



Bio-P-NÄTVERKSTRÄFF
Lund – VA SYD & LTH
24-25 oktober 2017

Aeroba granuler – En ny kompakt reningsteknik med Bio-P

Simon Bengtsson



simon.bengtsson@promiko.se



Simon Bengtsson & Alan Werker

- Tjänster för utveckling och implementering av nya bioprocesser
- Bro mellan FoU inom akademi och industri/kommun
- Labbtester, mikroskopering och analyser av mikrobiell ekologi

Svenskt Vatten
Friskt vatten, rena sjöar och hav

Kontakt In English Press Select Language

Sök på Svenskt Vatten

Vattentjänster Rapporter Utbildning **Forskning** Fakta om vatten Om oss Medlemservice

Svenskt Vatten / Forskning / Svenskt Vatten Utveckling / Pågående SVU-projekt / Aeroba granuler, en ny reningsteknik för kommunala avloppsreningsverk en kunskapssammanställning

Forskning

Svenskt Vatten Utveckling

Högskoleprogram

SVU Informerar

Pågående SVU-projekt

Utläysning om VA-investeringar

Aeroba granuler, en ny reningsteknik för kommunala avloppsreningsverk en kunskapssammanställning

Aerobt granulärt slam (AGS) är en innovativ, kompakt och energieffektiv avloppsvattenreningsprocess som nu verkar mogen för fullskaleimplementering världen över. Kunskapen om tekniken är dock generellt bristfällig i Sverige. På Österröds avloppsreningsverk i Strömstad ska Nordens första AGS-anläggning startas upp om två år (hvaestart mars 2016). En svensk intressentörinn.

Simon Bengtsson (Chalmers)
 Mark de Blois (H2OLAND)
 Jonatan Flodin (H2OLAND)
 Jesper Olsson (Uppsala Vatten och Avfall)
 Maria Jonstrup (VA SYD)
 Karin Myring (Strömstads kommun),
 Jerry Johansson (Strömstads kommun)
 Britt-Marie Wilén (Chalmers)
 David Gustavsson (Sweden Water Research)



STRÖMSTADS
KOMMUN



Aeroba granuler, en ny reningsteknik för kommunala avloppsreningsverk

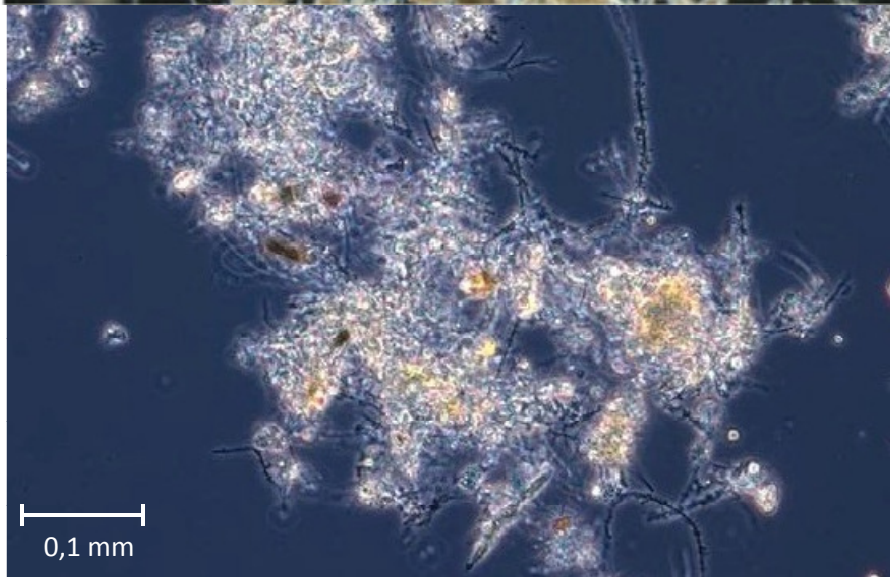
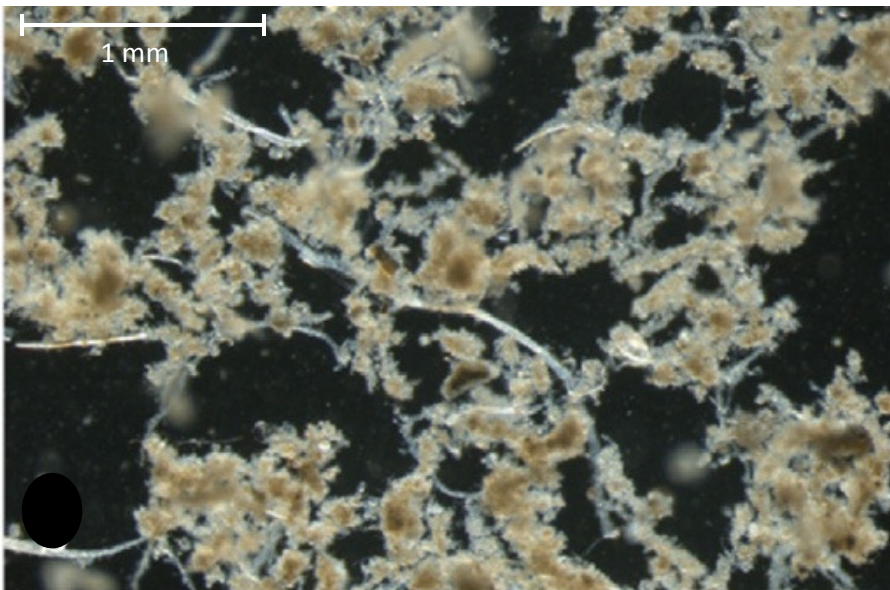
En kunskapssammanställning

*Simon Bengtsson
Mark de Blois
Jonatan Flodin
Jesper Olsson
Maria Jonstrup*

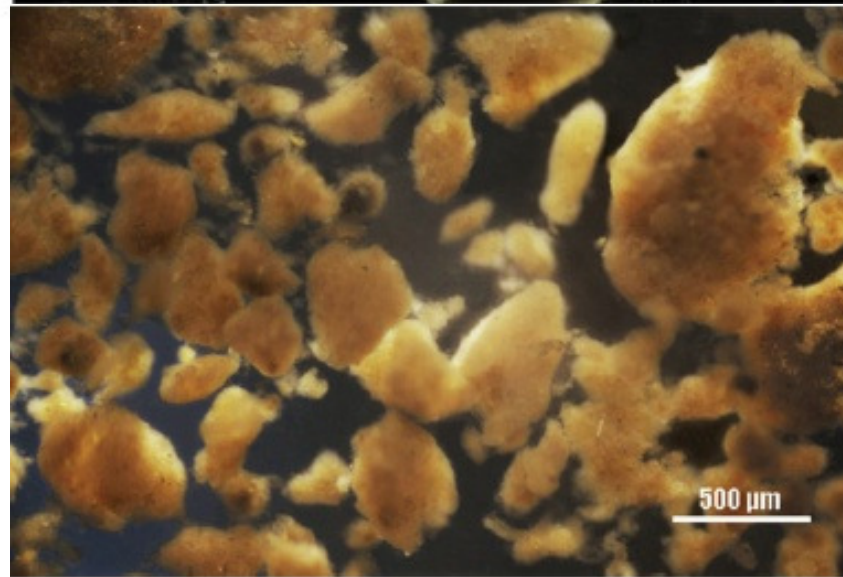
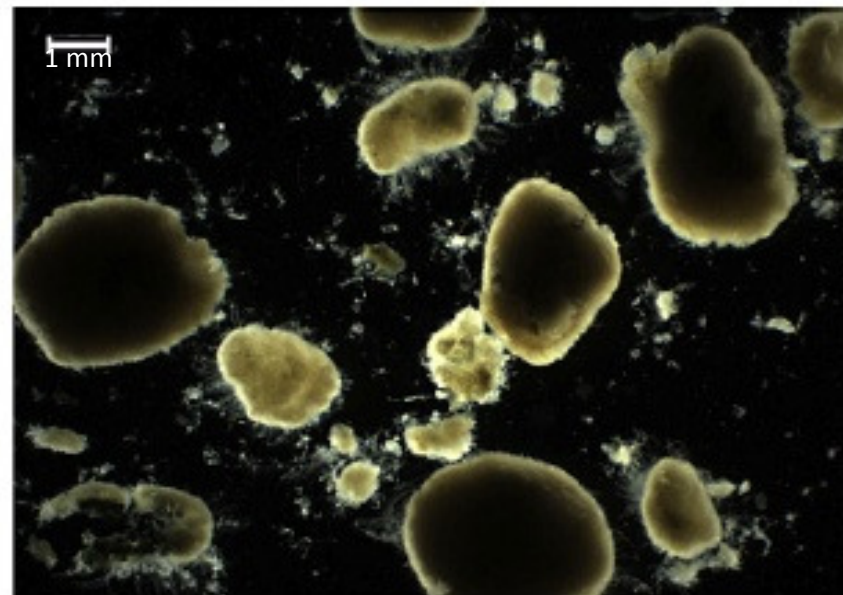
*Karin Myring
Jerry Johansson
Britt-Marie Wilén
David Gustavsson*



Aktivt slam



Aerobt granulært slam (AGS)



De Kreuk et al., 2010; Li et al., 2014

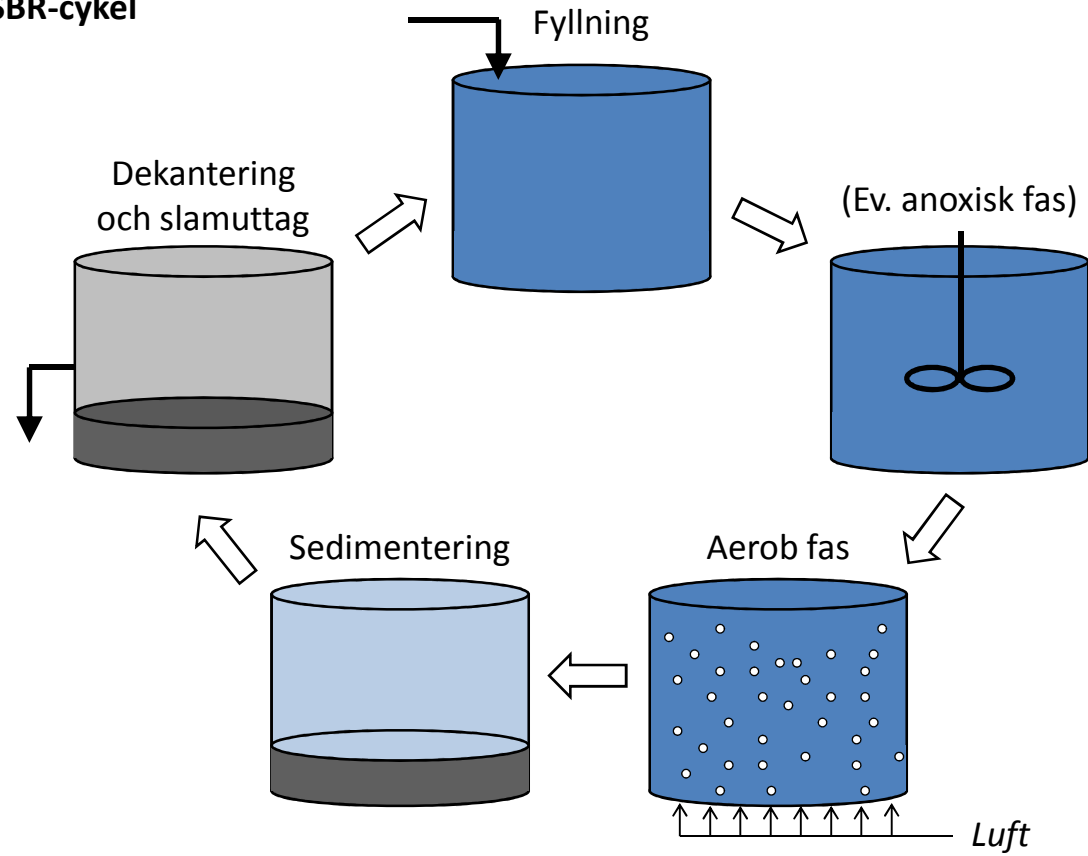


Royal HaskoningDHV

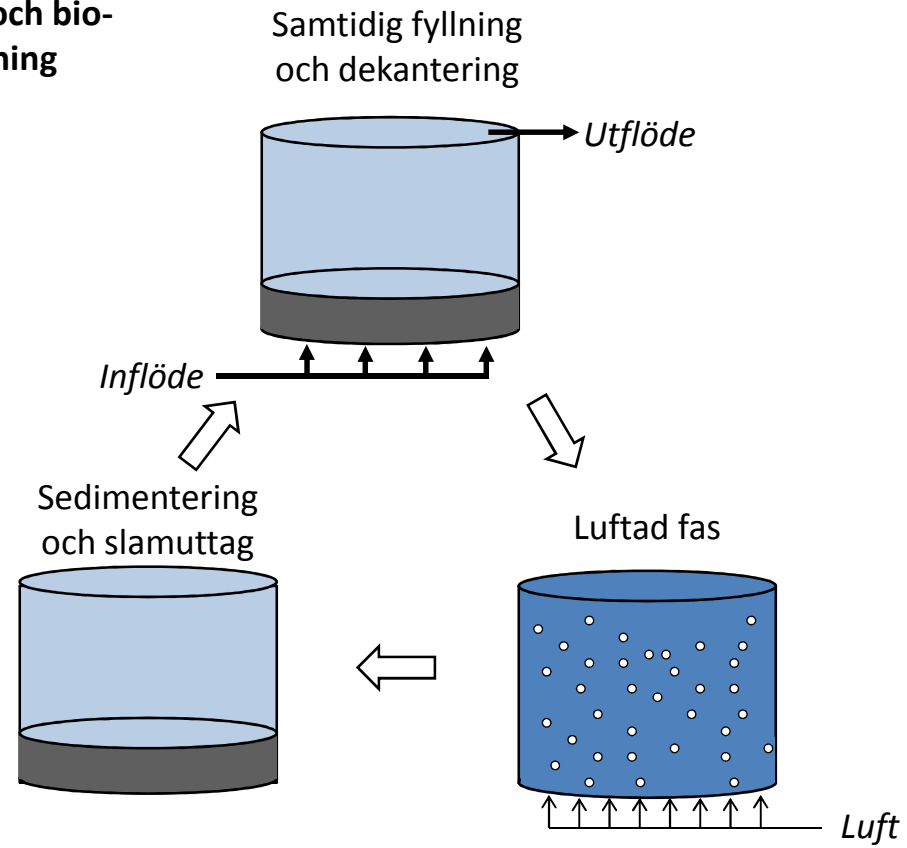
Faktorer som skapar granuler

- **Höga koncentrationer**
 - SBR
 - Pluggflöde (fyllning underifrån)
- **Sedimenteringshastighet**
 - Kort tid för sedimentering
 - Flockar sköljs ut
- **Skjuvkrafter**
 - Kollisioner och nötning
- **Långsam tillväxt**
 - Kan åstadkommas genom lagring av lättnedbrytbart (PHA)
 - Aerobt: "Fest-svält"
 - Anaerobt-aerobt: Bio-P
 - Gynnas av SBR och pluggflöde

Typisk SBR-cykel



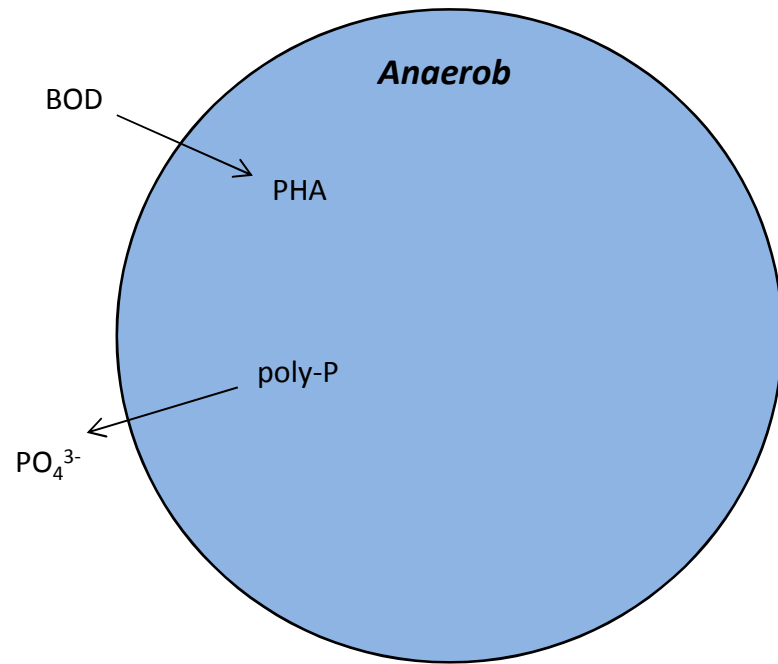
SBR-cykel för AGS och biologisk fosforavskiljning



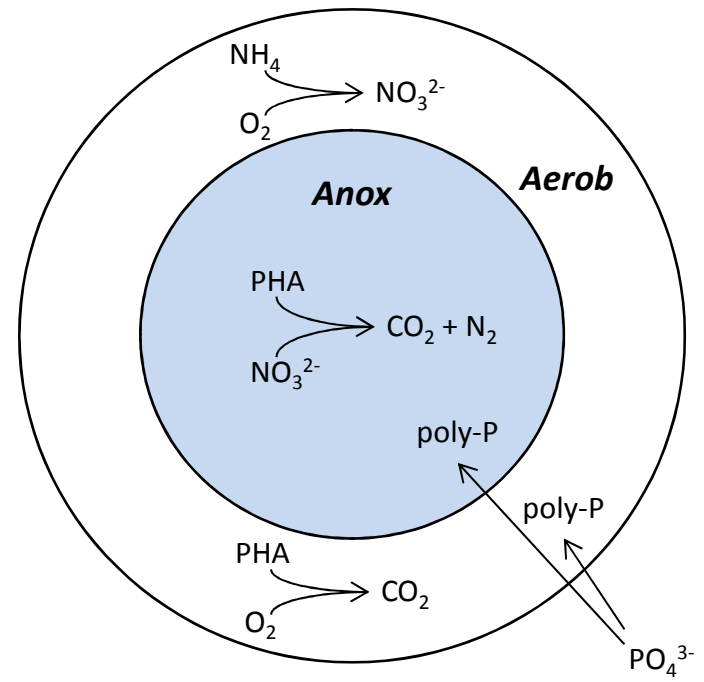
Synergi AGS+Bio-P

- Ger långsam tillväxt
 - Stabila granuler
 - Möjliggör lågt syrehalt (SND)
- Möjliggör pluggflöde
 - Hög koncentration
 - Långsam fyllning (mindre buffertlagring)
- Hög sedimenteringshastighet för PAO-granuler
 - Positiv spiral

Anaerob fas

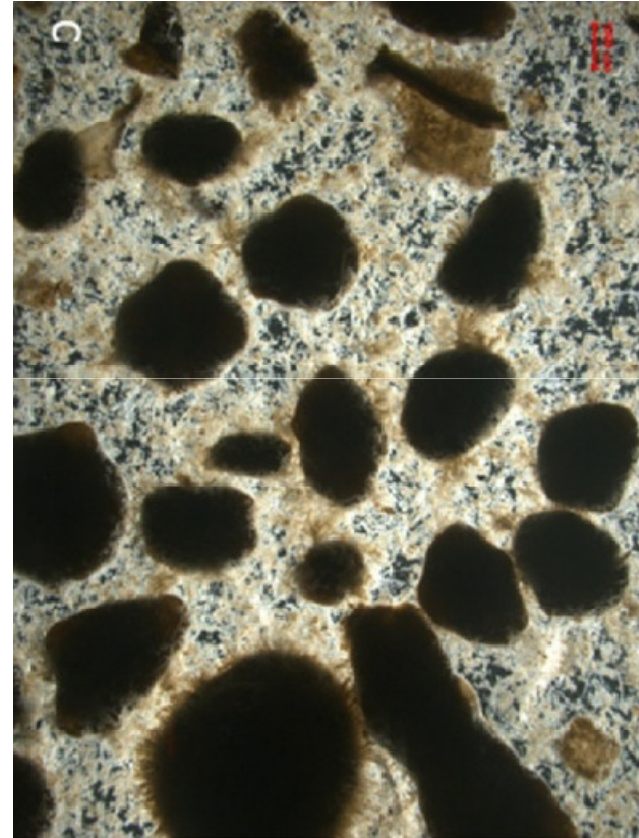


Luftad fas



Partikulär COD

- Anaerob fyllning (1-3,5 m/h)
 - Hydrolys av partiklar till lättnedbrytbart
 - Stabilare granuler
 - Mer bio-P och SND
 - Viss del aktivslamflockar (15-25%)
 - Utgående < 15 mg SS/l



Pronk et al., 2015

Typiska driftsbetingelser

- Specifik org. belastning 0,1–0,14 kg COD/(kg SS d)
- Slamhalter ≈ 8 g SS/l
- Vol. organisk belastning 0,8–1,1 kg COD/(m³ d)
→ HRT ≈ 10 -15 tim
- SRT 20-50 dygn

18 st

8 st

13 st

Operational plants	Daily average flow (m ³ /day)	Peak flow (m ³ /h)	Person Equivalent (Calculated for p.e. a 64 g. BOD)	Start-up
Vilka, Ede (NL)	50-250		1,500-5,000	2005
Cargill, Rotterdam (NL)	700		10,000-30,000	2006
Smilde, Oosterwoide (NL)	500		5,000	2009
STP Gansbaai (RSA)	5,000	400	63,000	2009
STP Epe (NL)	8,000	1,500	41,000	2011
STP Garmerwoide (NL)	30,000	4,000	140,000	2013
STP Vroomshoop (NL)	1,500	200	12,000	2013
STP Dinxperlo (NL)	3,100	570	11,000	2013
STP Wemmershoek (RSA)	5,000	468	39,000	2013
STP Frielas, Lisbon (PT)	12,000	1,850	44,000	2014
STP Ryki (PL)	5,601	465	43,000	2015
Westfort Meatproducts, IJsselstein (NL)	1,400		43,000	2015
STP Clonakilty (IRL)	4,896	622	23,000	2015
STP Carrigtwohill (IRL)	6,750	844	41,000	2015
STP Deodoro, Rio de Janeiro (BR)	Phase I - 64,800 Phase II - 86,400	4,590 6,120	360,000 480,000	2016 2025
STP Kingaroy (AUS)	2,625	450	11,000	2016
STP Simpelveld (NL)	3,668	945	10,000	2016
STP Cork Lower Harbour (IRL)	18,280	1,830	72,000	2017
Plants under construction				
STP Jardim Novo, Rio Claro (BR)	24,166	1,806	152,000	2017
STP Hartbeestfontein (RSA)	5,000	208	52,000	2017
STP Ringsend SBR Retrofit 1 Cell PP&2, Dublin (IRL)	21,700	6,750	94,000	2017
STP Highworth (UK)	1,444	197	10,000	2017
STP Alpnach (CH)	14,000	1,872	48,000	2017
STP Zutphen (NL)	10,128	550	237,000	2017
STP Faro – Oihão (PT)	20,582	1,908	149,000	2018
STP Utrecht (NL)	55,000	13,200	343,000	2018
Plants under design				
STP Österröd, Strömstad (S)	3,730	360	13,000	2017
STP Tatu, Limeira (BR)	57,024	3,492	322,000	2017
STP São Lourenço, Recife (BR)	Phase I – 18,842 Phase II - 25,123	1,287 1,715	105,000 140,000	2018 2024
STP Jaboatão, Recife (BR)	Phase I - 109,683 Phase II - 154,483	8,536 12,037	609,000 858,000	2017 2025
STP Jardim São Paulo, Recife (BR)	Phase I – 22,792 Phase II – 67,764	1,871 5,577	109,000 325,000	2017 2025
STP Inverurie (UK)	10,871	544	47,000	2017
STP Ganol (UK)	14,000	1,800	166,000	2017
STP Great Dunmow (UK)	3,071	272	13,500	2018
STP Kendal (UK)	25,000	1,749	103,000	2018
STP Morecambe (UK)	17,000	2,088	33,000	2018
STP Barston (UK)	14,837	1,424	85,000	2018
STP Ringsend Capacity Upgrade, Dublin (IRL)	117,000	9,240	2,400,000	2019
STP Kloten (CH)	26,000	2,850	125,000	2019

Nereda[®] Garmerwolde

- 28 600 m³/d
- Två SBR:er (9 600 m³)
- Buffert (4 000 m³)
- Cykeltid 6,5 eller 3 tim
- Möjlighet till recirkulering
- Vattendjup 7,5 m



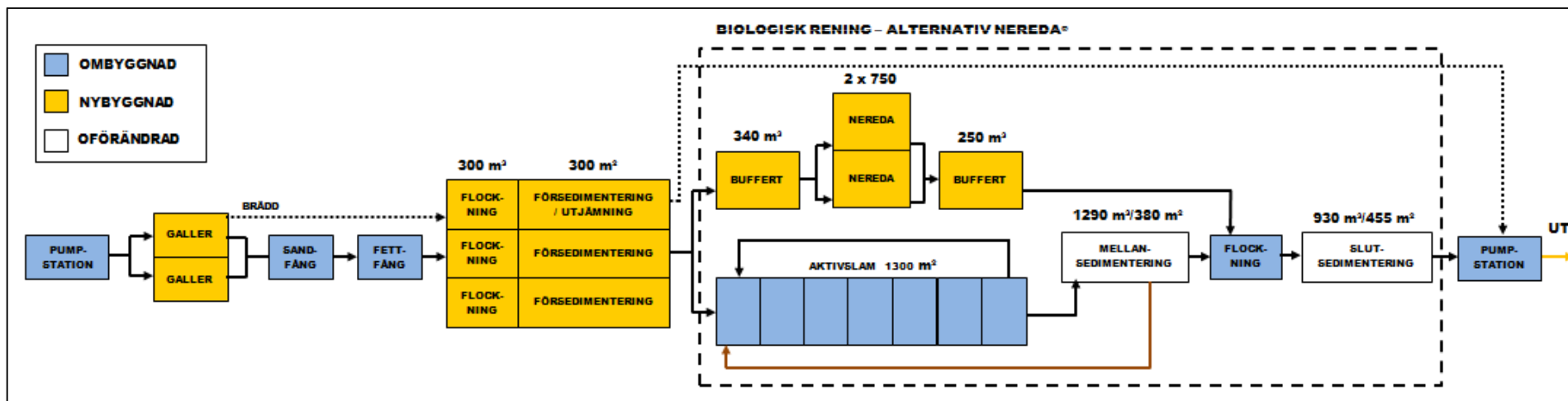
Nereda[®] Garmerwolde

- Uppstart 6 mån
- Därefter
 - 20 mg SS/l
 - 7 mg N/l
 - 0,9 mg/P
- SND och bio-P
 - Dock 0,18 mol Fe³⁺/mol P
- 33 % mindre volym
- 50 % lägre elanvändning



Österröds ARV (Strömstad)

- Ombyggnad pågår, uppstart sommaren 2018
- 30 000 pe, 60 % till AGS
- Krav AGS: 10 mg N/l, 1 mg P/l och 20 mg SS/l
- Polering med fällning/slutsedimentering



STRÖMSTADS
KOMMUN



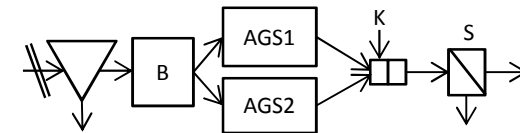
H2OLAND

Teknikjämförelse

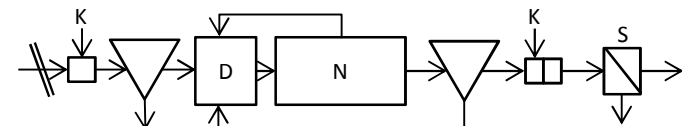
1. AGS
2. Aktivt slam med kem-P (MLE)
3. Aktivt slam med bio-P (UCT)
4. Aktivt slam och MBBR (IFAS)
5. Membranbioreaktor (MBR)

Förutsättningar:

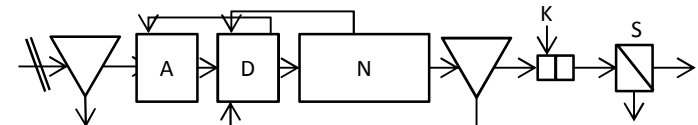
- 50 000 pe, 8 mg N/l, 0,2 mg P/l, 7°C
- Samma tankdjup (5 m)



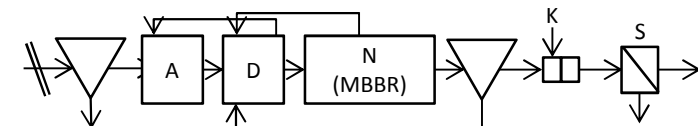
Alternativ 1: AGS-process



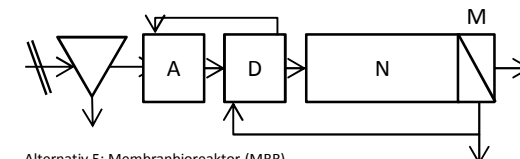
Alternativ 2: Aktivslamprocess med kemisk fosforavskiljning (MLE)



Alternativ 3: Aktivslamprocess med biologisk fosforavskiljning (UCT)

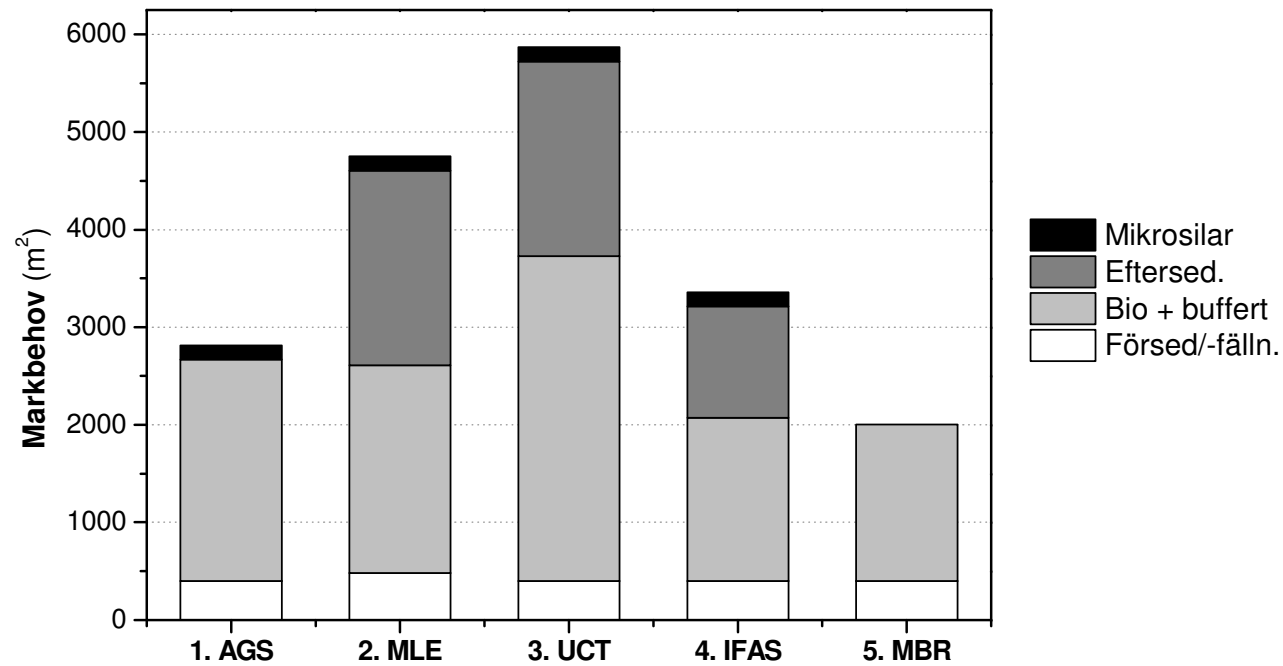


Alternativ 4: Hybridprocess med aktivt slam och MBBR (IFAS)



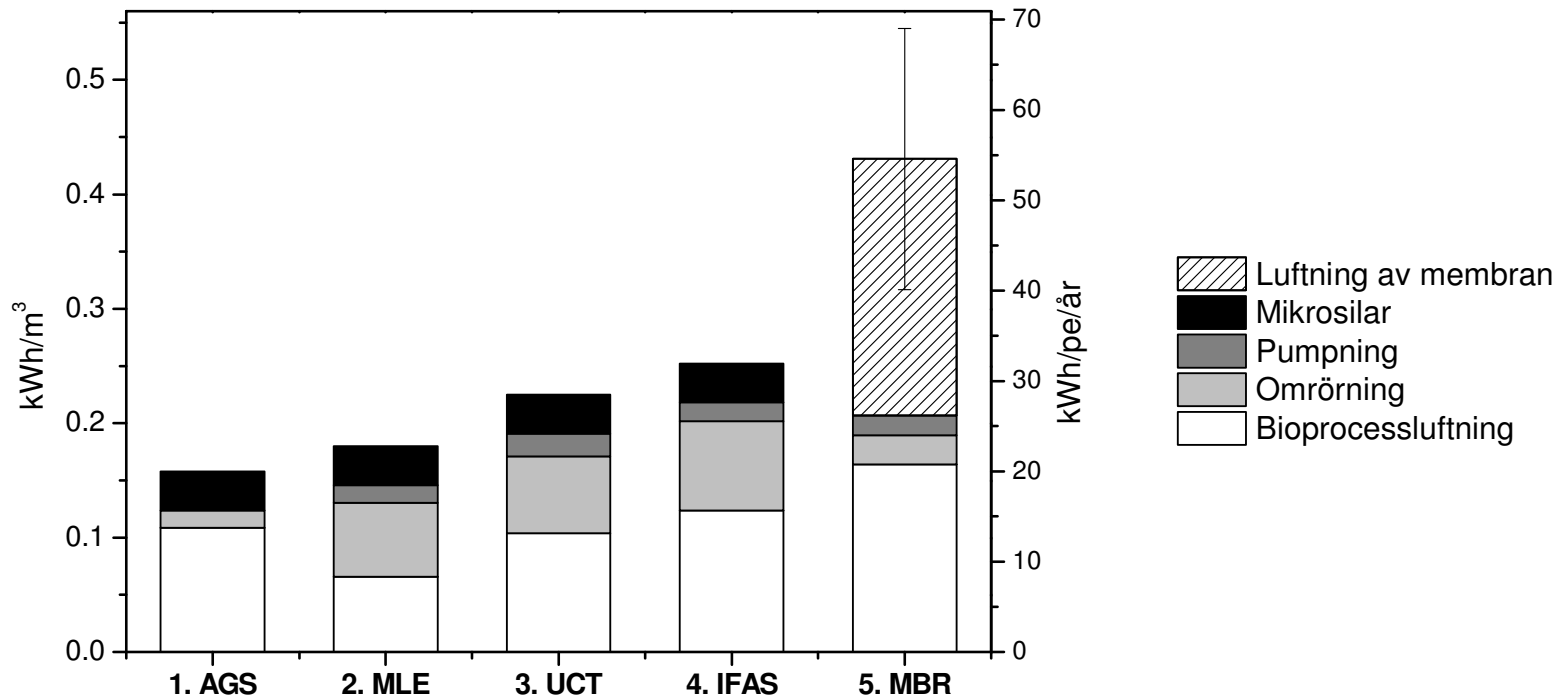
Alternativ 5: Membranbioreaktor (MBR)

Markyta



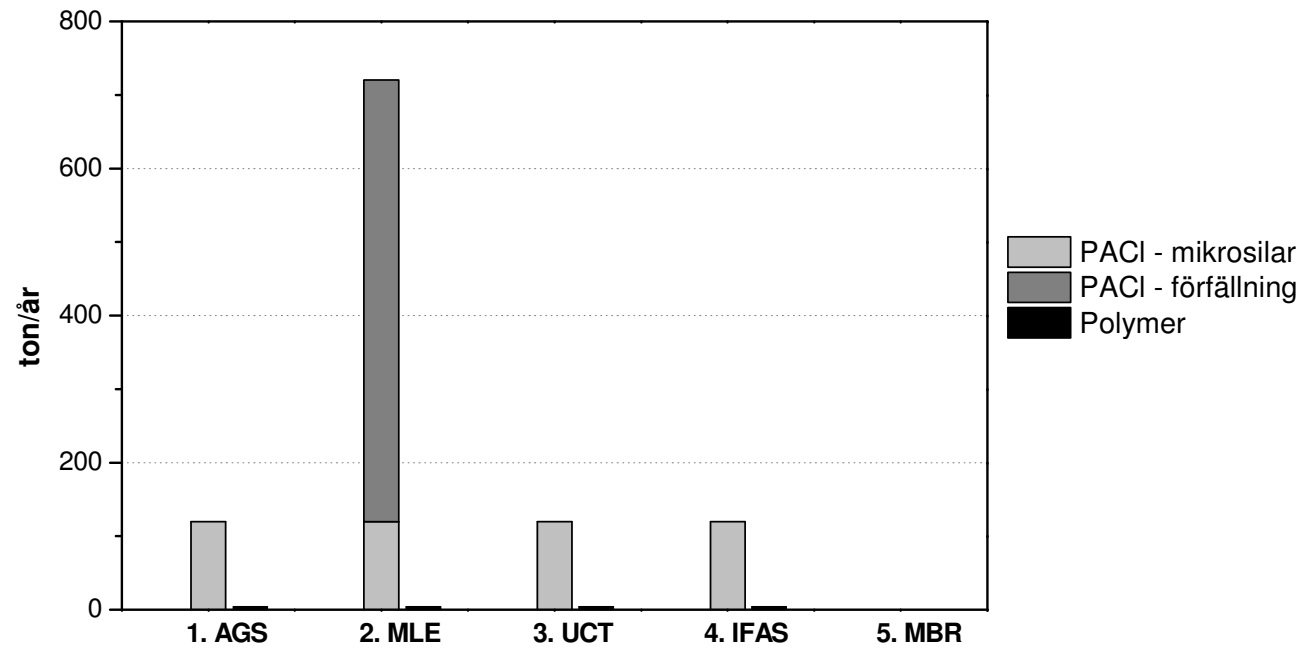
AGS kräver 50 % mindre markyta än aktivslam. Även mindre än IFAS.

Elenergianvändning



AGS kräver 30-40 % mindre el än aktivslam och IFAS.

Kemikalier



Tekniska utmaningar

- Bemästring av granuleringen
- Låga halter N och P
- Samtidig fyllning och tömning
- SBR
 - Känslig för flödesvariationer
 - Mer avancerad styrning
- Uppstarttid
- Övervakning
- Hur påverkar förbehandling?
- Slamhantering/rötning

Övriga utmaningar

- Patent
- En leverantör
- Sekretess
- Upphandling