

Antti Heinikainen

# UIMA-ALTAAN HUUHTELUVEDEN LÄMMÖNTALTEENOTTO


Opinnäytetyö  
Talotekniikka

TOUKOKUU 2015




**MAMK**  
University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  30.4.2015
<b>Tekijä</b> Antti Heinikainen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Talotekniikka
<b>Nimeke</b> Uima-altaan poistoveden lämmöntalteenotto	
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Insinöörityön tavoitteena oli tutkia uimahallien vedenkäsittelyjärjestelmässä käytettävää lämmöntalteenottojärjestelmää ja sen taloudellista hyötyä. Insinöörityön tavoitteena oli myös koota tietoja uima-allastekniikasta, josta olisi apua suunnittelijoille ja alasta kiinnostuneille. Yleisten uimahallien omistajia ovat usein kaupungit ja kunnat, joten energiankulutus ja säästäminen korostuvat erityisen paljon. Uimahallit ja kylpylät ovat paljon energiaa kuluttavia laitoksia, sillä käsiteltävät vesimassat ovat suuria. Insinöörityössä käytettiin ohjekortistoja, viranomaistietoja, julkaistuja tutkimuksia ja ammattilaisten haastatteluja.</p> <p>Tutkittava kohde oli Viihdeuimala Rantakeidas Mikkelissä. Viihdeuimala Rantakeidas mahdollisti insinöörityön tekemisen, sillä kyseisessä uimahallissa oli tutkittava lämmöntalteenottojärjestelmä käytössä. Työssä vertailtiin tilannetta, jolloin lämmöntalteenottojärjestelmää ei ollut, ja nykyistä tilannetta, jolloin lämmöntalteenottojärjestelmä on toiminnassa. Kannattavuuslaskelmien arvot perustuvat osittain mitattuun tietoon ja suunnittelutietoon. Laskelmat osoittivat sen, että lämmöntalteenottojärjestelmä on kannattava investointi tämän kokoluokan uimahallissa. Työssä tutkittiin myös seurantamittauksen avulla korvausveden kulutusta henkilöä kohden, ja sitä että täyttääkö se minimiarvo vaatimuksen. Seurantamittauksen tulos ylitti viranomaisten laatiman minimiarvon.</p> <p>Uimahallitekniikka voidaan lukea erikoistekniikaksi, sillä sen parissa työskenteleviä ammattilaisia ei ole paljoa Suomessa, eikä sitä opeteta suoranaisesti missään tämän alan kouluista. Saavutin tälle insinöörityölle asettamat tavoitteet. Opin uutta tekniikkaa, ja selvitin sen, että lämmöntalteenotto huuhteluviedestä on järkevä investointi.</p>	
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Uimahallit, kylpylät, vedenkäsittely, lämmöntalteenotto	
<b>Sivumäärä</b> 28+4	<b>Kieli</b> Suomi
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>	
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Jukka Räisä	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Pool Processing Finland Oy

## DESCRIPTION

	<b>Date of the bachelor's thesis</b>  30.4.2015
<b>Author</b> Antti Heinikainen	<b>Degree programme and option</b> Buildin Services Engineering
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Swimmingpool rinse water heatrecovery	
<b>Abstract</b>  <p>The aim of this bachelor thesis was to investigate the swimming pools water treatment system used heat recovery system and its economic benefits. The aim of this bachelor thesis was to gather information on the swimming pool technology, which would help planners and those who are interested in this topic. The owners of public swimming pools are often the cities and municipalities, so the energy consumption and saving are emphasized particularly. Swimming pools and spas consume much energy, because processed water masses are large. The bachelor thesis used instruction cards, official data, published studies and interviews with professionals as material</p> <p>The investigated target was the Entertainment swimming hall Rantakeidas in St.Michel. Entertainment swimming hall Rantakeidas enabled bachelor thesis, because there was a heat recovery system in use. In this bachelor thesis, the purpose was to compare a situation when a heat recovery system was not in use, and the current situation when heat recovery works. Profitability calculations were based in part on the measured data and design information. The calculations showed that the heat recovery system is a worthwhile investment of this size swimming pool. In this bachelor thesis it was also studied the consumption of replaced water person, and if it satisfies the minimum value. Follow-up measurement results exceeded the minimum value given by the authorities.</p> <p>Swimming pool technology can be seen as a special technique, because there are not many professionals in Finland, and it's not taught explicitly in any of the schools. This bachelor thesis met the set objectives. I learned new techniques, and found out that the heat recovery from the rinsing water is a wise investment.</p>	
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Swimming halls, baths, water treatment, heat recovery	
<b>Pages</b> 28+4	<b>Language</b> Finland
<b>Remarks, notes on appendices</b>	
<b>Tutor</b> Jukka Räisä	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Pool Prossessing Finland Oy

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET .....	2
3	UIMAVEDEN LAATU .....	2
3.1	Yleistä .....	2
3.2	pH-arvo .....	3
3.3	Mikrobiologiset laatuvaatimukset .....	3
3.4	Urea.....	3
3.5	Nitraatti .....	3
3.6	Vapaa kloori.....	4
3.7	Sitoutunut kloori .....	4
3.8	Trihalometaani .....	4
3.9	Veden redoxpotentiaali .....	5
3.10	Korvausvesi .....	5
3.11	Sameus .....	5
3.12	Kemikaalien annostelu.....	8
4	VEDENKÄSITTELYN YLEISPERIAATE.....	8
5	VEDENKÄSITTELYN YKSIKKÖPROSESSIT.....	9
5.1	Vedenkäsittelyn jaottelu .....	9
5.2	Karkeasuodatus .....	10
5.3	Tasaus .....	10
5.4	Kierrätyspumppaus .....	10
5.5	Saostus .....	11
5.6	Aktiivihiilijauhe .....	11
5.7	Suodatus.....	11
5.8	pH – säätö .....	12
5.9	Otsonointi – tehostus .....	13
5.10	Aktiivihiiლისuodatus – tehostus .....	13
5.11	Fotokemialliset menetelmät – tehostus.....	13
5.12	Allasveden lämmitys .....	13
6	RANTAKEITAAN MONITOIMIALTAAN, LASTENALTAAN JA POREALTAAN VEDENKÄSITTELYJÄRJESTELMÄT .....	14

6.1	Viihdeuimala Rantakeidas .....	14
6.2	Lämpötilan säätö.....	14
6.3	pH-säätö .....	14
6.4	Vedensuodatus .....	15
6.5	Kloorikone .....	15
6.6	Aktiivihiihipulverin annostelu .....	16
6.7	Kemikaaliannostelu .....	16
6.8	Kuormitusperusteinen käyttö – Depolox .....	16
6.9	PROHEAT-lämmöntalteenottojärjestelmä ja huuhteluvesisäiliö .....	18
6.10	Huuhteluvesisäiliö .....	18
7	PAINEHIEKKASUODATTIMIEN HUUHTELU VIIHDEUIMALA RANTAKEITAASSA .....	19
8	KORVAUSVEDEN KULUTUKSEN SEURANTAMITTAUS .....	20
8.1	Korvausveden kulutuksen seurantamittaus.....	20
9	LÄMMÖNTALTEENOTTO HUUHTELUEDESTÄ .....	21
9.1	Lämmöntalteenotto toimivuuden tutkiminen .....	22
10	TILANNE ENNEN LÄMMÖNTALTEENOTTOJÄRJESTELMÄÄ .....	22
10.1	Huuhteluprosessi.....	22
10.2	Energiankulutus ilman lämmöntalteenottoa .....	22
11	TILANNE LÄMMÖNTALTEENOTON TOIMIESSA.....	23
11.1	Hankintahinta.....	23
11.2	Energiankulutus lämmöntalteenoton toimiessa .....	23
11.3	Investointikustannuksen kuoletusaika .....	23
12	TULOKSET .....	25
12.1	Korvausveden kulutuksen seurantamittaus.....	25
12.2	Korvausveden lämmittämisen energiantarve ilman lämmöntalteenottoa....	25
12.3	Korvausveden lämmittämisen energiantarve lämmöntalteenoton toimiessa	26
12.4	Lämmöntalteenottojärjestelmän investoinnin kuoletusaika .....	26
13	POHDINTA .....	26
	LÄHTEET .....	29
	LIITTEET	
	1 Perustietoja kohteesta	
	2 Korvausvesimittarin lukemat	

- 3 Kulunvalvonta
- 4 Laskentakaavio

## MÄÄRITELMIÄ

### **Adsorptio**

Fysikaalinen prosessi, jossa kaasumainen aine tai neste muodosta ohuen kalvon kiinteän aineen pintaan.

### **Allaskuormitus**

Allaskuormituksella tarkoitetaan uimareiden välityksellä tulevaa likamäärää.

### **Allasvesi**

Uima-altaassa, porealtaassa ja vesiliukumäessä oleva vesi.

### **Flokkaus**

Synonyymi saostukselle.

### **Flokki**

Likapartikkelit sitova aine, esimerkiksi alumiini sitoo sitoutunutta klooria muodostaen flokin.

### **FNU**

Sameuden suhteellinen asteikko (formazine nephelometric units). 1FNU vastaa 1 mg/l kiintoainetta.

### **Hapettuminen**

Aiheuttaa korroosiota, eli ruostumista.

### **Heterogeeninen seos**

Erilliset osat erottuvat seoksessa. Esimerkiksi veden ja öljyn sekoitus.

### **Homogeeninen seos**

Tasalaatuinen seos, josta ei ole erotettavissa selkeää faasirajaa. Esimerkiksi puhdas ilma.

### **Kiertovesi**

Vesi joka kiertää koko puhdistusvaiheen kautta takaisin altaaseen.

### **Kuoletusaika**

Aika, jolloin järjestelmän hankintahinta on säästetty takaisin.

### **Käyttöaste**

Uimahallin tai kylpylän käyttömäärä tietyllä ajanjaksolla.

### **Kolloidi**

Seostyyppi, jota voidaan pitää homogeenisen ja heterogeenisen seoksen välimuotona.

### **Orgaaninen aine**

Ainetta jossa esiintyy elävää kudosta. Esimerkiksi hiukset ja iho.

### **Partikkeli**

Likayksikkö. Konkreettinen kappale.

### **Puhdistusprosessi**

Kaikki järjestelmän osat ja vaiheet, jotka liittyvät uimaveden puhdistukseen.

### **Tuotto (pumppu)**

Kertoo kuinka paljon pumppu saa aikaan tilavuusvirtaa.

### **Vesipinta-ala**

Kaikkien altaiden pinta-ala, minkä vesi rajaa.

## 1 JOHDANTO

Uimahallien ja kylpylöiden vedenkäsittely on suuri kokonaisuus, josta merkittävin osa-alue on uimaveden suodatus. Uimahalleissa käsitellään suuria määriä vettä. Jotta vesi pysyy uimakelpoisena, sitä tulee puhdistaa ja käsitellä jatkuvasti käytön aikana. Näin ollen uimavettä voidaan kierrättää ja uudelleen käyttää. Veden kierrätys ja uudelleenkäyttö vähentää vedenkulutusta ja säästää energiaa, jos sitä verrataan siihen tilanteeseen, että kaikki altaasta poistettu vesi korvataan ja lämmitetään suoraan vesijohtoverkostosta tulevalla vedellä.

Tässä insinööriyössä on tarkoitus tutkia tilannetta, jossa uimaveden puhdistuskierrosta poistuvalla vedellä esilämmitetään vesijohtoverkostosta otettavaa korvausvettä. Puhdistuskierrosta poistuvaa vettä kutsutaan huuhteluvedeksi, sillä se käytetään myöhemmin suodattimien huuhtelemiseen. Vesijohtoverkoston vesi on 8-10 °C, joten sitä tulee lämmittää, jotta se voidaan johtaa altaaseen. Tutkittava kohde on Mikkelissä sijaitseva Viihdeuimala Rantakeidas, jossa lämmöntalteenottojärjestelmä on käytössä uudessa vuonna 2001 rakennetussa osassa. Työssä tutkitaan energian kulutusta ennen lämmöntalteenottojärjestelmän käyttöönottoa ja nykyistä tilannetta, jolloin lämmöntalteenottojärjestelmä on toiminnassa. Työssä vertaillaan molempien vaihtoehtojen tuloksia, lämmöntalteenottojärjestelmän kustannustehokkuutta ja investointikustannuksen kuoletusaikaa. Lämmöntalteenottojärjestelmä palvelee monitoimiallasta, lastenallasta ja poreallasta. Lämmöntalteenottojärjestelmä liitettiin toimintaan syksyllä 2013. Työssä tutkitaan myös seurantamittauksen avulla sitä, saavutetaanko korvausveden vähimmäismäärän tavoitearvo käytännössä. Mittausjakso on kaksi viikkoa, ja ne ovat hiihtolomaviikkoja, jolloin uimahallien käyttöaste kasvaa.

Insinööriyön tilaajana toimii Pool Processing Finland Oy. Pool Processing Oy on pohjoismaalainen yritys, jonka pääkonttori sijaitsee Ruotsin Kungsbackassa. Yritys toimii Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa. Pool Processing Finland Oy toimii ympäri Suomea, ja sen kotipaikkakunta on Mikkelä. Suomen yksikkö työllistää 4 henkilöä. Pool Processing Oy on johtavia pohjoismaalaisia uimahallien vedenkäsittelyjärjestelmiä ja uima-allastekniikkaa toimittava ja suunnitteleva yritys.



## 2 VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Uimaveden laatua tarkkaillaan, ja sille on annettu tarkat kriteerit valtion viranomaisten taholta. Yhteistä kansainvälistä normia ei ole olemassa, mutta Suomessa sovelletaan hyvin paljon saksalaista DIN 19643 -normia. Terveysturvallisuuslaki 763/1994 on antanut ohjeet, että uimavesi ei saa aiheuttaa terveydellisiä haittoja uimahallien tai kylpylöiden käyttäjille ja henkilökunnalle. Uimaveden laatua valvoo kunnan terveysturvallisuusviranomaisen. Jotta uimaveden laatu pysyy sallituissa arvoissa, on vedenkäsittelyjärjestelmän toimittava luotettavasti ja moitteettomasti. /2, s.2./

Hämäläisen liikuntapaikkajulkaisun mukaan:

*”Viranomaisohjeiden määrää pidetään monelta osin riittävänä. Määräysten kehittyminen on tosin ollut vedenkäsittelyn osalta hidasta. Kehityksen mukanaan tuomien uusimpien toiminnallisten ja teknisten vaatimusten siirtyminen määräyksiin ja ohjeisiin vie aikansa.” /6, s.18./*

Suomessa ei ole normeja, jotka sitoisivat uimahallien ja kylpylöiden vedenkäsittelylaitteistojen suunnittelua ja rakentamista. Tässä kohtaa sovelletaan rakentamista koskevia yleisiä määräyksiä ja ohjeita. /6, s.18./

## 3 UIMAVEDEN LAATU

### 3.1 Yleistä

Uimaveden laatu voidaan luokitella hyväksi, jos se täyttää vähintään seuraavat vaatimukset:

- Vedessä ei saa esiintyä mitään tauteja aiheuttavia bakteereita ja viruksia.
- Veden kemiallinen koostumus ei saa aiheuttaa silmien tai ihon ärtymistä, eikä se saa olla epämiellyttävän hajuista.
- Vedessä ei saa olla kiinteitä tai kolloidisia epäpuhtauksia.
- Veden on oltava kirkasta ja väritöntä, joten syvimpienkin kohtien pohjan on erotuttava selkeästi.
- Veden lämpötila on oltava käyttötarkoitukseen sopiva. /8, s.173./

### 3.2 pH-arvo

Veden pH-arvolla mitataan veden happamuutta. Vesijohtoverkostosta otettavasta vedestä on laskettava pH:ta, sillä se on usein korkeampi (6,5 - 9,0), kuin allasveden pH. Sopiva pH-arvo uimavedelle vaihtelee 7,0...7,2. Jos pH-arvo laskee alle 7,0, niin se voi aiheuttaa silmien ärtymistä uimareille ja syöpymisiä metallisissa laitteistoissa ja putkistoissa. Kohonnut pH-arvo voi taas aiheuttaa saostumia putkistoihin ja altaan reunoihin. Kloori ja pH ovat hyvin riippuvaisia toisistaan, sillä kloorin teho heikkenee pH:n noustessa. Jos taas pH laskee liian alas ( $\leq 6,5$ ), kloori alkaa muodostamaan tyyppiyhdisteiden kanssa voimakkaasti limakalvoja ärsyttäviä yhdisteitä. Tämän vuoksi on hyvin tärkeää pitää annetut arvot kohdillaan. /6, s. 59; 1, s. 9./

### 3.3 Mikrobiologiset laatuvaatimukset

Heterotrofiset pesäkeluvut kuvaavat altaan yleistä bakteeripitoisuutta. Näitä ovat bakteerit jotka kuuluvat luonnostaan ihmisten ympäristöön, kuten iholle ja limakalvolle. Uimaveden laatu luokitellaan hyväksi, kun heterotrofinen pesäkelukujen ( $22 \pm 2$  °C ja  $36 \pm 2$  °C) osalta on  $<100$  pmy/ml. /1, s.8./

### 3.4 Urea

Ureaa eli virtsa-aineita päätyy uimaveteen uimareiden hien ja virtsan mukana. Urea sisältää typpeä, joka reagoi kloorin vaikutuksesta muodostaen kloramiineja (sitoutunutta klooria). /15./

### 3.5 Nitraatti

Nitraattia syntyy varsinkin uimahalleissa, joissa on aktiivihiilisuodatus. Suuri osa ureana tai ammoniakkinä uimaveteen tulevasta tyypestä päätyy nitraattimuotoon. Nitraatti ei ole aikuiselle ihmiselle vaarallista edes nautittuna, mutta vauvoille se on hyvinkin myrkyllistä. Halleissa, joissa on vauvauintimahdollisuus, tulee valvoa tarkkaan nitraatin esiintymistä. /5, s.14; 15./

### 3.6 Vapaa kloori

Vapaan kloorin tehtävä on tuhota altaassa olevasta vedestä bakteerit ja virukset sekä samalla desinfioida sitä. Vesi saattaa alkaa näyttämään samealta ja haisemaan kloorilta, jos siinä ei ole riittävästi vapaata klooria. Vapaan kloorin laatuvaatimukset kun  $\text{pH} \leq 7,3$  on  $\geq 0,3$  mg/l ja  $\text{pH} > 7,3$  on  $\geq 0,4$  mg/l. /1, s.10;2./

### 3.7 Sitoutunut kloori

Kun vapaana oleva kloori reagoi vedessä olevien typpiyhdisteiden kanssa, tällöin syntyy sitoutunutta klooria. Typpiyhdisteitä vapautuu ammoniumista, virtsa-aineista, ammoniumyhdisteistä, virtsasta, hiestä ja ihosta. Sitoutuneen kloorin määrän tulisi olla mahdollisimman alhainen, jottei se haittaisi asiakkaita ja henkilökuntaa. Sitoutuneelle kloorille on annettu laatuvaatimus  $\leq 0,4$  mg/l. /1, s. 10;6;12;15./

### 3.8 Trihalometaani

Trihalometaaneilla tarkoitetaan ryhmää aineita, jotka syntyvät, kun metaanin neljästä vetyatomista kolme korvataan halogeenilla (fluori, kloori, bromi, jodi). Kun kloori ja orgaaniset epäpuhtaudet reagoivat keskenään uimavedessä, syntyy trihalometaaneja.

Suurissa pitoisuuksissa trihalometaanit ovat hengitettynä myrkyllisiä. On myös todettu, että jo pienissä määrissä hengitettynä trihalometaanit ovat hengitettynä karsinogeenisiä eli syöpää aiheuttavia. Trihalometaanit vaikuttavat hengitysilman kautta, mutta niiden pitoisuutta seurataan pääosin uimavedestä, sillä pitoisuusmääritykset on helpompi suorittaa vedestä kuin ilmasta. /5, s.15./

Trihalometaaniryhdisteiden muodostumista voidaan ehkäistä siten, että vettä puhdistetaan mahdollisimman tehokkaasti, sillä näin estetään uimavedessä esiintyvien orgaanisten yhdisteiden esiintyminen. Myös tarpeeksi alhaisella klooripitoisuudella voidaan vähentää trihalometaaniryhdisteiden muodostumista. Trihalometaaniryhdisteitä voi myös poistaa siten, että asennetaan johonkin kohtaan järjestelmää tehokas ilmastus. Poistokaasut on johdettava ulos, jotta ne eivät ole vaaraksi kellekkään. Suurin sallittu trihalometaanipitoisuus sisäaltaissa on 50 µg. /1, s.11./

### 3.9 Veden redoxpotentiaali

Redoxpotentiaali on sähkökemiallinen suure, jolla voidaan mitata veden puhtautta. Redoxpotentiaali antaa tietoa vedessä olevien hapettavasti ja pelkistävästi vaikuttavien aineiden kokonaistilasta. Redoxpotentiaalin laatuina käytetään millivoltteja (mV). Se voi olla positiivinen (hapettava tila) tai negatiivinen (pelkistävä tila). Uimahalleissa vesi on aina hapettavassa tilassa. Klooripitoisuus ja pH-arvo vaikuttavat redoxpotentiaaliin. Useissa tapauksissa redoxpotentiaali vaikuttaa virusten kuolevuuteen enemmän kuin vapaan kloorin pitoisuus, sillä riittävän hyvän veden hygieeninen taso voidaan saavuttaa pienelläkin klooripitoisuudella, jos redoxpotentiaali on tarpeeksi korkea. /5, s.19./

### 3.10 Korvausvesi

Korvausvedellä korvataan suodattimissa, haihtumisessa ja uimarien mukana poistuvaa vettä. Korvausveden määrä tulee olla vähintään 30 l/ henkilöä kohden vuorokauden aikana. Veden uusimisella pyritään estämään myös eri yhdisteiden, kuten esimerkiksi kloridin ja nitraatin konsentroituminen allasveteen. Todellinen korvausveden määrä määräytyy uimahallin tai kylpylän käyttöasteen mukaan. Korvausvesi otetaan vesijohtoverkostovedestä, joka täyttää juoma- ja talousveden laatuvaatimukset. Korvausvedeksi ei kelpaa esimerkiksi suihkujen viemäriveresi. /1, s.18; 4, s.32./

### 3.11 Sameus

Sameutta halutaan välttää uimavedessä, sillä se antaa ”likaisen” kuvan käyttäjilleen. Kloorin desinfiointikyky myös huononee, jos sameus nousee liikaa. Tämä perustuu siihen, että kloori ei pääse vaikuttamaan tehokkaasti hiukkasten sisälle. Vedessä olevat liukenemattomat hienojakoiset hiukkaset aiheuttavat sameutta. Hienojakoiset hiukkaset saavat aikaan optisesti havaittavan valon heijastumis- ja pidättymisilmiön. Sameutta voidaan arvioida visuaalisesti testiputkien ja altaaseen katsomisen avulla. Sameutta voidaan mitata myös sähkötoimisilla optisilla mittareilla. Jos vedessä esiintyy sameutta, voidaan olettaa, että vedenkäsittelyjärjestelmä ei toimi toivotulla tavalla tai järjestelmässä esiintyy merkittäviä puutteita. /5, s.14;6./

Kuvissa 1 ja 2 on esitetty samea ja kirkas vesi uima-altaan sisältä visuaalisesti.



**KUVA 1. Samea allasvesi /11/**



**KUVA 2. Kirkas allasvesi /11/**

### 3.12 Kemikaalien annostelu

Kemikaalien varastointitila sijaitsee omassa suljetussa tilassa. Tilassa on oltava tehokas ilmanvaihto ja poistoilma on johdettava suoraan ulos. Kemikaaliastiat on sijoitettava suojakaukaloihin, jotta mahdolliset vuodot ovat hallittavissa. Kemikaalien varastointitila on myös varustettava vesipisteellä ja viemäröinnillä, ja tilasta on oltava helppo kulku ulos. Kemikaalien varastoinnissa, käsittelyssä ja annostelussa noudatetaan *vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuus 390/2005* lakia.

Desinfiointiainetta syötetään puhdistettuun veteen suodatuksen ja lämmönsiirtimen jälkeen. Jos esimerkiksi klooria syötetään kiertopiiriin ennen suodattimia, on vaarana, että syntyy liiallinen määrä sidottua klooria ja trihalometaania, sillä suodattimista irtoaa orgaanista ainetta ja tyyppiyhdisteitä. Kloorin- ja pH-säätö tulee suorittaa allaskohtaisesti. /2, s.11; 6, s.69;15./

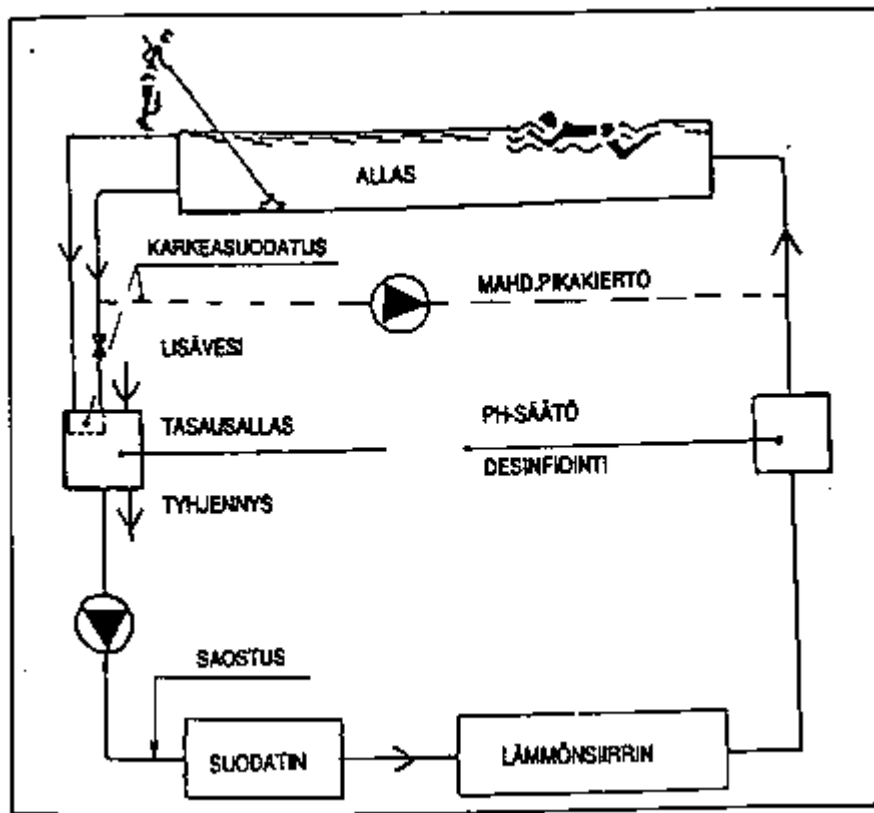
## 4 VEDENKÄSITTELYN YLEISPERIAATE

Vettä johdetaan jatkuvasti uima-altaasta puhdistukseen ja lämmitykseen. Veden kierrätyksen yleisperiaatteena on, että kovimmankin kuormituksen aikana vettä puhdistetaan vähintään 2m<sup>3</sup> jokaista uimaria kohti. Vedenkierto altaassa pyritään järjestämään mahdollisimman tehokkaasti ja nopeasti. Sekoittumisperiaatteella toimiessa tuleva vesi sekoittuu koko vesimassaan ja poistovesi poistuu mahdollisimman tasaisesti altaan pinnalta. /2, s.2./

Ihmisestä voi siirtyä noin 10 minuutin uinnin aikana altaaseen jopa 15 miljoonaa bakteeria, joista kolibakteereita on noin 200 000 kpl. Määrät riippuvat täysin ihmisten käyttäytymisestä ennen uima-altaaseen menoa. Moni ei välttämättä peseydy ennen altaaseen menoa, joten se lisää luonnollisesti altaan bakteerikantaa. Tauteja aiheuttavat bakteerit ja virukset saattavat tarttua uima-altaissa ihmisistä toisiin, siksi jatkuva uima-veden käsittely on erittäin tärkeää. /8, s.173./

Veden puhdistus tapahtuu uimaveden vesikierron yhteydessä vedenkäsittelylaitteissa. Jokaisessa suuremmassa uima-allas järjestelmässä tulee olla tasausallas, sillä veden

määrä vaihtelee uima-altaassa, ja vettä tulee olla ns. ”reservissä”. Seuraavassa kuvassa on esitetty uimaveden kiertokulku yksinkertaistettuna. /2, s.2./



KUVA 3. Uimavedenpuhdistuksen periaate /6, s.42/

## 5 VEDENKÄSITTELYN YKSIKKÖPROSESSIT

### 5.1 Vedenkäsittelyn jaottelu

Uimahallien vedenkäsittelyyn on olemassa useita eri mahdollisuuksia. Yhdistelemällä järjestelmiä ja prosesseja saadaan jokaiselle uima-altaalle paras mahdollinen järjestelmä. Toimintaperiaate ja laitteistot ovat kuitenkin hyvin samanlaiset kaikissa. Vedenkäsittelyn yksikköoperaattorit ja -prosessit voidaan jakaa niiden toiminnan ja tavoitteiden perusteella. Yksinkertaisuudessaan ne voidaan jakaa peruskäsittelyyn, tehostus- tai lisäkäsittelyyn ja kemikaalien annosteluun. Uimaveden peruskäsittelyyn kuuluvat kaikki varsinaisen puhdistusprosessin osat, jotka on eritelty seuraavasti. /2, s. 5./

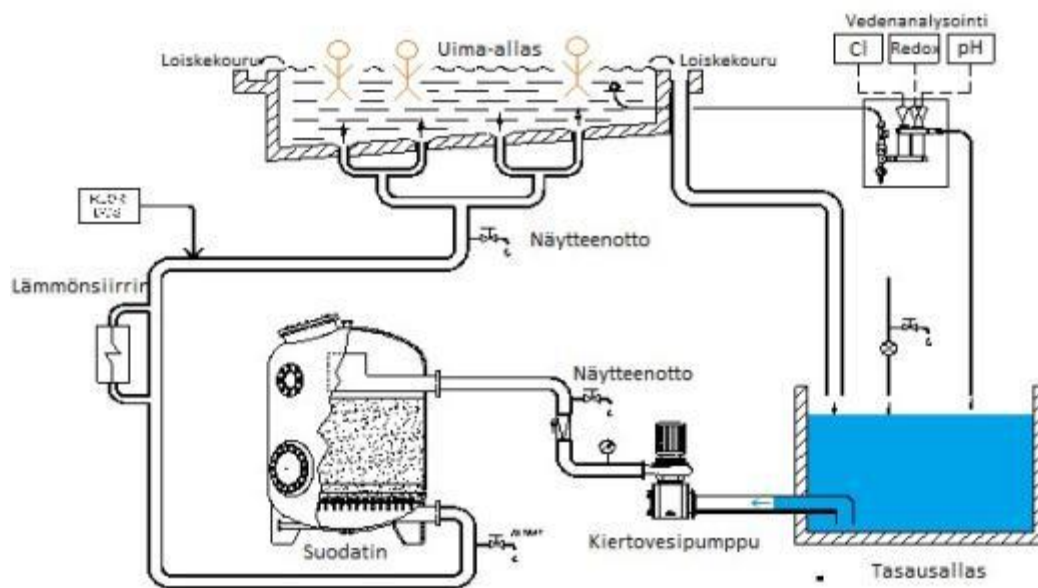


## 5.2 Karkeasuodatus

Karkeasuodattimien tarkoituksena on poistaa vedestä suurikokoiset partikkelit. Näitä ovat esimerkiksi hiukset, hiekka, korut, lehdet yms. Karkeasuodattimet suojaavat sen jälkeen olevia laitteita, erityisesti pumppuja. Suodatin sijoitetaan yleensä tasausaltaan ja pumpun väliin. /2, s.6./

## 5.3 Tasaus

Jokaisella puhdistuskierrolla on oma tasausallas. Tasausaltaan pätehtävä on pitää uimaveden pinta koko ajan samalla tasolla, vaikka altaassa olisikin kova käyttökuormitus. Vesimäärä vaihtelee, ja puhdistuksessa ei pysty olemaan kuin tietty määrä vettä kerralla. Tasausallas toimii ns. ”reservinä”, ja siellä on oltava aina vettä. Vesi poistuu uima-altaasta loiskekourujen kautta. /2, s.3./



**KUVA 4. Tasausaltaan toiminta /10/**

## 5.4 Kierrätyspumppaus

Kiertovesipumpulla pidetään yllä vedenkiertoa. Nykypäivänä pumput pyritään varustamaan taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttaja säätelee virtaamaa kuormituksen mukaan. Näinollen pumppujen elinikä pitenee ja energiaa säästyy. /2, s.4; 15./

## 5.5 Saostus

Kolloidisen orgaanisen aineen poisto onnistuu tehokkaasti ainoastaan saostuskemikaalien avulla. Saostusta kutsutaan myös flokkaukseksi. Saostuksessa yleisimpänä aineena käytetään alumiinia, sillä se neutralisoi kolloidien sähkövaraukset, jolloin ne yhdessä syntyvän hydroksidisakan kanssa muodostavat suurempia hiukkasia (flokkeja). Syntynyt saostuma poistetaan suodatuksella. Saostuksen tulee olla ympärivuorokautista. /2, s.12;15./

## 5.6 Aktiivihiilijauhe

Aktiivihiilen syöttö veteen tapahtuu ennen suodatusta. Saostuskemikaali kiinnittää hiilihiukkaset syntyviin flokkeihin jääden suodattimiin. Suodattimessa ne adsorboivat vedestä erilaisia orgaanisia aineita vähentäen liuenneen orgaanisen aineen pitoisuutta vedessä. Menettely vähentää myös sidotun kloorin määrää. Aktiivihiilijauheen käyttö lisää hieman kloorin menekkiä ja suodattimien huuhtelun yhteydessä aktiivihiilijauhe huuhtoutuu viemäriin. /2, s.8./

## 5.7 Suodatus

Suodattimen päätehtävä on erottaa vedestä epäpuhtaudet. Suodattamaton vesi virtaa suodattimen läpi. Lika jää suodatusmassapatjaan, ja vesi jatkaa matkaa seuraavaan vaiheeseen. Suodattimet voivat olla hiekkasuodattimia tai kaksikerrossuodattimia. Edellä mainitut suodattimet voivat olla malliltaan avosuodattimia tai painesuodattimia. Yleisempi on painesuodatin, jonka suodatusmassana toimii pääsääntöisesti hiekka. Suodatuslaitos rakennetaan yleensä kahdesta tai useammasta yksiköstä, jotka on kytketty rinnan. Tilankäytön puutteesta johtuen usein joudutaan tekemään kompromisseja suodatuksen suhteen. Suodatinmassojen raekoko on pääosin 0,7-1,2 mm. Suodattimen pohjalle voi laittaa vähän karkeampaa 2...3 mm. Suutinpohjan tulee olla ilmahuhteluun soveltuva. Suutinmäärän on oltava vähintään 60 kpl/m<sup>2</sup> ja yhden suuttimen sisähalkaisija 0,5 mm. Suodattimien lukumäärä ja koko vaihtelee uima-altaan koon mukaan. /2, s.6; 6, s.43;15./

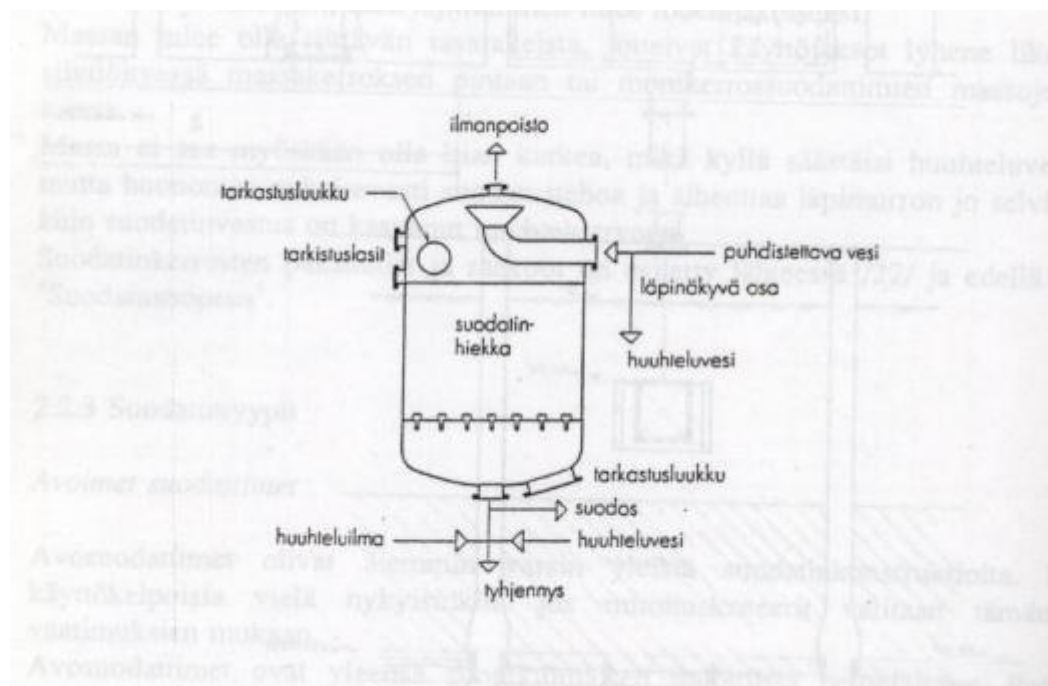
Suodatuslaitos toimii hyvin, kun se täyttää seuraavat vaatimukset:

- suodatettu vesi on tasaisesti kirkasta ja sameus on alle 0,2 FNU

- suodatusjärjestelmän elinikä on pitkä ja se on toimintavarma
- suodatin sallii yksittäisiä ylikuormitustilanteita
- suodatusjärjestelmä on helppohoitoinen
- suodattimien huuhtelu on tehokkaasti ja nopeasti toteutettava
- suodatusmateriaalien käsittely on vaivatonta ja turvallista terveyden kannalta.

/6, s.43./

Kuvassa 4 on esiteltyä painehiekkasuodattimen rakenne.



**KUVA 5. Painehiekkasuodatin /6, s. 50/**

## 5.8 pH – säätö

Uimaveden pH:lle on annettu raja-arvot. Jotta raja-arvoissa pysytään, on veden pH-arvoa pystyttävä säätämään. Yleisimpiä pH:n säädössä käytettäviä aineita ovat natriumvetysulfaatti ( $\text{NaHSO}_4$ ), suolahappo ( $\text{HCl}$ ), hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ) ja rikkihappo ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Aineet vaikuttavat eri voimakkuuksilla, joten yhtä yhteistä annostelumäärää ei ole. /6, s.59–60;15./

### **5.9 Otsonointi – tehostus**

Otsoni on voimakas hapetin ja tehokas desinfiointiaine. Se tuhoaa tehokkaasti myös niitä bakteereita, jotka eivät kloorilla tuhoudu. Sen avulla voidaan hapettaa tehokkaasti veteen liuenneita orgaanisia aineita. Otsonia käytetään desinfiointiin, veden hajun ja maun parantamiseen, raudan, mangaanin ja rikin poistoon. Veden otsonointi tapahtuu saostuksen ja suodatuksen jälkeen. Otsoni on myrkyllinen kaasu hengitettynä, joten sitä ei saa esiintyä allasvedessä. Sen käyttö rajoittuu ainoastaan vedenkäsittelyvaiheeseen. Otsonia valmistetaan kuivasta ilmasta tai hapesta siihen tarkoitetun koneen avulla. Otsonin myrkyllisyyden, hankintahinnan ja korroosionuoton takia sen käyttö on jäämässä sivuun uusissa järjestelmissä, sillä se pystytään nykyisin korvaamaan turvallisemmilla keinoilla. /2, s.9; 6, s.64–65./

### **5.10 Aktiivihiihisiuodatus – tehostus**

Liunneen orgaanisen aineen poistoon vedestä voidaan käyttää aktiivihiihisiuodatusta adsorptio-mekanismilla. Tehokkuus perustuu siihen, että aktiivihiihisiuodatin poistaa vedestä kloorin, jolloin suodatin alkaa toimia biologisena suodattimena. Tällöin orgaaninen aine hajoaa biologisesti. /6./

### **5.11 Fotokemialliset menetelmät – tehostus**

Fotokemiallisissa menetelmissä vaikuttava osa on UV-valo, jolla vettä säteilytetään läpivirtauskammiossa. Menetelmän teho perustuu kemialliseen reaktioon, jolla voidaan tuhota klooria kestäviä bakteereja ja viruksia vedenpuhdistuskierron yhteydessä. Laitteisto sijoitetaan vedenpuhdistus kierron yhteyteen suodatuksen ja lämmönsiirtimen väliin, sillä se ei vähennä orgaanisia epäpuhtauksia. /2, s. 9-10; 6, s.66./

### **5.12 Allasveden lämmitys**

Allasveden jäähtyminen johtuu pääasiassa veden haihtumisesta allastilaan. Haihtumisen voimakkuus riippuu veden ja ilman lämpötiloista, sisäilman kosteudesta, vesipinta-alasta, allastyypistä, sen käyttöasteesta ja mahdollisista laitteista. Haihtumista tehostavat myös erilaiset vesiliukumäet ja vesihierontasuihkut. Yleisin

lämmitysmuoto allasvedelle on kaukolämpö. Allasvettä lämmitetään vesikierron yhteydessä viimeisenä vaiheena omalla lämmönsiirtimellä. /2, s.5; 3, s.13./

## **6 RANTAKEITAAN MONITOIMIALTAAN, LASTENALTAAN JA POREALTAAN VEDENKÄSITTELYJÄRJESTELMÄT**

### **6.1 Viihdeuimala Rantakeidas**

Ensimmäinen osa Viihdeuimala Rantakeitaasta on rakennettu vuonna 1982. Uimahallin kokonaispinta-ala on 4700 m<sup>2</sup>. Uimahallin saneerauksen yhteydessä vuonna 2001 rakennettiin uusi osa. Vanhassa osassa sijaitsee 25 m pitkä uima-allas joka on tilavuudeltaan 500 m<sup>3</sup> ja opetusallas tilavuudeltaan 50 m<sup>3</sup>. Uudessa osassa sijaitsee monitoimiallas tilavuudeltaan 165 m<sup>3</sup>, lastenallas tilavuudeltaan 6 m<sup>3</sup> ja poreallas tilavuudeltaan 3 m<sup>3</sup>. Rakennuksessa on myös liikuntasali, kuntosali ja kahvio. Uimahalli on auki lähes ympäri vuoden, paitsi kesällä se on 1,5 kk kiinni. Uimahalli on Mikkelin kaupungin omistuksessa, ja se työllistää 13 henkeä. Uimahallissa käy vuosittain 90 000 - 100 000 asiakasta. Kokonaisvedenkulutus on 13 579 m<sup>3</sup>/v, 140 l/ asiakas. /9, s. 4; 13./ Liitteessä 1 on eriteltyä järjestelmien teknisiä tietoja.

### **6.2 Lämpötilan säätö**

Monitoimiallasta lämmittää 80 kW ristivirtalevylämmönsiirrin. Lastenaltaalla ja porealtaalla on oma lämmönsiirrin, jonka teho on 40 kW. Lämpötilojen säätö on liitetty automaatiojärjestelmään, joka ohjaa uima-veden lämmitystä. Viihdeuimala Rantakeitaan lämmitysmuoto on kaukolämpö. /13./

### **6.3 pH-säätö**

Natriumhypokloriittia annosteltaessa pH-arvo pyrkii nousemaan jatkuvasti. pH-arvon alentamiseen käytetään suolahappoa. pH-säädin ohjaa annostelupumppua. /14;13./

#### 6.4 Vedensuodatus

Monitoimiallas tarvitsee kolme painehiekkasuodatinta, jokaisein pinta-ala on 2 m<sup>2</sup>. Lastenaltaalla ja porealtaalla on yhteinen painehiekkasuodatin, joka on myös 2 m<sup>2</sup>. Suodatusnopeus monitoimialtaan suodattimissa on 27 m/h ja lastenaltaan ja porealtaan suodattimessa 25 m/h. Suodatusnopeus vaihtelee suodattimien lukumäärän ja hiekkapinta-alan mukaan. Suodatusmassan korkeus on 1,6 m. /13;15./

#### 6.5 Kloorikone

Klooria pystytään valmistamaan natriumkloridista elektrolyysillä. Kloorikoneen ansiosta Viihdeuimala Rantakeitaassa pystytään valmistamaan omavaraisesti klooria. Kone valmistaa klooria jatkuvasti. Valmista klooria annostellaan omien pumppujen avulla uimaveteen sopiva määrä. Kloorikoneen valmistaman klooriliuoksen vahvuus on 0,8-1 %. Kuvassa 6 on Viihdeuimala Rantakeitaan Pool Processing Oy:n valmistama kloorikone. /15;16./



**KUVA 6. Kloorikone. Viihdeuimala Rantakeidas**

## 6.6 Aktiivihiilipulverin annostelu

Aktiivihiilipulveria annostellaan 1-3 g/m<sup>3</sup> kiertävää vesimäärää kohti. Suodattimien huuhtelun yhteydessä aktiivihiilipulveri huuhtoutuu viemäriin. Monitoimialtaalle ja pore- ja lastenaltaalle on kullekin oma syöttöjärjestelmä. Laimennus on 3 g/l (3 säkkiä hiiltä (9 kg), 100 l vettä), ja valmiin liuoksen annostelumäärä on 2,7 l/h. /13;14;15./

## 6.7 Kemikaaliannostelu

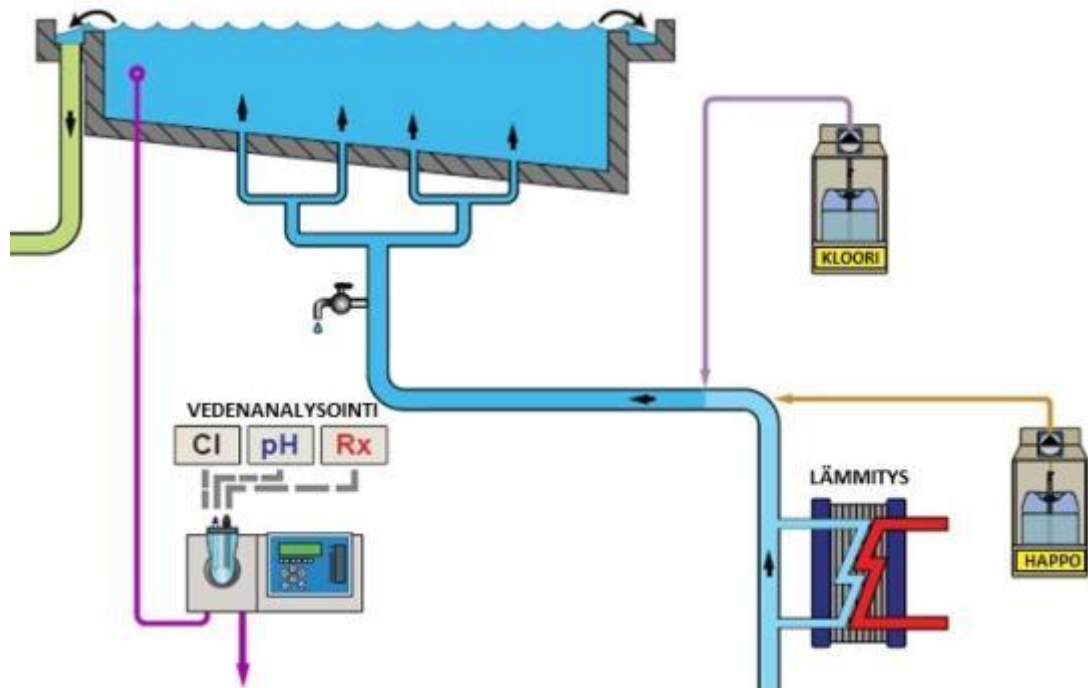
Suolahappo ja flokkaus-aine varastoidaan erillisessä tilassa, jossa on tehokas ilmanvaihto. Poistoilma johdetaan suoraan ulos. Suolahappoa laimennetaan vedellä suhteessa 1:2 ja flokkaus-aine Dinofloc Aktiv 1:10. Annostelupumput pumpaavat kemikaaleja järjestelmään käyttökuormituksen mukaan. /13;15;15./

## 6.8 Kuormitusperusteinen käyttö – Depolox

Kuormitusperusteisella käytöllä tarkoitetaan mittalaitetta, joka analysoi veden laatua kokoaikaisesti pH:n, vapaan ja sidotun kloorin, redoxin ja lämpötilan osalta. Jokaiselle altaalle on oma Depolox-laite. Automaatioon syötetään halutut raja-arvot. Yksinkertaisuudessa laite antaa käskyn eteenpäin lisätä veden kiertonopeutta altaassa, jos jokin raja-arvoista ylittyy. Kun raja-arvot ovat taas sallituissa lukemissa, järjestelmä palaa ns. ”eco”-tilaan ja kiertonopeus laskee. Kuvassa 7 on vedenanalysointilaitte Depolox, joka analysoi vettä jatkuvasti. Kuvassa 8 on esitetty vedenanalysointilaitteen, hapon ja kloorin syötön sijoitus. Haponlisäys tulee tapahtua ennen kloorin lisäämistä. Näin estetään kloorikaasun muodostuminen altaassa. Kloorikaasu on hengitettynä vaarallista. /13;15./



**KUVA 7. Kuormitusperusteinen käyttö ja vedenlaadun analysointi**



**KUVA 8. Veden analysointi, lämmitys, hapon ja kloorin syöttö /10/**



## 6.9 PROHEAT-lämmöntalteenottojärjestelmä ja huuhteluvesisäiliö

Viihdeuimala Rantakeitaaseen liitettiin syksyllä 2013 huuhteluveden lämmöntalteenotto. Lämmönsiirtimenä toimii Alfalavalin 15 kW ristivirtalevyllämmönsiirrin. Järjestelmällä esilämmitetään korvausvettä, joka tulee vesijohtoverkostosta. Korvausveden todellinen määrä vaihtelee, mutta ohjearvona sille on annettu 30 l / henkilöä vuorokaudessa. Poistoveden luovutettua lämmön jäähtynyt vesi virtaa huuhteluvesisäiliöön odottamaan suodattimien huuhtelua. Kuvassa 9 on esitelty lämmöntalteenottojärjestelmä Viihdeuimala Rantakeitaassa. /13./



**KUVA 9. PROHEAT-lämmöntalteenottojärjestelmä. Viihdeuimala Rantakeidas**

## 6.10 Huuhteluvesisäiliö

Huuhteluvesisäiliö on asennettu lämmöntalteenoton asennuksen yhteydessä. Huuhteluvesialtaan tehtävä on varastoida lämmöntalteenottimelta poistuva vesi, josta on otettu lämpö talteen. Lämmöntalteenottojärjestelmä täyttää huuhteluvesisäiliötä jatkuvasti, ja se on mitoitettu siten, että täyteen tullessa, suoritetaan huuhtelu. Huuhteluvesisäiliön vettä käytetään järjestelmän huuhtelemiseen. Huuhteluvesisäiliöön mahtuu n. 20 m<sup>3</sup> vettä, joten se ei riitä aivan koko järjestelmän huuhtelemiseen. Loput vedet huuhteluun otetaan tasausaltaasta. /13./

## **7 PAINEHIEKKASUODATTIMIEN HUUHTELU VIIHDEUIMALA RANTAKEITAASSA**

Suodattimet ovat osa vedenkäsittelyjärjestelmää, ja niiden läpi johdetaan altaasta tuleva vesi epäpuhtauksineen. Suurimmat epäpuhtaudet jäävät karkeasuodattimiin, jotka sijaitsevat imupuolen pumppujen läheisyydessä. Hiekkasuodattimien pääperiaate on, että vesi jatkaa matkaa ja epäpuhtaudet jäävät suodattimessa olevaan hiekkapatjaan. Hiekkasuodattimia tuleekin huuhdella säännöllisesti, sillä epäpuhtaudet nostavat paine-eroa suodattimissa ja näin ollen suodatusteho ja virtaama heikkenee. Suodattimien huuhtelu vaihtelee laitoskohtaisesti ja käyttöasteesta riippuen.

Huuhteluprosessi täytyy suorittaa hallin ollessa kiinni, sillä huuhtelujen ajaksi altaan vesikierto on suljettava, jotta altaaseen ei pääse epäpuhtauksia suodattimista. Huuhtelu tapahtuu vastavirtahuuhtelulla. Vastavirtahuuhtelussa ilmaa ja vettä syötetään suodattimeen käänteisessä järjestyksessä verrattuna suodatustilanteeseen. Ilmavesiseos nostattaa suodatinmassan seasta epäpuhtaudet ylös vedenpintaan. Pinnalla olevat epäpuhtaudet huuhtoutuvat viemäriin poistoputken kautta, joka sijaitsee suodattimen yläosassa. Huuhteluprosessin voi liittää myös automaatioon, mutta vielä tänä päivänä yleisempi tapa on manuaalinen huuhtelu. Huuhtelu on tehtävä hyvin huolellisesti, sillä järjestelmässä on paljon venttiileitä. Väärässä asennossa oleva venttiili voi aiheuttaa sen, että likainen vesi pääsee takaisin altaaseen. Huuhteluun tarvittava vesi otetaan joko tasausaltaasta tai erillisestä huuhteluvesialtaasta.

Huuhteluveden määrä vaihtelee suodattimien koon mukaan. Huuhtelunopeuden on oltava noin kaksinkertainen suodatusnopeuteen nähden. Tehokkain tulos saadaan juuri optimaalisella huuhtelunopeudella, jolloin hiekkapatja nousee reilusti. Huuhtelunopeus on usein 50–65 m/h. Kuvassa 5 on esiteltyä painehiekkasuodattimen rakenne. /11;13;15./

## 8 KORVAUSVEDEN KULUTUKSEN SEURANTAMITTAUS

Korvausvedelle on annettu asetus, jonka mukaan jokaista uimaria kohden korvausvettä on tultava vähintään 30 l / vuorokaudessa. /1, s.18/ Korvausvedenkulutusta mitattiin seurantamittauksen avulla kahden viikon ajan, jolloin uimahallissa käyttöaste oli suuri. Mittaamalla pyrittiin osoittamaan, että korvausveden todellinen määrä on hyväksytyissä arvoissa.

Mittaus suoritettiin 15.2.2015–01.03.2015 välisenä aikana. Korvausvedelle on oma vesimittari. Vesimittarilta otettiin lukemat ylös molemmilta viikoilta. Kahden viikon korvausvedenkulutukseksi saatiin 248 m<sup>3</sup>. Kävijämäärää seurattiin kassan ja kulkuportin avulla. Kävijämääriä voidaan pitää luotettavana, sillä kävijämääriä tilastoidaan sähköisesti ja siitä on rajattu muu käyttäjäkunta ulkopuolelle. Kävijämääräksi kahdelle viikolle saatiin 7666 henkilöä. Korvausveden kulutus henkilöä kohden saadaan jakamalla mitattu vedenkulutus kävijämäärällä. Liitteissä 2 ja 3 on esitetty mittauspöytäkirjat, joissa korvausvesimittarin lukemat ja kävijämäärät. Kaavalla 1 saadaan laskettua korvausveden kulutus henkilöä kohden, kun tiedetään kävijämäärät ja korvausveden kulutus.

$$V_{\text{kulutus}} = \frac{V_{\text{korvausvesi}}}{\text{Kävijämäärä}} \quad (1)$$

Missä,

$$V_{\text{kulutus}} = \frac{dm^3}{vrk,hlö}, (\geq 30 \frac{dm^3}{vrk,hlö})$$

Kävijämäärä =

*kuinka monta henkeä tietyllä ajanjaksolla on käyttänyt uima – allasta (hlö)*

*$V_{\text{korvausvesi}}$  = kuinka paljon korvausvettä on käytetty vuorokauden aikana henkilöä kohden (dm<sup>3</sup>, vrk).*

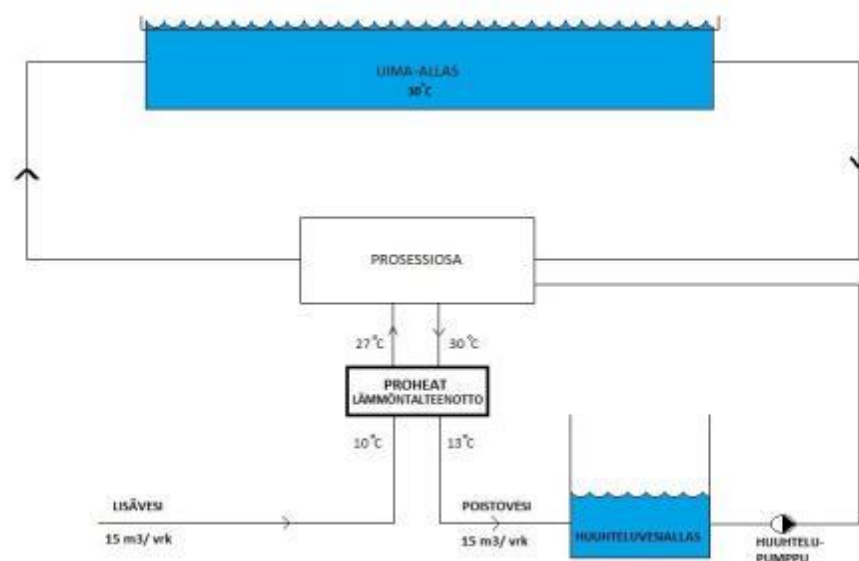
### 8.1 Korvausveden kulutuksen seurantamittaus

Korvausveden todellista kulutusta mitattiin kahden viikon ajalta oman vesimittarin ja kävijämäärien avulla. Vesimittarin lukemat otettiin ylös mittausjakson alussa ja lopussa. Kävijämäärät kyseiselle ajanjaksolle saatiin kulunvalvonnasta. Kulunvalvonta pystyy erittelemään tarkasti uimahallin käyttäjät ja rajaamaan niistä ne, jotka ovat

käyttäneet uima-altaita. Saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina, sillä uimahalliin ei pääse kuin kulunvalvonnan kautta. Mittausjakso ajoitettiin kahdelle vuoden vilkkaimmalle viikolle (hiihtolomaviikot), jotta saataisiin suuri käyttöaste ja luotettavat tulokset. Kun uimahallin vedenkäsittely toimii suurenkin kuormituksen aikana, toimii se myös kevyen kuormituksen aikaan.

## 9 LÄMMÖNTALTEENOTTO HUUHTELUNVEDESTÄ

Proheat-lämmöntalteenotto mahdollistaa jatkuvan veden poistamisen ja lisäveden syöttämisen ympärivuorokauden esisäädetyjen säätöventtiilien avulla. Lisäveden määrä on aina sama kuin poistoveden määrä. Järjestelmässä tulee olla aina tietty määrä vettä, että järjestelmä toimii toivotulla tavalla. Lämmin poistovesi johdetaan lämmönsiirtimen kautta, missä lämpö siirtyy kylmään korvausveeseen. Lämmönsiirrin lämmittää lisäveden n. 3 °C alaisemmaksi kuin altaan vaatima lämpötila on. Erotuksen lämmittää uimaveden lämmönsiirrin, jonka lämmöntuottomuoto on useasti kaukolämpö. Lämmön luovutettuaan poistovesi lasketaan joko suoraan viemäriin tai paremmassa tapauksessa huuhteluvesialtaaseen. Huuhteluvesialtaasta vesi käytetään suodattimien huuhteluun. Jokainen lämmöntalteenottojärjestelmä on yksilöllinen. Yhden asteen lämmitys yhdessä m<sup>3</sup>:ssa vettä tarvitsee energiaa 1,16 kWh. Kuvassa 10 on havainnollistettu proheat- lämmöntalteenottojärjestelmän sijoitus järjestelmässä. Lämmöntalteenottojärjestelmä sijoitetaan mahdollisimman lähelle varsinaista prosessiosaa, jotta pitkiä putkivetoja ei tulisi. /10;15./



## KUVA 10. Lämmöntalteenottojärjestelmän sijoitus

### 9.1 Lämmöntalteenotto toimivuuden tutkiminen

Lämmöntalteenottolaitteen tutkimisessa ja laskelmissa käytetään Viihdeuimala Rantakeitaalta saatuja tietoja. Lämmöntalteenottolaitteistossa on omat lämpö- ja virtausmittarit, joista voi lukea hetkelliset arvot. Tämänhetkiset energiahinnat otetaan energiayhtiön sivuilta. Tässä tutkimuksessa ei oteta huomioon energiayhtiön vaatimaa kaukolämmön vuotuista perusmaksua, sillä se jakaantuu koko uimahallin käytölle. Energiakulutusta tutkiessa vaikuttavia tekijöitä ovat kävijämäärä, joka vaikuttaa korvausveden määrään, korvausveden lämpötila, haluttu lämpötila (allasveden lämpötila), lämmönsiirtimen tuoma hyöty ja energiayhtiön energiahinta.

## 10 TILANNE ENNEN LÄMMÖNTALTEENOTTOJÄRJESTELMÄÄ

### 10.1 Huuhteluprosessi

Ennen lämmöntalteenottojärjestelmän toimintaa huuhteluvesi otettiin suoraan taseasultaasta. Viikossa suodattimet huuhdellaan kahdesti, sunnuntaisin ja keskiviikkoisin ennen uimahallin aukeamista asiakkaille. Neljään 6 m<sup>3</sup> suodattimeen kuluu huuhteluvettä yhteensä n. 60 m<sup>3</sup> / kerta. Huuhteluveden määrään vaikuttaa pelkästään suodattimien määrä ja koko.

### 10.2 Energiankulutus ilman lämmöntalteenottoa

Veden ominaislämpökapasiteetti on 4182 J/ kg K, joten asteen lämmittämiseen kuutiossa vettä tarvitaan energiaa 1,16 kWh. Korvausvesi tulee Mikkelin kaupungin vesijohtoverkostosta, ja veden lämpötila on + 8 - 10 °C. Uima-altaan veden lämpötila on + 30–32°C, joten korvausvettä joudutaan lämmittämään ajoittain n. 24 °C. Korvausveden lämmityksen tehontarve saadaan seuraavalla laskentatavalla:

$$P = \frac{m^3}{\text{viikko}} * \text{lämmitystarve} * 1,16 \text{ kWh}/^\circ\text{C}/m^3 \quad (2)$$

*Jossa,*

$$P = \frac{\text{lämmitystehontarve}}{\text{viikko}} = \text{kWh/viikko}$$

$$\frac{\text{m}^3}{\text{viikko}} = \text{korvausveden määrä viikossa}$$

*Lämmitystarve = Lämpötilanmuutos, joka täytyy saavuttaa*

*1,16 kWh = Tehontarve, joka tarvitaan lämmittämään 1°C yhdessä m<sup>3</sup> vettä*

Korvausveden määrä on suoraan verrannollinen kävijämäärään. Lämmitystarve määräytyy sen mukaan, kuinka monta astetta korvausvettä on lämmitettävä.

## **11 TILANNE LÄMMÖNTALTEENOTON TOIMIESSA**

### **11.1 Hankintahinta**

Viihdeuimala Rantakeitaan lämmöntalteenottolaitteistoon kuuluu: Proheat-lämmöntalteenottolaitteisto, huuhtelupumppu ja huuhteluvesisäiliö. Hankintahinta näille on yhteensä 20 000 € Alv 0 %. Laitteiden asennus, käynnistys ja koulutustyöt 7,450 € Alv 0 %. Yhteensä lämmöntalteenottolaitteisto tulee kustantamaan 27 450€ Alv 0 %.

### **11.2 Energiankulutus lämmöntalteenoton toimiessa**

Energian kokonaiskulutus saadaan laskettua kaavalla 2. Ainoa muuttuva arvo on korvausveden lämmitystarve, joka vähenee merkittävästi lämmönsiirtimen avulla.

### **11.3 Investointikustannuksen kuoletusaika**

Investointikustannuksen kannattavuus pystytään selvittämään, kun tiedetään perusasiat kohteesta ja järjestelmästä. Lämmöntalteenoton investointikustannuksen kuoletusaika pystytään laskemaan, kun tiedetään energian hinta ja kulutettu energia.

Vertaamalla energian kulutusta ennen ja nykyistä tilannetta voidaan laskea järjestelmän kannattavuus.

## 12 TULOKSET

### 12.1 Korvausveden kulutuksen seurantamittaus

Korvausveden kulutukselle suoritettiin seurantamittaus, jolla haluttiin varmistua siitä, että korvausveden määrä on  $\geq 30 \text{ dm}^3/\text{vrk}$ , hlö. jonka viranomaismääräykset antavat minimiarvoksi. Kaavalla 3 laskettaessa tulokseksi saatiin kahden viikon ajalta  $32,4 \text{ dm}^3/\text{vrk}$ , hlö. Tulos osoittaa, että korvausveden määrä on sallituissa rajoissa. Liitteissä 2 ja 3 on esitetty tulokset korvausvesimittarilta ja kävijämääristä.

**TAULUKKO 1. Korvausvedenkulutus Viihdeuimala Rantakeidas kahden viikon ajalta.**

Korvausvesi	248000	$\text{dm}^3$
Kävijämäärä	7666	hlö
Minimiarvo	30	$\text{dm}^3/\text{vrk}$ , hlö
Tulos	32,4	$\text{dm}^3/\text{vrk}$ , hlö

$$V_{\text{kulutus}} = \frac{V_{\text{korvausvesi}}}{\text{Kävijämäärä}} = \frac{248000 \text{ dm}^3}{7666 \text{ hlö}} = 32,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{vrk, hlö}} \quad (3)$$

### 12.2 Korvausveden lämmittämisen energiantarve ilman lämmöntalteenottoa

Korvausveden lämmittämisen energiantarpeeksi saatiin  $1740 \text{ kWh}$  / viikossa, eli vuodessa  $83506 \text{ kWh}$  / vuosi, kun aukioloviikkoja on 48. Paikallisen energiayhtiön kaukolämmön energiakustannus on  $0,0589 \text{ €/kWh}$ . Vuotuinen kustannus on  $4900 \text{ €}$ .

**TAULUKKO 2. Energiantarve ilman lämmöntalteenottoa**

Energiankulutus Viikossa	1740	kWh
Energiankulutus Vuodessa	83506	kWh
Aukioloviikkoja	48	viikkoa
Energiakustannus	0,0589	€/kWh
Vuotuinen kustannus	4900	€



### 12.3 Korvausveden lämmittämisen energiantarve lämmöntalteenoton toimiessa

Esilämmitetyn korvausveden lämmittämisen energiantarpeeksi saatiin 217 kWh / viikossa, eli 10416 kWh / vuodessa. Vuotuinen energiakustannus energiahinnan ollessa 0,0589 €/ kWh (sis. verot) on 613 € / vuosi.

**TAULUKKO 3. Energiantarve lämmöntalteenoton toimiessa**

Energiankulutus Viikossa	217	kWh
Energiankulutus Vuodessa	10416	kWh
Aukioloviikkoja	48	viikkoa
Energiakustannus	0,0589	€/kWh
Vuotuinen kustannus	613	€

### 12.4 Lämmöntalteenottojärjestelmäinvestoinnin kuoletusaika

Laskennallinen säästö saadaan edellä mainittujen arvojen erotuksesta. Ilman lämmöntalteenottoa laskennallinen energiakustannus on 4900 €/ vuodessa ja lämmöntalteenoton toimiessa 613 € /vuosi. Erotukseksi saadaan 4288 €. Järjestelmän kokonaiskustannus on 27450 €, joten kuoletusajaksi saadaan 6 vuotta. Liitteessä 4 on esitetty laskentakaavan arvot.

## 13 POHDINTA

Uimahalleissa ja kylpylöissä käsitellään suuria vesimassoja. Tämän vuoksi onkin erittäin tärkeää, että vedenkäsittelyjärjestelmä toimii halutulla tavalla. Uimahallit ja kylpylät ovatkin kaupunkien ja kuntien suurimpia yksittäisiä energiankuluttajia. Nykyinen huono taloustilanne vaikuttaa varsinkin kaupunkien ja kuntien toimintaan. Energiaa halutaan säästää kaikessa mahdollisessa. Nykyisin on tarjolla paljon erilaisia ratkaisuja, joilla voidaan saavuttaa säästöjä uimahalleissa. On myös tärkeä ymmärtää, että vaikka hankintakustannukset voivat olla korkeita, pitkällä aikavälillä järjestelmät

maksavat itseään takaisin ja ovat varmatoimisia. Laadusta kannattaa maksaa nykypäivänä.

Insinööriyön aihe on mielenkiintoinen, sillä aihealueesta ei ole montakaan julkaistua opinnäytetyötä. Suomessa uimaveden käsittely voidaan lukea erikoistekniikkaan, sillä alan ammattikunta on suhteellisen pieni. Uimahalli- ja kylpyläteknisen yhdistyksen rekisterikannan mukaan Suomessa on 218 uimahallia ja kylpylää. Tähän on listattu kaikki uimahallit ja kylpylät, joissa on vähintään 25m pitkä uima-allas. Tästä listasta puuttuvat pienemmät uima-altaat, jotka myös vaativat vedenkäsittelyä, kuten mm. kuntoutuskeskusten, hotellien ja hyvinvointikeskuksien uima-altaat. /17./

Uimahallien vedenkäsittelystä löytyy vain suppeasti kirjallista materiaalia. Osa materiaalien tiedoista on myös jo vanhentunutta, joten uudistamiselle olisi viimeistäänkin nyt sopiva hetki. Saksa on edelläkävijämaa tässäkin aiheessa, ja melkein kaikki Suomen voimassa olevat määräykset pohjautuvat Saksassa laadittuun DIN-normistoon.

Viihdeuimala Rantakeitaassa suoritettua korvausveden kulutuksen seurantamittauksessa saatiin selville se, että vedenkäsittelyjärjestelmä toimii halutulla tavalla. Järjestelmän toiminnasta vastaa kaksi koulutettua laitosmiestä. Suodattimien huuhtelu tehdään vielä manuaalisesti, vaikka se olisi mahdollista liittää myös automaatiojärjestelmään. Manuaalisesti tehtävä huuhtelu ei suinkaan ole huono järjestelmä, sillä silloin on oltava lähellä laitteistoa, ja näin ollen tulee huomattua mahdolliset epäkohdat, jotka eivät välttämättä automaatiojärjestelmässä tulisi esiin. Automaatiotekniikka mahdollistaa järjestelmien rakentamisen siten, että laitosta voidaan ohjata jopa etänä.

Lämmöntalteenottojärjestelmät suunnitellaan jokaiselle käyttökohteelle erikseen, sillä uimahallien ja kylpylöiden koot vaihtelevat merkittävästi. Lämmöntalteenottojärjestelmän tuomiin hyötyihin ja tuloksiin vaikuttavat monet muuttuvat asiat. Näistä merkittävimpinä lämmitettävän veden määrä ja halutut lämpötilat. Uima-altaasta poistuvaa vettä, joka ei mene enää kiertoonsa, ei kannata laskea suoraan viemäriin, vaan siitä kannattaa ottaa kaikki mahdollinen lämpö talteen. Vesijohtoverkosta tuleva vesi on aina paljon viileämpää kuin uima-altaan vaatima

vesi. Muuttujia on paljon, mutta tulokset ovat suuntaa antavia ja niillä pyritään vakuuttamaan järjestelmä kannattavaksi.

Tämä insinööriyö on käsitellyt pelkästään huuhteluveden lämmöntalteenottoa. Laskennat on suoritettu suunnitteluarvoilla. Työssä on pyritty myös käyttämään seurantatietoja ja keskiarvoja, joita Viihdeuimala Rantakeitaan henkilökunta on kerännyt. Tarkemmat tulokset saataisiin aikaan laajalla seurantamittauksella, mutta se vaatisi paljon esityötä. Uuden tai saneerattavan uimahallin tai kylpylän kohdalla nämä asiat tulisi ottaa huomioon asentaessa laitteistoja, joista pystyisi ottamaan tietoja pidemmällä aikajaksolla, esimerkiksi kiinteistöautomaation avulla.

Lämpöä voidaan ottaa myös talteen harmaavesiviemäreistä, jota esimerkiksi suihkujen likavedet ovat. Suurten vesipinta-alojen vuoksi vettä haihtuu myös paljon uima-allastilaan, jolloin se jäähtyy. Erilaisilla allaspeitteillä voidaan ehkäistä ja vähentää haihtumisesta johtuva lämpöhäviö uimahallin ollessa kiinni asiakkailta. Tätä insinööriyötä voisi jatkaa hyvinkin näitä kahta esimerkkiä tutkimalla.

**LÄHTEET**

/1/ Uima-allasveden laatu ja valvonta. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 315/2002 soveltamisopas. 2002. Sosiaali – ja terveysministeriö, Opetusministeriö, Suomen Uimaopetus- ja Hengenpelastusliitto ry.

/2/ LVI 22-10386. Uima-allasvesien käsittely. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy. 2005.

/3/ LVI 06-10451. Uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnittelu. 2009. Ohjeet. Rakennustieto Oy.

/4/ RT 97-10839. Uimahallit ja virkistysuimalat. 2005. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy.

/5/ Uimahallien veden laatu ja käsittely. 2002. Kartoitus ja johtopäätökset. Opetusministeriö liikuntapaikkajulkaisu 67. Vesihydro Oy.

/6/ Hämäläinen, Esko. Uima-altaiden vedenpuhdistus. 1995. Selvitystyö. Opetusministeriön Liikuntapaikkajulkaisu 55.

/7/ Veden käsittely. 2015/2017. Tuoteluettelo. Pool Prosessing Oy.

/8/ Vesikirja. 1984. Ininööritoimisto Kaiko Oy.

/9/ Esimerkkejä hyvistä energiaa ja ympäristöä säästävistä ratkaisuista Keskipohjan ja Euroopan uimahalleissa ja kylpylöissä. 2007. Etelä-Savon maakuntaliiton julkaisu 82.

/10/ Pool Prosessing Oy.

<http://www.poolprocessing.com/fi/foretaget/omforetaget.php?menu=6>. Muokattu 22.1.2015. Luettu 23.1.2015.

/11/ Vitbok – Val av filterteknik. 2012. Pool Prosessing Oy.

**/12/** <http://allas.fi/kloori.php>. Päivitetty 06.02.2015. Luettu 06.02.2015.

**/13/** Vesalainen, Jorma. Haastattelu 10.02.2015. Laitosmies. Viihdeuimala Rantakeidas.

**/14/** Käyttö- ja hoito-ohjeet. Uimaveden käsittely. Viihdeuimala Rantakeidas. Pool Processing Finland Oy. 2001.

**/15/** Sundfors, Guy 2015. Haastattelu 04.03.2015. Toimitusjohtaja. Pool Processing Finland Oy.

**/16/** Hamilo, Marko 2007. Luonnonsuojelijan päänsärky. Helsingin Sanomat. <http://www2.hs.fi/extrat/teemasivut/tiedeluonto/alkuaineet/17.html>. Päivitetty 05.03.2015. Luettu 05.03.2015.

**/17/** Uimahalli- ja kylpylätekninen yhdistys ry. <http://www.ukty.fi/fi/Etusivu/>. Päivitetty 05.02.2015.

## 2373 KANTAKYLÄN URHEILUTALO MUUTOS JA LAAJENNUS 7(72)

Kokonaisala	nykyinen	2983 m <sup>2</sup> + 642 m <sup>2</sup> tekninen tila
	Laajennus	588 m <sup>2</sup> + 488 m <sup>2</sup> tekninen tila
Tilavuus	nykyinen	22175 m <sup>3</sup>
	laajennus	5400 m <sup>3</sup>

## 1. Toimintaselostus

	Uima-allas	Opetusallas
<b>Järjestelmä 1</b>		
Tilavuus (m <sup>3</sup> )	500	50
Kiertoaika (h)	5	1
Virtaus (m <sup>3</sup> /h)	110	56
Lämpötila (°C)	26	26
Normaali laimennus/kävijämäärä (l)	30	30

<b>Suodattimen tiedot</b>	<b>Halk. 1800 mm x 2</b>
Suodatusmassat	Kvartsihiekkää
Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	2.54x2= 5,08
Suodatusnopeus (m/h)	31,5
Huuhtelunopeus (m/h)	63

## Monitoimiallas

<b>Järjestelmä 2</b>	
Tilavuus (m <sup>3</sup> )	165
Kiertoaika (h)-(min)	1
Virtaus (m <sup>3</sup> /h)	162
Lämpötila (°C)	30.....31
Normaali laimennus/henk. (l)	30

<b>Suodattimen tiedot</b>	<b>Halk. 1600 mm x 3</b>
Suodatusmassat	Kvartsihiekkää
Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	6
Suodatusnopeus m/h	27
Huuhtelunopeus m/h	63

## Poreallas

## Lastenallas

<b>Järjestelmä 3</b>		
Tilavuus (m <sup>3</sup> )	3	6
Kiertoaika (h)	2,67 min	20 min
Virtaus (m <sup>3</sup> /h)	34	16
Lämpötila (°C)	34	34
Normaali laimennus/henk. (l)	30	30

Suodattimen tiedot

Halk. 1600

Allasvesikulutukset  
ylös viikoilta 8-9  
molemmilta viikoilta  
erikseen

Allasvesi

15.2 -15

55061 m<sup>3</sup>

22.2. -15

55173 "

1.3 -15

55309 "

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Sivu 1  
Tulostettu 03.03.2015

**Asiakasmäärät - Kulunseuranta**  
Valitut tuotteet ajalta 15.02.2015 - 01.03.2015

Yhtiö	Tuote		Summa	Netto	ALV
<b>Mikkelin uimahalli rantakeidas</b>					
	Eläkeläisten vesijumppa kausimaksu	19 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Invalidien vesijumppa pe Rantakeidas	18 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Jaana Hämäläinen Rantakeidas	72 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Koululainen kävijäkortti Rantakeidas	186 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Kuntosali + uinti	44 kpl	176.00 €	160.16 €	15.84 €
	Mikkelin henkilöstö uinti 10 krt Rantakeidas	231 kpl	937.00 €	852.42 €	84.58 €
	Mikkelin henkilöstö uinti 5 krt Rantakeidas	35 kpl	144.60 €	131.54 €	13.06 €
	Mikkelin uimaseura Vesiralli	69 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Mikkelin Urheilusukeltajat Rantakeidas	28 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Ohjaaja kortti Rantakeidas	3 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Päiväkoti uinti Rantakeidas	11 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Pukuhuone 1 ja 2 5e	14 kpl	70.00 €	63.70 €	6.30 €
	Reumaalaiset vesijumppa ti Rantakeidas	47 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Uinti aikuiset klo 15-16 Rantakeidas	75 kpl	300.00 €	273.00 €	27.00 €
	Uinti aikuiset Rantakeidas	1 350 kpl	7 425.00 €	6 750.00 €	675.00 €
	Uinti aikuiset vuosikortti Rantakeidas	60 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Uinti eläkeläiset Rantakeidas	248 kpl	1 041.60 €	947.36 €	94.24 €
	Uinti ja kuntosali Seniorikortti + 70 -v	834 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Uinti kuukausi aikuiset	108 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Uinti kuukausi lapsi	20 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Uinti lapset 5-16 uinti Rantakeidas	1 559 kpl	4 365.20 €	3 975.45 €	389.75 €
	Uinti opiskelijat ja varusmiehet Rantakeidas	38 kpl	118.05 €	107.23 €	10.82 €
	Uinti opiskelijat Rantakeidas	59 kpl	247.80 €	225.38 €	22.42 €
	Uinti Rantakeidas kävijäkortti	761 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Uinti ryhmä Rantakeidas	125 kpl	1 675.00 €	1 705.00 €	170.00 €
	Uinti sarja 10 aikuiset Rantakeidas	667 kpl	3 738.40 €	3 398.88 €	339.52 €
	Uinti sarja 10 eläkeläiset Rantakeidas	386 kpl	1 199.55 €	1 089.40 €	110.15 €
	Uinti sarja 10 lapset Rantakeidas	318 kpl	760.20 €	690.84 €	69.36 €
	Uinti sarja 50 aikuiset Rantakeidas	55 kpl	208.58 €	189.66 €	18.92 €
	Vaikeavammaisten uinti pe Rantakeidas	13 kpl	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	<b>Asiakasmäärät</b>	<b>7 653 kpl</b>	<b>22 606.98 €</b>	<b>20 560.02 €</b>	<b>2 046.96 €</b>

Sivu 1  
Tulostettu 03.03.2015

**Asiakasmäärät - Kulunseuranta**  
Valitut tuotteet ajalta 15.02.2015 - 01.03.2015

Yhtiö	Tuote		Summa	Netto	ALV
<b>Mikkelin uimahalli rantakeidas</b>					
	Veroton 10 krt Uinti	10 kpl	28.78 €	28.78 €	0.00 €
	Veroton 10 krt uinti lapsi	3 kpl	6.54 €	6.54 €	0.00 €
	<b>Asiakasmäärät</b>	<b>13 kpl</b>	<b>35.32 €</b>	<b>35.32 €</b>	<b>0.00 €</b>



