

Sammanfattning av DRICKS examensarbeten 2021



Innehållsförteckning

Introduktion	3
Genomförda examensarbeten 2021.....	3
Hydrodynamic modelling of current and future spread of PFOS in Lake Ekoln - impacts of climate change and socioeconomic development.	4
Hälsoriskanalys av läkemedelsrester i dricksvatten påverkat av avloppsvatten i Sydafrika samt en undersökning av befolkningens acceptans av oavsiktlig återanvändning	5
Impact of pathogen intrusion in water distribution network under sustained low pressure conditions.....	7
Utforskning av flödescytometri för övervakning av mikrobiell vattenkvalitet vid underhåll av dricksvattenledningar	8
Assessing the role of the drinking water distribution system on the bacterial community in public buildings	9
Modeling the effects of socioeconomic development and climate change on the microbial water quality in the catchment of Lake Mälaren	10
Predictive analysis of E. coli levels to assess water quality in the river Göta älv	11
Identifiering och analys av mindre grundvattenresurser och hur de kan utnyttjas	12
Investigation of sustainable methods to reduce water hardness in drinking water treatment plants	13
Risk-based Rehabilitation of Wastewater Pipes	14
Undersökning av tidigt varningssystem för algblomning – en studie genom vattenkvalitetsmätningar med EXO2 sond, fjärranalys och vattenprovtagning.....	15
Övriga examensarbeten under programperioden 2018-2020	16

Kontaktuppgifter DRICKS:

Thomas Pettersson, biträdande professor, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Vatten Miljö Teknik. Föreståndare.
thomas.pettersson@chalmers.se. Tel: 031-7722127.

Andreas Lindhe, Forskare, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Geologi och geoteknik. Vice föreståndare.
andreas.lindhe@chalmers.se. 031-7722060.

Louise Kärnell, koordinator. louise.karnell@chalmers.se

Introduktion

DRICKS vision är att utveckla och sprida tillämpad kunskap kring dricksvatten i hela värdekedjan – från råvatten till tappkran. Därför arbetar DRICKS i nära samverkan med dricksvattenbranschen för att lösa aktuella och långsiktiga utmaningar genom forskning och utbildning. Samverkan sker via ständig dialog med dricksvattenbranschen i form av fallstudier och projekt för att skapa kontinuitet samt generera ny kunskap och nya verktyg för branschen, men även genom examensarbeten som ofta genomförs i nära samarbete med dricksvattenproducenter som är medlemmar i DRICKS.

DRICKS är en centrumbildning för dricksvattenforskning vid Chalmers, SLU och Lunds universitet, med målet att tillsammans med andra bidra till en säkrare dricksvattenförsörjning. För att klara både dagens och framtida utmaningar måste forskare, branschen, myndigheter och övriga aktörer samverka kring forskningsfrågor och globala hållbarhetsmål.

Under år 2021 har examensarbeten genomförts på alla tre universitet inom DRICKS, där ibland parallella examensarbeten genomförs så att studenter och handledare kan dra nytta av varandras kompetensområden och får ytterligare anledning till samarbete. Forskare har under året handlett examensarbeten i en inspirerande miljö som präglas av hög vetenskaplighet och i nära kontakt med våra medlemsorganisationer, som huvudsakligen består av vattenproducenter och kommuner.

Genomförda examensarbeten 2021

Nedan följer sammanfattningar av genomförda examensarbeten samt länkar till de fullständiga rapporterna.

Hydrodynamic modelling of current and future spread of PFOS in Lake Ekoln - impacts of climate change and socioeconomic development.

Amanda Hansson and Elin Josefsson

Summary

High levels of PFOS have been detected in Lake Ekoln - a sub basin to Mälaren, and its surrounding environment. This study was developed by Chalmers in collaboration with Norrvatten, and the aim was to analyse current and future spread of PFOS in Lake Ekoln. Sources to, and pathways for, PFOS in the area, and processes affecting fate and transport of PFOS were investigated. Hydrodynamic modelling in MIKE 3 FM was applied to simulate the current spread of PFOS in the lake, but also to investigate future conditions in regard to climate change and socioeconomic development. Future scenarios were set up for 2050 where climate change was described by Representative Concentration Pathways (RCPs) and socioeconomic development by Shared Socioeconomic Pathways (SSPs).

Major sources of PFOS in Lake Ekoln are firefighting training sites where firefighting foam containing PFOS historically have been used, and the Wastewater Treatment Plant (WWTP) Kungsängsverket. Fyrisån receives water from both of these sources and is considered to be the major pathway for PFOS entering Lake Ekoln. Other possible sources are landfills, industrial activities and On-site Wastewater Treatment Systems (OWTS), and other pathways are Uppsalaåsen, precipitation and other rivers. Processes affecting the fate and transport of PFOS are sedimentation and bioaccumulation, however, these were not included in the modelling. Climate change predicted until 2050 is assumed to not affect the distribution of PFOS in Lake Ekoln much while socioeconomic development will have a larger impact - the concentration of PFOS is assumed to decrease, however the extent of the decrease varies a lot between the different SSPs. Urbanization may increase the emission of PFOS if the consumption continues as today. Remediation at the contaminated sites and developed treatment techniques in Kungsängsverket are assumed to be important measures to reduce the emission.

Considering the possibilities to use Lake Ekoln as a drinking water source in regard to PFOS, the quality is good and will remain so in 2050, according to the current regulations. However, other kinds of PFAS could be as harmful as PFOS why research regarding the spread of PFAS in the area needs to proceed. The identification of sources and pathways for PFOS in this study can be used when discussing where to implement measures to limit the spread of PFOS, and the simulations for the future present expected conditions and indicate which measures that will have more or less impact on the spread. The model may also be useful in investigation of a suitable place for a possible drinking water intake in Lake Ekoln, in regard to the level of PFOS.

<i>Period for the thesis</i> January 2021 – June 2021	<i>Examining university</i> Chalmers University of Technology
<i>Level</i> Master thesis	<i>Higher education credits</i> 30 hp
<i>Supervisor</i> Ekaterina Sokolova, Chalmers Mia Bondelind, Chalmers	<i>Keywords</i> PFOS, drinking water, hydrodynamic modelling, climate change, socioeconomic development
<i>Link to the thesis</i> https://hdl.handle.net/20.500.12380/303584	

Hälsoriskanalys av läkemedelsrester i dricksvatten påverkat av avloppsvatten i Sydafrika samt en undersökning av befolkningens acceptans av oavsiktlig återanvändning

Emelie Andersson och Ellen Svärd

Sammanfattning

Under de senaste decennierna har läkemedelsrester som härstammar från avloppsvatten detekterats i dricksvatten runt om i världen. Detta har föranlett en oro hos konsumenter och vattenleverantörer för potentiella hälsoeffekter och risker orsakade av långvarig exponering av läkemedel genom konsumtion av dricksvatten. Jämfört med riskbedömningar på mikrobiella risker, har forskningen på kemiska risker inte kommit lika långt, därför syftar denna studie att bidra till vidare forskning för att fylla detta tomrum.

Syftet med denna studie var att utveckla en modell för kvantitativ kemisk riskbedömning för hälsorisker orsakade av långvarig exponering av karbamazepin, diklofenak och sulfametoxazol i dricksvatten. Studien gjordes på två vattenverk belägna längs floden Berg River i Sydafrika. Floden Berg River har under torrperioder uppmätt 99% innehåll av renat avloppsvatten (oavsiktlig vattenåteranvändning), vilket kan leda till högre halter av läkemedelsrester i dricksvatten. En känslighetsanalys med olika scenarier (olika reningssteg) på befolkningsgrupperna: spädbarn, barn och vuxna utfördes. Dessutom genomfördes en intervjustudie i syfte att undersöka allmänhetens uppfattning om konceptet återanvändning av vatten och om befolkningen känner tillit till att vattnet är tillräckligt rent.

Resultatet visade att det inte föreligger några hälsorisker för någon av befolkningsgrupperna som exponeras för någon av de läkemedel som studerades via dricksvatten. Av de studerade grupperna och läkemedlen, var spädbarn med bröstmjölk ersättning och barn exponerade av diklofenak den grupp som befinner sig närmast att löpa hälsorisker, därför är ett förslag att implementera GAC-filter, eftersom denna studie visade att det reducerar hälsorisken. Resultaten från intervjustudien visar att den övergripande uppfattningen om vattenåteranvändning är att de flesta accepterar det som en vattenresurs, men majoriteten tvivlar på om det är säkert att dricka. Denna studie har visat att kunskapsspridning och involvering av befolkningen tillsammans med tillgängliga bevis att det är säkert att dricka är nyckelfaktorer för lyckad implementering av vattenåteranvändning.

Riskbedömningar som denna är starkt kopplade till ökad acceptans.

Detta examensarbete har utvecklat ett ramverk och metod för kvantitativ kemisk riskbedömning, och metoden bidrar till ett tomrum i forskningen. Genom att följa samma metod som utvecklats i denna studie är det möjligt att undersöka ett bredare spann av kemikalier, såsom andra läkemedel, hormoner och bekämpningsmedel. En fördel är då att kunna rangordna och prioritera kemikalierna utifrån dess risknivå, som ett hjälpmedel i beslutsfattande gällande strategier, styrning och utveckling för dricksvattenanläggningar men också för att prioritera vilka kemikalier som är viktiga att övervaka i dricksvattenverken.

Samarbetspartners

Chris Swartz, Water Utilization Engineers, Capetown

Bettina Genthe, Senior Researcher, Capetown

Edward Archer, Stellenbosch University

Prof. Karin Wiberg & Prof. Anders Glynn, Sveriges lantbruksuniversitet

<i>Period för examensarbetet</i> Januari 2021 – juni 2021	<i>Examinerande lärosäte</i> Chalmers tekniska högskola
<i>Nivå</i> Master thesis	<i>Antal högskolepoäng</i> 30 hp
<i>Handledare</i> Thomas Pettersson, Chalmers tekniska högskola Chris Swartz, Chris Swartz Water Utilization Engineers	<i>Nyckelord</i> Oavsiktlig återanvändning av vatten, Kvantitativ kemisk riskbedömning, Hälsorisker, Känslighetsanalys, Toxikologiska effekter
<i>Länk till examensarbetet</i> https://hdl.handle.net/20.500.12380/302740	

Impact of pathogen intrusion in water distribution network under sustained low pressure conditions

Veronica Falk and Michael Odhiambo

Summary

The purpose for this study was to identify areas in the water distribution network (WDN) vulnerable to contaminant intrusion under low/negative pressure conditions and assess human health risk resulting from contaminant/pathogen intrusions. EPANET 2.2 was used for hydraulic pressure driven analysis (PDA) and water quality analysis while Quantitative microbial risk assessment (QMRA) was used for determining the infection risks. Two low pressure causing events, a pump failure, and extreme water use through a fire hydrant, were simulated.

The results indicated 2.3% of the network was at risk of pathogen intrusion in the event of a pump failure while 2.9% of the network could be at risk from emergency fire events. The QMRA result indicates a 100% probability of infection of the population exposed during the short event time. The factors that influence pathogen intrusion and hence the risk were found to be the duration and magnitude of the low pressure event, affected section length, and size of leakage.

The results can be useful in water quality monitoring to reduce the infection risks. Appropriate monitoring sites were identified and potential risks were estimated. However, due to limitations and uncertainties in the study, possible overestimations in the risk results were envisioned. To improve the outcomes, we recommend risk-based tools in combination with GIS mapping and real-time monitoring. The tool should be able to analyze the physical and hydraulic integrity of the WDNs, contamination sources and vulnerable consumers. Through WDN network analysis and mapping sensitive areas, a better-quality management strategy can be adopted.

<i>Period for the thesis</i> Jan 2021 – June 2021	<i>Examining university</i> Chalmers University of Technology
<i>Level</i> Master thesis	<i>Higher education credits</i> 30 hp
<i>Supervisor</i> Thomas Pettersson, Chalmers University of Technology	<i>Keywords</i> Eg: EPANET, QMRA, risk analysis, low pressure, water quality
<i>Link to the thesis</i> https://hdl.handle.net/20.500.12380/302676	

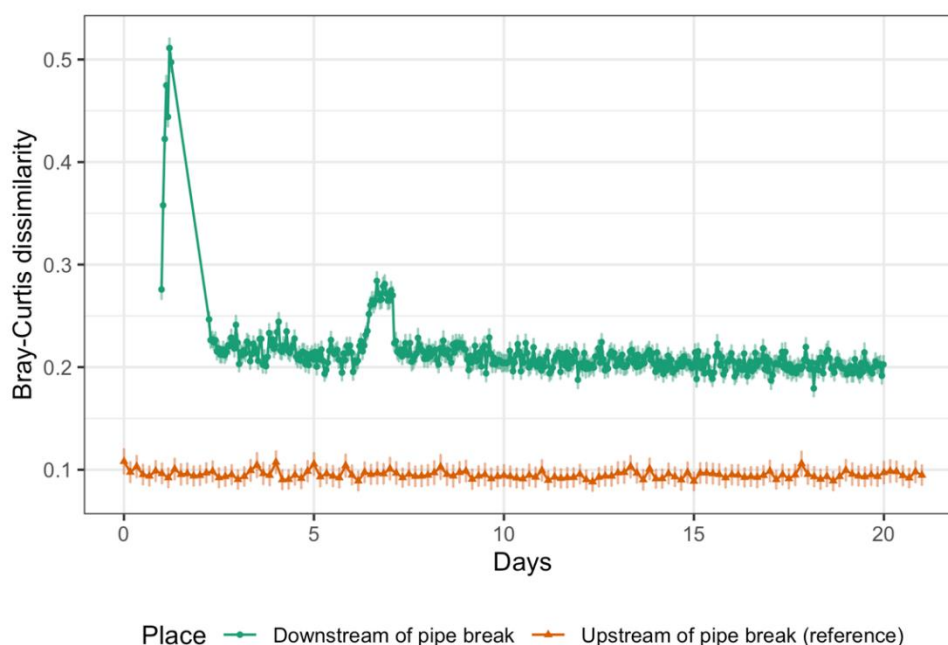
Utforskning av flödescytometri för övervakning av mikrobiell vattenkvalitet vid underhåll av dricksvattenledningar

Måns Zamore

Sammanfattning

Snabbare metoder för att analysera mikrobiell dricksvattenkvalitet efter läckor eller nyanläggningar skulle leda till stora vinster för dricksvattenbranschen och övriga samhället. I detta examensarbete undersöks användningen av flödescytometri och odlingsbaserade tekniker i samband med underhållsarbeten, och hur flödescytometri kan användas i beslutsfattandet kring att koppla in dricksvattenledningar till ledningsnätet. Tidigare studier har inte använt online-flödescytometrar för att bedöma mikrobiologisk vattenkvalitet efter underhåll, och inte heller har det funnits förståelse för hur den inledande bildningen av biofilm i nya dricksvattenledningar påverkar bakterierna i vattnet. Här används online-flödescytometri samt laborativ flödescytometri i kombination med nya beräkningsmetoder för att följa den mikrobiella vattenkvaliteten med stor precision. De potentiella vinsterna med att tillämpa flödescytometri i samband med underhåll eller nyanläggningar har visat sig vara betydande, då tiden för mikrobiologiska analyser kan förkortas rejält utan att äventyra kvaliteten.

Examensarbetet är en del av SVU-projektet "Säkra och snabba ledningsnätsarbeten", som genomförs av VA SYD, Sydsvatten, Sweden Water Research och Lunds universitet.



Figuren visar mikrobiella förändringar som beräknats av data från två online-flödescytometrar, som var placerade nedströms respektive uppströms en större läcka som precis hade reparerats.

Period för examensarbetet Jan 2021 – juni 2021	Examinerande lärosäte Lunds universitet
Nivå Mastersarbete	Antal högskolepoäng 30 hp
Handledare Catherine Paul, Lunds universitet Markus Fröjd, Sweden Water Research	Nyckelord mikrobiologi, online flödescytometri, underhåll, biofilm
Länk till examensarbetet: https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9057988	

Assessing the role of the drinking water distribution system on the bacterial community in public buildings

Zixuan Zhang

Summary

The purposes of this study was to investigate the effect of the distribution system and the building pipe system on the microbial community in the buildings, as well as the stagnation effect during the Easter holiday on the microbial water quality. Microbial water quality is defined here as the total bacterial flora in the water and the presence of any indicator bacteria.

The intact cell count was higher in the building further from the drinking water treatment plant. The stagnation effect was studied based on the cell count increase. The %HNA for cell count was higher in the building closer to the drinking water treatment plant. The distribution samples had lower cell count and fewer bacterial types compared to building samples. In addition, higher temperatures resulted in a higher cell content in the distribution samples.

This project is a joint collaboration with the Swedish Defense Research Agency (FOI) and Lund University as well as the water companies that produce and deliver the water to these public buildings, which are Sydsvatten AB and VASYD. The larger project is funded both by Svenskt Vatten Utveckling and MSB.

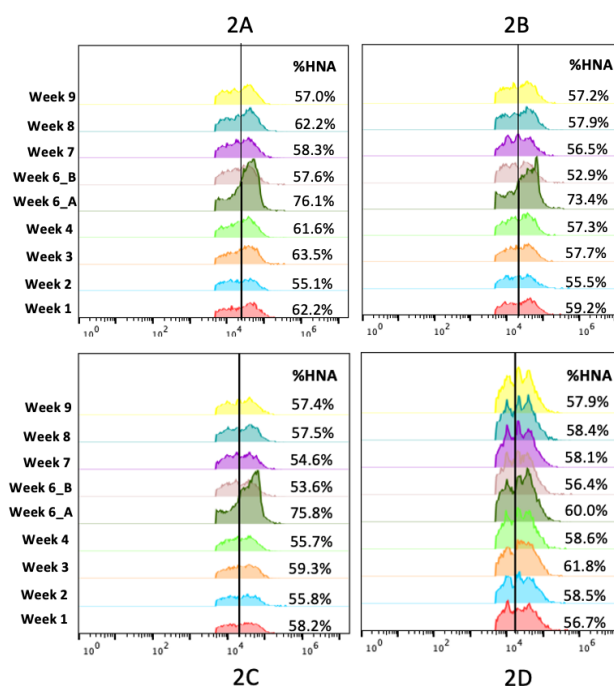


Figure 1 The flow cytometry fingerprints of all the samples in school 2 (the building further from the drinking water treatment plant). The "Week 6_A" was the sampling after the stagnation.

Period for the thesis Jan 2021 – juni 2021	Examining university Lunds University
Level Master thesis	Higher education credits 30 hp
Supervisor Catherine J. Paul, Lunds University	Keywords drinking water, flow cytometry, drinking water distribution system, biofilm
Link to the thesis http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9054708	

Modeling the effects of socioeconomic development and climate change on the microbial water quality in the catchment of Lake Mälaren

Erik Söderlund and Mathias Lennartsson

Summary

Surrounding catchment areas can influence drinking water suppliers negatively. The anthropogenic activities from the catchment areas contribute with fecal contamination to surface water. These activities are expected to change in the future due to socioeconomic development but also due to climate change, which alters hydrological parameters. To assess the effect of future changes on microbial concentrations related to hydrological processes, a useful method could be to use Shared Socioeconomic Pathways (SSP) together with Representative Concentration Pathways (RCP) and a hydrological modeling programme such as ArcSWAT, which other recent studies have begun to use.

In this report, the potential impact of socioeconomic and climate changes on the microbial water quality in the catchment of Lake Mälaren was investigated. This was done by identifying fecal contamination sources, setting up a baseline scenario, and developing and including future scenarios. The baseline scenario was simulated in ArcSWAT for the period 2010-2020, and the future scenarios were simulated for two time periods, 2040-2050 and 2090-2100.

The performance of the model with respect to water flow in three selected subbasins ranged from fair to good and was overall acceptable. The simulated concentrations of *E. coli* and *Cryptosporidium* in the outlet of Stäket were in general high in contrast to the observed or modeled concentrations in previous studies. The concentrations in two other subbasins had a greater similarity with the observed or modeled concentrations in previous studies. According to the model, the most critical contributors to *E. coli* concentrations were wastewater treatment plants and on-site wastewater treatment systems, while for *Cryptosporidium* it was wastewater treatment plants and agriculture. Wastewater treatment plants contributed to the majority of the *E. coli* and *Cryptosporidium* concentrations when present in a water course. According to the modeling results, a scenario with high level of adaptations (improved wastewater treatment, buffer zones and reduced water use) would generally reduce the *E. coli* and *Cryptosporidium* concentrations, while a scenario with lower level of adaptations would generally have similar *E. coli* and *Cryptosporidium* concentrations compared to the baseline scenario. Scenarios with climate change alone would also generally have similar *E. coli* and *Cryptosporidium* concentrations compared to the baseline scenario.

<i>Period for the thesis</i> Jan 2021 – June 2021	<i>Examining University</i> Chalmers University of Technology
<i>Level</i> Master thesis	<i>Higher education credits</i> 30 hp
<i>Supervisor</i> Mia Bondelind and Ekaterina Sokolova	<i>Keywords</i> SWAT, microbial water quality, socioeconomic development, climate change.
<i>Link to the thesis</i> https://hdl.handle.net/20.500.12380/304061	

Predictive analysis of E. coli levels to assess water quality in the river Göta älv

Ramachandran Ravishankar

Summary

Water quality is one of the most important factors in a clean and hygienic environment. Sewage waste from the city contains harmful faecal pathogens that when led to the river may jeopardise the quality of the water. In this study, a widely used faecal indicator, known as Escherichia coli or E. coli, is predicted at Lärjeholm drinking water intake in Gothenburg. An initial dataset was compiled using the raw data points obtained from Göteborg Kretslopp och Vatten and Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI). Data preprocessing steps, such as $\log_{10}(x + 1)$ transformation, time indexing, removing duplicate values, filling missing values, and defining lag values were carried out on the initial dataset. After preprocessing, the initial dataset was split into baseline and complex datasets. The baseline dataset contains lag values of precipitation at Komperöd and Vänersborg and water temperature at Lärjeholm to predict E. coli levels at Lärjeholm, while the complex dataset is an upgraded version of the baseline dataset with additional features such as lag values of E. coli at Garn, turbidity at Lärjeholm, coliforms at Lärjeholm and Garn. Linear models Multivariate adaptive regression splines (MARS), and Elasticnet regression and a non-linear tree-based model Extreme Gradient Boosting (XGBoost) regression were used for the prediction of E. coli levels. Elasticnet regression was the most efficient algorithm with a mean absolute error of 77 (CFU/100 ml), root mean squared error of 125 (CFU/100 ml) and R2 score of 0.46. MARS was the least efficient with a mean absolute error of 86 CFU/100 ml, root mean squared error of 154 (CFU/100 ml) and R2 score of 0.22. Though XGBoost was expected to perform better than linear model such as Elasticnet, it failed to do so. However, the relative error change (Δ error) for XGBoost was around 43% from baseline to complex dataset, the highest improvement rate among all three models with the addition of new features into the dataset. The study uses machine learning algorithms as a complement to expensive lab analysis to analyse and predict E. coli levels to take precautionary actions if the levels exceed a certain threshold. The study can be expanded to include other faecal and physio-chemical indicators to improve the accuracy of the models. Further enhancements can include other machine learning/deep learning algorithms to predict E. coli levels.

<i>Period for the thesis</i> Jan 2021 – June 2021	<i>Examining university</i> Chalmers University of Technology
<i>Level</i> Master thesis	<i>Higher education credits</i> 30 hp
<i>Supervisor</i> Mia Bondelind, Chalmers Ekaterina Sokolova, Chalmers	<i>Keywords</i> E. coli, Elasticnet regression, predictive analysis, MARS, XGBoost
<i>Link to the thesis</i> https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/303811/1/ACEX30%20Ravishankar%2C%20Ramachandran.pdf	

Identifiering och analys av mindre grundvattenresurser och hur de kan utnyttjas

Nigel Swift

Sammanfattning

Klimatförändringarna och andra hot kan påverka kvaliteten och tillgången på vatten i våra vattentäkter. För att hantera dessa utmaningar är därför viktigt att kartlägga och analysera alla vattenresurser som kan vara användbara. Mindre grundvattenresurser identifieras vanligtvis inte då de kommunala och regionala vattenförsörjningsplanerna tas fram. I ett förändrat klimat och på grund av andra utmaningar kan det dock bli aktuellt att ta vara på även de minsta resurser för att skapa en robust och flexibel vattenförsörjning. I detta arbete presenteras en framtagna arbetsprocess för hur mindre grundvattenresurser kan identifieras och analyseras i syfte att ge beslutsstöd kring hur vattenförsörjning kan säkras. Arbetsprocessen har tillämpats i Lerums och Alingsås kommun och där identifierades 14 respektive 19 mindre grundvattenresurser som tidigare inte varit registrerade hos kommunerna. En analys av resurserna visar dess potential att försörja vatten för olika ändamål. Trots vattenresursernas mindre storlek och kapacitet kan de bidra till en mer flexibel vattenförsörjning genom att avlasta den ordinarie dricksvattenförsörjningen för ändamål såsom industri och jordbruk, eller utgöra en källa för nödvatten. I arbetet har uteslutande grundvattenresurser i jordlagren med en bedömd uttagskapacitet av mindre än fem liter per sekund kartlagts.

<i>Period för examensarbetet</i> 2020 – 2021	<i>Examinerande lärosäte</i> Chalmers tekniska högskola
<i>Nivå</i> Kandidatarbete	<i>Antal högskolepoäng</i> 15 hp
<i>Handledare</i> Andreas Lindhe, Chalmers Lars-Ove Lång, SGU/Chalmers Per Sanders, Ramboll	<i>Nyckelord</i> grundvattenresurs, dricksvattenförsörjning, vattentäkt, multikriterieanalys
<i>Länk till examensarbetet</i> https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/302744	

Investigation of sustainable methods to reduce water hardness in drinking water treatment plants

Élise Karlsson Faudot

Summary

Water hardness is caused by magnesium and calcium ions (Mg^{2+} and Ca^{2+}), and can result in formation of deposits, destruction of soap and increase of copper corrosion in old plumbing pipes. To soften the originally hard groundwater supplying 20% of Malmö's drinking water, Bulltofta water treatment plant imports burned lime from Germany. Approximately 66 mg/L calcium is removed in the treatment plant, lowering hardness levels from around 17 °dH to 6 °dH.

Previous experiments using plant biomass, pumice stone or plastic have demonstrated capacities for removal of Mg^{2+} and Ca^{2+} in water. As such, they were considered as sustainable options for reducing water hardness at Bulltofta. Theoretical calculations on the amounts required for each alternative, and their potential economical cost were made, and their environmental impact was investigated. All calculations are purely theoretical and should be experimentally validated, before definite conclusion can be drawn.

Plant biomass showed most promise as an alternative, and further investigations on plant biomass common in Sweden could yield positive results. Rapeseed is such an example, as it has a similar composition to sugarcane bagasse, which has been proven to adsorb Mg^{2+} and Ca^{2+} . Currently, the investigated alternatives are not economical nor environmentally friendly. Additionally, daily quantities required of each alternative makes them infeasible for Bulltofta.

<i>Period for the thesis</i> Jan 2021 – June 2021	<i>Examining university</i> Lunds University
<i>Level</i> Master thesis	<i>Higher education credits</i> 30 hp
<i>Supervisor</i> Catherine Paul, Water Resources Engineering, Lunds University	<i>Keywords</i> drinking water, treatment, sustainability, water softening
<i>Link to the thesis</i> https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9037741	

Risk-based Rehabilitation of Wastewater Pipes

Rikard Lundberg

Summary

Wastewater networks are part of society's underground infrastructure, intending to safely convey wastewater from consumers to Wastewater Treatment Plants (WWTP). This modern infrastructure has been recognized as an essential factor for sustaining public health, longevity and the environment. When, or if a failure occurs in this system, it can cause severe consequences to society, related to e.g. economy, public health and the environment. However, the reinvestments in wastewater pipe networks have been procrastinated, not just in Sweden but worldwide. This thesis aims to present a risk-based model that provides decision support and facilitates the design of rehabilitation strategies for wastewater networks. The primary objectives for the thesis were set to; review state the of art risk-based strategies for wastewater rehabilitation; set up a risk-based model that can be used as decision-support and renewal planning for water utilities; and implement the model in a case study based on Kungsbacka Municipality wastewater pipe network. The reviewed literature shows that that the most common methods to evaluate the probability of failure (POF) for individual wastewater pipes are Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) based on expert knowledge or statistical regression models, Bayesian Networks (BNs) and Artificial Neural Networks (ANNs). Further, the consequences of failure (COF) for individual pipes have been evaluated by classifying hazardous events into the economic, social and environmental consequences. The result of this thesis is a risk-based rehabilitation model based on evaluating POF and COF for the individual pipes within the wastewater pipe network to identify pipes with a high risk of failure (ROF), which is used to set up a Closed-Circuit Television (CCTV) inspection plan. Further, the CCTV inspection is used, in combination with COF, to set up a rehabilitation and re-inspection plan. The model strives to give decision-support regarding which pipe to inspect, rehabilitate, and re-inspect to maintain a sound and good service wastewater pipe network. The risk-based model was applied in a case study on Kungsbacka municipality's wastewater network, including 15,044 unique pipe IDs, with a total length of approximately 570 kilometers. First, POF was evaluated using multinomial logistic regression and MCDA. Next, COF was evaluated using economic, social and environmental consequences based on GIS data and MCDA. Further, the ROF was evaluated using the combination of POF and COF, where ROF was to a one-to-five scale, indicating; 1 (Low), 2 (Moderate), 3 (Moderate-to-high), 4 (High) and 5 (Very high) impact. As a result, the risk-based model could successfully evaluate 97.3% of the pipes within the wastewater pipe network regarding ROF and set up an inspection plan including 11,865 pipes and a rehabilitation priority, including 2,854 previously inspected wastewater pipes.

<i>Period for the thesis</i> Jan 2021 – June 2021	<i>Examining University</i> Chalmers University of Technology
<i>Level</i> Master thesis	<i>Higher education credits</i> 30 hp
<i>Supervisor</i> Viktor Bergion, Chalmers Andreas Lindhe, Chalmers Annika Malm, Kungsbacka kommun	<i>Keywords</i> wastewater management, risk assessment, detoration, risk of failure, rehabilitation
<i>Link to the thesis</i> https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/302871	

Undersökning av tidigt varningssystem för algblomning – en studie genom vattenkvalitetsmätningar med EXO2 sond, fjärranalys och vattenprovtagning

Harald Löf

Sammanfattning

Algblomning kan vara farligt för både människor och djur som nyttjar sjöar för dricksvatten eller rekreation om blomningen består av toxinproducerande cyanobakterier. För att tidigt få varning om algblomning är på väg att ske behövs system som med hög temporal upplösning övervakar om blomning är aktiv eller annalkandes. CyanoAlert från Brookman Geomatics är ett fjärranalyssystem där bildinformation från satelliter från Eus Copernicusprogram används för att bland annat räkna fram klorofyllkoncentration. För att förbättra CyanoAlert undersöks i det här projektet vid vilka förhållanden i Stora Ullfjärden som klorofyllmätningar med satellit stämmer överens med in situ provtagning. Som referensvärden togs in situ klorofylldata fram via profilmätningar med kalibrerad multisensor och vattenprover från bestämda djup. Vattenproverna visade bland annat låga klorofyllnivåer, låg turbiditet, för sjön normalt pH i början av mars. Under perioden steg dessa för att nå ett maximum vid algblomning i slutet av maj. Algblomningen föregicks av bildandet av en termoklin, stigande vattentemperatur och stigande pH vilket skulle vara lämpligt att övervaka som indikator på att algblomning kan ske. Den erhållna datan och styrande effekter analyserades med multivariat statistik (PLSR). VIPplottar visade att turbiditet har störst påverkan på satellitmätningarnas noggrannhet, även siktdjup och löst organiskt kol har enligt regressionen påverkan. Det innebär att vid hög turbiditet i vattnet har mätningarna av klorofyll med satellit sämre noggrannhet. Ett förslag på varningssystem för algblomning använder fjärranalys med satelliter för klorofyllkoncentration och turbiditet i kombination av in situ sensorer för att övervaka vattentemperatur, phycocyanin och pH.

<i>Period för examensarbetet</i> 2021	<i>Examinerande lärosäte</i> Uppsala universitet
<i>Nivå</i> Master (inom civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik)	<i>Antal högskolepoäng</i> 30 hp
<i>Handledare</i> Stephan Köhler, SLU	<i>Nyckelord</i> fjärranalys, algblomning, cyanobakterier, varningssystem, multiparametersond
<i>Länk till examensarbetet</i> FULLTEXT01.pdf (diva-portal.org)	

Övriga examensarbeten under programperioden 2018-2020

Här finner ni samtliga examensarbeten från programperiod 2018-2020 listade samt länkar till dessa.

2018

Andersson E., Svärd E., Östberg E. (2018). An improvement of the water situation at Rukole Primary School in Tanzania – How to purify water that does not exist. Bachelor thesis ACEX10-18-80. Chalmers University of Technology. <https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/255690>

Bolander, Petter & Martinsson, Erik (2018). Risk-Based Cost-Benefit Analysis of Reliable Drinking Water Supply – A case study of Lake Kärnsjön, Munkedal. Master's Thesis ACEX30-17-2, Chalmers University of Technology. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/254963/254963.pdf>

Danielsson M. (2018). Mapping of bacteria with flow cytometry – before, during and after treatment of drinking water. Master Thesis, Lund University. <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8958877>

Ekman S. (2018). Exploration of how UV disinfection affects the microbial community in drinking water. Master Thesis, Lund University. <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8938992>

Islam Sami Mashreki. (2018). Effective placement of sensors for efficient early warning system in water distribution network. Master's Thesis ACEX60-18-4, Chalmers University of Technology. <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/256357/256357.pdf>

Nassazzi, Winnie (2018). Removal of poly- and perfluoroalkyl substances from water using the BDD electrode. (Supervisors: Vera Franke, Lutz Ahrens). SLU, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. <https://stud.epsilon.slu.se/13894/>

Niarchos, Georgios (2018). Electrodialytic Remediation of PFAS Contaminated Soil. (Supervisors: Mattias Sörengård, Lutz Ahrens). KTH, Stockholm. <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1267892>

Oskarsson L., Frihammar E., Wallin M., Gobl M., Kjellgren Y., Lampinen A., Jonsson J. (2018). Projektarbete: Sensorbaserad kvalitetskontroll av råvatten. Kandidatarbete Uppsala universitet. Uppsala University, Disciplinary Domain of Science and Technology, Earth Sciences, Department of Earth Sciences. <https://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1211687>

Rehrl, Anna-Lena (2018) Mastersarbete. Occurrence and fate of organic micropollutants (OMPs) in Lake Mälaren. SLU, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. https://stud.epsilon.slu.se/14185/21/rehrl_a_l_190204.pdf

Rudrappa, Shashirekha, Zharkalli, Aleksandra (2018). Microbial risk assessment of potential pathogen intrusion during planned maintenance work of drinking water distribution system in Gothenburg, Sweden. Master's Thesis ACEX60-18-110, Chalmers University of Technology. <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/256375/256375.pdf>

Sköld, Nils-Petter (2018). Risk Based Economic Evaluation of Water Supply Safety Measures. A Case Study at Kvarnagården Drinking Water Treatment Plant. Master's Thesis ACEX60-18-2, Chalmers University of Technology.

<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255799/255799.pdf>

Sternberg, Olov. (2018). Fördjupad funktionsanalys av Uppsalaåsen: Avskiljning av organiskt material (NOM) vid konstgjord infiltration och kemisk fällning. Mastersarbete Uppsala universitet.

<http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1238454>

2019

Braun, M. C. (2019). Performance Evaluation of a Drinking Water Treatment Plant in Samaipata, Bolivia. Master's Thesis ACEX30-19-95. Chalmers University of Technology.

[ACEX30-19-95 Michaela Braun.pdf \(chalmers.se\)](https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/ACEX30-19-95/Michaela%20Braun.pdf)

Diener, Erwin (2019) Modelling the circulation and spread of pollution in Lake Rådasjön under conditions of climate change. Master thesis, Chalmers University of Technology.

<https://hdl.handle.net/20.500.12380/300294>

Fischer F., Hamdan Y., Hansson A., Josefsson E., Sundström L. (2019) Water quality modelling and quantitative microbial risk assessment of Msunduzi river. Bachelor thesis, Chalmers University of Technology.

<https://hdl.handle.net/20.500.12380/257409>

Fors A., Jeppsson Stahl F., Löf H., Skoglund A., Skotte M., Renberg J. (2019). Avsättning av brackvatten som lösning för Ålands framtida vattenförsörjning. Uppsala universitet kandidatarbete för civilingenjörer i miljö- och vattenteknik.

<http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1320680/FULLTEXT01.pdf>

Greenwood E. (2019). The impact of drinking water chlorination on fecal carriage rates of antimicrobial resistant bacteria in Bangladeshi children. Master Thesis, Lund University.

<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8998637&fileId=8998638>

Helstad A. (2019). Application of flow cytometry for routine monitoring of slow sand filters producing drinking water. Master Thesis, Linköping University.

<https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1328041/FULLTEXT01.pdf>

Lindqvist, Sandra (2019). Vilken effekt har framtida klimat på strömningsmönster i Ekoln - en modelleringsstudie baserad på MIKE 3 FM, Uppsala universitet Independent thesis Advanced level (professional degree), 20 credits / 30 HE credits.

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1341472/FULLTEXT01.pdf>

Rehrl, Anna-Lena (2019). Occurrence and fate of organic micropollutants (OMPs) in Lake Mälaren. Second cycle, A2E. Uppsala: SLU, Dept. of Aquatic Sciences and Assessment.

<https://stud.epsilon.slu.se/14185>

2020

Adhikari, U. (2020) Vulnerability assessment of urban flooding in Lerum Municipality and study of effectiveness of blue-green mitigation measures using software MIKE 21 and SCALGO Live. Chalmers tekniska högskola.

<https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/301668>

Alharfouch L., Olofsson E. (2020). Evaluation of risk assessments for source water protection areas – Applying and evaluating a new approach for risk assessment suggested by the Swedish Agency for Water and Marine Management. Examensarbete, Chalmers tekniska högskola.

<https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/301420>

Bondeson A. (2020). Kvalitetsutredning av underhållsmetoden luft och vattenspolning. Master's Thesis, 30 HEC, LTH, Lund University.

<http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9022920>

Ekman F. (2020). Hydrodynamic modelling of fate and transport of natural organic matter and per- and polyfluoroalkyl substances in Lake Ekoln. Självständigt arbete på avancerad nivå (masterexamen), 20 poäng / 30 hp Studentuppsats (Examensarbete) Uppsala universitet, Sveriges Lantbruksuniversitet.

<http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1524977/FULLTEXT01.pdf>

Erlandsson A., Lindblad H., Marklund S., Sundqvist J. (2020). Differentierad vattentaxa för att motverka vattenbrist i Sverige - En undersökning av tidigare situationer med vattenbrist och människors inställning till förändrad vattentaxa. Kandidatarbete, Chalmers tekniska högskola, Inst. för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik.

<https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/301365>

Frank E. (2020). Investigating bacterial communities in marine sediment to assess impact of waste water effluent on surface water. Master's Thesis, 30 HEC, LTH, Lund University

<https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9023191>

Frihammar E. (2020). Technical Possibilities of Wastewater Reclamation for Potable Use in Hurva, Scania: Regarding the Waterbalance and From a Process Technical Point of View. Självständigt arbete på avancerad nivå (masterexamen), 20 poäng / 30 hp Studentuppsats (Examensarbete).

<http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1447698/FULLTEXT01.pdf>

Grönbäck D. (2020). Leakage Localization through modelling - Creating a method for leak localization in plastic pipes. Master thesis, Chalmers University of Technology, Dept. of Architecture and Civil Engineering.

<https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/300786>

Hagström S. (2020) Fate and Transport of Microplastic Particles in Small Highway-Adjacent Streams. Chalmers tekniska högskola.

<https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/302168>

Olafsdottir S. I. (2020) Oxygen demand and biostability in drinking water treatment plants. MSc (Chem.) Thesis, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden.

<https://chalmersuniversity.box.com/s/6hhtsx79soxui9ijh3tto779ljwsu9x2>

Persson M. (2020). Evaluating the Use of Flow Cytometry for Routine Monitoring of Surface Water Quality. Master's Thesis, 30 HEC, LTH, Lund University.

<http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9032444>

Rosenqvist T. (2020). Characterizing fungal communities in the schmutzdecke of new and established full scale slow sand filters. Master's Thesis, 30 HEC, LTH, Lund University.

<https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9018310>

Samuelsson A., Östberg E. (2020) Modelling Impacts of Climate Change and Socioeconomic Development on Microbial Water Quality of Lake Vomb. Chalmers tekniska högskola.

<https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/301669>

Strand F. (2020). Bacterial water quality in recirculating and conventional showers from a stagnated building. Master's Thesis, 30 HEC, LTH, Lund University.

<http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9019154>

Voigtländer T. K. (2020). Comparison and optimization of removal of natural organic carbon from raw water with ultrafiltration in pilot scale experiments. Second cycle, A2E. Uppsala: SLU, Dept. of Aquatic Sciences and Assessment.

<https://stud.epsilon.slu.se/16156/>

Weinås Dyhre A. (2020). Ekonomisk värdering av ekosystemstjänster i sjön Bolmen. Kandidatarbete, Chalmers tekniska högskola, Inst. för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik.

<https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/301275>