

Pekka Lehesvuori

ANTIMIKROBISET RAKENNUSMATERIAALIT  
RAKENNUSPROJEKTIN OSANA

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
2013

# ANTIMIKROBISET RAKENNUSMATERIAALIT RAKENNUSPROJEKTIN OSANA

Lehesvuori, Pekka  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2013  
Ohjaaja: Uusitorppa, Mari  
Sivumäärä: 38

Asiasanat: Antimikrobiset yhdisteet, Rakennusaineet, Rakentaminen, Mikrobit, hygienia

---

Opinnäytetyö tehtiin osana kiinteistöjen hygieniakonsepti ”HYGTECH” kokonaisuutta. Työn tarkoituksena on ollut pohtia, missä vaiheessa rakennusprojektia kannattaa punnita antimikrobisten rakennusmateriaalien käyttöä parhaimman hyödyn saamiseksi.

Työssä pohdittiin antimikrobisten rakennusmateriaalien käytön suunnittelua ja toteutusta rakennusprojektin eri vaiheissa. Tämän lisäksi työssä käydään läpi millainen on hyvä sisäilmasto, mitä ovat mikrobit, niiden terveystvaikutukset ja leviäminen. Tämän jälkeen esitellään erilaisia antimikrobisia rakennusmateriaaleja.

Työssä käytetyt materiaalit olivat kirjallisuutta ja antimikrobisten teknologioiden kehittäjien www-sivuja. Tiedonhaun yhteydessä huomattiin, että monista antimikrobisista teknologioista ei löytynyt tietoa muualta kuin niiden kehittäjien kotisivuilta.

Antimikrobisten rakennusmateriaalien havaittiin olevan hyviä apuvälineitä taisteltaessa haitallisia mikrobeja vastaan. Rakennushanketta tarkasteltaessa huomattiin, että antimikrobisten rakennusmateriaalien käyttöön vaikuttavia päätöksiä tehdään heti alusta alkaen. Todettiin myös, että päätettäessä käyttää antimikrobisia rakennusmateriaaleja niitä koskevia päätöksiä tulee vastaan rakennushankkeen joka vaiheessa. Tämän opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää kaikenlaisissa rakennusprojekteissa.

# ANTIMICROBIAL CONSTRUCTION MATERIALS AS A PART OF CONSTRUCTION PROJECT

Lehesvuori, Pekka

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2013

Supervisor: Uusitorppa, Mari

Number of pages: 38

Keywords: Antimicrobial compounds, construction materials, Construction, Microbes, Hygiene

---

The thesis was made as part of real estate hygiene concept "HYGTECH" entirety. The purpose of this thesis was to think about at what stage of construction project one should ponder about the use of antimicrobial construction materials for it to be most beneficial.

In the thesis it was pondered how to design and execute the use of antimicrobial construction materials in different stages of construction project. The thesis also answers to these questions: What is the definition of good indoor air, what are microbes, are microbes a health risk and how do they spread? Lastly the thesis presents different kinds of antimicrobial construction materials.

Books about construction field and internet sites of each individual developer of antimicrobial technology were used as research material for the thesis. During the search for information about antimicrobial technologies it was noticed that information was mostly distributed by developers of that particular technology.

As a result for the thesis antimicrobial construction materials were found out to be excellent in battle against harmful microbes. It was also established that decisions made in the beginning of construction project are crucial for the final decision about the use of antimicrobial construction materials. Also there will be more decisions concerning antimicrobial materials throughout the project. These results can be used in any kind of construction project.

## SISÄLLYS

TERMEJÄ.....	5
1 JOHDANTO.....	7
2 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT .....	8
2.1 HYGTECH-projekti.....	8
2.2 Menetelmät .....	8
2.3 Tavoitteet ja rajaus .....	9
3 TERVEELLINEN SISÄILMASTO .....	10
3.1 Terveellisen sisäilmaston määritelmä .....	10
3.2 Mikrobi .....	11
3.2.1 Esiintyminen rakennuksissa/Kasvun edellytykset.....	12
3.2.2 Terveyshaitat .....	12
4 ANTIMIKROBISET RAKENNUSMATERIAALIT .....	14
4.1 Antimikrobiset rakennusmateriaalit.....	14
4.1.1 Kupari .....	15
4.1.2 Hopea .....	17
4.1.3 Muut .....	18
4.2 Rakennustuotteita.....	20
5 RAKENNUSHANKE .....	21
5.1 Hankkeen vaiheet.....	21
5.2 Tarveselvitys .....	22
5.3 Hankesuunnittelu .....	24
5.4 Rakennussuunnittelu .....	26
5.4.1 Ehdotussuunnitteluvaihe.....	27
5.4.2 Luonnossuunnittelu .....	28
5.4.3 Toteutussuunnittelu .....	29
5.4.4 Täydentävä suunnittelu.....	29
5.5 Rakentaminen .....	29
5.6 Käyttöönotto .....	30
6 YHTEENVETO .....	31
7 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	35
LÄHTEET.....	37

## TERMEJÄ

Bakteeri	yksisoluinen, alkeistumallinen mikro-organismi. (Karhumäki, Jonsson & Saros 2009, 247)
Epidemia	Infektiotaudin poikkeuksellinen yleisyys jossakin yhteisössä. (Karhumäki, ym. 2009, 248)
Immunitaetti	vastustuskyky taudinaiheuttajaa tai toksiinia vastaan. (Karhumäki, ym. 2009, 249)
Infektio	tartunta. (Karhumäki, ym. 2009, 249)
Itiö	bakteerin tai sienen huonoja oloja hyvin kestävä muoto. (Karhumäki, ym. 2009, 249)
Kantaja	ihminen, joka on mikrobin kantaja oireisen tai oireettoman infektion jälkeen tai mikrobin kolonisaation vuoksi. (Karhumäki, ym. 2009, 250)
Kosketuspinta	tässä yhteydessä tarkoitetaan rakennuksessa olevaa pintaa johon kosketaan.
Mikrobi	mikro-organismi, pieneliö. (Karhumäki, ym. 2009, 251)
MRSA	metisillinille vastustuskykyinen <i>Staphylococcus aureus</i> (Karhumäki, ym. 2009, 251)
Nuhakuume (flunssa)	jopa 200 eri viruslajin aiheuttama ylähengitysteiden tulehdus. (Karhumäki, ym. 2009, 251)

Pesäke	paljain silmin näkyvä soluryhmittymä kiinteällä alustalla. (Karhumäki, ym. 2009, 252)
Terveyshaitta	ihmisessä todettava sairaus, muu terveydenhäiriö tai sellaisen tekijän tai olosuhteen esiintymistä, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyyttä. (RT STM-21480 2010. 1)

## 1 JOHDANTO

Tieto mikrobien vaikutuksista terveyteemme on lisääntynyt viime vuosikymmenien aikana. Nykyään pyritään ennaltaehkäisemään terveysriskejä erilaisilla hygieniää edistävillä tuotteilla, esimerkiksi kosketusvapaat hanat ovat jo yleinen näky Suomen vessoissa. Ihmiset viettävät enemmän aikaa sisätiloissa, kuin koskaan aiemmin, esimerkiksi työpaikalla, päiväkodissa, koulussa ja kotona. Siksi onkin luonnollista, että rakentamisessa kiinnitetään enenevässä määrin huomiota puhtaan sisäilmaston saavuttamiseen. Rakennushankkeeseen ryhtyessä on huomioitava monia eri asioita, jotka vaikuttavat sisäilmastoon. Vuonna 2009 julkaistiin sisäilmastoluokitus 2008. Luokitus toimii ohjenuorana rakennushankkeeseen ryhtyvälle aina suunnittelusta toteutukseen.

Nuhakuume, eli flunssa on mikrobin aiheuttama hyvin yleinen tauti. Vuosittain nuhakuume aiheuttaa turhia poissaoloja työpaikoilla, joiden takia työnantaja menettää rahaa. Hyvällä hygienialla on mahdollista välttää turhia mikrobien aiheuttamia tauteja. Normaalin puhtaanapidon apuvälineeksi on kehitetty monenlaisia antimikrobisia ominaisuuksia omaavia rakennustuotteita, esimerkiksi kuparilla tiedetään olevan luontainen antimikrobinen ominaisuus. Antimikrobisiin rakennusmateriaaleihin investoimalla voidaan siis estää monia turhia poissaoloja. Antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla voidaan myös hillitä sairaalabakteerien tarttumista.

Antimikrobisten rakennusmateriaalien ominaisuuksia on tutkittu monessa eri tutkimuksessa ja esimerkiksi kuparin on todettu olevan erittäin tehokas antimikrobinen aine. Myös suomessa on toteutettu tutkimus antimikrobisten rakennusmateriaalien käytöstä. Koekohteena toimi Länsi-Suomen diakonialaitoksen Sotainvalidien Sairaskoti ja kuntoutuskeskus Porissa. Hyvistä tutkimustuloksista huolimatta antimikrobisia rakennusmateriaalien käyttö Suomessa ei ole vielä niin suosittua. Osasyynä tähän on rakennuksen lopputuotteiden saatavuuden vähyys kotimaisilta markkinoilta. (SCDA:n www-sivut 2013)

Mikrobien vastustuskyvyn kasvu antibiootteja vastaan on yksi tulevaisuuden uhkakuviosta. siksi onkin luontevaa jo tässä vaiheessa alkaa etsimään hyviä mikrobitartuntoja ennaltaehkäiseviä vaihtoehtoja. Yksi varteen otettavista vaihtoehdoista ovat antimikrobiset rakennusmateriaalit.

## 2 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

### 2.1 HYGTECH-projekti

”HYGTECH-projektissa tutkitaan sisätilojen mikrobiologiaa ja hygieniaa käyttöve-  
sissä, pinnoilla ja sisäilmassa. Hankkeen tutkimukset toteutetaan Living Lab-teeman mukaisesti. Tutkimuksessa kiinnitetään huomiota rakennusteknisiin ratkaisumalleihin ja tuotteisiin ja kiinteistöjen hygieenisen laadun mittaustekniikkaan ja datan hallintaan. Lisäksi tutkitaan käyttäjien hygieenisia tarpeita ja vaikutuksia.” (Kiinteistöjen hygieniakonsepti ”HYGTECH” 2012, 2 )

Projektin pilottikohteina toimii Teknologiatalo Sytytin Raumalla, yli 80-vuotiaille rakennettava vuokrakerrostalo Diakonialaitoksen alueella Porissa ja Päiväkoti kankaanpäässä. Yhdessä kohteessa tutkitaan antimikrobisten rakennusmateriaalien liittämistä olemassa olevaan rakennukseen ja yhdessä rakennuksessa antimikrobiset rakennusmateriaalit on otettu huomioon jo suunnitteluvaiheessa. (Kiinteistöjen hygieniakonsepti ”HYGTECH” 2012, 2-3)

### 2.2 Menetelmät

Tämän opinnäytetyön pääasiallinen tutkimusmenetelmä on kirjallisuusselvitys. Ensimmäisenä oli tarve tutustua mikrobeihin. Niistä käytiin läpi niiden vaikutukset ihmisiin ja niiden leviämistavat. Seuraavaksi tutustuttiin erilaisiin antimikrobisiin rakennusmateriaaleihin. Niiden kohdalla keskityttiin selvittämään eri rakennusmateriaalien antimikrobiset ominaisuudet. Näiden jälkeen pohdittiin miten rakennusmateriaaleja hyödyntämällä voitaisiin parhaiten ennaltaehkäistä mikrobien leviämistä. Lo-



puksi pureuduttiin antimikrobisten rakennusmateriaalien huomioimiseen rakennushankkeen eri vaiheissa.

Opinnäytetyön tiedon keruu aloitettiin etsimällä sopivia tietolähteitä internetistä. Mikrobeista ja rakennushankkeesta löytyi kirjallisuutta, mutta antimikrobisten rakennusmateriaalien kohdalla tiedon saanti oli valitettavan suppeaa. Tieto useimmista materiaaleista ja niiden antimikrobisista ominaisuuksista perustuu niiden valmistajan kotisivuilla julkaisemiin tietoihin. Monet valmistaja tosin julkaisivat riippumattomia tutkimustuloksia, joissa on osoitettu heidän tuotteidensa toimivuus.

### 2.3 Tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyöni tavoitteena on pyrkiä avaamaan antimikrobisten rakennusmateriaalien nykytilannetta ja sitä miten niiden käyttö rakentamisessa tulisi huomioida rakennushankkeen eri vaiheissa. Antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla on tarkoitus edistää hygieniaa. Hyvä hygienia parantaa rakennuksen sisäilmaston laatua.

Opinnäytetyöni pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin.

1. Mikä on hyvä sisäilmasto?
  - a. mitkä tekijät vaikuttavat siihen?
2. Mitä ovat mikrobit?
  - a. Esiintyminen?
  - b. Terveyshaitat?
3. Mitä antimikrobiset rakennusmateriaalit ovat?
  - a. Mitä eri materiaaleja on?
  - b. Minkälaisia rakennustuotteita on olemassa?
4. Miten antimikrobisia materiaaleja voidaan hyödyntää rakentamisessa?
  - a. Miten materiaalit tulee huomioida rakennushankkeen aikana?
  - b. Mikä on käyttökohteen vaikutus?

Opinnäytetyöni tavoitteena on tuottaa ajatuksia ja ideoita herättävä teksti. Pyrin käymään läpi antimikrobiset rakennusmateriaalit niin, että lukija ymmärtää mitä ne ovat ja millainen hyöty niitä käyttämällä voidaan saavuttaa. Esitän myös ideoita siitä

missä vaiheessa rakennusprojektia antimikrobiset rakennusmateriaalit kannattaa ottaa mukaan pohdintaan.

### 3 TERVEELLINEN SISÄILMASTO

#### 3.1 Terveellisen sisäilmaston määritelmä

Rakennuksen sisäilmaston tavoitearvoja kuvailemaan on luotu kolme erilaista sisäilmastoluokkaa S1, S2 ja S3. Noudattamalla sisäilmastoluokitus 2008 mukaisia tavoitearvoja terveelle ihmisille aiheudu terveyshaittoja. Sisäilmastoluokitus 2008 määrittelee sisäilmaluokat seuraavanlaisesti:

##### *S1: yksilöllinen sisäilma*

*Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavissa hajuja. Sisäilman yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.*

##### *S2: Hyvä sisäilmasto*

*Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilman yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.*

##### *S3: Tyydyttävä sisäilmasto*

*Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten mukaiset vähimmäisarvot.*

Antimikrobisten rakennusmateriaalien yleisin käyttökohde on pintamateriaalit. Joten antimikrobisten materiaalien vaikutus sisäilman laatuun rajoittuu epäpuhtauslähteisiin. Pintarakenteita valittaessa ei pelkkä antimikrobinen ominaisuus kuitenkaan ole riittävä kriteeri. Materiaalista suositellaan huomioitavaksi ainakin seuraavanlaiset ominaisuudet materiaalin epäpuhtauspäästöt, kosteustekniset ominaisuudet käyttötarkoituksen mukaan, äänenvaimennusominaisuudet, päällysteiden vaatimat kuivumisajat, helppo puhdistettavuus ja kulutuskestävyys. (RT07–10946 2009, 10)

### 3.2 Mikrobi

Sana mikrobi tarkoittaa paljaalle silmälle näkymätöntä eliötä. Niitä ovat mm. virukset, bakteerit ja sienet. On olemassa monia erilaisia Mikrobeja. Ne ovat monipuolisia ja toisistaan poikkeavia eliöitä, joilla on erinomainen lisääntymiskyky. Vain pieni osa mikrobeista on taudinaiheuttajia. Mikrobit ovat sopeutuneet hyvin erilaisiin olosuhteisiin esimerkiksi jotkut viihtyvät hyvin happamissa ja toiset emäksisissä olosuhteissa. Tästä syystä ihminen ei voi luoda täysin mikrobivapaata ympäristöä ilman suuria kustannuksia. Rakentamisessa pyritäänkin usein mikrobien tappamisen sijaan estämään niiden nopea lisääntyminen. Tämä tapahtuu usein luomalla sellaiset olosuhteet jotta ihmiselle haitalliset mikrobit eivät siinä viihdy. (Seuri & Reiman 1996, 18)

Mikrobit on jaoteltu erilaisiin mikrobiryhmiin. Näitä ovat bakteerit, virukset, sienet ja alkueläimet. Virukset ovat kooltaan muita mikrobeja pienempiä ja tarvitsevat elääkseen ja lisääntyäkseen isäntäsolukon. Bakteerit ovat alkeistumallisia eli tumattomia eliöitä, jotka lisääntyvät jakaantumalla kahtia. Bakteerit voivat muuttua mikrobilääkkeille vastustuskykyisiksi. Aitotumallisia yksisoluisia hiivoja ja rihmamaisia homeita kutsutaan sieniksi. Alkueläimet tunnetaan myös nimellä parasiitit tai loiset. ne ovat kookkaampia kuin muut mikrobit. Alkueläimet muistuttavat tumansa ansiosta ihmisen soluja. Alkueläimet ovat aitotumallisia yksisoluisia eliöitä. (Karhumäki, ym. 2009, 21-28)

### 3.2.1 Esiintyminen rakennuksissa/Kasvun edellytykset

Mikrobien kasvuun vaikuttaa eniten materiaalin kosteus. Kasvun vaatimukseen kuuluu myös se, että materiaalissa on jo entuudestaan mikrobeja, itiöitä tai pieni määrä vanhaa kasvustoa. Kasvualustaksi kelpaa lähes kaikki eloperäinen materiaali. Joillekin mikrobeille kasvualustaksi riittää tavallinen huonepöly. Muutoin kasvualustaksi kelpaamattomalle pinnalle saattaa esiintyä mikrobikasvustoa, mikäli siinä on pölykerros. Sisäilmassa on joka tapauksessa mikrobeja joten mikrobien kasvun ainoana edellytyksenä voidaan pitää kosteutta. (Sisäilmayhdistys ry:n www-sivut 2013)

Sisäilman mikrobit ovat pääosin peräisin ulkoilmasta, mutta myös lemmikeistä, poltopuista ja kosteusvaurioista leviää mikrobeja sisäilmaan. Mikrobeja esiintyy myös kiinteistöjen vesijärjestelmissä. Yksi mikrobien pääasiallisista leviämiskeinoista on kiinteistöjen eri pinnat. Niihin mikrobit leviävät yleensä kosketus- tai pisaratartunnan kautta. (Karhumäki, ym. 2009, 35-37)

### 3.2.2 Terveyshaitat

Normaali käytössä olevien rakennusten sisäilman mikrobeista terveyteen vaikuttavat eniten bakteerit, sädesienet ja sienet (homeet). Mikrobeista aiheutuvat terveyshaitat voidaan jakaa oireisiin ja sairauksiin. Oireita ovat hengitystieoireet, silmä- ja iho- oireet, yleisoireet joita ovat mm. kuumeilu ja päänsärky. Sairauksiin lukeutuu hengitystieinfektiot ja -sairaudet, homepölykeuhko eli alveoliitti, allergiat ja muut pitkäaikaiset haitat ja allerginen silmätulehdus. (Sisäilmayhdistys ry:n www-sivut 2013)

”Mikrobien yleisimpiä tartuntateitä ovat kosketus-, pisara- ja ilmatartunta. Tartuntatapaa voidaan kuvailla joko suoraksi (välittömäksi) tai epäsuoraksi (välilliseksi). Mikrobin siirtyessä suoraan ihmisestä toiseen esimerkiksi iholta iholle tai yskösten välityksellä tartuntatapa on suora. Mikrobin tullessa esimerkiksi vedestä, eläimestä tai erilaisilta pinnoilta tartuntatapa on epäsuora.” (Karhumäki, ym. 2009, 35-37) Mikrobin leviämisen estämisen tekee ongelmalliseksi se, että monet ihmiset ovat kantajia tietämättään. (Karhumäki, ym. 2009, 35-37)

Pisaratartunnalla tarkoitetaan mikrobien leviämistä sairaan ihmisen lähellä (n.1m) olevien ihmisten limakalvoille tai hengitysteihin. Hengitystieinfektiot ja rokot leviävät tällä tavoin. Ilmatartunta on samantyylistä mutta sen vaikutus etäisyys on suurempi. (Karhumäki, ym. 2009, 35-37)

Mikrobit voivat levitä kosketustartuntatietä pitkin joko suorana tai epäsuorana tartuntana. Mikrobi tartunnan tapahtuessa pintojen kuten ovenkahvojen kautta on kyseessä epäsuorakosketustartunta. Suorasta kosketustartunnasta voidaan sanoa esimerkiksi kättely. Monet tavallisista taudinaiheuttajia mikrobeista leviävät kosketustartunnan kautta. Mikrobeista esimerkkeinä muun muassa nuhakuumetta aiheuttavat virukset, vesirokkovirus, kynsivallin tulehdusta aiheuttava stafylokokki ja MRSA. (Karhumäki, ym. 2009, 35-37)

Kiinteistöjen vesijärjestelmissä voi kasvaa keuhkokuumetta aiheuttavaa legionella spp:tä ja mykobakteereita. Vesijärjestelmien vaaralliset mikrobit voivat myös olla peräisin vesilaitokseen jakamasta saastuneesta vedestä tai kaivovedestä. (Kiinteistöjen hygieniakonsepti 2012, 3)

Mikrobien tartuntateistä antimikrobisilla materiaaleilla voidaan vaikuttaa suoraan käytännössä ainoastaan kosketustartuntaan. Epäsuorassa kosketustartunnassa mikrobit leviävät kosketuspintojen kautta. Joten voidaan olettaa, että kiinnittämällä huomiota kosketuspintojen puhtauteen voidaan hillitä mikrobien leviämistä. Pisara- ja ilmatartunnassa mikrobit eivät ole kosketuksissa pintojen kanssa vaan leviävät suoran ihmisestä ihmiseen. Tällaisessa tapauksessa antimikrobiset rakennusmateriaalit eivät ole osallisena mikrobien tartuntareitissä, joten niillä ei voida hillitä mikrobien leviämistä tätä reittiä pitkin. Jotkin antimikrobiset rakennusmateriaalit toimivat muiden mikrobien lisäksi myös homesieni-itiöitä vastaan tehokkaasti. Hometta vastaan rakennus on kuitenkin mahdollista ja järkevää suunnitella siten, että se pysyy kuivana.

Suurin vaikutus antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla on paikoissa jossa ihmisliikenne on vilkasta. Lentokentät, juna-asemat, koulut, päiväkodit ja muut sellaiset ovat suuren käyttökuormituksen takia hyviä paikkoja mikrobien leviämiseksi. Sairaaloissa, vanhainkodeissa ja muissa sellaisissa taas on yleensä ihmisiä joiden luontainen vastustuskyky on jostakin syystä heikentynyt esimerkiksi vanhuuden tai antibiootti kuu-

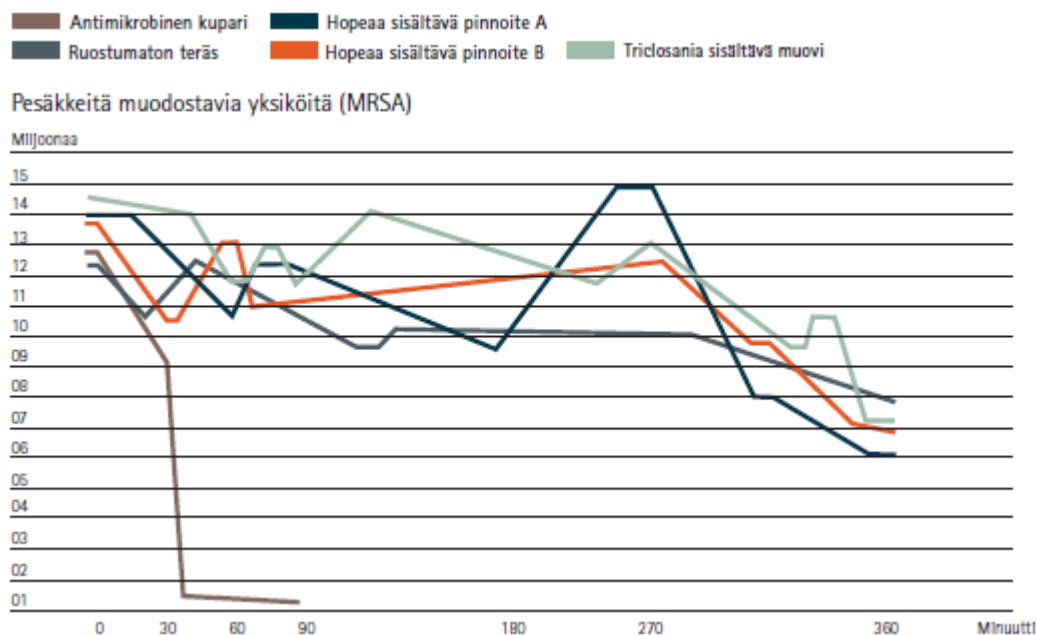
rin johdosta. Ihmiset joilla on heikentynyt luontainen vastustuskyky kuuluvat mikrobi-infektioiden riskiryhmään. Yllämainittujen rakennusten puhtauteen ja yleiseen hygieniaan tarvitsee mielestäni kiinnittää todella paljon huomiota. Antimikrobiset rakennusmateriaalit antavat tutkitusti hyvän apuvälineen tähän.

## 4 ANTIMIKROBISET RAKENNUSMATERIAALIT

### 4.1 Antimikrobiset rakennusmateriaalit

Termi antimikrobinen tarkoittaa mikrobeja tuhoavaa tai niiden kasvua estävää. Antimikrobinen aine siis on siis materiaali joka hidastaa mikrobien kasvua tai leviämistä. Rakentamisessa antimikrobisia aineita voidaan hyödyntää erilaisten rakennusmateriaalien muodossa. Olemassa olevia rakennustuotteita on ainakin helojen ja pinnoitteiden muodossa. Metalleista ainakin kuparilla ja sen seoksilla on tutkitusti mikrobeja tuhoavia ominaisuuksia omasta takaa. Muita rakennusmateriaaleja ovat esimerkiksi erilaiset pinnoitteet. (Kiinteistöjen hygieniakonsepti 2012, 3)

Antimikrobisten materiaalien markkina-alueeksi lukeutuvat mm. koulut, julkiset rakennukset ja liikenne, urheilukeskukset, ravintolat ja hotellit ovat kaikki jatkuvassa käytössä ja siksi ne ovat paikkoja, joissa mikrobit pääsevät helposti leviämään. Esimerkkinä voidaan ottaa Suomessa enimmäkseen sairaaloissa tavattava MRSA bakteeri. MRSA leviää kosketustartuntana, eli sen leviämistä voidaan estää parantamalla yleistä hygieniaa. (Lumio 2013)



Kuva 1. Eri materiaalien antimikrobinen teho normaaleissa sisäolosuhteissa. (SCDA, 3)

Kuva 1 Esittää graafisesti kuinka antimikrobiset materiaalit normaalin puhtaanapidon kanssa vähentää MRSA pesäkkeitä muodostavia yksiköitä (PMY). Kuvasta näkyy, että erityisesti kuparilla on suuri vaikutus yksiköiden tuhoutumiseen. 99.9 % bakteereista kuolee kuparisella pinnalla parin tunnin sisällä. Kuvassa esitetään myös ruostumattoman teräksen, kahden hopeaa sisältävän pinnoitteen ja triclosania sisältävän muovin antimikrobista tehoa. Näiden neljän suoritus jää pahasti kuparin jalkoihin mutta niidenkin pinnoilla yksiköt vähenivät ajan kuluessa. (SCDA, 2-3) Kuvaa tarkisteltaessa kannattaa ottaa huomioon, että se on peräisin yhdistykseltä, jonka toiminnan tarkoitus on edistää kuparin markkina-asemaa.

#### 4.1.1 Kupari

Kuparilla on luonnostaan mikrobeja tuhoavia ja niiden kasvua estäviä ominaisuuksia. Kuparia on käytetty terveyden ja hygienian hoitoon jo ennen kuin mikrobeista oli tietoakaan. Muinaisten egyptiläisten, roomalaisten, kreikkalaisten ja asteekkien epäillään käyttäneen kuparipohjaisia hoitotuotteita tautien ja päivittäiseen hygienian hoitoon. 1800-luvulla tiedemiehet alkoivat ymmärtää mikrobien ja tautien välistä yhteyttä, joka edesauttoi ymmärtämään kuparin antimikrobisten ominaisuuksien potentiaalia. Nykyään kuparia käytetään monissa erilaisissa ratkaisuisissa joilla pyritään edis-

tämään hygieniää. Esimerkiksi LVI- ratkaisut toteutetaan usein kupariputkilla. (European copper institute www-sivut. 2013)

Kuparin luonnollista antimikrobisuutta on tutkittu monissa eri tutkimuksissa. Näiden tulokset ovat olleet melko lailla toisiaan tukevia. On esitetty, että hapettumisreaktion myötä kupari-ionit estävät bakteerin soluhengityksen. Toisessa tutkimuksessa tutkittiin miten *Escheria colin* solukalvot tuhoutuivat solukalvon sisältämien fosfolipidien hapettumisen seurauksena. On myös esitetty, että bakteerin tuhoutuminen tapahtuu monessa eri vaiheessa. Kuparin pinnalta liukenee kupari-ioneja jotka läpäisevät solukalvon. Tämän seurauksena solukalvo rikkoontuu ja kupari-ionit käynnistävät hapettumis-pelkistysreaktioiden sarjan tämä ylläpitää solukalvon tuhoutumista. Koko reaktiosarja johtaa lopulta siihen, että bakteerin DNA tuhoutuu. (Saari 2012,25-26)

Kuparin antimikrobisia ominaisuuksia on tutkittu monissa eri tutkimuksissa. Esimerkiksi Yhdysvalloissa kupari on ainoa kosketuspinta materiaali, joka on saanut Yhdysvaltain ympäristöviraston hyväksynnän sen kyvystä tuhota 99.9 % terveydelle haitallisista bakteeri pesäkkeistä. Hyväksyntään johtaneessa tutkimuksessa kuparin vaikutusta tutkittiin seuraavia bakteereita MRSA, VRE, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* ja *E.coli O157:H7* vastaan. (Copper Alliancen www-sivut 2013)

Suomessa on toteutettu tutkimus Länsi-suomen Diakonialaitoksen Sotainvalidien Sairaskoti ja kuntoutuskeskuksessa Porissa. Tutkimuksessa testattiin kuparin antimikrobisia ominaisuuksia jokapäiväisissä tilanteissa. Testaus tapahtui vertaamalla normaalissa päivittäisessä käytössä olevia kuparisia tai kuparipäällysteisiä pintoja vastaavanlaisessa käytössä oleviin referenssipintoihin. Esimerkiksi potilashuoneen messinkistä ovenkahvaa verrattiin kromipäällysteiseen kahvaan joka oli oven toisella puolella. Testauksen aikana huoneita siivottiin normaalisti kerran päivässä. Tutkimustulokset osoittivat, että kupariset tai kupariseoksista valmistetut tuotteet pysyivät puhtaampina kuin referenssituotteet testiajanjaksolla. Vastaavanlaisiin tuloksiin päädyttiin mm. Iso-Britanniassa vuonna 2007 toteutetussa tutkimuksessa. Tutkimuskoh-



teena toimi Birminghamissa sijaitseva Selly Oak sairaala. (SCDA:n www-sivut, 2013; European copper institute www-sivut, 2013)

Kuparin antimikrobisten ominaisuuksien kaikkien tietoisuuteen tuontia varten on perustettu Copper Alliance, jota johtaa International Copper Association (ICA). Copper Alliance on luonut antimikrobiselle kuparille Cu+ merkin. Kupari tuotteiden valmistaja voi markkinoida tuotteitaan Cu+ merkin avulla, mikäli se täyttää ICA:n vaatimukset ja yritys on hakenut ICA:n lupaa markkinointiin. Yhdysvalloissa tuotteen tarvitsee olla myös Yhdysvaltain ympäristöviraston hyväksymä. (Copper Alliancen www-sivut 2013)

#### 4.1.2 Hopea

Hopean antimikrobinen ominaisuus perustuu hopean nanopartikkelien ja hopeaionien kykyyn tappaa mikrobeja. Nanopartikkelien huonona puolena on niiden vaarallisuus myös nisäkkäiden soluille. Toisin kuin nanopartikkelit hopeaionit eivät aiheuta harmia nisäkkäille ja ovat siitä syystä turvallisempia mikrobin tappajia. (Tikkanen 2010)

Agion teknologia hyödyntää hopean, kuparin ja muiden alkuaineiden ionien antimikrobisia ominaisuuksia. Agion teknologia taistelee mikrobeja vastaan kolmella eritavalla.

- Estää hengityksen rajoittamalla soluseinän siirtotoimintoja
- Estää lisääntymisen
- Häiritsee solun aineenvaihduntaa

Agion teknologian antimikrobiset ominaisuudet perustuvat ionien vaihtoon ja se aktivoituu vasta kosteuden alaisuudessa. Teknologian on osoitettu vähentävän mikrobikantaa minuuteissa ja säilyttävän tehonsa vuosikausia. (Agion www-sivut 2013)

Antimikrobisia hopeatuotteita löytyy myös muita kuin Agion teknologiaa käyttäviä tuotteita. Pääosin hopeaa käytetään pinnoitteena tai maalien ainesosina. Näitä ovat esimerkiksi Silvergreen ja SeilverPhase SPE teknologiat. Silvergreen teknologia estää mikrobien lisääntymisen. Rakentamisessa teknologiaa hoidynnetään sisämaaleissa. SilverPhase SPE (silver polymer electrolyte) antimikrobiset ominaisuudet perustuvat

myös kontrolloituun ionien vapautukseen. Rakentamisessa teknologiaa hyödynnetään tällä hetkellä pääosin pinnoitteissa. (Silvergreen www-sivut 2013; SilverPhaseE www-sivut 2013)

#### 4.1.3 Muut

Yksi antimikrobisista teknologioista ei paljasta aktiivisia ainesosiaan mutta sen vaikutukset ja toimintatapa ovat tiedossa. Suojaus liitetään tuotteeseen jo sen valmistusvaiheessa. Suojaus aktivoituu mikrobi kontaktin yhteydessä. Suojaus lävistää soluseinämän ja häiritsee solujen toimintoja jonka seurauksena mikro-organismi ei pysty toimimaan, kasvamaan tai lisääntymään. (Microbanin www-sivut. 2013)

Yllä mainitun teknologian antimikrobinen ominaisuus toimii yleisimpiä tahroja ja hajuja tuottavia bakteereita ja sieniä vastaa. Teknologiaa ei ole suunniteltu torjumaan taudinaiheuttajamikrobeja. Kyseistä teknologiaa on tutkittu laboratorio testein ja se on saanut EPA rekisteröinnin niihin sovelluksiin joissa sitä käytetään. (Microbanin www-sivut. 2013)

Teknologia alkaa toimia heti kun mikro-organismi tulee kontaktiin tuotteen pinnan kanssa. Teknologiassa hyödynnetyt ainesosat ovat tuotteen sisällä eivätkä näin ollen kulu tai peseydy pois ja säilyttävät tehonsa läpi tuotteen käyttöään. Teknologiaa hyödynnetään ainakin seuraavissa rakentamisen tuotteissa. (Microbanin www-sivut. 2013)

- Kodinkoneet
- Kylpyhuoneen kiintokalusteet
- Hissit
- Lattiat
- Eristykset
- Keittiö kiintokalusteet
- Kaiteet, vetimet ja helat
- Tiivisteet ja saumalaastit

Joidenkin antimikrobisten rakennusmateriaalien antimikrobiset ominaisuudet tulevat monen eri antimikrobisen ainesosan käytöstä. Yhdisteenä hyödynnettäviä ainesosia ovat jodi, hopea, kloori (triklosaani) ja orgaanisen hiilen ja piin yhdiste. Näillä aineilla tiedetään olevan antimikrobisia ominaisuuksia. (sureshieldin www-sivut. 2013)

Jodin toiminta perustuu hapettumiseen ja makromolekyylien jodioitumiseen. Hopean toiminta on selitetty edellisen otsikon alla. Kloori eli triklosaani estää bakteereita tuottamasta rasvahappoja joita ne tarvitset. Orgaaniset hiilen ja piin yhdisteet läpäisevät soluseinämän ja laimentavat mikro-organismeja. (sureshieldin www-sivut. 2013)

Yllä kuvailtu teknologia pienentää hajuja ja tahroja aiheuttavien bakteerien, sienten ja homeiden kasvua. Tuotteet ovat myös helppo puhdistaa. Ainesosat on liitetty valmistettavaan tuotteeseen sen valmistusvaiheessa ja oikein käytettynä pinnoite kestää metalli tuotteen käyttöiän. (sureshieldin www-sivut. 2013)

Teknologiaa hyödyntäviä tuotteita:

- Kylpyhuoneen ja vessan kiintokalusteet
- Teollinen ruuanvalmistus
- Kodinkoneet
- Hanat, altaat ja suihkut

Titaanidioksidilla on myös antimikrobisia ominaisuuksia. Titaanidioksidi toimii tuotteiden fotokatalyyttinä. Tämä tarkoittaa, että antimikrobinen toiminta aktivoituu valon avulla. (ACTIVE Clean Air & Antibacterial Ceramicin www-sivut. 2013)

Valmistajan mukaan tuotteet hajottavat ilman saasteita sekä tuhoavat bakteereita. Esimerkkeinä on mainittu E. Coli, K. pneumoniae ja Stafylokokki. Fotokatalyyysi ei suoraan tapaa bakteeria vaan vahingoittaa solun seinämää pysyvästi estäen vitaalit toiminnot. Fotokatalyyysin ansiosta tavallinen lika on helpompi siivota pinnoilta pois. Titaanioksidia hyödyntävällä teknologialla voidaan valmistaa lattia- ja seinälaattoja. Näitä on mahdollista käyttää sekä ulkona, että sisällä. (ACTIVE Clean Air & Antibacterial Ceramicin www-sivut. 2013)

## 4.2 Rakennustuotteita

Muiden antimikrobisten tuotteiden murhekyyni on kilpailevien tuotteiden vahvempi näkyvyys. Esimerkiksi kuparin takana on Copper Alliance, joka edistää sen markkinoitua ja tuo jatkuvasti esiin uusia testituloksia kuparin antimikrobisista ominaisuuksista. Joidenkin rakennustuotteiden antimikrobinen ominaisuus on kosketuksen tekeminen tarpeettomaksi. Esimerkiksi kosketusvapaat hanat ovat tällaisia.

Tällä hetkellä rakentamisen lopputuotteita on markkinoilla monenlaisia. Kaikilla tuotteilla on valmistajiensa mukaan antimikrobisia ominaisuuksia. Nämä ominaisuudet vaihtelevat riippuen tuotteen käyttämästä teknologiasta. Joidenkin antimikrobisten rakennustuotteiden antimikrobinen ominaisuus aktivoituu, kun rakennustuote joutuu kosketuksiin mikrobien kanssa. Jotkut tuotteet taas aktivoituvat, kun ne saavat valoa tai joutuvat kosteuden alaisuuteen. Kaikki antimikrobiset rakennusmateriaalit eivät toimi samoja mikrobilajeja vastaan. Esimerkiksi kuparituotteet tappavat todisteesti eri taudinaiheuttajia mikrobeja, kun taas microbanin valmistaja muistuttaa, että teknologiaa ei ole suunniteltu tuhoamaan taudinaiheuttajia mikrobeja.

Antimikrobisten rakennusmateriaalien pääasiallinen tehtävä rakennuksessa on rajoittaa terveydelle haitallisten mikrobien kasvua ja leviämistä. Useimmiten välittäjänä toimii ihminen johon on tarttunut mikrobi-itiöitä, joko toisesta ihmisestä tai joltakin kosketuspinnalta esimerkiksi ovenkahvasta. Monet antimikrobiset rakennustuotteet ovatkin juuri kosketuspintatuotteita.

Mikrobien kannalta käytännöllisimpiä leviämipaikkoja ovat siis ne paikat joissa on runsaasti ihmisiä ja ovat jatkuvassa käytössä. Kaupunkien metro- ja juna-asetat, julkiset virastot ja koulut ovat juuri tällaisia. Näihin rakennuksiin antimikrobiset rakennusmateriaalit ovat oiva apuväline puhtaanapidon rinnalle hillitsemään mikrobi tartuntojen määrää. Suhteellisen pienillä muutoksilla tai kiinnittämällä huomiota rakennusmateriaalien valintaan voidaan siis vähentää mikrobirtuntojen määrää.

Rakennusten ilmastointi- ja vesijärjestelmät ovat myös potentiaalisia mikrobien leviämipaikkoja. Markkinoilla on olemassa antimikrobisia ominaisuuksia omaavia tuotteita näihin järjestelmiin. Kuparista valmistetaan vesiputkia jotka helpon muotoil-

tavuutensa lisäksi auttavat veden puhtaanapidossa. On olemassa myös antimikrobisia ominaisuuksia omaavia ilmastointikanavia, esimerkiksi sureshield pinnoitteita käytetään tässä tarkoituksessa.

## 5 RAKENNUSHANKE

### 5.1 Hankkeen vaiheet

Rakennushanke saa alkunsa yleensä tilan käyttäjän tilantarpeen muutoksesta. Tilan käyttäjä voi olla julkisyhteisö, yritys tai yksityinen henkilö. käyttäjien tilantarpeen muutokseen on monia eri syitä. Julkisyhteisön tilantarpeeseen vaikuttaa yhteiskunnalliset velvoitteet. Yrityksen lisääntyneeseen tai vähentyneeseen tilantarpeeseen voi vaikuttaa esimerkiksi yrityksen muuttunut markkinatilanne tai palveluiden ulkoistaminen. Yksityisellä henkilöllä tilantarve voi muuttua monella eri tapaa esimerkiksi muutto uudelle paikkakunnalle, varallisuuden muuttuminen, perheen perustaminen tai lasten kotoa pois muuttaminen. Rakennushankkeen voi aloittaa myös kiinteistösijoittaja. (Kankainen & Junnonen 2001, 9)

Muuttuneen tilantarpeen voi tyydyttää esimerkiksi rakennuttamalla lisätiloja omalle tontille, korjaamalla, tehostamalla tai laajentamalla olemassa olevaa tilaa, hankkimalla uudet tilat ostamalla, vuokraamalla. Tilojen ostamisessa ja vuokraamisessa on erilaisia vaihtoehtoja esimerkiksi vuokrata tai ostaa tilat kiinteistösijoittajalta joka puolestaan rakentaa tilat. (Kankainen & Junnonen 2001, 9)

Rakennushankkeen ajallista etenemistä voi seurata seuraavanlaisten vaiheiden avulla. (Kuva 2):

- tarveselvitys, TS
- hankeselvitys, HS
- rakennussuunnitelma, RS
- rakentaminen, RA
- käyttöönotto, KO

Jokaisessa rakennushankkeen vaiheessa on mukana eri osapuolia.

- käyttäjä, K
- rakennuttaja, R
- suunnittelija, S
- rakentaja, U
- viranomainen, V

Hankkeen vaiheesta riippuen osapuolilla on määritelty eri tehtäviä esimerkiksi kuvan 2 mukaisesti hankesuunnittelu vaiheessa rakennuttajan tehtävänä on organisaation luominen, maapohjan tutkiminen, tilaohjelman luonti, talousasioiden hoito ja hankkeen aikataulutus. (RT 10–10387, 3)



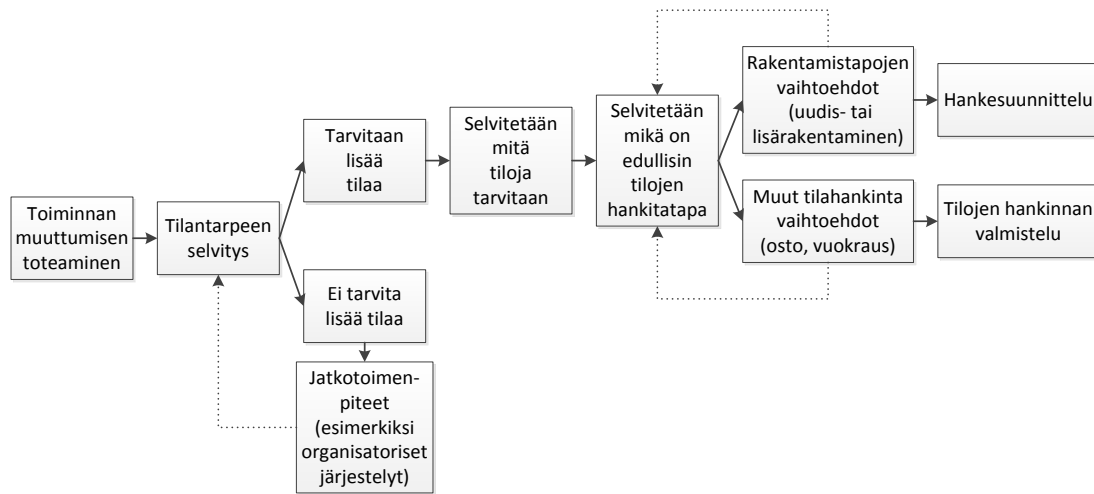
Kuva 2. Yksinkertaistettu kuvaus talonrakennushankkeen kokonaisuudesta.

## 5.2 Tarveselvitys

Tarveselvitys käynnistyy omistajan tai käyttäjän aloitteesta silloin kun huomataan toiminnan muutoksesta tai kasvusta johtuva tilantarve. Tarveselvityksessä kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja asetetaan niille alustavat vaatimukset. Selvityksen lähtökohdat riippuvat siitä onko kyseessä tilan käyttäjä vai omistaja. Omistaja asettaa lähtökohdikseen kiinteistöliiketoiminnalleen hyväksymänsä strategiat ja tavoitteet. Tarveselvitys vaiheessa omistajan tavoite on pohtia ratkaisuja käyttäjän määrittelemään tilantarpeeseen. Käyttäjän rooli tarveselvityksessä on luoda kuva omasta toiminnastaan ja sen tarvitsemista tiloista ja laitteista. Käyttäjän ja omistajan näkemysten kohdatessa syntyy yhteinen rakennushanke. (Kankainen & Junnonen 2001, 16–17; RT 10–10387 1989, 10)

Selvityksessä käydään läpi myös mahdolliset tavat tyydyttää tilantarve. Rakennetaanko uutta, laajennetaanko vanhaa vai ostetaanko/vuokrataanko olemassa olevaa. Eri vaihtoehtoja punnittaessa otetaan huomioon toiminnalliset ja taloudelliset tekijät, aikatekijät sekä vaihtoehtojen riskit. Tarveselvityksen perimmäinen ajatus on selvit-

tää kannattaako rakennushankkeeseen ryhtyä. Tarveselvitys toimii myös hankkeen suunnitteluohjeena, mikäli hanke päätetään toteuttaa. (Kankainen & Junnonen 2001, 18)



Kuva 3. Tarveselvityksen kulku. (Kankainen & Junnonen 2001, 16)

Antimikrobisten materiaalien käyttöä on hyvä suunnitella jo tässä vaiheessa rakennushanketta. Koko rakennushankkeen suunnittelu saattaa saada alkunsa siitä, että on huomattu yliherkkyyttä rakennuksen käyttäjässä. Tällöin on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota siihen onko materiaalien valinnoilla mahdollista vaikuttaa rakennuksen sisäilmastoon. Rakennusmateriaalien painotus riippuu paljon siitä minkä tyyppisestä rakennuksesta hankkeessa on kyse. Julkisella sektorilla esimerkiksi sairaaloissa ja terveysasemilla tarvitsee kiinnittää erityistä huomiota hygieenisiin materiaaleihin. Sairaaloiden ja terveysasemien suunnittelussa huomioitavia asioita on esitetty Rakennustiedon RT-kortistossa RT 96–10594 Terveyskeskukset ja terveysasemat.

Käyttäjän lisäksi tarveselvitysvaiheessa on mukana rakennuttaja ja suunnittelija. Mikäli rakennuksessa on tarkoitus käyttää antimikrobisia rakennusmateriaaleja, on hyvä varmistaa jokaisen osapuolen tietotaito asian tiimoilta. yksi rakennuttajan tehtävistä tarveselvitysvaiheessa on arvioida alustavasti rakentamisen kustannuksia. Suunnittelijan tehtäväksi muodostuu tilan vaatimusten määrittäminen. Molempien tehtävissä rakennusmateriaalien ja rakennusmenetelmien tunteminen on tärkeää. (RT 10–10387 1989, 10)

Tarveselvitys vaiheessa sisäilmaan vaikuttavista tekijöistä ei pystytä vaikuttamaan materiaali valinnoilla, joten antimikrobisten rakennusmateriaalien käytön pohdinta jää hieman taka-alalle. Vaiheen vaikuttavista tekijöistä suurimmat liittyvät rakennuspaikan tutkintaan mm. valoisuus, ulkoilman puhtaus, tilojen suuntaus, radon ja maaperän laatu. (RT 07–10564 1995, 10)

### 5.3 Hankesuunnittelu

Tarveselvitysvaiheen jälkeen rakennushankkeessa siirrytään hankesuunnitteluun. Hankesuunnittelun pohjatietoina toimii tarveselvitysvaiheessa kootut alustava tilaohjelma, tilojen ominaisuudet ja hankkeen aikataulu. Hankesuunnittelun aikana luodaan lopullinen kuva hankkeen laajuudesta, laadusta, kustannuksista, ajoituksesta ja lopullisesta ylläpidosta. Hankesuunnittelun lopputulos on hankesuunnitelma josta selviää päätöstä varten tarvittavat rakennushanketta koskevat tiedot ja rakennussuunnittelun tavoitteen määrittelyn. Tarveselvitys ja hankesuunnittelu voidaan yhdistää ja dokumentoida suoraan hankesuunnitelmaksi. (Kankainen & Junnonen 2001, 16–17; RT 10–10387 1989, 10)

Hankesuunnittelun aikana on tarkoitus selventää tarveselvityksessä kirjatut tavoitteet rakennussuunnittelulle määrättäviksi vaatimuksiksi. Rakennuksen arkkitehtonista ja teknistä suunnittelua varten laaditaan selkeä ohje, jonka avulla suunnittelijat laativat tavoitteiden mukaiset rakennussuunnitelmat. Tarvittaessa laaditaan ohjelmapiirustuksia tavoitteita havainnollistamaan. Rakennuspaikasta selvitetään kaavallinen sopivuus, geotekniset ominaisuudet, liikenneyhteydet, toiminnallinen kelpoisuus ja muut tarpeelliset selvitykset. Hankkeen ympäristötekijöistä selvitetään mahdolliset hyödyt ja haitat. Hankkeesta laaditaan aikataulu, jossa esitetään vaiheiden kestot ja limitykset. Hankkeesta luodaan kustannusarvio ja kannattavuuslaskelmat, näiden pohjalta päättäjä pystyy arvioimaan onko kyseisen investoinnin kannattavuus. Hankkeelle määritellään toteuttamistavoista todennäköisin. Hankkeesta luodaan tilaohjelma, jossa luetellaan kaikki rakennushankkeeseen sisältyvät huonetilat. Tilaohjelman yhteydessä määritetään rakennuksen ulko- ja sisäpuolisten rakenteiden ominaisuudet. Vaatimukset voivat olla mm. sisäilmastoon, valoon, tilan korkeuteen, pintarakenteiden ominaisuuksiin, kaluste- ja varustetasoon sekä sähkötekniikkaan liittyviä. Määrite-



tään hankkeen tavoitearvot rakennustöiden puhtaudelle ja rakennusmateriaalien päästöille, jotka vaikuttavat sisäilmastoon. (Kankainen & Junnonen 2001, 16–17; RT 10–10387 1989, 10)

Rakennuksen käyttäjä ja omistaja, rakennuttaja ja suunnittelijat ovat aktiivisia osapuolia hankesuunnitteluvaiheessa. Käyttäjän tehtävänä on esittää toiminnan vaatimat lähtökohdat ja joko valvoa itse tai perustaa hankesuunnittelua valvova johtoryhmä. Rakennuttajan rooli on toimia asiantuntijana hankkeen organisoimisessa ja läpiviennessä. Rakennuttamistehtäviin nimetään vastuuhenkilö. Suunnittelijaosapuolen päämäärä on koota ja muokata tarvittava tietokanta rakennussuunnittelua varten. Hankkeeseen on hyvä kiinnittää tässä vaiheessa arkkitehtisuunnittelija, joka yleensä jatkaa rakennussuunnittelu vaiheessa pääsuunnittelijana. Rakennushankkeen vaativuudesta riippuen ennakkosuunnitteluun osallistuu myös LVIAS-suunnittelija, kustannussuunnittelija, kiinteistöhoiton asiantuntija sekä muut suunnittelijat. (Kankainen & Junnonen 2001, 16–17; RT 10–10387 1989, 10)

Hankesuunnitteluvaiheessa määritetään vaatimukset sisäilman laadulle ja kosteudelle, tilan lämpötilalle, puhtaanapidolle, joustavuudelle ja muunnettavuudelle. Lisäksi päätetään kiinteistöhoiton toteutustapa. Tiloissa huomioitavia asioita ovat kosteuden ja kuivatuksen tarve sekä niihin sijoitettavien laitteiden epäpuhtaudet ja lämpökuormat. Tiloille tehdään myös puhtausluokitus jossa määritetään materiaalien ja laitteiden päästöjen enimmäistaso. Tilojen toiminnoista huomioidaan niiden aiheuttamat epäpuhtaudet ja melu. (RT 07–10564 1995, 10)

Rakennusmateriaalien valintaan vaikuttaa tiloille määritelty sisäilmastoluokka, joka on hyvä määrittää jo tässä vaiheessa. Esimerkiksi luokan S1 tai S2 saavuttamiseksi tiloissa ei saa olla epäpuhtauslähteitä. Näiden välttämiseksi antimikrobiset materiaalit ovat hyödyllinen apuväline normaalien puhtaanapitoimenpiteiden rinnalle. Tämän hetkisistä antimikrobisista rakennusmateriaaleista suurin osa on heloja, vetimiä, pinnoitteita sekä tietysti putkia. Helat, vetimet ja esimerkiksi keittiön tasot ovat oivia mikrobien pesintä- ja leviämispaikoiksi, siksi niiden materiaali ja puhtaanapito vaihtoehtojen valintaan kannattaa kiinnittää huomiota jo näin aikaisessa vaiheessa. (RT 07–10946 2009, 4)

Hankesuunnittelussa tapahtuu paljon hankkeen suunnittelun ja toteutuksen kannalta tärkeitä päätöksiä. Antimikrobisia rakennusmateriaalien osalta hankesuunnittelussa määritetään mm. sisäilmaston tavoitearvot. Hankesuunnittelu vaiheessa päätetään kaluste- ja varustetasoon sekä pintarakenteiden ominaisuuksiin liittyvät tavoitteet. Nämä tavoitteet vaikuttavat suoraan siihen onko rakennuksessa järkevää käyttää antimikrobisia rakennusmateriaaleja.

#### 5.4 Rakennussuunnittelu

Hankesuunnittelun päätyttyä alkaa rakennushankkeen rakennussuunnitteluvaihe. Rakennussuunnittelu alkaa yleensä suunnittelijoiden valitsemisella. Hankkeesta riippuen on kuitenkin mahdollista, että suunnittelijaryhmä on koottu jo hankesuunnitteluvaiheessa. Pääsuunnittelijan ja suunnittelijaryhmän valintaan on syytä kiinnittää huomiota, sillä rakennussuunnittelulla on tärkeä rooli rakennushankkeen onnistumisessa. Valintakriteereinä ovat mm. asiantuntemus, kokemus ja yhteistyökyky. Suunnittelija ryhmä koostuu monen eri alan suunnittelijoista. Talonrakennushankkeeseen osallistuvat yleensä ainakin arkkitehti, rakenne- ja geosuunnittelijat sekä talotekniikan puolelta LVI-, sähkö, ja tietojärjestelmäsuunnittelijat. Hankkeesta riippuen mukana voi olla muitakin suunnittelijoita kuten esimerkiksi sisustussuunnittelija. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennuksen suunnittelu ja rakentaminen tapahtuvat rakentamista koskevien määräysten ja säännösten mukaisesti. (Kankainen & Junnonen 2001, 33; RT 10–10387 1989, 12)

Rakennesuunnittelu vaiheeseen osallistuvat käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelija ja viranomainen. Käyttäjän tehtävä on seurata suunnittelua ja hyväksyä suunnitelmat eri vaiheissa. Rakennuttaja auttaa käyttäjää suunnittelijoiden valinnoissa ja huolehtii suunnittelu sopimusten teosta. Rakennuttaja valmistelee rakentamisvaihetta ja selvittää rakennustyön lopullisen urakkamuodon ja urakkarajat. Suunnittelijan tarkoituksena on tuottaa eriasteisia asiakirjoja joiden avulla rakennus voidaan tuottaa. Suunnittelijaryhmään tulee kuulua kaikki tarvittava asiantuntemus. (RT 10–10387 1989, 12)

Rakennussuunnittelun pohjana toimii hankesuunnitelma, jonka rakennuttaja ja suunnittelija käyvät yhdessä läpi ja tarkistavat hankkeen lähtökohdat ja tavoitteet. Teknisten asiakirjojen rinnalla samanaikaisesti kehittyvät juridiset asiakirjat. Tarvittavat asiakirjat ja niiden muoto määräytyy rakentamisen toteuttamistavan mukaan. Rakennussuunnittelu vaihe voidaan jakaa eri vaiheisiin, joita ovat ehdotussuunnittelu, luonnossuunnittelu, toteutussuunnittelu ja täydentävä suunnittelu, joka tunnetaan myös nimellä tuotantosuunnittelu. (Kankainen & Junnonen 2001, 33; RT 10–10387 1989, 12)

#### 5.4.1 Ehdotussuunnitteluvaihe

Ehdotussuunnitteluvaiheessa pyritään tuottamaan hankkeelle asetettujen tavoitteiden mukainen kohteen yleisratkaisu. Vaiheen aikana on tarkoitus luoda monia ratkaisumalleja, joissa esitetään erilaisia toiminta- ja maankäyttömalleja. Ratkaisumalleja vertaillaan niiden toimivuuden, ympäristöön liittymisen ja kustannuksien kannalta. Tilaajalle esitetään valitusta ratkaisumallista luotu ehdotussuunnitelma hyväksymistä varten. Ehdotussuunnitelma toimii jatkosuunnittelun pohjana. Suunnitelman pohjatiedot ja esitystapa vaihtelevat hankkeesta riippuen mm. seuraavat asiat voidaan esittää pääpiirteittäin tässä vaiheessa.

- toiminnallinen yleisratkaisu
- rakennustaiteellinen yleisratkaisu
- tekninen yleisratkaisu
- sijoittuminen tontille
- liittyminen ympäristöön
- perustamisolosuhteet
- alueen kunnallistekninen valmiusaste ja liittymätiedot
- kustannusarvio

(Kankainen & Junnonen 2001, 37; RT 10–10387 1989, 12–13)

### 5.4.2 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnittelu vaiheessa tarkennetaan ehdotussuunnitelmassa esitettyjä yleisratkaisuja. Tarkennetaan rakennuksen sijoittumista tontille ja esitetään arkkitehtoninen yleisratkaisu. Rakennuksesta teetetään rakennejärjestelmän periaateratkaisu ja rakennuspaikan yksityiskohtainen pohjatutkimus. Talotekniikan osalta suunnittelijat esittävät vaihtoehdot tilojen ja teknisten järjestelmien ohjaus- ja valvontajärjestelmistä sekä niiden kytkeytymisestä muiden toimintojen tietoverkkoihin. (Kankainen & Junnonen 2001, 37; RT 10–10387 1989, 12–13)

luonnossuunnittelun aikana syntyvät luonnossuunnitelmat joissa esitetään mm. seuraavat asiat.

- ympäristösuunnitelma
- perustamistapa
- kantavat ja osastoivat rakennusosat
- keskeiset rakenteet
- päämateriaalit
- rakennustapaselostus
- talotekniset järjestelmät, tilat, pääkanavat ja putkireitit
- talotekniikkaselostus ja sitä täydentävä järjestelmäselostus
- kustannusarvio

Yllä olevassa listassa esitetyt asiat esitetään yleisratkaisu tasolla. Tosituvista osastoista tai toimintayksiköistä, tyypillisistä yksityiskohdista ja erikoisrakenteista esitetään yksityiskohtaisemmat ratkaisumallit. (Kankainen & Junnonen 2001, 37; RT 10–10387 1989, 12–13)

Luonnossuunnitelmat esitellään tilaajalle, joka hyväksyy tai hylkää ne. Tilaajan hyväksytyä suunnitelmat ne toimivat jatkosuunnittelun pohjana. Luonnoksista voidaan hankkia lausunnot käyttäjältä, asiantuntijoilta tai viranomaisilta. Rakennuslupa asiakirjojen laatiminen on luonnossuunnittelun viimeinen vaihe. (Kankainen & Junnonen 2001, 38; RT 10–10387 1989, 12–13)

### 5.4.3 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelu vaiheessa rakennuksesta laaditaan asiakirjat, joiden sisältämistä työpiirustuksista ja teknisistä suunnitelmista pystytään määrittelemään yksiselitteisesti rakentamisen määrä ja laatu urakkatarjouksen antamista varten. Toteutussuunnittelu vaiheessa siis selvitetään toiminnan ja käytön yksityiskohtaiset tarpeet, varmistetaan ratkaisujen ja detaljien tavoitteiden mukaisuus, asetetaan tavoitteet laadulle, varmistetaan, että viranomaiset hyväksyvät suunnitelmat ja varmistetaan, että kaikki asiakirjat ja niiden sisältämät suunnitelmat muodostavat ehjän kokonaisuuden. (Kankainen & Junnonen 2001, 38; RT 10–10387 1989, 12–13)

### 5.4.4 Täydentävä suunnittelu

Täydentävä suunnittelu on rakentamisen aikana tapahtuvaa rakentamista auttavien asiakirjojen ja suunnitelmien tekemistä. Erilaiset valmistus-, sovitus- ja asennuspiirustukset sekä täydentävät osapiirustukset ovat täydentävän suunnitteluvaiheen tehtäviä. Tämän vaiheen tehtävä on selventää ja täydentää olemassa olevia suunnitelmia rakentamisen avuksi. (Kankainen & Junnonen 2001, 38; RT 10–10387 1989, 12–13)

## 5.5 Rakentaminen

Edeltävissä vaiheissa suunniteltu rakennus rakennetaan rakentamisvaiheessa. Vaiheen alkua merkkää urakkasopimuksen allekirjoitus. Sopimuksessa rakennushankkeelle määritetään urakkamuoto, jonka puitteissa rakentaminen toteutetaan. Hankkeen urakka-asiakirjoista käy ilmi sopimusosapuolien velvoitteet ja vastuut, nämä on määritelty yleisesti Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa YSE 1983 (RT 16–10193). (RT 10–10387 1989, 14)

Rakentamisen aikaisesta rakennustyön valvonnasta laaditaan valvontasuunnitelma. Rakentamisen aikana järjestettävät työmaakokoukset toimivat neuvottelutilaisuuksina jokaiselle hankkeen osapuolelle. Kokouksien avulla pystytään myös seuraamaan rakentamisen edistymistä kunkin urakasuorituksen osalta ja raportoimaan mahdollisista ongelmakohtista. (RT 10–10387 1989, 14)

Rakentamisvaiheessa rakennushankkeen organisaatio on laajimmillaan. Organisaatioon kuuluu rakennuttajan edustaja, suunnittelijat, työmaan valvoja, urakoitsijat ja lisäksi viranomaiset suorittavat valvontatehtäviä. Käyttäjän tehtävänä on seurata rakentamisen toteutumista haluamallaan tarkkuudella. Käyttäjä valmistelee rakennuksen käyttöönottoa omalta osaltaan. Rakennuttaja toimii rakentamisvaiheessa rakentamisen organisoijana ja valvojana. Rakennuttaja seuraa aikataulun toteutumista, koordinoi eri osapuolten tehtävät, seuraa yhteistoiminnan sujumista ja valvoo työn toteutumista. Suunnittelijoiden tehtävä rakentamisvaiheessa on täydentää ja selventää olemassa olevia piirustuksia rakentamisen tueksi. Jokaisen suunnittelijan on myös valvottava, että suunnitelmia noudatetaan oikeaoppisesti. (RT 10–10387 1989, 14)

Rakentamisessa antimikrobisten rakennusmateriaalit tulee asentaa valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Työmaa aikaisessa varastoinnissa on myös noudatettava valmistajan antamia ohjeita. Työmaan puhtaussuunnitelman noudattaminen on tärkeää, koska rakentamisesta syntyvä pöly on oiva kasvualusta mikrobeille eivätkä antimikrobiset rakennusmateriaalit pysty yksinään taistelemaan mikrobeja vastaan riittäväällä teholla.

## 5.6 Käyttöönotto

Käyttöönottoa valmistellaan jo hankesuunnittelun aikana ja se selvitetään yksityiskohtaisesti rakennussuunnittelu- ja toteutusvaiheissa. Rakennuksen kunnossapito ja huolto järjestetään ennen kuin se luovutetaan käyttäjälle, myös mahdolliset huoltosopimukset allekirjoitetaan ja takuuajan toimenpiteet huolehditaan kuntoon. Käyttöönotto vaiheen pääasiallinen tehtävä on opastaa tulevia käyttäjiä rakennuksen oikeaoppiseen käyttöön ja huoltoon. Teknisten järjestelmien osalta käyttäjille järjestetään LVIAS-laitteiden ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteiden käyttöopastus ja energiamekaniikan seuraamisen opastus. Järjestelmistä annetaan kahdet käyttö-ohjeet. Teknisten järjestelmien toiminnasta vastaavalle luovutetaan käyttö-ohjeet ja järjestelmien huollosta ja hoidosta vastaava saa puolestaan haltuunsa huolto-ohjeet. (RT 10–10387 1989, 15)

Käyttöönotto vaiheessa luodaan käyttöarkisto, joka sisältää rakennuksen oikeaoppista käyttöä varten vaadittavat olennaiset asiakirjat. Näitä ovat laitteiden ja rakennuksen käyttö-, huolto- ja hoito-ohjeet ja -suunnitelmat, Toimintakaaviot laitteista ja rakennuksesta ja ajantasapiirustukset. Ajantasapiirustuksissa rakennus esitetään sellaisena kuin se on vastaanottohetkellä. Arkistoon lisätään myös piha-alueiden hoitosuunnitelma ja sisätilojen siivoussuunnitelma, jossa selvitetään pintamateriaalien kunnollinen hoito ja kunnossapito. (RT 10–10387 1989, 15)

Osapuolien välinen työskentely on tiivistä käyttöönotto vaiheessa. Käyttäjää on toiminnan käynnistäjä ja organisoija. Lisäksi käyttäjä pitää kirjaa takuuajana havaitsemistaan korjaustarpeista. Rakennuttaja valmistele rakennusvaiheessa siirtymistä käyttöönottoon. Suunnittelijat huolehtivat, että huolto- ja käyttö-ohjeet ovat riittävän selvät. Suunnittelijoiden täytyy varmistaa, että käyttäjä saa ohjeet tietoonsa. Rakentajan osuus on vastata takuuajana havaittavien puutteiden ja virheiden korjaamisesta. (RT 10–10387 1989, 15)

Hygienia tuotteiden kannalta käyttöönotto vaiheessa eletään kriittisessä vaiheessa, sillä antimikrobiset materiaalit eivät yksinään ole riittävä suoja mikrobeja vastaan. Materiaalien asennuksen lisäksi tulee käyttäjä opastaa oikeanlaiseen siivoukseen ja huoltoon. Käyttöarkistossa on asiakirja, jossa selvitetään pintamateriaalien hoito- ja kunnossapito. Tämän asiakirjan laatiminen on huomattavin asia, mikäli halutaan saada täysi hyöty antimikrobisten rakennusmateriaalien käytöstä. (RT 10–10387 1989, 15)

## 6 YHTEENVETO

Rakentamista tapahtuu yksityisellä ja julkisella sektorilla. Rakennusprojektissa rakennusmateriaalien käytöstä päättää loppukädessä tilaaja. Tilaaja määrittelee tarpeensa rakennushankkeen tarveselvitysvaiheessa. Tilaajan on hyvä selvittää haluaako hän kiinnittää erityistä huomiota rakennuksensa hygieniaan. Rakennuskohteen lopullinen käyttötarkoitus asettaa myös omat rajansa sisäilmaston suhteen.

Tarveselvitysvaiheessa tilaajan tehtävänä on kuvailla haluamansa rakennuksen lopullinen toiminta. Tällä päätöksellä on suuri merkitys siihen onko rakennuksessa syytä käyttää antimikrobisia rakennusmateriaaleja. Rakennettaessa normaalia asuinrakennusta, jossa oletetaan asuvan terve keskiverto kansalainen, on sisäilmaston tarpeet hieman matalammat. Jokaisessa erilaisessa rakennusprojektissa on omat huomioitavat asiat, kun tehdään päätöstä antimikrobisten rakennusmateriaalien käytöstä. Esimerkiksi terveysasemilla bakteerien leviämisellä on yleensä vakavammat seuraukset kuin normaalissa asuinrakennuksessa. Terveysasemilla on pidettävä erityistä huolta hygieniasta sillä niissä majoitetaan riskiryhmään kuuluvia henkilöitä. Mikrobitartuntojen riskiryhmään lukeutuvat vanhukset, joilla immuniteetti on heikentynyt, lapset, joilla immuniteetti ei ole vielä kehittynyt ja henkilöt, joiden oma immuniteetti on jostain syystä heikentynyt. Työssäni mainitsemisissa tutkimuksissa on saatu rohkaisevia tuloksia käytettäessä antimikrobisia rakennusmateriaaleja sairaalaympäristössä.

Hankesuunnittelussa tehdään päätökset hankkeen suoritustavasta, rakennuksen puhtausluokasta ja niin edelleen. Hankesuunnittelussa siis kootaan ehdotus mahdollisesta rakennuksesta ja sen toteutustavasta ja hinnasta. Ehdotuksia voi olla useampia. Valmiit ehdotukset annetaan tilaajan hyväksyttäväksi. Tilaajalle annettussa ehdotuksessa tulisi selvittää antimikrobisten rakennusmateriaalien hinta sekä niiden tuoma hyöty mahdollisimman selkeästi. Hankesuunnittelussa mukana olevalla rakennuttajalla tulisi siis olla hyvä tietopohja antimikrobisista rakennusmateriaaleista.

Rakennussuunnittelussa luodaan tarkat suunnitelmat hankesuunnittelun päätöksien pohjalta. Rakennussuunnittelussa materiaalit määritetään tarkasti hankesuunnittelussa tehtyjen päätöksien pohjalta. Suunnittelijan on kiinnitettävä huomiota voidaanko antimikrobisia rakennusmateriaaleja käyttää kaikissa halutuissa paikoissa.

Rakentamisvaiheen suurimmat huomioitavat asiat ovat rakentamisen aikainen siivous ja rakennusmateriaalien oikeanlainen asentaminen. Monet antimikrobiset rakennustuotteet ovat pinnoitteita ja maaleja. On suositeltavaa, että ammatti maalari suorittaa maalauksen.



Käyttöön otossa tilan käyttäjille, siivoojille ja huoltajille opastetaan tilojen oikeanlainen puhtaanapito ja huolto. Tiloista laadittavissa huoltoasiakirjoissa tulisi olla maininta antimikrobisten rakennusmateriaalien puhtaanapidosta ja huollosta, jotta niistä saadaan suurin hyöty irti.

RT-kortistosta löytyvä kortti RT 10–11107 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12:ssa on lueteltu rakennusprojektin kussakin vaiheessa huomioitavia asioita. Alla on koottu kortista asioita joilla on vaikutusta tai joihin voidaan vaikuttaa antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla.

Tarveselvityksessä ja hankesuunnittelussa

- Valitaan rakennuttaja ja pääsuunnittelija joilla on riittävä tietotaito antimikrobisista rakennusmateriaaleista.
- Rakennuksen käyttötarkoitus, onko tarvetta erityiseen hygienian ylläpitoon?
- Tilaajan omat tavoitteet, haluaako hän käyttää rakennuksessa antimikrobisia rakennusmateriaaleja?
- Jos sisäilmaston huono laatu on ollut lähtökohtana rakennusprojektin aloitukseen, Onko antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla mahdollista korjata sitä?
- Minkälaista hyötyä antimikrobisista rakennusmateriaaleista saadaan?
- Käytettäessä antimikrobisia rakennusmateriaaleja, miten se tapahtuu käytännössä?
- Kustannukset?
- Voidaanko rakennuksen ylläpitoon vaikuttaa antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla?
- Onko rakennuksessa joitakin tiloja joihin halutaan erikseen antimikrobisia rakennusmateriaaleja?
- Täyttävätkö antimikrobiset rakennusmateriaalit kaikki tarvittavat vaatimukset? (esimerkiksi rakennusmateriaalien päästöluokituksen M1)
- Arvioidaan saadaanko antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla aikaiseksi säästöjä?

Rakennussuunnittelussa

- Varmistetaan kunkin osa-alueen suunnittelijoiden pätevyys.

- Millä osa-alueilla voidaan hyödyntää antimikrobisia rakennusmateriaaleja?
- Mitä antimikrobista rakennusmateriaalia hyödynnetään?
- Missä materiaalien käytöllä saadaan suurin hyöty?
- Laaditaan eri ratkaisusta kustannuslaskelmat, ovatko tavoitteissa?
- Tarvitsevatko antimikrobisten rakennusmateriaalien takia tehdä erityisratkaisuja rakennuksen muuhun suunnitteluun?
- Varmistetaan materiaalien saatavuus ja toimitusajan mahtuminen aikatauluun.
- Varmistetaan suunnittelijoiden tekemien valintojen taustat ovat riittävän hyvin selvitettyjä.
- Laaditaan tarvittavat työ- ja asennuspiirustukset antimikrobisten rakennusmateriaalien osalta.
- Laaditaan rakennukselle käyttö ja huolto-ohjeet.

#### Rakentaminen

- Valvotaan materiaalien asennuksen oikeaoppisuutta.
- Huolehditaan työmaan rakentamisen aikaisesta puhtaanapidosta.
- Jaetaan kullekin urakoitsijalle oman osa-alueensa tarvitsemat tiedot ja asennusohjeet mahdollisista antimikrobisista rakennusmateriaaleista.
- Huolehditaan rakennusmateriaalien oikeaoppisesta varastoinnista työmaalla.
- Huolehditaan antimikrobisten rakennusmateriaalien huoltotoimien merkitsemisestä käyttö- ja huolto-ohjeisiin.
- Lopputarkastuksessa tarkastetaan materiaalien todella olevan sellaisia, kuin niiden suunnitelmissa sanotaan olevan.

#### Käyttöönotto

- Varmistetaan ylläpito- ja käyttöhenkilökunnan koulutus materiaalien huollon ja käytön suhteen.
- Varmistetaan tilojen vastaavan sopimuksessa sovittuja oloja.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jotta pystyttäisiin välttämään turhia epidemioita, on pidettävä huolta hyvästä hygieniasta niin yleisestä kuin henkilökohtaisesta. Hyvän hygienian ylläpitoon rakennuksiin tarjolla olevat erilaiset antimikrobiset rakennustuotteet tuovat mukanaan uusia mahdollisuuksia.

Päätöksen investoinnista antimikrobisiin rakennusmateriaaleihin tekee loppu lopuksi aina tilaaja, sillä antimikrobisia rakennusmateriaalien käytöstä ei ole minkäänlaisia määräyksiä tai lakeja. Tilaajalle esitetään eri vaihtoehtoja joista hän valitsee mieleisensä. Investointi päätökseen vaikuttaa se onko rakentaminen taloudellisesti kannattavaa. Tästä voidaan päätellä, että mikäli antimikrobisten rakennusmateriaalien käyttö tuo budjettiin huomattavan menoerän verrattuna siitä saataviin hyötyihin niin niitä ei todennäköisesti hyödynnetä. Tilaajan punnitessa vaihtoehtojaan nousee esiin kysymys, että minkälaista hyötyä antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla on mahdollista saavuttaa rakennuksessa. Antimikrobisten rakennusmateriaalien hyöty vaihtelee riippuen rakennuksen käyttötarkoituksesta.

Työpaikoilla yleisen hygienian parantaminen, jota voidaan edesauttaa antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla, tarkoittaa sairauspoissaolojen vähentymistä. Vuosittain sairauden takia poissaolevat työntekijät aiheuttavat tappioita työnantajalle. Yrityksillä on siis intressejä punnita antimikrobisten rakennusmateriaalien käyttöä rakentaessaan uutta tai korjatessaan vanhaa toimitilaa. Antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla on myös ilmanlaatua parantavia vaikutuksia. Paremman ilmanlaadun ansiosta ihmiset ovat tyytyväisempiä työpaikkaansa.

Rakennettaessa uusia terveysasemia ja -keskuksia on huolehdittava rakennuksen yleisestä hygieniasta ja puhtaanapidon helppoudesta. Englannissa, USA:ssa ja Kreikassa tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että yhden huoneen varustelusta kuparisilla kosketuspinoilla syntyvät kustannukset vastaavat yhden sairaalainfektion hoitokustannuksia (Kuparin antibakteeriset ominaisuudet rohkaisevia 2013. 13). Tämä mielessä pitäen investointi antimikrobisiin rakennusmateriaaleihin terveysasemilla ja -keskuksilla on kannattavaa. Hoitokulujen säästön lisäksi vältetään myös sairaalainfektioista aiheutuva haitta potilaalle.

Päiväkodeissa, lento- ja juna-asevilla säästöjä antimikrobisten rakennusmateriaalien käytöstä tulee suurimmilta osin siivouskustannuksiin. Antimikrobiset rakennusmateriaalit ovat yleensä helposti puhdistettavissa eivätkä vaadi vaarallisia kemikaaleja puhdistukseen. Siksi antimikrobiset rakennusmateriaalit ovat sopivia suuriin julkisiin rakennuksiin, joissa pölyn ja lian kerääntyminen on nopeaa. Siivouskuluissa säästön lisäksi käyttämällä antimikrobisia rakennusmateriaaleja saadaan aikaan myönteinen julkisuuskuva, jos sitä osataan markkinoida oikein. Päiväkodeissa taudit leviävät myös helposti ja sairasta lasta jää usein hoitamaan toinen vanhemmista. Tämä tarkoittaa taas turhia poissaoloja työstä ja tappioiden syntyä.

Vaikka päätöksen antimikrobisten rakennusmateriaalien käytöstä tekeekin tilaaja, on rakennuttajalla ja suunnittelijalla tilaisuutensa tuoda mielipiteensä esiin. Rakennuttajan ja suunnittelijan tehtävänä on kertoa tilaajalle kunkin rakennusprojektin kohdalla, mitä antimikrobisilla rakennusmateriaaleilla saavutetaan ja tuoko se konkreettista hyötyä, esimerkiksi säästöjen muodossa.

Rakentamisessa on viime vuosien aikana havaittu tarve paremman laadun huomioita. Monista uusista rakennuksista pyritään tekemään mahdollisimman helppohoitaisia ja hygieenisia. Tästä syystä antimikrobisten rakennusmateriaalien tulevaisuuden näkymät ovat rohkaisevia. Monissa kiinteistöissä on alettu aktiivisesti ennaltaehkäistä tautientartuntaa. Antimikrobisia rakennusmateriaaleja tutkitaan ympäri maailmaa ja tutkimustulokset ovat hyviä.

## LÄHTEET

ACTIVE Clean Air & Antibacterial Ceramicin www-sivut. 2013. Viitattu 24.5.2013.  
<http://www.active-ceramic.com/>

Agion www-sivu. 2013. Viitattu 7.5.2013. <http://www.agion-tech.com>

Copper Alliancen www-sivut. 2013. Viitattu 7.5.2013.  
<http://www.copperalliance.org>

European copper institute www-sivut. 2013. Viitattu 7.5.2013.  
<http://www.eurocopper.org>

Kankainen, J. Junnonen, J-M. 2001. Rakennuttaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy

Karhumäki, E. Jonsson, A. Saros, M. 2009. Mikrobit hoitotyön haasteena. 2. uud. p. Helsinki: Edita Prima Oy.

Kiinteistöjen hygieniakonsepti ”HYGTECH”. 2012. Projektisuunnitelma. Satakunnan ammattikorkeakoulu

Lumio, J. 2013. MRSA (metisilliiniresistentti Staphylococcus aureus). Viitattu 7.5.2013. <http://www.terveyskirjasto.fi>

Microbanin www-sivut. 2013. Viitattu 24.5.2013.  
<http://www.microban.com/europe/english>

RT 07–10564. Rakennuksen sisäilmasto. 1995. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 18.4.2013. [https:// www.rakennustieto.fi/kortistot](https://www.rakennustieto.fi/kortistot)

RT 07–10946. Sisäilmastoluokitus 2008 sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2009. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 18.4.2013.  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

RT 10–11107. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12. 2013. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 27.5.2013.  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot>

RT 10–10387. Talonrakennushankkeen kulku. 1989. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 15.4.2013. [https:// www.rakennustieto.fi/kortistot](https://www.rakennustieto.fi/kortistot)

RT 96–10594. Terveyskeskukset ja terveysasemat. 1996. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 16.4.2013. [https:// www.rakennustieto.fi/kortistot](https://www.rakennustieto.fi/kortistot)

RT STM-21480. Terveystensuojelulaki. 2010. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 28.5.2013 [https:// www.rakennustieto.fi/kortistot](https://www.rakennustieto.fi/kortistot)

Saari, K.2012. Antimikrobinen kupari. AMK-opinnäytetyö. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Viitattu 22.5.2013. <https://publications.theseus.fi/handle/10024/44243>

SCDA. Antimikrobinen kupari – terveytemme ja hyvinvointimme suojana.  
[http://www.scda.com/doc/uploaded/Antimikrobinen\\_kupari.pdf](http://www.scda.com/doc/uploaded/Antimikrobinen_kupari.pdf)

SDCA:n www-sivut 2013. Viitattu 19.4.2013. <http://www.scda.com>

Seuri, M. Reiman, M. 1996. Rakennusten kosteusvauriot, home ja terveys. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Silvergreen www-sivut. 2013. Viitattu 8.5.2013. <http://www.silvergreen.fi>

SilverPhaseE www-sivut. 2013. Viitattu 8.5.2013. <http://www.silverphase.fi>

Sisäilmastoyhdistys ry:n www-sivut. 2013. Viitattu 29.4.2013.  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kosteusvauriot/mikrobit/katsaus\\_mikrobeihin](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/mikrobit/katsaus_mikrobeihin)

Kuparin antibakteeriset ominaisuudet rohkaisevia. 2013. Sosiaali- ja kuntatalous 1. 13. Viitattu 27.5.2013. [www.yritma.fi/nettilehti/1359646940.pdf](http://www.yritma.fi/nettilehti/1359646940.pdf)

Sureshieldin www-sivut. 2013. Viitattu 24.5.2013.  
<http://www.sureshieldcoatings.com>

Tikkanen, J. 2010. Tutkijat löysivät keinon vähentää hopean myrkyllisyyttä. Liekki 2. Viitattu 7.5.2013. <http://www.helsinki.fi/tieteennakokulma/liekki/nanohopea.html>