



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

EHITUSE JA ARHITEKTUURI INSTITUUT

**MEMBRAANTEHNOLOOGIAL PÕHINEVATE
PUHASTUSSEADMETE KASUTAMINE TARBEVEEKÄITLUSES**

THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGY IN WATER TREATMENT

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Ivar Ruubel

Üliõpilaskood: 083150 EAKI

Juhendaja: Jaan Karu

Tallinn, 2017.a.

Kokkuvõte

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli anda põhjalik ülevaade membraantehnoloogial põhinevatest puhastusseadmetest ning välja selgitada nende levik Eesti Vabariigi veetöötlusjaamades 2016. aastal.

Töö esimeses osas uuriti membraantehnoloogiat, kui tehnoloogiavaldkonda. Tutvuti valdkonna ajaloo ning membraanprotsesside olemusega. Membraanprotsessidest rääkides ei saa mainimata jätta ummistumist. Membraanide ummistumise kiirus on üks põhikarakteristikutest, millele pannakse rõhku membraantehnoloogiliste puhastusseadmete projekteerimisel ja nendega opereerimisel. Erinevates valdkondades kasutatakse erinevatest materjalidest valmistatud membraane, mistõttu käsitleti membraanide materjale ning toodi põgusalt välja erinevate materjalide eelised ja puudused. Töö esimese osa lõpus uuriti membraantehnoloogia turu ajaloolist arengut ning toodi välja ekspertide ennustused turu edasise arengu kohta.

Töö teises osas keskenduti membraantehnoloogial põhinevatele puhastusseadmetele. Uuriti erinevaid puhastusprotsesse, mille liigitus toimub membraanide pooride läbimõõdu järgi. Vaadeldi eeldusi erinevate puhastusprotsesside kasutamiseks ning võimalikke tulemusi, mida on võimalik saavutada. Samuti toodi näiteid protsesside kasutamisest tarbeveekäitluses üle maailma. Töö teise osa lõpus uuriti membraanmooduleid, nende kasutusvaldkondi ning eripäraseid.

Töö viimases osas keskenduti membraantehnoloogia levikule Eesti Vabariigis. Toodi välja võimalikud põhjused ja piirkonnad, kust võiks leida membraantehnoloogilisi puhastusseadmeid. Uuringu tulemused näitavad, et Eestis on tarbeveekäitluses peamiselt kasutusel ainult pöördosmoosiseadmed. Vee töötlemisel kasutatakse osavoolu põhimõtet, mis tähendab, et vaid ühte osa toorveest töödeldakse membraanprotsessiga ning selle osa järgneval segunemisel mahutis ülejäänud veega toimub norme ületanud piirsisalduste langemine nõutavasse vahemikku. Uuringut teostades konsulteeriti AS Schöttli Keskkonnatehnika projektijuhi Raul Juhkami ja tehnikajuhi Indrek Salisega ning Miridon OÜ projektijuhi Martti Hoopiga. Mõlemad ettevõtted on Eestis tegevad membraantehnoloogiliste puhastusseadmete projekteerimisel, ehitamisel ja müümisel. Konsultatsioonid suunasid autori veevõrkide juurde, kuhu on paigaldatud PO seadmeid. Edasi kontakteerus autor nimetatud ettevõtetega ning kogus informatsiooni ja arvamusi kasutusel olevatest PO seadmetest. Valdav arvamus ettevõtetes oli, et seadmed on keerulised ning kallid üleval pidada. Kui oleks olemas mõistliku hinna ja

ruuminõudega alternatiivtehnoloogia probeemsete ühendite eemaldamiseks toorveest, siis paljud ettevõtted kaaluksid seda võimalust tõsiselt.

Autori arvamus on, et membraantehnoloogiliste puhastusseadmete levik suureneb tulevikus aina rohkem igas võimalikus kasutusvaldkonnas. Seadmete levik suureneb aina rohkem piirkondades, kus:

- Ehituseks kõlbulik maa on kallis
- Toorvee kättesaadavus on piiratud
- Toorvee kvaliteet on vilets
- On võimalik kasutada taastuvaid energiaallikaid

Eesti Vabariigis, kus eelnevalt nimetatud probleemid või võimalused on 2016. aastal piiratud või marginaalsed ei ole selliste seadmete kasutamine õigustatud ning seda pigem välditakse suurte kapitali- ja opereerimiskulude tõttu. Seda arvamust kinnitavad ka selles töös esitatud spetsialistide ja operaatorite hinnangud.

Käesolevas töös saadud tulemused ja töö järeldused aitavad kaasa membraantehnoloogia laiemale juurutamisele tarbevee töötlemiseks Eesti Vabariigis.

Summary

The purpose of this thesis was to give a thorough overview of membrane technology water treatment systems and to investigate the spread of said systems in the Estonian Republic.

The subject of the first part of this thesis was membrane technology as a branch of technology on the whole. The history of the technology and different membrane processes were looked at. In regards to membrane processes, fouling is a very important system characteristic, which is taken into account while designing and operating with membrane systems. In different areas, different kinds of membranes are used. For that reason, the pros and cons of different materials for membranes for looked at. At the end of the first part, the history of the membrane market was researched and also, projections by experts for the future were given.

In the second part of the thesis, the focus was on different kinds of membrane technology systems. Different kinds of systems were differentiated by pore sizes of the membranes. The prerequisites for the use of different systems and possible outcomes were brought out. For each membrane system, an example from real life application was given. At the end of the second part, different kinds of membrane modules and possible areas of application were explored.

In the last part of the thesis the spread of membrane systems in the Estonian Republic was investigated. Possible reasons for installment and regions with a history of problems were explored. The research suggests that only RO systems are in use in Estonia. The RO system purifies only a part of the entire throughput and the final mixing happens in the tank. The final mixing brings the content of problematic ingredients to acceptable levels. While doing the research, experts Raul Juhkam and Indrek Salis from AS Schöttli Keskkonnatehnika and Martti Hoop from OÜ Miridon were consulted. Both of these companies are active in the designing, manufacturing and selling of membrane systems in Estonia. The consultations led the author to municipal water suppliers, who have installed RO systems into their water treatment system for various reasons. The author got into contact with these water suppliers to gather information and opinions on the RO systems they had installed. The prevalent opinion was, that the systems were complex to understand and expensive to acquire and keep up. If there were a more reasonable alternative system, in regards to price and size, available, then many of the companies would regard it as a better option.

It is the authors opinion, that the spread of membrane systems will continue rapidly in every possible area of use in the future. The spread will be larger in areas were :

- The land is expensive
- The availability of feed water is low
- The quality of the feed water is poor
- The use of renewable energy is possible

In Estonia, where the aforementioned problems and possibilities in 2016 are limited or marginal, the use of membrane systems is not justified nor preferred, due to high CAPEX and OPEX costs. This opinion is shared by the experts and operators who came into contact with this thesis.

Hopefully, the results and conclusions of this thesis will help to further the expansion of membrane technology systems in water treatment in the Estonian Republic.