

Tuomas Kokkonen

# Hammashoitolan LVI-suunnittelu – keskeisiä suunnittelunäkökulmia

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

03.05.2016

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Tuomas Kokkonen Hammashoitolan LVI-suunnittelu – keskeisiä suunnittelunäkökulmia 36 sivua + 1 liitettä 03.05.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelupainotteinen
Ohjaaja	lehtori Seppo Innanen
<p>Insinöörityössä esitellään hammashoitolan LVI-suunnitteluun liittyviä suunnittelunäkökulmia. Työn tavoitteena on opastaa hammashoitolaan suunnittelevaa insinööriä ymmärtämään suunnitteluun liittyviä suunnitteluratkaisuja ja järjestelmäkokonaisuuksia. Materiaalin tarkoituksena on toimia sekä oppaana aihepiiriin tutustuessa että myös suunnittelun avustavana työkaluna.</p> <p>Hammashoitolan LVI-suunnitteluun liittyvät tutkimukset ovat vielä kohtuullisen tuore ilmiö talotekniikan tutkimuskentällä. Aihepiiristä löytyy rajallisesti tietoa ja erikoisjärjestelmien, kuten kuiva- tai märkäimujärjestelmien liittyvien suunnitteluohjeiden olemassaolo on vahvasti laitevalmistajien vastuulla. Paineilmaputkiston suunnitteluun ja käyttöveden suodattamisen liittyvää materiaalia on myös vähäisesti saatavilla. Käyttövesiverkoston, viemäröinnin, lämmityksen ja ilmanvaihdon suunnitteluun liittyvät suunnitteluhuomiot tukevat hammashoitolan erikoissuunnittelun lisäksi myös kokonaissuunnittelua. Näiden osalta on koottu määräyksiä ja ohjeita saatavilla olevista materiaaleista.</p> <p>Tarve lisätutkimukselle on olemassa. Tutkimukset ja analyysit, jotka esittelevät yksityiskohtaisesti hammashoitolaan liittyviä järjestelmäratkaisuja, kuten paineilmasta tai kuiva- ja märkäimusta ovat tarpeen. Tämä hammashoitolan tekniikkaa esittelevä ja talotekniikkaa kokoava opinnäytetyö voi toimia myös uuden tutkimussuunnan pohjana innoittaen lisätutkimukseen.</p>	
Avainsanat	erikoisputkisto, paineilmajärjestelmä, kuivaimujärjestelmä, märkäimujärjestelmä, hammashoitola

Author Title Number of Pages Date	Tuomas Kokkonen HVAC engineering of dental clinic for office space – point of views for design 36 pages + 1 appendices 03 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructor	Seppo Innanen, Senior Lecturer
<p>This final year project aimed at presenting key information and guidelines about different types of heating, ventilation and air condition systems for dental care stations. The objective was to make sure that any engineer can understand what kind of systems there are in a dental clinic. Furthermore, the Bachelor's thesis aimed at being a guide for the design of dental clinics.</p> <p>For the project, a wide range of regulations, from the National Building Code of Finland to the European Standards, were studied. Additionally, manufacturers' knowledge was gathered for a deeper understanding of the design of special systems for dental clinics. Especially special pipe systems, like compressed air systems, wet or dry vacuum systems and filtering water systems were looked into.</p> <p>The thesis will help an engineer to gain a deeper understanding of dental care systems. The instructions and viewpoints in this study will help ongoing projects to succeed. The thesis will also help the user to understand the different options available for designing dental care systems and guide the user in the selection of a suitable solution.</p>	
Keywords	special piping systems, compressed air systems, dental vacuum systems, dental care

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Hammashoitolan LVI-järjestelmiä koskevat määräykset ja ohjeet	2
2.1	Lämmitys ja jäähdytys	2
2.2	Käyttövesi- ja viemäriverkosto	3
2.3	Sisäilma	6
2.4	Erikoisjärjestelmät	8
2.4.1	Paineilmajärjestelmät	8
2.4.2	Imupainejärjestelmät	9
2.4.3	Veden suodatus	9
3	Hammashoitolan LVI-suunnitteluhuomioita	10
3.1	Lämmitys ja jäähdytys	12
3.2	Käyttövesi- ja viemärintiverkosto	12
3.3	Ilmanvaihto	14
3.4	Erikoisputkistot	17
3.4.1	Toimenpidehuoneen tekniikka	18
3.4.2	Käyttövesi ja viemärinti	20
3.4.3	Paineilmajärjestelmä	22
3.4.4	Imupainejärjestelmä	25
3.4.5	Välinehuoltotila	28
4	Yhteenveto	33
	Lähteet	34

## Liitteet

Liite 1. Sirona C8, kytkentä-esimerkki

## Lyhenteet

EN	Eurooppalaisen standardijärjestelmä
HT	High Temperature
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto
RT	Rakennustieto
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
SRakMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma
SULVI	Suomen LVI-liitto
THL	Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
VTT	Teknologian tutkimuskeskus
YM	Ympäristöministeriö

## 1 Johdanto

Tässä tutkimuksessa käsittelen hammashoitolan kaltaisiin laitoksiin kuuluvia teknisiä järjestelmiä ja siihen kuuluvaa erikoislaitteistoa. Tarkoitus on perehtyä hammashoitolan suunnitteluun ja tuoda esiin hammashoitolan erikoispiirteitä LVI-suunnittelijan näkökulmasta. Hammashoitoloissa suoritetaan suuhygieniää parantavia toimenpiteitä steriilissä ympäristössä ja asiakkaan terveys sekä turvallisuus on taattava myös LVI-suunnittelijan toimesta. Työssä keskitytään erikoisputkiston suunnitteluun liittyviin huomioihin tuoden samalla esiin eri järjestelmiä, joita hammashoitoloissa käytetään.

Hammashoitolan LVI-suunnittelu vaatii LVI-suunnittelijalta perinteiseen suunnitteluun verrattuna enemmän ymmärrystä erikoisjärjestelmistä. Laitteet tarvitsevat välinekohtaisia erikoisratkaisuja, ja erikoisputkisto vaatii enemmän tilaa kuin normaaliputkisto. Hammashoitolan hoituhuoneeseen tarvitaan henkilökunnan perushygienian ylläpitämiseksi käsienpesupisteitä, mutta lisäksi myös hoitotuolille on tuotava erikoisjärjestelmiä, kuten suodatettua puhdasta vettä, paineilmaa ja kuiva- tai märkäimujärjestelmän toimintoja eri toimenpidekäyttöön. Hammashoitolassa tarvitaan myös erillisiä tiloja välineiden ja laitteiden huoltamista varten.

Opinnäytetyön tavoitteena on esitellä hammashoitolaan kuuluvia järjestelmiä tuoden erikoisputkistoon liittyvät suunnittelunäkökulmat esiin. Ilmanvaihdon, lämmityksen ja perinteisen käyttöveden sekä viemäroinnin suunnittelun osalta suunnitteluratkaisut ovat enemmän tai vähemmän kohdekohtaisia, mutta erikoisjärjestelmät ovat melko kiinteitä ratkaisuja ja niihin tutustuminen on tärkeää ennen suunnittelun aloittamista. Hammashoitolan suunnitteluun liittyvät muut ratkaisut on tärkeä tiedostaa jo suunnittelun alkuvaiheessa, kun kohteeseen määritellään tarvittavat järjestelmät tilavarauksineen ja luodaan skenaario työn varsinaisesta toteutuksesta. Opinnäytetyö perustuu saatavilla oleviin lähdeteoksien tietoihin, jotka luovat menetelmällisen kehyksen tälle tutkimukselle. Tässä tutkimuksessa keskitytään hammashoitolan suunnitteluun liittyviin näkökulmiin. Työssä avataan käyttöveden, viemäriverkoston, lämmityksen ja ilmanvaihdon suunnittelutarpeita niin, että se palvelee hammashoitolan kokonaisvaltaista suunnittelun onnistumista. Työssä keskitytään myös erikoisjärjestelmien ja putkistojen erikoispiirteisiin pyrkimyksenä luoda suunnittelijalle ennen kaikkea ymmärrettävä kokonaisuus hammashoitolan teknisestä laitteistosta ja sitä koskevista järjestelmistä.

## 2 Hammashoitolan LVI-järjestelmiä koskevat määräykset ja ohjeet

Seuraavassa osiossa käsitellään talotekniikan perinteisten järjestelmien lisäksi muita erikoisjärjestelmiä koskevia määräviä ja ohjeistavia tekijöitä, jotka vaikuttavat suunnittelun lähtökohtiin. Määräyksissä keskitytään hammashoitolan suunnittelun kannalta tärkeimpiin asioihin, joihin tulee kiinnittää huomiota. Hammashoitolan lämmityksen ja jäähdityksen sekä ilmanvaihdon suunnittelun kannalta on oleellista huomioida vaihteleva käyttökuormitus ja sen tuottamat haasteet. Ilmanvaihdon suunnitteluhuomioissa keskitytään hammashoitolan tilojen ilmamäärien hallintaan. Käyttövesiverkoston ja viemäroinnin suunnittelu on verrattain normaalien olosuhteiden mukaista, mutta tämän lisäksi järjestelmä kattaa muutamia lisäyksiä, jotka ovat kohde- ja laitekoonpanoriippuvaisia. Hammashoitolan varsinainen erikoisosa-alue kohdistuu paineilma- ja paineimujärjestelmien hallintaan sekä niihin kuuluvien laitteiden ominaisuuksien ymmärtämiseen. Väsyttävien sairaalakaasujen, kuten ilokaasun, käyttö voi olla myös yksi mahdollinen erikoisjärjestelmä, jonka käyttöä on syytä tutkia.

### 2.1 Lämmitys ja jäähditys

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012)<sup>1</sup> määritellään oleskeluvyöhykkeen suunnitteluarvot sisäilman lämpötilalle. Talvella sisätilan suunnitteluarvona on 21 °C:n ja kesällä 23 °C:n huonelämpötila. Näitä lämpötila-arvoja sovelletaan niin lämmitysjärjestelmien mitoittamiseen kuin jäähditysjärjestelmien tarpeen arvioimiseen. Ilmanvaihdon ja lämmöntalteenoton vuorovaikutus tilojen operatiivisiin lämpötilarvoihin on myös huomioitava ilmanvaihtoa suunnitellessa. Lämpökuormat voivat vaikuttaa tilojen ylikäynnemiseen, jolloin jäähdyttäminen on viihtyvyyden kannalta tarpeellista.

Rakennuksen lämmitysverkosto on suunniteltava niin, että mahdollinen vuotovesi havaitaan mahdollisimman ajoissa.<sup>2</sup> Sisäilmaolosuhteiden tavoitteet sanelevat tiloille sisäilmastoluokituksen<sup>3</sup> mukaiset olosuhteet, jotka tavoittavat huomattavasti viihtyisämmät olosuhteet tiloille kuin rakentamismääräyskokoelman vaatimuksilla saavutetaan.

---

<sup>1</sup> SRakMK D2, 2012: 8.

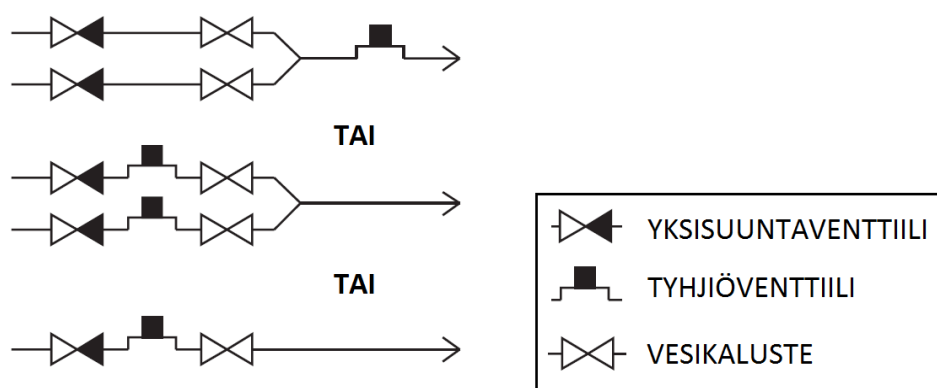
<sup>2</sup> SRakMK D1, 2007.

<sup>3</sup> RT-07-10946, 2009.

Muuten verkosto suunnitellaan energiataloudellisesti lämmöntuottotavan mukaisella tavalla ottaen huomioon myös siihen vaikuttavat tilojen lämpöhäviöt ja lämpökuormat.

## 2.2 Käyttövesi- ja viemäriverkosto

Ympäristöministeriön julkaisemassa rakentamismääräyskokoelman osassa D1<sup>4</sup> määrätään, että vesilaitteiston tulee täyttää sille asetetut laatuvaatimukset, jolla estetään veden mikrobiologisten ja kemiallisen laadun heikkeneminen sekä lämpökestoisten pieneliöiden lisääntyminen. Lämpimän käyttöveden lämpötila on oltava tällöin vähintään 55 °C lukuun ottamatta odotusajan johto-osuuksia, joissa se voi olla alhaisempi. Kylmän käyttöveden täytyy pysyä alle 20 °C:n lämpötilassa. Vesilaitteistossa on pidettävä huolta veden takaisinimeytymisen ja haitallisen sekoittumisen estämisestä sekä. Rakentamismääräyskokoelman osan D1 liite 1 esittelee hyväksyttäviä vaihtoehtoja vähimmäissuojaukseksi takaisinimua ja haitallista sekoittumista vastaan sylkylaitteiden reunahuuhtelussa esimerkiksi hammaslääkärintuolissa (kuva 1).



Kuva 1. Hammaslääkärituolin käyttövesikytkentöjen vähimmäissuojaus takaisinimua ja haitallista sekoittumista vastaan (SRakMK D1 2007:32)

Käyttövesijärjestelmä suunnitellaan siten, että mahdollinen vuotovesi havaitaan mahdollisimman ajoissa. Tämä varmistetaan käytetyillä materiaaleilla, osilla ja putkireitityksillä. Rakentamismääräykset koskevat myös veden kanssa kosketuksessa olevia materiaaleja. Materiaali valitaan niin, ettei siitä liukene veteen terveydelle haitallisia määriä aineita.

<sup>4</sup> SRakMK D1, 2007: 8.



Putkistomateriaalin valinta on yksi tutkittu ja vaikuttava tekijä mikrobien kasvuun vesijohdossa. Esimerkiksi kupariputken on todettu olevan eri olosuhteissa puhtaampi materiaali kuin muoviputki. THL<sup>5</sup> on todennut tutkimuksissaan, että eri muovilaadut reagoivat myös eritavalla mikrobien kasvuun. Korkein ero mikrobien kasvuisa on todettu olevan muoviputkien mikrobimäärissä suhteessa kupariputkiin, joiden mikrobimäärä on ollut tutkimuksissa hyvin vähäistä. Mikrobien määrät ovat nousseet korkeisiin määriin muovisissa putkilinjoissa johtuen osittain huonosta asennushygieniasta sekä osittain käyttöönoton alkuvaiheessa itse materiaalista liukenevien aineosien vaikuttavista syistä.

Pidempiaikaiset seurannat THL:n tutkimuksissa ovat osoittaneet, että mikrobikasvu tasoittuu tulevien kuukausien kuluessa muoviputkien ja kupariputkien välillä. Muoviputken käyttöönoton alkuvaiheen bakteeriherkkyden on arveltu johtuvan osittain siitä, että muovista irtoaa alkuvaiheessa huomattava määrä fosforia, mikä on yksi bakteerikasvustojen käyttämistä ravinteista. Tämä kertoo kupariputken paremmasta soveltuvuudesta sairaalakäyttöön, jossa putkiston täytyy olla mahdollisimman kliinistä. Toisaalta tutkimuksessa huomattiin kupariputkista irtoavan vähäisiä määriä kuparia varsinkin veden seistessä paikoillaan, mutta ei kuitenkaan raja-arvoja ylittäviä määriä.<sup>6</sup>

Vesi voi seistä pitkään paikoillaan, jos järjestelmää käytetään harvoin tai putkistoon on saneerauksen aikana tehty muutoksia. Hammashoitolassa saattaa olla ajoittain myös tilanne, jossa jokin hoituhuoneista jää muita huoneita vähäisemmälle käytölle, jolloin vesi jää seisomaan kytkentäjohtojen eri osuuksissa. Saneerauksen aikana käytöstä poistettavat vesijohdot suositellaan katkaistavaksi niin läheltä runkojohdon haaraa kuin mahdollista, jotta seisova vesi ei luo haitallista kasvualustaa mikro-organismeille. Runkojohdon katkaistu haara tai osa on tulpattava tiiviiksi vuotojen varalta.<sup>7</sup> Veden seistessä paikallaan ympäristö muuttuu erityisen otolliseksi mikro-organismien kantojen kasvulle, kun lämpötila asettuu kohti huonelämpötilaa.

Kupariputkesta on tehty aiemmin myös kattavaa tutkimusta liittyen sen toksisiin vaikutuksiin. Erityisesti sen toksinen vaikutus *Legionella*-bakteerille on tiedostettu jo jonkin

---

<sup>5</sup> THL RT-96-10594, 1996: 19.

<sup>6</sup> Lehtola, 2005.

<sup>7</sup> RT 96-10594, 1996: 19.

aikaa.<sup>8</sup> Legionella lisääntyy lämpimän veden järjestelmissä ja tarttuu ihmiseen ainoastaan hengitystieitse. Vettä juomalla tartuntaa ei saa, koska veden on päästävä keuhkoihin pieninä pisaroina, mutta esimerkiksi hoitotuoleissa on paineilmalla toimiva vesisyöttö.

Viemärintiverkoston suunnittelussa on noudatettava Suomen rakentamismääräyskoelman osan D1<sup>9</sup> mukaisia määräyksiä ja ohjeita. Hammashoitolan viemäroinnissä on huomioitava likaveden ajoittaisen poikkeuksellisen korkean lämpötilan mahdollisuus ja sen vaikutus putkistomateriaalin. Hammashoitolan välinehuollossa sijaitsevien pesukoneiden ja höyryautoklaavien poistovedet saattavat nousta ajoittain lämpötilaltaan hyvin korkealle. Liian korkea lämpötila saattaa vaurioittaa viemäriputkiston rakennetta, mikäli siihen ei ole varauduttu. Lattiakaivojen ja viemäriputkien on oltava tällöin lämpöä kestävä materiaalia esimerkiksi valurautaa tai muuta korkean lämpötilan kestävä muovia.

Erityisesti hammashoitolan tiloissa jäteveden poistamisen toimintavarmuus on puhtauden ja terveyden kannalta tärkeää. Viemärinti tulee toteuttaa riittävällä kaadolla ja mahdollisimman vähäisillä suunnanmuutoksilla sekä riittävällä putkikoolla linjan tukkiutumisen estämiseksi. Vesikalusteiden vesilukkojen sijaintia on syytä tarkastella. Esimerkiksi toimenpidehuoneiden pesualtaiden vesilukon paikka sijoitetaan riittävän kauas pesualtaasta, jotta jätevesi ei pääse tulvimaan takaisin. Viemärintipisteiden sijoituksessa on huomioitava padotuskorkeus ja tarpeen tullen harkittava paineviemärintiä. Pesukoneiden tyhjennysvedet on johdettava vesilukolliseen viemäriin siten, että poistoputki päättyy vesilukon vedenpinnan yläpuolelle riittävällä korkeuserolla laitteen vedenpintaan.

Lattiakaivo on sijoitettava tiloihin, joissa vedenkäyttö on runsasta, kuten siivoushuoneessa tai julkisissa saniteettitiloissa. Siivoushuoneessa on järkevää myös harkita lattiakaivoon hiekanerotinta, koska lattioita pestessä voi lattiapesukoneen poistosäiliöstä kulkeutua tyhjennyspisteelle paljon kenkien mukana kertynyttä hiekkää, joka voi tukkia viemäriverkoston. Siivoushuoneen erotinlaitteen hiekan keräyssäiliö on sijoitettava siten, että sitä on helppo huoltaa ja tyhjentää siivoojan toimesta.

---

<sup>8</sup> Rogers ym. 1994.

<sup>9</sup> SRakMK D1, 2007.

Hammashoitolassa on eritoten syytä ottaa esteettömyys huomioon myös LVI-suunnittelijan toimesta. Kalustevalinnoissa huomioidaan liikuntarajoitteisuus tai esteettömyys asiakastiloissa valitsemalla vessoihin korotetut tai säädettävät istuimet ja altaat sekä varmistamalla vesipisteiden toimintavarmuus esimerkiksi valitsemalla yksitehohanat pitkillä helppokäyttöisillä vivuilla.<sup>10</sup> Kalusteiden sijoittaminen tilaan on toteutettava järkevästi siten, että tilassa pystyy liikkumaan myös pyörätuolia käyttävä henkilö.

### 2.3 Sisäilma

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012)<sup>11</sup> määritellään hammashoitolan kaltaisten laitosten ja tilojen oleskeluvyöhykkeiden vähimmäisilmamäärien suunnitteluarvot.

Hammashoitolan tilojen luonteeseen kuuluu ilmanvaihdon tilakohtainen suunnittelu, sillä rakentamismääräyskokoelma ei anna kaikille tiloille selkeitä suunnitteluarvoja. Esimerkiksi hoitolaitoksen toimenpidehuoneen vähimmäisilmamäärät ovat määräyksissä vain ohjeellisia ja niiden lopullinen ilmamäärä määritellään tapauskohtaisesti. Kohdetta suunnitellessa on voimassa olevien määräyksien vähimmäisvaatimukset hyvä ottaa huomioon ja käyttää niitä lähtöarvoina suunnittelulle. Tilakohtaisia ilmamääriä on määritelty myös välinehuollon ja röntgenhuoneen tiloissa.

Suomen rakennusmääräyskokoelma D2 (2012)<sup>12</sup> määrittelee rajapintoja lämmöntalteenottolaitteille. Määräyksissä määritellään raja sille, kuinka paljon epäpuhdasta poistoilmaa saa käyttää regeneratiiviseen lämmöntalteenottoon hammashoitolan kokoisissa laitoksissa. Pyörivää lämmönsiirrintä saa käyttää, mikäli poistoilma sisältää maksimissaan viisi prosenttia luokan 3 (SRakMK 3.4.2.2) mukaista poistoilmaa. Mikäli määrä ylittyy tai se on luokan 4 mukaista poistoilmaa, tulisi poistoilmajärjestelmänä käyttää muita lämmöntalteenottollisia laitteita, joissa lämpö siirtyy väliaineen välityksellä.

Kohdepoiston tarvetta tulee harkita, kun tilassa käsitellään pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia huomattavasti enemmän kuin sisäilman hyväksyttävät pitoisuudet sallivat tai on muuten tarve poistaa ilma tehokkaasti tilasta. Hammashoitolassa

---

<sup>10</sup> RT-96-10594, 1996: 19.

<sup>11</sup> SRakMK D2, 2012: 8.

<sup>12</sup> SRakMK D2, 2012: 13.

tällainen tila voi olla esimerkiksi röntgenhuone tai välinehuoltotila, jossa syntyvä kosteuskuorma voi olla korkea.

Tiloissa, joissa asiakkaita hoidetaan, esimerkiksi toimenpidehuoneessa, on otettava huomioon ilmanvaihdon riittävän vaihtumisen lisäksi vedottomuus ja energiatehokkuus. Toimenpidehuoneissa täytyy säilyttää ylipaineellisuus suhteessa ympäröiviin tiloihin, jotta haitalliset bakteerit eivät pääse ilmaitse leviämään tilaan. Tällöin ympäröivään tilaan täytyy saada alipaine kasvattamalla tilojen poistoilmamääriä alueilla, joissa esiintyy liikaista ilmaa.<sup>13</sup> Hammashoitoloissa likainen poistoilma rajoittuu mahdollisen röntgenhuoneen lisäksi lähinnä saniteettitiloihin ja taukhuoneen keittiöön.

Rakennuksen ääniolosuhteet on suunniteltava viihtyisäksi. Tästä on annettu äänitasoihin, äänen eristykseen ja meluntorjuntaan liittyviä määräyksiä sekä ohjeita Suomen rakentamismääräyskokoelman osioiden D2<sup>14</sup> ja C1<sup>15</sup> mukaisesti. Ilmanvaihdon pääte-laitteiden ja kanavien äänitasoja on syytä tarkastella.

Sisäympäristöministeriön teettämässä Sisäilmastoluokitus 2008 -suunnitteluohjeissa<sup>16</sup> on määritelty terveydenhoitotiloille tavoiteltavia laatutasoja. Laatutason valitseminen on yksi määrittävä tekijä ilmamäärien valinnassa ja siinä, kuinka laadukasta ilmaa halutaan laitokseen tuottaa. Tilojen ylläpitäminen viihtyisänä voi vaatia myös tuloilman jäähdytystä. Tuloilmaa voidaan tarpeen tullen jäähdyttää esimerkiksi jäähdytyspatterilla sekä jäähdytyspalkeilla.

Hammashoitolan laatutason kannalta tärkeimpiä asioita suunnitteluohjeessa ovat toimenpidehuoneen ja odotustilojen tavoitteelliset ilmamäärät sekä arviot lämpökuormien synnystä ja sallituista äänitasoista. Suunnitteluohjeissa on määritelty terveydenhoitotiloille käyttöaikaprofiilin mukaisesti sisäisiä lämpökuormia, jotka vaikuttavat viihtyvyyteen ja ilman puhtauteen. Lämpökuormaa kerääntyy esimerkiksi auringon, ihmisten ja sähkölaitteiden vapauttamasta lämmöstä, jotka saattavat aiheuttaa tilan yllilämpenemisen ja sitä kautta syntyneen jäähdytyksen tarpeen.

---

<sup>13</sup> VTT, 2012.

<sup>14</sup> SRakMK D2, 2012: 29.

<sup>15</sup> SRakMK C1, 1998.

<sup>16</sup> RT-07-10946, 2008.

Ilmanvaihdon hallinta on tärkeää eritoten hoitolaitoksissa, joissa saattaa olla käytössä myös eri sairaalakaasuja esimerkiksi nukutus tai puudutuskäyttöön. Ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa on tarkasteltava tilojen käyttöaikaa, tarkoitusta ja eri tilojen aiheuttaman ääni ja lämpökuormituksen vaihteluvälin kannalta.<sup>17</sup>

## 2.4 Erikoisjärjestelmät

Hammashoitolan toimenpidehuoneissa sijaitseva hoitotuolit käyttävät suodatetun veden lisäksi hyväkseen myös muun muassa paineilmaa ja kuiva- tai märkäimujärjestelmää. Hoitotuoliin kytkettävät järjestelmät ovat hammashoitolan varsinaista erikoisputkistoa, ja niiden suunnittelussa täytyy ottaa huomioon voimassa olevat määräykset ja standardit.

Valmistajien antamia ohjeita on noudatettava. Suodatettua vettä käytetään yhdessä paineilman kanssa. Paineilmajärjestelmä tuottaa painetta eri instrumenteille, jolloin saadaan aikaiseksi muun muassa suunhoidossa käytettävä vesisuihku ja kuivaava puhallus. Kuiva- tai märkäimujärjestelmää käytetään nesteen poistamiseksi suusta.

### 2.4.1 Paineilmajärjestelmät

Hammashoitolan paineilman tuottoa varten valitaan kuivakompressori samojen lainalaisuuksien perusteella kuin sairaalakaasujärjestelmien kompressori rakennuksen yleisten laatuvaatimuksien ohjeistuksen mukaan.<sup>18</sup> Tila, jossa kompressori sijaitsee, on oltava olosuhteiltaan kompressorin toimintakuntoa palveleva. Kompressorihuoneen lämpötilaksi suositellaan vähintään +10 °C ja enintään +40 °C, ellei laitevalmistaja ole muuta lämpötilaa ilmoittanut. Ilman suurin sallittu lämpenemä tilassa on 10..15 °C riippuen kompressorista. Kompressorihuone varustetaan viemäröintipisteellä eri kondenssivesien poisjohtamiseksi. Kompressorien ympärille on jätettävä vähintään 600 millimetriä huoltotilaa, ellei valmistaja ole muuta määrittänyt. Kompressorin imuilman tulee olla kuivaa, normaalipaineista ja viileää.

---

<sup>17</sup> RT 96-10594, 1996: 19.

<sup>18</sup> RYL, 2002.

Paineilmajärjestelmän tulee täyttää kansainvälisten standardien ISO 8573-1<sup>19</sup> ja EN 12021<sup>20</sup> määräämät normit. ISO-standardissa luokitellaan paineilman laatu eri laitoksissa. Laatuun vaikuttavat paineenalaisen ilman sisältämät jäännöspitoisuudet pölystä, vedestä ja öljystä. EN-standardissa määritellään paineilman hengitysilmaan vaikuttavat tekijät. Näitä ovat happi-, hiilidioksidi, hiilimonoksidi- ja öljypitoisuudet sekä kastepiste. Hammashoitolassa paineilman on oltava öljytöntä. Lisäksi järjestelmä on varustettava automaattisella ilmankuivaimella tai kondenssiveden poistoventtiilillä.

#### 2.4.2 Imupainejärjestelmät

Valtioneuvoston päätöksessä (112/1997) määrätään, että hammashoitolan hoitoyksiköiden jätevedet on johdettava viemäriin amalgaamierottimen kautta. Amalgaami on hampaiden paikkaamisessa käytetty metalliseos, jonka koostumuksesta puolet on ympäristölle haitallista elohopeaa. Amalgaamia pääsee järjestelmään jääminä imupainejärjestelmän kautta. Imupainejärjestelmä poistaa potilaan suusta tarvittaessa ylimääräisiä nesteitä, joiden mukana amalgaamia saattaa johtua viemäriin.

Ennen jäteveden joutumista viemärintipisteeseen tulee järjestelmä varustaa amalgaamin poistamiseen tarkoitetulla amalgaamierottimella. Amalgaamierotin on tyypillisesti asennettu imulaitteiston tai hoitoyksikön viemäriin yhteyteen. Erotin on tarvittaessa voitava tyhjentää, ja sen kuntoa on ylläpidettävä. Erottimeen kertynyt amalgaami on ongelmajätettä, ja se on käsiteltävä asianmukaisesti lain vaatimalla tavalla.

#### 2.4.3 Veden suodatus

Hammashoitotuoleille johdetaan suodatettua kylmää käyttövedtä. Hoitotuolin putkitiehyet ovat hyvin ohuita ja siten herkkiä tukkeutumiselle. Suomen rakentamismääräyskoelman osassa D1<sup>21</sup> vaaditaan vesilaitteistolta riittävää toimintavarmuutta, jotta vältytään henkilö- tai kiinteistövahingoilta. Suodattimia käyttämällä varmistetaan kylmän käyttöveden riittävän hyvä laatu ja toiminta. Putkistosta irtoavat partikkelit ja muut mahdolliset epäpuhtaudet jäävät suodattimiin eivätkä pääse tukkimaan ohuita tiehyitä. Putkia likaavat kerrostumat luovat bakteerikasvulle myös otolliset olosuhteet lisääntyä.

---

<sup>19</sup> ISO 8573-1, 2010.

<sup>20</sup> SFS-EN 12021, 2014.

<sup>21</sup> SRakMK D1, 2007.

Valmistajat ohjeistavat käyttämään veden suodattimia niin verkoston alkupäässä kuin itse laitteissa. Verkoston alkupää on vesijohtoverkoston liittymispiste hoitotuolijärjestelmään. Suodatetun veden liittymispiste vesijohtoverkoston on usein erotettu sulkuventtiilillä, ja se toimii erillisenä järjestelmänä. Heti suodatetun veden alkupäässä vesi pyritään esisuodattamaan ennen päätymistä hoitotuolien omille suodattimille.

### **3 Hammashoitolan LVI-suunnitteluhuomioita**

Hammashoitolan LVI-suunnittelussa otetaan huomioon tilojen käyttötarkoitukset ja niiden tuomat reunaehdot suunnittelulle. Tilojen vaihteleva käyttöaste ja tarkoitus vaikuttavat välittömästi esimerkiksi ilmanvaihdon nopeasti kasvaneeseen tarpeeseen. Ihmistä tai laitteistosta lähtevä lämpökuorma on syytä ottaa tarkastelun kohteeksi. Palosastoinnit tulee ottaa huomioon kaikilla osa-alueilla asianmukaisin keinoin. Hammashoitolan erikoisjärjestelmät ja erikoisputkistot koskevat vain tiettyjä hammashoitolan tiloja. Seuraavaksi esitellään hammashoitolan keskeiset tilat ja niiden tyypillisimmät piirteet, joita täytyy ottaa huomioon LVI-suunnittelussa edetessä.

#### *Asiakastilat*

Asiakkaan käyttämiä tiloja ovat aula, odotus- ja wc-tilat. Asiakastiloissa on huomioitava kohteesta riippumaton vaihteleva henkilökuorma, joka vaikuttaa mitoittavien tekijöiden suunnitteluarvoihin. Odotustiloissa voi syntyä ajoittain ruuhkaa ja wc-tilojen on kestävä riittävän suuri kuormitus. Tarpeenmukainen ilmanvaihto tulee yleensä kyseeseen, kun ihmisten aiheuttama kuorma vaihtelee ja sen käyttö on suositeltavaa hammashoitolan kaltaisissa laitoksissa. Hammashoitola voidaan myös sulkea yöksi, jolloin halutaan välttää ilmanvaihdon tarpeetonta liikakäyntiä. Tilojen jäädytyksentarve on syytä ottaa huomioon, kun tarkastellaan kesän kuuminta päivää ja täyttä asiakaskuormitusta, joista aiheutuu viihtyisyyden kannalta haitallisesti kasvava sisälämpötilan nousu.

#### *Toimenpidehuone*

Yleensä normaalin toimenpiteen aikana yhdessä toimenpidehuoneessa on kaksi työntekijää yhtä asiakasta kohden. Hoituhuoneiden samanaikaisesta käytöstä riippuen voidaan arvioida käyttö- ja lämpökuorman määrä. Tilan kuormitus vaikuttaa suunnittelun mitoittaviin tekijöihin, kuten riittävään ilmanvaihtoon ja paineilman tarpeisiin. Ilman laatu

on säilytettävä riittävän laadukkaana koko toiminnan ajan. Tilan jäähdytyksentarvetta tulee myös tarkastella lämpökuormien kannalta.

Toimenpidehuoneen hoitotuoliin kytketään useimmat hammashoitolaan koskevat erikoisjärjestelmät, kuten paineilma-, kuiva- tai märkäimu ja suodatetun kylmän veden vesijohtojärjestelmä. Tilassa on usein myös vesipiste käsien tai hampaiden pesuun sekä tilanvaraus data ja sähköjohtojen varten hoitotuolilta tietokoneelle. Normaalia viemärointiä ja paineenalaista viemärointiä ei tule sekoittaa keskenään.

#### *Tekninen tila*

Paineilma- ja imupainejärjestelmä tuottaa paljon melua, ja ne on syytä sijoittaa omaan tilaansa, esimerkiksi tekniseen tilaan tai muuhun soveltuvaan tilaan. Järjestelmät ovat yhteydessä toimenpidehuoneisiin. Tärkeää on suorittaa riittävät äänitarkastelut, mikäli laitteet sijoitetaan lähelle työskentely- tai asiakastiloja. Laitteiden aiheuttamaa lämpökuormaa tulee tarkastella jäähdytystarpeen tarkastelun kannalta. Tila vaatii myös lähes aina lähettyvilleen vesilukollisen viemärointipisteen ja riittävät huoltovälit.

#### *Röntgenhuone*

Röntgenhuoneen suojaustarpeet ovat riippuvaisia röntgenputken käyttömäärästä, jännitteestä ja laitteen etäisyydestä oleskelutiloihin. Suojaustarve keskittyy lähinnä rakenteiden säteilyä suojaavaan käsittelyyn, mutta myös tarvittaessa tehokkaaseen poistoviemärointiin ja ilmanvaihtoon. Röntgenhuoneen ilma on jäteilmaa, eikä sitä saa käyttää siirtoilmana.

#### *Välinehuoltotila*

Hammashoitolan keskeinen tila on toimiva välinehuoltotila ja sen sisältämä laitteistokoonpano. Välinehuollossa suoritetaan erilaisia toimenpiteitä, joissa pestään, desinfioidaan ja steriloidaan käytettyjä instrumentteja. Pesulaitteet aiheuttavat tilaan suhteellisen suuren kosteus- ja lämpökuorman. Jäähdytyksen tarve on yleensä välttämätön, ja kohdepoistoa kosteuden poistamiseen voidaan harkita. Välinehuoltotilassa sijaitsee usein myös hoitotuoleille menevän kylmän vesijohtoveden sulku, jonka käyttöä hallitaan henkilökunnan toimesta.



### *Henkilökunnan muut tilat*

Muita henkilökunnan käyttämiä tiloja ovat toimisto, taukokuone, pukuhuone, wc-tilat ja varasto. Varastojen yhteydessä voi sijaita myös siivoushuone. Näitä tiloja koskevat lähinnä ilmanvaihdolliset erikoispiirteet tilojen vähimmäisilmavirtamäärissä. Wc-tilojen ilmamääristä on hyvä huomioida kokonaisvaltaisessa suunnittelussa, että vaaditut poistoilmatarpeet eroavat asiakaskäytöstä ja ovat niitä pienempiä. Taukokuoneen ilmanvaihdon kannalta on huomioitava myös keittiön lieden mahdollisuus, jotka aiheuttavat rasvakäryjä.

### 3.1 Lämmitys ja jäähdytys

Hammashoitolan lämmityksen ja jäähdytyksen suunnittelu on perinteisten menetelmien mukaista, mutta suunnittelussa on silti syytä ottaa huomioon muutamia hammashoitolaan kuuluvia erikoispiirteitä eri tilojen osalta. Erikoissuunnittelu keskittyy lähinnä välinehuoltotilan ja teknisen tilan jäähdytykseen, toisin sanoen niihin tiloihin, joissa on normaalitilaan verrattuna erityistä kasvanutta lämpökuormaa. Teknisen tilan tai välinehuollon kasvanut lämpökuorma aiheuttaa huonoimmassa tilanteessa laitteiden toimintahäiriön tai laskee niiden toimintakykyä haitallisiin määriin. Eniten lämpökuormaa aiheuttavat kovassa käytössä olevat laitteet, kuten kompressorit, pesulaitteet sekä auringon tuottama lämpösäteilyenergia.

Tilanteessa, jossa tilat eivät jäähdy ensisijaisesti passiivisia menetelmiä käyttäen, täytyy tilaan suunnitella jäähdytysjärjestelmä poistamaan ylimääräinen lämpökuorma esimerkiksi kasettipattereita ja glykoliverkostoa käyttämällä. Jäähdytystapoja on monia ja järjestelmä tulee valita kohdekohtaisesti.

### 3.2 Käyttövesi- ja viemäröintiverkosto

Käyttöveden ja viemäröinnin suunnittelussa on syytä keskittyä järjestelmän käyttövarmuuteen ja riittävään tilatarkasteluun vesivahinkojen estämiseksi. Käyttövarmuus saadaan toteutettua riittävällä toimenpiteillä, esimerkiksi tarkastelemalla putkireitityksien periaatteita ja muita materiaalivalintoihin liittyviä huomioita. Putkistojen reitit tulee ennen kaikkea suunnitella paikkoihin, joista niitä on helppo huoltaa ja joista pienet vuodot paljastuvat riittävän ajoissa vesivahingon estämiseksi. Hammashoitolassa on myös

paljon muita paineen alaisia viemäriputkia, joita ei tule sekoittaa normaaliin jätevesi-viemäröintiin.

Vesijohtojen ja viemäriputkien korjaaminen sekä ylläpitäminen helpottuvat, kun ne sijoitetaan helposti päästäviin rakenteisiin, kuten alaslaskettuun kattoon tai niille varattuun hormitilaan. Tarkastusluukkujen määrä ja riittävän luukkukoon merkitys kasvaa, kun huoltomiehellä tulee tarve päästä venttiileihin käsiksi. Usein hammashoitolan käyttövesijärjestelmän putket jäävät lattian alle johtuen hoitotuolien kytkentätavoista. Tällöin tulisi varmistaa niiden vuotamattomuus, jotta huomaamatonta vesivahinkoa ei pääse syntymään.

Putkimitoituksessa on tarkasteltava materiaalien kestävyyttä myös pidemmän aikavälin kannalta. SrakMK D1:n<sup>22</sup> mukaan liian nopea veden virtausnopeus putkessa syövyttää putkea ja heikentää siten sen kestävyyttä. Tähän vaikuttaa osin myös veden laatu. Lisäksi virtausnopeuksien vaikutus äänitasoihin on huomioitava mitoittavissa laskennoissa.

Materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa putkirikkojen estämisen suunnitteluun. Muovi-putkea suosimalla saadaan järjestelmässä vähemmän rikkoutuvia liitoskohtia. Tämä voi olla hyvä vaihtoehto erityisesti tilanteissa, joissa vesijohtoputket on sijoitettava lattiaan. Metalliseosputkille taas on olemassa erilaisia liitostapoja, kuten yhteen juottaminen tai pikaliitokset. Näitä käytetään useimmiten pinta-asennuksissa ja runk-osuuksien materiaalina. Materiaalivalinnat on toteutettava järjestelmä- ja kohdekohtaisesti tilanteeseen parhaiten sopivalla tavalla.

Putkiston ympärille on muistettava suunnitellussa jättää varaus eristykselle ja kannakoinnille. Linjoja ei tule viedä ulkoseinämässä jäätymisvaaran vuoksi, eikä rakenteita saa heikentää. Lämpölaajenemisen vaikutukset on huomioitava pitkiä linjoja tehdessä riittäväillä putkivarauksilla.

Käyttövesiverkoston suunnitelmissa on syytä painottaa vuodonilmaisimien ja vuoto-kaukaloiden sijoittamista ajoittain rikkoutuvien ja vesipisteeseen liitettyjen pesulaitteiden ympärille. Näillä toimenpiteillä saadaan helposti laiterikot tai jakotukkien vuodot esiin tarpeeksi ajoissa. Järjestelmään voidaan myös lisätä magneettiventtiili tai muu

---

<sup>22</sup> SRakMK D1, 2007.

sulkuventtiili hallitsemaan veden paineen hillitsemistä aikoina, kun hammashoitola ei käytetä.

Moni hammashoitola perustetaan toimistorakennukseen tai muihin jaettujen kiinteistöiden toimitiloihin. Tämän vuoksi vesivahingon ennalta estäminen on erityisen tärkeää. Hammashoitoloissa on muodostunut yleiseksi käytännöksi, että työntekijät hallitsevat hoitotuolien vedentuloa yhdestä paikasta. Ideana on, että vesi kytketään päälle työvuoron alkaessa ja suljetaan sen päättyessä. Tällä pyritään estämään hoitotuoleista aiheutuvia vesivahinkoja, joita ei usein huomata kuin vasta seuraavana päivänä.

Mikäli hammashoitolassa on röntgenhuone tai laboratorio, tulee näiden jätevesien mahdollinen keräystarve ottaa huomioon ja selvittää. Nestemäiset radioaktiiviset jätteet tulee johtaa ionisoivan säteilyllä merkityn kaatoaltaan kautta viemäriin. Takaisinvirtauksen estäminen on suositeltavaa ja viemäriputki tulisi johtaa suoraan pääviemäriputken runko-osaan. Käsien puhdistamista varten vaaditaan sellaista vesipistettä, jota voidaan käyttää ilman fyysistä koskettamista.<sup>23</sup>

### 3.3 Ilmanvaihto

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2<sup>24</sup> on määritelty vaaditut vähimmäisilmamäärät hammashoitolan sisältämille ja kaltaisille tiloille sekä muut ilmanvaihdon suunnitteluun tarvittavat rajapinnat asennustapojen että etäisyyksien kannalta. Hammashoitolaan liittyvät suunnitteluarvot ovat määräyksistä koottuna taulukkona taulukossa 1, jossa on koottu hammashoitolaan koskevat vähimmäisilmamäärävaatimukset. Hammashoitolan muu ilmanvaihdon suunnittelu on hammashoitoloiden kesken kohdekohtaista ja sitä sitovat suurimmiksi osin samat määräykset ja ohjeet kuin muitakin ilmanvaihdon järjestelmiä.

Ympäristöministeriön toimeksi antamana SULVI (Suomen LVI-liitto) on tehnyt vuoden 2014 lopussa uusintatarveselvityksen rakentamismääräyskokoelma osan D2 uusimistarpeesta. Suomen rakentamismääräyskokoelma uusitaan uuden lainsäädännön mu-

---

<sup>23</sup> STUK, 2008: 5.

<sup>24</sup> SrakMK D2, 2012: 29.

kaan vuoden 2017 loppuun mennessä.<sup>25</sup> Uusissa määräyksissä tulee olemaan hammashoitolaa koskevia muutoksia, jotka vaikuttavat ratkaisevasti ilmamäärien suunnitteluarvoihin.

Nykyisiä voimassa olevia rakentamismääräyksiä tulee siihen asti noudattaa, mutta suunnittelussa voidaan ottaa osin jo nyt huomioon SULVI:n ehdottamia muutoksia koskien tulevia ilmamäärien suunnitteluarvoja. Esimerkiksi odotustilat ovat tiloja, joissa ilmamääriä halutaan muuttaa pienemmäksi. Nykyiset määräykset vaativat odotustilalta, että raitista ilmaa saadaan kolme litraa sekunnissa henkilöä kohden. Suuri ihmismäärä aiheuttaa suuren ilmamäärän, ja tällöin eteen voi tulla kanava- tai äänitekniisiä ongelmia. Kiristyvät energiamääräykset vaativat myös ponnisteluita ilmamäärien aiheuttaman energiakulutuksen ajattelun kannalta.

Tulevia ilmamäärämuutoksia tavoitearvoissa voidaan ennakoida suunnittelemalla järjestelmä joustavaksi ilmamäärien säätövaran suhteen, jolla voidaan tavoittaa sekä nykyiset että tulevat ilmamäärät. Ilmanvaihto tulisi suunnitella hammashoitolassa ja etenkin odotustilassa tarpeenmukaiseksi lukuunottamatta tiloja, joissa pyritään vakioilmanvirtaan, kuten wc- tiloissa tai välinehuollossa.

Hammashoitolan toimenpidehuoneiden ilmanvaihto suunnitellaan tapauskohtaisesti ottaen mallia määräyksien antamista vähimmäisilmamääristä. Hammashoitoloiden toimenpidehuoneet voidaan rinnastaa sairaalan toimenpidehuoneisiin rakentamismääräyskokoelman taulukon 7 mukaisesti hoitolaitoksen ohjeistaviin arvoihin. Taulukossa viitataan toimenpidehuoneen tapauskohtaiseen suunnittelutarpeeseen. SULVI on hahmotellut tarveselvityksessään, etteivät nykyiset ilmamäärät toimenpidehuoneissa ole riittäviä. Sairaalan toimenpidehuone poikkeaa sairaalakaasuvälikäytöstään paljon hammashoitolasta, jossa ilman nopea vaihtumisen tarve ei välttämättä aina tule samalla lailla eteen. Nykyisessä suunnittelussa tulee edetä kohdekohtaisesti ja tehdä sen kautta arvio tarvittavista ilmamääristä, joissa on otettu huomioon kasvava ilmamäärän tarve.

Käyttökuormitus voi olla hyvin erilaista hammashoitolan tiloissa johtuen vaihtelevista asiakasmääristä. Hammashoitolassa olevien WC-tilojen ilmanvaihdon suhteen on otettava erityisesti huomioon, että määräykset vaativat suuremmat vähimmäispoistoilma-

---

<sup>25</sup> SULVI, 2014.

määrät asiakkaiden käyttämille WC-tiloille kuin hammashoitolakunnan omille WC-tiloille. Tiukentuneiden energiamääräysten vuoksi tulisi poistoilmasta ottaa mahdollisemman paljon lämpöä talteen, joten suurissa laitoksissa on syytä optimoida ilmanvaihtokoneiden lämmönsiirtimet toimimaan mahdollisimman tehokkaalla tavalla. Pyörivä lämmöntalteenotto on tehokas järjestelmä, mutta sen heikkoutena on likaisen poistoilman palautumisen vaara. Ilmanvaihtokoneen ominaisuuksilla voidaan myös vaikuttaa esimerkiksi lisäämällä jäähdytyspatteri järjestelmään, jolla pyritään miellyttäväm-  
pään sisäilmastoon. Sisäilmaston laatu on hammashoitolan kaltaisessa tärkeä, sillä yksityiset hammashoitolat kilpailevat olemassa olevilla olosuhteillaan niin asiakkaista kuin työntekijöistä.

Välinehuoltotilassa sijaitsee korkealla käyttöasteella olevia pesukoneita, joista voi syntyä ajoittaisia suuria kosteus- ja lämpökuormia. Riippuen laitteiden määrästä ja toimintatavoista tilan ilmanvaihtoa ja jäähdytystä tulee tarkastella kohde- ja laitekohtaisesti. Myös tehokasta kohdepoistoa voidaan harkita, mikäli ollaan huolissaan pesuhöyryn leviämisestä rakenteisiin. Jäähdytyksen tarve on yleensä tarpeellista välinehuoltotiloissa, koska laitteiden tuottama lämpö pienessä tilassa nostaa sisäilman lämpötilaa hyvin tehokkaasti.

Hammashoitolan työntekijöiden pukuhuone vaatii sekä tulo- että poistoilman lähteen. Pukuhuoneen tuloilman määrä on neliöperusteinen, ja sen myötä poistoilmavirta määritellään pukuhuonekaappien lukumäärän perusteella. Ilmamäärät ovat rakentamismääräyskokoelmassa määrättyjä vähimmäismääriä, ja ne tasapainotetaan tilanteeseen sopivalla tavalla riippuen kohteen muista ominaisuuksista. Hammashoitolan siivoustilat eivät eroa normaaleista siivoustiloista, mutta myös niille on määritelty omat poistoilmavirtansa määräyksissä.

Laboratorion tai röntgenhuoneen ilman vaihtuvuus täytyy taata riittävin osin riittäväillä ilmavirroilla. Ilmamäärät riippuvat kalustuksesta ja käyttötarkoituksesta. Huoneen ilmanvaihto suunnitellaan alipaineiseksi muihin ympärillä oleviin tiloihin nähden. Poistoilmaa ei saa kierrättää, joten se täytyy johdattaa ulos rakennuksesta erillistä kanavaa käyttäen ottaen. Tarvittaessa poistokanava on suunniteltava siten, etteivät esimerkiksi radioaktiiviset höyryt pääse kondensoitumaan ja valumaan takaisin huoneeseen. Poistokanava on tarvittaessa merkittävä säteilyvaaraa osoittavalla merkillä. Mahdollisen

radioaktiivisuuden tulee käydä myös ilmi ilmanvaihdon suunnitelmista ja hormikuvista.<sup>26</sup> Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisia ilmanvaihtolaitteiden sisään- ja ulosvirtausaukkojen välisiä etäisyyksiä tulee noudattaa suunnittelun ohella.

Taulukko 1. Hammashoitolaan koskevat taulukkoarvot (SRakMK D2. 2012)

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta	Poistoilma- virta	Äänitaso	Ilman nopeus
	(dm <sup>3</sup> /s)/hlö	(dm <sup>3</sup> )/m <sup>2</sup>	L <sub>A,eq,T</sub> / L <sub>A,max</sub> dB	
Sairaalan toimenpidehuone	2		33 / 38	0,2 / 0,3
Odotustilat	3		33 / 38	0,2 / 0,3
Työpaikkatilojen WC:t		20 / paikka	38 / 43	
Potilas- ja odotustilojen WC:t		30 / paikka	38 / 43	0,2
Siivoustila		4		
Kahvio, taukotila	5		38/43	0,25
Pukuhuone	5	4 / kaappi	38 / 43	0,2

	Vertailuarvo, toimenpide-, röntgen- ja välinehuoltotilojen ilmanvaihdon määrä suunnitellaan tapauskohtaisesti
--	---

### 3.4 Erikoisputkistot

Putkien suunnittelussa noudatetaan valmistajan antamia ohjeita ja suunnittelu toteutetaan tiiviissä yhteistyössä hammaslääketieteen asiantuntijoiden kanssa. Hammashoitolan erikoisputkistosta on suositeltavaa selkeyden vuoksi tehdä erilliset piirrokset kustakin järjestelmästä, mutta tämän tarve on aina arvioitava kohteen mukaisella tavalla.

Tilaa määrittelee lopulta järjestelmät, jotka tulevat hammashoitolan käyttöön. Hammashoitolan LVI-suunnittelussa erikoisputkistot sijoitetaan usein hoitotuolien, välinehuoltotilan ja teknisen tilan välille. Yleensä hoitotuolille tuodaan paineilmaa, suodatettua kylmää käyttövettä yhdessä sylkyaltaan viemäroinnin kanssa sekä kuiva-/märkäimujärjestelmä. Kuiva-/märkäimu on paineellinen viemärointijärjestelmä, joka tarvitsee erillisen painetta tuottavan järjestelmän esimerkiksi tekniseen tilaan. Imujär-

<sup>26</sup> STUK, 2008: 5.

jestelmä imee käyttöpisteeltä nesteen paineen alaisena viemäriin, ja sitä käytetään yleensä hampaan hoidon yhteydessä nesteen poistamiseen suusta.

Eryteisesti käyttövesiverkoston tilavaraukset erikoisputkiston kanssa tulee ottaa syvempään tarkasteluun. Lattiassa saattaa olla yhtäaikaisesti monia eri järjestelmien putkia, kuten käyttövesi-, viemäri-, paineviemäri- ja paineilmaputkia. Tämän lisäksi lämmitys- ja jäähdytysputket sekä ilmanvaihtokanavat tarvitsevat oman tilanvarauksensa käytettävissä oleviin tiloihin. Tarvittaessa lattian ahtautta voidaan väljentää esimerkiksi rakentamalla korotettu lattia, jossa tekniikka mahtuu kulkemaan sille suunnitellulla tavalla.

Erikoisputkistot voidaan asentaa, kuten yleensä, lattiaan, pintaan tai muualle rakenteisiin. Hammashoitoloissa lattiaan asentaminen on yleinen ratkaisu, sillä putkistoa kertyy paljon hoitotuolilta lähtien. Tällöin täytyy ottaa huomioon tarvittavat toimenpiteet mahdollisten vesivahinkojen varalta esimerkiksi asentamalla vuodonilmaisimet todennäköisimpiin vuotokohtiin, esimerkiksi putkituksien liitoskohtien tai sulkuventtiilien kohdalle. Läpiviennit ovat hyvä myös vesieristää. Erikoisputkistot ovat joissain hoitotuolimalleissa mahdollista myös viedä osittain yläkautta alakattorakenteessa, mutta näitä tapauksia tulee harkita ja käsitellä tapauskohtaisesti. Lähtökohtaisesti tilanteen salliessa lattiaan sijoitetaan viettoviemäri, jolloin on järkevää sijoittaa sinne myös muu tarvittava tekniikka.

Laitevalmistajat suosittelevat myös suodatetun veden erikoisputkiston vedentulon sulkemista työpäivän päätteeksi.<sup>27</sup> Tällä varmistetaan, että vesivahinko ei tapahdu sinä aikana, kun paikalla ei ole ketään. Hammashoitolat sijaitsevat usein toimistorakennuksissa tai erillisinä kiinteistöinä, jolloin vesivahingon huomaaminen toimistoaikojen ulkopuolella voi olla hankalaa.

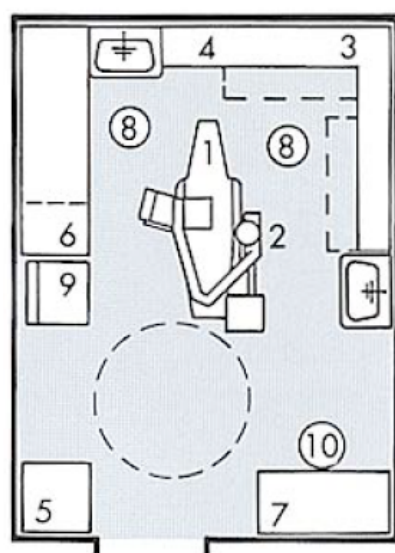
#### 3.4.1 Toimenpidehuoneen tekniikka

Hammashoitolan vastaanottohuoneessa (kuva 2) sijaitseva potilastuoli on yksi keskeisimmistä LVI-suunnittelijaa koskevista laitteista. Potilastuolissa kiinni olevaan hoitokoneeseen sisältyy useimmiten kaikki tarvittava erikoisputkisto, mitä hampaiden hoidon toimenpiteissä tarvitaan. Hoitotuoleille päätyvien putkistojen puhtaus tulee pitää hyvänä

---

<sup>27</sup> FINNDENT, 2013.

putkistojen osalta, mutta myös hoitotuolien vesiyksiköt huolletaan henkilökunnan toimesta, jotta verkostoveden haitallisia bakteerikalvoja ei pääsisi kasaantumaan myöskään laitteiston linjojen ohuisiin vesitiehyisiin.



- 1 potilastuoli
- 2 hoitokone
- 3 hoitokaapistot
- 4 röntgenlaite
- 5 hyllykaappi
- 6 kirjoitustaso ja laatikosto
- 7 hammashoitajan kirjoituspöytä
- 8 työtuoli
- 9 asiakastuoli saattajan tuoli
- 10 työtuoli

Kuva 2. Esimerkki hammaslääkärin vastaanottohuoneesta

Riippuen hoitotuolin mallista ja huoneen kalustuksesta tulee hoitotuolille suunnitella haluttuun sijaintiin vähintään yksi muoviviemäriputkivaraus (esim. nimellishalkaisijaltaan 32) hoitotuolin data- ja sähköjohtoja varten. Hoitotuolit ovat usein sähkössäätöisiä, ja joissain malleissa on myös mahdollisuus älykkään datan siirtämiseen tietokoneelle. Liitteessä 1 on Sirona-nimisen hoitotuolin kytkentä-esimerkki lattiaan. Esimerkissä on valmiiksi määritelty kytkentäkoot ja etäisyydet johdoille, joita suunnittelussa tulee noudattaa. Hoitotuolin mallin ja kytkentätapojen tulisi olla tiedossa suunnitelmia tehdessä, sillä jotkut hoitotuolit voivat olla myös yläkytkentäisiä.

Toimenpidehuoneeseen suunnitellaan usein myös 1–2 vipuhanaista käsienspesuallasta, jotka toimivat yleiskäytössä ja joiden tarve määritellään tilaajan puolelta. Pesuallashanat ovat muuten normaalikäyttöisiä käyttövesipisteitä, mutta niiden käyttövarmuus halutaan varmistaa poistamalla ylimääräinen automatiikka käytöstä ja sijoittamalla vesilukot väljästi takaisintulvimisen estämiseksi.



Pesualtaita käytetään yleishygieniaan käsienpesuun ja esimerkiksi juomaveden saantiin. Pesualtaita voidaan käyttää myös muuhun huuhteluun, mutta yleisenä huomiona altaaseen ei saa kaataa haitallisia nesteitä, kuten hampaanhoidon toimenpiteessä kertynyttä vanhan paikan jäämiä sisältävää nestettä ilman erillistä amalgaamierotinta. Amalgaamipaikat sisältävät elohopeaa ja ovat ongelmajätettä. Niiden poisto tapahtuu usein joko imuputkistoja kautta imujärjestelmän omaan amalgaamierottimeen tai hoitotuolissa olevaan erottimeen.

### 3.4.2 Käyttövesi ja viemäröinti

Suodatettu käyttövesijärjestelmä erottuu muusta käyttövesiverkostosta rakenteeltaan siten, että se palvelee ainoastaan hoitotuolien vesipisteitä. Hoitotuoleille kulkeutuva käyttövesi on esisuodatettua vesijohtoverkostovettä, eikä sitä suositella otettavaksi suoraan vesijohtoverkostosta. Tämä tarkoittaa tilasuunnittelun kannalta sitä, että käyttövesiputket saattavat mennä helposti sekaisin käyttövesiverkostopohjakuvia tarkastellessa.

Hoitotuoleille suunniteltava suodatettu käyttövesijärjestelmä sekä sen erikoisviemäröinti on selkeyden vuoksi suositeltavaa tarvittaessa liittää erilliseksi dokumentiksi. Suodatettu vesijohtojärjestelmä johdetaan kooten hoitotuoleilta välinehuoltotilaan, josta runkoputki liittyy esisuodattimen ja sulkuventtiilin kautta vesijohtoverkoston. Tämä mahdollistaa järjestelmän hallitsemisen välinehuollosta käsin ja helpottaa sen huollettavuutta myös jatkossa.

Suodatetun ja kylmän käyttöveden käyttö on määrällisesti vähäistä hoitopisteissä. Vedden käyttö on lähinnä ajoittaista hoitajan suorittamaa hampaan huuhtelua, joten vesimäärä ei pääse kasvamaan suureksi. Mitoitettavan virtausnopeuden kalusteelle tulee olla korkeintaan 10 litraa minuutissa paineiskujen välttämiseksi. Käytettävä putkimateriaali on jo aiemmin toksiseksi todettua kupariputkea DN 10 tai vastaavaa nylonputkea.

Hoitokoneen vesikytkennän syöttöputki varustetaan imusuojalla ja vesisuodattimella (kuva 3), jonka suodatustehokkuus on partikkelikokoa  $<10 \mu\text{m}$ . Hyvä veden laatu estää ohuimpien vesiletkujen tai käytettyjen instrumenttien tukkeutumisen mahdollisuuden. Suodattimella pyritään suodattamaan liat, bakteerit, ruoste, kalkki ja muut kiinteät hiukaset siten, etteivät ne pääse tukkimaan hoitokalustoa. Mallista riippuen hoitoyksikön vesiverkostonpaine 2–6 baria. Hoitokoneisiin suositellaan asennettavaksi myös konekohtainen sulkuventtiili turvallisuuden ja huoltomahdollisuuksien vuoksi.<sup>28</sup>



Kuva 3. Cuno-vesisuodatin

Toimenpiteissä käytetty vesi voidaan viemäroidä sylkykuppien kautta kiinteistön viemäriverkostoon. Koneet ovat usein itsessään vesilukollisia, joten viemäriin ei tarvitse suunnitella erillistä vesilukkoa ellei toisin mainita. Viemäriputki on nimellishalkaisijaltaan 32 millimetriä maksimissaan kahden ensimmäisen metrin matkalta, minkä jälkeen se täytyy kasvattaa suurempaan kokoon tuulettumattomuutensa vuoksi.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> FINNDENT, 2013.

<sup>29</sup> SRakMK D1, 2007: 48.

### 3.4.3 Paineilmajärjestelmä

Paineilmajärjestelmä suunnitellaan asiakkaan vaatimia tarpeita varten. Suunnittelun alkuvaiheessa asiakas sopii laitetoimittajan ja suunnittelijoiden kanssa paineilman käytöstä ja sen tarpeista, minkä perusteella suoritetaan laitevalinnat ja muut suunnitelmiin liittyvät yksityiskohdat.

Usein paineilman käyttö hammashoitolassa sisältää kompressorin sijoittamisen ääniteknisistä syistä tekniseen tilaan ja sieltä putkireitityksen kompressorilta hoitotuoleille. Hammashoitolan paineilmanverkoston voi johtaa myös muualle esimerkiksi laboratorioon tai välinehuoltotilaan asiakkaan tarpeiden vaatiessa.

Paineilmaa käytetään monella eri tapaa muun muassa kuivaamiseen. Paineilmaa käytetään välineiden puhdistamiseen ja porien toimintaan. Ilma-vesiruisku käyttää paineilmaa hampaan pinnan kuivaamiseen paikkauksia tehdessä ja vettä huuhtelemiseen. Turbiinipora toimii paineilmalla, ja se pyörii mallista riippuen 400 000 kierrosta minuutissa.<sup>30</sup> Välinehuollossa paineilmasta on myös hyötyä, sillä paineilma syrjäyttää veden helposti vaikeista ja hankalasti päästävistä paikoista.

Hammashoitolassa riittää usein pienikokoinen paineilmajärjestelmä, riippuen hoitoyksiköiden määrästä hoitolaitoksessa. Paineilmaa tuottaa kompressori, joka sijoitetaan esimerkiksi tekniseen tilaan. Kompressori tuottaa huomattavan määrän melua, joka täytyy huomioida myös ääniteknisessä tarkastelussa.

Hammashoitolan äänitasojen tarkastelemisessa tärkeää on huomioida erityisesti kompressorihuoneesta kantautuvat äänet ilmanvaihtokanavien ja/tai ovirakojen kautta. Kompressorihuoneen sijainti saattaa myös aiheuttaa äänen eristyksen tarpeen, kun tarkastellaan oleskelutilojen etäisyyksiä äänilaskelmissa.

Normaali ilmajäähdytteinen kompressori tuottaa äänen lisäksi suurta lämpökuormaa. Liiallinen lämpökuorma täytyy tarvittaessa poistaa esimerkiksi jäähdyttämällä ilmaa lämpötilan kasvaessa liian korkeaksi (+30 C). Teknisen tilan ollessa pieni voi kompressori kokonsa puolesta mahtua pieneen tilaan, mutta silloin se tarvitsee puhdasta ja viileää imuilmaa käyttöönsä. Ahtaat ja pienet suljetut tilat kuumenevat nopeasti yli halu-

---

<sup>30</sup> Ketopaikka, 2015.

tun lämpötilarajan ja saattavat aiheuttaa toimintahäiriöitä kompressorissa lyhentäen sen käyttöikä. Likainen ilma tukkii nopeammin kompressorin suodattimet heikentäen sen toimintakykyä. Ulkoa otettava imuputkisto on yksi ratkaisu, jolla voidaan hoitaa laadukas ilmanotto hankalissa paikoissa.

Paineilman tulee olla öljytöntä, koska paineilman mukana tuleva öljy saattaa vahingoittaa hoitolaitteen kumi- ja muoviletkuja sekä vaikeuttaa paikkamateriaalien kiinnittymistä hampaaseen.

Paineilmajärjestelmä tulee lisäksi varustaa vedenerottimella, jolloin tila tarvitsee myös vesilukollisen lattiakaivon erotetun veden poisjohtamista varten. Mikäli hoitolaitteistoa syöttävä paineilmajärjestelmä ei ole varusteltu automaattisella kosteudenpoistolla, paineilmaverkostoon kertyvä kondenssivesi tulisi poistaa vähintään kerran päivässä. Kompressorille valuva vesi voi rikkoa laitteen toiminnan, joten kompressorilta lähtevä paineputkisto täytyy suunnitella riittävällä kaadolla tai esimerkiksi joutsenkaulaa käyttämällä, ettei lauhtuva vesi pääse valumaan kompressorille. Järjestelmä suunnitellaan niin, että vesi saadaan poistettua painovoimaisella menettelytavalla.

Putket ovat materiaaliltaan kuparia tai vastaavaa nylonputkea. Pikaliitoksia ei suositella vuotoriskin vuoksi. Vuodot mitataan tarkkailemalla kompressorin käyntiväliä silloin, kun verkosto ei ole käytössä. Pienet vuodot aiheuttavat ajan kuluessa suuret kustannukset, kun kompressoritekee jatkuvaa ylimääräistä työtä paineen ylläpitämiseksi. Putkien koot pysyvät melko pieninä hammashoitoloiden kokoisissa paineilmaverkostoissa. Tarvittaessa putkisto mitoitetaan olemassa olevien ohjeiden mukaisesti ottaen huomioon verkostoon kuuluvat painehäviöt ja mahdolliset kertavastukset.

Paineilman siirtoverkoston suunnittelussa valitaan yleensä joko suora verkko tai rengasverkko. Suorassa jakeluverkostossa putken runkokoko pienenee sen lähestyessä loppupäätä. Tällaista järjestelmää käytetään yleensä pienissä kohteissa ja sellaisissa verkostoissa, joissa käyttöpisteiden paineilman kulutus on yhtä suurta kullakin käyttöpisteellä. Linjasto on edullisin tapa toteuttaa järjestelmä, mutta sen haittapuolena on huollettavuuden vaikeus ja muutostarpeet. Rengasverkostoa voi pitää toiminnassa huollon aikana ja sille tehtävät muutostyöt ovat helpommin hallittavissa kun runkokoot eivät vaihtelee niin suuresti kuin suorassa linjastossa. Haittapuolena voidaan pitää sen

kasvaneen tilantarpeen luomaa järjestelmän monimutkaisuutta ja kasvaneita materiaalikustannuksia.

Hammashoitolan kompressori mitoitetaan hoitotilojen yhtäaikaiselle käytölle eli kompressorin tulisi tuottaa vähintään yhtä monta litraa minuutissa paineilmaa kuin mitä toimenpidehuoneet määrällisesti kuluttavat. Paineilmajärjestelmän on tuotettava painetta yhtä hoitotuolia kohden riippuen mallista n. 60 litraa minuutissa (6–8 bar). Eräät valmistajat ovat kustomoineet erilaisia kompressoripaketteja hampaidenhoito-alan paineilma-käyttöön. Esimerkiksi KAESER-nimisellä valmistajalla on öljyttömästi puristavia kompressoreita, joissa ilma on kuivatettu sekä puhdistettu eri kuivaimin ja suodattimin. KAESERIN valmistama Dental 5 T -kompressori (kuva 4) on hammashoitolaan soveltuva paineilmakompressori. Sen paineentuotto 5 baarissa on jatkuvalla käytöllä 225 litraa minuutissa, joten se riittää noin 5 hoitoyksikön käyttöön. Moottorin teho on 2,2 kW ja äänenpainetaso 69 dB (A). Paineilman laatu vastaa laitteessa standardia EN ISO 7494-2:2003, Dentistry-Dental units, 0 Part 2: Water and air supply (ISO 7484-2:2003).



1. Imusuodatin
2. Kompressorilohko
3. Jälkijäähdytin
4. Vedenerotin
5. Adsorptiokuivain (SECCOMAT)
6. Integroitu hienosuodatin
7. Paineilmasäiliö
8. Painekeytkin
9. Paineilman ulosvirtaus

Kuva 4. KAESER Dental 5 T-kompressori.

### 3.4.4 Imupainejärjestelmä

Imupainejärjestelmä on hammashoitoloissa käytetty järjestelmä, jossa hoitotuolin instrumentilla imetään potilaan suusta liiallinen neste pois. Imukompressorin voidaan sijoittaa samaan tilaan hammashoitolan paineilmajärjestelmän kompressorin kanssa.

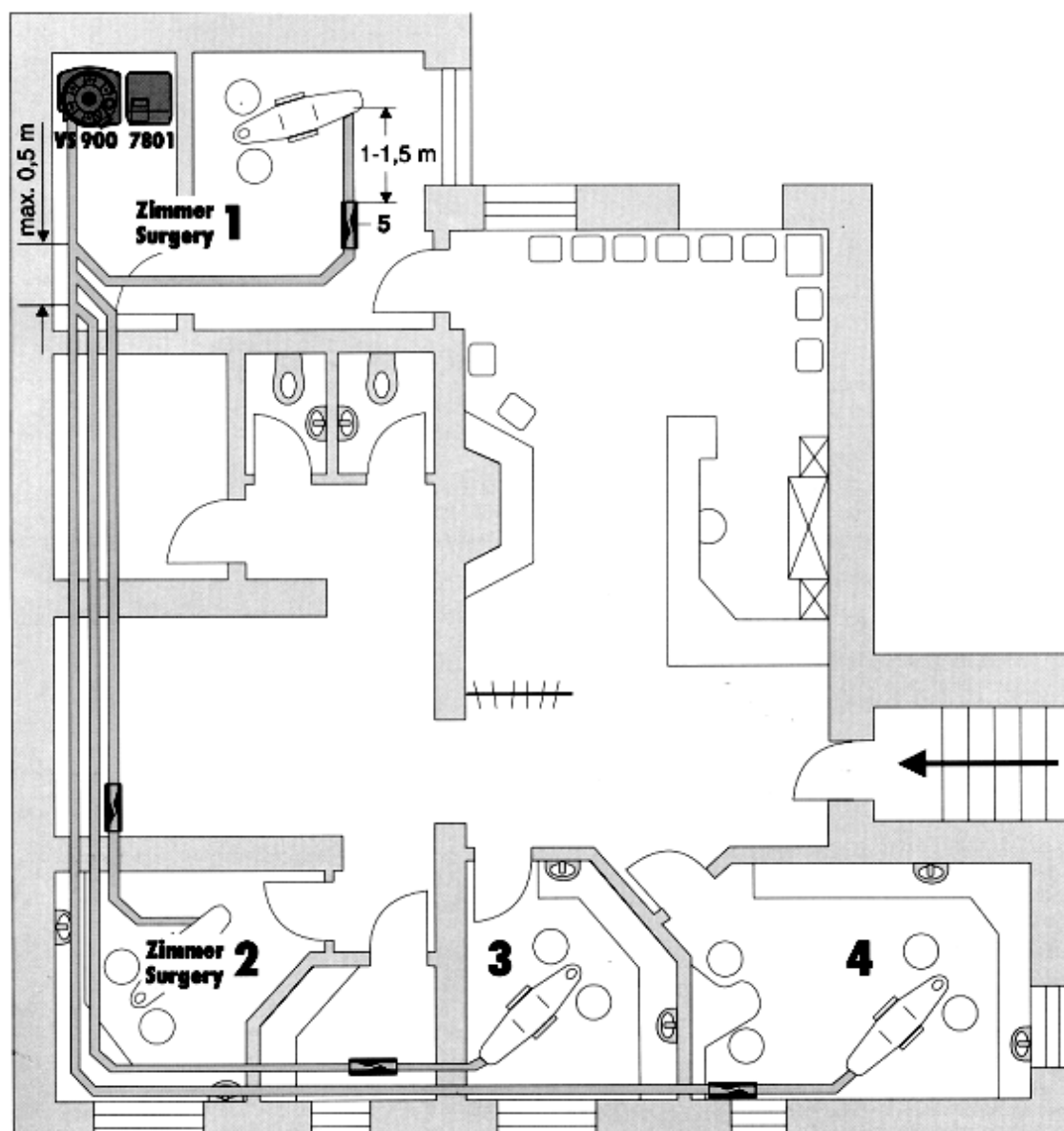
Imupainejärjestelmä voidaan suunnitella joko kuivaksi järjestelmäksi tai märäksi järjestelmäksi. Märkäimujärjestelmä on järjestelmä, joka lisää suodatettua vettä samalla, kun se imee asiakkaan suusta nestettä. Kuivaimujärjestelmä on nykyaikaisempi järjestelmä, sillä toisin kuin märkäimujärjestelmä, se ei kuluta suodatettua vettä toimiakseen ja on siten huomattavasti energiatehokkaampi järjestelmä. Kuivaimujärjestelmä vaatii myös vähemmän huoltoa, koska se sisältää vähemmän huolettavia osia.

Kuivaimujärjestelmän toiminnallinen tarkoitus on luoda tarpeeksi suuri imupaine, jotta ylimääräinen neste saadaan imettyä asiakkaan suusta viemäriin. Valmistajat arvioivat imutarpeiden olevan vähintään 0,2 litraa/asiakaskerta. Kuivaimussa neste liikkuu putkistossa saadessaan korvausilmaa hoitokoneen käyttöpisteeltä. Kun instrumentin käyttö lopetetaan, pysähtyy nesteen eteneminen. Imulinjassa tulee käyttää 45°:n kulmia virtausvastuksen minimoimiseksi.

Huomioitavaa on, että nestemäärä, joka hoitotuolilta imetään, ei päädy välittömästi suoraan viemäriverkostoon vaan hitaasti edeten kokoontuu tarpeeksi suureksi poistuvaksi nestemääräksi ja poistuu kohti verkoston loppupäätä.

Kuivaimujärjestelmä johdetaan imukompressorilta hoitotuoleille. Laitetoimittaja on antanut omat ohjeensa kuivaimujärjestelmän asentamista varten (kuva 5). Ohjeen mukaan nesteen siirtämiseksi pois hoitotuolilta on ensimmäinen metri oltava nimellishalkaisijaltaan kokoa DN 32 (esim. HT-muoviputkea), minkä jälkeen putki kasvaa kokoon DN 50 runkoputkelle asti. Runkolinjan suunnitteluun toimittaja (Hammasväline) ohjaa seuraavasti:

1–2 hoitoyksikköä	= DN 50
3–4 hoitoyksikköä	= DN 75
5 < hoitoyksikköä	= DN 110



Kuva 5. Vastaanoton imulinjapiirustus

On huomioitavaa, että liian suuret nousuputket imun alkupäässä aiheuttavat huomattavaa melua, kun paine ei riitä nostamaan nestettä tarpeeksi tehokkaasti. Syntyy tilanne, jossa linjaston korvausilma syrjäyttää nestemäärän suhteessa saatavilla olevaan liikumistilaan, mikä aiheuttaa virtaukselle toiminnallisesti heikentävää turbulენტtista virtausta. Pienemmistä putkista saadaan saatavilla olevalla imupaineella tehokkaammin enemmän irti nousuissa, ja järjestelmä pysyy myös hiljaisempänä nousuissa.

Runkoputkelle saapuessa neste täyttää vain pienen osan runkoputkesta, jolloin neste rupeaa hitaasti aaltoilemaan kohti veden erotinta niin kauan, kun se saa korvausilmaa käyttöpisteeltä. Seuraavalle nousuputkelle tai imumoottorin nousulle saapuessaan neste pyrkii nousemaan erinä ylös täyttäen halkaisijaltaan koko putken. Kuivaimumoottorilla vesi erotetaan ilmasta ja viemäroidään kiinteistön viemäriin.

Järjestelmä vaatii myös oman poistoputkensa korvausilman pois johtamiseen. Tätä varten tulee johtaa poistoputki ulos sadevedeltä suojattuna, ja sen tulee olla kooltaan sama kuin runkolinjan putken koko. Katolle viedessä tulee huomioida Suomen rakentamismääräyskokoelmassa mainitut varoetäisyydet muihin raitis- tai jäteilmapisteesiin.

Kylmässä tilassa kanavat tulee lisäksi kondenssi- ja lämmöneristää määräykset täyttävällä tavalla. Palo-osaston läpäistessä tulee kanava eristää myös palon leviämiseltä määräysten mukaisella tavalla esimerkiksi käyttämällä palokatkoja tai eristää palo-osaston ohittavalta matkalta.

Hammashoitoloissa on pitkään käytetty eri materiaaleja hampaiden paikkaamisessa, ja imujärjestelmä imee myös ihmisen kuolan lisäksi sen sisältämiä jäänteitä hammaslääkärin työn jäljiltä. Yksi käytetyimmistä aineista on ollut metalliseksinen amalgaami, jonka sisällöstä puolet on elohopeaa ja puolet hopeaa, kuparia sekä sinkkiä eriävissä määrin. Elohopean myrkylliset ympäristövaikutukset ovat olleet pitkään tiedossa, ja sittemmin sen käytöstä on luovuttu uusien muovipohjaisten aineiden tullessa markkinoille. Amalgaamin on todettu EU:n rahoittamissa tutkimuksissa olevan ihmisen terveydelle turvallinen hampaiden paikkausaine oikein käytettynä. Ongelmaksi amalgaami muodostuu sen sisältämän elohopean vapautuessa ja sitoutuessa esimerkiksi vesistöihin. Bakteerit voivat myös muuttaa elohopean metyylielohopeaksi, joka on tavallista elohopeaa myrkyllisempi raskasmetalli.<sup>31</sup>

Amalgaami on poistettava imujärjestelmän jätevedestä amalgaamierottimen avulla. Amalgaamierotin voi sijaita järjestelmän alku- tai loppupäässä. Esimerkiksi EXCOM hybrid 5 (kuva 6) toimii viiden hoitokoneen kuiva- tai märkäimujärjestelmän imumoottorina, johon on liitetty amalgaamierotin. Imumoottori erottaa amalgaamin lähes kokonaan (99,3 %).

---

<sup>31</sup> SCHER, 2008.





Kuva 6. EXCOM hybrid 5-kuiva-/märkäimujärjestelmä amalgaamierottimella.

EXCOM hybrid 5-imumoottorin tuottama ilmavirta on 2 500 litraa minuutissa, ja sen säädetty imupaine on 180 mbar. Laite aiheuttaa äänentuotossaan kohtuullisen korkean äänenpaineen äänitason ollessa 65 dB (A). Imumoottori imee sille säädetyn nesteen ja erottelee amalgaamin nesteestä.

Kirurgisten toimenpiteiden yhteydessä laite imee myös muun nesteen ohessa verta, joka on herkkä hyytymään ja aiheuttamaan tukoksia amalgaamierottimessa. Tämän yhteyteen voidaan tarvittaessa asentaa erillinen huuhteluyksikkö, joka syöttää pienen määrän vettä amalgaamierottelijaan imun aikana.

#### 3.4.5 Välinehuoltotila

Välinehuoltotila on hammashoitolan henkilökunnan käyttämä työskentelytila, jossa pääasiassa ylläpidetään hoitotoimenpiteissä käytettyjä instrumentteja. Välinehuoneessa säilytetään puhtaita ja likaisia välineitä, joita desinfioidaan ja steriloidaan. Hammaslääkärien käyttämät instrumentit ja välineet tulee jokaista käyttökertaa varten pestä, desinfioida ja steriloida. Desinfointi riittää välineille, joita käytetään terveeseen ihoon koskiessa tai limakalvoon sitä läpäisemättä. Steriloinnin tarkoitus on tappaa mikroorganismit, kuten virukset, bakteerit, sienet ja itiöt.

Desinfioivat pesulaitteet puhdistavat välineet ensin kylmävesihuuhtelulla. Seuraavaksi laite pesee välineet 45–55 asteen lämpötilassa, minkä jälkeen instrumentit desinfioidaan.

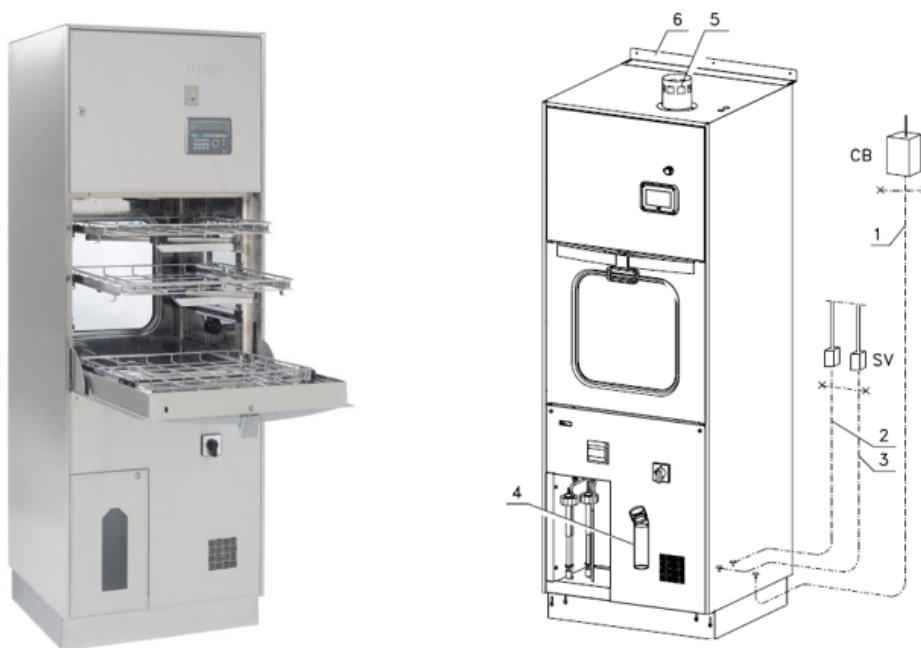
daan 85-asteista höyryä käyttämällä. Ohjelmaan voi kuulua myös kuivaus-toiminto ja sen kesto on laitekohtaista. Esipesun jälkeen välineet steriloidaan höyryautoklaavissa steriileiksi, minkä jälkeen välineet ovat valmiina käyttöön.

Pesuja suoritetaan useasti päivän aikana, ja laitteista kertyy suuri kosteus- ja lämpökuorma. Välinehuoneessa olevien pesulaitteiden lämpöä ja kosteutta voidaan poistaa riittävän tehokkaalla ilmanvaihdolla ja jäähdytyslaitteistolla.

Välineitä pestään erilaisilla laitteilla. Esimerkiksi DEKO 260 (kuva 7) on käyttötarkoituksensa standardit täyttävä pesu- ja desinfiointikone, joka soveltuu hammashoitolan käyttöön sen pesuominaisuuksien ollessa laajat ja tehokkaat. Koneella voidaan huuhdella ja desinfioida erilaisia lasteja, jotka sisältävät toimenpideinstrumentteja, puudutusvälineitä, kulhoja, välineitä, lasitavaroita ja samankaltaisia tarvikkeita.

DEKO 260-pesukone tarvitsee kylmän ja lämpimän käyttöveden liitännän verkostoveiteen ja siihen 0,5 l/s virtaaman. Viemäri­lähtö on halkaisijaltaan 50 millimetriä. Viemäri­röinti voidaan myös hoitaa lisävarusteena myytävän poistopumpun avulla, jolloin viemäriputken kooksi riittää 20 millimetriä halkaisijaltaan oleva poistoviemäri.

Tämän kaltaisissa laitteissa, joissa poistoveden lämpötila nousee korkeaksi, täytyy huomioida myös viemärimateriaalin lämmönkestävyys. Muoviputkessa, joka on usein edullisempaa ja asennusteknisesti helpompaa käyttää, on suositeltavaa käyttää korkean lämpötilan kestävää HT (High Temperature) -sertifioitua viemärimateriaalia.



1. Sähkö:
2. Lämminvesi: Letku L= 3 m, sisäkierre R 1/2"
3. Kylmävesi: Letku L= 3 m, sisäkierre R 1/2"
4. Viemäri: NS dia 50 mm  
(vaihtoehtoisesti 20 mm poistopumpulla, lisävaruste)
5. Höyrynpisto: dia 100 mm
6. Kiinnityslista (yksiovinen)

Kuva 7. (Vas.) Deko 260-pesu- ja desinfiointikone.  
Kuva 8. (Oik.) Deko 260:n kytkentäohje

Tehokas pesutoiminto pesee nopeasti välineet, mutta lyhyt aika ei yleensä riitä kuivatamaan ilmaa ja poistamaan kosteutta viemäriin riittävän tehokkaasti. Usein pesukoneen kantta avatessa käy ohjelman päättyessä niin niin, että ilman mukana poistuu myös runsas määrä kuumaa vesihöyryä tuoden ylimääräistä kosteuskuormaa huoneelle ja rakennukselle. Vesihöyry ei ole myrkyllistä tai muuten vaarallista, mutta rakennuksesta tulisi poistaa kaikki ylimääräinen kosteus mahdollisimman tehokkaasti kosteusvaurioiden poistamiseksi.

Deko 260-pesukoneeseen on rakennettu erillinen höyrynpistoputki laitteen yläosaan, josta se on mahdollista liittää poistoilmanvaihdon järjestelmään. Laittevalmistaja suosittelee laitteen yläpuolelle kohdepoistoa, jossa on 60 millimetritä halkaisijaltaan olevaa ilmanvaihtokanavaa ja jonka imukyky kykenee 30 l/s. Tällä tavalla voidaan höyry poistaa suoraan tilasta pois. (Kuva 8)

Välinehuoltotilaan kuuluu myös välineitä steriloivia laitteita, kuten painekammioinen autoklaavi, jonka teho perustuu ylipaineiseen kyllästettyyn vesihöyryyn ja sen koho-neeseen lämpötilaan. Kuuma lämpötila tappaa bakteerit, jotka aiemmasta esipesusta ovat jääneet jäljelle. Tällaiseen käyttöön sopii esimerkiksi Melagin saksalaisvalmistei-nen vakuumiautoklaavi Vacuklav 40 B+ (kuva 9), joka liitetään suoraan vesijohtover-kostoon pesukoneliitännän kautta. Autoklaavi steriloi välineet 10–17 minuutin aikana eri vaiheissa riippuen annetuista olosuhteista. Välineiden tulee olla esipestyjä.



Kuva 9. Vacuklav 40 B+ -vakuumiautoklaavi.

Välinehuollossa tarvitaan myös pesuallaspiste yleiseen käyttöön esimerkiksi ultraäänipesulaitteen täyttämiseen ja tyhjentämiseen. Ultraäänipesulaite voi tulla tarpeeseen, kun tarvitaan herkkien ja vaikeasti puhdistettavien instrumenttien pesemistä paikoista, joihin ei muuten pääse. Ultraäänipesulaitteen tehokkuus perustuu sen aiheuttamiin ääniaaltoihin. Sähköenergia muutetaan mekaaniseksi energiaksi väräyttelemällä koneen pohjassa olevia värähdyslaitteita. Nämä aiheuttavat ääniaaltojen mukana liikkuvia paineiskuja likaisten instrumenttien pinnoille, joista lika irtoaa. Biosonic UC128-ultraäänipesulaite (kuva 10) on yksi esimerkki tällaisesta laitteesta. Ultraäänipesulaite käyttää pieniä kantomääriä vettä (2–5 litraa vettä), joka vaihdetaan päivittäin. Ultraäänipesulaite ei ole steriloiva väline, mutta sen tarkoitus on pestä tai desinfioida muuten hankalasti puhdistettavia välineitä.



Kuva 10. Biosonic UC125-ultraäänipesulaite.

## 4 Yhteenveto

Hammashoitolan LVI-suunnittelun tärkeimmät suunnitteluhuomiot keskittyvät erikoisuunnittelun puolelle. Erikoisputkiston suunnittelu riippuu siitä, minkälaisia laitejärjestelmiä hammashoitolaan tarvitaan. Järjestelmän toteutustavat vaikuttavat LVI-tekniikan sijoittamiseen, kuten putkien asentamiseen lattian sisään. Hammashoitolan laitteisto on vahvasti laitetoimittajan ja laitevalmistajan ratkaisujen varassa ja erikoisjärjestelmissä on sen vuoksi syytä tukeutua laitevalmistajan ja laitetoimittajan asiantuntemukseen. Laitevalmistajat tuottavat hammashoitolan toiminnan kannalta tarpeellisia tuoteratkaisuja, joiden hyödyntämiseen tarvitaan myös LVI-suunnittelijan asiantuntemusta. Märkä- ja kuivaimujärjestelmien sekä paineilmajärjestelmien vaatimat tilavaraukset rakenteissa on syytä huomioida muiden järjestelmien sijoittamisen ohella. Projektissa on tärkeää selvittää jo alkuvaiheessa järjestelmien tarpeet ja niiden keskinäiset suhteet, jotta projektin läpivienti sujuu tehokkaasti.

Hammashoitola täytyy suunnitella ennen kaikkea energiatehokkaalla ja järkevällä tavalla, jossa lähtökohtana on henkilökunnan ja asiakkaiden terveys ja turvallisuus. Hammashoitolan kuuluvassa LVI-suunnittelussa on erittäin tärkeää, että vaaralliset aineet erotetaan järjestelmästä. Tällaisia ovat esimerkiksi amalgaamin tai säteilyyn liittyvien jätevesien erottaminen järjestelmästä. Lisäksi on tärkeää hallita lämpötiloja ilmanvaihdossa ja viemäroinnissä. Tilojen painesuhteiden huomioiminen ja ilmamäärien riittävyyden arvioiminen on tärkeää hyvän sisäilmaston kannalta, sillä tilat toimivat niin hygieniakuin asiakastiloina. Monet erikoislaitteistot kasvattavat lämpö- ja kosteuskuormaa. Järjestelmien määrä lisää huollon kuormitusta. Erilaisilla toimenpiteillä voidaan vähentää huollon tarvetta esimerkiksi lisäämällä suodatin hammashoitotuolien veden jakelujärjestelmään.

Hammashoitolan LVI-suunnittelua rajaavat Suomen rakentamismääräyskokoelma ja eurooppalaiset standardit. Hammashoitolan ilmanvaihdon suunnittelu keskittyy olennaisesti erikoistilojen ilmamäärien tarpeen arvioimiseen, jota ohjaavat voimassa olevat määräykset ja ohjeet. Suunnittelijan on noudatettava voimassa olevia määräyksiä ja ohjeita. Lämmityksen, ilmanvaihdon, käyttöveden ja viemäriverkoston suunnittelu eroaa vain hieman normaalia LVI-suunnittelua koskevista määräyksistä ja ohjeista.

## Lähteet

FINNIDENT. 2013. *FD-8000 KÄYTTÄJÄN OPAS*. Verkkodokumentti. Finndent Oy. [[http://finndent.com/wp-content/uploads/2013/11/8000\\_FIN\\_8200643\\_ver-31.pdf](http://finndent.com/wp-content/uploads/2013/11/8000_FIN_8200643_ver-31.pdf)] Luettu 08.01.2016.

ISO 8573-1. 2010. *Compressed air. Third Edition – Part 1: Contaminants and purity classes. 2010-04-15*. International Organization for Standardization.

Ketopaikka, Piia. 2015. Heikki opastaa: hammaslääkärin tavallisimmat työvälineet. Verkkodokumentti. YLE. [<http://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/12/08/heikki-opastaa-hammaslaakarintavallisimmattyovalineet>] Luettu 27.04.2016.

Lehtola, Markku. 2005. Putkimateriaalin vaikutukset veden laatuun. Verkkodokumentti. *Vesitalous 3/2005*, s.6–10. [<http://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2010/02/3-2005.pdf>] Luettu 16.12.2015.

Rogers J., Dowsett A. B., Dennis P. J., Lee J. V. and Keevil C. W. 1994. Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of *Legionella pneumophila* in a model potable water system containing complex microbial flora. *Applied and Environmental Microbiology*. Vol 60 (5) s.1585–1592.

RT 07-10946. 2008. Ohjekortti: *Sisäilmastoluokitus 2008*, Sisäilmayhdistys ry. Rakennustieto Oy.

RT 96-10594. 1996. Ohjekortti: *Terveyskeskukset ja terveysasemat*. Rakennustieto Oy.

RYL. 2002. *Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002. Osa 1*. Rakennustietosäätiö RTS, LVI-Keskusliitto ry ja Sähkötieto ry. 2002.

SCHER. 2008. *Opinion on the environmental risks and indirect health effects of mercury in dental amalgam*. Verkkodokumentti. Scientific Committee on Health and Environmental Risks. European Commission. [[http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scher/docs/scher\\_o\\_089.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_089.pdf)] Luettu 29.01.2016.

SFS-EN 12021. 2014. Respiratory equipment. *Compressed gases for breathing apparatus*. Suomen Standardisoimisliitto.

SRakMK C1. 1998. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet. *Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C1*. Helsinki. Ympäristöministeriö.

SRakMK D1. 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet. *Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1*. Helsinki. Ympäristöministeriö.

SRakMK D2. 2012. Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. *Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2*. Helsinki. Ympäristöministeriö.

STUK. 2008. ST-Ohje ST 6.1 / 17.3.2008 Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä. Säteilyturvakeskus.

SULVI. 2014. *D2-uusintatarveselvitys. Loppuraportti 26.11.2014*. Verkkodokumentti. Suomen LVI-liitto, SuLVI ry. [<http://www.sulvi.fi/wp-content/uploads/2015/02/D2-loppuraportti-marraskuu-26.pdf>] Luettu 3.4.2016.

THL. 2014. *Ravinteiden ja putkistomateriaalien vaikutus veden laatuun*. Verkkodokumentti. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. [<https://www.thl.fi/web/ymparistoterveys/vesi/talousvesi/mikrobikasvu-vesijohtoverkostossa/ravinteiden-ja-putkistomateriaalien-vaikutus-veden-laatuun>] Luettu 16.12.2015.

VTT. 2012. *High-tech sairaala - Korkean hygienian hallinta sairaaloissa. Tutkimusraportti*. Verkkodokumentti. Teknologian tutkimuskeskus. [<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2012/VTT-R-02058-12.pdf>] Luettu 05.01.2016

## Kuvalähteet

Kuva 1. Hammaslääkärituolin käyttövesikytkentöjen vähimmäissuojaus takaisinimua ja haitallista sekoittumista vastaan. SRakMK D1, 2007: s.32. Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistot, määräykset ja ohjeet. *Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1*. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Kuva 2. Esimerkki hammaslääkärin vastaanottohuoneesta. RT 96-10594, 1996: s.8. Ohjekortti. *Terveyskeskukset ja terveysasemat*. Rakennustieto Oy.

Kuva 3. Cuno-vesisuodatin. Verkkodokumentti. [[http://www.3mpurification.com.au/Cuno\\_Market\\_PDFs/3M%20CT%20Housing%20Brochure.pdf](http://www.3mpurification.com.au/Cuno_Market_PDFs/3M%20CT%20Housing%20Brochure.pdf)] Viitattu 14.03.2016.

Kuva 4. KAESER Dental-kompressori. Verkkodokumentti. ser.[[http://fi.kaeser.com/Products\\_and\\_Solutions/Dental-compressors/design.asp#0/](http://fi.kaeser.com/Products_and_Solutions/Dental-compressors/design.asp#0/)] Viitattu 20.01.2016.

Kuva 5. Vastaanoton imulinjapiirustus. *Hoituhuoneen ja konehuoneen laitteiden sähkö- ja putkiasennusohjeita* (2010). Hammasväline Oy. Aineisto tekijän hallussa.

Kuva 6. EXCOM hybrid 5-kuiva-/märkäimujärjestelmä amalgaamierottimella. Verkkodokumentti. [[http://www.metasys.com/en/dental\\_equipment/57213430/0/suction\\_systems](http://www.metasys.com/en/dental_equipment/57213430/0/suction_systems)] Luettu 21.01.2016.



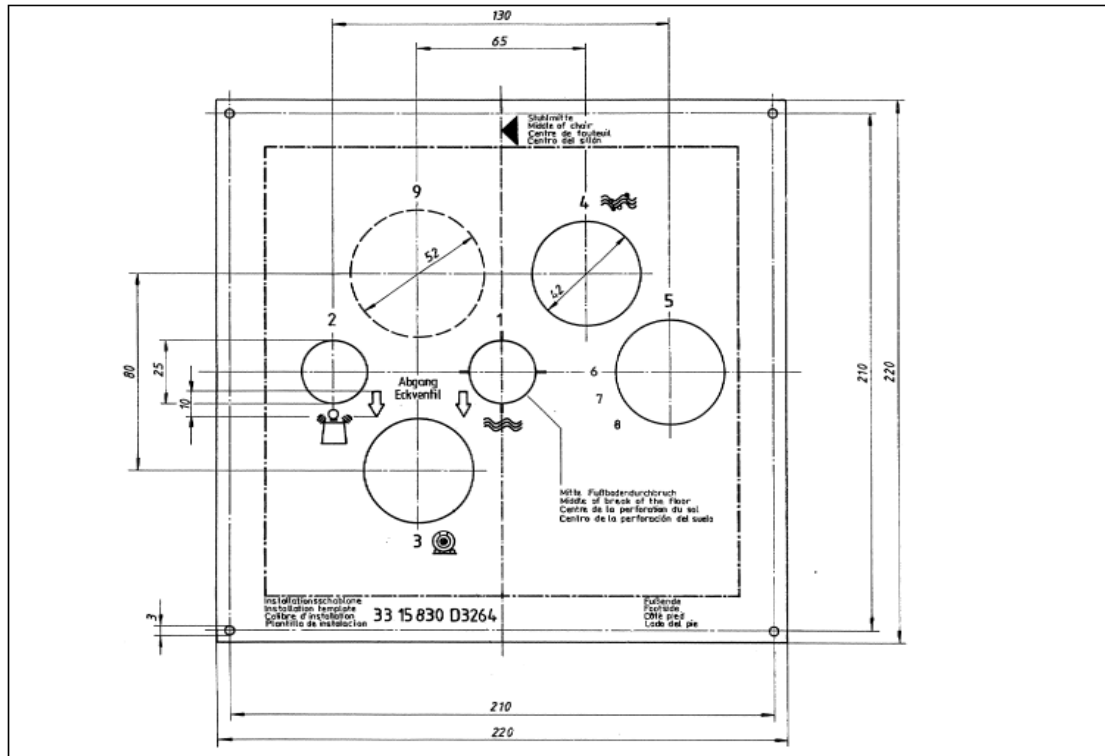
Kuva 7. Deko 260-pesu- ja desinfiointikone. Verkkodokumentti.  
[[http://medicalwashroomsystemsfi.franke.com/fi/koneet\\_ja\\_laitteet/instrumenttien\\_pesu\\_ja\\_desinfiointikoneet/deko\\_260c/](http://medicalwashroomsystemsfi.franke.com/fi/koneet_ja_laitteet/instrumenttien_pesu_ja_desinfiointikoneet/deko_260c/)] Viitattu 28.1.2016.

Kuva 8. Deko 260-kytkentäohje. *DEKO 260 Huolto-ohjeet*, s.33. Franke Medical Oy.  
Aineisto tekijän hallussa.

Kuva 9. Vacuklav 40 B+ -vakuumiautoklaavi. Verkkodokumentti.  
[<http://www.melag.de/en/products/autoclaves/premium-plus-class/vacuklav-40-b/>] Viitattu 28.1.2016.

Kuva 10. BioSonic UC125-ultraäänipesulaite. Verkkodokumentti.  
[<https://www.coltene.com/products-coltene-whaledent/infection-control/biosonic/biosonicR-uc125/>] Viitattu 21.01.2016.

## Sirona C8, kytkentä-esimerkki



- Observe the national regulations for electrical installations (e.g. VDE 0100, VDE 0100, Part 710).
- Observe the national regulations for water supply installations (e.g. EN 1717, DIN 1988) and sewage installations (e.g. EN 12056-1).
- For the suction pipe, observe the instructions in the **Suction Machine Installation Instructions**.
- For fastening the pipe ends in the installation field, we recommend using an **Installation template**. They can be ordered from Sirona under **REF 33 15 830**.

If necessary, you can also prepare the template yourself based on the above sketch (not true to scale!).

Table 1: Supply lines

Item	Description
1	Water inlet pipe 10x1mm, corner valve outlet 3/8"
2	Compressed air inlet pipe 10x1mm, corner valve outlet 3/8"
3	Suction pipe HT 32mm
4	Water drain HT 32mm
5	Installation pipe, HT 32mm
6	Suction machine control cable (Ⓢ) and call cables (#, △) 3x1.5mm <sup>2</sup>
7	Power cable 3x1.5mm <sup>2</sup> Fuse: 16A slow-blow Recommended: Type B automatic circuit breaker
8	not applicable
9	Installation pipe (or corresponding flat duct) for additional requirement e.g. practice network connecting cable