

SAIRAALAT AKUSTIIKKASUUNNITTELUN ERIKOISALANA

Timo Huhtala¹, Antti Mikkilä¹, Mikko Kylliäinen¹, Jussi Rauhala¹ ja Susanna Kalkkinen²

¹ A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Satakunnankatu 23 A
33210 Tampere
sukunimi.etunimi@ains.fi

² Arkkitehtiryhmä Reino Koivula Oy
Taivalmäki 11
02200 Espoo
susanna.kalkkinen@ark-koivula.fi

Tiivistelmä

Sairaaloissa käsitellään luottamuksellisia asioita erilaisissa avotiloissa, esimerkiksi vastaanottopisteissä ja osastoilla, jolloin yksityisyydestä ei voida huolehtia väliseinien ääneneristävyteen perustuvilla ratkaisuilla. Tällöin tilojen huoneakustiikka, erityisesti leviämismuunnos sekä peiteäänijärjestelmä, nousee yhdeksi tärkeimmistä suunnittelukriteereistä. Toisaalta useissa tiloissa vaaditaan myös hyvää puheenerotettavuutta, koska puutteellinen puheenerotettavuus lisää väärinkäsityksiä hoitohenkilökunnan ja potilaan välisessä kommunikaatiossa ja voi pahimmillaan johtaa jopa hoitovirheisiin. Puheen lisäksi henkilökunnan tulee voida erottaa ääniympäristöstään erilaisten hoitolaitteiden hälytysääniä, ilman että äänet ovat potilaille häiritsevän voimakkaita. Erilaisten sairaalateknisten laitteiden toiminta edellyttää usein tavanomaista korkeampia vaatimuksia tilojen taustatärinätaasojen osalta. Toisessa ääripäässä ovat paljon melua tai tärinäherätteitä tuottavat laitteet ja toiminnot, kuten varavoimakoneet ja helikopteriliikenne. Jotta tilat ja laitteet toimivat tavoitteiden mukaisesti, suunnitelmat on esitettävä tarkkuudella, jota niiden toteuttaminen edellyttää, eli detaljipiirustuksina.

1 JOHDANTO

Tällä hetkellä Suomessa on käynnissä useita mittavia hankkeita, joissa suunnitellaan uusia sekä saneerataan olemassa olevia sairaalakokonaisuuksia. Näiden lisäksi on suunnitteilla suuri määrä pienempiä terveydenhoidon yksiköitä. Akustiikkasuunnittelun näkökulmasta nämä hankkeet ovat usein hyvin haastavia ja edellyttävät osaamista monelta akustiikkasuunnittelun osa-alueelta.

Tutkimusten mukaan akustiset olosuhteet vaikuttavat sairaalaympäristössä sekä potilaiden toipumiseen että henkilökunnan työterveyteen ja -viihtyvyyteen [1–2]. Näitä seikkoja tukevat olosuhteet eivät synny automaattisesti, vaan ne on suunniteltava. Uusien suunnittelutehtävälueelluetteloitten myötä akustiikkaa koskevat tehtävät ovat käytännössä täysin poistuneet arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja LVI-suunnittelijan tehtävistä [3–

5]. Toisaalta nykyiset rakentamismääräykset tai ohjeet eivät tunne läheskään kaikkia sairaalaympäristöön liittyviä tiloja tai ilmiöitä [6–7]. Akustiikkasuunnittelijan läsnäolo sairaaloiden suunnitteluhankkeissa on siten tullut lopputuloksen laadun kannalta keskeiseksi tekijäksi.

2 TAVOITTEET SEKÄ HAVAINTOJA KOHTEISTA

2.1 Sairaaloiden tilaryhmät

Sairaaloiden suunnitteluun liittyvät akustiset erityiskysymykset voidaan jakaa niiden luonteen perusteella kolmeen joukkoon. Ensimmäisen ryhmän muodostavat tilat, joissa yksityisyys on keskeistä joko sairaalan työntekijöiden tai potilaiden kannalta. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi vuodeosastot, vastaanotto- ja toimenpidehuoneet, päivystyksen tarkkailuosastot sekä avoimet työtilat, kuten hoitaja-asetat ja back officet. Toisen erityiskysymysten ryhmän muodostavat toiminnat, jotka aiheuttavat tavalla tai toisella melua. Melun lähteitä sairaalaympäristössä ovat esimerkiksi varavoimakoneet, ilmanvaihtolaitokset, välinehuollon tilat, tavaraliikenne ja helikopterikenttä. Kolmas erityiskysymys liittyy värinäherkkiin laitteisiin, jotka useimmiten ovat kuvantamislaitteita.

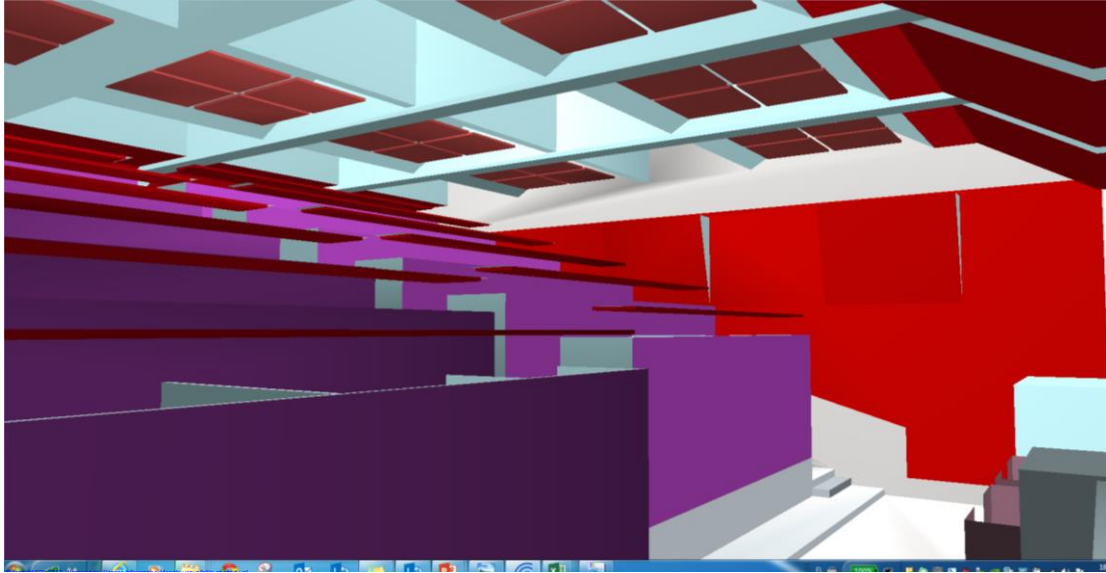
Sairaaloihin rakennetaan tilavuudeltaan suuria aulatiloja, joihin voi liittyä info- ja ilmoittautumispaikkojen lisäksi kahvila tai ruokala. Useimmissa sairaaloissa on myös auditorio. Myös näiden toteuttaminen edellyttää akustiikkasuunnittelua. Akustiikkasuunnittelijan tehtävänä on sairaalahankkeessa varmistaa hyvien ja tarkoituksenmukaisten akustisten olosuhteiden saavuttaminen lähtien tilojen sijoittelusta ja akustisten tavoitteiden asettamisesta, sillä säädöstasolla teknisinä mittalukuina asetettuja vaatimuksia ei ole.

2.2 Yksityisyys

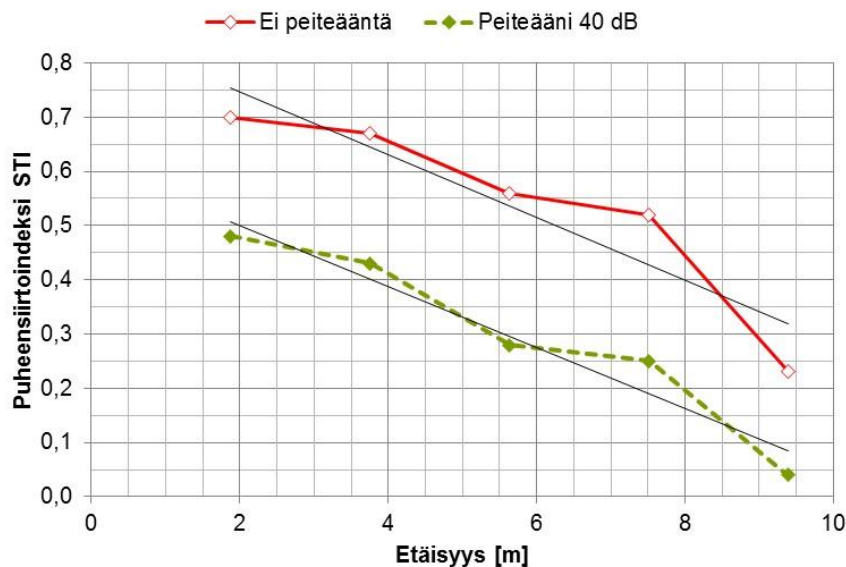
Potilaiden kanssa käytävien keskustelujen osalta on ensiarvoisen tärkeää taata riittävä yksityisyydensuoja. Puutteellisissa ympäristöissä potilas ei välttämättä tule kertoneeksi kaikkia hoidon kannalta tärkeitä tietoja eikä luottamussuhdetta potilaan sekä lääkärin/vastaanottohenkilön välille pääse syntymään. Potilaan kannalta oleellista on tällöin, että hän ei epäile puheiden kuuluvan lähistöllä oleville muille potilaille tai henkilökunnalle. Puheen pitää vaimentua nopeasti etäisyyden suhteen sekä puheen ymmärrettävyyden lähimpien ihmisten kohdalla tulee olla mahdollisimman alhainen. Tällöin akustiikkasuunnittelun tavoitteet voidaan määritellä samalla tavalla kuin avotoimistoja suunniteltaessa eli leviämismuunnosasteena DL_2 , häiritsevyyssäteenä r_D sekä puheensiirtoindeksinä STI , joiden mittaustavat on esitetty standardissa ISO 3382-3 [8].

Leviämismuunnosaste tarkoittaa äänitason laskua, kun etäisyys kaksinkertaistuu. Puheensiirtoindeksi STI kuvaa karkeasti puheen siirron laatua tavuerotettavuuden kannalta. Lukuarvo voi olla enimmillään 1,00, joka tarkoittaa täydellistä tavuerotettavuutta. Pienin arvo on 0,00 ja tällöin puheesta ei saa enää tavuakaan selvää. Puhetiloissa pyritään mahdollisimman korkeaan STI arvoon ja avotoimistoissa sekä yksityisyyden kannalta tärkeissä tiloissa mahdollisimman pieneen arvoon. Häiritsevyyssäde on etäisyys, jota kauempana STI on alle 0,50. Tällöin keskittymisvaikeudet alkavat vähentyä.

Sairaalaympäristössä on myös avoimia työtiloja ja monitilatoimistoja. Peruskorjauskohteessa, jossa tehtiin tilamuutoksia, suunniteltiin lääkäreille uudet back office –tilat entiseen auditorioon. Suunnittelutavoitteeksi asetettiin parhaat mahdolliset eli oppaassa RIL 243-3 määritellyt luokan A olosuhteet [9]. Käytännössä tila, jossa alkujaan oli tavoiteltu mahdollisimman hyvää kuuluvuutta, muutettiin akustisilta olosuhteiltaan päinvastaiseksi eli kuuluvuutta ja selvyyttä pyrittiin rajoittamaan mahdollisimman paljon (kuva 1).



Kuva 1. Back office –tilan huoneakustinen malli. Tavoiteltu leviämisvaimennuksen suuri arvo perustuu suureen absorptiomateriaalin määrään (punaiset ja sinipunaiset pinnat) sekä korkeisiin seinäkkeisiin.



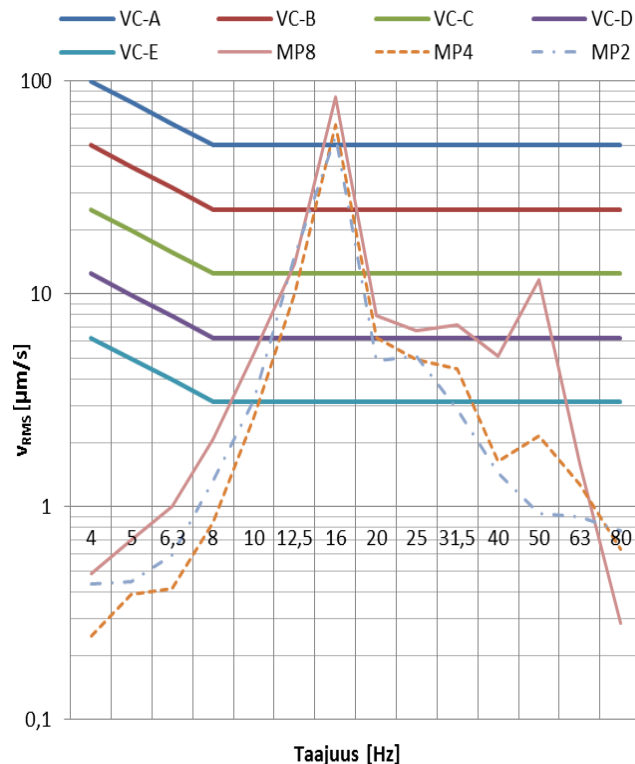
Tilan huoneakustiikka suunniteltiin kolmiulotteista huoneakustisella mallilla käyttäen Odeon 12 -ohjelmistoa. Leviämisvaimennuksen kannalta oleellista on tilojen muoto, tiloja rajaavien rakenteiden dimensiot sekä vaimentavien pintojen sijoittelu. Puheensiirtindeksiin vaikuttaa edellisten lisäksi oleellisesti myös tilan taustaäänitaso,

johon voidaan parhaiten vaikuttaa käyttötarkoitukseen erityisesti suunnitellulla peiteäänijärjestelmällä (kuva 2).

Kuva 2. Valmiissa back office-tilassa mitattu puheensirtoindeksi STI peittoäänellä ja ilman peiteääntä. Peiteäänijärjestelmä vaikuttaa oleellisesti puheenymmärrettävyyteen läheisissä työpisteissä ja on siten oleellinen tilan huoneakustiikan kannalta. Ilman peiteäänijärjestelmää on häiritsevyyssäde lähes 8 m ja järjestelmän ollessa päällä alle 2 m. Parhaassa A-luokassa tavoitteena on alle 5 metriä [9].

2.3 Tärinälle herkät laitteet

Sairaalaympäristöissä tärinälle herkät laitteet liittyvät yleensä kuvantamiseen tai mittaamiseen. Mikäli laitteen asennustilassa ylitetään valmistajan laitteelle suosittelemat värähtelykriteerit, eivät laitteet yleensä toimi suunnitellusti, jolloin kuvista ei saa selvää tai mittaustulokset ovat vääristyneitä. Mikäli laitetoimittajalle ei ole esittänyt laitteensa osalta tavoitetasoja värähtelylle, voidaan arvioinnissa käyttää yleisiä värähtelykriteerejä (kuva 3) [10]. Saneeraushankkeissa rakentaminen on usein vaiheistettu, jolloin eri työvaiheista aiheutuvia tärinätasoja tulee pyrkiä ottamaan huomioon jo aikaisemmin käyttöönotettujen tilojen osalta. Pahimmassa tapauksessa tietyt tärinälle herkät toiminnot/laitteet voidaan joutua väliaikaisesti uudelleen sijoittaa väistötiloihin, jotka eivät sijaitse lähellä rakennusalueetta.

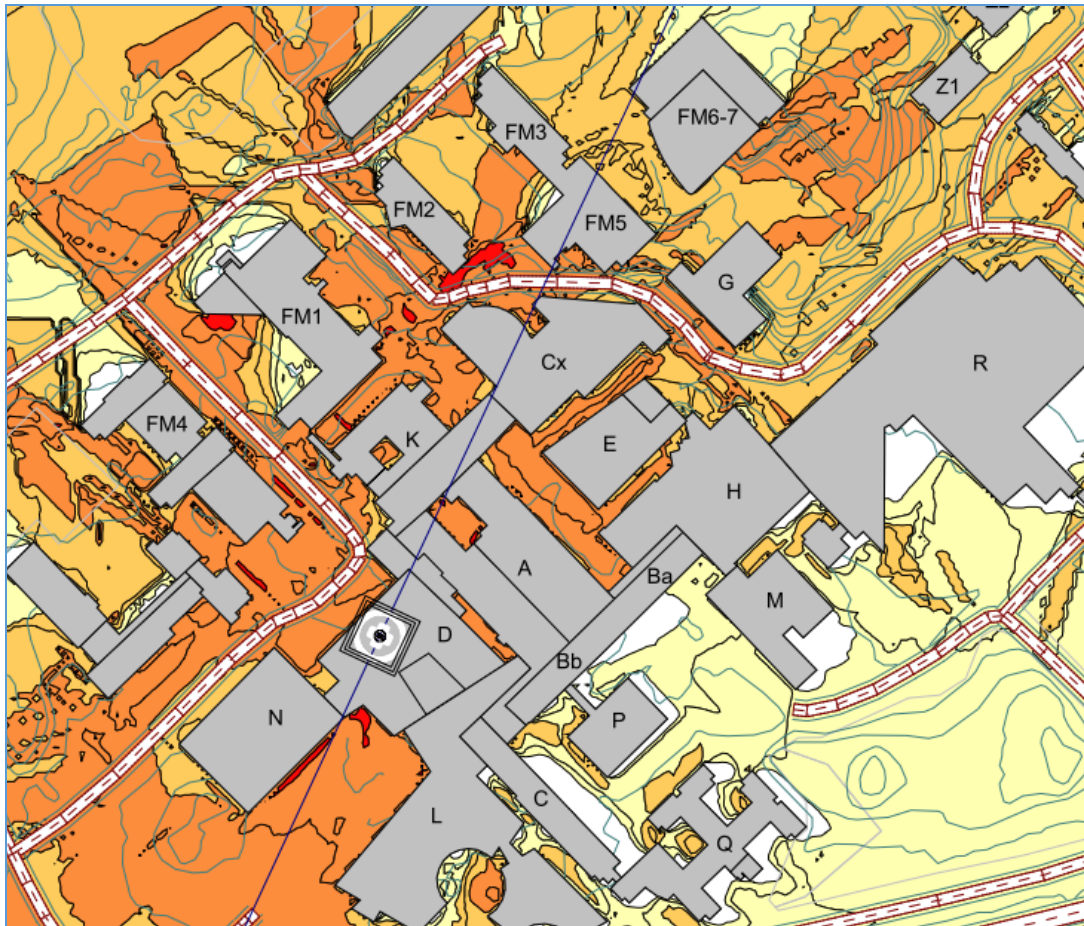


Kuva 3. Yleiset värähtelykriteerit verrattuna kohteessa eri kerroksissa mitattuihin nopeustasoihin terssikaistoittain. Tärinän aiheutti väärin asennettu LVIS-laite ja tärinä ylitti useissa kerroksissa tavoitellut nopeustasot 16 Hz terssikaistalla.

2.4 Melun ja värinän lähteet

Sairaaloissa tulee varautua häiriöihin sähkösaannin osalta, joten ne varustetaan varavoimajärjestelmällä, jota myös koekäytetään usein. Varavoimakoneen äänitehotaso on yleensä luokkaa 110 dB sisältäen huomattavasti pienitaajuisia komponentteja. Ääntä siirtyy imu- ja pakoilmareittien kautta ympäristöön ja laite aiheuttaa alustaansa huomattavan värähtelyherätteen, joka saattaa kantautua rakennuksen rungossa pitkällekin. Ilmanvaihtolaitokset ovat nykyisin suhteellisen hiljaisia mutta teknisissä tiloissa on usein muita laitteita, jotka saattavat aiheuttaa värinää rakennuksen runkoon, mikäli niitä ei asenneta asian mukaisesti. Myös rakennuksen alla tai lähistöllä tapahtuva liikennöinti voi aiheuttaa värinää ja/tai runkomeluhaittoja.

Suurimmat sairaalat varustetaan lisäksi lähes poikkeuksetta helikopterikentällä, joka sijoitetaan yleensä jonkin rakennuksen katolle lähelle potilashuoneita. Helikopterin liikennöinti aiheuttaa huomattavaa melua sekä kentän lähistöllä että helikopterin lentoreitin läheisyydessä koko sairaala-alueella, joka saattaa käsittää kymmeniä rakennuksia (kuva 4). Lisäksi laskeutuminen saattaa aiheuttaa myös värinää sekä runkomelua, jotka voi häiritä sairaalan toimintoja sekä laitteita.



Kuva 4. Melukartta helikopterin lentoreitiltä sairaala-alueen yli.

3 SUUNNITELMIEN ESITYSTAPA

Rakenteiden toteuttaminen työmaalla edellyttää suunnitelmilta sellaista tarkkuustasoa, että rakenteet voidaan tehdä suunnitelmien mukaan. Meluisten laitteiden meluntorjunnan edellyttämien rakenteiden toiminta riippuu suuresti ääntä eristävien rakennusosien liitoksista ja läpiviennistä. Sama tilanne on myös vaikkapa vastaanottohuoneissa: hyväkään väliseinä ei takaa yksityisyyttä ja potilaan ja lääkärin välisten keskustelujen pysymistä luottamuksellisina, jos liitokset ja LVIS-järjestelmien läpiviennit tai ilmanvaihtokanavat ovat äänen hallitsevia kulkureittejä. Näiden detaljien laatiminen ei enää kuulu muiden suunnittelijoiden tehtäviin. Lisäksi erilaisten teknisten järjestelmien asennusdetaljit tärinäeristyksen toteutuksen kannalta kuuluvat usein akustiikkasuunnittelijan vastuulle.

4 YHTEENVETO

Sairaaloiden suunnitteluun liittyvät akustiset erityiskysymykset voidaan jakaa niiden luonteen perusteella kolmeen joukkoon. Ensimmäisen ryhmän muodostavat tilat, joissa yksityisyys on keskeistä joko sairaalan työntekijöiden tai potilaiden kannalta. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi vuodeosastot, vastaanotto- ja toimenpidehuoneet, päivystyksen tarkkailuosastot sekä avoimet työtilat, kuten ilmoittautumistilat ja back officet. Toisen erityiskysymysten ryhmän muodostavat toiminnat, jotka aiheuttavat tavalla tai toisella melua. Melun lähteitä sairaalaympäristössä ovat esimerkiksi varavoimakoneet, ilmanvaihtolaitokset, välinehuollon tilat, tavaraliikenne ja helikopterikenttä. Kolmas erityiskysymys liittyy tärinäherkkiin laitteisiin, jotka useimmiten ovat kuvantamislaitteita.

Sairaaloiden akustiikkasuunnittelu edellyttää erilaisten mallinnusmenetelmien käyttöä, mikä on akustiikkasuunnittelijoille jokapäiväistä työtä. Hyvien ääniolosuhteiden takaamiseksi mallintaminen ei kuitenkaan riitä, vaan jotta tilat ja laitteet toimivat tavoitteiden mukaisesti, suunnitelmat on esitettävä tarkkuudella, jota niiden toteuttaminen edellyttää eli detaljipiirustuksina.

VIITTEET

- [1] Hongisto V, Haapakangas A, Helenius R & Oliva D, Ääniympäristön parantamisen vaikutus hoitohenkilökunnan työolosuhteisiin, Akustiikkapäivät 2011, Tampere, 11.-12.5.2011.
- [2] Blomkvist V, Eriksen C, Theorell T, Ulrich R & Rasmanis G, Acoustics and psychological environment in intensive coronary care, *Occupational & Environmental Medicine* 62(2004).
- [3] Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo AKR12, RT 10-11109, 2013.
- [4] Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12, RT 10-11128, 2013.
- [5] Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 12, RT 01-11129, 2013.

- [6] Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C1-1998, Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa.
- [7] SFS 5907:2004, Rakennusten akustinen luokitus.
- [8] ISO 3382-3: 2012, Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 3: Open plan offices.
- [9] Hongisto V & Kylliäinen M, RIL 243-3, Rakennusten akustinen suunnittelu: toimistot, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2008.
- [10] Gordon C, Generic Vibration Criteria for Vibration-Sensitive Equipment, Optomechanical Engineering and Vibration Control 3786(1999) 22 – 33.