

Mira Muhonen

Uimahallien vedenkäsittelyn suodatusjärjestelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikka
Insinöörityö
1.5.2012

Tekijä(t) Otsikko	Mira Muhonen Uimahallien vedenkäsittelyn suodatusjärjestelmät
Sivumäärä Aika	49 sivua + 1 liite 1.5.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaaja(t)	projektipäällikkö Samuli Korpi yliopettaja Olli Jalonen
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli koota kirjallista ja suullista tietoa uimahallien suodatusjärjestelmistä yksiin kansiin helpottamaan uusien alalle tulevien suunnittelijoiden asian opiskelua.</p> <p>Tietoa etsittiin kirjallisista lähteistä ja sitä täydennettiin myöhemmin alan asiantuntijoita haastatteleamalla ja tutustumalla uimahallien vedenkäsittelyyn käytännössä.</p> <p>Insinööriyössä perehdyttiin erilaisiin vedenkäsittelyn perusmenetelmiin liittyviin suodatusjärjestelmiin, niiden valintaan ja mitoitukseen. Työssä käytiin läpi karkeasuodatus, avosuodatus, painesuodatus ja kalvosuodatus. Suodattimien mitoitusta havainnollistettiin mitoittamalla Jyväskylän AaltoAlvari-uimahallin suodatusjärjestelmä.</p> <p>Insinööriyön tuloksena syntyi aineisto, jonka lukemalla saa hyvän yleiskuvan erilaisista suodatinvaihtoehtoista uimahallien vedenkäsittelyssä ja jonka perusteella voidaan valita ja mitoittaa uimahallin suodatusjärjestelmä.</p> <p>Yhtä oikeaa suodatusjärjestelmää ei ole olemassa, vaan kuhunkin uimahalliin on valittava juuri siihen parhaiten sopiva suodatusjärjestelmä. Tärkeää on, oli valittu suodatusjärjestelmä mikä tahansa, mitoittaa se oikein, jotta vältetään turhalta veden, sähkön ja kemikaalien kulutukselta.</p>	
Avainsanat	vedenkäsittely, uima-altaat, suodatusjärjestelmät

Author(s) Title	Mira Muhonen Filtration systems of water treatment in swimming pools
Number of Pages Date	49 pages + 1 appendix 1 May 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor(s)	Samuli Korpi, Project Manager Olli Jalonen, Head of Department
<p>The final year project collected information on various swimming pool filtration systems. The aim was to offer a convenient publication for inexperienced designers on the topic of filtration. The final year project was conducted as both a literature study and a series of professional interviews and site visits at swimming pools.</p> <p>The basic filtration methods of water treatment were studied in the final year project and discussed in the Bachelor's thesis. The selection and dimensioning criteria of different filtration systems, e.g. prefiltering, open-top filtering, pressure filtering and membrane filtering, were listed. A case example of filtration system dimensioning (AaltoAlvari swimming pool in Jyväskylä) was presented.</p> <p>The proper choice of a filtration system is always dependent on the requirements and constrictions set by the target facility, so no real rules of thumb can be given. However, the most important task is to dimension the system correctly in order to avoid unnecessary consumption of water, energy and chemicals. This project resulted in an overview report of alternative approaches to filtration system design that can be used as good advice for such tasks in the future.</p>	
Keywords	water treatment, swimming pools, filtration systems

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn toteutus	1
3	Uima-allasveteen kohdistuvat vaatimukset ja odotukset	2
3.1	Viranomaisten asettamat vaatimukset	2
3.2	Uimahallin käyttäjän ja henkilökunnan odotukset	2
4	Vedenkäsittelyn nykytilanne Suomen uimahalleissa	3
5	Uimaveden epäpuhtaudet	3
6	Uimahallin vedenkäsittelymenetelmät	3
6.1	Vedenkäsittelymenetelmien ryhmittely ja sijainti	3
6.2	Muiden peruskäsittelymenetelmien vaikutukset suodatukseen	4
6.2.1	Saostus	4
6.2.2	Klooraus	5
6.2.3	Aktiivihiielijauheen syöttö	6
7	Suodatintyypit	7
8	Karkeasuodatus	9
9	Massasuodatus	10
9.1	Massasuodatuksen fysiikkaa	10
9.1.1	Epäpuhtauksien pidäytyminen suodattimelle	10
9.1.2	Epäpuhtauksien kiinnittyminen suodattimelle	10
9.1.3	Kiinnittyneiden hiukkasten irtoaminen	11
9.2	Suodattimen rakenne ja materiaali	12
9.2.1	Painesuodatus	12
9.2.2	Avosuodatus	13
9.3	Suodatuksen toimintaperiaate	14
9.3.1	Painesuodatus	14
9.3.2	Avosuodatus	14
9.4	Suodatusmassat	15
9.4.1	Suodatusmassan vaikutus suodattimen pidätyskykyyn	15
9.4.2	Hiekkasuodatus	16

9.4.3	Monikerrossuodatus	17
9.4.4	Hiekka- ja monikerrossuodatuksen yhdistelmä	18
9.5	Suodatinten huuhtelu	19
9.5.1	Huuhtelun toimintaperiaate	19
9.5.2	Erilaisten suodattimien huuhtelu	21
9.5.3	Huuhteluohjelma	22
9.6	Suodatinpohjan rakenne	22
9.7	Mitoitus	25
9.7.1	Veden kierrätysvirtaaman määrittely	25
9.7.2	Suodatinten lukumäärän määrittely	27
9.7.3	Suodatinten koon määrittely	27
9.7.4	Suodatusnopeuden määrittely	30
9.7.5	Huuhtelunopeuden määrittely	31
9.7.6	Huuhteluveden poistokourun mitoitus	31
10	Kalvosuodatus	33
10.1	Kalvosuodatus meillä ja muualla	33
10.2	Kalvosuodatintyypit	33
10.3	Kalvosuodatuksen toimintaperiaate	34
10.4	Kalvosuodatusjärjestelmän rakenne ja materiaali	35
10.5	Veden esisuodatus	36
10.6	Kalvosuodatinten huuhtelu	37
10.7	Huuhteluvesien uudelleen käyttö	38
10.8	Kalvosuodattimien mitoitus	39
11	Suodatustyyppien valintaan vaikuttavat asiat	40
12	Laskuesimerkkejä Jyväskylän AaltoAlvari-uimahallista	42
12.1	Uimahallin perustiedot	42
12.2	Suodatusjärjestelmän valinta	42
12.3	Suuttimien valinta	42
12.4	Suuttimien asennuspiirustus	42
12.5	Suodatusmassojen valinta	44
12.6	Veden kierrätysvirtaaman määrittely	44
12.7	Suodatusnopeuden määrittely	46
12.8	Vesihuuhtelun nopeuden ja virtaaman määrittely	46
12.9	Ilmahuuhtelun nopeuden ja virtaaman määrittely	47
12.10	Huuhteluvesikourun mitoitus	47

13	Yhteenveto	48
	Lähteet	49
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelu kysymykset	

1 Johdanto

Uimahallien vedenkäsittelyn suunnittelu on oma erityisalansa, jota ei insinööriopinnoissa käsitellä. Virheellisellä suunnittelulla voidaan kuitenkin aiheuttaa suuria terveydellisiä haittoja uimareille ja uimahallin käyttöhenkilökunnalle. Ei ole olemassa yhtä selkeää kirjallista lähdettä, josta asiaa voisi opiskella, vaan tietoa täytyy hakea monista eri lähteistä. Kirjallista lähdeaineistoa on vaikea löytää ja vaikka sellaista saisikin jostain käsiinsä, jää iso osa tiedosta edelleen hämärän peittoon, koska suuri osa tiedosta on vain uimahallien vedenkäsittelyn parissa työskentelevien suullista ja käytännön tietoa.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on koota kirjallista ja suullista tietoa yksiin kansiin helpottamaan uusien alalle tulevien suunnittelijoiden asian opiskelua. Koska uimahallien vedenkäsittely on niin laaja alue, keskityn tässä työssäni nimenomaan uimahallien vedenkäsittelyn peruskäsittelymenetelmiin liittyviin suodatusjärjestelmiin, niiden esittelyyn, valintaan ja mitoitukseen. Esimerkkikohteena käytän Jyväskylän AaltoAlvari-uimahallia, jonka peruskorjauksen suunnittelutyötä pääsin seuraamaan keväällä 2011.

2 Työn toteutus

Aloitin työn tekemisen etsimällä käsiini kaikenlaista uimahallien vedenkäsittelyyn liittyvää materiaalia ja perehdyin tähän aineistoon. Saatuaani selville, millaista tietoa tästä kirjallisesta materiaalista insinööriyöhöni on saatavilla, aloin laatia haastattelukysymyslistaa epäselvistä asioista (liite 1). Koska uimahallien vedenkäsittelyn suunnittelu oli minulle aivan uutta, kysymyksiä tuli paljon. Kävin haastattelemassa uimahallien vedenkäsittelysuunnittelijaa Timo Hallikaista Hevac-Konsultit Oy:ssä, laitospäälliköksi Jari Itkosta Yrjönkadun uimahallissa Helsingissä ja Suomen Allaslaite Oy:n teknistä johtajaa Ari Airaksista. Lisäksi kävin seuraamassa avohiekkasuodattimen huoltotöitä Keravan uimahallissa. Haastattelujen välissä kirjoitin selvittämiäni asioita ylös, poistin jo selväksi tulleet kysymykset haastattelukysymyslistalta ja lisäsin listalle uusia. Lopuksi kokosin kaikesta materiaalista tämän insinööriyön.

3 Uima-allasvedeen kohdistuvat vaatimukset ja odotukset

3.1 Viranomaisten asettamat vaatimukset

Koska huonolaatuinen uimavesi voi aiheuttaa vakavia terveydellisiä haittoja ihmisille, ovat viranomaiset asettaneet tarkkoja raja-arvoja uimahallien allasvesille. Yleiseen käyttöön tarkoitettu uimahalli täytyy suunnitella ja pitää kunnossa niin, ettei siellä ole-ville aiheudu terveyshaittaa. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 315/2002 määrätään, että kunnan terveydensuojeluviranomaisen on säännöllisin tutkimuksin seurattava allasveden laatua asetuksessa määrättyjen ohjeiden mukaisesti ja lisäksi uimahallin laitoshenkilökunnan on seurattava veden laatua laitospohtaisen valvontatutkimusohjelman mukaisesti. Äärimmäisessä tilanteessa uimahalli voidaan jopa sulkea, mikäli laatuvaatimukset eivät täyty. (1, s. 1–2.) Useimmiten uimahallien kloori- ja pH-arvoja mitataan päivittäin, jotta veden laadusta voidaan varmistua (2).

3.2 Uimahallin käyttäjän ja henkilökunnan odotukset

Uimisen täytyy olla uimarille miellyttävä ja terveellinen kokemus. Veden tulisi olla esteettisesti puhdasta ja kirkasta, eikä siinä saisi olla epämiellyttävää hajua tai makua. Veden välityksellä ei saisi levitä myöskään tarttuvia tauteja. Henkilökunta oleskelee uimahallissa ison osan vuorokaudesta, ja hengitettävän ilman tulisi olla mahdollisimman terveellistä.

4 Vedenkäsittelyn nykytilanne Suomen uimahalleissa

Suomessa on tällä hetkellä n. 240–250 uimahallia tai kylpylää (3). Vanhimmat uimahallit on rakennettu 1940-luvulla ja varsinaisia kylpylöitä alettiin rakentaa 1980-luvulla. Tällä hetkellä saneerauksen kohteina ovat 1970-luvulla rakennetut uimahallit. (4.)

Osassa Suomen uimahalleista on vielä alkuperäinen vedenkäsittelylaitteisto. Uimaveden vedenkäsittelyn mitoitusperusteet ovat aikojen saatossa muuttuneet, uimareiden määrä on mahdollisesti lisääntynyt ja uimahalleihin on tullut uusia toimintoja kuten lämmivesialtaat ja vauvauinti, jotka vaikuttavat vedenkäsittelyn mitoitukseen. Myös vedenkäsittelymenetelmät ovat kehittyneet.

5 Uimaveden epäpuhtaudet

Suurimpia uimaveden likaajia ovat uimarit itse. He tuovat kehossaan altaaseen monenlaisia epäpuhtauksia, kuten hiuksia, ihosolukkoa, virtsaa, hikeä, kosmeettisia aineita, tekstiilikuituja ja bakteereita. Lämmivesialtaissa olevat hierontalaitteet ym. laitteet lisäävät kuormitusta entisestään. Suurin ympäristöstä tuleva epäpuhtaus on pöly, ja ulkoaltaita kuormittavat lisäksi lehdet, siemenet, oksat ja hiekka. (5, s. 20.)

6 Uimahallin vedenkäsittelymenetelmät

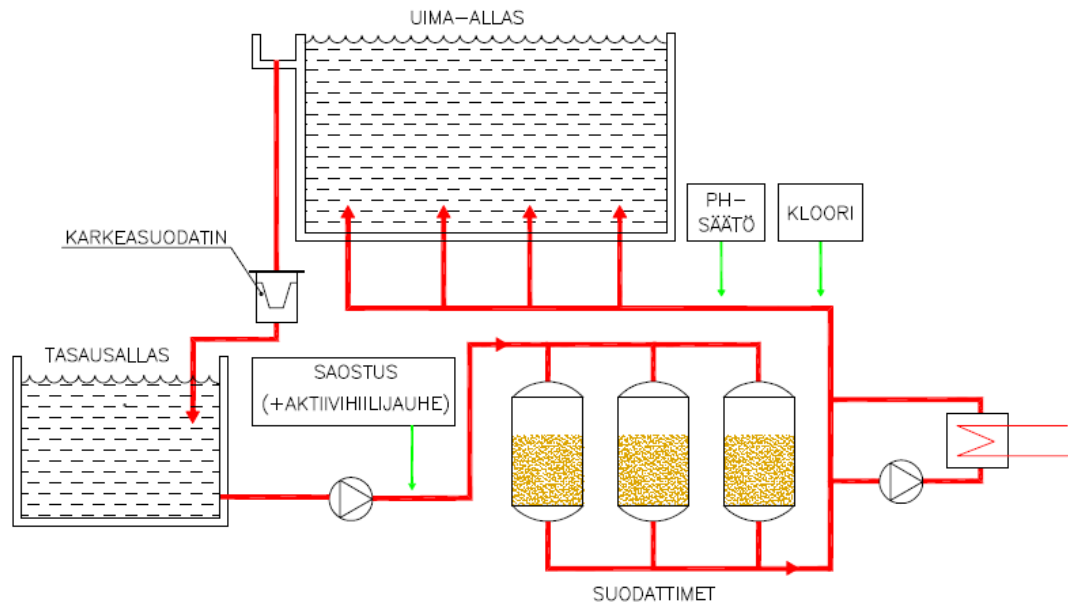
6.1 Vedenkäsittelymenetelmien ryhmittely ja sijainti

Jotta uimavesi pysyisi viranomaisten vaatimassa kunnossa, on vedenkäsittelyn oltava jatkuvaa. Uima-allasvesien vedenkäsittelymenetelmät jaetaan perus- ja lisäkäsittelymenetelmiin.

Peruskäsittelymenetelmien tulisi olla käytössä kaikissa uima-altaiden vedenpuhdistuskierroissa. Kevyesti kuormitetuissa uimahalleissa tämä riittää veden puhdistumiseen. Kun uintikuormitus lisääntyy, täytyy lisäkäsittelyosia lisätä riittävän puhdistustehon aikaansaamiseksi. (6, s. 5–6.)

Peruskäsittelymenetelmiä uimahallissa ovat saostus, karkea- ja hienosuodatus, klooraus, pH-arvon säätö ja aktiivihiilijauheen syöttö sekä uimaveden lämmitys. Kuvassa 1 on

havainnollistettu vedenkäsittelyn peruskäsittelymenetelmien sijoittumista vedenkäsittelyprosessiin. Karkeasuodatin voi sijaita joko ennen tasausallasta, kuten kuvassa, tai tasausaltaan jälkeisessä putkessa ennen pumppua.



Kuva 1. Uima-altaan vedenkäsittelyn perusmenetelmät

Lisäkäsittelymenetelminä uimahallissa voidaan käyttää otsonointia ja siihen liittyvää aktiivihiiლისuodatusta, ioninvaihtoa ja uv-valoa. Näillä menetelmillä voidaan tehostaa veden puhdistumista, jos peruskäsittelymenetelmät eivät ole riittävät.

6.2 Muiden peruskäsittelymenetelmien vaikutukset suodatukseen

6.2.1 Saostus

Saostus kuuluu kiinteästi suodatukseen. Sen onnistuminen vaikuttaa suuresti myös itse suodatuksen onnistumiseen. Saostusaineita on markkinoilla monia erilaisia, mutta aktiivisena aineena niissä on yleensä alumiini. Saostusaine muodostaa orgaanisen aineen kanssa saostumia eli flokkeja, jotka voidaan poistaa suodatuksessa. Ilman saostusta nämä lika-ainekset kulkeutuisivat suodatuksen läpi. Saostuksen avulla saadaan uima-vedestä poistettua myös sellaisia mikro-organismeja, jotka kestävät hyvin myös klooria.

Saostusaine täytyy syöttää keskelle vesivirtaa, ja saostusaineen virtaaminen suodattimelle saa kestää korkeintaan 10 sekuntia. Liian aikaisin syötetty saostusaine alkaa muodostaa saostumia turhan aikaisin, ja nämä saostumat rikkoutuvat putkiston kovassa virtauksessa, jolloin saostus epäonnistuu. Saostuksen syöttöpisteen ja suodattimen välillä ei saa olla myöskään venttiileitä tai muita laitteita, joihin saostusaine alkaisi kerääntyä. Saostusta tulee käyttää päivittäin ainakin aktiivisimman uintijakson aikana. (4.)

6.2.2 Klooraus

Uima-allasvettä täytyy kloorata, jotta veden mikrobiologinen laatu saadaan pidettyä hyvänä koko allaskierron ajan. Klooraus on kuitenkin uimarin ja henkilökunnan kannalta ongelmallista. Kun kloori reagoi allasveden epäpuhtauksien kanssa, muodostuu erilaisia haihtuvia ja epäterveellisiä yhdisteitä. Näille yhdisteille ovat uimarit ja uimahallin henkilökunta alttiina. Haittavaikutusten kannalta tärkeimmät yhdisteet ovat klooriamiinit, trihalometaanit sekä kloorietikkahapot. Osa näistä yhdisteistä aiheuttaa mahdollisesti syöpää, maksavaurioita ja astmaa. Lievempiä haittavaikutuksia ovat hengitystie- ja silmä-ärsytysoireet. (7, s. 11.)

Uimavedessä klooria esiintyy kahdessa eri olomuodossa, sidottuna ja vapaana kloorina. Kun klooria lisätään uimaveteen, se reagoi veden epäpuhtauksien kanssa muodostaen klooriamiineja, jolloin kloori muuttuu sidotuksi klooriksi. Tämän jälkeen siitä ei ole enää apua veden desinfiointissa. (8.)

Vapaa kloori on klooria, joka ei ole vielä reagoinut vedessä olevien orgaanisten tyyppiyhdisteiden kanssa ja muuttunut sidotuksi klooriksi. Vapaa kloori tuhoaa vedestä bakteerit ja virukset, ja sitä on koko ajan oltava riittävästi, jotta se pystyy desinfioimaan uimavettä uima-altaassa. Jos altaassa on liian vähän vapaata klooria, muodostuu altaaseen leväkasvustoja, bakteerimäärät lisääntyvät ja vesi samenee. (8.)

Suodatus on uimahalleissa käynnissä jatkuvasti. Oikein mitoitetulla ja valitulla saostuksella ja suodatuksella voidaan poistaa suuri osa veden epäpuhtauksista ja valtaosa bakteereista. Kalvosuodatuksella saadaan myös suurin osa viruksista pois kierrosta. Mitä paremmin suodatus ja saostus toimivat, sitä vähemmän bakteereja ja viruksia jää kloo-

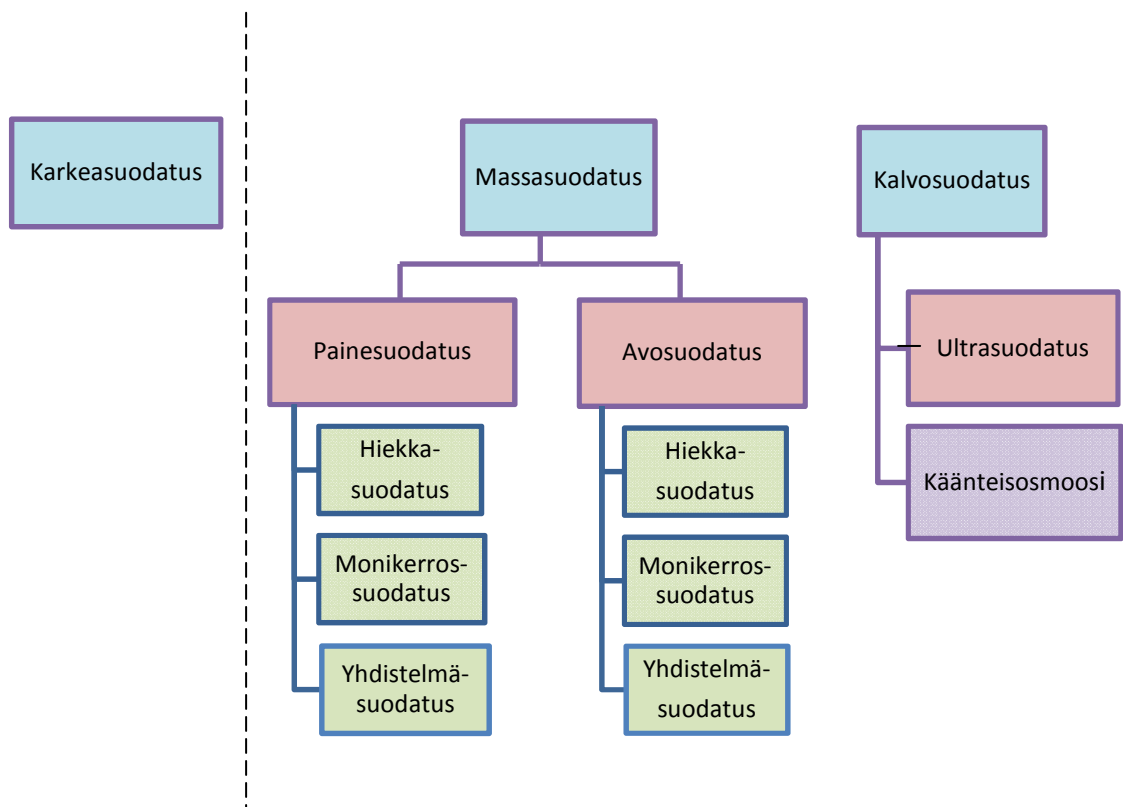
rin hoideltavaksi ja sitä vähemmän klooria tarvitaan. Kloorin käytöstä ei kuitenkaan kokonaan voida luopua, sillä nämä muut menetelmät eivät vaikuta itse uima-altaassa. Uima-allasvedessä on oltava jatkuvasti tarvittava vapaan kloorin pitoisuus, jotta esimerkiksi tarttuvat taudit eivät tartu uima-altaassa uimarista toiseen veden välityksellä. (4.)

6.2.3 Aktiivihiihijauheen syöttö

Aktiivihiihijauheen syötöllä tehostetaan orgaanisen aineen poistumista suodatuksessa. Syötettäessä aktiivihiihi yhdessä saostusaineen kanssa, kiinnittyvät aktiivihiihihiukkaset saostuskemikaalin muodostamiin flokkeihin ja aktiivihiihihiukkaset kiinnittyvät suodattimelle. Suodattimessa aktiivihiihi imee itseensä orgaanisia aineita parantaen suodatustulosta. Huuhtelussa aktiivihiihijauhe huuhtoutuu viemäriin. (7.)

7 Suodatintyypit

Kaikissa uimahalleissa on yleensä karkeasuodatus, jonka avulla puhdistettavasta vedestä erotellaan sellainen karkea aines, joka saattaisi vahingoittaa itse vedenpuhdistusjärjestelmää. Varsinaiset hienosuodattimet voidaan jaotella karkeasti kolmeen eri ryhmään: avosuodattimiin, painesuodattimiin ja kalvosuodattimiin (kuva 2). Avo- ja painesuodattimia toteutetaan hiekka- ja monikerrossuodattimina sekä näiden yhdistelmänä. Kalvosuodattimina käytetään uimahalleissa ultrasuodatusjärjestelmiä sekä käänteisosmoosia. Uimahalliin valitaan jokin tai joitakin näistä hienosuodatusjärjestelmistä tilanteen mukaan. (4.)



Kuva 2. Uimahallissa käytettyjen suodattimien ryhmittely

Viimeisten 20 vuoden aikana on Suomen uimahalleissa käytetty pääasiassa painesuodattimia. Sitä vanhemmissa uimahalleissa käytettiin yleisesti avosuodattimia. Nykypäivänä painesuodatus on avosuodatusta halvempaa toteuttaa varsinkin pienissä ja keskisuurissa uimahalleissa. Suurissa uimahalleissa saattaa avosuodatus osoittautua

painesuodatusta halvemmassi ratkaisuksi. Kalvosuodatus on Suomessa edelleen harvinaisen ratkaisu, ja sitä käytetään tällä hetkellä vain muutamassa suomalaisessa uimahallissa. Luultavasti kalvosuodatuksen käyttö lisääntyy tulevaisuudessa, kun käyttökokemuksia kalvosuodatuksesta Suomessa saadaan ja kalvojen hinnat halpenevat. Muualla maailmassa kalvosuodatusta käytetään huomattavasti enemmän. (4; 10.)

8 Karkeasuodatus

Karkeasuodatuksen tarkoituksena on poistaa puhdistettavasta vedestä kaikki sellainen aines, kuten hiukset, lehdet, altaaseen pudonneet korut, joka saattaisi vahingoittaa muuta suodatusjärjestelmää ja vedenkäsittelyn laitteita esimerkiksi pumppuja.

Karkeasuodattimen suodatinosa on useimmiten valmistettu teräsverkosta tai rei'itetystä levystä. Reikien pinta-ala on yleensä noin 50 % suodattimen kokonaispinta-alasta, ja reikien koko on sisäaltaissa 2–4 mm ja ulkoaltaissa 3–5 mm. Karkeasuodattimen on oltava helposti avattavissa ja se on varustettava ikkunalla. (6, s. 6.) Kuvassa 3 on tyypillinen uimahallin karkeasuodatin.

Suodatin sijoitetaan yleensä tasausaltaan ja pumpun väliin ennen suodattimia tai ennen tasausallasta. Karkeasuodatin voidaan sijoittaa myös osittain tasausaltaaseen. (2.)

Suodatusnopeus karkeasuodattimessa saa olla korkeintaan 0,06 m/s, mutta ulkoaltaissa nopeuden tulee olla pienempi, korkeintaan 0,02 m/s. (6, s. 6.)



Kuva 3. Karkeasuodatin Yrjönkadun uimahallissa Helsingissä

9 Massasuodatus

9.1 Massasuodatuksen fysiikkaa

Massasuodatuksessa puhdistettava vesi johdetaan suodatusmassan läpi, jolloin kiinteät epäpuhtaudet jäävät suodattimeen. Suodatustapahtuma voidaan jakaa kolmeen osaan: Hiukkasten pidättymiseen suodattimelle, hiukkasten kiinnittymiseen suodattimen pinnalle ja kiinnittyneiden hiukkasten irtoamiseen. (11, s. 108.)

9.1.1 Epäpuhtauksien pidättyminen suodattimelle

Epäpuhtaudet, jotka eivät kulkeudu suodattimen läpi, alkavat kerääntyä suodatinmassan pinnalle. Suodatinmassan huokoskokoa suuremmat likahiukkaset siivilöityvät suodattimelle, eli käytännössä ne kiilautuvat suodatinrakeiden väliin.

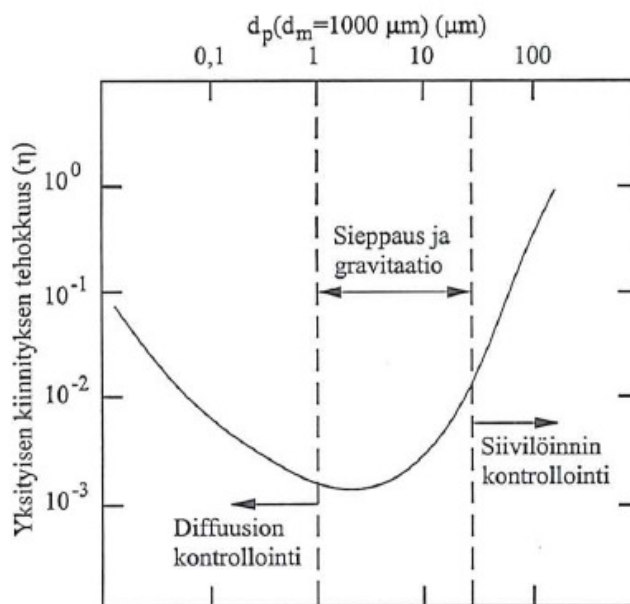
Fysikaalisten ilmiöiden avulla huomattavasti suodattimen huokoskokoa pienemmätkin likahiukkaset voivat kiinnittyä suodattimelle. Tällaisia fysikaalisia ilmiöitä ovat sieppaus, diffuusio, inertia, sedimentaatio ja hydrodynamiikka.

Sieppauksessa likahiukkaset joutuvat virtauksen johdosta lähelle suodatinrakeen pintaa ja kiinnittyvät siihen adheesiovoimien vaikutuksesta. Samanlaiset pintavoimat kiinnittävät likapartikkelin suodatinrakeen pintaan myös diffuusiassa, mutta siinä lämpöliike tuo hiukkasen lähelle suodatinrakeen pintaa. Diffuusio liikuttaa vain kaikkein pienimpiä hiukkasia.

Inertia eli jatkuvuus tarkoittaa kappaleen taipumusta vastustaa liiketilan muutoksia. Inertian vaikutuksesta likahiukkanen törmää suodatusrakeeseen ja kiinnittyy siihen. Jatkuvuuden merkitys likahiukkasten pidättäjänä on kuitenkin vähäinen. Sedimentaatioissa suodatinrakeen pinnalle laskeutuu ja kiinnittyy epäpuhtauksia likahiukkasten siirtymässä virtausviivalta toiselle. Hydrodynamiikka vaikuttaa likapartikkeleiden pidättymiseen silloin, kun laminaarivirtauksen suunta tai nopeus muuttuu ja hiukkanen joutuu siksi suodatusaineuksen pidätyskyvyn piiriin. (11, s. 109–110.)

9.1.2 Epäpuhtauksien kiinnittyminen suodattimelle

Epäpuhtaudet kiinnittyvät suodatusmateriaaliin likahiukkasten ja suodatinmassan välisen koheesivoimien ja adsorbtion ansiosta. Matkalla suodattimelle likapartikkelit törmäävät toisiinsa ja muodostavat toisiinsa tarttuessaan yhä suurempia partikkeleita ja kiinnittyminen paranee entisestään. Saostusaineiden tarkoituksena on parantaa tällaisten suurien partikkeleiden muodostumista. Kuvasta 4 voidaan nähdä, kuinka erikokoisiin likahiukkasiin vaikuttavat erilaiset voimat. Diffuusion merkitys on suuri alle $1\ \mu\text{m}$:n kokoisille hiukkasille, mutta yli $40\ \mu\text{m}$:n kokoiset hiukkaset kiinnittyvät siivilöitymisen ansiosta suodattimelle. (11, s. 110.)



Kuva 4. Kiinnittymisen riippuvuus partikkelin koosta (11, s.110)

9.1.3 Kiinnittyneiden hiukkasten irtoaminen

Kun suodatin vähitellen likaantuu, suodatinaukot pienenevät ja veden virtausnopeus kasvaa. Osa jo kiinnittyneistä likahiukkasista irtoaa ja vajoaa syvemmälle suodattimeen tai menee sen läpi. Kun suodatin tukkeutuu, se ei enää toimi halutulla tavalla ja se on huuhdeltava. (11, s. 110).

9.2 Suodattimen rakenne ja materiaali

9.2.1 Painesuodatus

Painesuodattimet ovat suljettuja säiliöitä, jotka on valmistettu hiiliteräksestä, haponkestävästä teräksestä tai lasikuidusta. Hiiliterästä suojataan usein sisäpuolisella maali-kerroksella, lujitemuovilla tai jollain muulla pinnoitteella. (9, s. 12.)

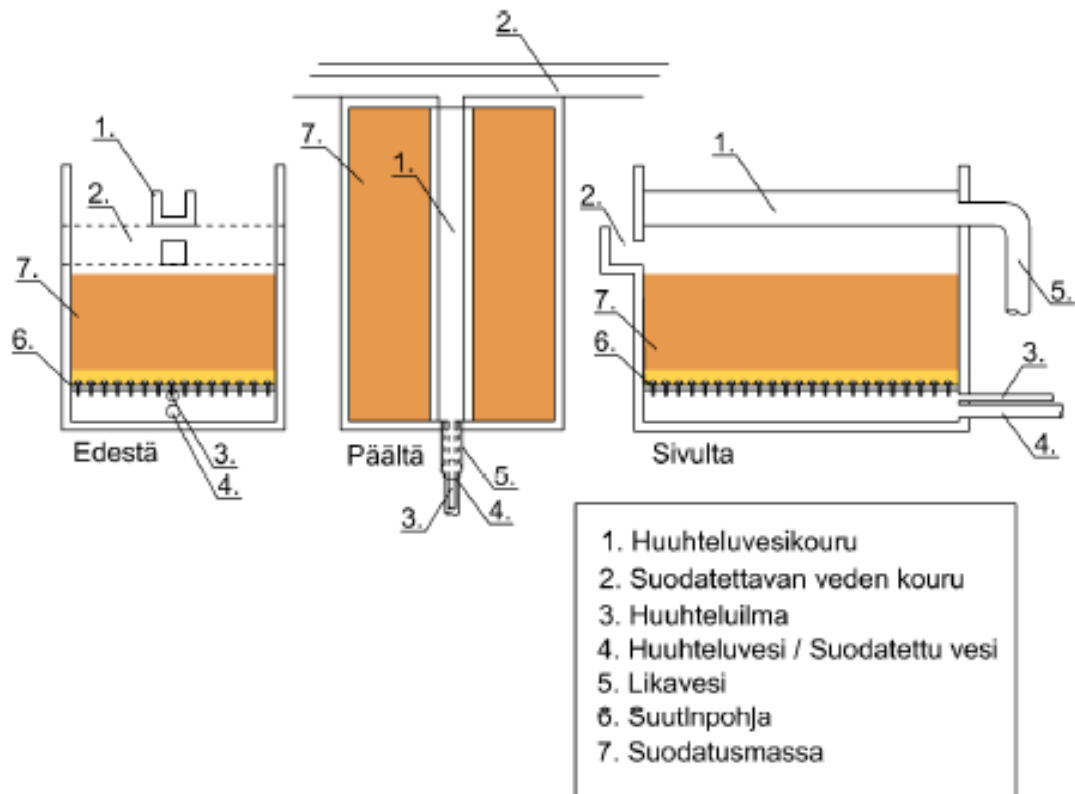
Painesuodattimen pohjassa on suuttimet, joiden kautta huuhteluvesi ja/tai ilma syötetään altaaseen ja joiden kautta puhdistettu vesi johdetaan eteenpäin. Painesuodattimen yläosassa on mallista riippuen yksi tai useampia suppiloita, joiden kautta likainen vesi menee suodatettavaksi suodatusprosessissa ja joiden kautta huuhtelun irrottama lika ja huuhteluvesi menee viemäriin huuhteluprosessissa. Painesuodattimen yläosassa on lisäksi ilmanpoistimet, joista suodattimeen kulkeutunut ilma saadaan poistettua. (10.) Kuvassa 5 nähdään tyypillinen painesuodatin.



Kuva 5. Tyypillinen painesuodatin (10)

9.2.2 Avosuodatus

Avosuodattimet ovat nimensä mukaisesti päältä avoimia suodattimia. Suodatusallas on yleensä valmistettu betonista (9, s. 12). Avosuodattimen pohjassa on suuttimet aivan kuten painesuodattimessakin. Suodattimen yläosassa on kaksi erilaista kourua. Toista kourua pitkin huuhteluvesi johdetaan pois suodattimelta ja toisella kourulla suodatettava uima-allasvesi johdetaan suodattimelle. Kuvassa 6 on kuvattu yksi mahdollinen avosuodattimen rakenne.

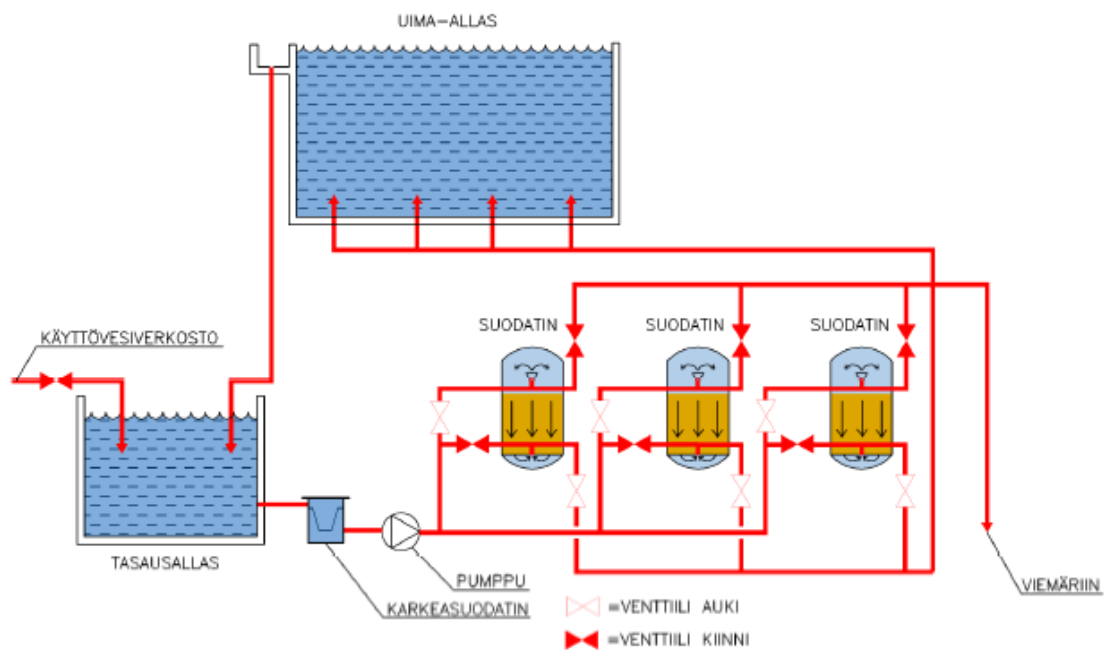


Kuva 6. Erään avosuodattimen rakenne

9.3 Suodatuksen toimintaperiaate

9.3.1 Painesuodatus

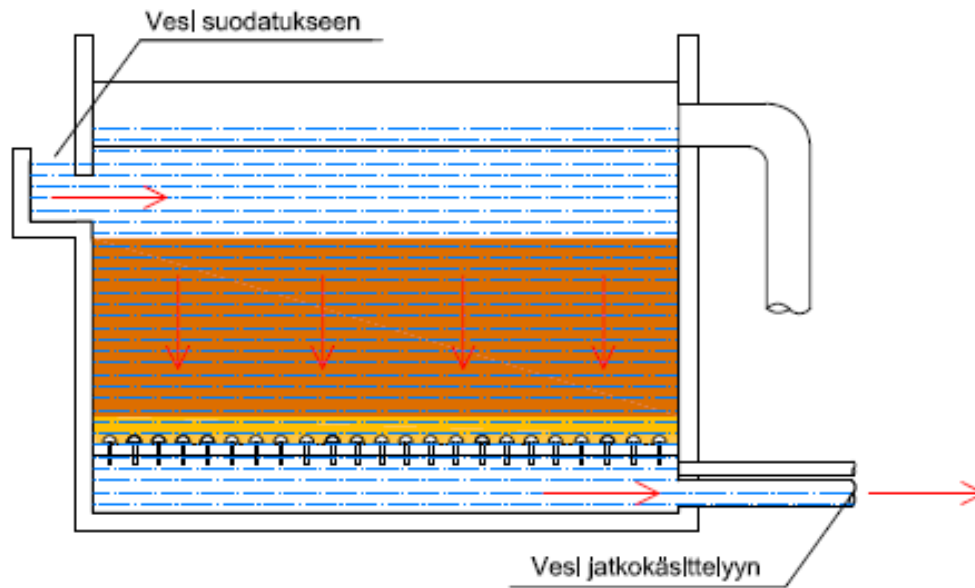
Puhdistettava vesi johdetaan tasausaltaasta suodattimen yläosan kautta suodatusmassan läpi. Vesi kulkee suodattimeen paineella suppilon kautta. Likahiukkaset kiinnittyvät suodatusmateriaaliin ja puhdistunut vesi jatkaa matkaansa jatkokäsittelyyn suodattimen alaosaan kautta. Kuva 7 selvittää painesuodattimen suodatusprosessia.



Kuva 7. Yksinkertaistettu kuva painesuodatusprosessista

9.3.2 Avosuodatus

Avosuodatuksen idea on samanlainen kuin painesuodatuksessa, mutta vesi suodattimeen ei tule suppilon kautta kuten painesuodatuksessa vaan erillisen kourun tai putken kautta. Avosuodattimeen vesi tulee painovoimaisesti. Kuvassa 8 on esitetty tällainen suodatusprosessi.



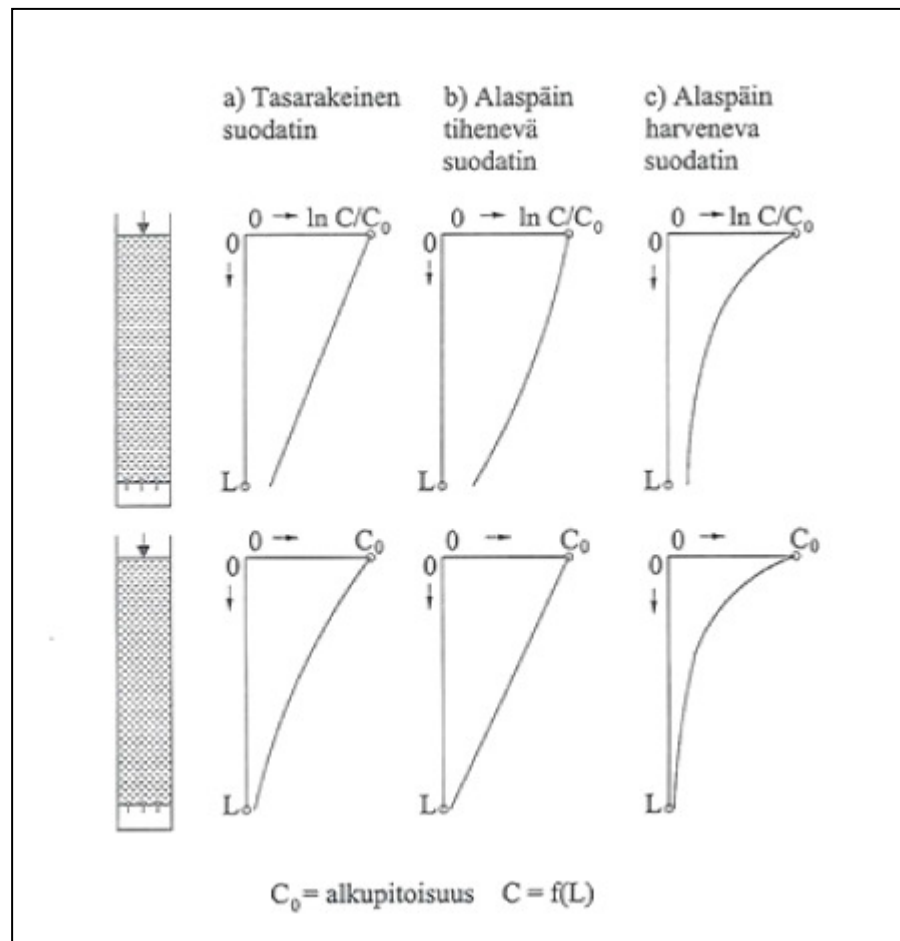
Kuva 8. Yksinkertaistettu kuva avosuodattimen suodatusprosessista

9.4 Suodatusmassat

9.4.1 Suodatusmassan vaikutus suodattimen pidätyskykyyn

Suodattimissa käytetään joko yhtä tasalaatua hiekkalaatua koko suodattimessa (hiekkasuodatin) tai sitten suodatusmassa muodostuu useista erilaisista kerroksista (monikerrossuodatin). Hiekkasuodattimen tasalaatuisessa suodatinmateriaalissa suodattimen puhdistusteho pienenee edettäessä syvemmälle suodattimeen. Monikerrossuodattimessa, jossa raekoko pienenee veden virtaussuunnassa, saadaan suodattimen pidätyskyky tehokkaampaan käyttöön. Jotta monikerrossuodattimen erilaiset kerrokset eivät huuhtelussa sekoittuisi keskenään, on tärkeää, että suodatinaines on sitä raskeampaa mitä raekooltaan pienemmästä aineksestä on kyse. (11, s. 110–111, 399.)

Kuvassa 9 on havainnollistettu erilaisten suodatinmassojen epäpuhtauksien pidätyskykyä massakerroksen eri syvyyksissä. Kuvasta voidaan havaita, että alaspäin tihenevä suodatin suodattaa paremmin suodattimen keskiosissa kuin tasalaatuinen suodatin.



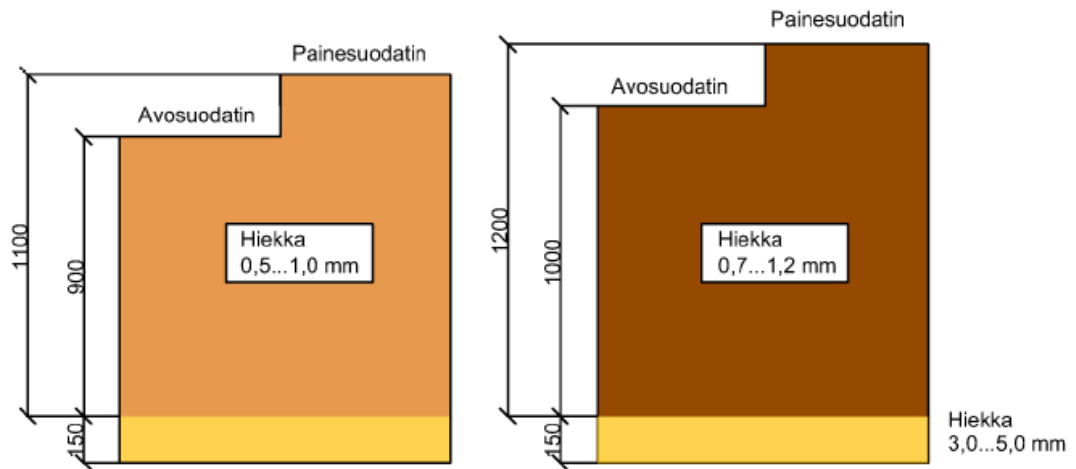
Kuva 9. Suodattimen vaikutus kiintoaineshiukkasten pidättäjänä (11, s. 111)

9.4.2 Hiekkasuodatus

Uimahalleissa, joissa kävijämäärät ovat alle 1 000 henkilöä päivässä, voidaan käyttää tavallista hiekkasuodatinta (4). Hiekkasuodatin on yksinkertainen ja kokonaiskustannuksiltaan edullisin ratkaisu.

Massan tulee olla tasalaatuista, jotta lika-aineet eivät siivilöidy massakerroksen pintaan. Jotta päästäisiin hyvään suodatustulokseen, massa ei saa olla liian karkeaa. Liian hieno aines puolestaan suodattaa kyllä hyvin, mutta huuhteluväli tihenee tarpeettomasti. (5, s. 48.) Kuvassa 10 on näytetty vähimmäiskerroskorkeudet ja hiekan raekoot hiekkasuodatuksessa kahdelle erilaatuiselle hiekalle. Varsinaisten suodatusmassakerrosten

alla on usein 150 mm karkeampaa hiekkaa. Sen tarkoituksena on tasata virtausta ja estää suodatinmateriaalin läpivirtaus (11, s. 396).



Kuva 10. Vähimmäiskerroskorkeudet ja hiekan karkeudet hiekkasuodatuksessa (muokattu (6))

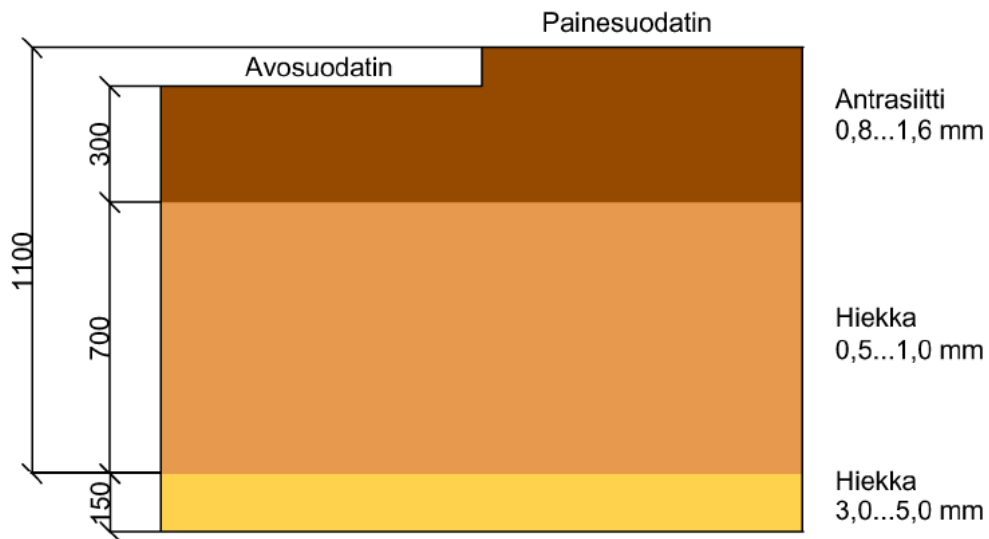
9.4.3 Monikerrossuodatus

Raskaasti kuormitetuissa uimahalleissa, joissa kävijämäärät ovat yli 1 000 henkilöä päivässä, käytetään yleensä monikerrossuodattimia (4).

Monikerrossuodattimessa on kaksi tai useampia erilaatuisia suodatuskerroksia. Suomessa uimahalleissa käytetään yleensä ratkaisua, jossa alla on tasalaatuinen hiekkakerros ja päällä hiilikerros. Tällaisilla suodatuskerroksilla saavutetaan parempi suodoksen laatu kuin pelkällä hiekkasuodattimella, mutta hankintakustannukset monikerrossuodattimella ovat hieman korkeammat kuin hiekkasuodattimella.

Hiilikerroksen huonona puolena on se, että se syö sekä sidottua että vapaata klooria vedestä ja siksi klooria täytyy lisätä joka kierrolla. (4.)

Kuvassa 11 nähdään monikerrossuodattimen vähimmäiskerroskorkeudet ja raekoot Suomessa. Muualla Euroopassa käytetään yleensä paksumpaa hiilikerrosta.

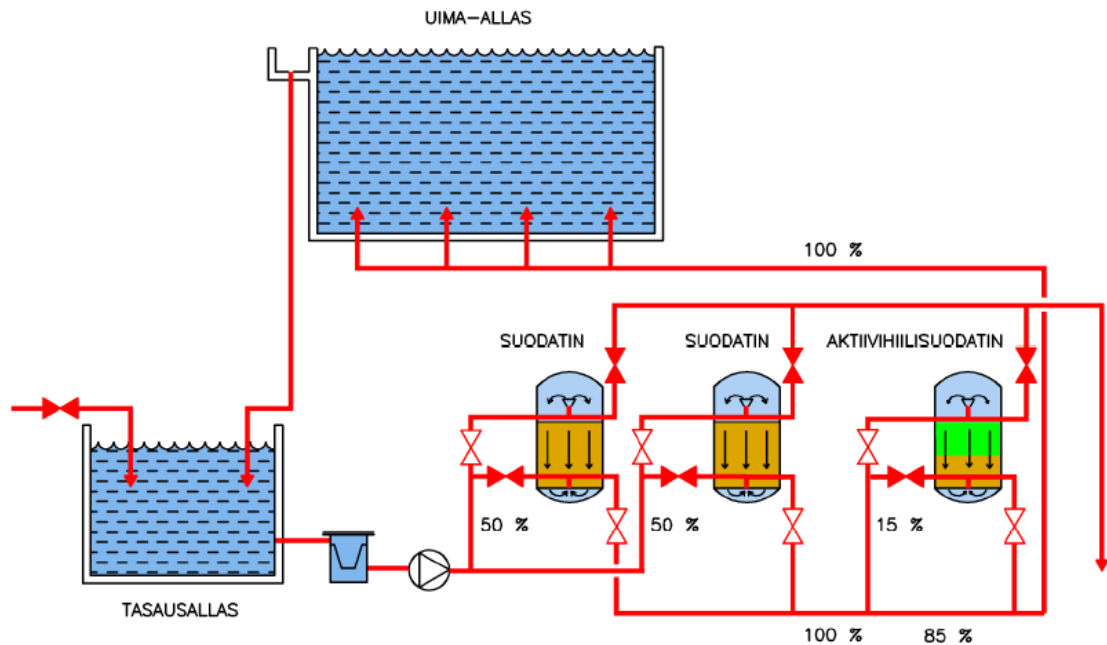


Kuva 11. Ihanteelliset kerroskorkeudet monikerrossuodatuksessa (muokattu (6))

9.4.4 Hiekka- ja monikerrossuodatuksen yhdistelmä

Uimahalleissa, joiden kävijämäärät ovat pieniä, voidaan käyttää myös hiekkasuodatuksen ja monikerrossuodatuksen yhdistelmää. Tällaisessa järjestelmässä vesi johdetaan hiekkasuodatuksen läpi ja vain tarpeellinen määrä vettä ohjataan aktiivihilisuodatuksen kautta. Tällöin monikerrossuodatus ei vie vapaata klooria turhaan pois kierrosta ja klooria säästyy. (4.) Tällaisen aktiivihilisuodattimen pohjalla tulee aina olla vähintään 300 mm suodatinhiekkää, jonka raekoko on 0,5–1 mm (6, s. 9).

Osavirtaamalle tarkoitetun aktiivihilisuodattimen aktiivihilimäärä mitoitetaan vuotuisen kävijämäärän mukaan niin, että keskimääräinen hiilen kulutus vuodessa on 5 g/hlö eli $1 \text{ m}^3/100\,000 \text{ hlöä}$. Osavirtaaman tulee olla vähintään 15 % koko käsittelykierron virtaamasta tai niin suuri, että koko käsittelykierron vesi kulkee kerran kahdessa vuorokaudessa hiilisuodatuksen läpi. (6, s. 9.) Sidotun kloorin määrä mitataan kerran päivässä DPD-tabletilla ja tarvittaessa voidaan osavirtaaman määrää lisätä, jos sidotun kloorin määrä alkaa nousta liikaa (4). Kuvassa 12 on havainnollistettu osittaista aktiivihilikäsittelyä painesuodatuksessa. Vastaavalla tavalla voidaan toimia avosuodatuksessa. Tällöin vain viimeiseen avosuodattimeen tulee aktiivihilikerros.



Kuva 12. Osavirtaaman käsittely aktiivihilisuodattimella painesuodatuksessa

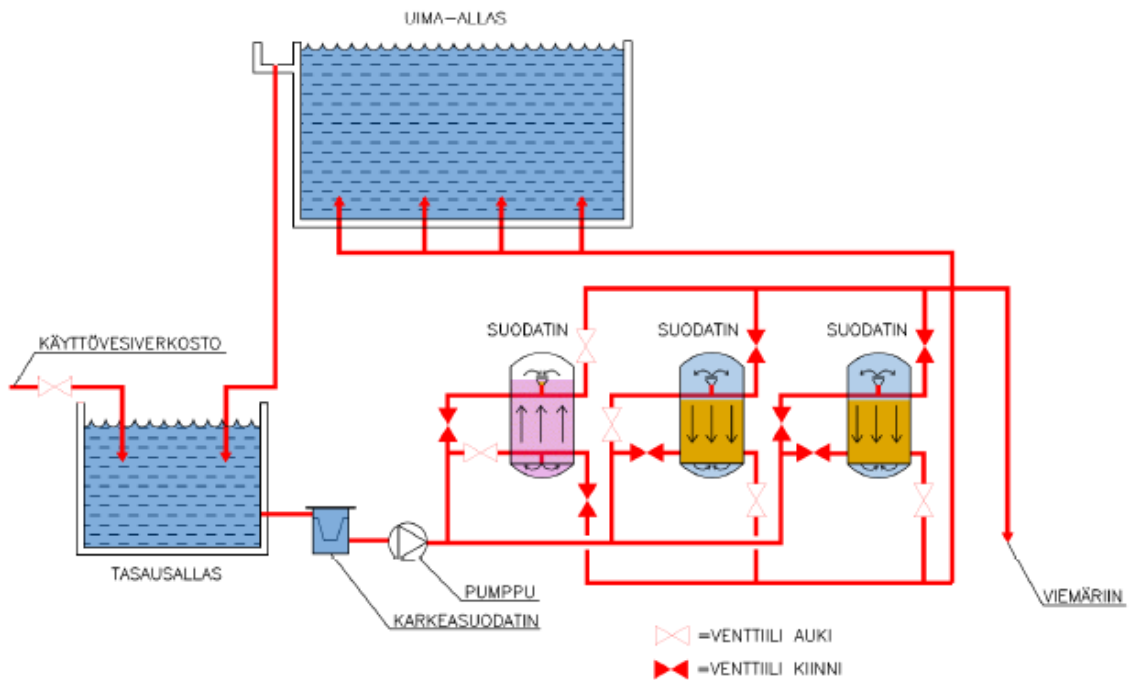
9.5 Suodatinten huuhtelu

9.5.1 Huuhtelun toimintaperiaate

Suodatusmassa likaantuu vähitellen. Uimahallin suodattimet huuhdellaan joko tietyn huuhtelusuunnitelman mukaisesti esimerkiksi kerran viikossa tai kun suodatusvastus nousee tiettyyn raja-arvoon, esimerkiksi 0,3 bar:iin, puhtaaseen suodattimeen verrattuna (4).

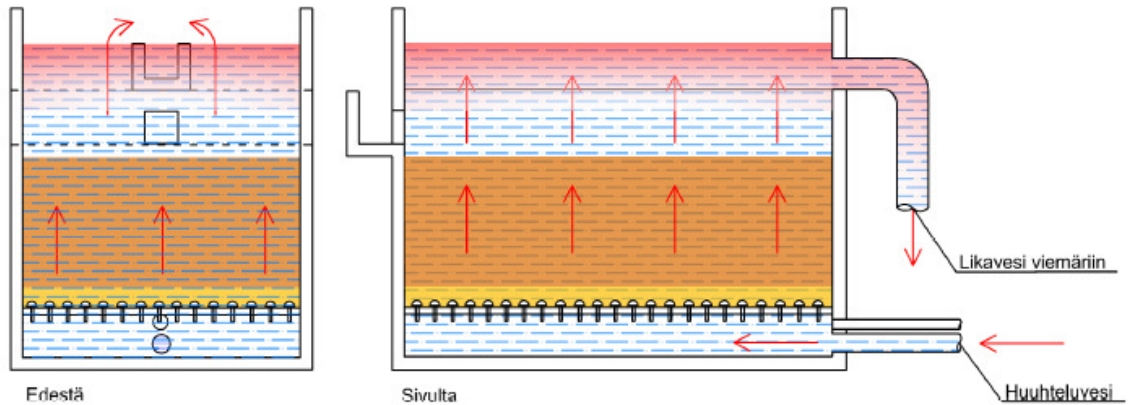
Suodattimia voidaan huuhdella pelkällä vedellä, vuorotellen vedellä ja ilmalla tai yhtä aikaa vedellä ja ilmalla. Joka tapauksessa ensimmäisenä käytetään pelkkää vettä. Tämän ensimmäisen vesihuuhtelun tarkoituksena on poistaa hiekasta jo valmiiksi irrallaan oleva lika-aines. Tämän jälkeen voidaan niin haluttaessa käyttää myös ilmaa. Ilmahuuhtelun tarkoituksena on rikkoa hiekkaan syntyneitä rasva- ja hiekkapaakkuja ja tehdä lika irtonaiseksi, jolloin se kulkeutuu helpommin huuhteluveden mukana viemäriin. Viimeisenä suoritetaan taas pelkkä vesihuuhtelu, jonka tarkoituksena on huuhdella loputkin lika-ainekset suodatusmassasta ja nostaa lika veden mukana säiliön yläosaan, josta se menee painesuodattimessa vesisuppilon kautta viemäriin. (4.) Kuvassa 13

nähdään painesuodattimen huuhteluprosessi. Mikäli huuhtelussa käytetään myös ilmaa, rakennetaan vesiputkien rinnalle oma putkistonsa ilmalle. Ilman työntämiseen suodatusmassan läpi asennetaan ilmaputkistoon kanavapuhallin. Aikaisemmin käytettiin paineilmakompressoreja.



Kuva 13. Yksinkertaistettu kuva painesuodattimen huuhteluprosessista

Avosuodattimessa lika nousee pesiveden mukana poistokouruun, jonka kautta se johdetaan viemäriin (kuva 14). Suodattimia huuhdellaan vuorotellen, jotta viemäri ehtii vetää kaiken huuhtelueden. Tarvittaessa huuhteluedelle käytetään omaa tasausallasta tai kaivoa, josta vesi vähitellen johdetaan viemäriin. Huuhteluprosessi on siis vastakkaisuuntainen suodatusprosessille.



Kuva 14. Yksinkertaistettu kuva avosuodattimen vesihuuhtelusta

9.5.2 Erialaisten suodattimien huuhtelu

Hiekkasuodattimessa huuhtelu on yksinkertaista. Huuhtelu voidaan suorittaa pelkällä vedellä, vedellä ja ilmalla yhtä aikaa tai vedellä ja ilmalla vuorotellen.

Monikerrossuodattimessa ilmahuuhtelun tekeminen on monimutkaisempaa kuin hiekkasuodattimessa, ja yhtäaikaista ilma-vesihuuhtelua ei voida tehdä eri kerrosten sekoitusvaaran takia. Käytettäessä vettä ja ilmaa vuorotellen täytyy myös olla tarkkana. Koska kevyempi hiilikerros on päällimmäisenä, täytyy ennen ilmahuuhtelun aloittamista vedenpinta pudottaa likavesisuppilon tai poistovesikourun alapuolelle, jotta tämä kevyempi kerros ei kulkeutuisi likavesisuppilon kautta viemäriin. Yksikerroksisessa hiekkasuodattimessa ei tällaista vedenpudotusta tarvitse tehdä, vaan ilmahuuhtelu voidaan tehdä heti vesihuuhtelun päätyttyä. Monikerrossuodattimessa täytyy lisäksi pitää 20 minuutin tauko ilmahuuhtelun jälkeen, jotta hiilen huokosiin kertynyt ilma pääsee poistumaan ennen vesihuuhtelua. (4.)

9.5.3 Huuhteluohjelma

Jokaiseen uimahalliin suunnitellaan oma huuhteluohjelmansa. Huuhteluohjelma voi olla esimerkiksi tällainen:

- 2–3 minuuttia vesihuuhtelua
- 10 minuuttia ilmahuuhtelua
- 4–6 minuuttia vesihuuhtelua.

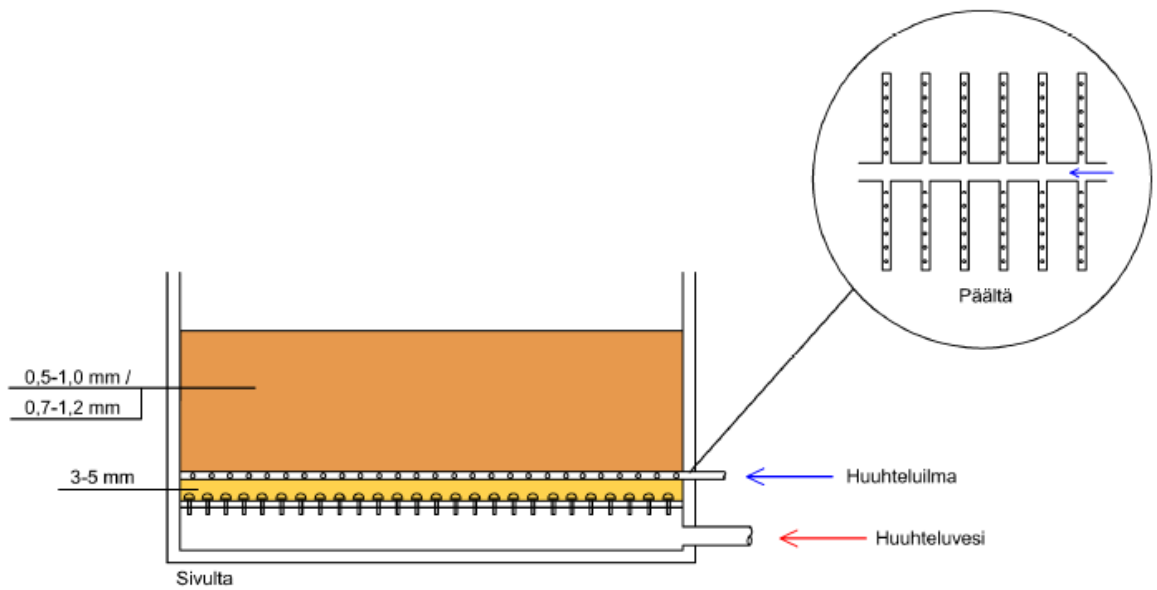
Suodatuksen jälkeen alkaessa voidaan ensimmäinen erä suodatettua vettä ajaa vielä tarvittaessa tyhjennysputken kautta viemäriin, koska vesi on vielä muutaman minuutin ajan sameaa. (10.)

9.6 Suodatinpohjan rakenne

Suodatinpohja on massakerrosten alapuolella oleva levy, johon on kiinnitetty suuttimia. Suuttimien kautta vesi pääsee virtaamaan suodatuksen aikana alaspäin ja huuhtelun aikana ylöspäin.

Ennen suuttimien valintaa on mietittävä, millainen huuhtelujärjestelmä suodattimelle halutaan rakentaa. Mikäli suodattimen huuhtelussa halutaan käyttää vuorotellen ilmaa ja vettä, on suuttimiksi valittava sellaiset suuttimet, jotka soveltuvat molemmille tai on rakennettava molemmille omat erilliset järjestelmänsä.

Mikäli tarkoituksena on käyttää yhtäaikaista vesi- ja ilmahuuhtelua, on suositeltavaa rakentaa vedelle ja ilmalle omat erilliset suuttimensa. Huuhtelu yhtä aikaa erillisten vesisuuttimien ja ilmasuuttimien kautta on tehokkain, mutta myös kallein huuhtelujärjestelmä, ja kalliimman hinnan takia näitä järjestelmiä rakennetaan Suomessa aika vähän. Kuvassa 15 on havainnollistettu tällaista järjestelmää. Mikäli suuttimet asennetaan kuvan mukaisesti, on etuna myös se, että erilaiset hiekkakerrokset eivät sekoitu, koska ilmaa syötetään suodattimeen vasta karkeamman aineksen päältä.



Kuva 15. Erilliset ilma- ja vesihuuhtelujärjestelmät (tiedot Timo Hallikainen (4))

Mikäli yhteen ja samaan suuttimeen halutaan kuitenkin ajaa yhtä aikaa sekä ilmaa että vettä, on varmistuttava siitä, että suutin on laadukas ja sopiva yhtäaikaiseen vesi-ilmahuuhteluun. Huonolaatuisissa suuttimissa on vaarana, että ilmakuplat ja vesi yhdessä ravistavat suuttimen irti suutinpohjasta, jos vettä ja ilmaa ajetaan niihin yhtä aikaa. (4; 10.)

Suuttimia suositellaan käytettäväksi suodatinpohjassa keskimäärin 40–80 kpl/m². Suomalaisissa uimahalleissa suuttimia käytetään yleensä määrää 60 kpl/m². (4.) Kuvassa 16 on Jyväskylän AaltoAlvari-uimahallin uusittava suodatinpohja.



Kuva 16. Purettava suodatinpohja Jyväskylän AaltoAlvari-uimahallissa

Suodatinpohjan sijaan suodattimen pohjassa voidaan käyttää kuvien 5 ja 17 mukaista sihtiputkistoa. Painesuodattimessa sihtiputkistot asennetaan säteittäin ja vesi kulkeutuu putkien yhtymiskohdan kautta suodatukseen jatkokäsittelyyn ja huuhtelussa sihtiputkistoon. (10.)



Kuva 17. Osa sihtiputkistoa

Painehiekkasuodattimissa suutinpohja on valmiina suodattimessa, eikä suunnittelija pääse vaikuttamaan itse suuttimien rakenteeseen. Suunnittelijan tehtävänä on ainoastaan valita laiteoimittajien painesuodatintyypeistä sellainen painesuodatin, jossa on suunnittelijan mielestä hyvät suuttimet.

9.7 Mitoitus

9.7.1 Veden kierrätysvirtaaman määrittely

Puhdistettavan veden määrän arvioimiseksi on olemassa monia tapoja. Parhaimpaan tulokseen päästään, kun näitä menetelmiä käytetään yhdessä ja lopullinen kierrätysvirtaama valitaan tilanteen mukaan.

Tapa 1

LVI-kortissa 22-10386 esitellään menetelmä, jossa pääperiaatteena on, että jokaista uimaria kohti vettä puhdistetaan 2 m^3 .

$$Q = n \times q \times A/a \quad (1)$$

Q on kierrätysvirtaama, m^3/h

n on ominaiskäyntitiheys (allastiloissa yleensä 1 h^{-1})

q on käyntiä kohti puhdistettava vesimäärä, 2 m^3

A on altaan pinta ala

a on henkilöä kohti varattu pinta-ala: $4,5 \text{ m}^2$ pää- ja hyppyaltaat ja $2,7 \text{ m}^2$ matalat ($< 1,35 \text{ m}$) ja lämpimät ($> +30 \text{ °C}$) altaat.

Jos altaiden peruskäsittelyn lisäksi käytetään jotain lisäkäsittelymenetelmää, voidaan kierrätysvirtaamaa pienentää hieman.

Tapa 2

Veden kierrätysvirtaamaa voidaan tarkastella myös veden keskimääräisen viipymän kautta (5, s. 34).

$$Q = V/T_{\text{max}} \quad (2)$$

Q on kierrätysvirtaama, m^3/h

V on altaan vesitilavuus, m^3

T_{max} on veden keskimääräinen viipymä, h

Veden keskimääräinen viipymä altaissa ei saisi ylittää taulukon 1 arvoja.

Taulukko 1. Veden keskimääräisen viipymän enimmäisarvot (muokattu (5))

Alas	T _{max}
Hyppyallas	10
Uintiallas	6
Suuri opetusallas, V>100m ³	2
Lasten allas	0,5
Lämminvesiallas, 30°C < t < 34°C	1
Lämminvesiallas, t > 34°C	0,5

9.7.2 Suodatinten lukumäärän määrittäminen

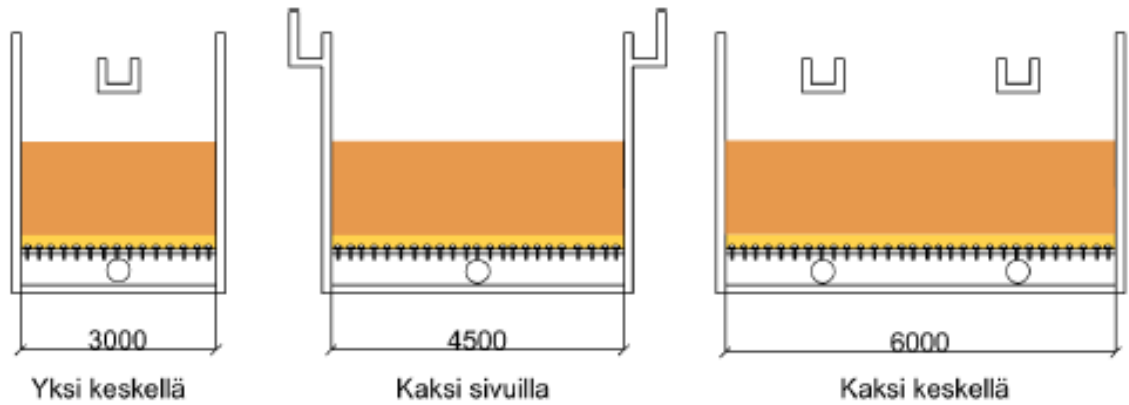
Samanlämpöisten uima-altaiden vesi pyritään käsittelemään omana ryhmänä ja jo pelkästään siksi uimahallissa tarvitaan useampia suodattimia. Kierrätysvirtaama määrittelee tarvittavan suodatuspinta-alan, joka on jaettava järkevästi suodatinten kesken. Yhden suodattimen huuhtelun aikana ei saa tulla liian suurta kuormitusta muille yksiköille. Joskus myös likaisten huuhteluvesien tasausaltaan koko voi olla määräävä mietittäessä sopivaa suodatinten lukumäärää.

9.7.3 Suodatinten koon määrittäminen

Painesuodattimen koon määrittely tapahtuu laitevalmistajan tarjoamien vaihtoehtojen puitteissa. Avosuodattimen koko sen sijaan on täysin suunnittelijan määriteltävissä.

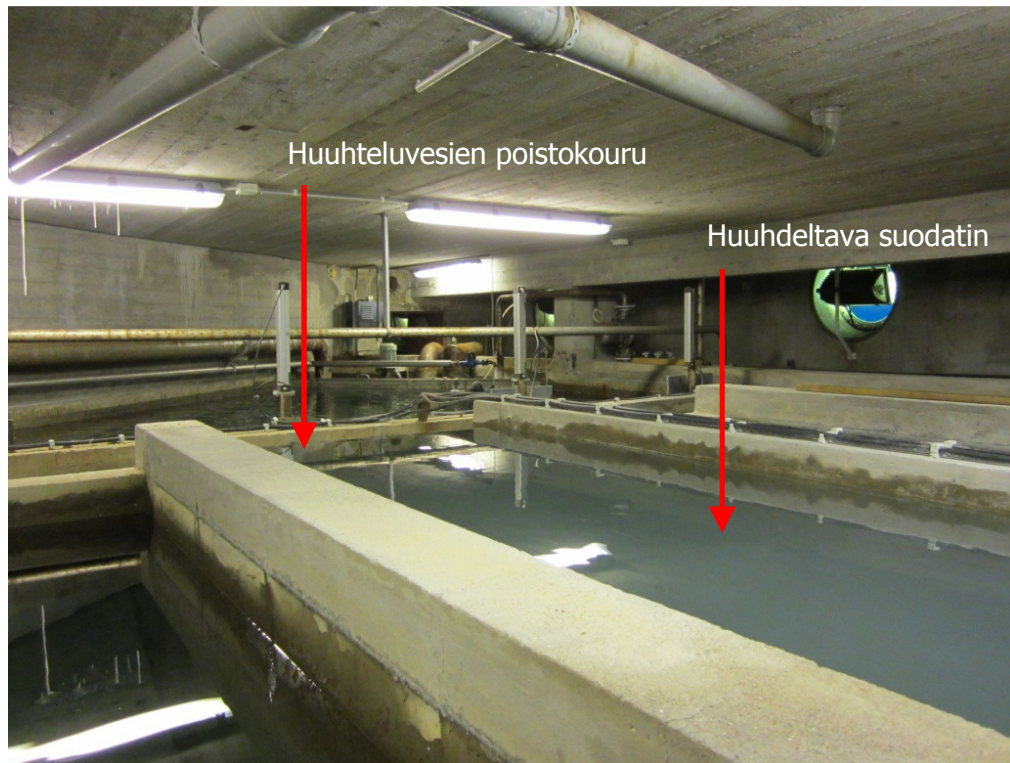
Avosuodattimen leveys

Suodattimen leveys määrittyy yleensä huuhteluolosuhteiden mukaan. Jos huuhteluveden poistokourut sijoitetaan sivuille, on suodattimen suurin mahdollinen leveys 4,5 metriä. Kun suodattimessa on vain yksi pesuveden poistokouru keskellä suodatinta ja yksi ilmanjakoputki suodatinpohjan alla, katsotaan sopivaksi leveydeksi korkeintaan 3 metriä. Mikäli suodattimeen sijoitetaan kaksi huuhteluveden poistokourua niin, että vesi pääsee virtaamaan niihin molemmilta puolilta ja suodattimen alle laitetaan kaksi ilmanjakoputkea, pidetään 6:ta metriä suurimpana mahdollisena leveytenä. (12, s. 3.) Kuvassa 18 on havainnollistettu suodattimien maksimileveyksiä.



Kuva 18. Suodatinten leveydet (muokattu (12))

Keravan uimahallissa suodattimet on asennettu rinnakkain ja kaikkien suodattimien yhteinen huuhteluvesien poistokouru on sijoitettu suodattimien lyhyelle sivulle. Matka suodattimen toisesta päästä huuhteluveden poistokourulle on aivan liian pitkä. Likainen vesi ei kulkeudu omavoimaisesti huuhteluvedenpoistokouruun, vaan se jää pyörimään veden pinnalle. Laitosmies joutuu käsin työntämään vettä muovisella kauhalla eteenpäin, jotta pintavesi saadaan kulkeutumaan kouruun. Kuvassa 19 näkyy huuhteluprosessi Keravan uimahallissa.



Kuva 19. Epäonnistunut huuhteluvesien poistokourun sijoittelu Keravan uimahallissa

Avosuodattimen pituus

Suodattimen pituudelle ei ole rajoittavia tekijöitä paitsi tietenkin käytettävissä oleva tila.

Avosuodattimen syvyys

Suodattimen syvyyteen vaikuttaa suodatuskerroksen paksuus, huuhteluveden poistokourujen sijainti, pesumenetelmä ja suodatinpohjan rakenne.

Huuhtelussa hiekka nousee veden mukana. Tälle paisumiselle on suodattimessa varattava tilaa. Paisumisen määrään vaikuttavat huuhtelunopeus, hiekan ominaispaino, rae koko ja veden lämpötila. Sopivan paisumisvaran määränä pidetään yleensä n. 50 %:a suodatusmassakerroksen korkeudesta. Jos käytetään yhtä aikaa vesi- ja ilmahuuhtelua, täytyy paisumisvaraksi varata 1–1,2 kertaa massakerroksen korkeus. (12, s. 3.)

9.7.4 Suodatusnopeuden määrittely

Sopivat suodatus- ja huuhtelunopeudet on määritelty kokemukseräisesti. Jos avosuodattimeen yritetään ajaa suodatettavaa vettä liian suurella nopeudella, ei vesi ehdi mennä suodattimesta läpi, vaan vedenpinta nousee ja puhdistettava vesi ajautuu likavedenpoistokouruun. Painehiekkasuodattimessa vettä ei yksinkertaisesti voi syöttää liian suurella nopeudella. Mitä hienompaa hiekka on, sitä hiljaisempaa suodatusnopeutta on käytettävä. (4.) Taulukoissa 2 ja 3 nähdään sopivia raekokoja ja suodatusnopeuksia erilaisille suodattimille.

Taulukko 2. Avosuodattimen suodatuksen suositusnopeudet (muokattu (6))

Hiekkasuodatus		
Hiekan raekoko	0,7...1,2 mm	0,5...1,0 mm
Suodatusnopeus	< 11 m/h	< 9 m/h

Kaksikerrossuodatus	
Hiekan raekoko	0,5...1,0 mm
Antrasiitin raekoko	0,8...1,6 mm
Suodatusnopeus	< 13 m/h

Taulukko 3. Painesuodattimen suodatuksen suositusnopeudet (muokattu (6))

Hiekkasuodatus		
Hiekan raekoko	0,7...1,2 mm	0,5...1,0 mm
Suodatusnopeus	< 25 m/h	< 20 m/h

Kaksikerrossuodatus	
Hiekan raekoko	0,5...1,0 mm
Antrasiitin raekoko	0,8...1,6 mm
Suodatusnopeus	< 27 m/h

9.7.5 Huuhtelunopeuden määrittely

Myös sopivat huuhtelunopeudet on määritelty kokemukseräisesti. Mitä hienompaa hiekka on, sitä hiljaisemmalla huuhtelunopeudella hiekka saadaan huuhdeltua puhtaaksi. Karkeampi hiekka tarvitsee puolestaan suuremman huuhtelunopeuden, jotta hiekaan saadaan tarpeeksi nostetta puhdistumista ajatellen. Uusittaessa hiekkoja vanhoihin suodattimiin on oltava tarkkana siinä, että uusi hiekka vastaa alkuperäistä. Jos alkuperäinen hiekka on ollut hienoa hiekkaa ja hiekan uusimisen yhteydessä hiekka vaihdetaan karkeampaan, saattaa käydä niin että hiekka ei vanhalla huuhtelupumpulla enää puhdistukaan ja hiekka jää likaiseksi. (4.) Huuhtelunopeudet ovat kaikilla masasuodatintyypeillä samat, mutta aivan tarkasti oikeaa nopeutta on vaikea etukäteen määrittää ja siksi laitteistossa olisi oltava riittävä säätövara (11, s. 114.) Taulukossa 4 on annettu alustavia huuhtelunopeuksia erilaisille massoille.

Taulukko 4. Suositeltavat huuhtelunopeudet (muokattu (6))

Hiekan raekoko	0,7...1,2 mm	0,5...1,0 mm
Huuhtelunopeus	> 40 m/h	> 35 m/h
Ilmahuuhtelu	> 55 m/h	> 55 m/h
Ilma-vesihuuhtelu (veden nopeus)	< 20 m/h	< 20 m/h

9.7.6 Huuhteluveden poistokourun mitoitus

Painesuodattimen huuhteluvesisuppiloa ei suunnittelijan tarvitse määrittää erikseen, vaan se on valmiina painesuodattimessa. Avosuodattimen huuhteluveden poistokourun mitoitus kuuluu sen sijaan vedenkäsittelyn suunnittelijalle.

Kun suodattimen haluttu huuhtelunopeus on määritelty ja suodattimen pohjan pinta-ala tunnetaan, voidaan näiden avulla määrittää huuhteluveden virtaama kaavan 3 avulla.

$$Q_h = (v_h * A) / 3,6 \quad (3)$$

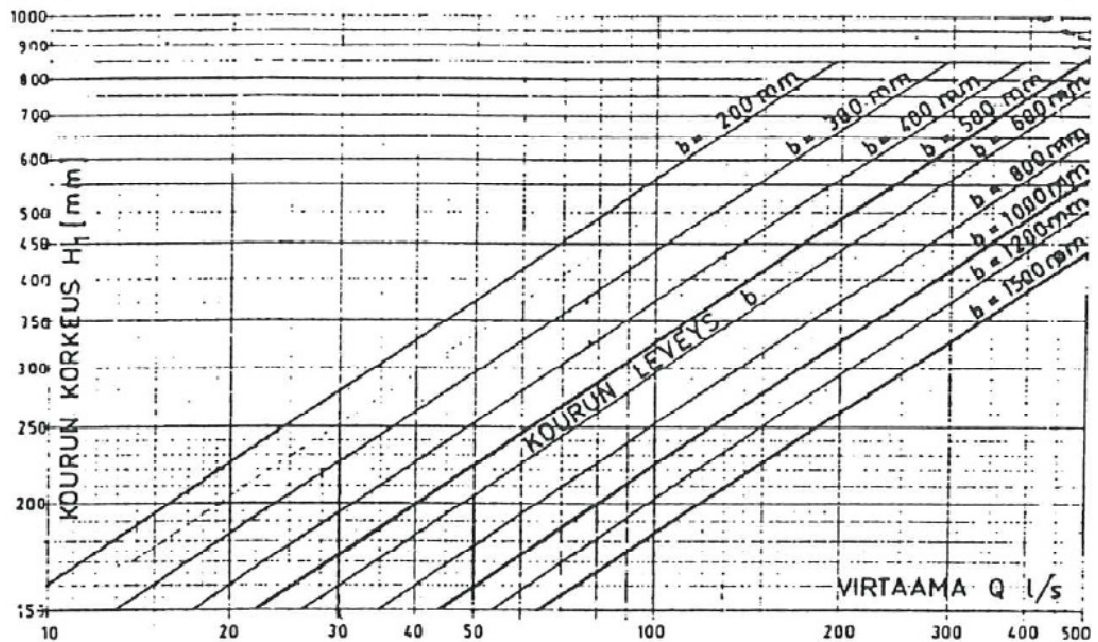
Q_h on huuhteluveden virtaama, l/s

v_h on huuhtelunopeus, m/h

A on suodattimen pohjan pinta-ala, m²

Kuvasta 20 voidaan tämän jälkeen valita sopiva kourun korkeus ja leveys. (12, s. 7.)

Mikäli huuhteluveden poistokourusta lähtevä viemäriputki mitoitetaan umpivirtaukselle, on poistokourusta syytä tehdä hieman taulukkomitoituksesta saatavaa kokoa suurempi.



Kuva 20. Huuhteluveden poistokourun mitoitustaulukko (12, s. 7)

10 Kalvosuodatus

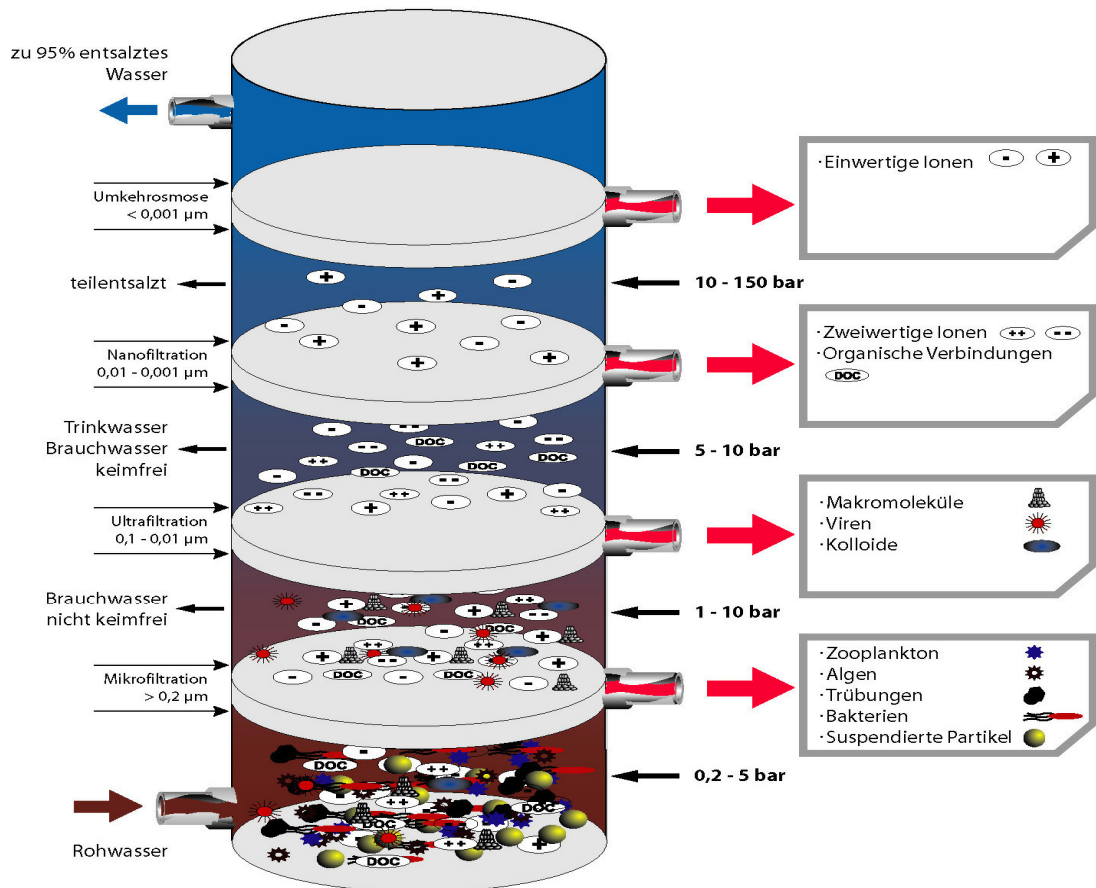
10.1 Kalvosuodatus meillä ja muualla

Kalvosuodattimia on käytetty erilaisissa vedenpuhdistusprosesseissa jo vuosikymmeniä. Uimahallien vedenpuhdistuksessa kalvosuodattimia on muualla Euroopassa käytetty jo kauan, mutta Suomen uimahalleihin kalvosuodattimia on alettu rakentaa vasta viime vuosina. Tällä hetkellä kalvosuodatus ja nimenomaan ultrasuodatus on peruskäsittelymenetelmänä käytössä Suomessa vain kahdessa uimahallissa: Helsingin Jakomäessä ja Saimaan kylpylässä. Muutamassa uimahallissa ja kylpylässä Suomessa on käytössä käänteisosmoosisuodatus huuhteluvesien puhdistamisessa, jolloin huuhteluvedestä saadaan myös suolot pois ja huuhteluvesi voidaan johtaa uudelleen kiertoon. Tällöin säästyy paitsi vettä, myös lämmitysenergiaa, joka kuluisi veden lämmitykseen. (4; 10.)

Yksi syy kalvosuodatuksen suosioon Euroopassa saattaa olla raakaveden ja energian kalliimpi hinta. Kalvosuodatusta käytetään siellä paljon nimenomaan veden ja lämmitysenergian säästämiseen. Tällöin kalliimpi suodatusjärjestelmä maksaa itsensä nopeammin takaisin. (10.)

10.2 Kalvosuodatintyypit

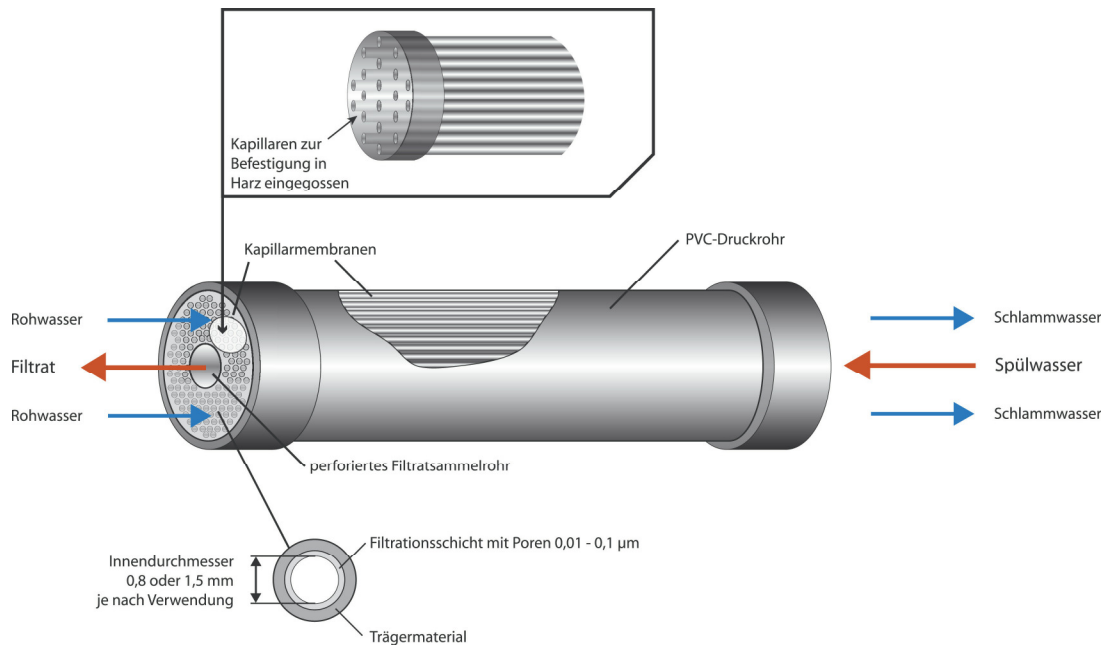
Kalvosuodattimia on monenlaisia. Valittavissa on mikro-, ultra- tai nanosuodatus sekä käänteisosmoosi. Uimahalleissa käytetään varsinaisessa suodatuksessa ultrasuodatusta ja huuhteluvesien puhdistuksessa käänteisosmoosia. Ultrasuodatuksen puhdistusaste on erinomainen, ja siitä pääsevätkin läpi enää jotkut virukset, kolloidit ja mikromolekyylit. Käänteisosmoosisuodatuksen jälkeen vesi on aivan puhdasta, ja myös suolot saadaan vedestä pois. (10; 13.) Kuvasta 21 voidaan nähdä erilaisten kalvosuodattimien suodatusaste.



Kuva 21. Erialaisten kalvosuodattimien suodatusaste (13)

10.3 Kalvosuodatuksen toimintaperiaate

Kalvosuodatus perustuu paineeseen. Vettä puristetaan väkisin puoliläpäisevän kalvon läpi, jolloin kalvo läpäisee veden, mutta ei epäpuhtauksia. Suuri osa lika-aineksista viruksia ja bakteereita myöten tarttuu kalvoihin, ja vain puhdistunut vesi läpäisee kalvon. Myös vapaa kloori läpäisee kalvon, jolloin klooria säästyy, kun sitä ei tarvitse lisätä joka kierrolla kuten monikerrossuodattimissa. Kuvassa 22 on kuvattu veden kulkua suodatuspöntön läpi. Suodatuspöntössä on vierä ohuita mehupillin näköisiä suodatuspuikkoja halkaisijaltaan 0,8–1,5 mm, joihin vesi työnnetään puikkojen molemmista päistä sisään. Vesi läpäisee puikkojen seinämän, ja puhdistunut vesi siirtyy suodatuspöntön keskellä olevaan verkkoseinämäiseen putkeen tai suodatuspöntön reunassa olevaan poistoputkeen ja sitä kautta eteenpäin. (10.)



Kuva 22. Kalvosuodattimen toiminta (13)

10.4 Kalvosuodatusjärjestelmän rakenne ja materiaali

Kalvosuodatusjärjestelmän rakenne on aina kolmiteinen ja järjestelmän koon mukaan järjestelmään valitaan tarvittava määrä suodatuspönttöjä. Pönttöjen lukumäärä on siis aina kolmen kerrannainen. Suodatuspöntöt ovat täynnä suodatuspuikkoja, jotka on liimattu hartsilla yhteen, jolloin kaikkiin suodatuspuikkoihin voidaan tuoda yhtä aikaa vettä ja huuhtelussa vesi pääsee kaikista puikoista yhtä aikaa ulos (kuva 23). Kalvosuodatinten käyttöikä on korkea. Kalvot kestävät normaalikäytössä vähintään 20–30 vuotta. (10.)



Kuva 23. Suodatuspönttö, jonka sisällä on suodatuspuikkoja

10.5 Veden esisuodatus

Koska suodatuspuikkojen huokokset ovat todella pieniä (0,01–0,1 μm ultrasuodatuksessa ja 0,001 μm käänteisosmoosissa), täytyy vesi esisuodattaa hyvin ennen suodatuspönttöihin ajamista, jotta suodattimet eivät menisi heti tukkoon karkeammista partikkeleista. Esisuodatuksesi kävisi periaatteessa hyvä hiekkasuodatinkin, mutta käytännössä yksinkertaisinta on käyttää kalvosuodatuksen pariksi suunniteltuja kiekkoesisuodattimia. Tällaiset esisuodattimet on kuvassa 24 ultrasuodattimien rinnalla. Ennen käänteisosmoosisuodattimia on käytettävä hiilisuodatinta kloorin poistamiseksi vedestä. Käänteisosmoosisuodattimen orgaaniset kalvot eivät nimittäin kestä lainkaan klooria. Ultrasuodattimien kalvot ovat epäorgaanisia, eikä tällaista ongelmaa ole. (10.)

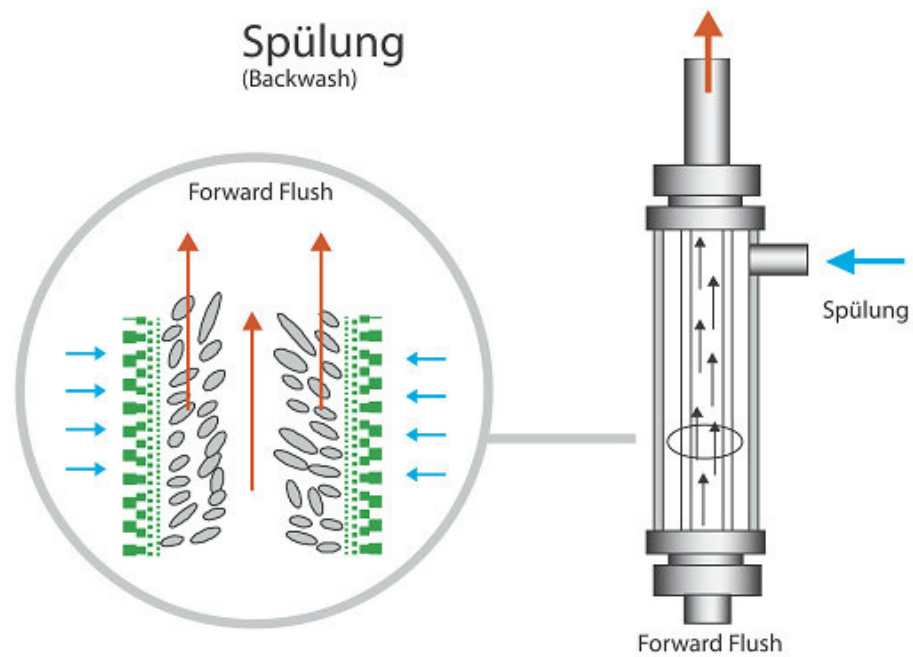


Kuva 24. Valkoiset suodatuspöntöt 9 x 3 kpl ja mustat esisuodattimet Saimaan kylpylässä (10)

10.6 Kalvosuodatinten huuhtelu

Kun suodatinta aletaan huuhdella, pysähtyy allaskierto hetkeksi eli n. 10–20 sekunniksi. Kahden tien suodatuspöntöt jatkavat suodatusta ja tekevät puhdasta vettä kolmannen tien huuhtelua varten. Huuhdeltavien suodatuspönttöjen toiset päät avataan niin, että huuhteluvesi pääsee virtaamaan suodatuspuikkojen läpi. Näin pyritään saamaan irti kalvoihin takertuneet epäpuhtaudet. Suodatuspuikkoja huuhdellaan useita kertoja välillä veden virtaussuuntaa vaihtaen. Lopuksi huuhtelu suoritetaan vielä niin, että vettä painetaan vastavirtaan kalvojen läpi, jolloin loputkin epäpuhtaudet irtoavat. (10.) Kuvassa 25 on havainnollistettu kalvosuodattimen huuhtelua.

Määräajoin laitteisto suorittaa vielä kemiallisen käsittelyn suodattimille välillä kloorilla ja välillä hapolla. Tällöin kolmiteisen kalvosuodatinjärjestelmän kaksi tietä jatkaa suodatusta, ja yksi tie käy läpi kemiallisen käsittelyn, joka kestää n. 20 minuuttia. Kemiallisen käsittelyn jälkeen kemikaalit huuhdellaan viemäriin. (10.)



Kuva 25. Kalvosuodattimen huuhteluprosessi (13)

Silloin tällöin vuosihuollon yhteydessä kalvoille voidaan tehdä rankempi käsittely. Rankemmassa käsittelyssä kalvoille ajetaan vahva kemikaaliseos, jonka annetaan vaikuttaa useita tunteja. Käsittelyn jälkeen suodatin huuhdellaan vedellä. (10.)

10.7 Huuhteluvesien uudelleen käyttö

Suodattimien huuhtelussa menee lämmintä vettä suoraan viemäriin. Tällöin kulutetaan paitsi suuria määriä vettä, myös paljon lämmitysenergiaa. Käänteisosmoosisuodatuksella huuhteluvedestä saadaan poistettua myös suolat, jolloin osa huuhteluvedestä voidaan johtaa takaisin tasausaltaaseen ja siitä uudelleen kiertoon. Vaikka näin puhdistettu vesi on jopa käyttövesiverkostosta saatavaa vettä puhtaampaa, ei kaikkea käänteisosmoosilla puhdistettua huuhteluvettä saa viranomais määräysten mukaan ottaa uudelleen käyttöön, vaan osa vedestä on edelleen korvattava käyttövesiverkostosta otettavalla vedellä. Nykyisten viranomaisohjeiden mukaan uutta vettä on vaihdettava 30 litraa jokaista uimaria kohden, ja tästä vedestä puolet saa olla käänteisosmoosilaitteilla puhdistettua. (10.)

10.8 Kalvosuodattimien mitoitus

Kalvosuodattimien mitoitus tapahtuu täysin laitetoimittajan omien mitoitusohjeiden pohjalta. Vedenkäsittelyn suunnittelija ilmoittaa kierrätysvirtaaman, jota käytettäisiin paine- tai avosuodattimen mitoituksessa (luku 9.7.1 Veden kierrätysvirtaaman määrittely) ja kalvosuodatinlaitteiston toimittaja mitoittaa tämän perusteella sopivan laitteiston. Käytännössä ultrasuodatuksessa hyväksytään noin puolet pienempi kierrätysvirtaama kuin massasuodatuksessa, koska ultrasuodatus on massasuodatusmenetelmiä tehokkaampi.

11 Suodatustyyppin valintaan vaikuttavat asiat

Suodatustyyppin valintaan vaikuttavat usein hankintakustannukset, käyttökustannukset, tila, uima-altaan kuormitus ja suunnittelijan omat mieltymykset. Jos kohteena on saaneerattava uimahalli, jossa on ennestään avosuodatus, se kannattaa säilyttää. Oikein mitoitettu avosuodatus on aina parempi suodatustulokseltaan kuin painesuodatus (4). Eri suodatustyyppien vertailu on vaikeaa, ja asiaa on puntaroitava tapauskohtaisesti. Jotain saadaksesen on jostain tingittävä.

Hankintakustannukset

Kalvosuodatus on hankintakustannuksiltaan suodatustyypeistä kallein.

Painesuodatus on pienissä ja keskisuurissa uimahalleissa edullisin vaihtoehto, mutta suurissa uimahalleissa saattaa avohiekkasuodatus osoittautua painesuodatusta edullisemmaksi ratkaisuksi. Toisaalta kalvosuodatus vie huomattavasti vähemmän tilaa kuin paine- ja avosuodatus ja painesuodatus puolestaan vie vähemmän tilaa kuin avosuodatus. Koska huuhteluveden tarve on kalvosuodatuksessa pienempi, tarvitaan myös pienempiä huuhteluveden tasausaltaita ja viemäreitä. Kun näille menetetyille lattianeliöille lasketaan hinta, tulee hankintakustannusten vertailu entistä vaikeammaksi. (10.)

Käyttökustannukset

Kalvosuodattimen huuhtelu vie murto-osan siitä vesimäärästä, joka kuluu avosuodattimen huuhteluun. Tällöin säästyy sekä vettä että lämmitysenergiaa. Kalvosuodatuksessa pärjätään pienellä kloorinkulutuksella, mutta toisaalta kalvojen huuhteluun tarvitaan kemikaaleja, joita ei massasuodatuksessa käytetä. Massasuodattimen hiekkakerrokset on vaihdettava yleensä 5–10 vuoden välein ja hiilikerros useamminkin, kun taas kalvojen käyttöikä on vähintään 20–30 vuotta. Painesuodatuksen ja kalvosuodatuksen pyörittäminen vie aina enemmän energiaa kuin painovoimaisesti toimiva avosuodatus. (10.)

Kalvosuodatus on aina automatisoitu kun taas paine- ja avosuodattimet voidaan automatisoida halutussa laajuudessa. Mitä automatisoidumpi laitos on, sitä vähemmän ihmistöitä laitoksen käyttämiseen tarvitaan, ja se tietenkin tuo säästöä palkkakustannuksiin, vaikka hankintakustannukset automatisoidussa laitoksessa ovat korkeammat. (10.)

Tilantarve

Jos tilaa on käytettävissä vähän, on kalvosuodatus hyvä ja usein ainut vaihtoehto. Suomessa toteutettujen ultrakalvosuodatusjärjestelmien valintaperusteena on juuri ollut tilan puute. Molemmissa uimahalleissa on vedenkäsittelyn tiloista tingitty, jolloin ainoaksi järkeväksi vaihtoehdoksi on jäänyt kalvosuodatus. (10; 4.)

Ultrasuodatuksessa suositeltu minimihuonekorkeus on noin 2 metriä, kun paine- ja avohiekkasuodatuksessa vastaava huonekorkeus on yli 3 metriä. Lattiapinta-alaa kalvosuodattimet vievät paljon vähemmän kuin painehiekkasuodatus. Avohiekkasuodatus puolestaan vie noin kaksi kertaa enemmän lattiapinta-alaa kuin vastaavat painehiekkasuodattimet. (10.)

12 Laskuesimerkkejä Jyväskylän AaltoAlvari-uimahallista

12.1 Uimahallin perustiedot

Rakennushanke käsitti

Allas 1: Kuntouintiallas (50 m) $A = 1\,050\text{ m}^2$, $V = 2\,100\text{ m}^3$

Allas 2: Kuntouintiallas (25 m) $A = 250\text{ m}^2$, $V = 675\text{ m}^3$

kuormitetuimman kuukauden keskimääräinen kävijämäärä päivässä, $hlö/d = 1\,200$

suodatusaltaiden lukumäärä = 5 kpl

suodatusaltaan pinta-ala = 12 m^2

suodatusaltaan korkeus = 2,8 m

12.2 Suodatusjärjestelmän valinta

Koska Jyväskylän AaltoAlvari-uimahallissa on jo ennestään avosuodattimet, eikä niiden käytölle ole jatkossakaan estettä, päädytään avosuodattimien säilyttämiseen.

Kävijämäärän ollessa yli 1 000/hlö/d valitaan monikerrossuodattimet, jotta puhdistus-teho olisi riittävä. Koska molemmat uima-altaat ovat kuntouintialtaita, ovat niiden vedet samanlämpöisiä, ja niiden vedet voidaan yhdistää samaan kiertoon.

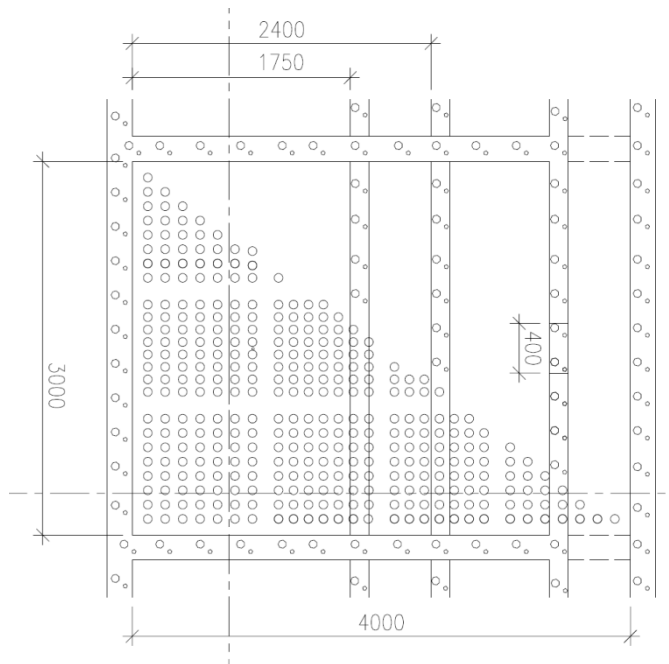
12.3 Suuttimien valinta

Jotta myös huuhteluteho olisi paras mahdollinen, halutaan huuhtelussa käyttää myös ilmaa. Koska kyseessä on monikerrossuodatus, ei vettä ja ilmaa voida ajaa yhtä aikaa huuhtelutilanteessa vaan toiminnot on suoritettava peräkkäisinä. Suodattimeen voidaan rakentaa erilliset suutinjärjestelmät vedelle ja ilmalle tai valita sellaiset suuttimet, joista voidaan ajaa vuorotellen ilmaa ja vettä. Päädytään jälkimmäiseen edullisemmän hinnan takia.

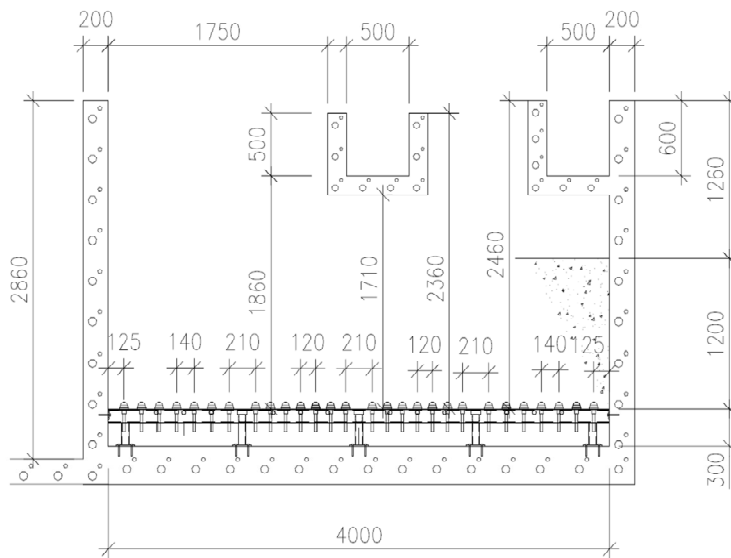
12.4 Suuttimien asennuspiirustus

Suuttimien asennuksesta laaditaan asennuskuvat, joissa suuttimia käytetään noin 60 kpl/m^2 . AaltoAlvarin yhden suodattimen koko on 12 m^2 , ja suuttimia asennetaan

672 kappaletta eli 56 kpl/m². Kuvassa 26 nähdään, miten suuttimet sijoittuvat AaltoAlvarin suodattimeen.



Päältä



Sivulta

Kuva 26. AaltoAlvarin suutinpohjan asennuskuv

12.5 Suodatusmassojen valinta

Koska suodatusaltaat ovat jo olemassa, valitaan suodatuskerrokset niin, että paisuntavaraksi jää n. 50 % massakerroksen korkeudesta ja tarkistetaan, riittääkö suodatusalaiden korkeus. Altaan korkeus suutinpohjasta likavesikourun yläreunaan on 2 360 mm.

Laskenta:

Paisuntavara: $2\,360\text{ mm}/3 = 787\text{ mm}$

Massakerroksen korkeus: $2 \times 787\text{ mm} = 1\,573\text{ mm}$

Valitaan massakerrokset luvun 9.4.3 Monikerrossuodatus mukaan. Kantokerrokseen valitaan noin 200 mm karkeampaa (3–5 mm) kvartsihiekkää. Varsinaiseen suodatukseen valitaan 1 000 mm kvartsihiekkää raekooltaan 0,5–1,0 mm ja päälle suodatinant-rasiittia noin 300 mm raekooltaan 0,8–1,6 mm. Massan kokonaiskorkeudeksi tulee 1 500 mm ja paisuntavaraksi jää 860 mm.

12.6 Veden kierrätysvirtaaman määrittely

Tapa 1

$$Q = n \times q \times A/a$$

Q on kierrätysvirtaama, m³/h

n on ominaiskäyntitiheys (allastiloissa yleensä 1 h⁻¹)

q on käyntiä kohti puhdistettava vesimäärä, 2 m³

A on altaan pinta ala

a on henkilöä kohti varattu pinta-ala: 4,5 m² pää- ja hyppyaltaat ja 2,7 m² matalat (< 1,35 m) ja lämpimät (> +30 °C) altaat.

Allas 1

$$Q = 1\text{ h}^{-1} \times 2\text{ m}^3 \times 1\,050\text{ m}^2 / 4,5\text{ m}^2$$

$$Q = 466\text{ m}^3/\text{h}$$

Allas 2

$$Q = 1 \text{ h}^{-1} \times 2 \text{ m}^3 \times 250 \text{ m}^2 / 4,5 \text{ m}^2$$

$$Q = 111 \text{ m}^3/\text{h}$$

Altaat yhteensä

$$466 \text{ m}^3/\text{h} + 111 \text{ m}^3/\text{h} = 577 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tapa 2

$$Q = V/T_{\max}$$

Q on kierrätysvirtaama, m^3/h

V on altaan vesitilavuus, m^3

T_{\max} on veden keskimääräinen viipymä, h

Allas 1

$$Q = 2 \text{ } 100 \text{ m}^3/6\text{h}$$

$$Q = 350 \text{ m}^3/\text{h}$$

Allas 2

$$Q = 675 \text{ m}^3/6\text{h}$$

$$Q = 113 \text{ m}^3/\text{h}$$

Altaat yhteensä

$$350 \text{ m}^3/\text{h} + 113 \text{ m}^3/\text{h} = 463 \text{ m}^3/\text{h}$$

Valitaan kierrätysvirtaamaksi $500 \text{ m}^3/\text{h} = 139 \text{ l/s}$.

12.7 Suodatusnopeuden määrittely

Koska kyseessä on saneeraus ja suodatusaltaat ovat jo olemassa, voidaan näiden altaiden koon perusteella määritellä tarvittava suodatusnopeus.

$$S = Q/A_s$$

A_s on suodatusaltaan pohjan pinta-ala, m^2

Q on kierrätysvirtaama, m^3/h

S on suodatusnopeus, m/h

$$S = 500 \text{ m}^3/h / (5 \cdot 12 \text{ m}^2) = 8,33 \text{ m/h}$$

Tarkistetaan taulukosta 2 kohdassa 9.6.4, että saatu arvo asettuu sallittuihin rajoihin. Koska kaksikerrossuodattimelle sopiva suodatusnopeus on $< 13 \text{ m/s}$, on saatu arvo sopiva.

12.8 Vesihuuhtelun nopeuden ja virtaaman määrittely

Vesihuuhtelun nopeuden tulisi taulukon 4 mukaan olla $> 35 \text{ m/h}$. Valitaan huuhtelunopeudeksi 40 m/h . Tästä voidaan laskea tarvittava huuhteluvirtaama. Koska suodattimia huuhdellaan yksi kerrallaan, käytetään laskennassa yhden suodattimen pinta-alaa.

$$Q_v = A_s v_v$$

A_s on suodatusaltaan pohjan pinta-ala, m^2

v_v on vesihuuhtelunopeus, m/h

Q_v on vesihuuhteluvirtaama m^3/h

$$Q_v = (12 \text{ m}^2 \cdot 40 \text{ m/h}) = 480 \text{ m}^3/h$$

12.9 Ilmahuuhtelun nopeuden ja virtaaman määrittely

Ilmahuuhtelun nopeuden tulisi taulukon 4 mukaan olla > 55 m/h. Valitaan huuhtelunopeudeksi 55 m/h. Lasketaan ilmahuuhtelun virtaama.

A_s on suodatusaltaan pohjan pinta-ala, m^2

v_i on ilmahuuhtelunopeus, m/h

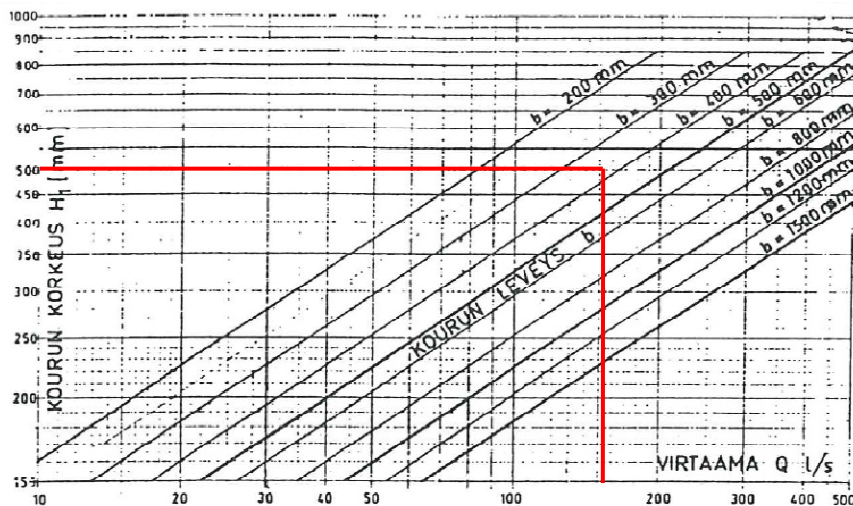
Q_i on ilmahuuhteluvirtaama m^3/h

$$Q_i = (A_s * v_v) = (12 \text{ m}^2 * 55 \text{ m/h}) = 660 \text{ m}^3/h$$

12.10 Huuhteluvesikourun mitoitus

Koska yhden suodattimen leveys on 4 m, olisi suositeltavaa asentaa kaksi huuhteluveden poistokourua suodattimen reunoille. Asennusteknisistä syistä joudutaan kuitenkin tyytymään yhteen suodattimen keskellä olevaan kouruun. Luvussa 12.8 Vesihuuhtelun nopeuden ja virtaaman määrittely määriteltiin vesihuuhteluvirtaamaksi $480 \text{ m}^3/h$ eli 133 l/s .

Katsotaan kuvasta 27 sopiva huuhteluvesikourun korkeus ja leveys. Saadaan huuhteluvetikourun korkeudeksi 500 mm ja leveydeksi 400 mm.



Kuva 27. AaltoAlvarin huuhteluvesikourun mitoitus (pohjana kuva 20 luvussa 9.7.6)

13 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli koota kirjallista ja suullista tietoa yksiin kansiin helpottamaan uusien alalle tulevien suunnittelijoiden asian opiskelua.

Tuoretta suomenkielistä kirjallisuutta oli vaikea löytää. Vanhoista oppaista sai kyllä perusasioita selville, mutta mitoituspäätteisiin ei voinut luottaa, koska uimahallien toiminta oli oppaiden kirjoittamisvuosista muuttunut.

Haastattelujen tekemisessä oli omat haasteensa. Uimahallien parissa työskentelee kovin pieni porukka, ja he ovat varsin kiireisiä. Haastatteluajankohdan löytyminen kiireisistä aikatauluista oli vaikeaa, mutta kun lopulta pääsin haastattelemaan asiantuntijoita, he paneutuivat todella asiaan aikaa ja vaivaa säästämättä. Osa tiedoista, esimerkiksi kalvosuodattimen mitoitus, oli salaista tietoa, ja sitä ei haluttu sen tarkemmin paljastaa.

Erilaisia suodatusjärjestelmiä on mahdotonta laittaa paremmuusjärjestykseen, vaan jokaiseen kohteeseen on valittava juuri kyseiseen kohteeseen sopiva järjestelmä. Jokaisella järjestelmällä on omat hyvät ja huonot puolensa. Tärkeintä onkin, oli valittu järjestelmä mikä tahansa, mitoittaa se parhaimmalla mahdollisella tavalla. Oikein mitoitettulla suodatusjärjestelmällä saavutetaan hyvä puhdistustulos tuhlaamatta vettä ja energiaa tarpeettomasti. Samalla säästetään kemikaaleja ja luontoa.

Lähteet

- 1 LVI STM-00272 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus uimahallien ja kylpylöiden allasvesien laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. 2003. Suomen säädös-kokoelma. Rakennustieto Oy.
- 2 Itkonen, Jari. 2011. Laitosmestari, Yrjönkadun uimahalli, Helsinki. Haastattelu. 8.12.2011
- 3 Suomen uimahallit ja kylpylät. 2011. Verkkodokumentti. Uimahalli- ja kylpylä-tekniinen yhdistys. <www.ukty.fi>. Luettu 3.9.2011.
- 4 Hallikainen, Timo. 2011. Toimistopäällikkö, Hevac-konsultit Oy, Helsinki. Haastattelu. 22.11.2011
- 5 Hämäläinen, Esko. 1995. Uima-altaiden vedenpuhdistus. Opetusministeriön liikuntapaikkajulkaisu 55. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 6 LVI 22-10386. Uima-allasvesien käsittely. 2005. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy.
- 7 Uimahallien allastilojen työolosuhteet ja henkilökunnan hengityselinoireet. 2007. Verkkodokumentti. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja. <www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-on-tutkittu/hanke>. Luettu 4.10.2011.
- 8 Kloori. 2011. Verkkodokumentti. <www.allas.fi/kloori.php>. Luettu 16.12.2011
- 9 Häkkä-Rönkkä, E., Nissilä, R. 1992. Uimahallien vedenkäsittelyjärjestelmien materiaalien kestävyys. Espoo.
- 10 Airaksinen, Ari. 2012. Tekninen johtaja, Suomen Allaslaite Oy, Jyväskylä. Haastattelu 1.2.2012
- 11 RIL 124-2 Vesihuolto II. 2004. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 12 Maa ja vesi Oy. 1991. Ohjekansio.
- 13 Ultrafiltration in Circular Treatment of Swimming Pool Water. 2011. Verkkodokumentti. <www.wetgmbh.com>. Luettu 12.12.2011.
- 14 Ala-Peijari, T., Keinänen, J., Pönkä, A. 2007. Tutkimukset varoittavat allasveden kloorauksen haitoista. Kuntatekniikka 4/2007, s.12-1

Haastattelukysymykset

Historia/tulevaisuus

1. Mitä suodatusjärjestelmiä tänä päivänä rakennetaan (uudisrakennukset/peruskorjaus)
2. Mitä suodatusjärjestelmiä Suomen uimahalleista löytyy?
3. Mikä yleisin, toiseksi yleisin....?
4. Miten vedenkäsittely on vuosien saatossa muuttunut?
5. Miten ennustaisit tulevaisuutta? Miten uimahallien vedenkäsittely tulee muuttamaan, muuttuuko?
6. Miten energiansäästövaatimukset ovat vaikuttaneet suodatustekniikkaan vai onko vaikutusta?
7. Minkä ikäisiä uimahalleja Suomesta löytyy?

Suodatusjärjestelmän valinta

8. Eri suodatustapojen edut ja haitat
9. Onko erilaisilla suodatustavoilla eroa lopputuloksen kannalta, jos oletetaan että ovat oikein mitoitetut?
10. Millä perusteilla suodatinjärjestelmä valitaan saneerauskohteessa/uudiskohteessa?
11. Saneerauskohteissa, rajoittaako aikaisempi järjestelmä uuden suunnittelua?
12. Onko eri suodatusmuodoilla eroa käyttöjärjestelmän eliniän, hankintakustannusten, käyttökustannusten, hoito- ja huoltotarpeiden osalta?
13. Suodatinaltaan materiaali, onko vaihtoehtoja (avosuodatus, painesuodatus...)
14. Tehdäänkö vielä yksikerrossuodattimia?

Sekalaista

15. Millainen karkeasuodatin? Onko erikokoisia? Onko eri materiaalista valmistettuja yms.
16. DIN-normit...mistä saa hankittua?
17. Mistä puhdistettu vesi voidaan johtaa takaisin altaisiin, miten yleensä?

18. Mikä on vesihuuhtelun/ilmahuuhtelun/vesi-ilmahuuhtelun tarkoitus/tavoite/toimintaperiaate?
19. Pesuveden poistokourujen sijoittelu avohiekkasuodatuksessa? Kourujen muodot, kallistus?
20. Mitä huuhtelumenetelmää yleisimmin käytetään (vesi, vesi-ilma...)
21. Millaisia suodatusmassoja käytetään (yksikerros / monikerros)
22. Muut laitteet mitä suodatuksessa tarvitaan?
Suodatetaanko kaikilla painesuodattimilla yhtä aikaa?

Ongelmia

23. Millaisia ongelmia suodatuksessa on?
 - Mitoituksessa? Nopeuksissa?
 - Suodatinpohjassa? Suuttimissa?
24. Millaisia kriittisiä kohtia on asennuksessa?
25. Millaisia suunnitteluvirheitä tehdään?
26. Jos uimaveden laadussa on ongelmia, mitä yleensä? Onko suodatuksen mitoitus tms. koskaan syyppää ongelmiin?
27. Voiko suodatusmassoissa jokin mennä jokin pieleen?
28. Mitä tapahtuu jos suodatusnopeus on liian suuri tai liian pieni?
Mitä tapahtuu jos huuhtelunopeus on liian suuri tai liian pieni (vesi, ilma, vesi-ilma)?

Mitoitus

29. Millaista kierrätysvirtaaman määrittelytapaa käytät?
30. Suodattimen koon mitoitus (leveys, pituus, lukumäärä)?
 - Millä perusteella mitoitetaan? Vesimäärän mukaan? Kuormituksen mukaan?
31. Karkeasuodattimen mitoitus, mihin kannattaa sijoittaa, miksi karkeasuodattimessa tulisi olla ikkuna? Mitä materiaalia?
32. Miten suodatusyksiköiden määrä valitaan?
33. Pesuveden poistokourujen sijoitusvaihtoehdot?
34. Millaisia suuttimia/suutinpohjia suodattimissa voidaan käyttää? Mitoitus?

35. Vesi, vesi-ilma yhdistelmähuuhtelun nopeudet, miksi näin ja mitä tapahtuu jos mitoitetaan väärin?
36. Suodatusnopeudet, miksi näin ja mitä tapahtuu jos mitoitetaan väärin?
37. Putkiston mitoitus (ilmahuuhtelu)
38. Miten mitoitetaan suodattimen korkeus ja pesuveden nopeus niin että suodatuskerros paisuu riittävästi?
39. Mikä on sopiva pesuaika? Kuinka usein? Miten suuttimet tulisi sijoittaa? Huuhdellaanko vuorotellen?
40. Kuinka usein huuhdellaan?
41. Suodatuskerrosten paksuuden mitoitus, miksi painehiekkasuodattimessa voi olla paksumpi suodatuskerros?

Kalvosuodatus

42. Kalvosuodatuksen edut?
 - Tilantarve?
43. Kalvosuodatuksen haitat?
44. Millaiset käyttökokemukset siitä on? Onko ollut ongelmia?
45. Miksi kalvosuodatusta käytetään muualla maailmassa enemmän? Kuinka kauan on käytetty?
46. Onko kalvosuodatus tulevaisuuden suodatusmenetelmä?
47. Kuinka paljon kalliimpi kalvosuodatusjärjestelmä on toteuttaa kuin perinteiset tavat?
48. Kalvojen käyttöikä, huoltokustannukset?
49. Kalvosuodatuksen mitoitus?
50. Miten kalvosuodatin puhdistetaan?
51. Onko olemassa eri paksuisia kalvoja, eri materiaalia tms.?
52. Voidaanko joitain peruskäsittelymenetelmiä jättää pois, jos käytetään kalvosuodatusta?
53. Mitä kalvosuodatusmenetelmiä uimahalleissa käytetään? Mikro, ultra, nano, käänteisosmoosi...??
54. Mitä materiaalia kalvosuodatuksen kalvo on?
55. Suodatusnopeudet?
56. Voidaanko joitain peruskäsittelymenetelmiä jättää pois, jos käytetään kalvosuodatusta?
57. Missä uimahalleissa Suomessa on kalvosuodatus? Miksi?

58. Hankintakustannukset toisiinsa verrattuna?

59. Käyttökustannukset toisiinsa verrattuna?

60. Koko?

61. Mikä on tärkeää suodattimen sijoituksessa, asennuksessa tms.?