

# Orientering om



**Sina Shaddel**

Institutt for bygg- og miljøteknikk, NTNU

[sina.shaddel@ntnu.no](mailto:sina.shaddel@ntnu.no)

VA-dagene Midt-Norge (okt. 2018)

# Visjon nær framtid

- Sirkulasjonsøkonomi og grønt skiftet omfatter gjenbruk av alle typer ressurser
- Stor satsning på sirkulasjonsøkonomi i EU (Gjenbruk av ressurser i avløpsvann passer inn her)
- Tilpasse norsk (og internasjonal) lovgiving til gjenbruk av ressurser, stimulere til et fungerende marked
- Mange renseanlegg må oppgraderes (State of the Nation 2012), behov for å se på prosessløsninger med nye øyne, bla ressursgjenvinning

# Mål for prosjektet

- Utvikle kunnskap som grunnlag for produkter og tjenester knyttet til ressurser i avløpsvann, vekt på utnyttelse av nitrogen, fosfor og karbon.
- Motivere for økt bruk av resirkulerte materialer fra avløpsvann blant annet i jordbruk og havbruk
- Produksjon av gjødselprodukter fra avløpsvann og slam
- Styring og overvåkning av prosessløsninger basert på fysiske og virtuelle sensorer (statistiske metoder)
- Samsvar med deltakende bedrifters strategiske mål

# Prosjektpartnere

## Industri



## Forskning



## Assosierte partnere



# Budsjett (i KNOK) og varighet

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| • NFR                      | 21.000                |
| • Industripartnere         | 5.250 (+ egeninnsats) |
| • Egeninnsats NMBU og NTNU | 1.750                 |
| <b>SUM</b>                 | <b><u>28.000</u></b>  |

Fordeles mellom forskningspartnere NMBU, NTNU og SINTEF til forskningsarbeid, post-docs, PhD, laboratoriekostnader og reise/møtevirksomhet

Prosjektets varighet er 5 år, fra **2015 til 2020.**

# Ansettelseser

## NTNU

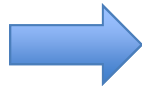
Professor: 2

Post doc.: 1

Doktorstip: 3

Masterstudenter: 6

Totalt: 21



## NMBU

Professor: 1

Doktorstip: 2

Masterstudenter: 2

Forventet opp til slutten av prosjektet: 30

## SINTEF

Senior forsker: 4

## Pilotanlegg for biologisk fosfor fjerning (kontinuerlig MBBR)



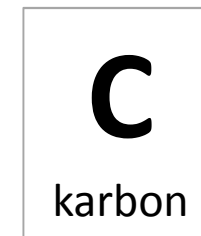
## Struvitt felling fra rejektivann



## P-stripping fra slam



## Høsting og anvendelse av karbon



# NMBU

**Prosess overvåking  
og kontroll**



**Virtuelle sensorer for  
kompliserte parametere**



**Styring av kjemiske  
og biologiske prosesser**





# SINTEF

**(HR-MBBR)**



**FO-membran**



**LCA-LCC analyser**

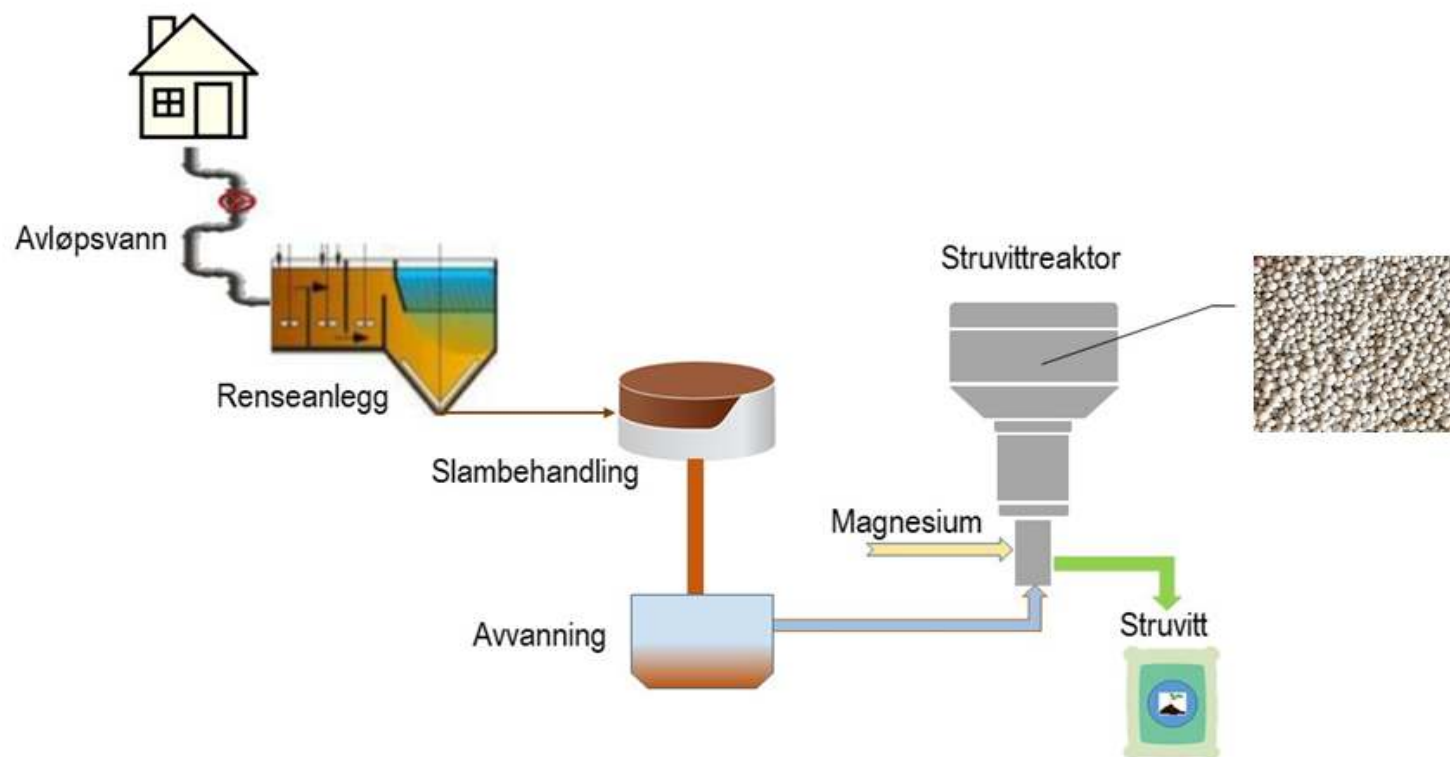


# Fosfor og fosforgjenvinning

# Fosfor i slam

- Det vil bli produsert betydelig mer slam framover (2009-2011 ble ca. 1 900 tonn fosfor fanget i slam)
- Fosfor-reduksjon i slam vil øke anvendelsen av organisk gjødsel
- Med biologisk fosforfjerning kan man både redusere fosfor i slam og felle ut fosfor som struvitt eller kalsiumfosfater
- Metallbundet fosfor er lite plantetilgjengelig og lite egnet til gjenvinning

# Struvitt felling i renseanlegg med Bio-P



Viktigste faktorer

pH

Molforholdet mellom magnesium og fosfor (Mg:P)

# Mål i fosforgjenvinning

- Større grad av gjenvinning → Strippe mer fosfor fra slam
- Bedre kvalitet på produktet → Lav organiske stoffer  
Lav tungemetal
- Lavere kostnader → Optimum driftsforhold  
**Billigere magnesiumkilder**

# Sjøvann som magnesiumkildet

# Sjøvann som magnesiumkilde

## Grunner til å bruke sjøvann

- ✓ 1300 mg/L Mg
- ✓ Billig og ubegrenset
- ✓ Miljøvennlig
- ✓ Bærekraftig
- ✓ Tilgjengelig

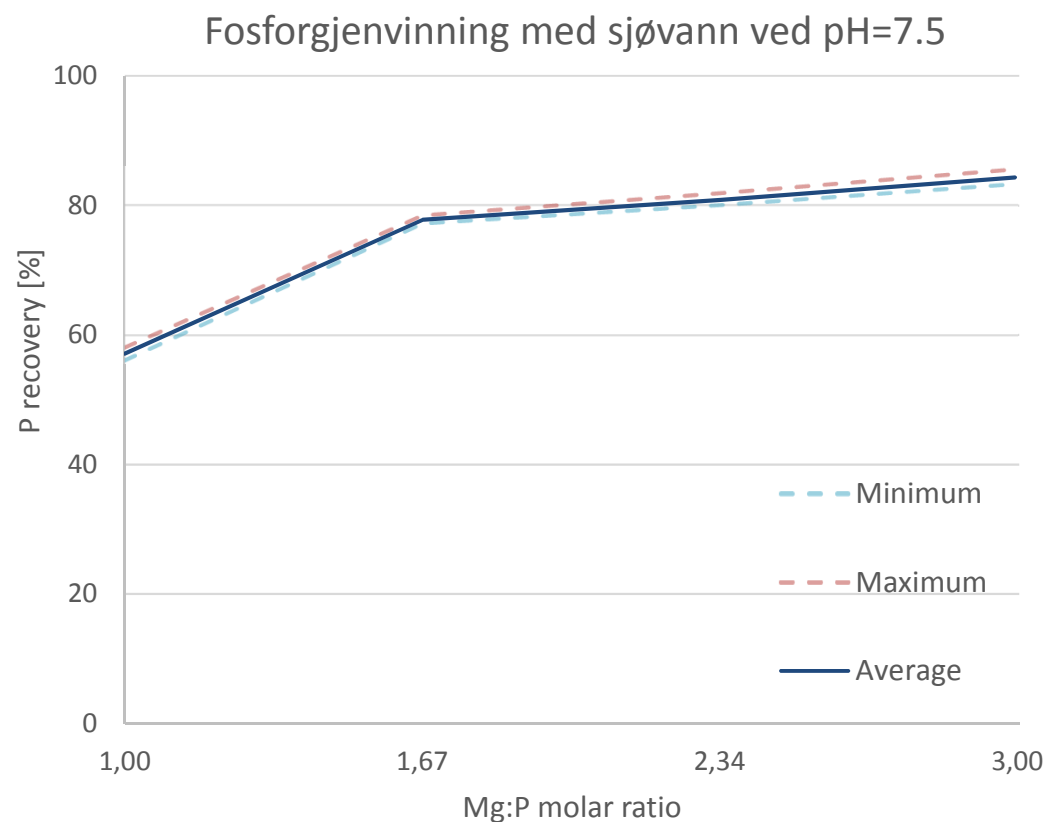
## Grunner til å ikke bruke sjøvann

- Inneholder andre ioner
- Påvirkning på sluttproduktet
- Påvirkning på andre prosesser
- Tilbakeføring av sjøvannssalt

# Sjøvann (P-gjenvinning)

> 75% ved Mg:P > 1,67

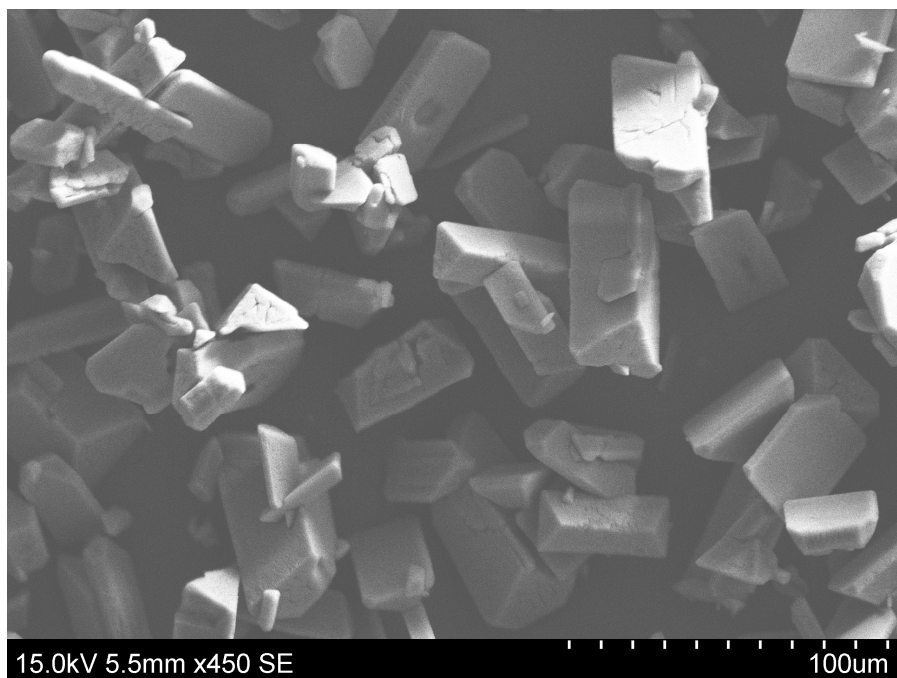
> 80% ved Mg:P > 2,34



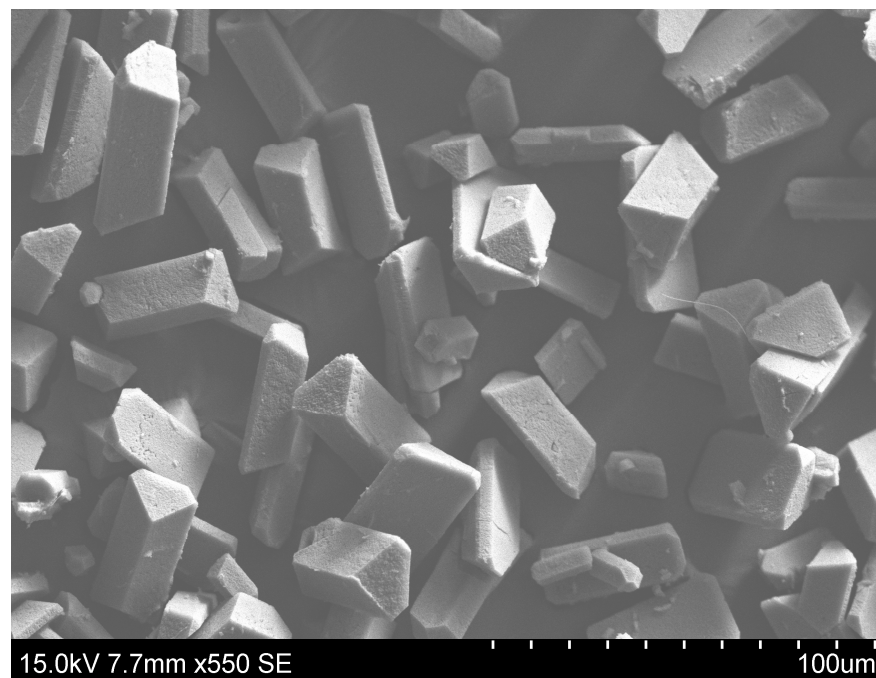


# Resultater (produktkvalitet)

sjøvann + syntetiskrejekt



sjøvann + reelrejekt

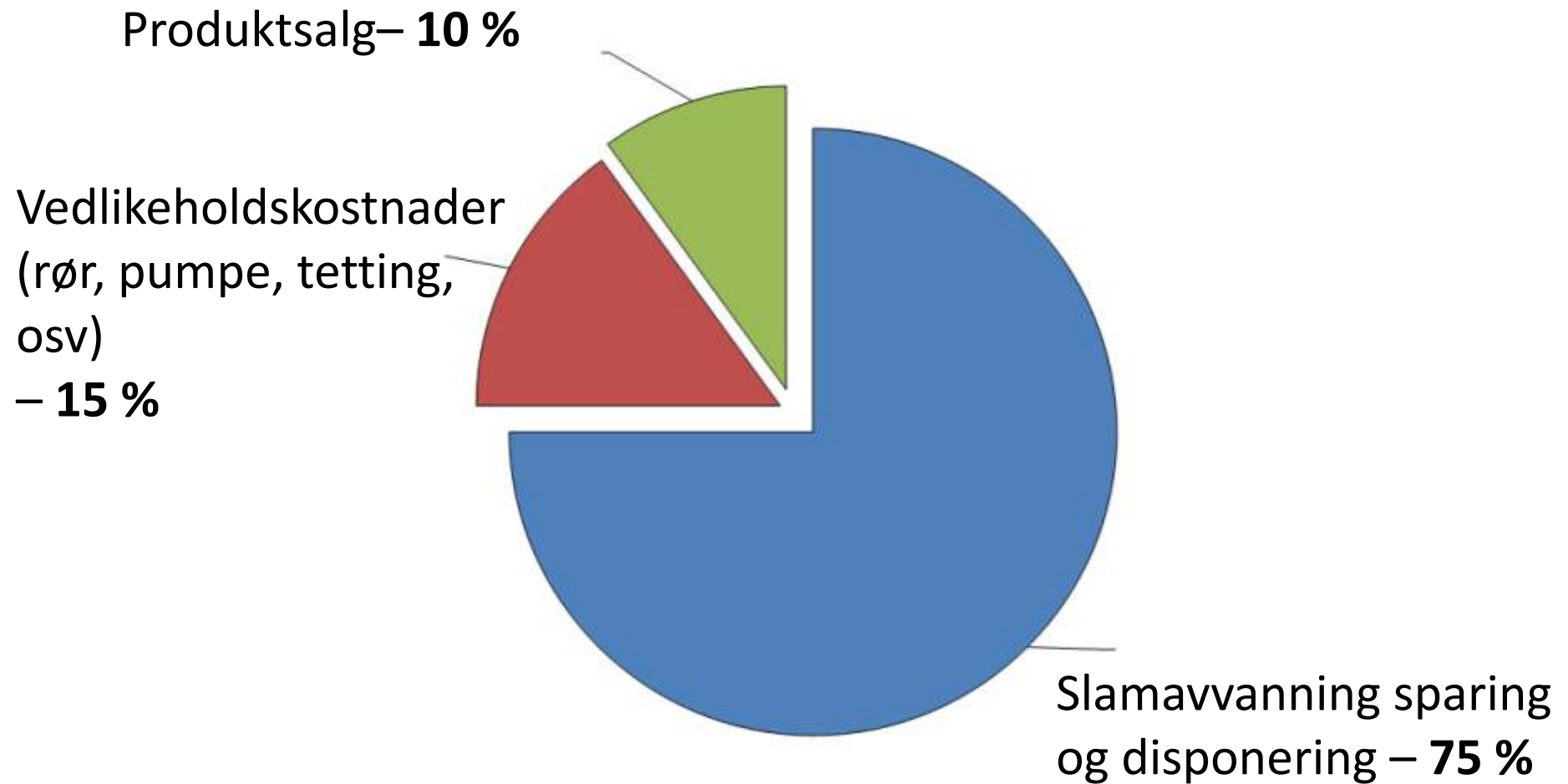


# Resultater (kostnadsberegninger)

**Sparing: 30-40%**

|                                           | MgCl <sub>2</sub> | sjøvann    | MgCl <sub>2</sub> | sjøvann    |
|-------------------------------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
| pH                                        | 7.5               |            | 8                 |            |
| Opex (\$/m <sup>3</sup> treated effluent) | 0.32              | 0.2        | 0.42              | 0.29       |
| Cost per P removed (\$/kg phosphorus)     | <b>2.3</b>        | <b>1.4</b> | <b>3</b>          | <b>2.1</b> |

# Driftsmessige fordeler



Kilde: John Koumoukelis

# Fosforgjenvinning anlegger



Kilde: Christian Kabbe (sep. 2018)

**Noe for hele samfunnet ...**





# Enda for å inspirere elever



## Brundalen skole

**102 ut av 40,000 lag!**

Representerte Norge  
i Detroit, USA



# Konklusjoner

- RECOVER prosjekt forsøker å legge til rette for ressursgjenvinning fra avløpsvann, digitalisering og optimalisering av framtidig avløpsvannrensing.
- RECOVER skal bidra med prosesser for billig og energieffektiv gjenvinning av ressurser fra avløpsvann og optimal ift utslippskrav.
- Utvikling av gjenvinningsteknologier fra avløpsvann er et samfunnsansvar og kan øke nasjonal matsikkerhet og en bedre global forvaltning av en ikke-fornybar ressurs (P).



# Konklusjoner

- Strenge fosfor utslippskrav førte til å bruke kjemisk P-fjerning, men kombinasjonsløsninger (bio og kjemisk P-fjerning) kan være en løsning som bør vurderes nærmere.
- Prisen på fosfor må forventes å øke betydelig i framtida, som følge av
  - 1) høyere kostnader til utvinning og raffinering av lavkonsentrert fosformalm og
  - 2) økt etterspørsel og skjev geografisk fordeling av ressursene av fosformalm.
- Lønnsomhet i gjenvinning av fosfor kan likevel oppnås gjennom
  - 1) driftsmessige fordeler, 2) endrede rammebetingelser som lovverk, forskrifter og subsidiering.

# Takk for oppmerksomheten!



**Ressursgjenvinning**skampen er i gang,

det er ditt valg å **bli med** eller å **se på**!