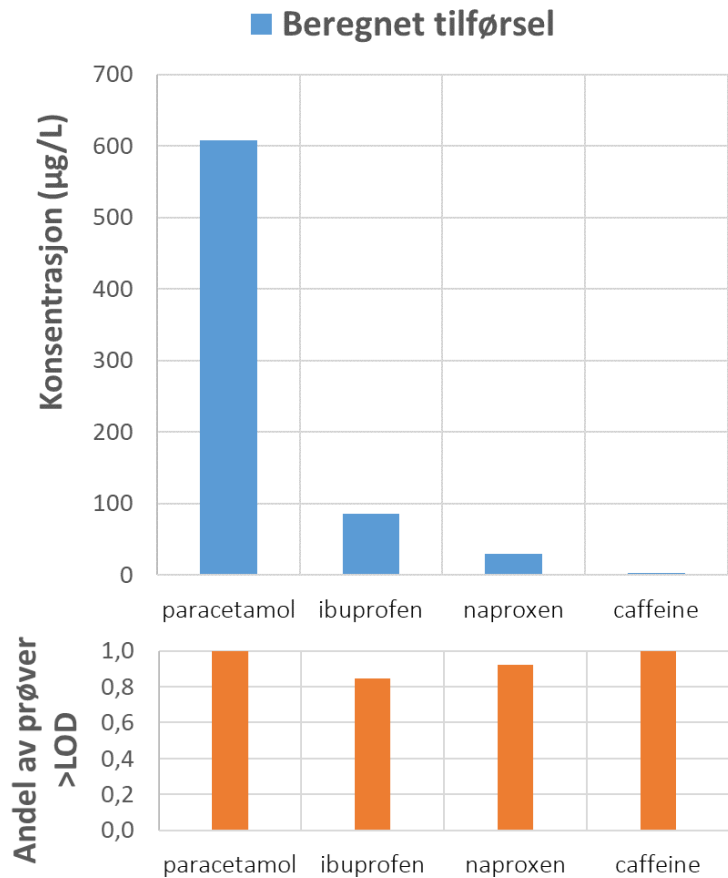
Type forbindelse
Antibiotika
Nervesystem
Hjerte
Hormoner
Respiratorisk
Antiparasittisk
Immunmodulerende
Muskel & skjelett
Kontrastmidler
Insekticider
Blod
Mange ulike
Metabolitter
Epileptiske
Dermatologiske
Diabetes
Total

Andel av forbindelsene > LOQ: **64%**

46%

53%

30%



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

Mediankonsentrasjoner i påslippet fra Ahus og i innløpet til NRA

Respi-
ratorisk

Immun-
modul.

Muskel &
skjelett

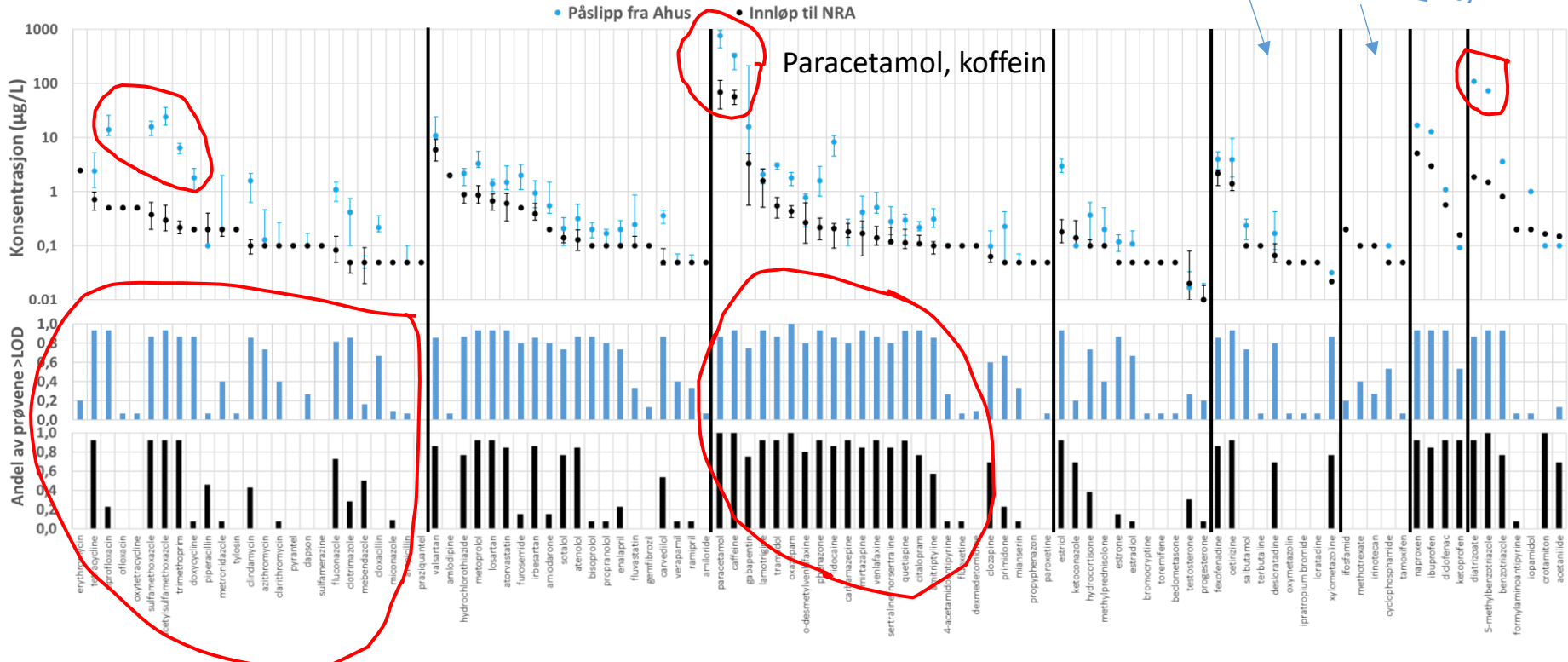
Andre

Antimikrobiell

Hjerte

Nervesystem

Hormon



Andel i innløpet fra Ahus

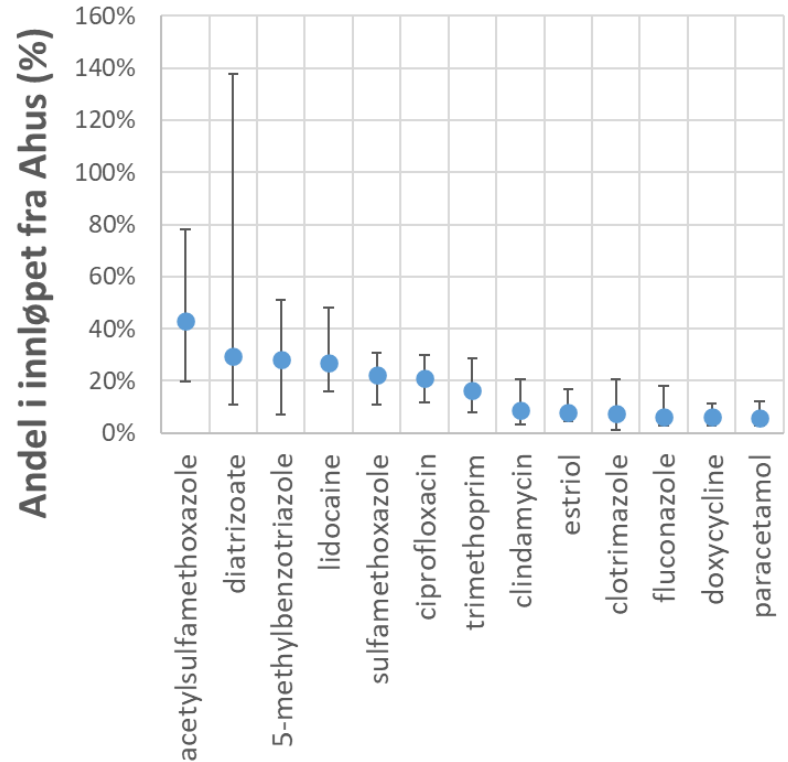
Vannmengde: 0,8% av NRA

12 000 ansatte + 1 000 sengeplasser:

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

Andel >5%:

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



«Sykehuslegemidler»

Legemiddel	Estimert forbruk	Andel uforandret
	µg/L	-
Piperacillin	483	0,68
Benzylopenicillin	292	0,7
Diatrizoate	147	1,0
Cloxacillin	124	0,3-0,5
Ampicillin	109	0,9
Meropenem	23	0,5-0,75
Irinotecan	0,71	0,5
Ifosfamide	0,43	0,12-0,6

Hvor blir det av det som forbrukes ved sykehuset?

Hovedtemaer

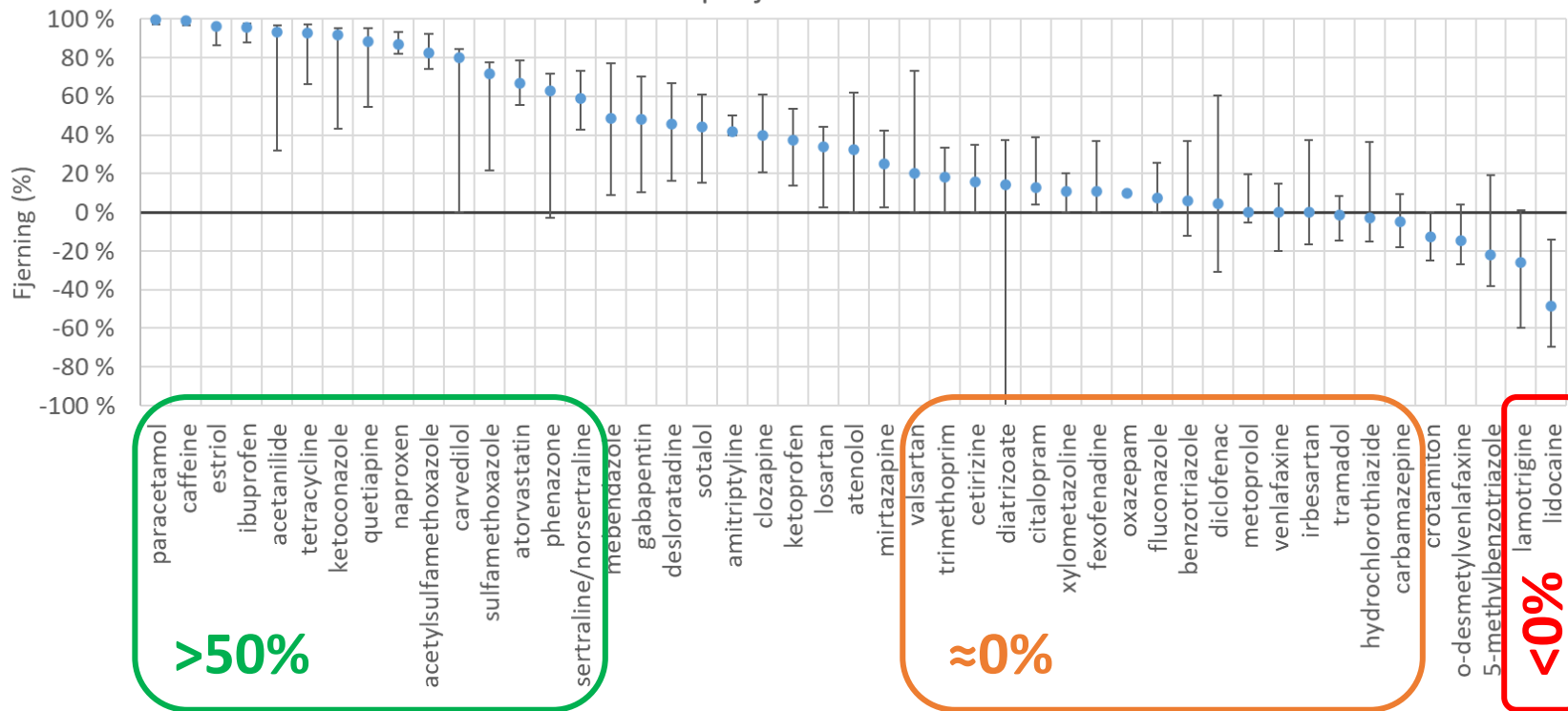
- Legemidler i innløpet til NRA – bidrag fra Ahus
- Skjebne på renseanlegget og betydning av nedbør
- Rensing i forhold til krav i revidert avløpsdirektiv
- Risiko for resipienten

Rensegrad
= Innløp - Utløp

Fjerning ved NRA

47 forbindelser $\geq 50\%$
av innløpsprøvene

• 10 målekampanjer 2020-2022



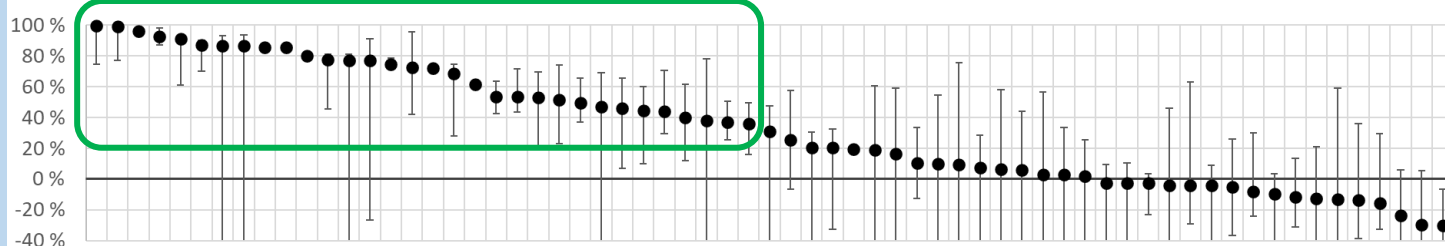
Massebalanse og akkumulering i slam

Redannelse av moderforbindelse?

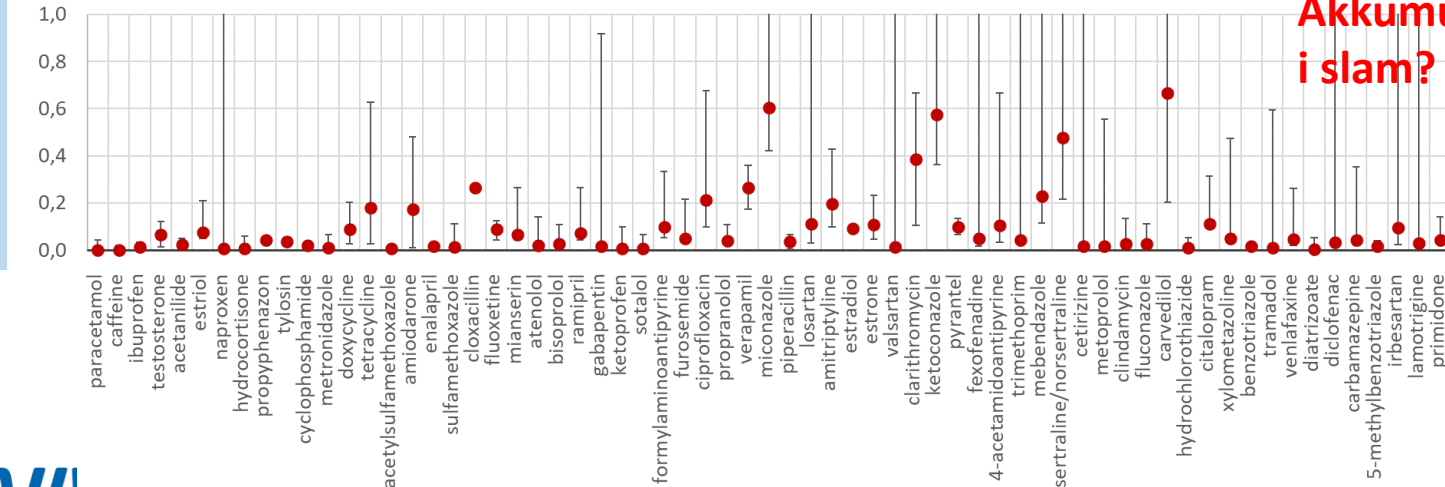
Biologisk nedbrytning

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

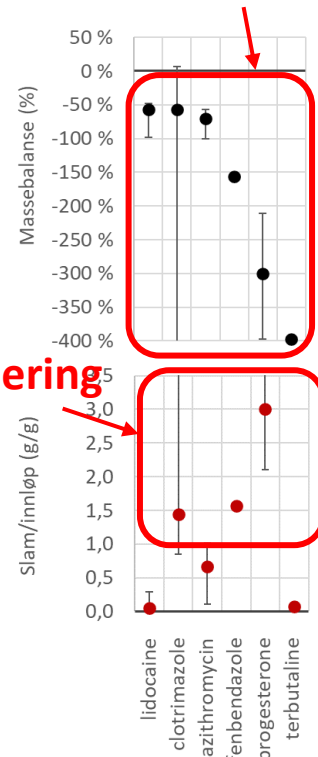
Massebalanse (%)



Slam/innløp (g/g)

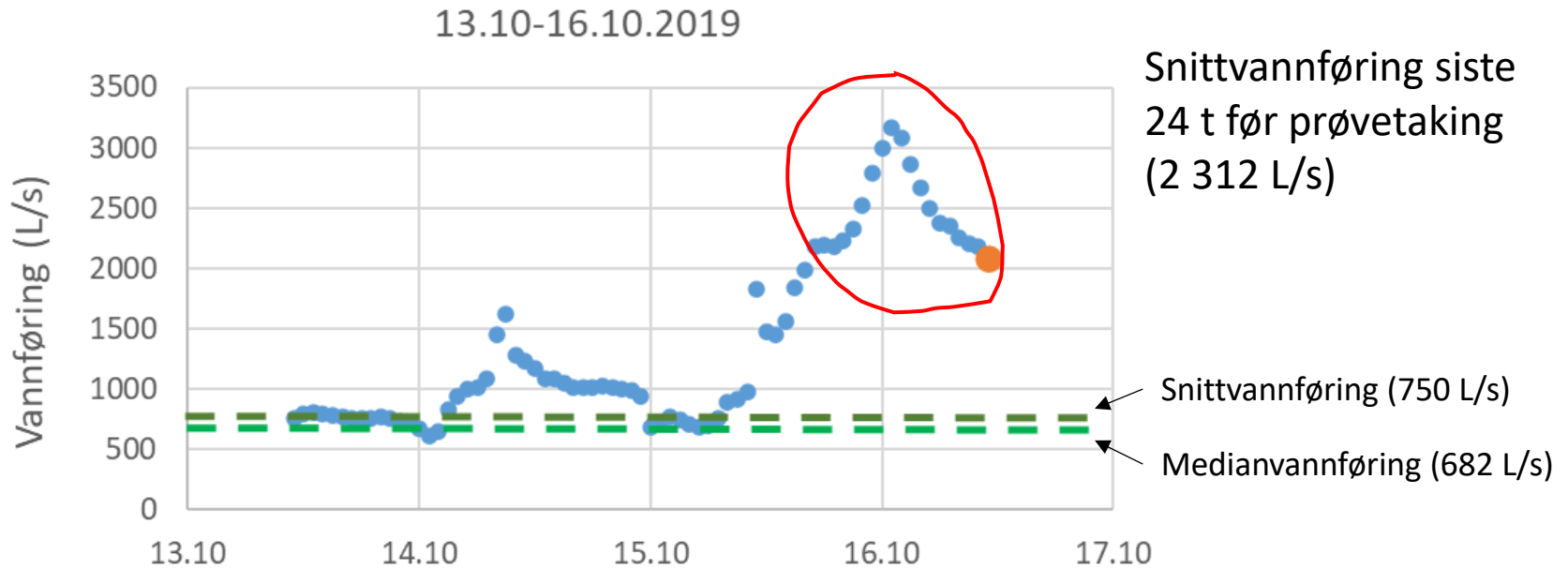


Akkumulering i slam?

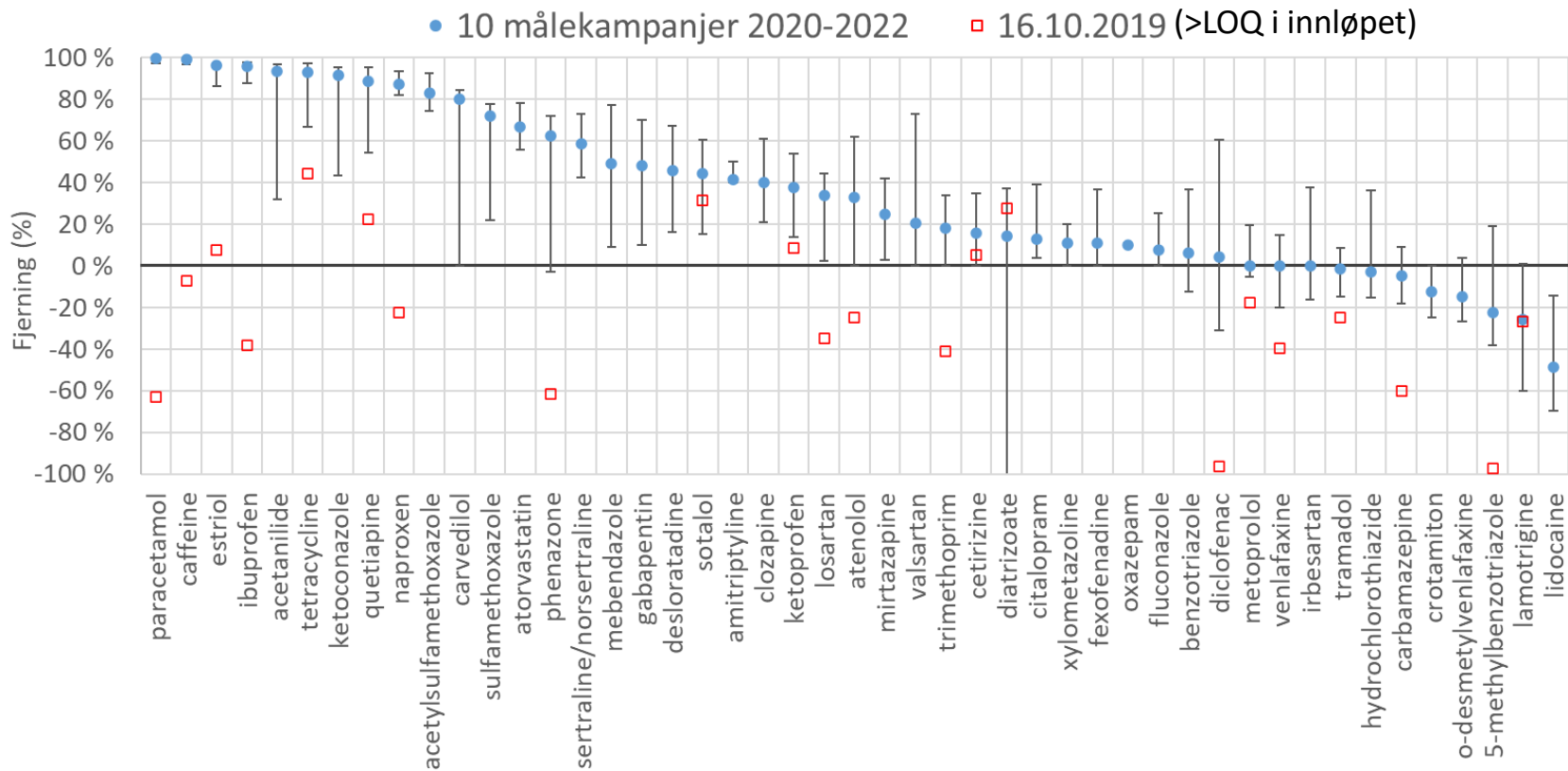


Betydningen av nedbør

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**
- Risiko for resipienten

Kvartærrensing i nytt avløpsdirektiv (UWWTD)

- RA $\geq 150\ 000$ PE + tettsteder $\geq 10\ 000$ PE med sårbar resipient
- Fokus på å dokumentere tilstedeværelse av legemidler og RA som barriere
- 13 + 4 indikatorforbindelser
- Krav til min. 80% fjerning (snitt av min. 6 forbindelser)

10 (11) av 17 forbindelser inkludert i målekampanjene

Bestemmelse rensgrad

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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Snitt rensgrad:

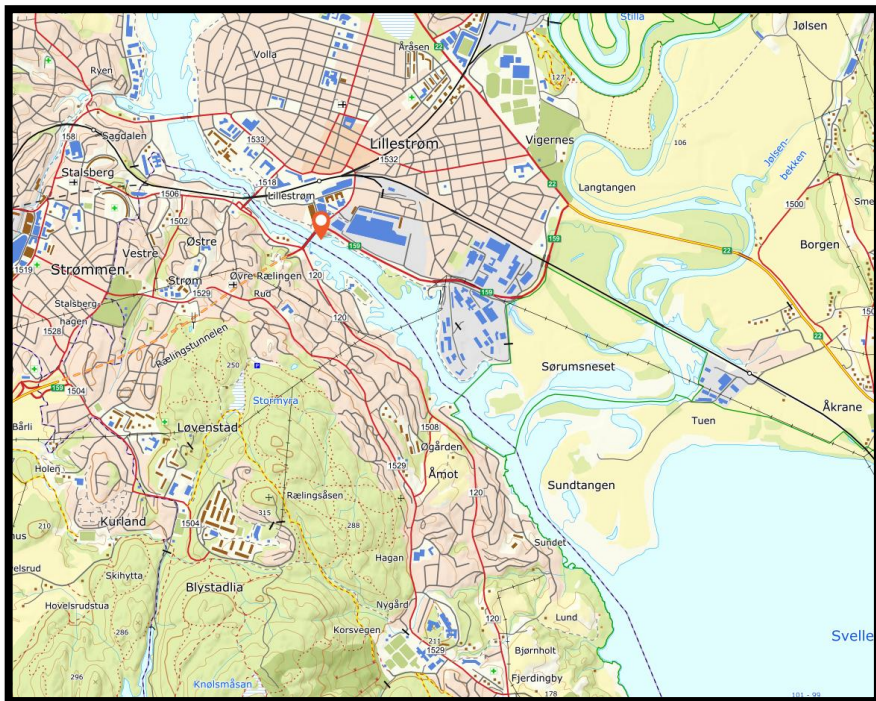
16 ± 18%

➤ Kravet på 80% fjerning ikke tilfredsstillt

Hovedtemaer

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

Utslipp til Nitelva



- Normal vannføring: 5-15 m³/s
- April 2022: 2-3 m³/s

Timevannføring NRA (2019-2022):

- Median: 0,68 m³/s
 - 95-persentil: 1,3 m³/s
 - Maks: 3,5 m³/s
- Median vannføring NRA og lav normal vannføring Nitelva = **7,4x fortynning**
- **16.10.19**: 2,3 m³/s NRA og høy normalvannføring Nitelva = **6,5x fortynning**

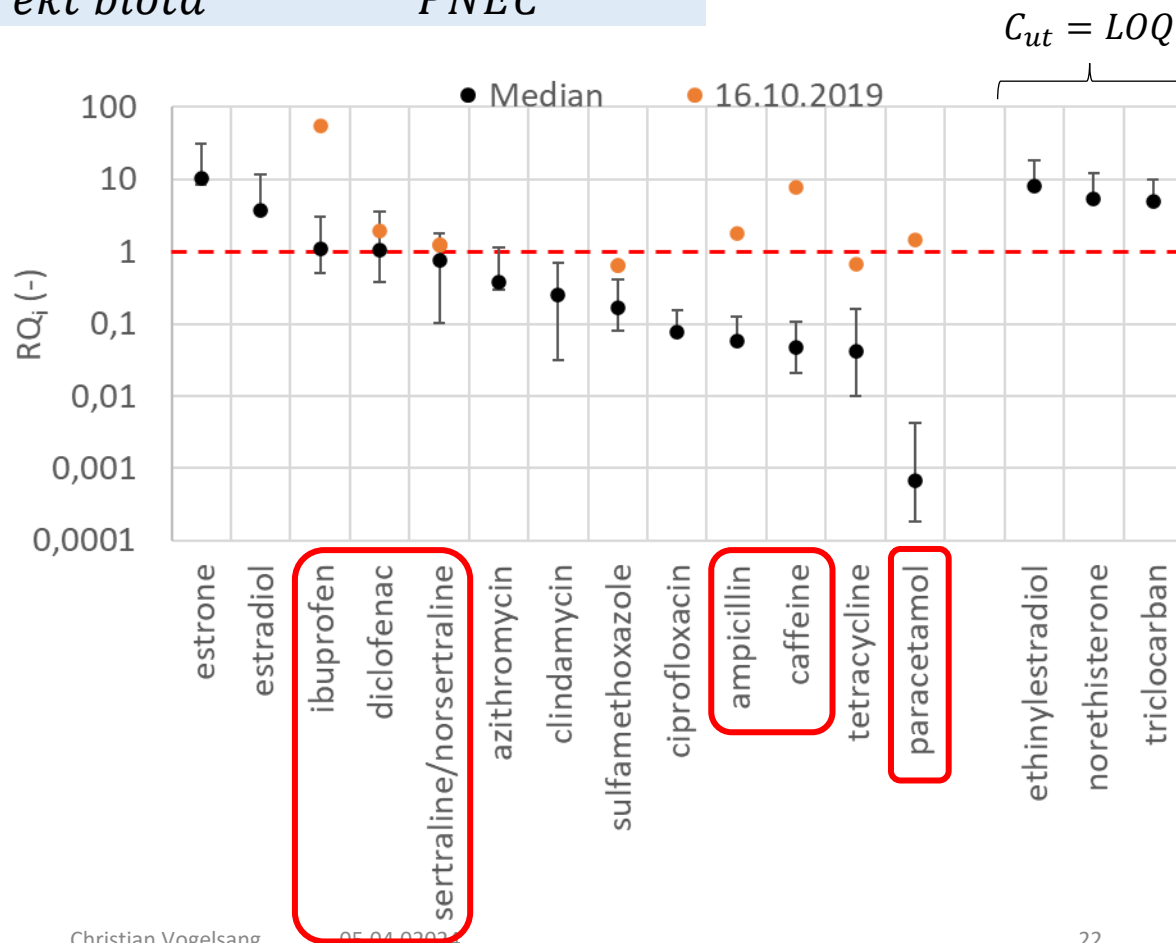
$$RQ = \frac{\text{forventet kons i resipient}}{\text{minste kons uten effekt biota}} = \frac{C_{\text{cut,median}} \cdot f_{\text{resipient}}}{PNEC}$$

Under normale forhold:

- 2-4 hormoner
RQ=4-11
- 2 betennelses-
dempere RQ>1

Ved stor belastning RA
(fullrensing):

- Koffein RQ=7
- Paracetamol RQ>1



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
- Ved stor hydraulisk belastning var effekten av fullrenset avløp betydelig redusert, også for biologisk nedbrytbare legemidler
- Få legemidler akkumulerer i slammet
- Indikatorstoffene på UWWTD-listen ble dårlig fjernet; ekstra rensetrinn påkrevd for å klare 80% rensing
- Fullrenset utslippet utgjør potensiell risiko ute i resipienten

Takk til

- Ahus for finansieringen av prøvetaking og analyse
- Ragnar Bjørnson for driftsdata fra NRA
- Kristin Sakshaug og Kathrine Bøvre for salgsstatistikk fra Ahus

Takk for oppmerksomheten