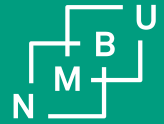


# Minirensaneanlegg og varierende belastning – resultater, status og anbefalinger



## + noen ord om hygienisering

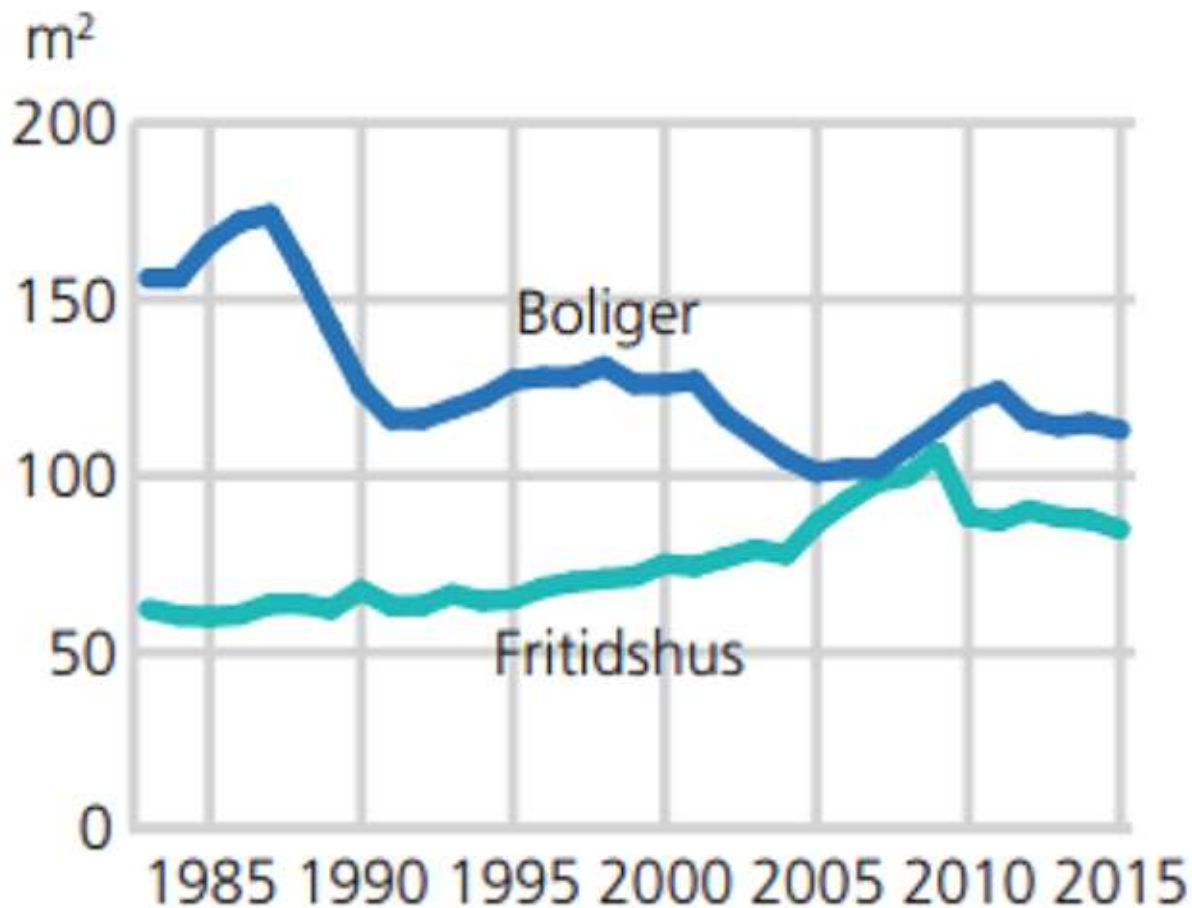
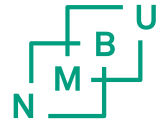
Ås 23. Mai 2018

Arve Heistad og  
Sunniva Ygre Fines, NMBU

# Innhold

- Litt om vannforbruk; variabel belastning, endret bruksmønster – fremtidig dimensjonering
- Minirenseanlegg - Fjerning av organisk stoff ved variabel belastning
  - Laboratorieundersøkelser
  - Fullskala funksjonstester
- Fjerning av smittestoffer (Sunniva Y. Fines)

# Boligene blir mindre og hyttene blir større



SSB 2016

# Spesifikt vannforbruk

## (241 boliger i Østre Toten)



| Antall PE | Vannforbruk l/døgn | Vannforbruk l/døgn, PE | Standard avvik | Antall husstander | Antall personer |
|-----------|--------------------|------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| 1         | 148                | 148                    | 88             | 27                | 27              |
| 2         | 304                | 152                    | 118            | 55                | 110             |
| 3         | 370                | 124                    | 145            | 58                | 174             |
| 4         | 444                | 111                    | 170            | 61                | 244             |
| 5         | 545                | 109                    | 260            | 27                | 135             |
| 6- 9      | 430                | <72                    | 175            | 13                | 87              |

**Økt husholdningsstørrelse gir lavere forbruk per person**

T. Vestjord, 2005

# Vannforbruk i enkeltboliger

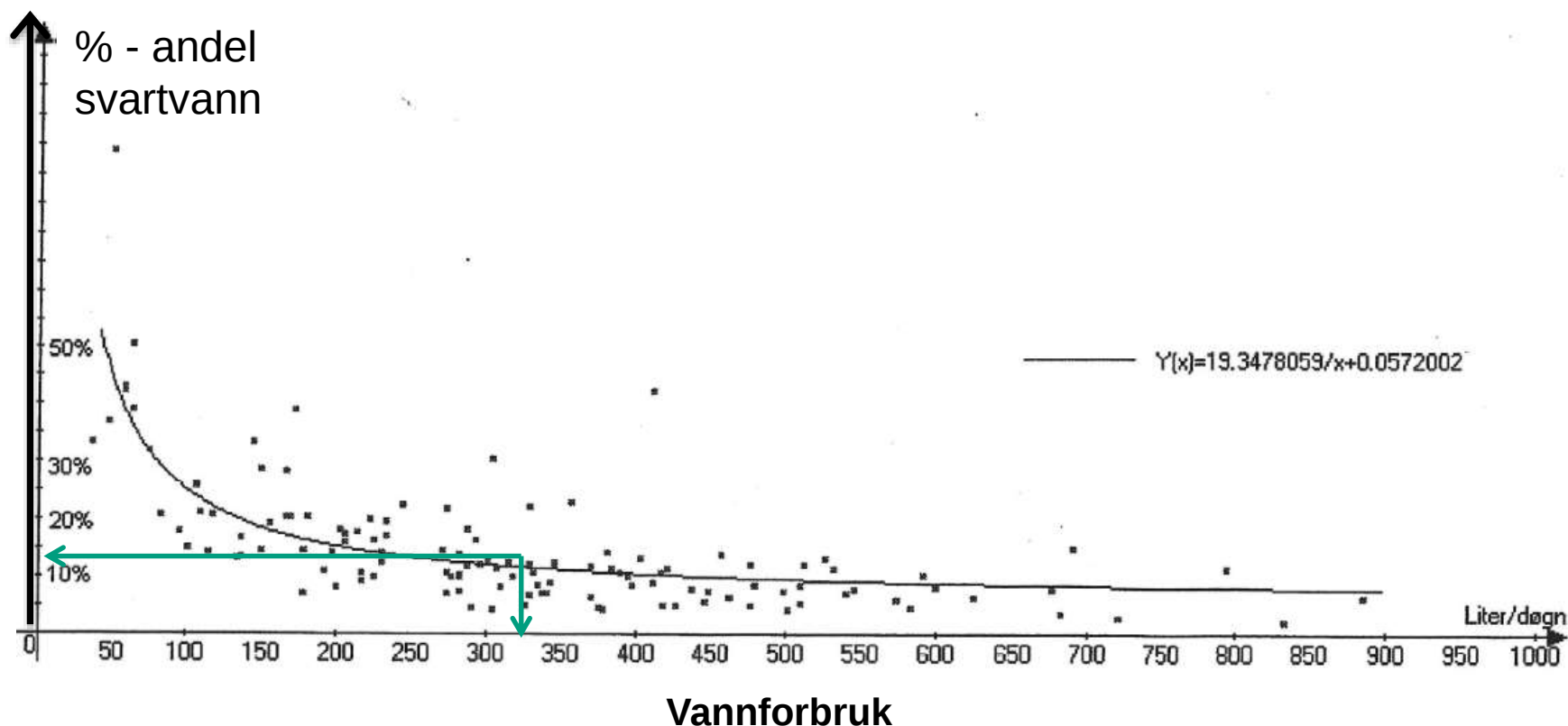
| Percentil<br>verdi | Liter/døgn<br>husstand |
|--------------------|------------------------|
| 80 %               | 499                    |
| 90 %               | 630                    |
| 95 %               | 767                    |
| 98 %               | 1096                   |
| 99 %               | 1449                   |

**Gjennomsnitt : 115 L/p•d (år 2000)**

De 2 % som bruker mest vann, bruker tre ganger så mye som gjennomsnittet

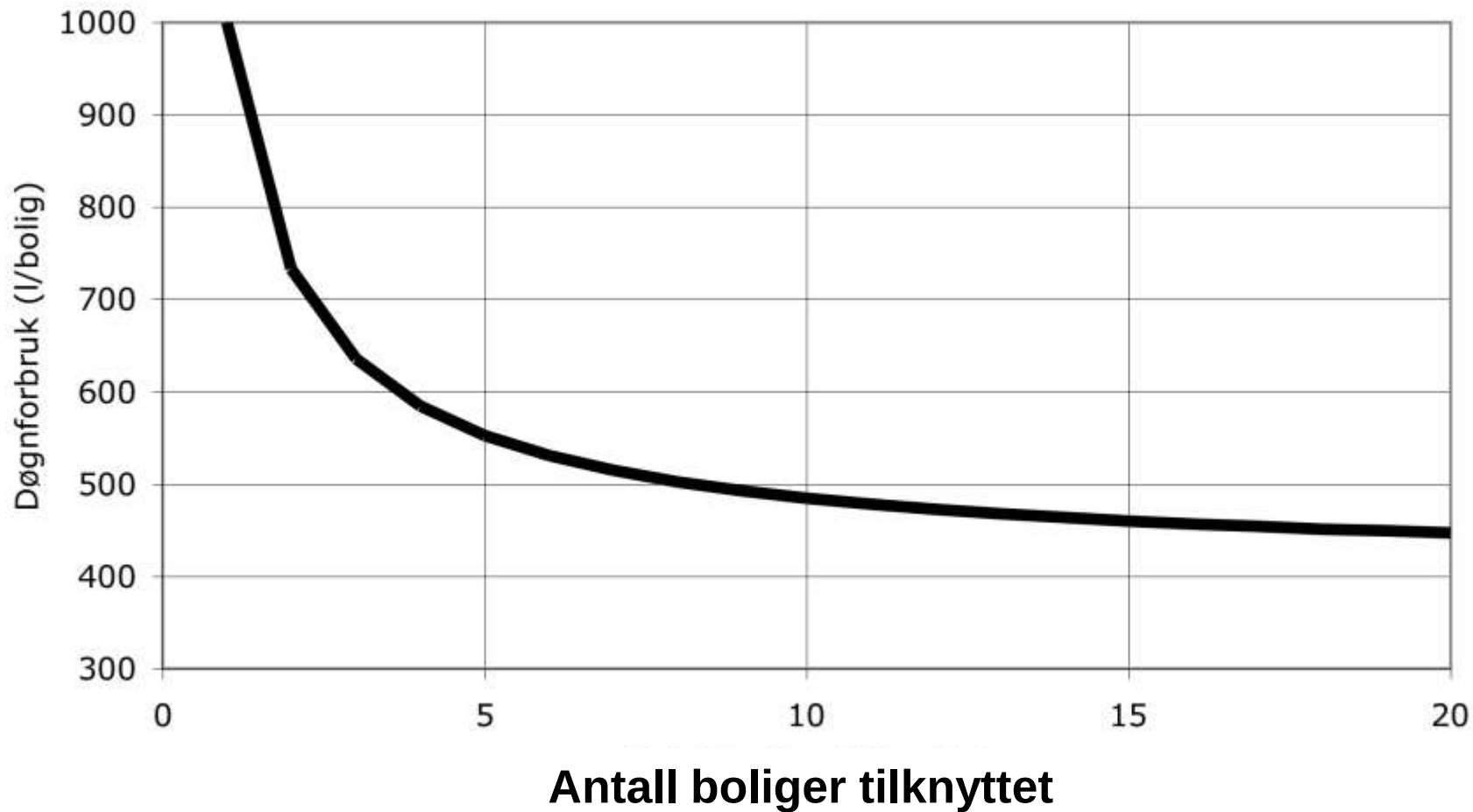
T. Vestjord 2005

# Store variasjoner i avløpets mengde og sammensetning



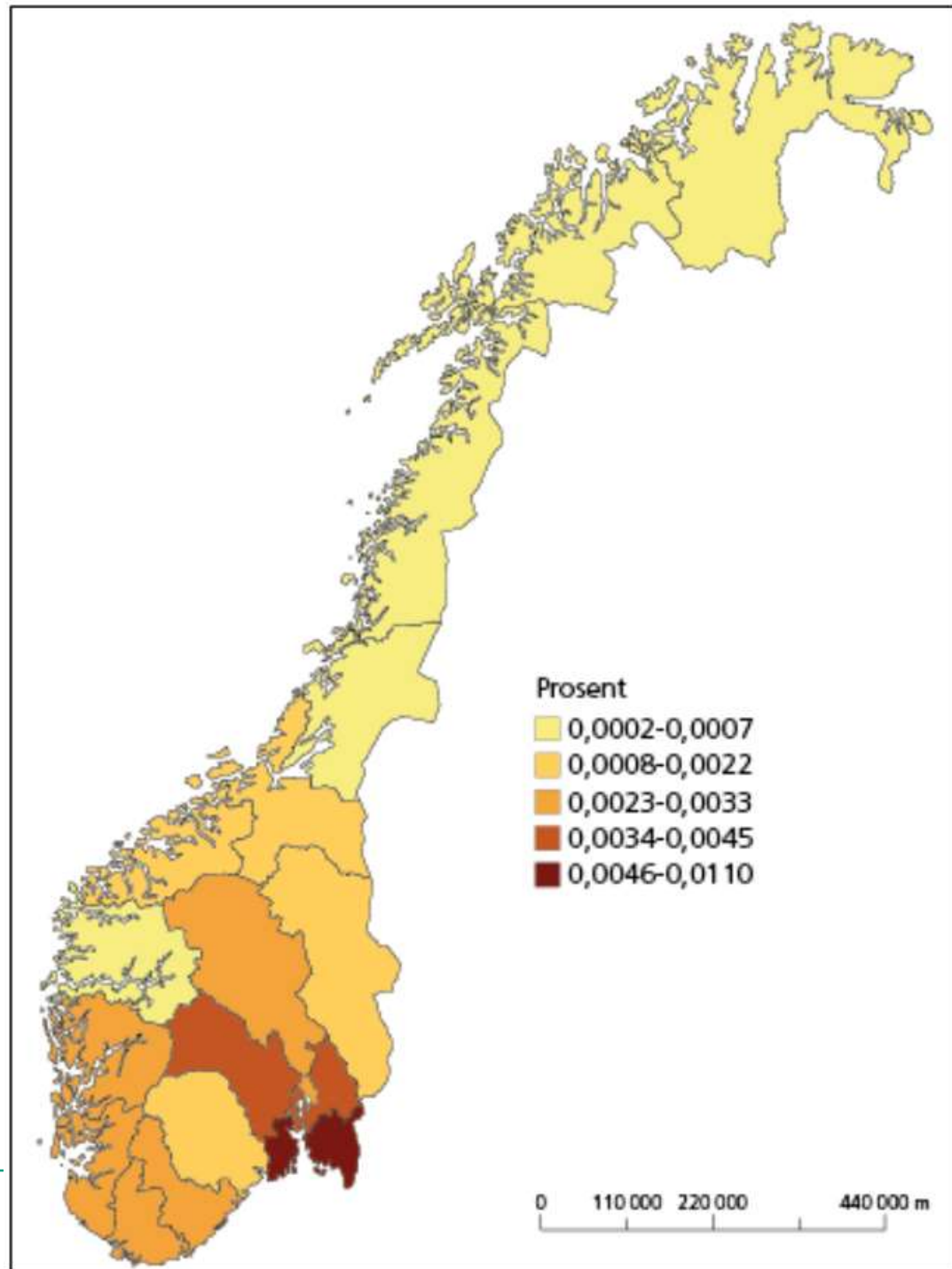
*Figur 19.3 Andelen svartvann i kildeseparerte avløpssystem i Østre Toten i forhold til total avløpsproduksjon i boligen (T. Vestjord, unpubl.)*

# Vannforbruk i boligklynger



# Fritidsbebyggelse

454 000 fritidshus  
i Norge



# Målekampanje i Myrland hytteområde, Hol kommune, påsken 2017. (55 hytter)

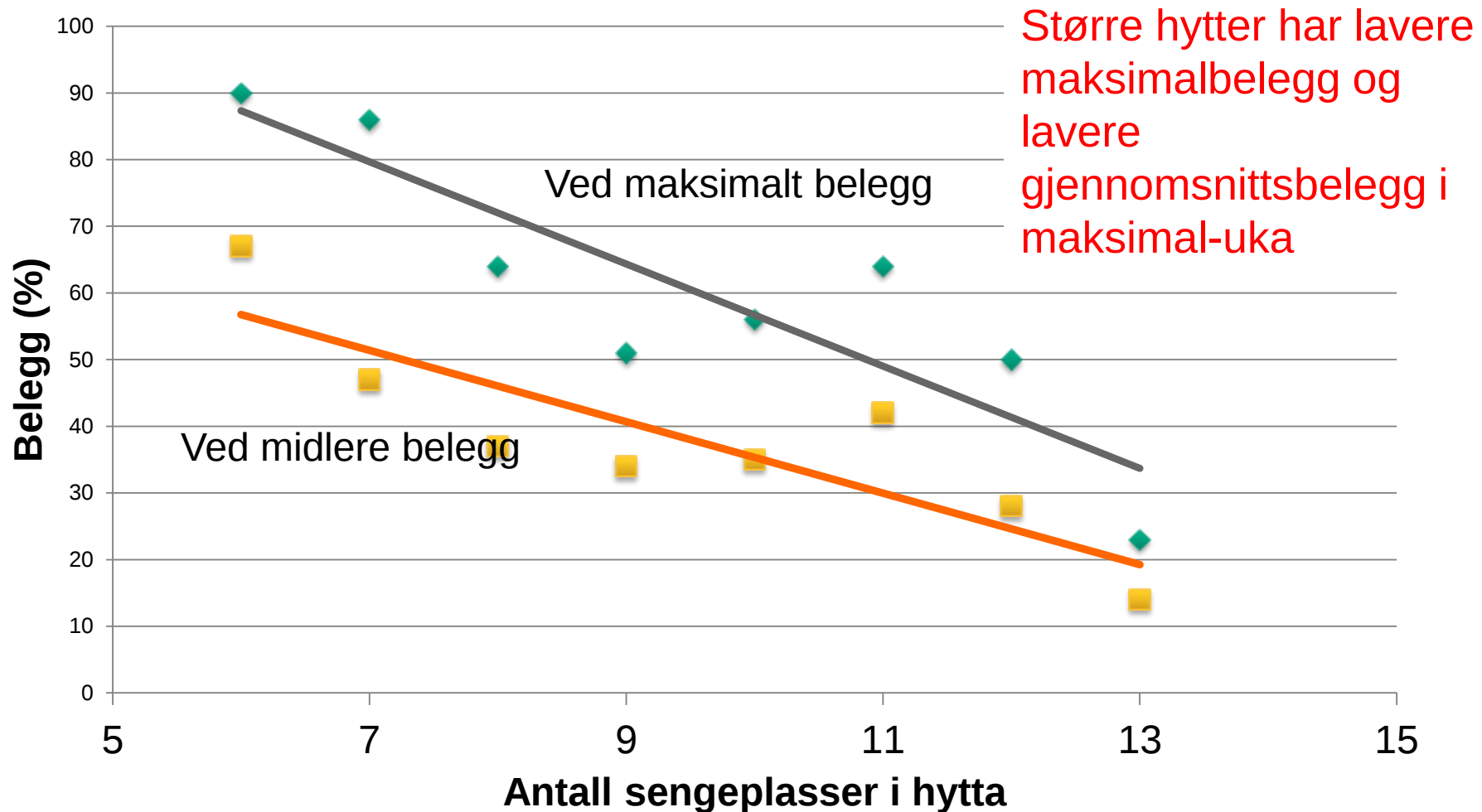
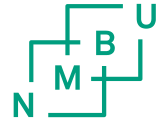


| Sengeplasser | Antall hytter | Maks. belegg | Midlere belegg | p/hytte |
|--------------|---------------|--------------|----------------|---------|
| 6            | 5             | 0,90         | 0,67           | 4       |
| 7            | 1             | 0,86         | 0,47           |         |
| 8            | 23            | 0,64         | 0,37           |         |
| 9            | 7             | 0,51         | 0,34           |         |
| 10           | 15            | 0,56         | 0,35           | 3,5     |
| 11           | 2             | 0,64         | 0,42           |         |
| 12           | 1             | 0,50         | 0,28           | 3,4     |
| 13           | 1             | 0,23         | 0,14           | 1,8     |

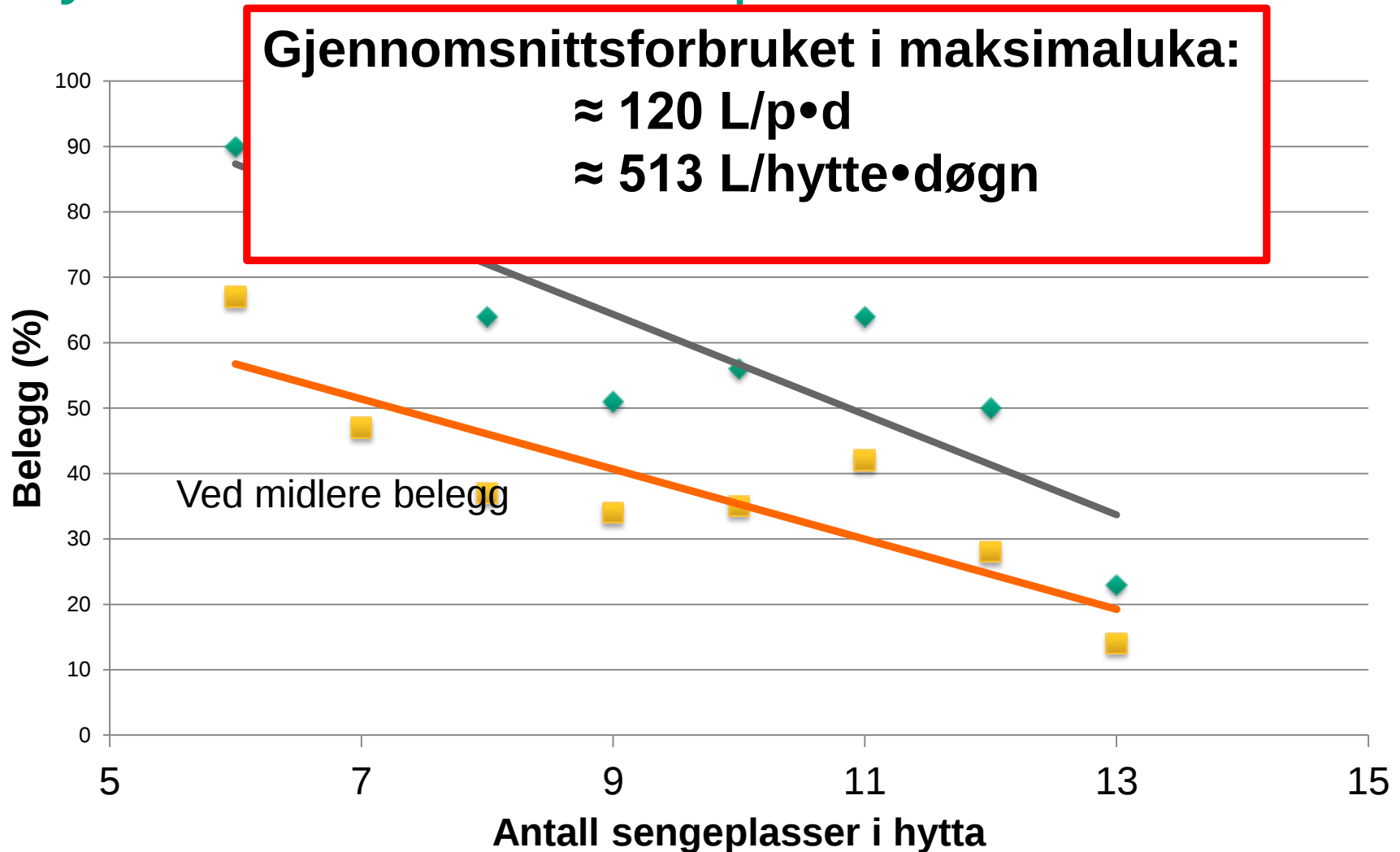
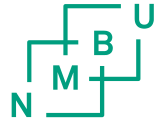
**Økt hyttestørrelse = lavere beleggsprosent**

Shelestina 2017

# Myrland, Hol kommune påskeuka 2017



# Myrland, Hol kommune påskeuka 2017

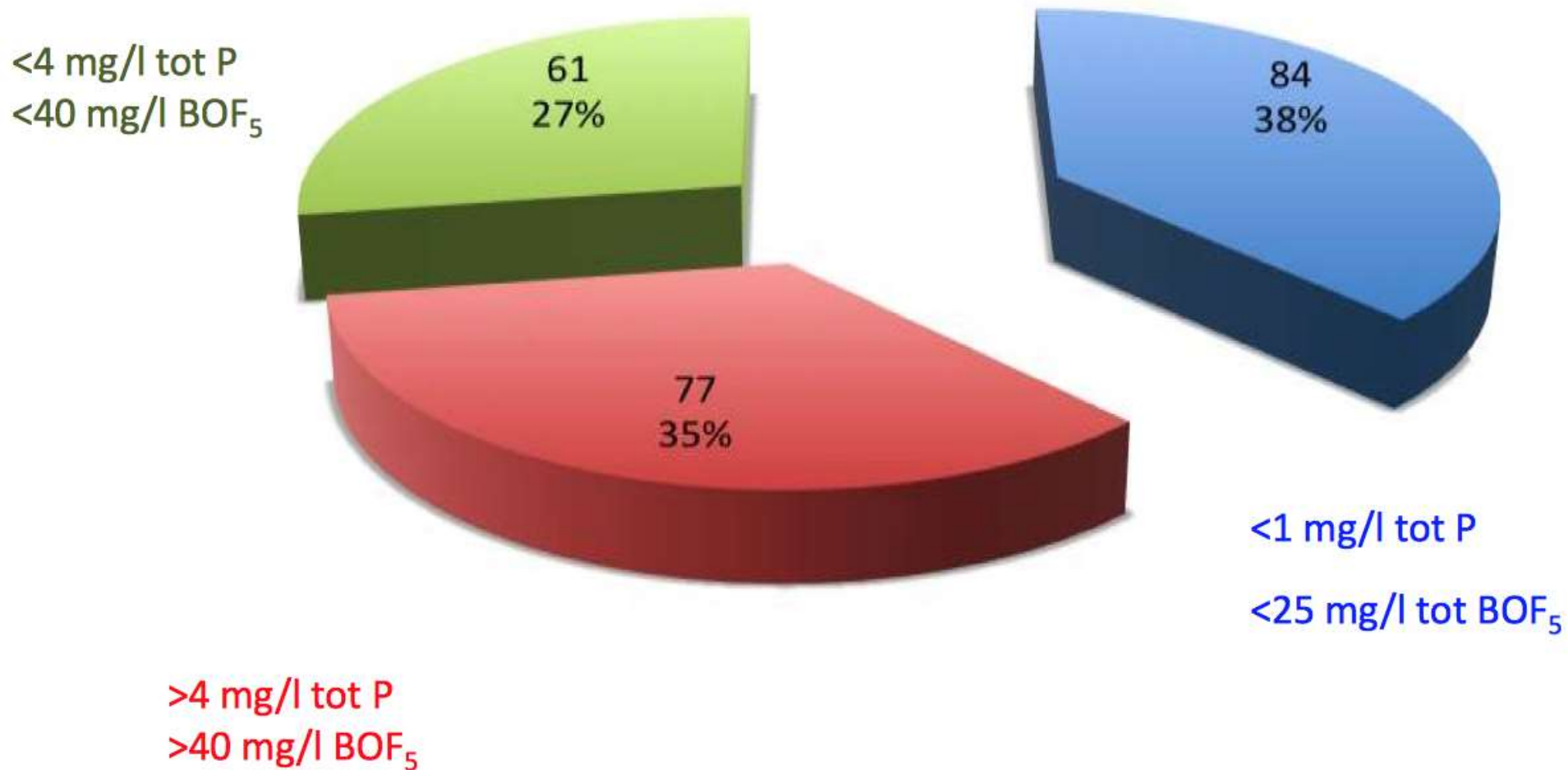
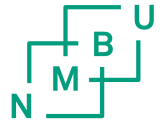


# MEN - Økt størrelse = flere bruksdøgn



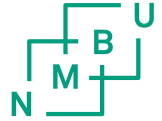
| Boareal         | Antall netter i bruk per år | N     |
|-----------------|-----------------------------|-------|
| 0-40 kvm        | 25,4                        | 437   |
| 41-60 kvm       | 34,0                        | 818   |
| 61-80 kvm       | 44,5                        | 726   |
| 81-100 kvm      | 50,6                        | 457   |
| 101-120 kvm     | 54,9                        | 154   |
| 121-150 kvm     | 49,0                        | 140   |
| Mer enn 150 kvm | 56,8                        | 104   |
| Total           | 40,8                        | 2 836 |

# Minirensesanlegg. Resultater fra MORSA (980 anlegg)



T. G. Jantsch

# Laboratorieforsøk (Tindlund 2017).



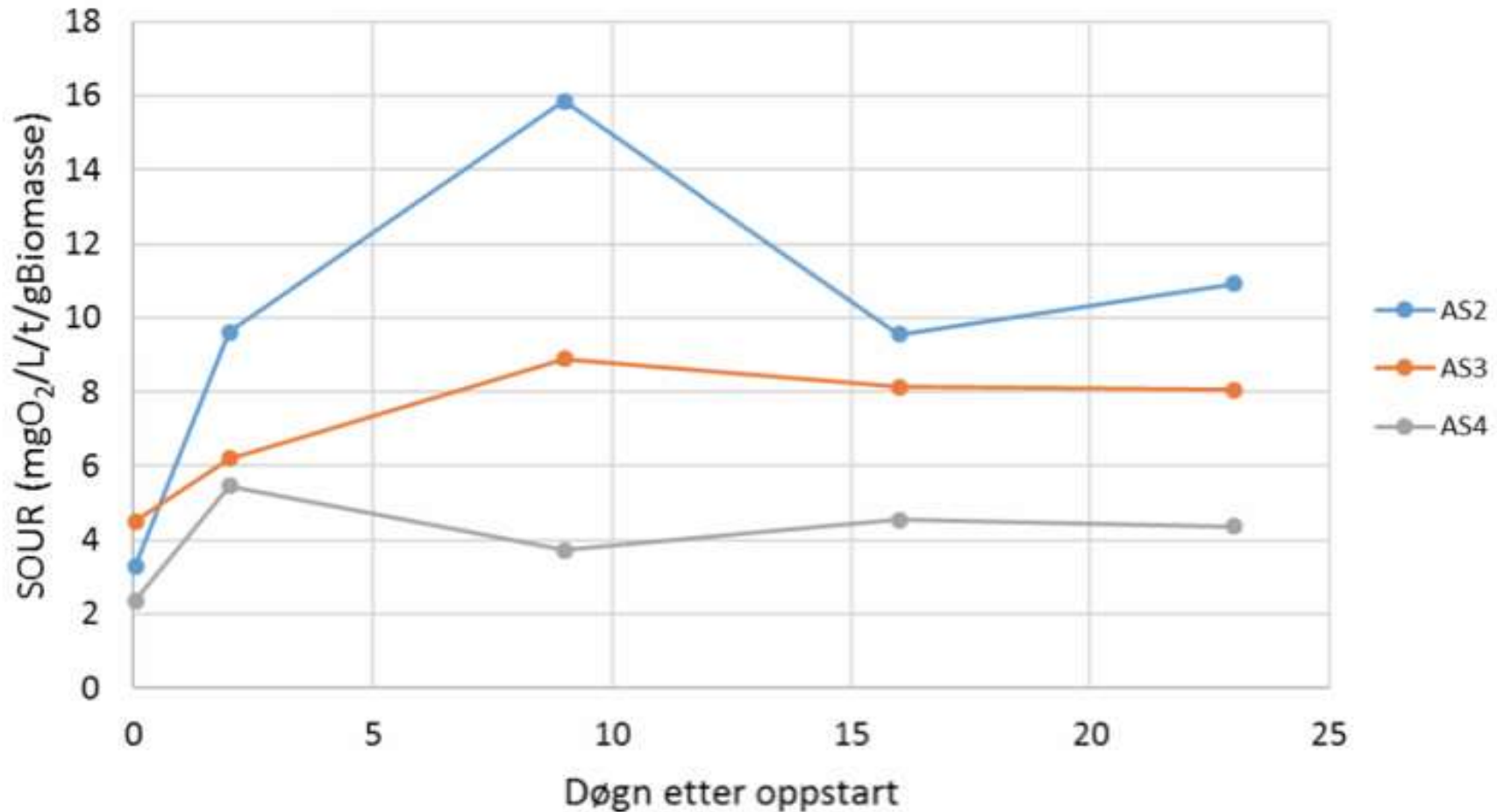
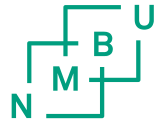
- Aktivt slam og aktiv biofilm ble hentet fra et SBR-anlegg og et MBBR-anlegg i felt.
  - Sulteperiode 3 mnd. :
    - vedlikeholdslufting (1 time lufting-5 timer uten-)
    - Romtemperatur: 2- 7°C
  - Oppstartperiode på 4 uker, etter sulteperiode
    - tilførsel av kunstig avløpsvann tre ganger pr. uke
    - Romtemperatur 11-17°C
    - 3 timer lufting-1 time uten-
-

# Laboratorieforsøk.



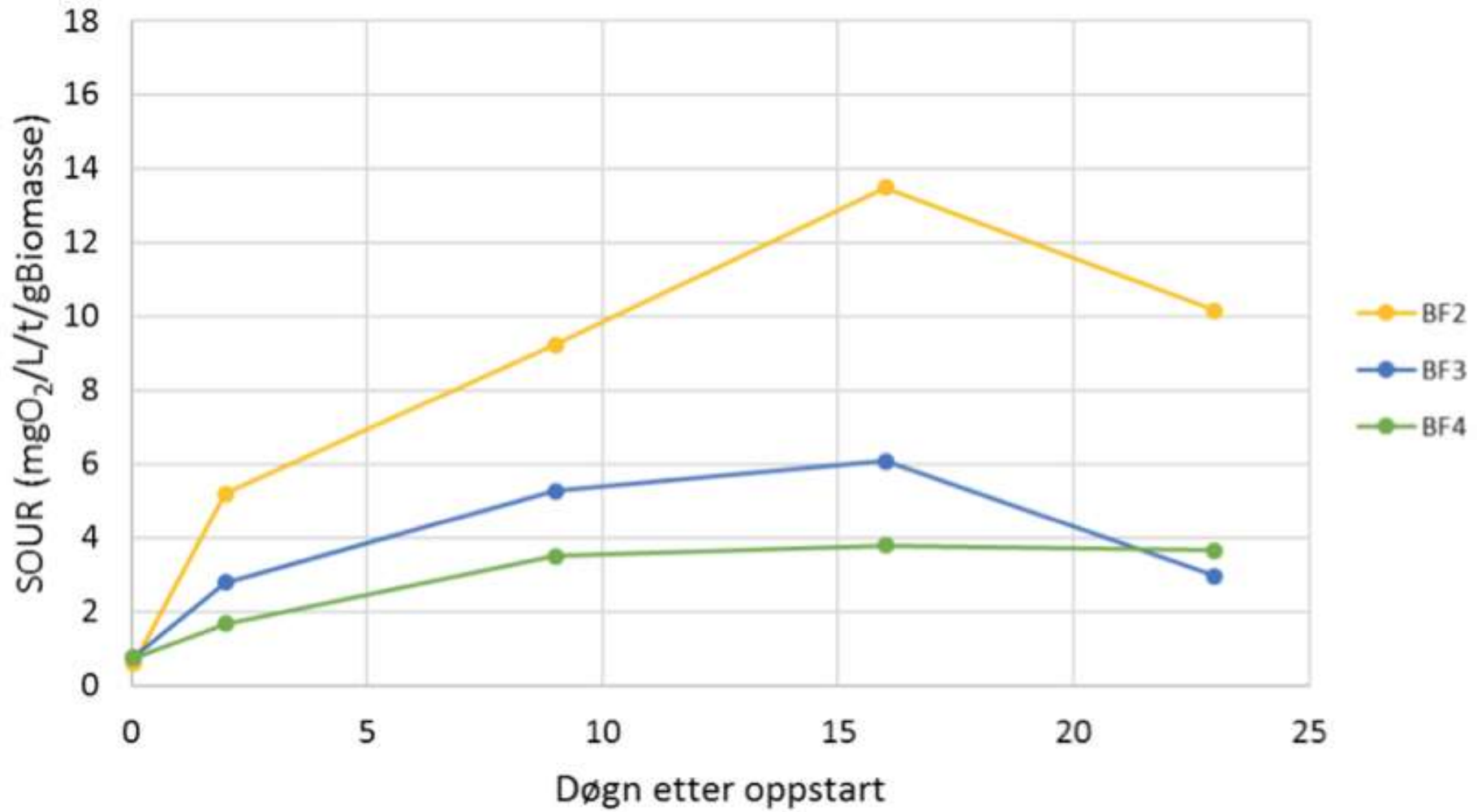
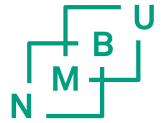
(Foto: K.S. Tindlund).

# Respons ved oppstart etter sultengperiode **Aktivt slam**



Figur 2. SOUR i aktivslamreaktorene i perioden etter start foring med substrat (AS2:  $F/M=0,10$ , AS3:  $F/M=0,05$  og AS4:  $F/M=0,02$ ) (Tindlund 2017).

# Respons ved oppstart etter sulting- MBBR



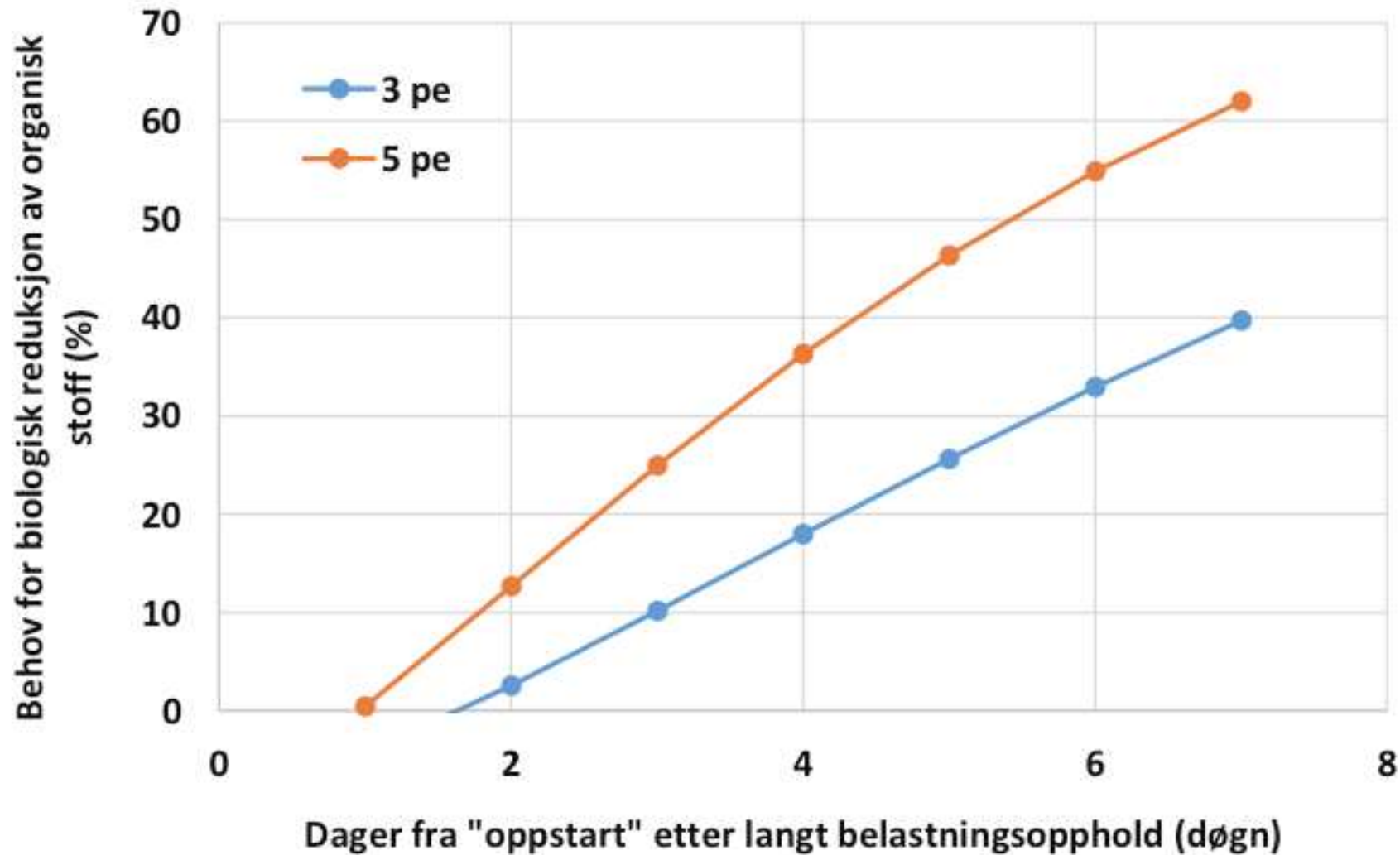
Figur 3. SOUR i biofilmreaktorene i perioden etter start foring med substrat (BF2:  $F/M=0,10$ , BF3:  $F/M=0,05$  og BF4:  $F/M=0,02$ ) (Tindlund 2017).

# Fullskala "hyttetester".

| Anleggstype              | Prøveinstitutt | Belastnings-<br>opphold<br>(uker) | Rensegrad for BOF <sub>5</sub> (%) |      |      |
|--------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------------------|------|------|
|                          |                |                                   | Middel                             | Maks | Min  |
| Klargester               | PiA            | 8                                 | 93,7                               | 95,3 | 92,9 |
| August                   | Aquaseco       | 26                                | 96,4                               | 97,4 | 95,9 |
| Klaro                    | PiA            | *                                 | 97,7                               | 99,3 | 96,2 |
| Biovac                   | PiA            | 26                                | 96,6                               | 98,8 | 92,6 |
| Batchpur                 | PiA            | 26                                | 98,3                               | 100  | 96,4 |
| Gjennomsnitt alle tester |                |                                   | 96,5                               | 98,2 | 94,8 |

\*Varierende bruksmønster i 12 uker, med opphold.

# Fortynning med “gammelt vann” bidrar til gode utslippsverdier etter perioder uten tilførsel $\left[ \begin{matrix} B \\ M \end{matrix} \right] U$



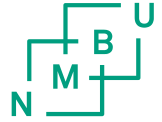
Figur 7. Behov for biologisk reduksjon av organisk stoff i et minirensesanlegg i 7 døgn etter oppstart etter langt belastningsopphold.  
Johannessen et al. 2017

# Konklusjoner



- Laboratorieforsøk viser **rask biologisk respons** ved tilførsel av substrat etter 3 måneder sulteperiode, med rask økning av oksygen-opptaksrate (størst i aktivt slam). Tilfredsstillende reduksjon av organisk stoff oppnådd etter 2 dager med tilførsel.
  - Fullskala tester av 5 anleggstyper (ulik lengde på sulteperioden) bekrefter funn fra laboratorieundersøkelsen, og **alle tilfredsstiller kravet til fjerning av organisk stoff**
  - Fortynning i "gammel vann" fra forrige belastningsperiode bidrar til å nå rensekravet i oppstartperioden.
-

# Konklusjoner



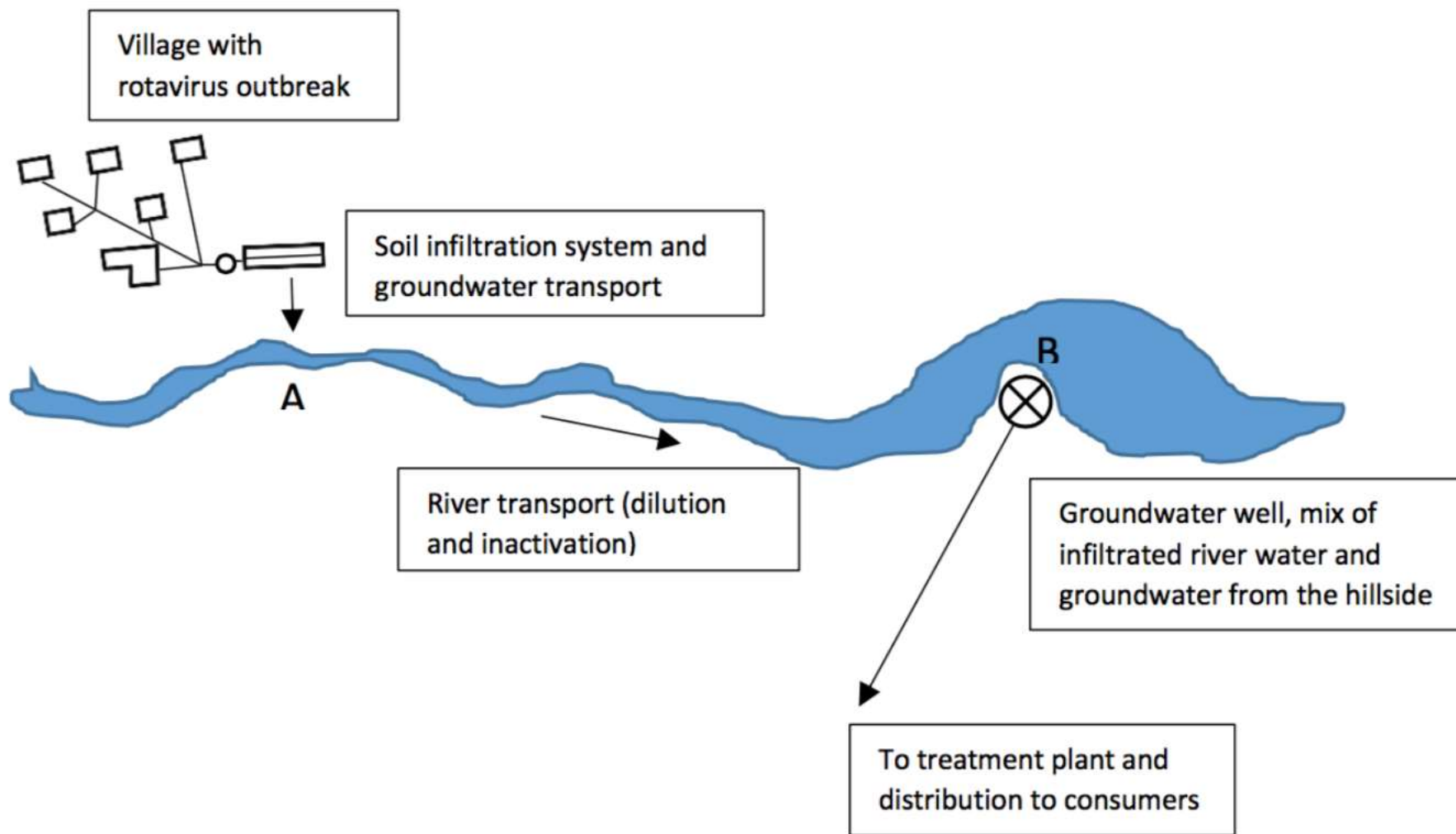
**Minirensesanlegg tilfredsstillt kravet om 90 % fjerning av organisk stoff, også i fritidsbebyggelse, med periodevis pause i tilførsel.**

**MEN – Dette forutsetter at kommunen stiller krav om profesjonell service og at dette etterleves !**

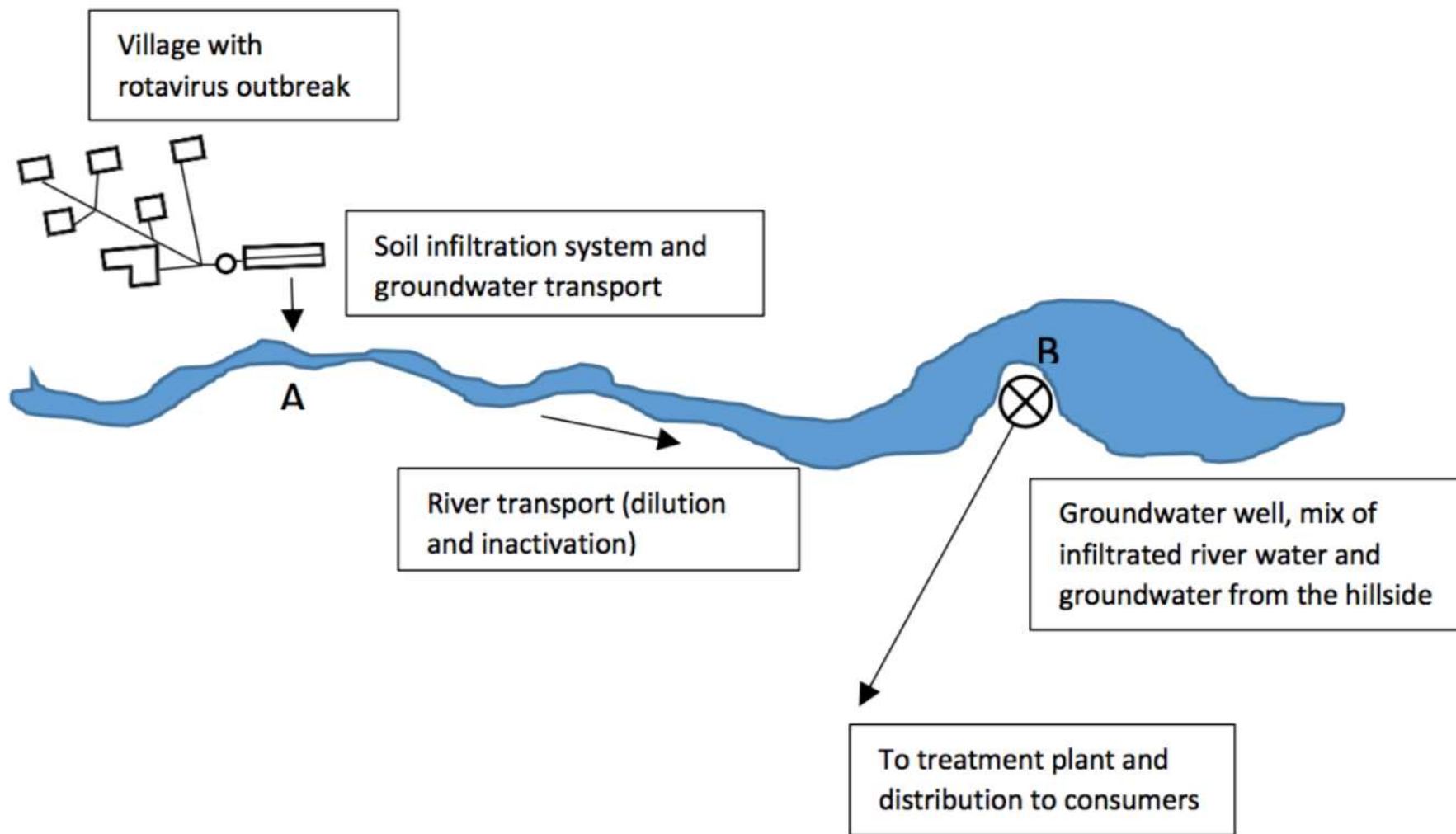
---

# Viktige tiltak for minirenseanlegg

- Økt fokus på drift og vedlikehold – Krav til **kompetente service-bedrifter**.
  - Slamtømming (tema i morgen)
  - Regelmessig service med rapportering og feilretting.
- Differensiering av utslippskrav med fokus på **tilpasning ved utslipp til sårbare resipienter. For eksempel etterpolering eller desinfeksjon.**



| Variabel                                    | Symbol    | Verdi og enhet                       |
|---------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Befolkning i landsbyen                      | $P_{vi}$  | 50 p                                 |
| Infiserte personer i landsbyen              | $I$       | 25 p                                 |
| Varigheten av sykdomsutbruddet              | $T$       | 16 dager                             |
| Vannforbruk i landsbyen                     | $q_{vi}$  | 120<br>L/p/dag                       |
| Vannføring i elv                            | $Q_r$     | 50 L/s                               |
| Vannhastighet i elv                         | $V_r$     | 0,1 m/s                              |
| Transportavstand i elv, A-B                 | $L_r$     | 5 km                                 |
| Inaktiveringskonstant                       | $k$       | 0,05 dag <sup>-1</sup>               |
| Andel grunnvann fra elv i brønn ved B       | $f_r$     | 50 %                                 |
| Befolkning i byen (mottar drikkevann)       | $P_{ci}$  | 10 000 p                             |
|                                             |           |                                      |
| Rotavirus konsentrasjon i sept.tank utløp   | $C_s$     | 5 x 10 <sup>10</sup> L <sup>-1</sup> |
| Log-reduksjon ved infiltrasjon og transport | $LR_{IG}$ | 8 log <sub>10</sub>                  |
| Log-reduksjon ved elveinfiltrasjon ved B    | $LR_{BF}$ | 2 log <sub>10</sub>                  |
| Log-reduksjon i vannbehandlingsanlegget     | $LR_{DW}$ | 2,6 log <sub>10</sub>                |
| Drikkevannskonsum                           | $v$       | 1,2 L/p/d                            |
|                                             |           |                                      |
| Median infeksjonsdose                       | $ID_{50}$ | 6,17                                 |
| Parameter i Beta fordeling                  | $\alpha$  | 0,253                                |



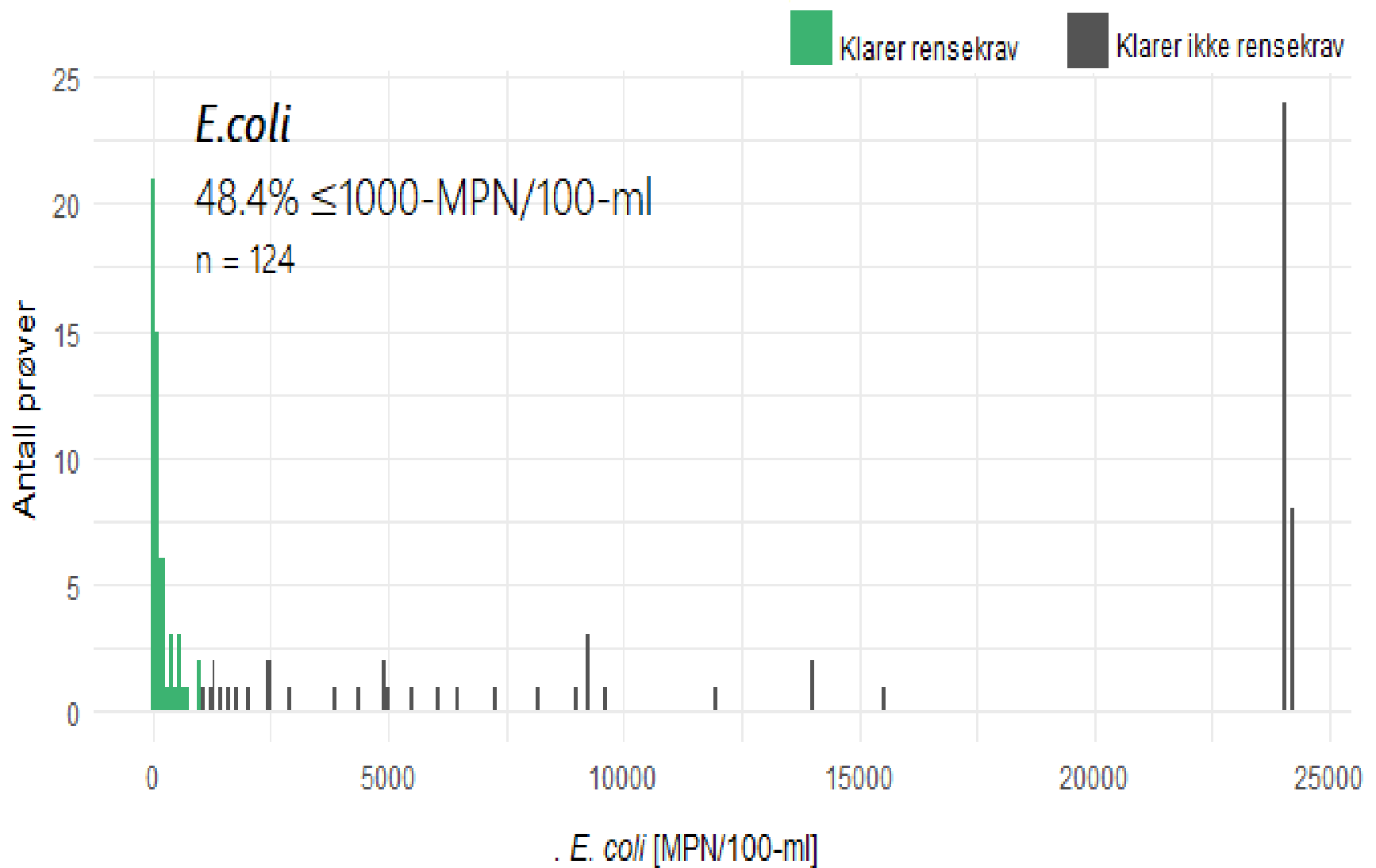
# Hygienisering av avløp fra minirenseanlegg

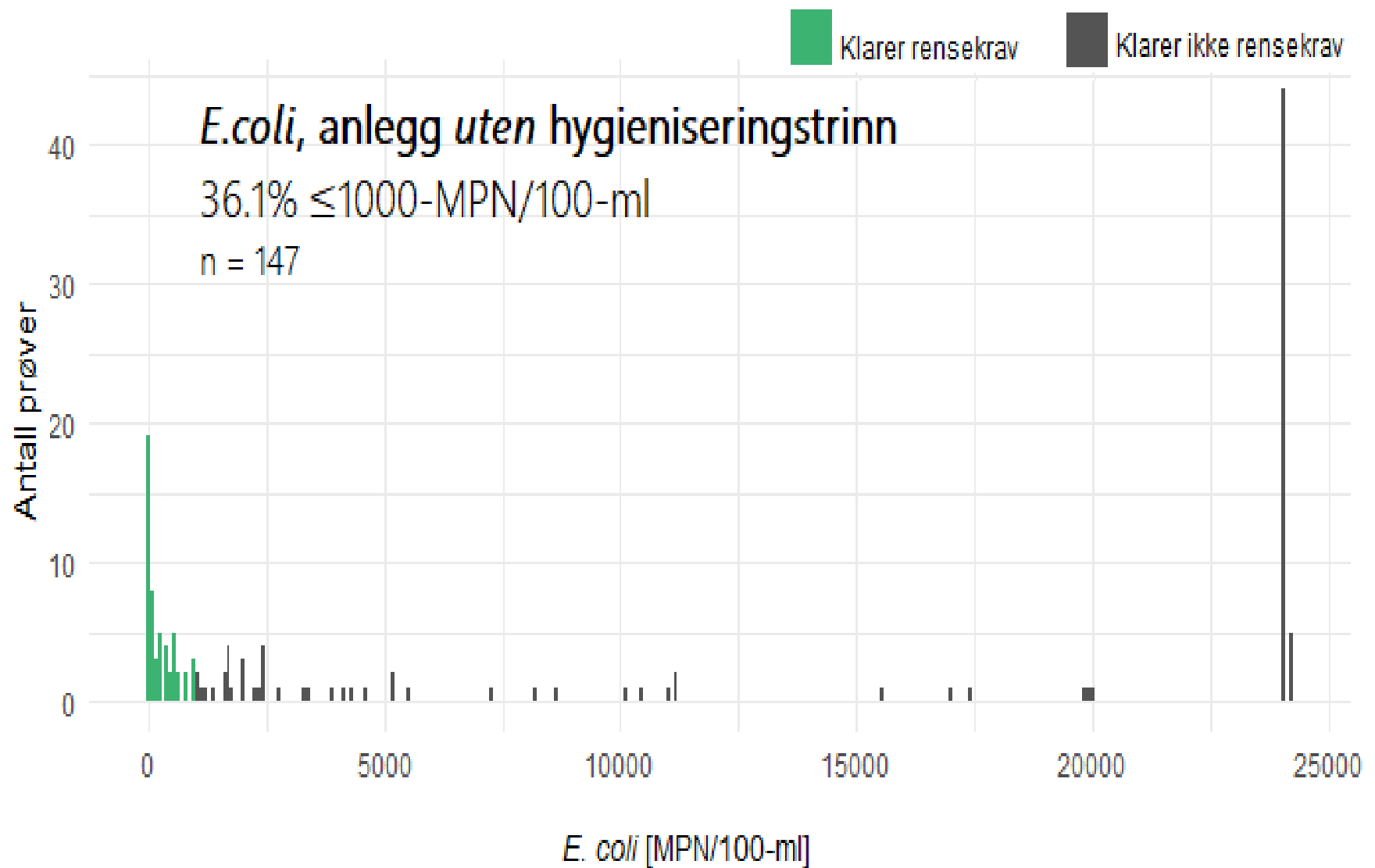
Sunniva Ygre Fines

Masteroppgave i Vann- og miljøteknikk v/NMBU,  
2018

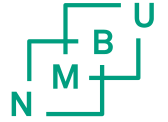
---

# Kort om bakgrunn og gjennomføring



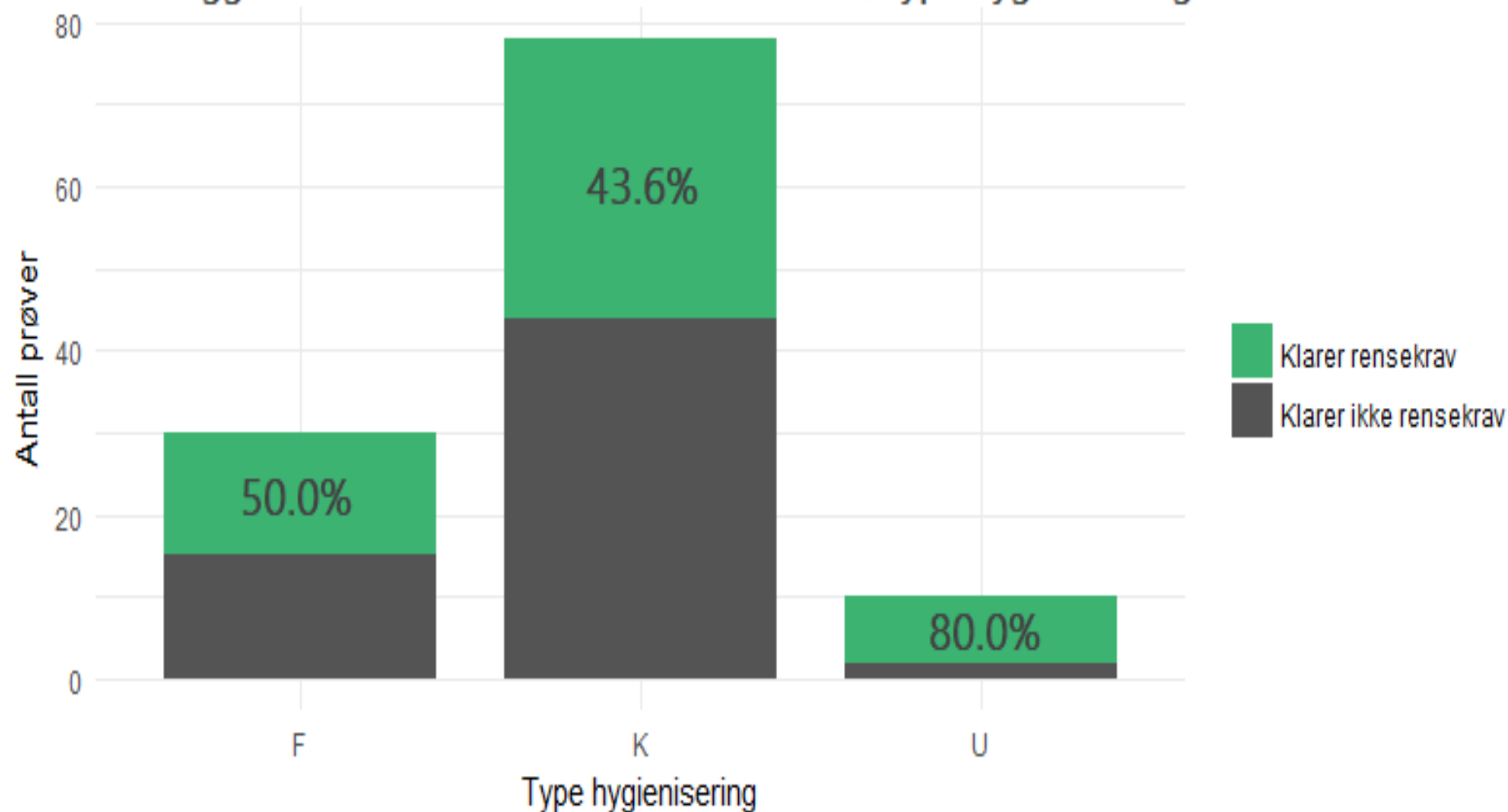


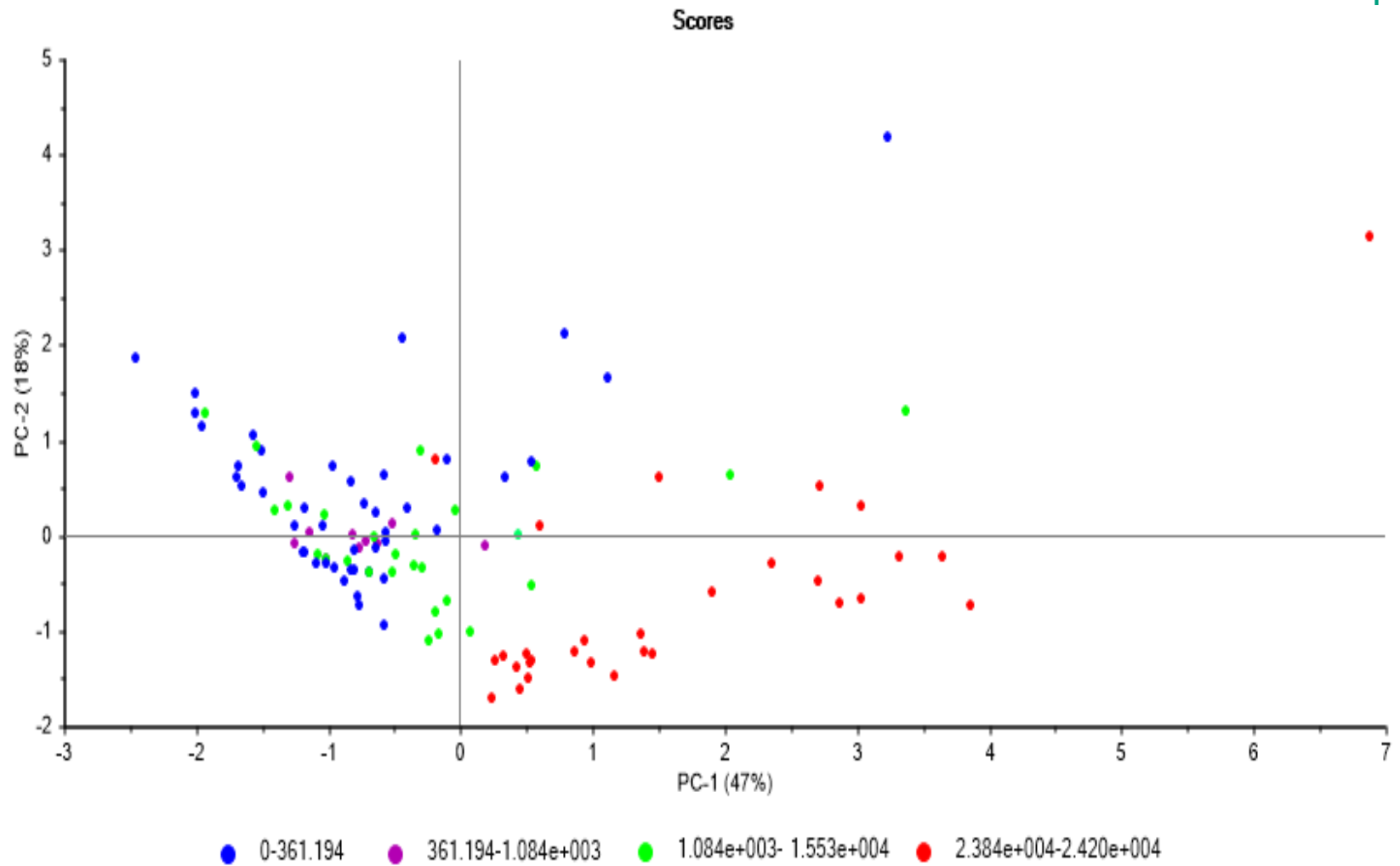
# Hygieniseringsmetoder undersøkt



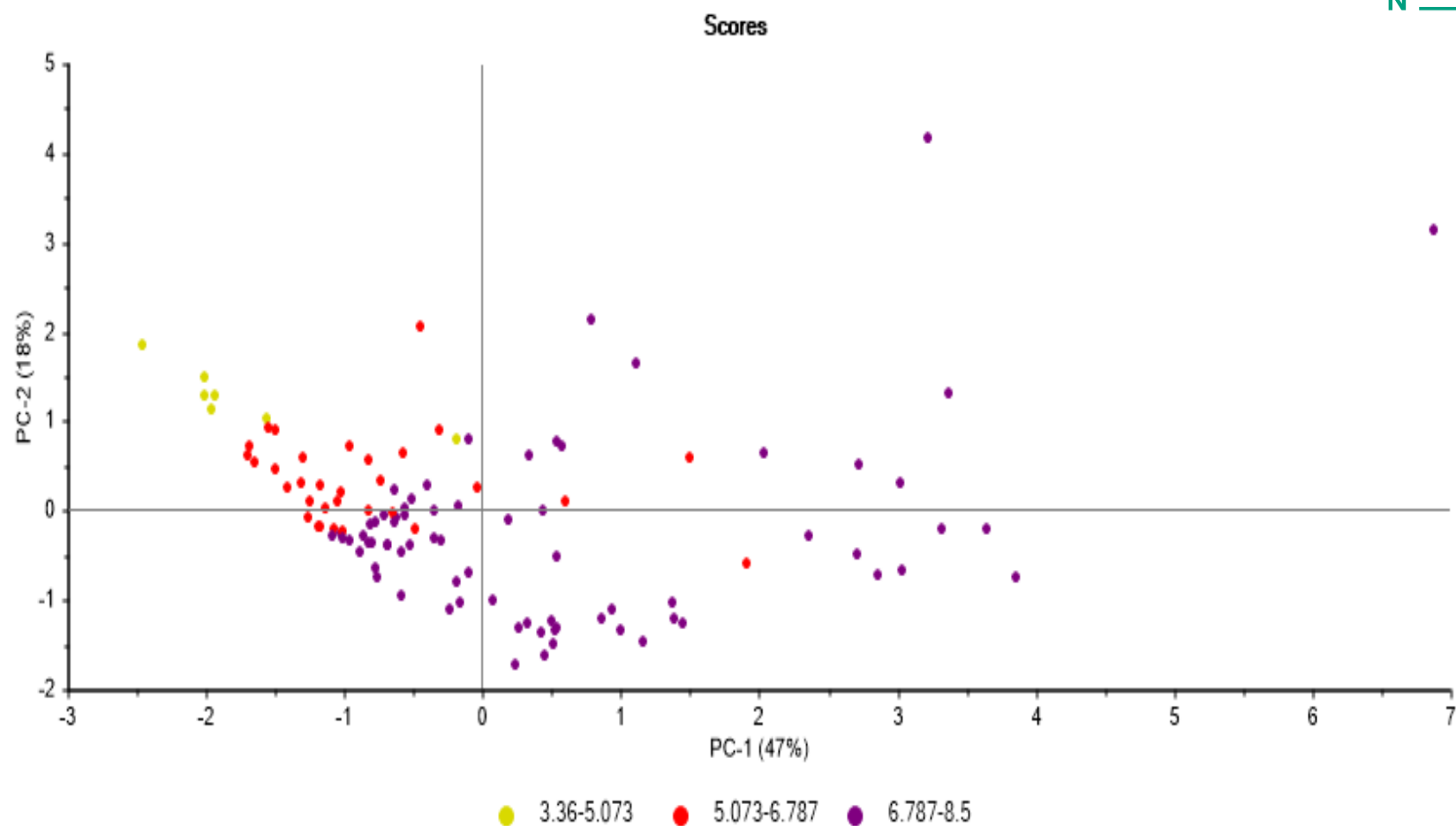
- UV
  - Filtre
  - Kjemikalietilsetning
-

# Andel anlegg som tilfredsstillere rensekrav for *E.coli*, type hygienisering

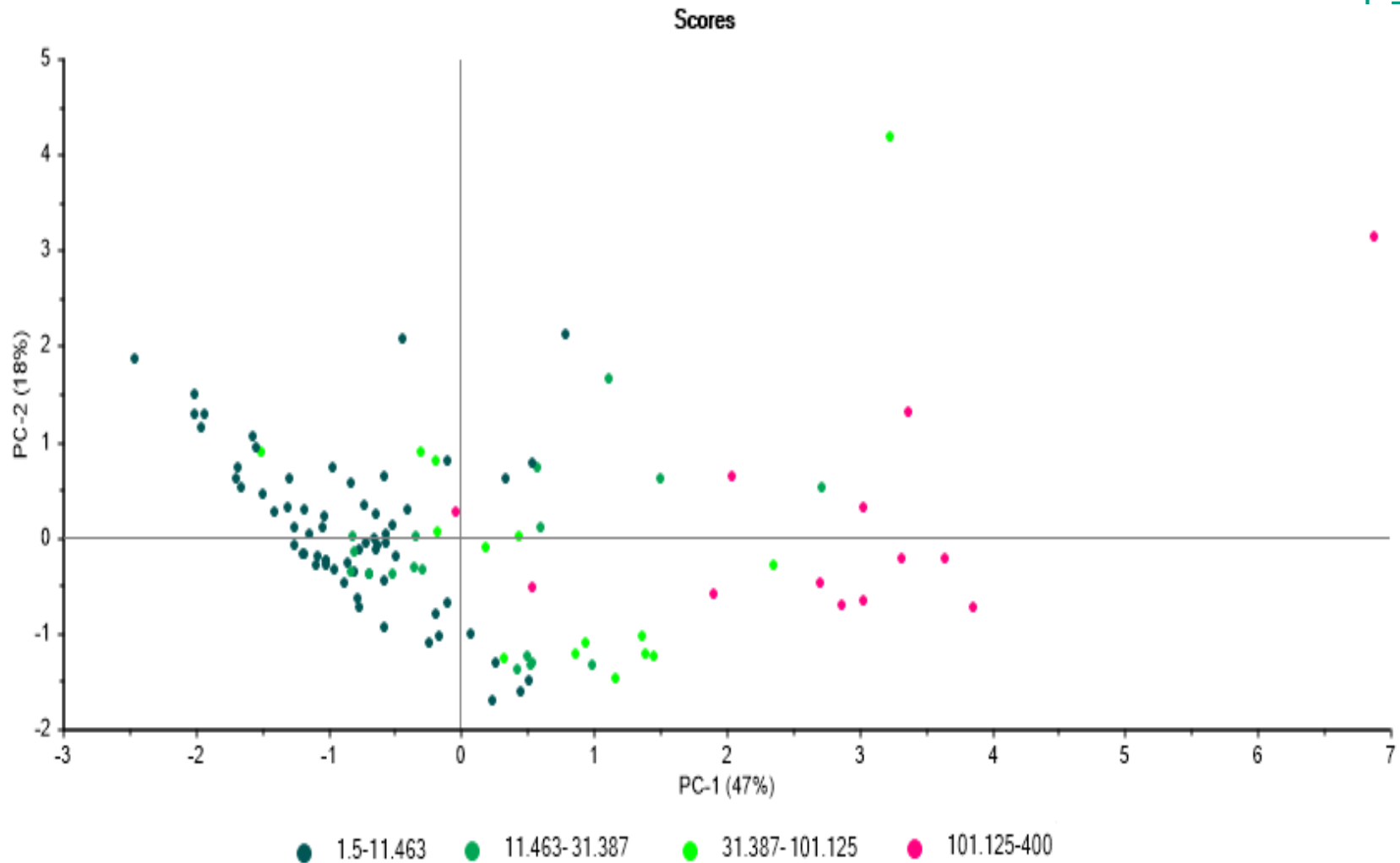




# E.coli



# pH



# Organisk stoff (BOF<sub>5</sub>)

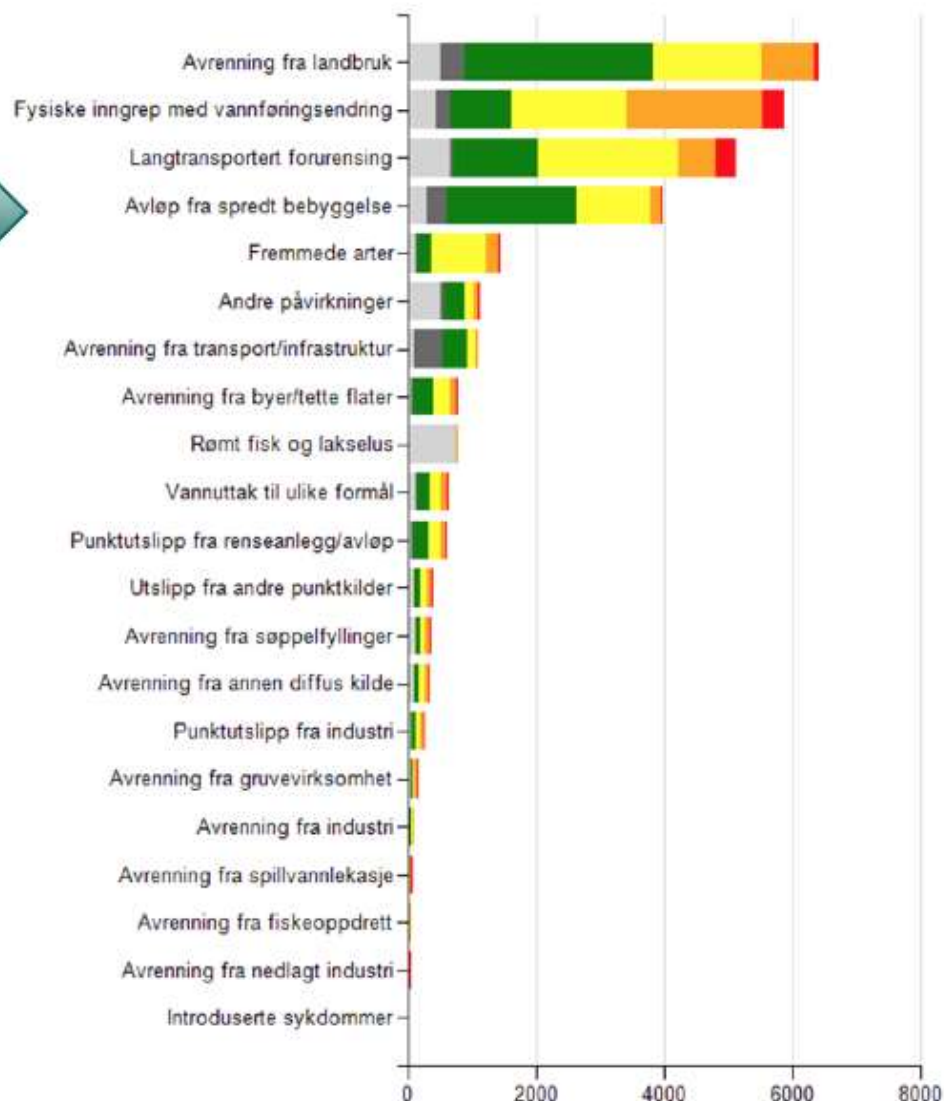
## Environmental impact on Norwegian rivers

**Jobb nr. 1:**  
**Vi må komme oss vekk fra denne situasjonen**



### Norge

Antall påvirkninger for elvevannforekomster - gruppert



# Referanser

- Oleksandra Shelestina. 2017. Vannforbruk fra hytter – eksisterende data og nye målinger fra Myrland i Hol kommune. Masteravhandling NMBU.
- Christoffer Berggren. 2017. Infiltrasjon av avløpsvann – konkurransedyktig, utdatert eller en løsning moden for revisjon. Masteravhandling NMBU.
- Kristin Skaar Tindlund. 2017. Minirensesanleggs egnethet for bruk på hytter: Reaktivering av biologisk rensetrinn etter tre måneders belastningsstopp. Masteravhandling NMBU.
- Johannessen, E., Tindlund, K.S., Heistad, A. 2017. Bruk av minirensesanlegg som avløpsrenseløsning for fritidsboliger – fjerning av organisk stoff. Utkast til artikkel, under utarbeidelse.
- Sunniva Ygre Fines. 2018. Minirensesanlegg i Drammensregionen. Pågående Masteroppgave ved NMBU.
- Vestjord, T. 2005. Undersøkelse av vannforbruk i østre Toten. Vann nr.4 2005.