

Master thesis project 2026

Optimering av driftparametrar för produktion av intern kolkälla genom fermentering av slam i kallt klimat – tillämpning på Fillans avloppsreningsverk

Bakgrund

Kväverening, minskade utsläpp och klimatneutralitet är centrala mål för moderna avloppsreningsverk. Striktare utsläppskrav från EU och svenska myndigheter ställer allt högre krav på effektiva och hållbara processer för rening av avloppsvatten. Projektet Kall-PN (finansierat av FORMAS och flera norrländska VA-organisationer) syftar till att utveckla och testa tekniska lösningar för biologisk kväve- och fosforrening anpassade till norrländska förhållanden, där låga vattentemperaturer och varierande flöden vid snösmältning skapar särskilda utmaningar. Tidigare har de norrländska avloppsreningsverken varit undantagna krav på avskiljning av kväve, bland annat då kväverening historiskt ansetts svårt att uppnå vid låga temperaturer och höga flöden, men med det nya avloppsdirektivet kommer detta förmodligen att förändras.

För att uppnå biologisk kväverening krävs en extern kolkälla, det vill säga ett lättnedbrytbart organiskt ämne som driver denitrifikationsprocessen. Traditionellt används flytande kolkällor som metanol eller etanol. Dessa har god teknisk effekt men är förenade med flera nackdelar då de ofta är fossilbaserade, genererar klimatutsläpp vid produktion och transport och har stigande kostnader. Dessutom strider deras användning mot målet om ökad resurseffektivitet och cirkulär ekonomi inom VA-sektorn.

Kall-PN bygger vidare på erfarenheterna från det tidigare projektet Kall-N, där god kvävereduktion uppnåddes vid temperaturer ner till 5 °C med MBBR-teknik (Moving Bed Biofilm Reactor). Inom Kall-PN undersöks nu möjligheten att producera och använda intern kolkälla genom fermentering av avloppsslam, vilket kan ersätta dyra kemikalier och bidra till en mer resurseffektiv och klimatsmart process. För att uppnå en stabil och effektiv fermentering krävs dock att driftparametrar som temperatur, uppehållstid och belastning optimeras. Det är också oklart hur stor andel av slammet som behöver fermenteras för att täcka behovet av kolkälla vid biologisk kväve- och/eller fosforrening i fullskala.

Projektbeskrivning

Examensarbetet fokuserar på att utvärdera driftbetingelser för fermentering av slam med syfte att producera intern kolkälla vid Fillans avloppsreningsverk i Sundsvall inom ramen för Kall-PN-projektet. Arbetet kombinerar praktiskt pilotarbete med dataanalys, vilket ger en unik inblick i samspelet mellan processdesign, resurseffektivitet och klimatpåverkan.

Arbetet kan omfatta följande delar:

- Pilotförsök i fermenteringsanläggningen vid Fillans reningsverk, under de driftförhållanden som valts utifrån småskaliga laboratorieförsök i tidigare exjobb.
- Analys av kvalitet av producerad kolkälla, inklusive sammansättning, koncentrationer, och stabilitet över tid.
- Beräkningar av behov av kolkälla i den biologiska reningen, baserat på processdata från Fillans reningsverk samt pilotanläggningarna, samt bedömning av hur stor andel av slamflödet som behöver fermenteras för att täcka behovet av intern kolkälla i fullskala, vid olika processalternativ.

Arbetet lämpar sig för en student med intresse för vattenrening, biologiska processer och praktisk processteknik. Utgångspunkt för genomförandet av examensarbetet kommer att vara på Fillans avloppsreningsverk i Sundsvall. Erfarenhet av laboratorie- eller pilotarbete, eller särskilt intresse för detta, är meriterande.

Mål

Syftet med examensarbetet är att utvärdera valda driftparametrar för fermentering av avloppsslam i kallt klimat samt att kvantifiera hur mycket av slamflödet som behöver behandlas för att möta reningsverkets behov av intern kolkälla.

Arbetet ska:

- Bestämma vilka koncentrationer och sammansättningar av flyktiga fettsyror (VFA) som kan uppnås vid fermentering av primärslam.
- Studera hur stabil producerad kolkälla är, dvs om den kan lagras över tid.
- Bedöma hur stor andel av slamflödet som behöver fermenteras för att uppnå önskad koltillförsel vid biologisk kväve- och/eller fosforrening i fullskala.
- Bidra till utvecklingen av klimatsmarta, resurseffektiva och självförsörjande reningsverk anpassade till nordiskt klimat.

Handledare

Emelie Persson, IVL Svenska Miljöinstitutet

Intresserad? Kontakta:

Emelie Persson, emelie.persson@ivl.se

Malin Tuvevesson, malin.tuvevesson@msva.se

In English

Proposed Title: Optimization of Operating Parameters for the Production of Internal Carbon Source through Sludge Fermentation in Cold Climate – Application at Fillan Wastewater Treatment Plant

Background

Nitrogen removal, emission reduction, and climate neutrality are key goals for modern wastewater treatment plants. Stricter discharge requirements from the EU and Swedish authorities are setting increasingly higher demands for efficient and sustainable wastewater treatment processes. The project Kall-PN (funded by FORMAS and several northern Swedish water utilities) aims to develop and test technical solutions for biological nitrogen and phosphorus removal adapted to northern Swedish conditions, where low water temperatures and variable flows during snowmelt pose particular challenges. Historically, wastewater treatment plants in northern Sweden have been exempt from nitrogen removal requirements, partly because nitrogen removal has been considered difficult to achieve at low temperatures and high flows. However, with the new EU Urban Wastewater Directive, this is likely to change.

To achieve biological nitrogen removal, an external carbon source is required, i.e. an easily degradable organic substance that drives the denitrification process. Traditionally, liquid carbon sources such as methanol or ethanol are used. These provide good technical performance but have several disadvantages, as they are often fossil based, generate greenhouse gas emissions during production and transport, and have increasing costs. Their use also conflicts with the sector's goals of improved resource efficiency and circular economy.

Kall-PN builds on experience from the earlier Kall-N project, in which efficient nitrogen reduction was achieved at temperatures as low as 5 °C using MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) technology. Within Kall-PN, the potential to produce and use an internal carbon source through fermentation of wastewater sludge is being explored. This could replace expensive chemicals and contribute to a more resource-efficient and climate-smart process. However, to achieve stable and efficient fermentation, operating parameters such as temperature, retention time, and loading rate must be optimized. It is also unclear what proportion of the sludge needs to be fermented to meet the carbon source demand for full-scale biological nitrogen and/or phosphorus removal.

Project Description

The master's thesis focuses on evaluating operating conditions for sludge fermentation with the aim of producing an internal carbon source at the Fillan Wastewater Treatment Plant in Sundsvall, within the framework of the Kall-PN project. The work combines practical pilot-scale

experiments with data analysis, providing a unique insight into the interplay between process design, resource efficiency, and climate impact.

The project may include the following components:

- Pilot trials in the fermentation facility at Fillan WWTP, under operating conditions selected based on previous small-scale laboratory experiments.
- Analysis of the produced carbon source, including composition, concentrations, and stability over time.
- Calculations of carbon source demand in the biological treatment process, based on operational data from Fillan WWTP and pilot-scale facilities. The study will also assess what fraction of the sludge flow must be fermented to meet the internal carbon source demand at full scale, for different process alternatives.

The project is suitable for a student interested in wastewater treatment, biological processes, and practical process engineering. The work will be based at Fillan Wastewater Treatment Plant in Sundsvall. Experience in laboratory or pilot-scale work, or a particular interest in such, is considered an advantage.

Objectives

The purpose of the thesis is to evaluate selected operating parameters for sludge fermentation in cold climate conditions and to quantify how much of the sludge flow must be treated to meet the plant's need for internal carbon source.

The work shall:

- Determine achievable concentrations and compositions of volatile fatty acids (VFAs) produced during primary sludge fermentation.
- Study the stability of the produced carbon source, i.e., its storage potential over time.
- Assess what proportion of the sludge flow must be fermented to achieve the desired carbon supply for full-scale biological nitrogen and/or phosphorus removal.
- Contribute to the development of climate-smart, resource-efficient, and self-sufficient wastewater treatment plants adapted to Nordic climates.

Supervisors

Emelie Persson, IVL Swedish Environmental Research Institute

Interested? Contact:

Emelie Persson – emelie.persson@ivl.se

Malin Tuvevsson – malin.tuvevsson@msva.se