



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Lari Kääriäinen

# Uima-allasjärjestelmien ylläpitomalli kiinteistönhoidolle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

25.5.2021

Tekijä Otsikko	Lari Kääriäinen Uima-allasjärjestelmien ylläpitomalli kiinteistönhoidolle
Sivumäärä Aika	44 sivua 25.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	kiinteistöjohtaminen
Ohjaajat	osaamisaluepäällikkö Säteri Jorma kiinteistömanageri Matikainen Jaakko
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus on lisätä uima-allasjärjestelmien hoitajien osaamista ja helpottaa tiedon saantia. Työn tavoitteena on kiinteistöhoitoyrityksen huoltokohteiden allasjärjestelmien hoito- ja huoltolaadun varmistaminen sekä huoltokirjojen ohjeistusten parantaminen.</p> <p>Tilaaajan huolto-organisaatiossa ja hoitokohteissa suoritettua tarvekartoituksessa ilmeni, etteivät kartoituksen piiriin kuuluneiden kohteiden huoltokirjat sisältäneet riittävää allasjärjestelmien ylläpitohuoltoa koskevaa osuutta. Huoltokohteissa saatavilla olevat ohjeet olivat laitemanuaaleja.</p> <p>Tarvekartoituksen tulosten perusteella laadittiin tämä työ, johon luotiin tarvittavat huolto-ohjeistukset päivä-, viikko- ja vuosiylläpidolle. Lisäksi työhön on koottu kokemuseräistä osaamista, määräyksiä, ohjeistuksia ja toimintaohjeita laitetoimittajilta. Työ on pyritty luomaan muotoon, joka ei pelkästään kerro, mitä tulee tehdä, vaan miksi ja miten se vaikuttaa muihin allastilanprosesseihin. Selkeyden vuoksi työ on jaettu erillisiin osioihin, jotka käsittelevät allasjärjestelmille asetettuja määräyksiä, laiteteoriaa, veden ominaisuuksia puhdistusprosessissa sekä kausihuollon vaatimia toimenpiteitä.</p> <p>Työtä voidaan käyttää allasjärjestelmien hoidon palvelukuvauksena sekä mukana kulkevana tietopankkina. Lisäksi työn sisältämä huolto-ohjeet soveltuvat hyvin huoltokirjojen sisältöksi.</p>	
Avainsanat	uima-allas, huoltokirja, palvelukuvaus

Author Title Number of Pages Date	Lari Kääriäinen Swimming Pool Maintenance and Care as Part of Property Maintenance 44 pages 25 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Property management
Instructors	Jorma Säteri, Head of School Jaakko Matikainen, Property Manager
<p>The purpose of the thesis was to improve the swimming pool maintenance instructions contained in the maintenance books, as well as staff competence in swimming pool maintenance tasks. The aim was to draw up clear maintenance instructions for the maintenance of swimming pools. The instructions were to include operating models for seasonal maintenance, as well as functional descriptions of water treatment processes.</p> <p>The maintenance instructions were prepared on the basis of laws, official regulations, instructions from equipment manufacturers and interviews with employees who had been in pool maintenance for a long time. The final year project resulted in detailed maintenance instructions for the maintenance of swimming pools.</p> <p>The thesis can be used as a service description in the management of swimming pool systems, and as an instruction manual for maintenance personnel. In addition, the maintenance instructions contained in the thesis can be used as contents in property maintenance books.</p>	
Keywords	swimming pool maintenance, property maintenance books

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tausta ja tiedon hankinta	1
3	Viranomaisten vaatimukset	2
3.1	Ylläpitovastuut	2
3.2	Allasvesiasetuksen piiriin kuuluvat uima-altaat	3
3.3	Näytteenotto ja raportin sisältö	3
3.3.1	Mikrobiologiset muuttujat	4
3.3.2	Fysikaalis-kemialliset muuttujat	5
3.4	Altaiden ylläpitäjien osaamisvaatimukset	5
3.5	Valvonta- ja poikkeustilannesuunnitelmat	6
3.6	Rakentaminen ja suunnittelu	7
4	Allasvedenkäsittelyjärjestelmien perusteet	7
4.1	Allasjärjestelmät	7
4.1.1	Altaat	7
4.1.2	Putkistot, kourut ja suuttimet	8
4.1.3	Kiertopumput	10
4.1.4	Suodatus	11
4.1.5	Vesiarvojen mittaus ja kemikaalien annostelu	14
4.2	Veden desinfiointi kloorilla	16
4.2.1	Kloorin tehoon vaikuttavat tekijät	17
4.2.2	Ammoniakin poisto kloorilla	18
4.2.3	Kloorin stabiilisuus	18
4.3	Happo	19
4.4	Saostus	19
4.5	Muut desinfiointimenetelmät	20
4.5.1	UV-käsittely	20
4.5.2	Otsonointi	21

5	Veden ominaisuuksia	23
5.1	Alkalisuus	23
5.2	Veden kovuus	23
5.3	Ureapitoisuus	23
5.4	Nitraattipitoisuus	24
5.5	Sameus	24
6	Kemikaalit	24
6.1	Kloorit	24
6.1.1	Natriumhypokloriitti	24
6.1.2	Kalsiumhypokloriitti	24
6.1.3	Kloorin kaltainen bromi	25
6.2	Hapot	25
6.2.1	Rikkihappo	25
6.2.2	Suolahappo	25
6.2.3	Natriumbisulfaatti	25
6.3	Emäs	26
6.4	Saoskemikaalit	26
6.5	Aktiivihili	26
6.6	Kemikaalien säilytys	27
7	Huoltomenetelmät	28
7.1	Päivittäishuolto	28
7.1.1	Allastilan yleisilme	28
7.1.2	Veden laatu	28
7.1.3	Kemikaalien lisäys	29
7.1.4	Kemikaaliannostelijat	30
7.1.5	Kemikaalien lisäys suoraan altaaseen	30
7.1.6	Korvausvesi	31
7.1.7	Käyttöpäiväkirja	31
7.2	Viikkohuolto	32
7.2.1	Suodatinten vastavirtahuuhtelu	32
7.2.2	Reuna- ja kourupesut	33
7.2.3	Pohjaimuroinnit	34
7.2.4	Tasaus- ja puskurialtaat	35
7.2.5	Lämmitys ja lämmöntalteenotto	35

7.2.6	Peitteet	36
7.2.7	Virkistyslaitteet	37
7.2.8	Sähkölaitteet	37
7.2.9	Altaan korjaukset	38
7.3	Vuosihuolto	39
7.4	Suojavarustus	39
7.5	Silmähuuhde	40
8	Ilmanvaihto ja kosteudenhallinta	40
9	Pohdinta	42
	Lähteet	43

## Lyhenteet

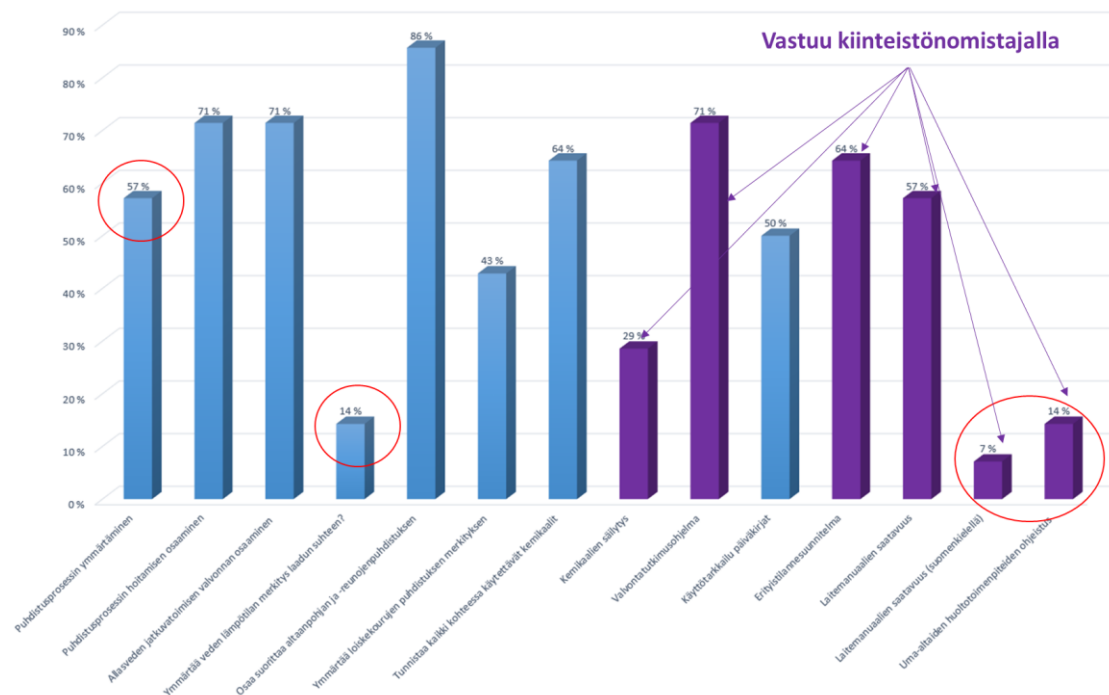
EPDM	eteeni-propeenikumi
FPM	fluorikumi
HST	hitsattu ruostumaton teräs
LVI-kortisto	Rakennustiedon rakennuksen ohjekortisto
OVA	onnettomuusvaaraa aiheuttavat aineet
PE	polyetyleni
PVC	polyvinyylikloridi (muovi)
PVC-C	polyvinyylikloridi (muovi) iskunkestävä
PVC-U	polyvinyylikloridi (muovi) lämmönkestävä
RT-kortisto	Rakennustiedon lämpö-, vesi- ja ilmarakentamisen ohjekortisto
SUH	Suomen uimaopetus- ja hengenpelastusliitto ry
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
Valvira	Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto
VITON	fluoria sisältävä elastomeeri

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön on tarkoitus luoda huoltoyhtiöiden kiinteistöhoitajille selkeät perusohjeet uima-allasjärjestelmien hoitoa varten. Ohjeistus voidaan myös pienillä muutoksilla liittää työkuvauksiksi huoltokirjoihin ja huoltosopimuksiin. Opinnäytetyö on laadittu vuonna 2020 tehdyn uima-allasjärjestelmienhoidon osaamis- ja tarvekartoituksen tulosten pohjalta. Kartoituksella selvitettiin ISS Palveluiden pääkaupunkiseudulla huollossa olevien liike-, asuin-, toimisto-, logistiikka- ja teollisuuskiinteistöiden uima-allaskohteiden koulutus- ja parannustarpeet.

## 2 Opinnäytetyön tausta ja tiedon hankinta

Osaamistason kartoitus suoritettiin osin kirjallisilla kokeilla ja osin kohteessa suoritetuilla tilannetesteillä. Osaamistason lisäksi selvitettiin, oliko kohteissa saatavilla suomenkielisiä ohjemateriaaleja sekä olivatko käyttöpäiväkirjat, valvonta- ja erityistilannesuunnitelmat ajan tasalla. Myös kohteiden työturvallisuutta ja huollettavuutta arvioitiin.



Kuva 1. Ote kartoitusraportista [1]



Kartoituksessa selvisi, että kohteiden vakituinen hoitohenkilöstö osaa suorittaa hyvin uima-altaiden vaatimat perushoitotehtävät. Osaamispuutteita ilmeni tuuraajien kohdalla sekä tilanteissa, joissa allasjärjestelmässä tapahtui jokin ennalta arvaamaton muutos. Hoito- ja huolto-oheista todettiin (Kuva 1), että kohteiden maankäyttö- ja rakennuslain mukaisissa huolto-ohjepankiksi tarkoitetuissa huoltokirjoissa ei uima-allasjärjestelmien huoltotehtäviä käsitelty selkeästi [2, §. 117i.]. Tämä johtunee siitä, että kartoituksessa mukana olleet uima-allasjärjestelmät eivät olleet kiinteistöjen ydintoimintaa. Lisäksi kohteissa oli saatavilla jonkin verran vaikeaselkoisia laitekohtaisia manuaaleja, jotka ovat pääosin englannin- tai saksankielisiä.

Kartoituksen perusteella todettiin, että selvitäkseen huolto- ja hoitotehtävistä henkilöstö joutuu keräämään tietoja useammasta lähteestä, kuten Valviralta, Tukesilta, Suomen Uimaopetus- ja Hengenpelastusliitolta, rakentamismääräyskokoelmista, laitevalmistajilta, kollegoiltaan, jne. Kuitenkaan yhdessäkään edellä mainituista lähteistä ei käsitellä uima-allasjärjestelmää huoltoa hyödyntävänä kokonaisuutena. Selkeille ohjeille on tarve, koska uima-allasjärjestelmät ovat monimutkaisia ja vaativat niin kemiallista kuin teknistä osaamista. Lisäksi virheellisillä hoito- ja huoltotoimilla saatetaan aiheuttaa turhia kustannuksia, rakennevaurioita tai pahimmillaan vaarantaa käyttäjien terveys.

Laadin tähän työhön ohjeistukset tarvittavista päivä-, viikko- ja vuosihuoltotehtävistä. Lisäksi työhön koottiin lainsäätäjien ja valvovien viranomaisten vaateet sekä allashoitajien ja itseni hankkimat kokemukset ja opit. Ohjeen tarkoitus ei ole pelkästään selvittää, mitä ja milloin tulee tehdä, vaan miksi näin tulee toimia. Ohjeessa pyritään tuomaan esille myös hoito- ja huoltotoimenpiteiden aikana tapahtuneita vahinkoja ja keinoja siihen, miten niiltä vältyttäisiin. Ohjeistus on jaettu seuraaviin osioihin: viranomaisvaateet, laiteteoria, veden puhdistus ja ylläpito-ohjeet.

### **3 Viranomaisten vaatimukset**

#### **3.1 Ylläpitovastuut**

Terveydensuojelulaisissa säädetään uima-altaiden ylläpitoa ohjaavista säännöksistä seuraavaa:

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä:  
1) 28 §:ssä tarkoitettujen alueiden ja laitosten terveydellisistä arviointiperusteista.

2) 29 §:ssä tarkoitettujen yleisen uimalan, uimahallin, kylpylän sekä yleisen virkistymis-, kuntoutus-, hieronta- tai muun vastaavan yleisen altaan veden terveydellisistä laatuvaatimuksista, säännöllisestä valvonnasta ja tiedottamisesta [3, §, 32.].

Lain nojalla sosiaali- ja terveysministeriö on antanut allasvesiasetuksen 315/2002, jossa määritetään kylpylöiden ja uimahallien laatuvaatimukset, laadunseurantamallit ja poikkeustilannetoimenpiteet. Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira on laatinut vuonna 2017 asetuksesta soveltamisohjeen uimahallien ja kylpylöiden ylläpitoorganisaatioiden avuksi.

Lisäksi SUH eli Suomen uimaopetus- ja hengenpelastusliitto ry on laatinut erilaisia ohjekokonaisuuksia allasturvallisuudesta, allastoiminnasta ja valvontasuunnitelma malleista. Yksiin kansiin koottua kiinteistönhuoltoa palvelevaa hoito-ohjetta ei ole markkinoilta löytynyt.

### 3.2 Allasvesiasetuksen piiriin kuuluvat uima-altaat

Sosiaali- ja terveysministeriön allasvesiasetuksen soveltamisalaan kuuluvat uima-allasvedet luetellaan asetuksen 1. ja 2. pykälässä seuraavasti.

1 § Tätä asetusta sovelletaan sellaiselle allasvedelle, jota käytetään yleisessä: 1) uimalassa; 2) uimahallissa; 3) kylpylässä; 4) vesipuistossa; 5) virkistymis-, kuntoutus- tai hierontalaitoksessa; tai 6) muussa vastaavassa laitoksessa [4, §. 1.].

2 §, 1 mom. Tässä asetuksessa yleisellä altaalla tarkoitetaan julkista tai yksityistä allasta, johon yleisöllä on pääsy maksua vastaan tai vastikkeetta [4, §. 2.].

### 3.3 Näytteenotto ja raportin sisältö

Uimahallin tai kylpylän ylläpitäjän on pidettävä huoli, että kaikissa altaan osissa täytetään vähintäänkin allasvesiasetuksen minimivaatimukset. Allasvedestä eikä altaan laitteista saa aiheutua vaaraa käyttäjille. Altaan ylläpitäjän tulee valvoa veden mikrobiologista laatua suunnitelmallisella omavalvonnalla, joka suoritetaan SFS ISO 7393-2 -standardin mukaisilla menetelmillä. [5, s. 30] Näitä menetelmiä käsitellään lisää luvussa 7.1.2.

Lisäksi ylläpitäjän tulee varmistaa, että valvova viranomainen suorittaa allasvesiasetuksen edellyttämät viranomaisvalvonnat Taulukko 1 esitetyillä näytteenottoväleillä.

Taulukko 1. Allasvesiasetuksen näytteenottotiheyskuokittelu [5, s. 51].

	Heterotrofinen pesäkeluku 22 °C Heterotrofinen pesäkeluku 36 °C Sameus pH-arvo sidottu kloori vapaa kloori	Nitraatti <sup>3)</sup> KMnO <sub>4</sub> -luku Urea	Trihalometaanit (kloroformina)
Näytteiden lukumäärä vuodessa <sup>1)</sup>	Jokaisesta altaasta 4 näytettä <sup>2)</sup> vuodessa ja 1 lisänäyte altaittain jokaista 5 000 käyntikertaa kohden	Jokaisesta allasryhmästä 2 näytettä vuosittain <sup>2)</sup> ja 1 lisänäyte altaittain jokaista 10 000 käyntikertaa kohden	

1) Kalenterivuoden aikana näytteet tulee ottaa säännöllisin väliajoin, kuitenkin käyttökuormitukset huomioiden.

2) Minimimäärä

3) Vain mikäli altaassa suoritetaan vauvauintia

Viranomaisen laatima allasveden näytteenottoraportti on sijoitettava allastilaan siten, että kaikki altaan käyttäjät voivat siihen halutessaan tutustua.

Edellä mainittu raportti sisältää seuraavassa esitetyt mittaustulokset raja-arvoineen erikseen kultakin altaalta. Raja-arvoista saa poiketa vain kunnan terveysviranomaisen luvalla.

### 3.3.1 Mikrobiologiset muuttujat

Mikrobiologisista muuttujista mitataan heterotrofinen pesäkeluku, jolla arvioidaan vedessä elävien aerobisten bakteerien ja heterotrofisten eliöiden lukumäärää. Luvusta selviää, kuinka monta pesäkettä muodostavaa yksikköä havaittiin kutakin vesimillilitraa kohden (pmy/ml).

Aerobiset bakteerit tarkoittavat bakteereja, jotka kasvavat hapellisissa olosuhteissa.

Heterotrofiset ovat eliöitä, jotka eivät itse tuota omaa energiaansa vaan hankkivat sen muilla tavoin, kuten sienet, eläimet ja useat bakteerit. [6]

Allasvesiasetuksen mukaisesti tulee arvojen olla < 100 pmy/ml veden lämpötilasta riippumatta. Poikkeukset tähän tekee aerobisiin bakteereihin kuuluva *Pseudomonas aeruginosa*, jonka osalta mittaustuloksen tulee olla 0 pmy/ml. Tämä arvo mainitaan raportissa omalla rivillään. [5, s. 22.]

### 3.3.2 Fysikaalis-kemialliset muuttujat

Fysikaalis-kemialliset laatuvaatimukset on määritetty allasvesiasetuksessa (Taulukko 2). Tavoitearvot on asetettu siten, että klooridesinfioinnilla saavutettaisiin mahdollisimman tehokas lopputulos. Tavoitearvoista urea, nitraatit, sameus ja  $\text{KMnO}_4$ -luku kertovat veden sisältämistä orgaanisista lika-aineista. Veden pH-taso taas vaikuttaa suoraan kloorin käyttäytymiseen hydrolyysireaktion aikana. Aihetta käsitellään tarkemmin luvussa 4.2.

Taulukko 2. Fysikaalis-kemialliset muuttujat [7, s. 16–17]

Muuttuja	Raja-arvot	Lisätietoa aiheesta luvussa:
Sameus	Sameuden raja-arvo on $\leq 0,4$ FTU:ta.	5.5
pH-arvo	pH:n raja-arvo on 6,5–7,6.	4.2.1
Sidottu kloori	Sidotun kloorin raja-arvo on $\leq 0,4$ mg/l (huom. enintään).	4.2
Vapaa kloori	Vapaan kloorin raja-arvot vaihtelevat allastyypeittäin ja raportin pH tuloksen mukaan seuraavasti. Mikäli mitattu pH on $\leq 7,3$ kloorin mittausarvon tulee olla välillä 0,3–1,2 mg/l. pH arvon ollessa $> 7,3$ mittausarvon tulee olla välillä 0,4–1,2 mg/l. Näistä poiketen tulee lämminvesialtaissa ( $36^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) vapaan kloorin arvojen olla välillä 0,6–1,2 mg/l.	4.2
Nitraatit	Nitraatit ovat eteenkin lapsille haitallisia. Nitraattien raja-arvo on $\leq 50$ mg/l.	5.4
$\text{KMnO}_4$ luku ja THM yhdisteet	$\text{KMnO}_4$ luvulla ilmoitetaan vedessä olevien hapettumiskykyisten aineiden määrä. Mitä korkeampi luku on sitä enemmän vesi sisältää pääosin uimareista irronnutta orgaanista likaa. Orgaaninen lika heikentää kloorin desinfiointitehoa. Muodostaen hydrolyysireaktion lopputuloksena enemmän haitallisia sivutuotteita kuten trihalometaaneja, joista uima-altaissa havaitaan lähinnä kloroformia ( $\text{CHCl}_3$ ). Kloroformi on haitallista ja voimakkaasti haihtuvaa, jonka johdosta pitoisuudet ovat voimakkaimpia vedepinnassa juuri uimareiden naaman korkeudella.  $\text{KMnO}_4$ luvun raja-arvo on $\leq 10$ mg/l. Kloroformin raja-arvo on 50 $\mu\text{g/l}$ (= 0,05mg/l).	4.2
Urea	Urean raja-arvo on $\leq 0,8$ mg/l.	5.3

### 3.4 Altaiden ylläpitäjien osaamisvaatimukset

Terveysturvallisuuden mukaisesti kaikilla uimahalleissa ja kylpylöissä työskentelevillä henkilöillä, jotka työtehtäviensä takia ovat tekemässä allasveden laatuun vaikuttavien asioiden kanssa pitää olla voimassa oleva todistus vesihygienian ja vesilaitostekniikan

osaamisesta. Osaamistodistus edellytetään myös henkilön suoralta esimieheltä. Osaamistodistuksia, jotka tunnetaan myös nimellä vesityökortti, myöntävät Valviran hyväksymät testaajat. [3, §. 28a.]

### 3.5 Valvonta- ja poikkeustilannesuunnitelmat

Allasvesiasetuksen piiriin kuluville uima-altaille on kunnan terveysturvaviranomaisen kanssa laadittava kirjallinen valvontatutkimusohjelma. Päävastuu ohjelman laadinnasta on altaan ylläpitäjällä. [5, s. 49.]

Ohjelmasta tulee selvittää vähintään seuraavat asiat [5, s. 50]:

- tutkimusohjelman kohde ja laatimisajankohta
- yhteystiedot (omistaja, huolto, valvoja, näytteenottava viranomainen, jne.)
- kävijämäärätiedot kausittain
- altaiden perustiedot (käyttötarkoitus, tilavuus, lämpötila, suodatinjärjestelmän tiedot, kemikaaliprosessin tiedot, jne.)
- tiedot vedenmittauslaitteista standardin SFS-EN ISO 7393-2 mukaiset kenttämittarit
- tiedot käytettävistä vedenkäsittelykemikaaleista
- näytteenottosuunnitelma
- näytteenottokohdat
- liiteluettelo asiakirjoista, jotka liittyvät altaiden toimintaan.

Valvontasuunnitelman lopullisen sisällön määrittää kunnan terveydensuojeluviranomainen. Suunnitelma tulee päivittää, kun tiedoissa tapahtuu muutoksia tai vähintään viiden vuoden välein. [4, s. 49.]

Valvontasuunnitelman liitteeksi laaditaan erityistilannesuunnitelma minkä mukaan toimitaan, jos altaalla tapahtuu käyttöhäiriö, vahinko, onnettomuus, laiminlyönti, ilkeily tai jokin muu ennalta arvaamaton tapahtuma.

Mallipohjia suunnitelmille on saatavissa esimerkiksi Valviralta tai Suomen Uimaopetus- ja hengenpelastusliitolta. Kulloinkin voimassa olevat suunnitelmat tulee olla uima-altaiden hoidosta vastaavan henkilöstön käytettävissä.

### 3.6 Rakentaminen ja suunnittelu

Rakennuslain vaatimusten mukaisesti uimahallien ja kylpylöiden suunnittelusta ja rakentamista annetaan tarkempia ohjeita RT-ohjekorteissa [2, §. 17].

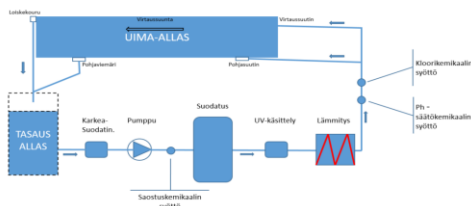
- LVI 06-10451 sisältää uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnitteluohjeita.
- RT 103095 sisältää uimahallien ja kylpylöiden uimavedenkäsittelyn suunnitteluohjeita.

## 4 Allasvedenkäsittelyjärjestelmien perusteet

### 4.1 Allasjärjestelmät

Kuva 2 esitetyt allasjärjestelmän osat jaetaan tässä ohjeessa seuraaviin kategorioihin, joita kutakin käsitellään omassa luvussa.

- Altaat
- Putkistot, kourut ja suuttimet
- Pumput
- Suodattimet
- Desinfiointi ja pH:n hallinta



Kuva 2. Uima-allasjärjestelmän havainnekuva.

#### 4.1.1 Altaat

Allasjärjestelmässä voi olla yksi tai useampi allas, jotka yleensä nimetään esimerkiksi pää-, hyppy-, monitoimi-, opetus-, kahluu-, terapia- tai jollain muulla käyttötarkoitusta kuvaavalla nimellä. Lisäksi järjestelmässä voi olla tasausaltaita, joiden tarkoitus on ni-

mensä mukaisesti tasata uima-altaan pinnakorkeuden vaihteluita esimerkiksi käyttäjämäärän vaihdellessa. Tasausaltaiden sisältämä vesimäärä osaltaan kasvattaa allasjärjestelmän kokonaisvesitilavuutta, joka puolestaan pienentää uimarin altaalle aiheuttamaa suhteellista kuormitusta. Lisäksi tasausaltailla helpotetaan huoltojen yhteydessä tehtävää suodatinten vastavirtahuuhtelua. Tasausaltaita ei ole tarkoitettu uintikäyttöön.

Samanlämpöisten altaiden poistovedet voidaan ohjata samaan tasausaltaaseen, kun taas erilämpöisten vesien sekoittaminen ei ole energiankulutuksen kannalta järkevää. Esimerkiksi kuntouima-altaan lämpötilan on oltava +26...+28 °C ja kahluualtaan lämpötila on oltava +30 ...+32 °C. Näiden altaiden sekoitusvettä pitäisi lämmittää ennen palauttamista kahluualtaaseen sekä jäähdyttää ennen palauttamista uima-altaaseen.

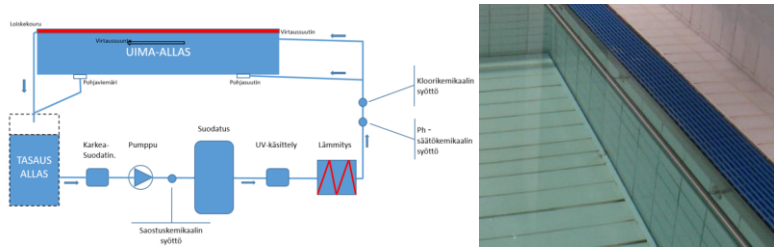
Eri käyttötarkoitusten mukaan altaille on annettu ohjelämpötilat [8, s. 4]:

- Kunto-, hyppy- ja sukellusaltaat +26 ...+28 °C
- Opetusallas +28 ...+30 °C
- Kahлуу-, leikki- ja terapia-altaat +30 ...+32 °C
- Vauvauinti +32 ...+34 °C
- Poreallas +35 ...+37 °C.

#### 4.1.2 Putkistot, kourut ja suuttimet

##### 4.1.2.1 Kourut

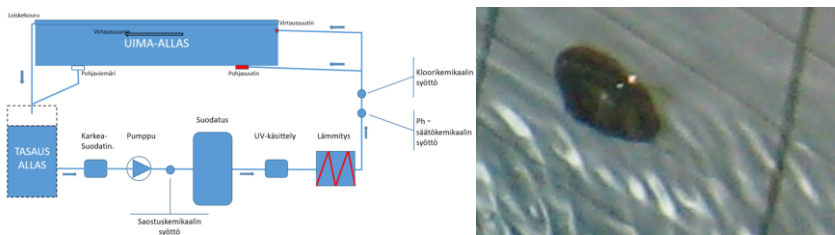
Altaiden vesi tulee suodattaa kokonaisuudessaan ja on varmistettava, että veden vaihtuminen kaikissa altaan osissa on yhtä tehokasta. Hyvin suunnitelluissa altaissa vedenpoisto toteutetaan pääosin altaan pitkille sivuille sijoitettujen loiskekourujen kautta (Kuva 3). Loiskekourujen tulee olla suorina ja sijaita pari millimetriä allasveden pinnan alapuolella, jotta tehokas pintaveden vaihto voidaan taata. Kourujen huollosta kerrotaan enemmän luvussa 7.2.2. Tasaista vedenvaihtumista tehostetaan usein lisäksi pohja- ja päätypoistoilla. Pienemmissä altaissa vedenvaihto voi olla toteutettu pelkästään pohja- tai päätypoistoilla, joiden tulee olla sijoitettu mahdollisimman etäälle tulosuuttimista eli allasvesikierron loppupäähän, jotta veden vaihtuminen kaikissa altaanosissa olisi tasaista.



Kuva 3. Loiskekouru

#### 4.1.2.2 Suuttimet

Vesi ohjataan altaaseen paluusuuttimien kautta, jotka tulisi olla sijoitettu altaan pohjaan tai pääseinään. Pohjasuuttimia pitää olla tasaisesti koko altaan alalla. Rakentamismääräysten mukaisesti yksi pohjasuutin saa vastata altaan pohjan pinta-alan veden syötöstä 6–8 m<sup>2</sup>:n osalta. [8, s. 4.] Pienemmissä altaissa pohjasuuttimia saattaa olla vähemmän, jolloin kiero on varmistettu seinäsuuttimilla (Kuva 4). Oleellista on, että suuttimet sijaitsevat mahdollisimman kaukana veden poistoaukoista taatakseen veden tasaisen vaihtumisen kaikkialla altaassa. Seinäsuuttimet ovat usein myös suunnattavia, mikä mahdollistaa paremman veden vaihtumisen suutinpäädyn nurkissa.



Kuva 4. Suuttimien sijainti allasjärjestelmässä

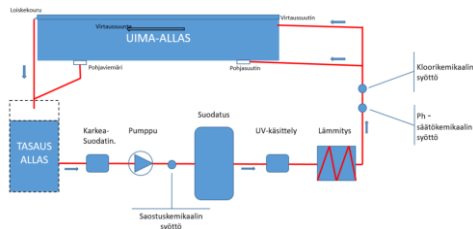
#### 4.1.2.3 Putkisto

Voimassa olevien säännösten mukaan uima-altaiden putkistot (Kuva 5) tulee rakentaa PVC-U (lämmönkestävä polyvinyylidikloridi)-, PVC-C (iskunkestävä polyvinyylidikloridi)- tai PE (polyetylenei) -muoveista [8, s. 23]. HST-putkien (hitsattu ruostumaton teräs) käyttö on rajoitetuissa määrin sallittua kuten vanhojen järjestelmien korjauksissa. Huoltotoiminnassa on lisäksi huomioitava, että

- kemikaalisyöttöpumppujen siirtoletkujen on oltava kudosvahvisteista PVC:tä (polyvinyylidikloridimuovi) ja venttiilien tulee olla varustettu VITON-tiivisteillä (fluorikumi) [8, s. 23.]



- läppäventtiilien materiaali on PVC ja tiiviste EPDM (eteeni-propeeni-kumi) [8, s. 23.]
- palloventtiilien materiaali on PVC ja tiiviste EPDM [8, s. 23.]
- HST-putkiston HST-palloventtiilin tiiviste materiaali on FPM (VITON) [8, s. 23.]
- otsonisyötön tiiviste tulee olla luokkaa VITON. [8, s. 23.]



Kuva 5. Putkiston sijainti allasjärjestelmässä

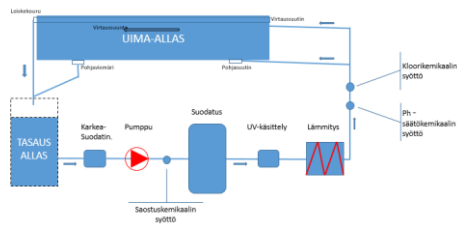
#### 4.1.3 Kiertopumput

Altaiden vedenkierrosta vastaavat pumput, joita hyvin suunnitelluissa altaissa on kaksi kappaletta hiekkasuodatinta kohden (Kuva 6 Kuva 7). Kaksipumppujärjestelmä mahdollistaa altaankierron toimivuuden, vaikka toinen pumppu vikaantuisi. Pumppujen imupuolella on karkeasuodatin, johon jäävät kooltaan sellaiset partikkelit, jotka saattaisivat vahingoittaa pumppua.



Kuva 6. Uima-altaan kiertovesipumppuja

Energiätehokkuuden parantamiseksi Euroopan komissio määrää asetuksella, että pumput on varustettava taajuusmuuntimella, mikäli kyseessä on ilmajäähdytteinen pumppu [9]. Asetuksen ansiosta uudemmissa allasjärjestelmissä taajuusmuunnin mahdollistaa vesivirtaaman pienentämisen altaan ollessa suljettuna käyttäjiltä. Vakiovirtaamajärjestelmissä suoritetaan tarvittava virtauksen pienentäminen sulkemalla toinen pumppu. Myös sammutetun pumpun sulut tulee sulkea, jotta pumppujen välinen virtaama ei olisi mahdollista.



Kuva 7. Pumppujen sijainti allasjärjestelmässä

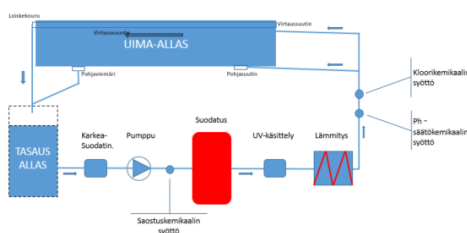
#### 4.1.4 Suodatus

Uima-altaiden suodattimet jaetaan yleisesti paine-, imu- ja kalvosuodattimiin. Tämän ohjeen kohderyhmän allasjärjestelmissä yleisimmin on käytössä painesuodatin. Allastyypin mukaan allasjärjestelmän vedet on suodatettava kokonaisuudessaan

- kuntoallas 4–6 tunnin välein
- terapia-allas 1 tunnin välein
- lastenallas 20 minuutin välein
- poreallas 4–10 minuutin välein. [5, s. 42.]

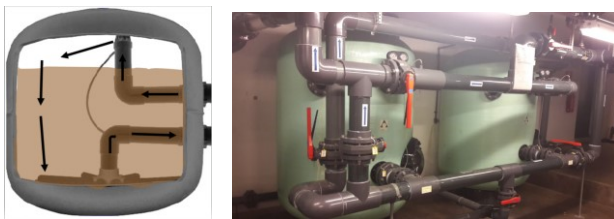
##### 4.1.4.1 Painesuodatin

Suodatinten (Kuva 9) määrä ja koko vaihtelee uima-altaan koon ja käyttötarkoituksen mukaisesti. Pienissä vähäisellä käytöllä olevissa virkistysaltaissa on usein vain yksi tilavuudeltaan alle 100-litrainen suodatin. Vaativammassa kohteissa suodattimet ovat suurempia, ja niitä on yleensä vähintään kaksi allasta kohden.



Kuva 8. Suodattimen sijainti allasjärjestelmässä

Kuva 9 mukaisesti suodatin täytetään suodatinmassalla siten, että suodattimen yläpäähän johdetun veden virtauksella on tilaa tasoittua ennen suodatinmateriaalia, jotta suodatus kaikissa suodattimen osissa olisi mahdollisimman tasaista. Suuret suodattimet täytetään yleensä eri karkeuksista materiaaleista kerroksittain kootulla suodatinmassalla, jolloin puhutaan monikerrossuodattimista. Kerroksen sisältö määräytyy kunkin altaan tarpeen mukaisesti eri karkeuksista materiaaleista. Suomessa käytetään useimmiten eri karkeusasteisia kvartsihiekoja (0,5...5 mm) sekä hiiltä (hydroandراسيittirae 1,4...2,5 mm). Kerroksien raekoko on suurimmillaan suodattimen alalaidassa ja pienee noustessa ylöspäin. Pienissä suodattimissa suodatinmassa on yleensä samaa koko tilavuudeltaan.

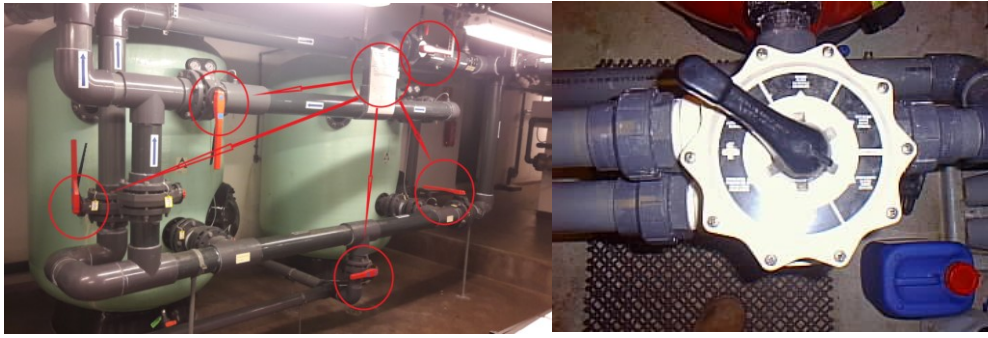


Kuva 9. Läpileikkaus painesuodattimesta

Suodattimen ohjaus suoritetaan monitievalventiilillä tai erillisillä yksittäisventtiileillä (Kuva 10). Monitievalventiilin asennot ovat seuraavat:

- Filter / Suodatus: Normaali suodatusasento.
- Backwash / Vastavirtahuuhtelu: Suodattimen puhtaaksi huuhtelu viemäriin.
- Rinse / Huuhtelu: Putkiston puhtaaksi huuhtelu vastavirtahuuhtelun jälkeen.
- Waste / Tyhjennys: Vesi kiertää suodattimen ohi suoraan viemäriin.
- Closed / Suljettu: Kierrätys on suljettu.
- Recirculate / Ohitus: Kierrättää vettä altaassa suodattimen ohitse.
- Winter / Talvi: Ulkoaltaiden talvisulkemisasento (jos puuttuu, aseta venttiili kahden asennon väliin).

Monitievalventiilin toimiasentoa ei saa vaihtaa kiertopumppujen ollessa käynnissä.



Kuva 10. Suodattimen ohjausventtiilit

#### 4.1.4.2 Imusuodattimet

Imu- eli avosuodattimella tarkoitetaan paineetonta pinnaltaan avointa suodatinta. Paineettomuuden vuoksi toiminta edellyttää veden pumppaamista suodattimeen ja takaisin kiertoon. Muilta osin rakenne on painesuodattimen kaltainen. Kiinteistöhoidon kohteissa ei käytössä avosuodattimia juurikaan ole, joten tarkempi käsittely tässä työssä ei ole tarpeen.

#### 4.1.4.3 Kalvosuodattimet

Kalvosuodattimissa (Kuva 11) veden puhdistus perustuu erikoiskalvoihin, jotka päästävät veden lävitse, mutta epäpuhtaudet kuten bakteerit jäävät kalvoon. Epäpuhtaudet huuhdotaan tarvittaessa pois kalvoista automaattisen puhdistusprosessin toimesta. Näiden laitteiden kiinteistöhoidolle kohdistuva hoitotarve on lähinnä toiminnan seuranta.



Kuva 11. Ultrasuodatinlaitteisto

#### 4.1.5 Vesi-arvojen mittaus ja kemikaalien annostelu

Allasvesien kloori- ja pH-pitoisuuksien mittausjärjestelmät vaihtelevat suuresti altaiden käyttötarpeesta ja altaanomistajan sijoitushalusta riippuen. Kaikkia altaita koskee kuitenkin sama vaade: allasvesi ei saa aiheuttaa vaaraa käyttäjensä terveydelle.

##### 4.1.5.1 Automaattimittaus

Parhaiden varustelluissa altaissa mittaus suoritetaan automaattisella mittausjärjestelmällä (Kuva 12), joka vähintäänkin kykenee mittaamaan veden vapaan ja sitoutuneen klooritason sekä lämpötilan ja pH-arvon. Järjestelmä osaa itsenäisesti muuttaa syöttömääriä kloorin optimaalisen toiminnan takaamiseksi.



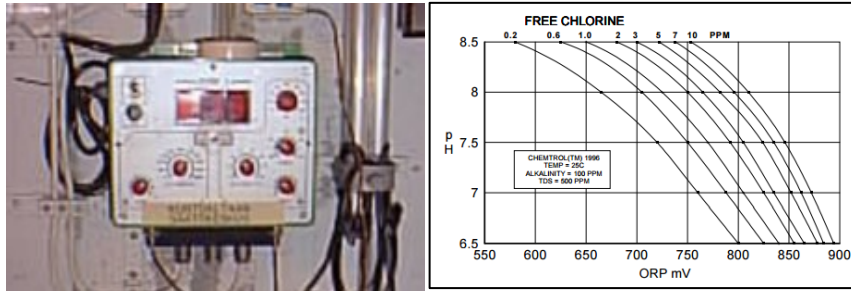
Kuva 12. Automaattinen mittausjärjestelmä

Käytettävien antureiden vaihtoa ja kalibrointia ei ohjeisteta tässä ohjeessa tarkemmin, vaan suositellaan kyseisten töiden teettämistä erikoisosajille. Altaiden hoitajien on kuitenkin hyvä tiedostaa antureiden vaatimat olosuhteet, jotta oikeat mittaustulokset saavutetaan.

- Antureille johdetaan vesi suoraan altaasta allaskierron loppupäästä, yleensä painovoimaisesti.
- Tapauksissa, jossa vesi johdetaan kiertoputkesta suoraan mittauskammioon saattaa virtausnopeus aiheuttaa virheitä mittaustuloksessa.
- Kloori- ja bromianturit eivät toimi luotettavasti, mikäli pH-alue ei ole anturin valmistajan vaatimuksen mukainen. Esim. yleinen ProMinentin valmistama BCR-anturi ilmoittaa mittauksen toimivan vain pH-alueilla 6...9,5. [10, s. 51.]
- Anturi tulee sijoittaa asennusohjeen mukaisesti. Yleensä pystyasentoon.
- Mittauskammion suurin virtausnopeus tulee myös olla anturivalmistajan ohjeiden mukainen. ProMinent BCR-anturilla < 0,8 m/s. [10, s. 51.]

#### 4.1.5.2 Millivolttisäädin

Vanhoista järjestelmistä voi vielä löytyä pelkkiä millivolttimittauksia (Kuva 13), joista ei vesiarvoja suoraan pysty lukemaan. Mittari antaa millivoltti- ja pH-arvon, joiden perusteella voidaan taulukosta määrittää vapaan kloorin arvo. Laitteesta ei useimmiten saa sitoutuneen kloorin arvoja.



Kuva 13. Millivolttisäädin ja tulkintataulukko

#### 4.1.5.3 Kemikaaliannostelijat

Kemikaaliannostelijan avulla kloori, happo ja saosaine syötetään allaskiertoon (Kuva 14). Kullekin altaalle ja kemikaalille on oltava oma pumppunsa. Pumppujen toimintaa ohjataan edellä esitetyillä mittauslaitteistoilla. Pumppujen etupaneelissa on yleensä säätimet, joilla voidaan säätää pumpun syöttönopeutta. Pumppujen ja letkujen huoltoa käsitellään myös luvussa 7.1.3.



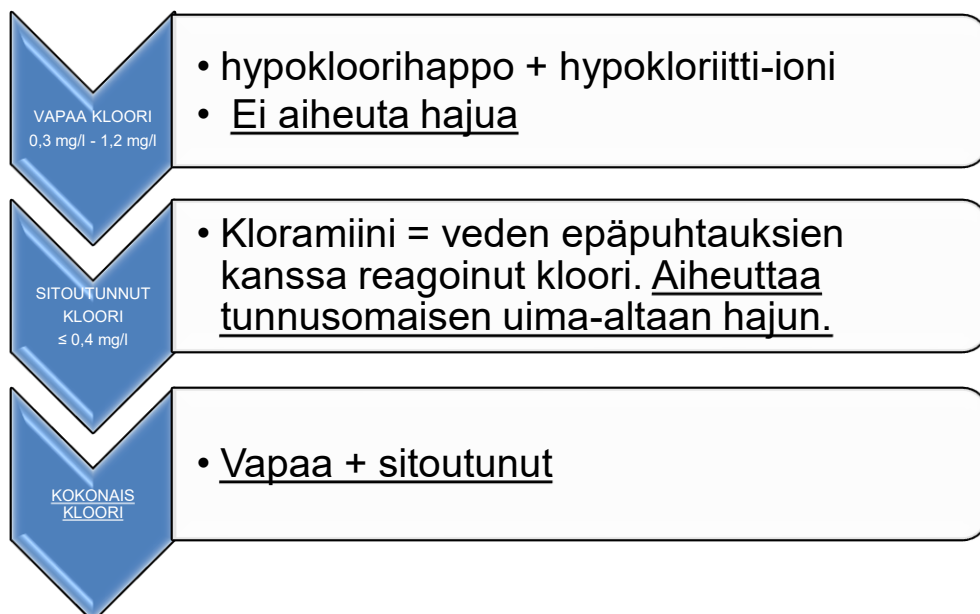
Kuva 14. Kemikaalien annostelija

## 4.2 Veden desinfiointi kloorilla

Yleisesti uima-altaiden desinfiointiaineena käytetty kloori (Cl) on sapsen värinen, voimakkaan hajuinen ja hyvin myrkyllinen kaasu. Kloori on vahva veteen liukeneva hapettava, valkaiseva ja desinfiioiva alkuaine. Kloorin ominaisuuksista, desinfiointi tapaa bakteerit sekä muut tauteja aiheuttavat mikro-organismit, hapetus tuhoaa epäpuhtaudet kuten levät, öljyt, mineraalit, pölyt ja muut aineet.

Veden (H<sub>2</sub>O) neutraalilla happamuustasolla 6,5...7,6 pH liuennut kloori esiintyy hydrolyysireaktion takia pääosin hypokloorihappona (HOCl), joka tunnetaan myös nimellä alikloorihapoke. Loppuosa kloorista muuttuu reaktiossa hypokloriitti-ioneiksi (OCl). Hypokloorihappo omaa hypokloriitti-onia paremmat desinfiointi ominaisuudet. Kyseisiä reaktiotuotteita kutsutaan "vapaaksi klooriksi" (Kuva 15). [5, s. 30.]

Kloori reagoi virtsan, hien ja ihosta irtoavien aineiden kanssa, muodostuu kloramiineja (NH<sub>2</sub>Cl) eli niin kutsuttua "sitoutunutta klooria" (Kuva 15). Sitoutuneet kloorit eli kloramiinit ovat hapetus- ja desinfiointiteholtaan heikkoja ja haitallisia uimareille. Koska kloramiini sisältää ja harjoittaa epäpuhtauksia kuten ureaa on sen läsnäolo kuitenkin hyväksyttävä. Pitää kuitenkin varmistaa, ettei kloramiinitaso pääse nousemaan yli 0,4 mg/vesilitra. [5, s. 32.]



Kuva 15. Kloorin olomuodot vedessä

#### 4.2.1 Kloorin tehoon vaikuttavat tekijät

Kloorin tehoon vaikuttavat ammoniakkipitoisuus ( $\text{NH}_3$ ) ja veden pH. Ammoniakkia on luonnossa läsnä käytännöllisesti katsoen kaikilla pinnoilla. Ammoniakkia on myös uima-altaissa, koska ihosta irtoavat rasvat ja hien urea ovat ammoniakkin lähteitä. Kloori reagoi kemiallisesti ammoniakkin kanssa helpommin, kuin bakteerien ja muiden epäpuhtauksien. Siten suuri määrä ammoniakkia altaan vedessä aiheuttaa vapaan kloorin sitoutumista kloramiinina tarpeellisen hypokloorihapon sijasta. Tämä vähentää huomattavasti kloorin hapetus- ja desinfiointikykyä.



Kaava: Ammoniakin ja hypokloorihapon reaktiokaava.

Veden pH kertoo protonin ja vesimolekyylin yhdisteiden eli oksoniumionien ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) määrän liuoksessa. Suuri oksoniumionien määrä liuoksessa tarkoittaa alhaista pH:ta eli vesiliuos on hapanta. Vesiliuoksen oikea pH taso edesauttaa hydrolyysireaktiota tuottamaan liuenneesta kloorista enemmän hypokloorihappoa heikompitehoisen hypokloriitti-ionin sijaan. Esimerkiksi vesiliuoksen pH:n ollessa 7,2 muodostuu noin 70 % hypokloorihappoa ja 30 % hypokloriitti-onia. Emäksisyyden kasvaessa eli pH:n noustessa hypokloorihapon osuus pienenee edelleen, kun pH:n arvo on 8,5 hydrolyysireaktion tuloksena liuenneesta kloorista muodostuu noin 10 % hypokloorihappona ja 90 % hypokloriitti-ionina (Kuva 16). Edellä mainitut hypokloriitti-ionit ja ammoniakki-reaktiossa muodostuneet kloramiinit ovat hapetus- ja desinfiointiteholtaan heikkoja, joten niiden määrä vedessä tulee pitää alhaisena. [11, s. 20.]



pH 0 (HAPAN)	(NEUTRAALI) pH 6,5 – 7,6	(EMÄS) pH 14
<span style="color: red;">←</span> Aiheuttaa iho-, hengitystie- ja silmä-ärsytystä <span style="color: blue;">→</span> Aiheuttaa iho-, hengitystie- ja silmä-ärsytystä <span style="color: red;">→</span>		
<p>pH:n pienentyessä happamuus lisääntyy aiheuttaen putkiston ja metallirakenteiden syöpymistä</p>	<p>HYDROLYYSIREAKTIO =  <math>H_2O(\text{vesi}) + Cl(\text{kloori}) = HOCl</math> (hypokloorihappo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yhdisteellä on erinomainen kyky desinfioida vettä</li> <li>- pH arvolla 7,2 hydrolyysireaktion tuloksena liuenneesta kloorista muodostuu noin 60% HOCl:ää ja 30% OCl:ää. pH:n kasvaessa HOCl osuus pienenee edelleen.</li> </ul>	<p>HYDROLYYSIREAKTIO =  <math>H_2O(\text{vesi}) + Cl(\text{kloori}) = OCl</math> (hypokloriitti-ioni)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ei desinfiivaa ominaisuutta</li> <li>- Suhteellisen heikko ja tehoton hapettava aine (alkaliteetti)</li> <li>- pH arvolla 8,5 hydrolyysireaktion tuloksena liuenneesta kloorista muodostuu noin 10% HOCl:ää ja 90% OCl:ää.</li> <li>→ pH:n kasvaessa myös veden alkaliteetti kasvaa</li> <li>→ Mikäli pH on &gt; 7,8 saostuvat veteen liuenneet kemikaalit kuten rauta (Fe) tai kalsium (Ca) aiheuttaen värimuutoksia allasvedessä. Muutos voidaan havaita esimerkiksi sameutena.</li> <li>→ pH:n ylittäessä 7,8 rajan, klooriannosta on lisättävä tarvittavan HOCl:tason saavuttamiseksi. Haittapuolena on veden Cl tason nousu suositusarvojen yläpuolelle (<math>\leq 1,6</math> mg/litra)</li> </ul>

Kuva 16. pH:n vaikutus kloorin hydrolyysireaktioon

#### 4.2.2 Ammoniakin poisto kloorilla

Ammoniakkia voidaan poistaa vedestä suorittamalla niin kutsuttu shokkiklooraus, jossa veteen lisättävän kloori määrä nostetaan tasolle, jolla kaikki vedessä olevat ammoniakkiyhdisteet hapettuvat ja poistuvat kokonaan kloorireaktiolla. Shokkikloorauksen jälkeen kaikki veteen liennut kloori on vapaata klooria. Shokkikloorauksen onnistumiseen tarvittavan kloorin määrä riippuu vedessä olevan ammoniakin määrästä. Annostusohjeita ei siis voida kertoa suoraan kloorin tilavuutena tai painona. Muista myös veden oikea happamuustaso pH 6,5...7,6. [5, s. 28.]

#### 4.2.3 Kloorin stabiilisuus

Yleisesti hapettavien ominaisuuksiensa vuoksi käytetty hypokloorihappo on erittäin epästabiili yhdiste, joka hajoaa nopeasti auringonvalon vaikutuksesta. Toisin sanoen tarvittava vapaa kloori tuhoutuu nopeasti ennen kuin sitä saadaan hyödynnettyä veden desinfiointiin. Aiemmin oli yleinen käytäntö stabiloida klooria lisäämällä ammoniakkia veteen. Ammoniakki lisäys paransi kokonaiskloorin arvoja testitulokemien perusteella, jolloin oletettiin desinfiointikyvyn myös parantuvan. [11, s. 20.] Nykyisin kuitenkin tiedetään, että sitoutuneen kloorin klooriamiinien desinfiointiominaisuudet ovat huonot eikä klooria tule

stabiloida ammoniakilla. Hajoamista voidaan hidastaa stabiloimalla kloori syanuurihapolla ( $C_3H_3N_3O_3$ ), jonka tehtävänä on suojata klooria auringon UV-säteiden hajottamiselta. Menetelmää käytetään vain ulkouima-altaissa.

Kokemus on opettanut, että korkea syanuurihappomäärä saa aikaan kloorilukon ja kloorista tulee tehotonta, vaikka vedestä saataisiin mittaamalla riittävät klooripitoisuusarvot. Myös stabiloidun kloorin käyttö nostaa veden syanuurihappopitoisuutta. Syanuurihapolle ei ole annettu allasvesiasetuksella raja-arvoja, mutta kokemuspohjaisesti voidaan sanoa tilanteen olevan hyvä, jos arvot sisäaltaassa ovat 30 ppm. Ulkoaltaissa arvo saa olla aavistuksen korkeampi.

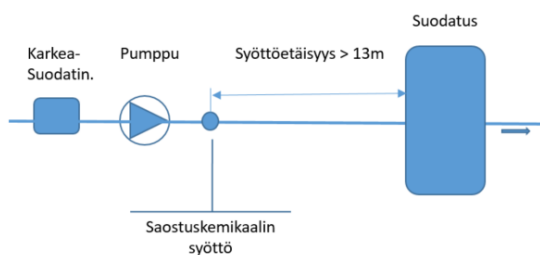
#### 4.3 Happo

Kloorin lisääminen veteen nostaa veden pH-arvoa. Veden pH:n palauttaminen neutraalille tasolle on välttämätöntä uimateiden terveyden ja kloorin tehokkaan toimivuuden varmistamiseksi. Uima-allasveden pH:ta alentavana säätökemikaalina käytetään yleisesti rikki- ( $H_2SO_4$ ) tai suolahappoa (HCl).

#### 4.4 Saostus

Saostuksessa veteen lisätään flokkaukemikaalia hienojakoisten hiekkasuodattimeen tarttumattomien hiukkasten eli kolloidien sähkövarausten neutraloimiseksi. Lisäksi veteen muodostuu reaktiossa hydroksidisakkaa, johon kolloidit yhdistyvät muodostaen suurempia kokonsa takia helpommin hiekkasuodattimeen takertuvia saostumia eli flokkeja. Hydroksiidi on vedyn ja hapen muodostama negatiivinen ioni  $OH^-$ .

Tehokkaan saostuksen takaamiseksi tulee annostussyötön sijaita ennen hiekkasuodattinta siten, että flokkikemikaalilla on enintään 10 sekuntia reaktioaikaa ennen joutumista suodattimeen (Kuva 17).



$V_1 = \text{Putken virtaama } 1,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $R = \text{min. reaktioaika (s)}$   
 $M = \text{etäisyys suodattimesta (m)}$

$$M = V_1 * R = 1,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 10\text{s} = 13 \text{ m}$$

(2)

Kuva 17. Esimerkki saostuskemikaalisyötön asentamisesta

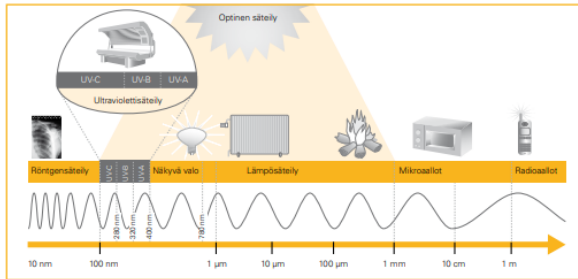
Lisäksi veden happamuuden tulee olla  $< 7,2$  pH ja virtausnopeuden  $< 1,5$  m/s. Syöttöyhteyden ollessa liian kaukana suodattimesta tapahtuu reaktio liian aikaisin, ja flokit hajoavat virtauksen voimasta ennen suodatinta. [8, s. 9.]

#### 4.5 Muut desinfiointimenetelmät

Seuraavassa käsiteltävillä veden puhdistusmenetelmillä voidaan parantaa puhdistusprosessin toimintaa. Toisin sanoen näiden järjestelmien tarkoitus on vain tehostaa aiemmin esitettyjen puhdistusjärjestelmien toimintaa eikä niiden käyttö yksistään ole sallittua.

##### 4.5.1 UV-käsittely

UV- eli ultraviolettisäteily on luonnossa auringon tuottamaa sähkömagneettistasäteilyä, jonka aallonpituus sijoittuu näkyvän valon ja röntgensäteilyn välille. UV-säteilyt jaetaan aallonpituuden perusteella kolmeen luokaan UVA, UVB ja UVC (Kuva 18), joista UVA edustaa maahan asti päätyvää osuutta, jonka voit tuntea aurinkoisena päivänä aurin-  
 gonlämpönä. UVB puolestaan jää suurimmalta osin ilmakehän otsonikerroksen yläpuolelle. UVC ei pääse lainkaan otsonikerroksen lävitse. [12, s. 5.]



Kuva 18. Sähkömagneettisen säteilyn aallonpituudet [12, s. 5].

UVC on säteilyistä haitallisinta. Altistus aiheuttaa ihon palamista ja silmien vaurioitumista. Ominaisuuksiensa takia UVC soveltuu kuitenkin hyvin uima-allasveden desinfiointiin, jossa teho perustuu UV:n kykyyn pilkkoa bakteereita. Uima-allaslaitteistoihin sijoitettu UV-puhdistin (Kuva 19) koostuu säteilyn estävästä suojavaipasta, jonka sisällä on UVC-lamppu. Vesi johdetaan virtaamaan vaipan ja lampun välistä, jossa desinfiointi tapahtuu. Desinfioinnin onnistumiseksi laitteen vesivirran tulee vastata valmistajanohjeita. Huollon tehtävänä on seurata lampun toimintaa ja vaihdattaa polttimo käyttöiän täytyttyä. Huom! Lamppua ei saa sytyttää suojavaipan ulkopuolella.



Kuva 19. UV-laitteisto

#### 4.5.2 Otsonointi

Otsoni ( $O_3$ ) on kaasua, joka muodostuu kolmesta happiatomista, UV-säteilyn harjoittamassa happimolekyyliä. Luonnossa otsonia muodostuu auringon UV-säteilyn vaikutuksesta ilmakehän yläosiin ja salamoinnin vaikutuksesta ilmakehän alaosiin. Otsoniyhdiste luovuttaa helposti yhden happiatomeistaan ja juuri epästabiliuutensa takia se on hyvä hapetin. Hapetus puolestaan tuhoaa veden epäpuhtauksia, kuten käsiteltiin luvussa 4.2. Alailmakehässä otsoni luokitellaan haitalliseksi ilmaaasteeksi, kun taas yläilmakehässä se luo maapallolle elämisen edellytykset estäessään haitallisten säteilyjen pääsyn maanpinnalle.

Veden puhdistuksessa otsonilla on seuraavia etuja:

- Veteen ei jää kemikaalijäämiä.
- Otsoni valmistetaan kohteessa, joten kuljetuksia ei tarvita.
- Otsoni on muita puhdistus menetelmiä tehokkaampaa.
- Otsonin käyttö vähentää sidotun kloorin määrää hapetusominaisuuksiensa ansiosta.

Haittoja ovat

- terveyshaitat.

Uima-allasotsonaattorissa kaasu tuotetaan korkeajännitteen avulla ilmasta, kuten ukonilmalla luonnossa tapahtuisi. Laitteen tuottama otsoni ohjataan reaktiosäiliöön, jossa desinfiointiprosessi tapahtuu. Tämän jälkeen jäljellä oleva otsoni poistetaan vedestä jälkikäsittelyssä ja ohjataan hallitusti ulos rakennuksesta. Huollon tehtävänä on valvoa järjestelmän otsonipitoisuutta sekä reaktiosäiliön ja jälkikäsittelyjärjestelmän vesivirtaamia, jotta veden ja otsonin desinfiointi- ja poistumisprosessille on riittävästi aikaa. Hyvänä nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että veden pitää viipyä reaktiosäiliössä vähintään 3 minuuttia ja jälkiyksikössä vähintään 2 minuuttia. [8, s. 12.]

Lisäksi on valvottava, ettei otsonia pääse paluuveden mukana allastilaan. Paluuveden otsoni pitoisuutta voidaan arvioida veden redox-potentiaalieron perusteella. Ero laskeaan reaktiosäiliöön johtavan ja jälkikäsittelyjärjestelmästä palaavan veden redox-mittausten erotuksena. Erotuksen on oltava vähintään 150–200 mV. [5, s. 45.]

Redox-potentiaalilla mitataan aineen kykyä ottaa elektroneja vastaan. Mittausyksikkö on voltti (V).

Otsonia käyttävät uima-allas- ja altaan tekniset tilat on varustettava jatkohälytykseen ohjatuilla otsoni-ilmaisimilla.

## 5 Veden ominaisuuksia

### 5.1 Alkalisuus

Alkalisuudella tarkoitetaan veden puskurikykyä eli vesiliuoksen emästen kykyä neutraloida siihen lisätyt hapot. Kokonaisalkalisuus ilmaisee alkalisten aineiden määrän vedessä, eli veden sisältämän vetykarbonaattimäärään ( $\text{HCO}_3^-$ ). Kokonaisalkalisuuden ollessa alhainen reagoi vesi voimakkaasti, jos happoa tai emästä lisätään pH:n korjaamiseksi. Vuorostaan vesi, jonka kokonaisalkalisuus on erittäin korkea, saattaa reagoida heikosti. Esimerkki: Korkea pH-arvo 9,0 voidaan laskea 7,8:een lisäämällä happoa, mutta alhaisen alkalisuuden takia muutaman tunnin aikavälillä pH nousee takaisin 9,0:aan. Tällaiset reaktiot johtuvat uima-altaan veden kokonaisalkalisuudesta, joka ei ole välillä 60...180 ppm. Liian alhainen kokonaisalkalisuus voidaan useimmiten korjata lisäämällä riittävä määrä kalsiumkarbonaattia ( $\text{CaCO}_3$ ). Liian korkea kokonaisalkalisuus vuorostaan korjataan lisäämällä happoa. Tilannetta ei kuitenkaan saada korjattua pysyvästi yhdellä annoksella, vaan toimenpide on toistettava, kunnes pH-arvon tila vakiintuu pysyvästi ja kokonaisalkalisuus laskee välille 100...120 ppm. [11, s. 21.]

### 5.2 Veden kovuus

Veden kovuudella tarkoitetaan veden sisältämien kalsium- ja magnesiumsuolojen määrää. Arvot 200...300 mg/l tarkoittavat kovaa vettä, jolloin vesi voi olla harmaittavaa. Arvot 0...50 mg/l tarkoittavat pehmeää vettä. Kovalla vedellä on taipumus muodostaa kalkkisaostumia altaan reunoille ja pehmeä puolestaan syövyttää altaan rakenteita.

### 5.3 Ureapitoisuus

Ureaa liukenee veteen uimareiden hien mukana, lisäksi veteen päätynyt virtsa sisältää ureaa. Kloori reagoi urean kanssa muodostaen typpitrikloridia ( $\text{NCl}_3$ ) toiselta nimeltään trikloramiinia, joka aiheuttaa astmaa ja lisää hengitystieongelmia. Urean määrä vedessä saa olla korkeintaan 0,8 mg/l. [5, s. 32.]

## 5.4 Nitraattipitoisuus

Nitraatti ( $\text{NO}_3$ ) on typen (N) ja hapen (O) muodostama yhdiste, jonka määrää tulee valvoa altaissa, joissa lapset ja etenkin vauvat uivat. Nitraatti heikentää nieltynä pienten lasten hemoglobiiniarvoja, mutta on vaaratonta täysikasvuaisille. Nitraattitason tulee olla korkeintaan 50 mg/litra. Liian nitraatin poisto vedestä tulee suorittaa veden vaihdolla. [5, s. 36.]

## 5.5 Sameus

Esimerkiksi veteen liukenemattoman tahmean lika-aineen eli kolloidisen lian suuri määrä aiheuttaa veden sameutta. Suuri määrä kolloista lika-ainesta heikentää kloorin desinfiointitehoa muodostamalla mikrobien ympärille suojavaipan. Tämän takia sameudelle on annettu raja-arvo  $\leq 0,4$  FTU. FTU-asteikolla mitataan veden läpinäkyvyyttä. [5, s. 29.] Myös kova vesi voi aiheuttaa veden sameutta. Ks. luku 5.2 Veden kovuus.

# 6 Kemikaalit

## 6.1 Kloorit

### 6.1.1 Natriumhypokloriitti

Natriumhypokloriitti ( $\text{NaClO}$ ) on nestemäinen kloorin, veden ja natriumin yhdiste. Se tuottaa 10–15 %:n nettoklooritehon valmisteiden pitoisuuden mukaan. Suhteellisen turvallista ja helppoa käsitellä ja annostella. Vaarana on läikkyminen, höyrystyminen ja sekoittuminen hallitsemattomasti muihin kemikaaleihin.

### 6.1.2 Kalsiumhypokloriitti

Kalsiumhypokloriitti ( $\text{CaO}(\text{Cl})_2$ ) on kohtalaisen stabiili kloorin ja kalsiumin yhdiste, joka on pakattu jauheena tai tabletteina. Aine on helppo käsitellä ja annostella, mutta saostuu toisinaan annostelulaitteisiin aiheuttaen tukoksia. Vaarana ovat vakavat seuraukset, jos joutuu hallitsemattomasti kosketuksiin veden tai muiden kemikaalien kanssa.

### 6.1.3 Kloorin kaltainen bromi

Bromi (Br) on halogeeninen alkuaine, josta on kehitetty uima- ja talousveden desinfiointiaine, toimii kuin kloori, hapettamalla ja hajottamalla. Liiallinen bromimäärä saattaa syövyttää esim. teräsosia ja laattasaumoja. Mikäli bromipitoisuus on liian pieni, vesi sameenee ja leväkasvustoa voi muodostua.

## 6.2 Hapot

Veden happamuuden hallitsemiseksi käytetään pH:n alentamiseen happoa, koska kloorin käyttö nostaa veden pH-tasoa. Yleisesti käytettäviä ovat rikki-, suolahappo tai natriumbisulfaatti.

### 6.2.1 Rikkihappo

Rikkihappo ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) toimitetaan altaille 20–37 %:n vahvuisena liuoksena ja voidaan syöttää allaskiertoon sellaisenaan tai laimennettuna noin 10 %:n vahvuiseksi liuokseksi. Pie-nissä altaissa kemikaalitarve on vähäisempi, joten turvallisuussyistä käytetään 10 %:n liuosta. Isoissa altaissa laimennus lyhentää syöttöastioiden täyttötiheyttä lisäten työmäärää. Rikkihappo ei lisää veden suola eli kloridipitoisuutta, minkä takia sitä käytetään muun muassa teräsaltaissa.

### 6.2.2 Suolahappo

Kuten rikkihappo myös suolahappo (HCl) toimitetaan noin 30 %:n vahvuisena liuoksena ja voidaan käyttää sellaisenaan tai laimentaa. Suolahapon heikkouksia ovat veden suolapitoisuuden nouseminen ja suolahappohöyryjen aiheuttama rakenteiden voimakas syöpyminen.

### 6.2.3 Natriumbisulfaatti

Natriumbisulfaatti ( $\text{NaHSO}_4$ ) toimitetaan kohteille jauheena, joka liuotetaan veteen sopivan vahvuiseksi seokseksi. Seos ei nosta veden suolapitoisuutta.



### 6.3 Emäs

Veden alhaista pH-arvoa voidaan nostaa kloorin sijasta natriumhydroksidilla (NaOH). Seossuhde on 50 %.

### 6.4 Saoskemikaalit

Luvussa 4.4 tarkoitettuun saostukseen käytetään alumiinipohjaisia liuoksia, kuten polyalumiinikloridia (PAC), alumiinihydroksidikloridia (AHC) tai alumiinisulfaattia ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ). [8, s. 19.] Näitä liuoksia ei laimenneta, vaan käytetään sellaisenaan. Syöttö allasjärjestelmään tapahtuu luvun 4.4 mukaisesti kuitenkin mahdollisen aktiivihiihsyötön jälkeen.

### 6.5 Aktiivihiihi

Aktiivihiihi voidaan sijoittaa suodattimeen hiekkakerrosten päälle tai suihkuttaa vesisuspensionona vesikiertoon ennen suodatusta ja saoskemikaalisyöttöä. Käytettävän aktiivihiihen karkeus määräytyy käyttötavan mukaisesti. Aktiivihiihi toimitetaan tynnyreissä joko kuivana tai märkänä seoksena.

- Hiili värjää veden mustaksi, joten suodatinhuuhteluiden jälkeen suoritettavan putkiston huuhtelun tulee olla riittävän pitkäkestoinen, jotta värjäytynyt hiilipitoinen vesi ei päädy altaaseen. Uima-altaan hoitajat kutsuvat ilmiötä "salmiakkivedeksi".
- Aktiivihiihen syöttölaitteistot pölläyttävät hiiltä helposti väärän käytön seurauksena sotkien altaan teknisen tilan. Laitteisto kannattaa suojata kaiken varalta peitteellä (Kuva 20). Älä kuitenkaan estä käyttölaitteiston jäähdytystuulettimen toimintaa.
- Hiilijauhetta syötettäessä kiertoon kuivana on vaarana syöttöputkiston tukkeutuminen. Koska hiili on emäksistä, saattavat niukkaliukoiset karbonaatit saostua putkiston seinille aiheuttaen tukoksia. Helppo ratkaisu on sekoittaa hiili veteen ennen käyttöä tai käyttää valmisliuosta.



Kuva 20. Aktiivihiihllaitteisto

Edellä mainituista syistä on laitteiston käytöstä usein luovuttu kaikessa hiljaisuudessa. Päätös kuitenkin usein heikentää veden laatua.

## 6.6 Kemikaalien säilytys

Kemikaalien käsittelystä ja säilytyksestä määrätään ja annetaan ohjeita mm. kemikaalilailla 599/2013, valtioneuvoston asetuksella 856/2012 ja TUKES:n ohjeistuksilla. Kemikaaleille tulee olla varasto- ja sekoitustilat, jotka täyttävät seuraavat vaateet [13]:

- Tiloihin tulee olla helpot kulkuyhteydet.
- Tilat tulee lukita siten, ettei ulkopuolisilla ole pääsyä tiloihin.
- Kunkin varaston tulee olla oma paloalue
- Keskenään reagoivia kemikaaleja ei saa säilyttää tai sekoittaa samoissa tiloissa. Esimerkiksi hapot ja emäkset eivät saa olla samassa tilassa.
- Tiloissa pitää olla erillinen ilmanvaihto, jotta mahdollisesti muodostuvat höyryt ja kaasut eivät päädy muihin tiloihin.
- Sekoitustiloissa tulee olla viemäröinti ja vesipiste.
- Tiloissa pitää olla vuotoaltan, joiden tilavuus riittää kaikille säilytettäville kemikaaleille.
- Tilat ja tilojen sisällöt tulee merkitä selkeästi tiloihin johtaviin oviin.
- Tiloissa tulee olla saatavilla säilytettävien kemikaalien käyttöturvatiiedotteet.
- Tilojen läheisyydessä tulee olla hätäsuihkua tai silmähuuhtelulaitteisto mikäli säilytettävä kemikaalimäärä on pieni.
- Kemikaaleista tulee pitää kirjaa.

## 7 Huoltomenetelmät

### 7.1 Päivittäishuolto

Kaikissa uima-allaskohteissa olisi hyvä käydä vähintäänkin kerran työpäivän aikana. Käynnin yhteydessä suoritetaan vähintään seuraavat alla otsikoidut toimet:

#### 7.1.1 Allastilan yleisilme

Katso onko vedessä havaittavissa epäpuhtauksia tai sameutta. Miltä allastilassa tuoksu ja tuntuu? Esimerkiksi voimakkaan kloorinhajun perusteella voidaan päätellä, että allasvedessä on liikaa sitoutunutta klooria. Allastilan korkea ilman kostus pitoisuus puolestaan voi kieliä ilmaston toimimattomuudesta.

#### 7.1.2 Veden laatu

Automaattisen vesiarvojen seurantajärjestelmän toiminnan varmistamiseksi suorita käsinmittaus ja vertaa tuloksia automaattijärjestelmän antamiin tuloksiin. Mittaustulosten poiketessaan toisistaan tulee syy selvittää.

Vesiarvojen tarkistusmittaus käsimittalaitteistolla suoritetaan seuraavasti: Puhdas näyteastia täytetään merkkiviivaan asti allasvedellä. Vesinäyte otetaan noin 30 cm:n syvyydeltä näytteenottoa paikkaa vaihdellen, jotta allaskierron aiheuttaman poikkeamat eivät aiheuta vääriä tulkintoja. [5, s. 76.] Näyteastiaan lisätään indikaattorijauhe annostelijalla tai indikaattoritabletti. Yleisempien indikaattorien merkinnät ovat seuraavat:

- DPD No.1 mittaa vapaata klooria.
- DPD No.3 mittaa sitoutunutta klooria.
- Kokonaiskloori on edellä mainittujen summa.
- Phenol Red mittaa veden pH-arvon.

Indikaattoritabletin on oltava yhteensopiva mittauslaitteen kanssa. Indikaattoria ei tule koskea käsin, koska ihosta irtoava rasva vääristää tulosta. Mikäli kyseessä on manuaalinen laite (Kuva 21), tulkinta tulisi suorittaa luonnonvaloa hyödyntäen. Keinovalon poikkeava värisävy saattaa vaikuttaa tulokseen. Näytteenoton jälkeen kaada värjäytynyt vesi viemäriin ja huuhtelee näytelasi.

Mittaa veden lämpötila ja vertaa tulosta asetusarvoon. Saadut tulokset ja näytteenotto-paikat kirjataan käyttöpäiväkirjaan.



Kuva 21. Käsinnmittauslaite

### 7.1.3 Kemikaalien lisäys

Kemikaaleja lisätään tarvittaessa annostelusäiliöihin (Kuva 22). Kullekin kemikaalille tulee olla oma säiliönsä vuotoaltainen. Säiliöihin on merkittävä selkeästi, mitä säiliössä on ja mikä on seoksen sekoitussuhde. Eri kemikaaleja ei saa missään tapauksessa sekoittaa keskenään, koska kemikaalit, kuten hapot ja emäkset, reagoivat keskenään voimakkaasti muodostaen erittäin myrkyllisiä yhdisteitä. Säiliön täyttö kemikaalinkuljetusastiasta on suositeltavaa toteuttaa siirtopumppua käyttäen. Näin vältetään haitallisilta kemikaaliroiskeilta ja turhilta nostoilta. Siirtopumput on myös nimettävä siirrettävän kemikaalin mukaisesti, eikä niitä saa käyttää muihin kemikaaleihin. Kemikaalien laimenuksessa käytetään normaalia haaleaa vesijohtovettä. Kuumaa vettä ei saa käyttää, koska lämpö lisää kemikaalien haitallista höyrystymistä. Kylmä vesi vuorostaan saattaa heikentää raemaisen kloorin liukenemistä. Kemikaalilisäykset kirjataan käyttöpäiväkirjaan.



Kuva 22. Kemikaalien syöttöpiste ja siirtopumppu

Mikäli vahinko kuitenkin sattuu, toimi seuraavasti:

1. Poistu tiloista välittömästi.

2. Suorita silmähuuhtelu ja puhdista itsesi roiskuneista kemikaaleista.
3. Soita apua 112 ja ilmoita vahingosta kiinteistön muille käyttäjille.
4. Ilmoita esimiehellesi.

#### 7.1.4 Kemikaaliannostelijat

Tarkista, ettei tiloissa ole vuotavia kemikaalipumppuja ja putkia. Mikäli joudut vaihtamaan syöttöpumpun tai letkun, varmista, että uudet materiaalit soveltuvat käytettävälle kemikaalille. Syöttöletkuissa saattaa myös olla tukos eli saostuma, jolloin voit joutua vaihtamaan tukkeutuneita syöttöletkuja. Ennen tukkeutuneen putken irrotusta sammuta annostelupumppu ja sulje syöttöyhteen sulku. Huomaa, että letkun sisällä on voimakasta kemikaalia kovassa paineessa, joka saattaa roiskahtaa letkun irrotuksen yhteydessä. Putkiston vaatimuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 4.1.2.3.

#### 7.1.5 Kemikaalien lisäys suoraan altaaseen

Pienissä vähäisellä käytöllä olevissa altaissa mittaus ja kemikaaliannostelu suoritetaan usein manuaalisesti. Käsinmittauksessa saatujen arvojen perusteella vesiarvot säädetään lisäämällä klooria ja happoa käsinannostelulla, minkä takia veden kemikaalipitoisuudet vaihtelevat rajusti lisäyskertojen välillä.

Käsiannostelussa ongelmaksi muodostuu kloorin ja hapon oikean määrän tietäminen. Oikean lisättävän kloorimäärän voi laskea kaavalla 3.

$$X = V * \frac{C_1 - C_2}{Y} * 0,001 = 90m^3 * \frac{1,2 \frac{mg}{l} - 0,2 \frac{mg}{l}}{15\%} * 0,001 = 0,6kg$$

X on tarvittava kloorin määrä (kg)

(3)

V on allasjärjestelmän vesi tilavuus (m<sup>3</sup>)

C<sub>1</sub> on kloorin mittausarvo (mg/l)

C<sub>2</sub> on kloorin tavoitearvo (mg/l)

Y on kloorivalmisteen klooripitoisuus (%)

0,001 on yksikkömuunnin

Natriumhypokloriitin tiheys +20 °C:n lämpötilassa on noin 1,2 kertaa veden tiheys, joten 0,6 kg on noin 0,5 litraa.

Tarvittavan haponmäärän arvioiminen ei ole helposti laskettavissa, sillä veden alkaliteetti vaikuttaa lopputulokseen. Korkean alkaliteetin vallitessa tarvitaan enemmän happoa tai emästä pH:n muutokseen. Lisäys suoritetaan pienissä erissä muutosta seuraten. Lisätietoa on esitetty luvussa 5.1.

Pieniin altaisiin on saatavilla itseliukenevia yhdistelmätabletteja, jotka sisältävät kloorin, pH:n säätökemikaalin sekä kirkasteen. Valmiste sijoitetaan veden pinnalla kelluvaan annostelijaan, jonka säätö suoritetaan käsimittausten perusteella annostelijassa olevia virtausaukkoja suurentamalla tai pienentämällä. Annostelija tulee sijoittaa altaan vedenkierron alkupäähän, jotta kemikaali vaikuttaisi koko altaaseen. Tabletteja on saatavilla viikko- ja vuorokausiannoksina.

#### 7.1.6 Korvausvesi

Korvausvedellä tarkoitetaan uutta vesijohtovettä, jolla korvataan uima-altaassa olevaa kiertovettä. Asetuksen mukaan tulee altaan kävijämäärää seurata ja korvausvettä johtaa altaaseen vuorokaudessa 0,03 m<sup>3</sup> jokaista uimaria kohden. [5, s. 44.] Kuitenkaan kaikissa kohteissa ei ole kävijämäärän seuranta saatavilla, jolloin korvausvesimäärä voidaan arvioida valvontatutkimusohjelman kävijämäärä arvion perusteella.

Isommissa allasjärjestelmissä toimenpide on automatisoitu, mutta suurimmassa osassa kohteita vastuu toteutuksesta jää huoltohenkilöstölle. Vaihto kannattaa toteuttaa suodatinhuuhteluiden yhteydessä. Korvausvesimäärät ja ajankohdat lisätään käyttöpäiväkirjaan.

#### 7.1.7 Käyttöpäiväkirja

Kaikista altaalla tehdyistä toimenpiteistä ja mittauksista on pidettävä käyttöpäiväkirjaa, joka on säilytettävä vähintään 2 vuotta ja esitettävä pyydetessä viranomaiselle. [5, s. 75.] Kirjaan merkitään mm. tehtyjen mittausten tulokset ajankohtineen ja mittauspaikkoinen, kemikaalien lisäykset ja tilaukset. Lisäksi merkitään korjaukset, huomiot ja tapahtuneet poikkeustilanteet. Käyttöpäiväkirjan muoto on vapaa.

## 7.2 Viikkohuolto

### 7.2.1 Suodatinten vastavirtahuuhtelu

Suodatinten vastavirtahuuhtelu on suoritettava viimeistään, kun säiliön paine-ero on noussut laitevalmistajan määrittämälle tasolle. Käytännössä tämä tarkoittaa altaan koosta ja käyttöasteesta riippuen vajaan viikon tai kuukauden välein suoritettavia huuhteluita. Suodatinten huuhtelut on yleensä hyvä suorittaa yksi suodatin kerrallaan. Seuraavassa ohjeistetaan, miten huuhtelu toteutetaan:

- Varmista, että vedenpinta altaassa tai mahdollisessa puskurialtaassa on riittävän korkealle, jotta puhdistuksen aikana vedenpinta ei pääse laskemaan imuputken pinnan alle.
- Sammuta säiliönkiertopumput sekä mahdollinen sähkölämmitin ja muut kierrossa olevat varusteet.
- Käännä huuhdeltavan suodattimen monitievalventtiin kahva asentoon, vastavirtahuuhtelu (Backwash), jolloin virtaussuunta hiekkasuodattimessa kääntyy päinvastaiseksi normaaliin suodatintoimintaan nähden ja suodattimen pinnalle jääneet epäpuhtaudet poistuvat suodattimesta viemäriin. Käynnistä pumppu ja anna sen käydä 2...5 minuuttia tai kunnes näyttölasisissa (Kuva 23) näkyvä vesi on kirkasta. Tarkkaile samalla, ettei viemäriverkosto tulvi ja vedenpinta altaassa pääse laskemaan liian alas. Mikäli suodattimen pinnalla on hiilikerros, muista tarkkailla näyttölasisista, ettei liian kova virtaus vie myös hiilikerrosta viemäriin. Virtauksen voimakkuutta voidaan säätää pumppujen taajuusmuuntimilla tai sulkemalla rinnakkaispumppu.



Kuva 23. Monitievalventtiin näyttölasi

- Pysäytä pumppu, minkä jälkeen käännä monitievalventtiin kahva asentoon puhtaaksi huuhtelu (Rinse), jolloin putkistossa edelleen olevat epäpuhtaudet ohjataan viemäriin altaan sijasta. Käynnistä pumppu ja anna sen käydä vähintään 30 sekuntia.
- Sammuta pumpput ja käännä monitievalventtiili suljettu-asentoon (Closed). Sulje kiertopumppujen meno- ja paluupuolen sulut. Avaa pumpun karkeasuodattimen kansi ja poista siivilässä olevat roskat (Kuva 24). Sulje kansi ja avaa sulut.



Kuva 24. Karkeasuodattimia

- Käännä monitieventtiili asentoon suodatus (Filter) ja käynnistä pumput sekä muut sammutetut laitteet.

### 7.2.2 Reuna- ja kourupesut

Vettä kevyemmät epäpuhtaudet kuten iho- ja pölyhiukkaset nousevat veden pintakerrokseen aiheuttaen likasaostumia, jotka tarttuvat altaan reunoille vesirajan tuntumaan. Kyseiset saostumat tulee pestä pois. Pesuvälineinä voidaan käyttää painepesuria, karkeaa sientä ja altaalle soveltuvaa pesuainetta. On huomioitava, että käytettävä pesuaine on yhteensopivaa altaan definiointiin käytettävien kemikaalien kanssa. Kemikaali ei myöskään saa aiheuttaa haittaa uimareille.

Reunojen vesirajojen lisäksi tulee pestä uimaportaat, kaiteet, kourut ja kourujen suojaritilät. Suojaritilät pestään kummaltakin puolelta. Pesujen päätteeksi tyhjennetään kierron karkeasuodattimet (Kuva 25), jotka myös pestään.



Kuva 25. Pintakierron karkeasuodatin

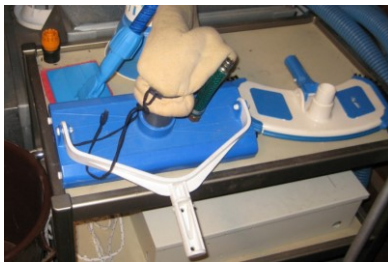


Mikäli loiskekourut on varusteltu pesuviemäröinnillä, tulee allaskierto sammuttaa ja viemäriyhteys avata ennen pesua. Tällöin irronnut lika ja pesuaine ohjautuvat viemäriin suodattimen sijasta.

### 7.2.3 Pohjaimuroinnit

Vettä raskaammat epäpuhtaudet kuten hiekka laskeutuvat altaan pohjalle, joten pohja tulee puhdistaa imuroimalla. Imurointia varten on olemassa ejektori- ja robotti-imureita.

Ejektori-imurin (Kuva 26) toiminta perustuu vesivirtauksen kuristamiseen imurin kapenevassa suutinputkessa, jolloin veden virtausnopeus kasvaa muodostaen suutinputken ympärille tyhjiön. Tätä alipainetta käytetään roskien imemiseen. Imuroinnin jälkeen tulee imurin roskapussi tyhjentää, pestä ja laittaa kuivumaan hyvin tuuletettuun tilaan. Ejektori-imuri saa imutehonsa altaan mukaan joka allaskierrosta tai vesijohtoverkostosta.



Kuva 26. Ejektori-imuri

Robotti-imuri (Kuva 27) on nimensä mukaisesti itsenäinen sähköllä toimiva yksikkö, joka suorittaa imuroinnin mallin mukaan itsenäisesti tai kauko-ohjauksella. Kyseessä on sähkölaite, joten aina ennen käyttöä tulee huolellisesti varmistaa, että laitteessa ei ole vaurioita, esimerkiksi rikkonaisia sähköjohtoja. Käytön jälkeen laite puhdistetaan ja huolletaan laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti.



Kuva 27. Robotti-imuri

#### 7.2.4 Tasaus- ja puskurialtaat

Tasaus- ja puskurialtaita tulee käsitellä kuten muitakin altaita. Tällaiset altaat on monesti sijoitettu tilahaasteiden vuoksi paikkoihin, joissa helppo huoltotoimien suorittaminen on haastavaa. Mikäli puhdistustoimia ei voida suorittaa turvallisesti, tarvittavat muutokset pitää suunnitella ja toteuttaa siten, että turvallinen ja kunnollinen altaanhoito voidaan taata.

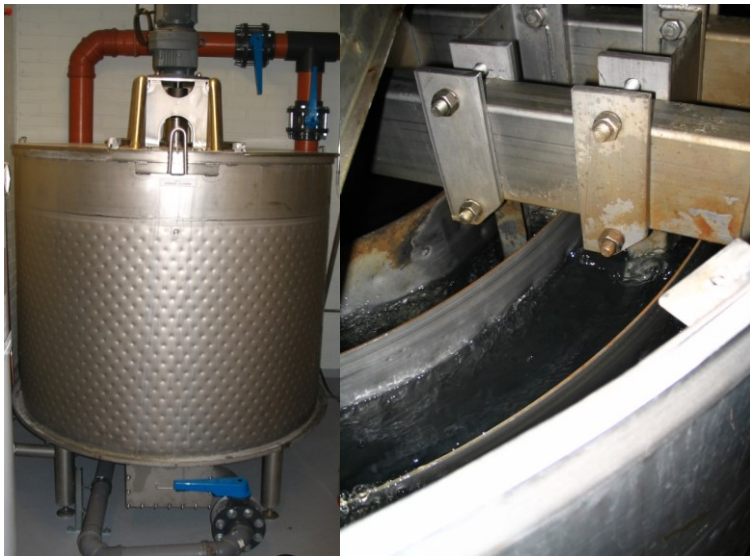
#### 7.2.5 Lämmitys ja lämmöntalteenotto

Veden lämmitys toteutetaan Suomen korkeudella useimmiten

- sähkövastuksella, eli suoralla sähköllä
- lämpöpumpun avulla
- kaukolämmöllä
- lämmön talteenottoa hyödyntäen.

Joissakin Etelä-Suomen uima-allaskohteissa on lämmitys toteutettu kaukolämmöllä hyödyntämällä lämpimän käyttöveden kiertoa. Ongelmaksi on muodostunut lämpimän käyttöveden lämpötilan liian suuri putoaminen, joka puolestaan mahdollistaa bakteerien kasvamisen kiertovesiverkostossa. Näissä tapauksissa tulee varmistaa, että kiertoveden lämpötila pysyy välillä +55...+65 °C. [14, §. 6.]

Uudemmissa kohteissa usein on lämmöntalteenottojärjestelmiä, joilla hukkalämpö kerätään talteen jätevedestä. Kyseisten laitteiden uusimmat versiot ovat miltei huoltovapaita, mutta vanhemmat laitteet (kKuva 28) edellyttävät tasaista huoltosykliä toimiakseen tehokkaasti. Kuvan laitteessa jätevesi ohjataan lämmönsiirtoastiaan, jonka sisällä toisiopiirinpatterit sijaitsevat. Koska jäteveden sisältämillä epäpuhtauksilla on taipumus tarttua toisiopiirinpatterien pintaan ja näin heikentää laitteen hyötysuhdetta, on pattereille rakennettu automaattinen harjausmekanismi. Järjestelmä ei kuitenkaan kykene puhdistaman harjojaan automaattisesti, joten huoltotoimenpide jää allashoitajan tehtäväksi.

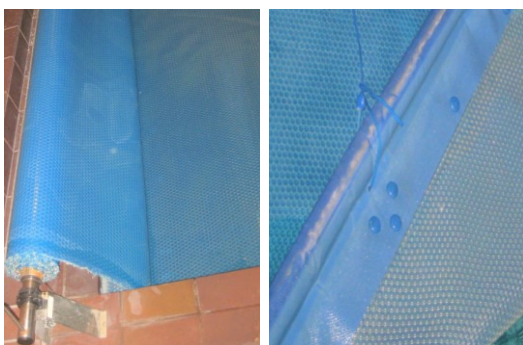


Kuva 28. Pesutilojen jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmä.

Laitevalmistajan käyttö- ja huolto-ohjeisiin on tutustuttava.

#### 7.2.6 Peitteet

Etenkin altaissa, joiden lämpötila ylittää allastilan ilmalämpötilan käytetään usein peitteitä, jotta turhilta lämpöhäviöiltä ja veden haihtumiselta vältyttäisiin. Peitteellä voidaan myös sulkea allas käyttäjiltä ja muulta ulkopuoliselta lialta turhan kuormituksen estämiseksi. Peitteen tarkoituksenmukaisen toiminnan takaamiseksi tulee peitteen olla ehjä ja puhdas. Huoltohenkilöstön tulee puhdistaa peite määrävälein kummaltakin puolelta, koska yläpinnalle laskeutuneet huoneilman epäpuhtaudet ja alapinnalle tarttuneet allasveden pinnan epäpuhtaussaostumat tulee poistaa. (Kuva 29.)



Kuva 29. Mekaaninen allaspeite

### 7.2.7 Virkistyslaitteet

Virkistyslaitteisiin luetaan altaiden kiinteät laitteet, kuten poresuuttimet, hieromasuihkut, aaltolaitteet, ja hyppytelineet. Lisäksi virkistyslaitteisiin voidaan sisällyttää ratojen väliset narut, uinnin apuvälineet, uimalelut, jne. Jos ei toisin ole sovittu, altaan kiinteät laitteet kuuluvat altaan kunnossapidon hoitotehtäviin ja hoito suoritetaan laitevalmistajan ohjeita noudattaen.

Kaikkien virkistyslaitteiden kunnan takaamiseksi on altaan ylläpitäjän hyvä määrittää, mikä taho vastaa mistäkin laitteesta. Voidaan esimerkiksi sopia, että uimavalvoja tai siivous vastaa lelujen ja uimavälineiden puhtaanapidosta ja kunnosta. Huolto puolestaan vastaa ratanarujen kunnosta ja puhtaanapidosta.

Virkistyslaitteet kuuluvat altaan turvallisuusmääräysten piiriin, joten niistäkään ei saa aiheutua käyttäjille vaaraa.

### 7.2.8 Sähkölaitteet

Kosteiden ja märkien olosuhteiden takia uima-allas-, pesu-, puku- ja altaan teknisissä tiloissa olevien sähkölaitteiden tulee olla moitteettomassa kunnossa ja säännösten mukaisesti asennettuja. Allastilojen asennukset jaetaan sijaintinsa perusteella luokkiin 0,1 ja 2. 0-luokka käsittää alueet, joissa ollaan suoraan tekemisissä veden kanssa. 1-luokka alueet, joilla ihmiset oleskelevat vähintään 2 metrin etäisyydellä 0-luokan alueesta aina 2,5 m:n korkeuteen asti. 2-luokkaan kuuluvat alueet 1,5 m:n etäisyydellä 1-luokan alueista ja yli 2,5 m:n korkeudessa olevat alueet. [15, s. 6.] Suojaetäisyyksille, sähkölaitteille ja asennuksille annetaan tarkempia määräyksiä standardissa SFS 6000-7-702:2017.

Lisäksi allastiloissa olevat sähköä johtavat laitteet ja rakenteet on suojamaadoitettava, jotta suoja-alueiden ulkopuoliset laitteet eivät aiheuttaisi suoja-alueille sähköiskuvaaraa. Tällä tarkoitetaan lisäpotentiaalitasasta. Maadoitettavia ovat alueiden 0,1 ja 2 sisällä olevat

- metalliputket ja -kanavat
- rakenteiden teräkset
- altaan teräsrakenteet
- lattioiden rakenneteräkset, mikäli kyseessä on sähköä johtavat lattiamateriaalit. [15, s. 9.]

Maadoitusten kuntoa on tarkkailtava mahdollisten rikkoutumisten ja hapettumien havaitsemiseksi. Maadoitukset tulee palauttaa mahdollisten korjausten ja uusintojen yhteydessä. Myös uusien laitteisiin ja rakenteisiin tulee lisätä maadoitus, mikäli kyseessä on sähköä johtava materiaali, joka sijaitsee alueilla 0,1 tai 2.

Seuraavia ei kuitenkaan yleensä maadoiteta [15, s. 9]:

- altaan lähtötelineet, portaat ja suojapuomit
- altaan kaiteet ja tukikahvat
- reunakourujen kannet
- ikkunanpielet
- ovenpielet.

Altaanhoitohenkilöstön tulee tarkkailla tilojen sähkölaitteiden kuntoa ja puutteita havaitessaan estää laitteen käyttö. Mikäli tilanne vaatii, tulee allastilat sulkea ulkopuolisilta kokonaan. Viat ja puutteet tulee korjata asetusten mukaisesti asennusluvan omaavan asentajan toimesta.

#### 7.2.9 Altaan korjaukset

Viikko ja päivähuoltojen yhteydessä tehtävien pienkorjausten osalta on varmistettava, että käytetään allastilaan sopivia materiaaleja. Esimerkiksi liikuntasaumojen korjauksessa on varmistettava saumamateriaalin sopivuus uima-altaaseen. Pienkiinnityksissä on vuorostaan valmistettava käytettävien kiinnikkeiden sopivuus, jotta biometalliselta korroosiolta vältytään (Kuva 30). Materiaalin tulee kestää allaskemikaaleja sekä olla kontaktissa olevan metallin kanssa samalla potentiaalierotasolla.



Kuva 30. Virheellisen materiaalin aiheuttama korroosioaurio.

### 7.3 Vuosihuolto

Tietyin välein altaat on syytä tyhjentää laajempaa huoltoa varten. Tyhjennyksen yhteydessä tehtävien huoltotoimien sujuvuuden takaamiseksi on tarvittavat toimenpiteet tarpeen suunnitella ja aikatauluttaa jo ennen käyttökatkoa. Katkoon liittyvät huollot voivat sisältää seuraavia toimia:

- allaspintojen ja kourujen peruspesut
- altaiden pintojen korjaukset
- saumausten uusinta
- liukuesteiden uusinnat
- altaiden suuttimien, kaivojen, kaiteiden ja muiden varusteiden korjaukset sekä uusinnat
- allasvalojen korjaukset
- allaspeitteiden kunnostukset
- putkistojen kuntokartoitus ja korjaukset
- suodatinhiekkojen vaihdot
- UV-lamppujen puhdistukset ja uusinnat
- otsonaattorin huollot sekä jälkikäsitteilyjärjestelmän hiilen vaihdot
- altaan yläpuolisten pintojen ja laitteiden kunnontarkastus ja korjaus, koska altaan tyhjänä ollessa on telineiden käyttö mahdollista
- ilmastosteuden ollessa alhaalla on järkevää suorittaa kaikkien allas-, pesu- ja pukutilojen vaatimat korjaukset.

Hyvänä apuna suunnittelussa toimii allashoitajien ylläpitämä käyttöpäiväkirja. Altaiden tyhjennyksen yhteydessä tulee kaikki altaaseen liittyvät järjestelmät sammuttaa, etteivät esimerkiksi kemikaalisyötöt jää päälle syöttäen tyhjäan putkistoon kemikaaleja.

### 7.4 Suojavarustus

Kemikaaleja käsiteltäessä tulee vähintäänkin käyttää suojaesiliinaa, silmäsuojia ja suojakäsineitä. Lisäksi käytetään tarpeen vaatiessa saappaita, hengityssuojainta ja kaasu-naamaria. Suojavaatetusta hankkiessa tulee varmistaa, että suojavarustuksen materiaalit ja suodatusluokat soveltuvat käytettäväksi käsiteltävien kemikaalien kanssa. Lisätietoa suojainten tarvittavista ominaisuuksista saa käyttöturvatiiedotteesta tai OVA-ohjekortista. OVA-ohje natriumhypokloriitille on seuraavanlainen:

Käytä suojakäsineitä, suojalaseja ja suojavaatetusta. Henkilönsuojaimiin erittäin hyviä materiaaleja 30 - 70 -prosenttiselta natriumhypokloriittiliuokselta suojauduttaessa ovat luonnonkumi, neopreeni, nitrilikumi, polyvinyylidikloridi, butyylikumi, fluorikumi (Viton®) sekä monikerrosmateriaalit polyeteeni-eteenivinyylialkoholi-polyeteeni (Silver Shield/4H®) ja Tychem® CPF3. Alle 30-prosenttiselta liuokselta edellisten lisäksi suojaavat myös monikerrosmateriaalit Tychem® SL (Saranex®) ja Tychem® Responder®. Hengityksensuojaimien sopiva suodatin on B2-P3 [17, luku. 5].

OVA-ohje suolahapolle on seuraavanlainen:

Käytä suojakäsineitä, suojavaatetusta ja kokokasvon hengityksensuojainta (kloorivety: suodatin B2-P3, suolahappo: suodatin E2-P3) tai paineilmahengityslaitetta. Henkilönsuojaimiin erittäin hyviä materiaaleja kloorivedyltä suojauduttaessa ovat mm. butyylikumi, neopreenikumi, fluorikumi (Viton®), fluorikumi-butylikumi, Trelchem® HPS, Trelchem® VPS, Tychem® SL (Saranex®), Tychem® CPF 3, Tychem® F, Tychem® BR/LV, Tychem® Responder® ja Tychem® TK. Erittäin hyviä materiaaleja 37-prosenttiselta suolahapolta suojauduttaessa ovat mm. butyylikumi, neopreeni, fluorikumi (Viton®), fluorikumi-butylikumi, Barrier® (PE/PA/PE), Trelchem® HPS, Trelchem® VPS, Tychem® SL (Saranex®), Tychem® CPF 3, Tychem® F, Tychem® BR/LV, Tychem® Responder® ja Tychem® TK. Alle 30-prosenttiselta suojauduttaessa edellisten lisäksi nitrilikumi. [17, luku. 5].

Allastiloissa liikkussa on käytettävä suojatossuja tai vain allastiloissa käytettäviä kenkiä, jotta epäpuhtaudet eivät pääse pinnoille, joilla uimarit liikkuvat paljain jaloin.

## 7.5 Silmähuuhde

Altaan tekniset tilat, joissa käsitellään kemikaaleja, tulee varustaa riittävällä määrällä silmähuuhdelaitteita. Laitteet on sijoitettava siten, että saavutettavuus silmäroiskeen jälkeen on mahdollista. Silmähuuhteet tulee uusia aina avaamisen jälkeen, kuitenkin viimeistään ennen viimeisen käyttöpäivämäärän umpeutumista.

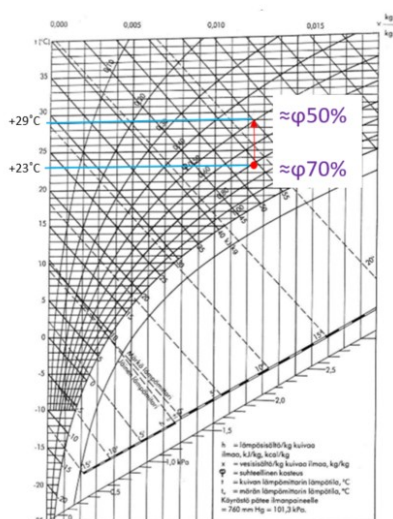
## 8 Ilmanvaihto ja kosteudenhallinta

Allastilojen lämpötilan- ja kosteudenhallintaa tulee lähestyä neljästä eri näkökulmasta:

- uimareiden viihtyisyys
- tiloissa olevien ei uivien henkilöiden viihtyisyys
- energiansäästö ja rakenteiden kosteusrasitus
- allasvedestä ilmaan haihtuvien klooriyhdisteiden minimoiminen sisäilmassa.

Uimarit ovat allastilassa pääsääntöisesti iho ja uima-asu märkinä, jolloin kosteuden haihtuminen iholta aiheuttaa ihon jäähtymistä ja palelemisen tunnetta. Viluntunteen vähentämiseksi ilmankosteuden ja lämpötilan tulisi olla korkealla. Toisaalta näissä olosuhteissa henkilöt, jotka ovat allastiloissa kuivissa vaatteissa, tuntevat olonsa tukalaksi. Korkea lämpötila ja kosteus luovat myös otolliset olosuhteet haitalliselle mikrobikasvustolle.

Lämmin ilma kykenee sitomaan kylmää ilmaa enemmän kosteutta, joten lämmön lisääminen pienentää ilman suhteellista kosteussisältöä (kKuva 31). Siten nostamalla allastilan ilman lämpötilaa noin 1,5 °C altaan vedenlämpötilaa korkeammalle voidaan haihtumista huomattavasti vähentää. Allastilan ilma tulee kuitenkin pääsääntöisesti pitää alle +31 °C:n lämpötilassa. [18, s. 3.] Allasveden lämpötilojen ohjearvoja käsitellään tarkemmin luvussa 4.1.1.



Kuva 31. Suhteellisen kosteuden muutos esitettynä Mollier-diagrammilla.

Haihtumisen vähentämiseksi ilman suhteellinen kosteus tulee pitää välillä 45–55 % [18, s. 3]. Sen on oltava kuitenkin alle 60 %, jotta turhilta mikrobikasvustoriskeiltä vältetään. Huonosti lämpöeristetyt kiinteistöt helposti aiheuttavat kylmillä keleillä ongelmia lämpimän ilman suuren vesisisällön tiivistyessä kylmille pinnoille luoden otolliset olosuhteet mikrobikasvustoille. Tätä voidaan estää laskemalla ilmanlämpötilaa ja käyttämällä allaspeitteitä hetkinä, jolloin allas ei ole käytössä. Avoimen altaan haihtuvuus on noin 10-kertainen peitettyyn altaaseen verrattuna. [18, s. 4.] Veden lämpötilan lasku myös helpottaa tilannetta.



Vuoden 2009 jälkeen rakennettujen allastilojen kloorikaasujen poistamiseksi on annettu ulkoilmavirtauksen minimiarvoksi  $2 \text{ dm}^3/\text{s}$  jokaista allastilan neliometriä kohden [18, s. 3]. Ilmanvaihdon on aina allastilan käytössä ollessa oltava päällä ja täytettävä edellä mainittu asetus. Asetuksessa edellytetään myös, että tilat varustetaan hälytysjärjestelmällä, joka antaa ilmoituksen hoitohenkilökunnalle, mikäli ulkoilmavirtaus alittaa edellä mainittu. Ilmanvaihto ei kuitenkaan saa aiheuttaa turhaa vedontunnetta tiloissa, joissa uimarit liikkuvat ennen ja jälkeen uinnin. Näissä tiloissa tulee ilmannonpeuden olla alle  $0,15 \text{ m/s}$ . Muissa tiloissa korkein sallittu ilmannonpeus on  $0,4 \text{ m/s}$ . [18, s. 3.]

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyön aiheena uima-allastekniikka oli mielenkiintoinen ja monitahoinen. Selvittävää oli vedenkäsittelytekniikan, vesikemian, mittaustekniikan, lainsäädännön, säännösten, sähköasetusten, ilmastoinnin ja usean muun alueen osalta. Aihealueen valtava laajuus juuri osoittautui työn suurimmaksi haasteeksi. Viranomaiset kyllä antavat veden kemikaali- ja puhtaustasoille raja-arvot sekä määrittävät vedenlaadun valvontatiheydet ja -tavat. Mutta multaosin suurin osa allashuollon edellyttämistä tehtävistä perustuu allasjärjestelmä kohtaiseen kokemukseen. Kukin allas, kun käyttäytyy yksilöllisesti koosta, sijainnista, käyttöasteesta, tekniikantasosta ja monesta muusta asiasta riippuen. Näiden seikkojen takia yleispätevän huoltosisällön laatimisen rajaaminen piti harkita tarkoin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda tilaajan henkilöstön käyttöön ISS Palveluiden toimintakäsikirjaan liitettävä ohjeistus, jonka avulla helpotetaan tiedon löytämistä ja parannetaan uima-altaisiin liittyvän huolto- ja hoitotoiminnan tasalaatuisuutta. Työ on arvioitu tilaajan taholta, todeten työn täyttävän hyvin asetetut tavoitteet.

Opinnäytetyötä tullaan käyttämään osittain palvelukuvauksena huoltokirjoissa ja uusien palvelusopimusten palvelukuvauksena. Työtä on tarkoitus jatkaa laatimalla uima-altaiden ylläpitoa varten myyntimateriaalit sekä työmäärän laskentamalli, josta olisi suuri hyöty tarjouslaskentaa ja resurssointia ajatellen.

## Lähteet

- 1 Allastekniikan osaamis- ja tarvekartoitus. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. ISS Palvelut Oy.
- 2 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999.
- 3 Terveydensuojelulaki. 1994. 763/19.8.1994.
- 4 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus uimahallien ja kylpylöiden allasvesien laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. 2002. 315/2002.
- 5 Allasvesiasetuksen soveltamisohje. 2/2017. 45/06.10.01/2017. Helsinki. Valvira.
- 6 Mikrobin kasvua edistävät tekijät. 2020. Verkkoaineisto. Ruokavirasto. <<https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/yleista-mikrobeista/mikrobien-kasvua-edistavat-tekijat>>. Luettu 17.12.2020.
- 7 Uima-allasveden laatu ja valvonta. 2002. Soveltamisopas. Sosiaali- ja terveysministeriö, opetusministeriö, Suomen Uimaopetus- ja Hengenpelastusliitto ry.
- 8 Uima-allasveden käsittely. 2019. RT 109095. Rakennustieto Oy.
- 9 Sähkömoottoreiden ekologista suunnittelua koskevat vaatimukset. 2009. EY Komission asetus 640/2009.
- 10 Assembly and operating instructions Dulcotest. 2013. ProMinent.
- 11 Swimming pool operation and maintenance book. 1986. Washington. Department of the US army.
- 12 Ultravioletisäteily ja ihminen. 2008. Julkaisu. Helsinki. STUK.
- 13 Kemikaalien varastointi ja käyttö uimalaitoksissa. 1.6.2020. Ohjejulkaisu. Helsinki. Tukes.
- 14 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. 2017. 1047/2017.
- 15 Pienjännitesähköasennus vaatimukset uima-altaat ja vastaavat. 2017. SFS 6000-7-702:2017. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- 16 OVA- ohje natriumhypokloriitti. Verkkoaineisto. Työterveyslaitos. <<https://www.ttl.fi/ova/nathyklo.html>>. 6.11.2017. Luettu 18.12.2020.

- 17 OVA- ohje kloorivety ja suolahappo. Verkkoaineisto. Työterveyslaitos. <<https://www.ttl.fi/ova/kloorivety.html>>. 10.12.2015. Luettu 18.12.2020.
- 18 Uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnittelu. 2012. LVI 06-10451. Rakennustieto Oy.