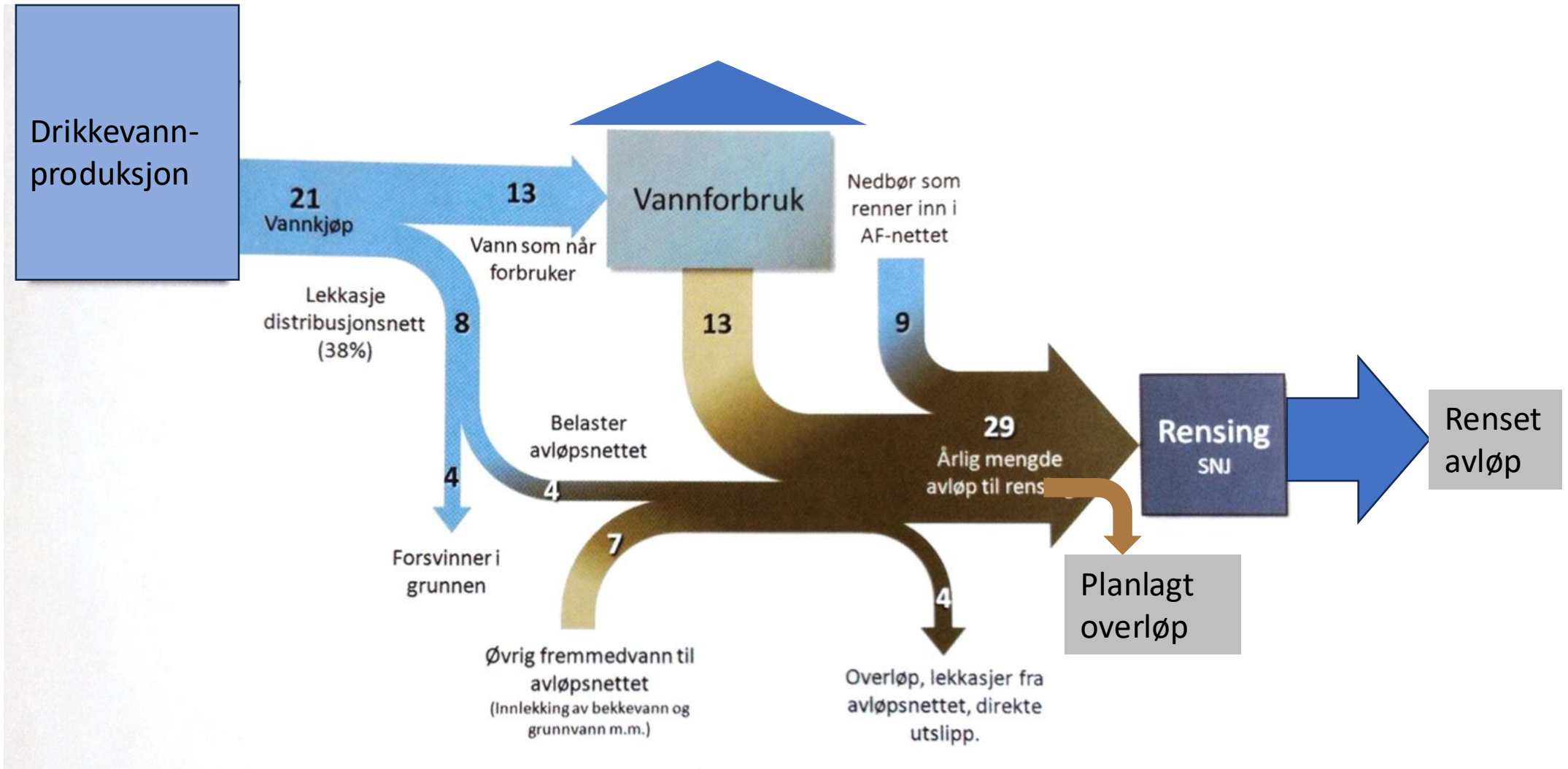


Fremtidens avløpsløsninger.

**Hvordan kan vi redde vannmiljøet
gjennom innovative avløpsløsninger og
kloke investeringer?**

Arve Heistad, NMBU

Eksempel på vann-ubalansen i kommunens tradisjonelle VA-system



Virkningsgrad målt ute på spillvannsnettet

Tettsted	Personer bosatt (korrigert for pendling)	Målested	Virkningsgrad prosent				
			Total fosfor	total nitrogen	BOF	KOF	Spillvannsmengde i tørrvær
NFRA 2020-2024	(50250)	renseanlegget	67	88	52	88	>100
Skotbu	502 (362)	Skotbu renseanlegg	190	269	128	293	>100
Siggerud	2875 (2472)	Bjørnemyra PST	65	90	65	60	80
Ellingsrud *	3210 (2985)	Ellingsrud PST	63	52	35	42	>100
Finstad	6975 (6487)	Finstad PST	66	90	70	70	>100

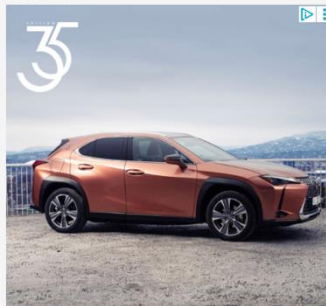


Nordre Follo
kommune

Virkningsgraden for avløpsnettet i Nordre Follo kommune

Full alarm: – En kostnadsbombe for det norske folk

ANNONSE



UX 300e **Edition 35**
LEXUS 35 ÅR FEIRES MED
JUBILEUMSMODELL

4 825,-/MD

0,00% FASTRENTE I 3 ÅR | STARTLEIE KR 0,-

DET ANDRE KALLER EKSTRAUTSTYR
ER STANDARD HOS OSS

[SE TILBUD >](#)

Inkl. frakt, klargjøring- og regnearkninger. Startleie kr 0,-. Etableringsgebyr kr 4 392,-. Månedslønn 4 825,-. Totalpris 175 092,-. Fastrente 0 % i 3 år. 3 års bindingsfrist/30 000 km. Forbehold om trykfeil og prisendringer.



VET IKKE PRISLAPPEN: Andreas Bjelland Eriksen (til venstre) sammen med Jonas Gahr Støre og Kari Nessa Nordtun.
Foto: Javad Parsa (NTB)

– Hvis dette stemmer, er det snakk om flere tusen kroner ekstra hver eneste måned for helt vanlige familier, advarer Trygve Slagsvold Vedum.

ANNONSE



UX 300e **Edition 35**
LEXUS 35 ÅR FEIRES MED
JUBILEUMSMODELL

4 825,-/MD

0,00% FASTRENTE I 3 ÅR | STARTLEIE KR 0,-

DET ANDRE KALLER EKSTRAUTSTYR
ER STANDARD HOS OSS

[SE TILBUD >](#)

Inkl. frakt, klargjøring- og regnearkninger. Startleie kr 0,-. Etableringsgebyr kr 4 392,-. Månedslønn 4 825,-. Totalpris 175 092,-. Fastrente 0 % i 3 år. 3 års bindingsfrist/30 000 km. Forbehold om trykfeil og prisendringer.



Ikke bare Oslofjorden - Halvparten av undersøkte norske innsjøer står i fare for å bli eutrofe (overgjødslet)

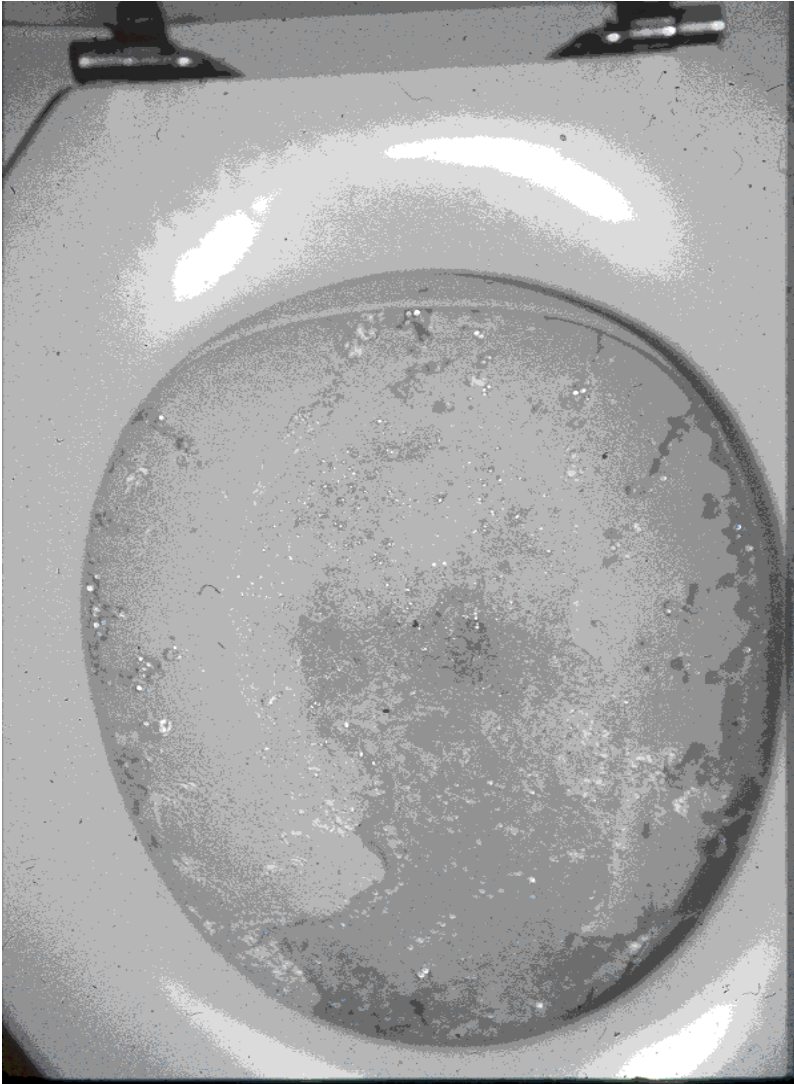


Av 366 undersøkte innsjøer som nylig er undersøkt (de fleste av disse drenerer til Oslofjorden) har **halvparten for dårlig økologisk tilstand** (moderat/dårlig/svært dårlig)

Kilde: NIVA-rapport (2022).
Eutrofiering av norske innsjøer.
Tilstand og trender.
ISSN 1894-7948

Akersvannet i Vestfold brukes til jordbruksvanning, og er et viktig område for rekreasjon og sportsfiske. De siste årene har det vært kraftige oppblomstringer av giftproduserende cyanobakterier. | Foto: Miguel Angel Segarra Valls/Vannområde Horten-Larvik

Mye av næringsstoffene kommer fra toalettet:

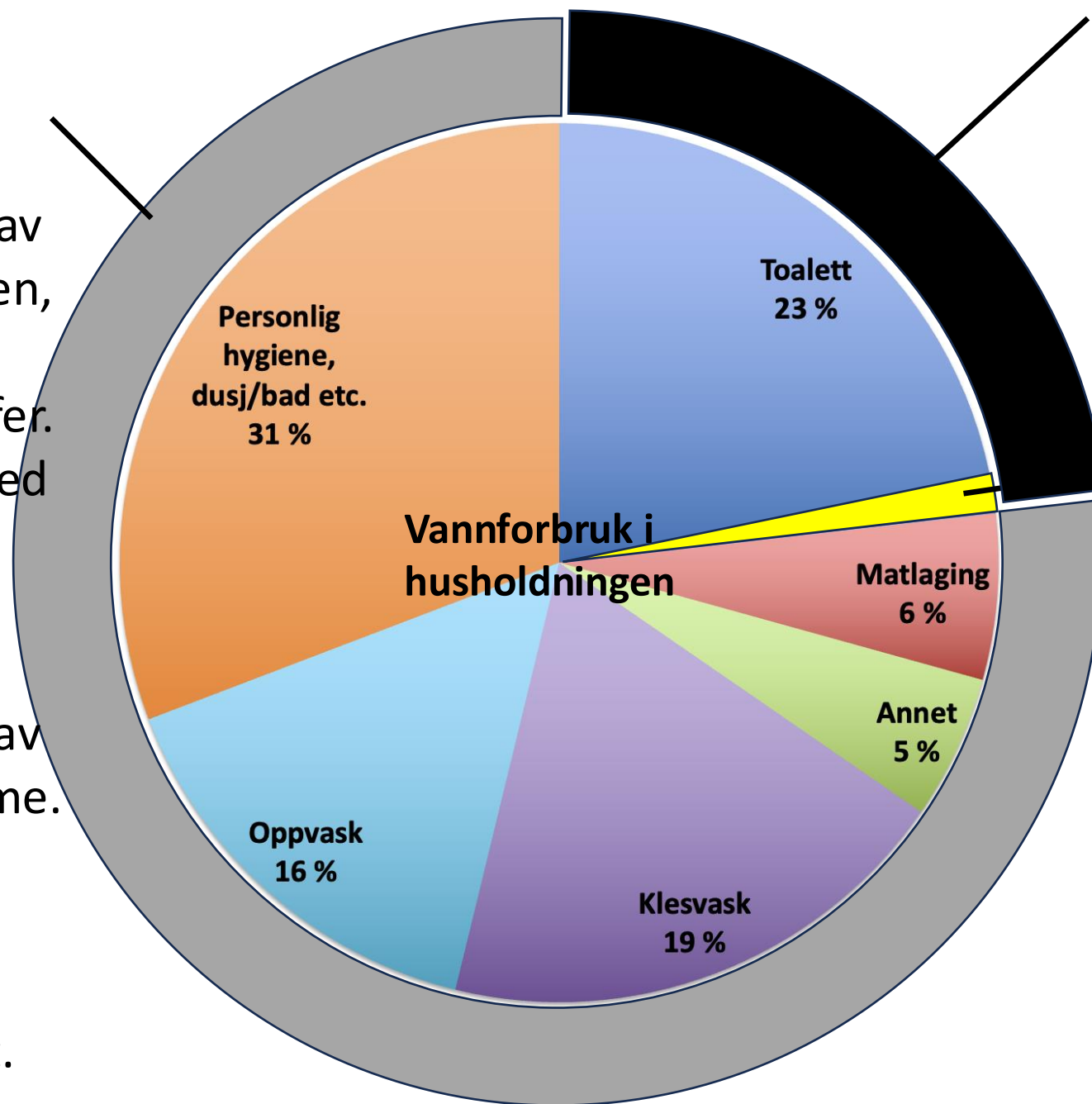


- * 90 % of N
- * 80 % of P
- * 80 % of K
- * 40-75 % of org.matter

Hvert døgn bruker vi ca. 135 L drikkevann/person. Ca. 23 % av dette forbruket er toalettspyling.

Gråvann:

Utgjør mestparten av vannmengden, men lite næringsstoffer. Dette kan med fordel behandles lokalt for gjenvinning av vann og varme. Samtidig avlaster vi kommunens ledningsnett.



Svartvann:

Utgjør opp mot **90 %** av **nitrogenet** og opp mot **80 %** av **fosforet** i avløpsvannet.

Oppsamling av urin:

Utgjør bare 1-1,5 % av avløpsvolumet, men opp mot **80 %** av **nitrogenet** og opp mot **70 %** av **fosforet** som vi finner i avløpsvannet.



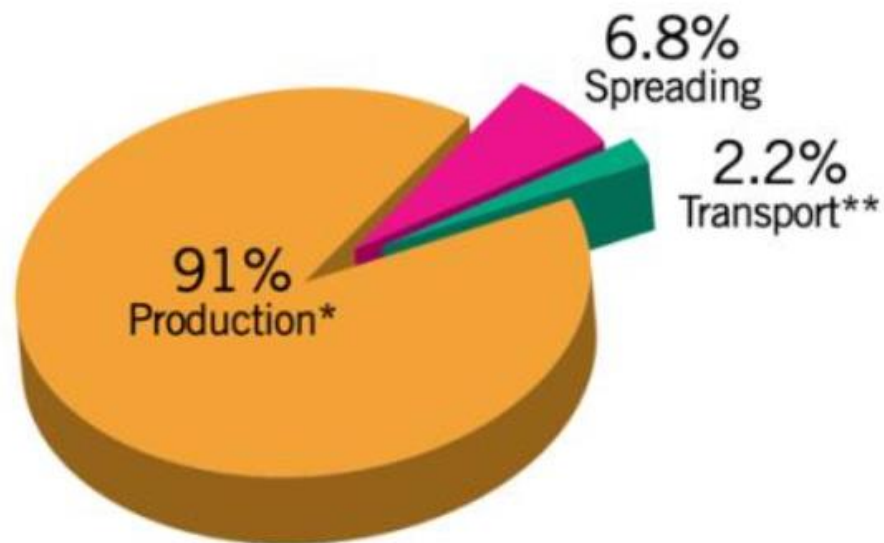
Energy consumption in the nitrogen fertilizer chain

Produksjonen

av N-gjødsel krever mye energi:

Produksjon av 1kg N-gjødsel krever energi tilsvarende energiinnholdet i 1 L diesel.

Å erstatte N-gjødsel med lokalt gjenvunnet N fra avløp/urin/svartvann er dermed et positivt bidrag til å gjøre avløpssektoren mer klimavennlig, samtidig som de kommunale renseanleggene får mindre N tilført



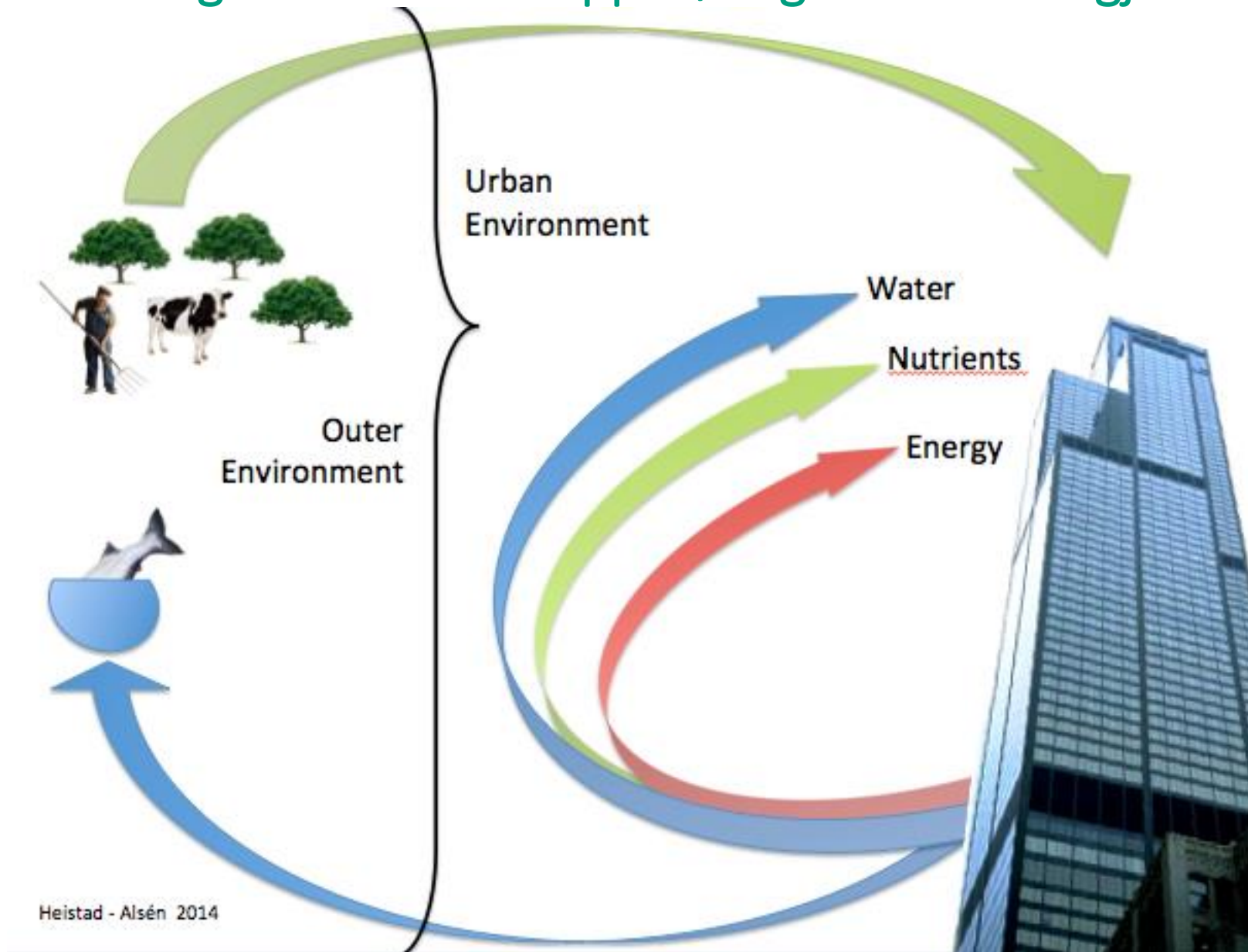
**Total energy consumption:
44 giga joule (GJ) per tonne of nitrogen**

* including energy used for the extraction and transport of fossil fuels to the N fertilizer factory (average value for all N fertilizers).

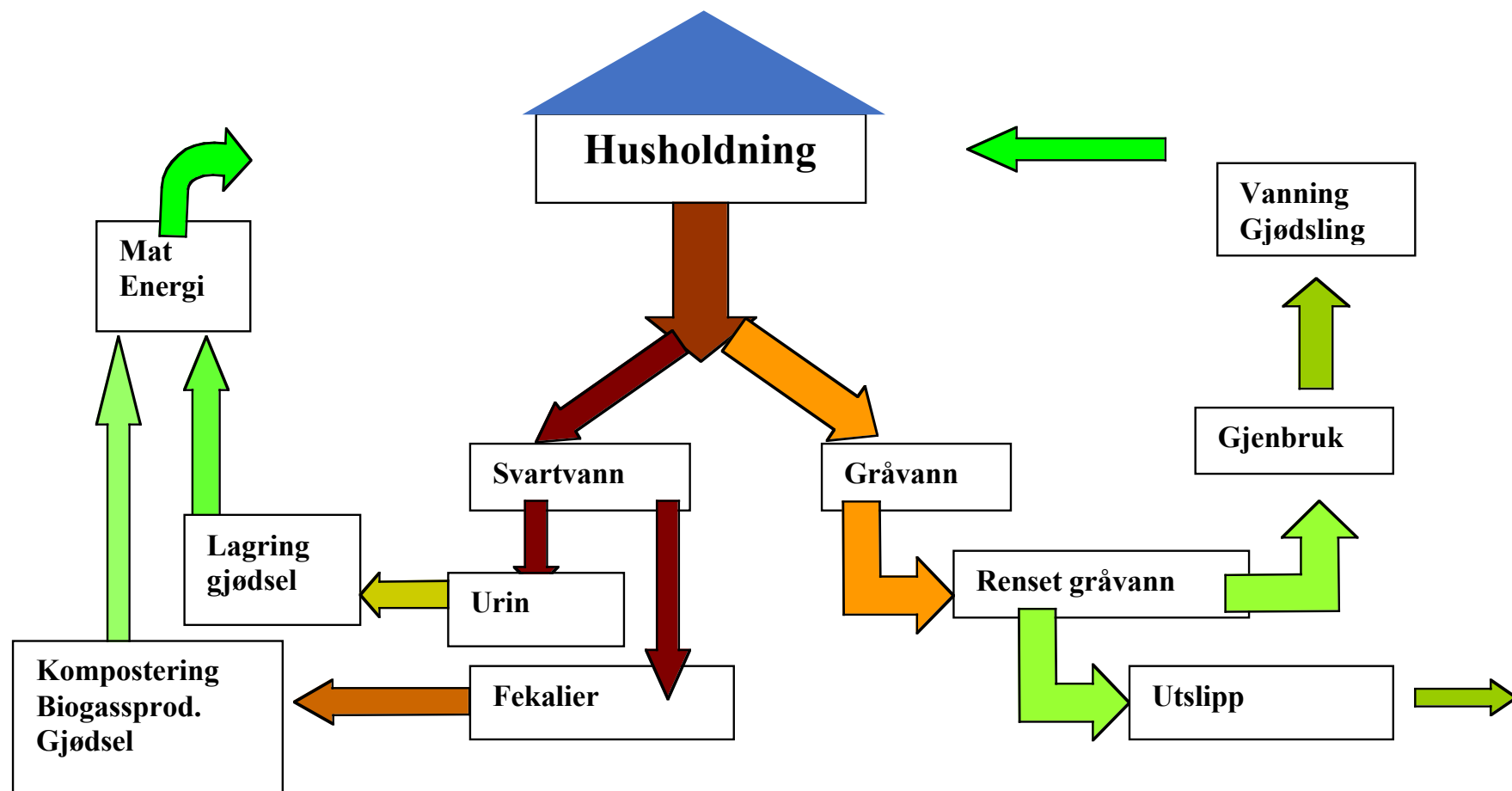
** transport of N fertilizer over a distance of 400 km by ship and truck (1 GJ = 25 litres oil)

*Figur 4: Energiforbruk i nitrogengjødselkjeden
(Fertilizers Europe, 2019)*

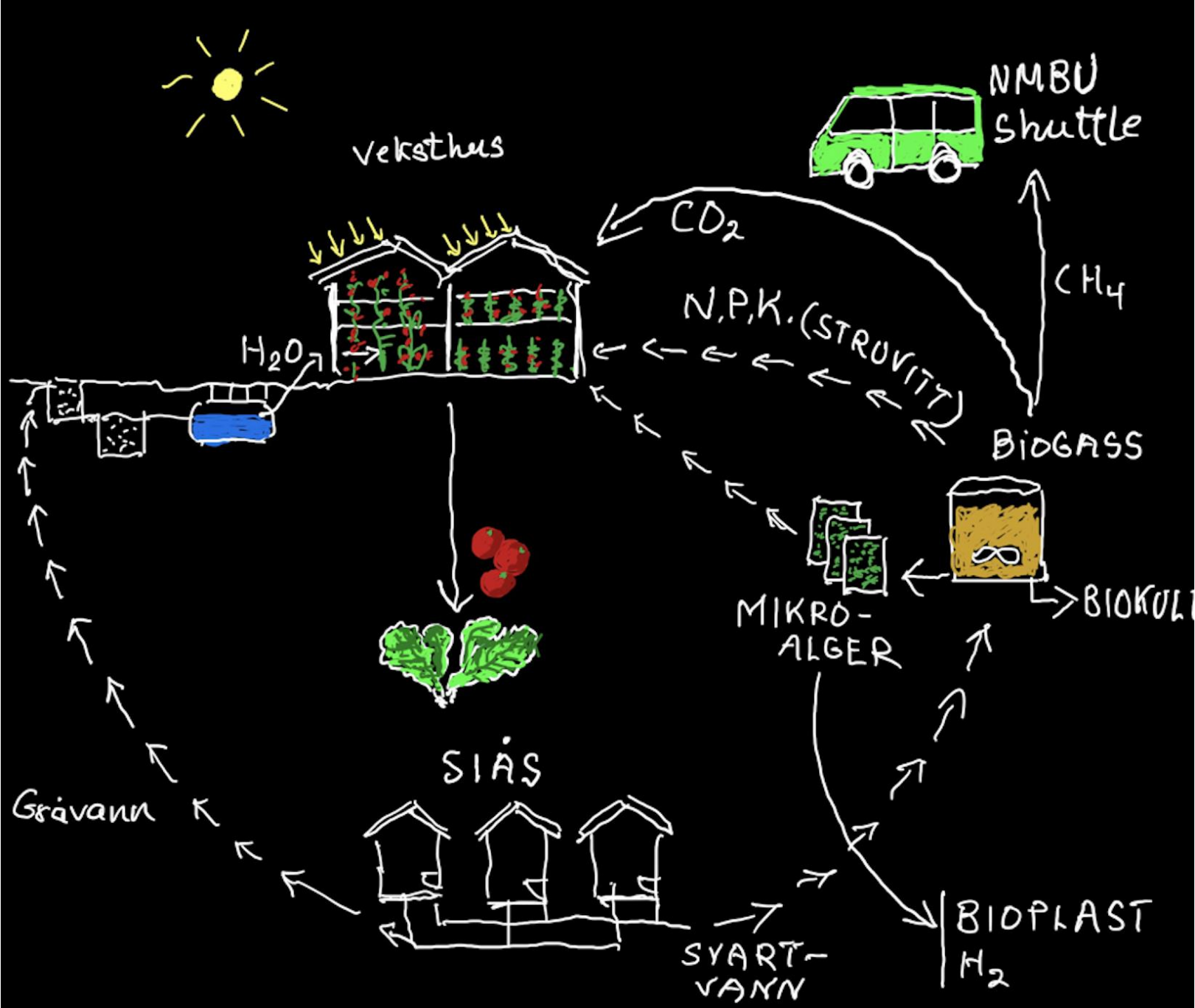
Utfordring: reduserte utslipp – økt grad av ressurgjenvinning



Kildeseparerte avløpsløsninger



EU-prosjektet
«SiEUGreen»
Demonstrasjon av
sirkulære løsninger



Fullskala biogassreaktor



Labskala





Klosettavløpet (vacuum-toaletter) behandles i biogassreaktoren og næringsstoffene gjenvinnes ved:

- Stuvitt (Fosfor)
- Mikroalger (Nitrogen)



Som så brukes til produksjon
av agurk, tomat og salat.

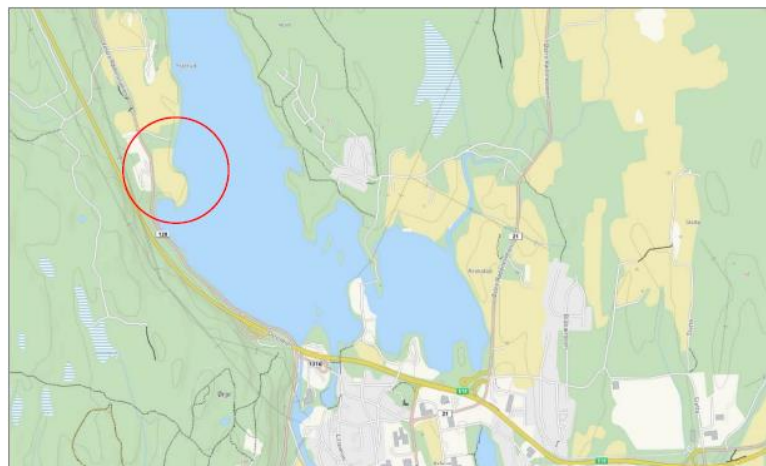
Og vi har dokumentert at
dette er trygt



Ysterudneset - Marker Kommune Mulighetsstudie lokale rensesanlegg

Presentasjon i forbindelse med
befaring hos NMBU 17.11.2023

Deltakere i mulighetsstudien;



Planområdet markert med rød ring.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet



Multiconsult

Dette kan være en løsning der det er innført byggestopp på grunn av kapasitetsutfordringer på kommunale anlegg.

Kildeseparerte avløpsløsninger

- Kan også etableres i eksisterende tettbebyggelse (for å avlaste eksisterende infrastruktur). Eksempel Helsingborg, Hamburg, Sneek, Gent, Paris, Stockholm.
- Gir det laveste utslippet av næringsstoffer og organisk stoff.
- Gir det laveste utslippet av smittestoffer og medisinrester.
- Gjør det mulig å gjenvinne verdifulle ressurser lokalt, og **bidrar til vår sivile beredskap.**
 - Energi
 - Vann
 - Næringsstoffer

Sammenligne kostnader for en tradisjonell VA løsning for Vollskogen med en kildeseparert løsning

.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2025 30 stp
Fakultet for realfag og teknologi

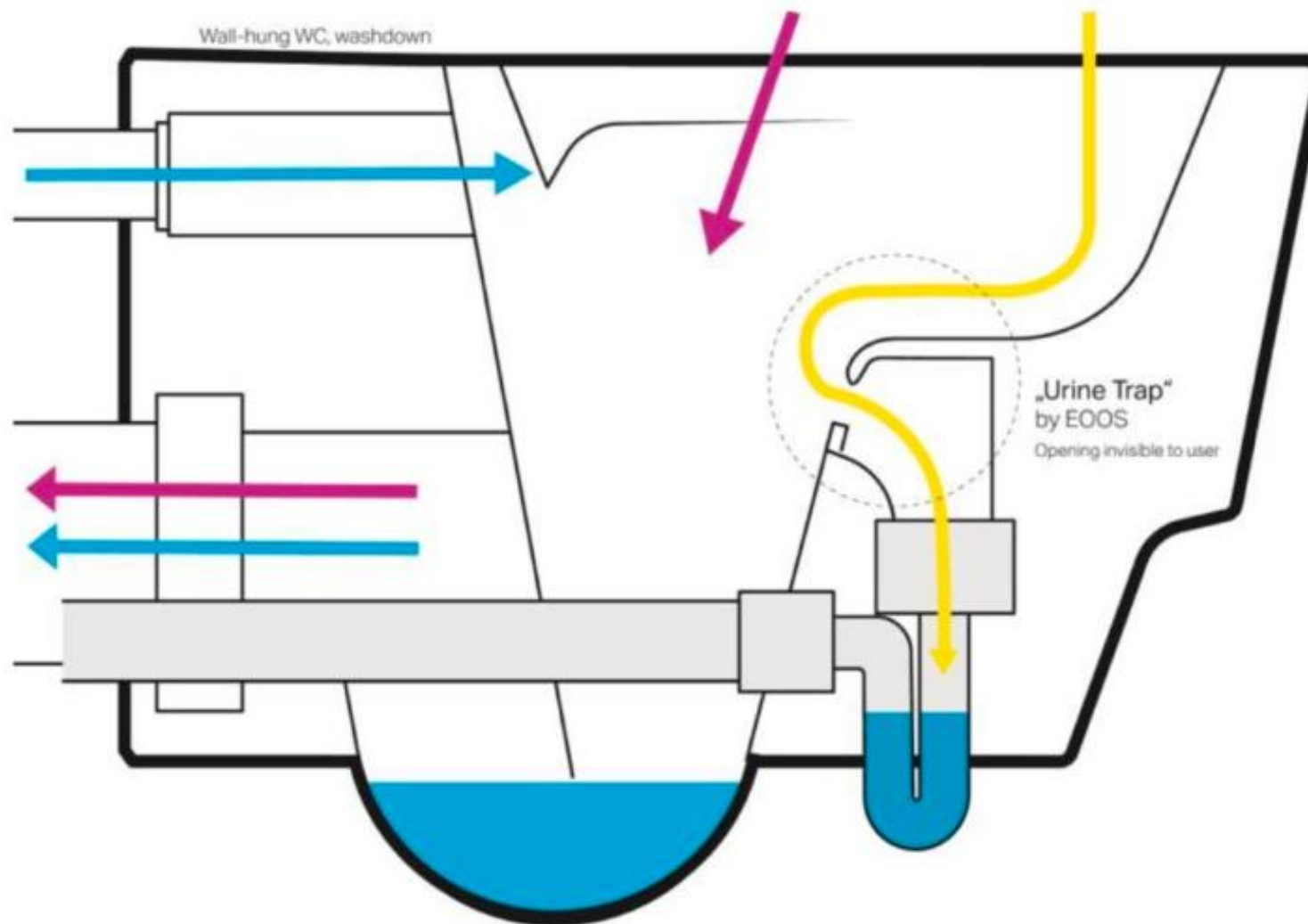
Bærekraftig spillvannshåndtering, en mulighetsstudie av Vollskogen

Sustainable wastewater management, a feasibility study of Vollskogen

Margreta Brunborg



Figur 26:
 Separasjonstoalett Urisep
 Mini 12V/230V fra
 Sunwind
 (Separasjonstoalett Urisep
 Mini 12V/230V, u.å.)



Figur 25: Prinsippskisse urinseparerende toalett, "Laufen save!" (LAUFEN, 2020)

Aurin – Fertilisers from urine



As part of the “VUNA” research project, researchers have developed the new VUNA recycling technique by which valuable nutrients can be extracted from urine and used as fertilisers. The

Contact



Eawag-Spin-off Vuna Ltd emerged from the VUNA project: Vuna Ltd develops concepts and solutions for wastewater and water treatment wherever

unconventional models are required.

[to vuna contact](#)

Buy Aurin

The fertiliser is available in 0.5 litre bottles with dosage beakers at:

- the Eawag reception desk in Dübendorf
- the Empa reception desk in Dübendorf

[Online order](#)

Sluttproduktet skal brukes til gjødsling av grøntarealer i byen

Oslofjordprosjektet 2024 – Nitrogenfjerning og ressursgjenvinning

Potensialet i Ås kommune og Vestfold-kommunene.

- Oversikt over årlig innsamlingspotensiale for N og P fra urin
- Hvor mange dekar kornareal som innsamlet N og P kan betjene.
- Hvor stor andel av gjødselbehovet til kornproduksjon kan dekkes ved bruk av urin, for hver av de 8 deltakende kommunene

Tabell 10.2. Beregning av total N- og P-produksjon på årsbasis i urin og hvor mange dekar gjødsel for kornproduksjon som urinen kan bidra til. Beregning av hvor mange prosent selvberging kommune kan oppnå for kornproduksjon. Kilde: SSB tabell 11342 og 06462.

Kommune	Færder	Holmestrand	Horten	Larvik	Lunner	Sandefjord	Tønsberg	Ås
Land areal (km ²) SSB tabell 11342	100	412	69	771	272	414	326	101
Fulldyrka jord (dekar) SSB tabell 06462	19 854	61 286	17 966	91 396	25 713	92 403	108 203	40 681
Korn og oljevekster (dekar) SSB tabell 06462	7 636	36 727	10 766	54 603	15 538	59 473	67 794	31 612
% Fulldyrka jord	19,9 %	14,9 %	26,0 %	11,9 %	9,5 %	22,3 %	33,2 %	40,3 %
% Korn og oljevekster	7,6 %	8,9 %	15,6 %	7,1 %	5,7 %	14,4 %	20,8 %	31,3 %
Antall pe SSB tabell 11342	27 569	27 005	28 039	48 870	9 420	66 758	59 830	22 344
Innbyggere per km ² landareal	276	66	406	63	35	161	184	221
Nitrogen i urin (tonn per år)	96 602	94 626	98 249	171 240	33 008	233 920	209 644	78 293
Fosfor i urin (tonn per år)	9 056	8 871	9 211	16 054	3 094	21 930	19 654	7 340
Gjødsel fra urin rekker til areal (dekar)	8 400	8 228	8 543	14 890	2 870	20 341	18 230	6 808
% Mulig selvberging fra urin	110 %	22 %	79 %	27 %	18 %	34 %	27 %	22 %

Kildeseparasjon i Helsingborg.)

Helsingborgs stad driver tillsammans med NSVA och NSR konceptet *Tre rör ut* som framtidens avlopps- och avfallssystem.



Tre rör ut för över 2 000 personer i Oceanhamnen realiseras i 4 etapper mellan år 2020-2028.

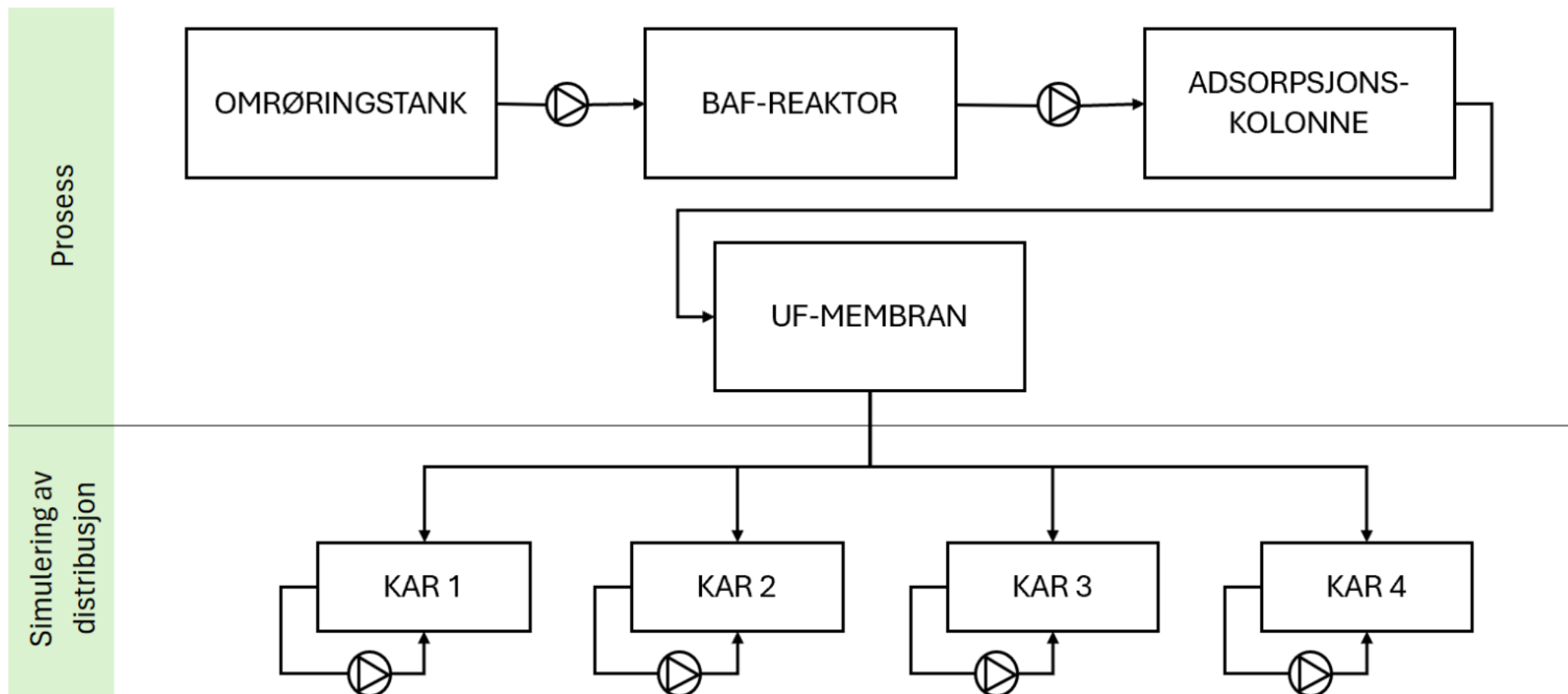
Oceanhamnen – Helsingborg (approx. 2100 person eq.)
(Apartments, offices, hotel, restaurants)

Gjenbruk av gråvann: Et tre-trinns gråvannrensseanlegg med fokus på trygg distribusjon og virusfjerning

Greywater Reuse: A Three-Stage Treatment System
with Focus on Safe Distribution and Virus Removal

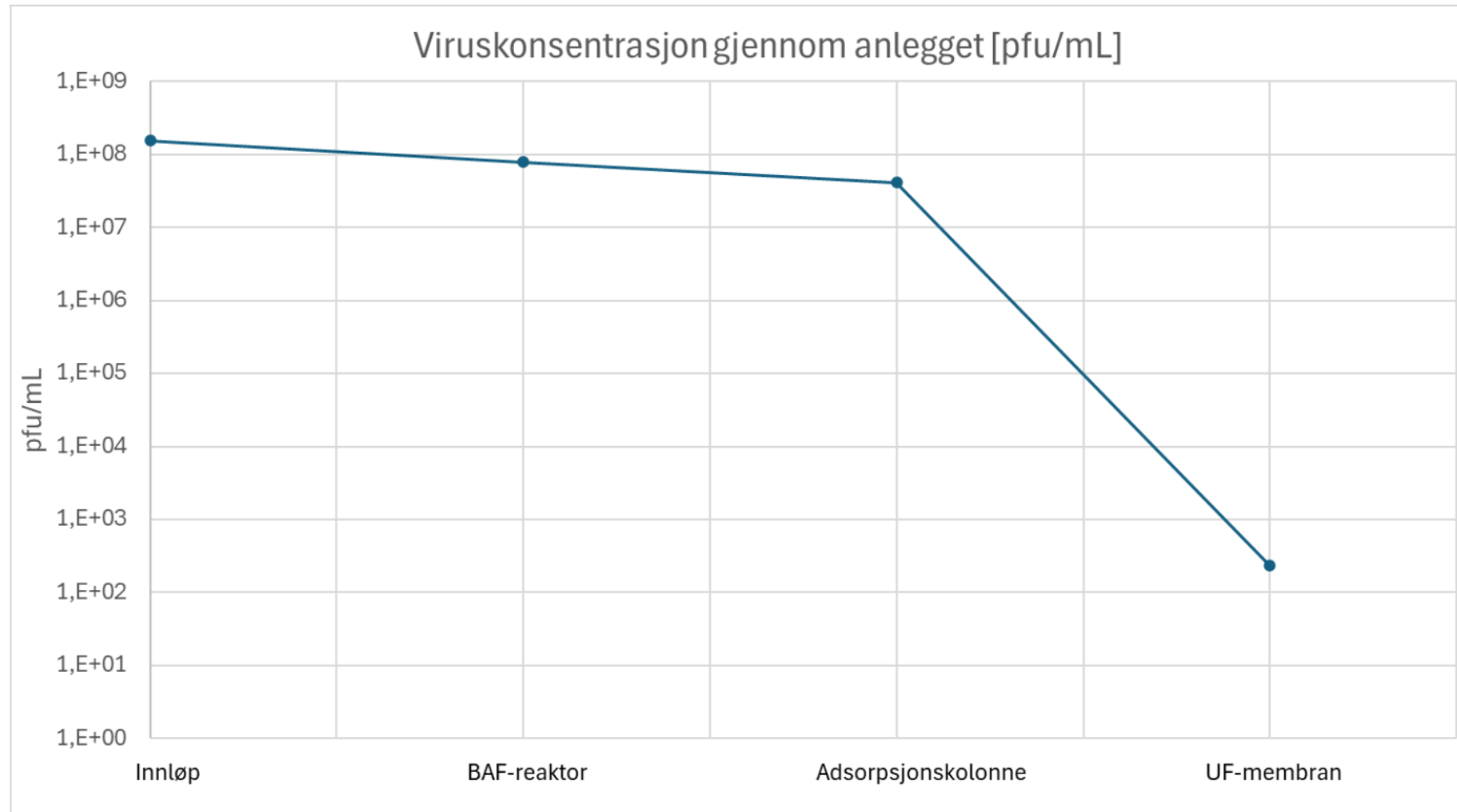
Johanna Berger Lindstøl & Maja Foss Ingebrigtsen

Vann- og miljøteknikk



Figur 8 – Flytskjema av rensprosessen, fra innløp av gråvann til utløp av rensset gråvann. Vannet går videre til et simulert distribusjonsnettverk som brukes i biofilm-forsøket.

Fjerning av virus



Figur 39 – Viser middelveiden for viruskonsentrasjonene, av S.t.28b, i innløpet og i de tre prøvepunktene gjennom renseanlegget.

Er det trygt å dusje i rensset gråvann?

QMRA (Quantitative Microbial Risk Assessment):

To personer i studentboligene er syke av Rotavirus-infeksjon

Renset gråvann fra studentboligene skal brukes til dusj – antatt 100 mL oralt inntak/dusj

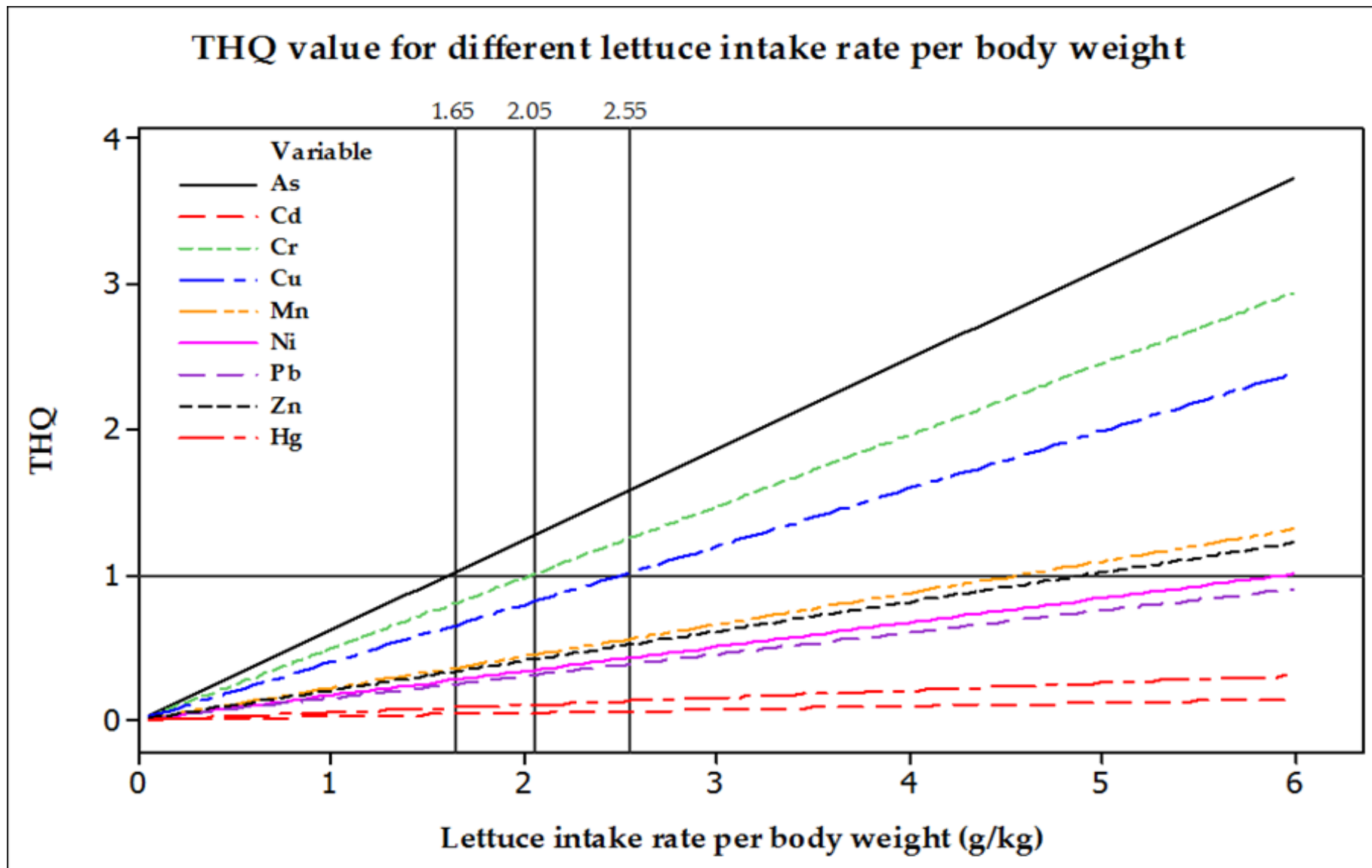
Ved bruk av klordesinfeksjon av rensset gråvann:

- Ikke observert biofilm i rørene som transporterer rensset gråvann.
- Ikke påvist hverken *Pseudomonas* eller *Legionella*.
- Totalt $>13 \log_{10}$ virus reduksjon (etter desinfeksjon med 20 ppm klor)
- **Helserisiko ved inntak av 100 mL rensset gråvann (under dusjing) er innenfor akseptabel helserisiko ($< 10^{-4}$ sannsynlighet for infeksjon)**
- **SVARET ER JA !**

Kan vi bruke rensset gråvann til salat-produksjon?



Går fint med hensyn på tungmetaller





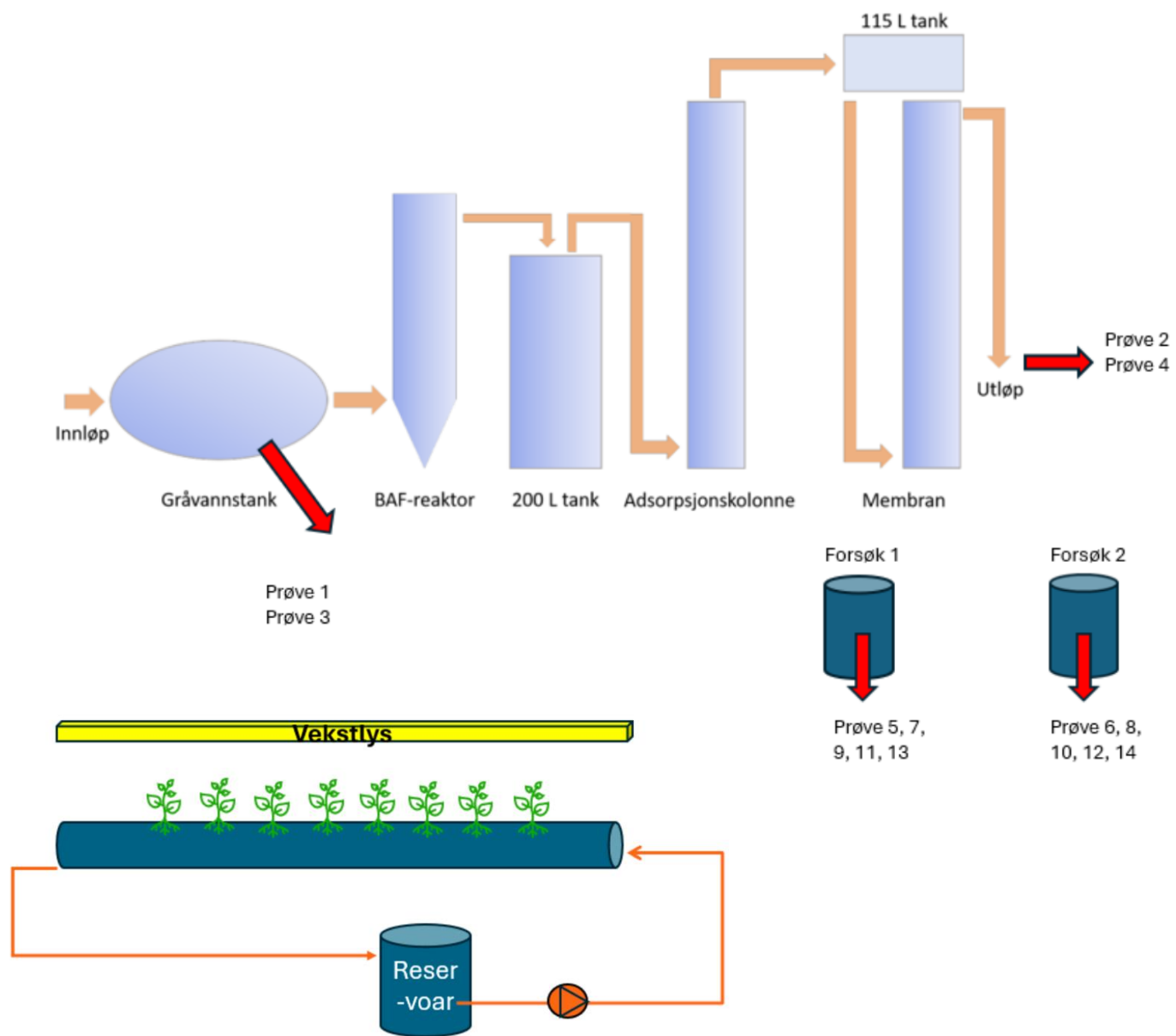
Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2025 30 stp
Realtek

RISIKOVURDERING AV ORGANISKE MIKROFORURENSNINGER I SALAT DYRKET MED RENSET GRÅVANN OG BEHANDLET SVARTVANN

Risk Assessment of Organic Micropollutants in
Lettuce Grown with Treated Greywater and
Processed Blackwater

Carl Håkon Espelund



Også trygt med hensyn på innhold av utvalgte medisinrester

Summary in English

This study explores the potential of hydroponic lettuce cultivation using treated greywater and blackwater as water and nutrient sources. The aim was to assess the uptake of organic micropollutants (OMPs) in lettuce and compare the results with store-bought samples. Findings show that treated greywater has a high purification efficiency and is safe to use, while treated blackwater may contribute to OMPs in the nutrient solution and plants.

Three OMPs, acetaminophen, diclofenac, and octocrylene, were analyzed. Risk assessment revealed that exposure through lettuce consumption is well below harmful levels. In fact, store-bought lettuce was found to contain similar or even higher levels of some OMPs compared to the experimental samples.

A quantitative risk assessment using the Target Hazard Quotient (THQ) and Hazard Index (HI) showed that all THQ values were well below 1. The combined HI for the three substances was 0.0059, significantly lower than the safety threshold of 1.

This indicates that long-term consumption of lettuce grown with recycled water poses no health risk.

Additionally, the study highlights the environmental benefits of hydroponic cultivation with recycled water. If all lettuce in Norway were grown this way, it could save over 14.6 million cubic meters of freshwater annually, equivalent to a financial saving of nearly 470 million NOK, based on current water tariffs in Oslo.

These findings support the conclusion that hydroponic farming with recycled resources is both safe and sustainable, offering great potential for future food production.

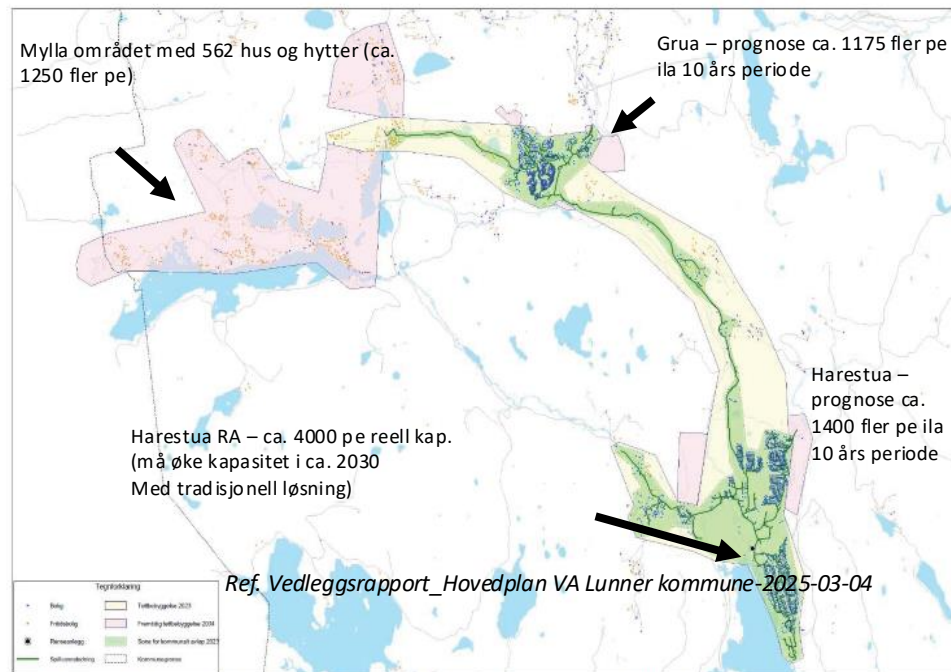
Bruk av renset gråvann til hydroponisk salatproduksjon

- **Acetamiophen-** *Parcet*, relativt lett biologisk nedbrytbart
- **Diclofenac-** *Voltarol/Voltaren*. Antiinflammatorisk, tungt nedbrytbar
- **Octocrylene-** Solkrem og kosmetikk
- Renset gråvann kan trygt brukes til produksjon av salat. (Target Hazard Quotient $\ll 1$)
- To av medisinene ble påvist i like store og til og med høyere nivå i salat kjøpt i butikken
- Næringsstoffer fra svartvann kan medføre forhøyet innhold av medisinrester i salaten.
- Dersom renset gråvann ble brukt til all salatproduksjon i Norge ville vi spart 14,6 mill. m³ ferskvann per år.

Oslofjordprosjektet 2024 – Nitrogenfjerning og ressursgjenvinning

Alt. 1 – Hovedplan for Vann og avløp

- Tilknytning av Mylla området via ny infrastruktur til Harestua RA
- Tilknytning av nye utbygginger på Grua og Harestua til Harestua RA
- 3 alternativer for utvidet Harestua RA innen 2031 – utvidelse/komplettering av eksisterende anlegg eller nybygg
- Nitrogen rensetrinn ca 2047 (når > 10 000 pe)



Figur 5-1: Tettbebyggelsen til Harestua RA. Gul skravur viser tettbebyggelsen i 2023, rosa skravur viser fremtidig tettbebyggelse og grønn skravur viser område som er tilknyttet Harestua RA i dag.



Hva kan vi gjøre i Norge ???

Det handler om kompetanse, rekruttering og anstrengt økonomi

- Anstrengt økonomi, store investeringsbehov, utfordringer i den daglige driften og betydelige rekrutteringsutfordringer i mange kommuner.
- Det er også betydelig kompetansebehov i Miljødirektoratet og hos Statsforvalterne (avløpsfaglig kompetanse).
- Svak økonomi og nedbemanning i U&H-sektoren.
- Synkende ungdomskull og «lekkasje» til Forsvaret - lave søkertall på siv.ing. (Vann og Miljøteknikk)
- Positivt: Økende interesse for yrkesfaglig utdanning. Disse må også få kunnskap om kildeseparerte avløpssystemer

Hva kan kommunene gjøre?

Må våge å satse på kompetanse:

- Delta i etterutdanningskurs
- Delta på utdanningsmesser og være aktiv i forhold til utdanningssektoren.
- Spille på lag med linjeforeningene (studentene).
- Tilby studenter sommerjobber, deltidsjobber og bachelor-/masteroppgaver.
- **Sørg for trygge (store nok fagfellesskap) slik at de yngre ikke blir sittende alene. Samarbeid med nabokommuner.**
- Våg å investere i **F&U** (se til Sverige)
 - Initiere og **samarbeide om gode F&U-prosjekter**
 - Felles satsing på offentlig PhD (kommunalt F&U-fellesskap)

Hva kan NMBU gjøre?

- **Bli mer fleksible:**
 - Bl.a. sørge for at masteroppgave-kontrakter kan inngås helt fram til oppstart av arbeidet (når de interessante «oppdragene» melder seg)
 - Akseptere skreddersøm i større grad. Det vil si:
 - Legge til rette for deltidsstudenter.
 - Tilpasse utdanningen slik at de med yrkesfag-bakgrunn og gjerne noe praksis, får en «gateway» inn i studieprogrammet.
 - Videreutvikle etterutdanningstilbudene i samarbeid med kommunene

Hva bør staten gjøre?

- Gi tid nok til kompetanse- og kapasitetsbygging på alle nivå. Etablere et offentlig PhD-program (30-40 øremerket VA-sektoren, et samarbeid mellom forvaltningen og universitetene)
- Styrk Miljødirektoratet og Stasforvalteren med avløpsfaglig kompetanse.
- Styrk samarbeidet (vertikalt og horisontalt).
- Sørg for en anskaffelses-praksis som ikke hindrer utvikling av nye, kostnadseffektive løsninger.
- Økonomisk støtte til kommuner som satser (og tar risiko) på ny teknologi/nye organisasjons- og samarbeidsformer som utnytter kompetansen mer effektivt (robuste fagfellesskap).
- Vær varsom med støtte til reetablering av gammel teknologi i større dimensjon. Dette vil svekke konkurransekraften i nye, fremtidsrettede løsninger!!
- Statsforvaltningen må bruke forskningsmiljøene mer aktivt (også universitetene, jfr. første pkt.)