

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka.

Tutkimusraportti 144

Tampere University of Technology. Department of Civil Engineering. Structural Engineering.
Research Report 144

Virpi Leivo

Uimahallien laattalattioiden liukkaus



Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka.
Tutkimusraportti 144
Tampere University of Technology. Department of Civil Engineering. Structural
Engineering. Research Report 144

Virpi Leivo

Uimahallien laattalattioiden liukkaus

ISBN 978-952-15-2261-1
ISSN 1797-9161

Tutkimusraportti

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	3
Tiivistelmä.....	5
Taustaa.....	6
Tavoitteet.....	7
1 Lattioiden kitkamittauksista.....	8
1.1 Liukkauden mittausmenetelmät ja -laitteet.....	8
1.2 Liukkausluokittelut.....	11
1.3 Eri maissa käytettäviä liukkaustestejä.....	12
1.4 Hankkeessa kehitetty kitkan määrittämismenetelmä.....	12
2 Teoreettiset kitkamittaukset laboratoriossa uusille laatoille.....	14
2.1 Tutkitut laatat.....	14
2.2 Mittausmenetelmät.....	16
2.3 Tulokset.....	18
3 Kitka- ja hygieniamittaukset uimahalleissa (tulokset).....	22
3.1 Uimahallikohteet.....	22
3.2 Uimahalleissa tehdyt mittaukset ja haastattelut.....	22
3.3 Tulokset.....	26
4 Menetelmät laattojen kitkan parantamiseksi.....	41
5 Johtopäätökset ja suositukset.....	42
5.1 Lattian liukkauteen vaikuttavat tekijät.....	42
5.2 Kitkan mittausmenetelmät.....	48
5.3 Kitkan parantamismenetelmät.....	48
5.4 Suositeltavat raja-arvot.....	49
Lähteet.....	51
Liite 1 Uimahallien laattatyypit ja mitatut kitkakertoimet (keskiarvo ja hajonta)	4 sivua
Liite 2 Uimahalleissa tehtyjen kyselyjen tuloksia	2 sivua
Liite 3 Laattojen kitkakertoimet	1 sivu

Alkusanat

Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Rakennetekniikan laitos on tehnyt vuosina 2007-2009 Opetusministeriön rahoittamana tutkimusta uimahallien laattalattioiden liukkaudesta.

Tutkimuksen tavoitteena on ollut kehittää uimahallien ja kylpylöiden laattalattioiden liukkauden arviointimenetelmä ja löytää sopivia liukkauden mittaamenetelmiä sekä laatia ohjeita laattalattioiden liukkauden ehkäisemiseen. Tutkimuksessa on määritelty yleisimpien tällä hetkellä myynnissä olevien uimahalleihin ja kylpylöihin soveltuvien laattojen kitka- ja karheusominaisuuksia laboratoriossa eri tilanteessa: kuivana, puhtaalla tai saippuoidulla vedellä käsiteltynä tai laattojen ollessa likaisia ja märkiä. Tutkimuksessa on kehitetty yksinkertainen mittalaite, jolla voidaan mitata uimahallien laattalattioiden kitkaominaisuuksia paikanpäällä. Ongelmakenttää on selvitetty tekemällä noin 20 uudehkoon tai viime vuosina peruskorjattuun uimahalliin haastattelututkimus ja mitattu samalla uimahallien lattioiden kitka- ja pinnan karheusominaisuudet sekä osassa uimahalleista pintahygienia. Tämä julkaisu esittää tutkimuksen tulokset. Hankkeessa on tämän julkaisun lisäksi tuotettu ”**Ohje uimahallien ja kylpylöiden lattioiden liukkauden ehkäisemiseen**”, jossa annetaan yksinkertaisia ohjeita niin uimahallien kuin kylpylöiden suunnitteluun, rakentamiseen sekä käyttöön ja kunnossapitoon (TTY:n Rakennetekniikan julkaisu 145). Molemmat julkaisut ovat ladattavissa pdf:nä osoitteesta <http://www.tut.fi/index.cfm?MainSel=10213&Sel=12720&Show=16994&Siteid=116> Linkki molempiin julkaisuihin on myös UKTY:n <http://www.ukty.net> ja OPM:n sivuilta http://www.minedu.fi/OPM/Liikunta/liikuntapolitiikka/avustukset/Liikuntapaikkojen_rakentamistax_yllxpittoa_tai_kxyttx_palveleva_tutkimus_ ja_kehitystyx

Projektin ohjausryhmään ovat osallistuneet seuraavat henkilöt:

- Mauri Peltovuori, OPM, johtoryhmän puheenjohtaja vuoden 2008 loppuun
- Risto Järvelä, OPM, johtoryhmän puheenjohtaja vuoden 2009 alusta
- Pertti Kärpänen, Uimahalli- ja kylpylätekninen yhdistys, UKTY ry
- Veikko Kuurne, Urheiluhallit Oy (Helsinki)
- Erja Metsäranta, Länsi-Suomen lääninhallitus, johtoryhmässä 2009 alusta
- Tuula Suontamo, hygieniamittaukset, Tuula Suontamo Oy (Jyväskylä)
- Jenni Rissanen, hygieniamittaukset, Tuula Suontamo Oy
- Ralf Lindberg, TTY
- Virpi Leivo, kirjallisuusselvitykset, kitkamittaukset ja raportin toimittaminen, TTY

Tutkimusraportin on kirjoittanut pääosin DI Virpi Leivo, hygieniamittaukset ja niiden analysoinnit luvussa 3.3 on kirjoittanut FT Tuula Suontamo.

Tiivistelmä

Laattapintojen liukkaus on edelleen ongelma uimahalleissa. Eri-ikäisissä uimahalleissa on todettu liukkautta, joka pahimmillaan voi johtaa liukastumisiin ja loukkaantumisiin. Toisaalta sekä uusissa että vanhoissa uimahalleissa on löydettävissä onnistuneita ratkaisuja.

Lattiapinnan liukkauteen ja ihmisen liukastumisriskiin vaikuttavat lukuisat tekijät. Uimahalliympäristö märkine lattioineen aikaansaa liukastumisriskiä. Parhaiten määriteltävissä oleva on lattiamateriaali ja sen liukkauteen vaikuttavat ominaisuudet: kitkaominaisuudet. Lattiapinnassa voi olla erilaisia epäpuhtauksia ihmisperäisestä liasta pesuaineisiin, jotka vaikuttavat pinnan liukkauteen. Näihin voidaan vaikuttaa sopivilla siivousmenetelmillä ja epäpuhtauksien määrää pinoilla voidaan mitata. Toisaalta liukastumisriskiin vaikuttavat erilaiset käyttöön ja käyttäjiin liittyvät seikat.

Uimahallitiloihin, joissa laattalattiat ovat märkiä ja joissa liikutaan pääasiallisesti paljasjaloin, tarkoitetuille laatoille on yleensä määritelty DIN-standardin mukainen liukuesteluokka (A, B, C). Standardin mukainen liukuesteluokka määritellään ns. ramppitestillä, jossa testihenkilö kulkee testattavalla pinnoitteella päällystettyä märkää kaltevuudeltaan muuttuvaa ramppia kunnes menettää tasapainonsa. Rampin kaltevuuskulma sillä hetkellä kun tasapaino menetetään, määrittää testattavan pinnoitteen liukuesteluokan. Edellä esitetyn standardin lisäksi on olemassa paljon erilaisia testauslaitteita ja –menetelmiä, joilla pyritään määrittämään lattiapinnan kitkaominaisuuksia, lähinnä kitkakerroin. Uimahalliympäristössä tunnetuimpia ja yleisimmin käytössä olevia ovat *TORTUS*-mittalaite ja *BPST*-mittalaite. Näitä laitteita voidaan käyttää myös uimahallissa paikanpäällä tehtävissä lattioiden kitkan mittauksissa. Näissä laitteissa paljasta jalkapohjaa kuvaa erityinen kumi.

Tutkimuksessa määriteltiin yleisimmille, nykyisin käytössä oleville uimahallilaatoille kitkaominaisuuksia laboratorio-olosuhteissa kuivana ja märkänä sekä saippualla tai lialla käsiteltynä. Mittausten tavoitteena oli tutkia laattojen kitkaominaisuuksien muuttumista, kun laatan pinnassa on erilaisia epäpuhtauksia (vettä, pesuainetta, likaa). Laboratoriomittausten mukaan uimahalleissa käytettävien laattojen kitka huonontui merkittävästi, jos laattapinnalla oli pesuainetta ja/tai ihmisperäistä likaa.

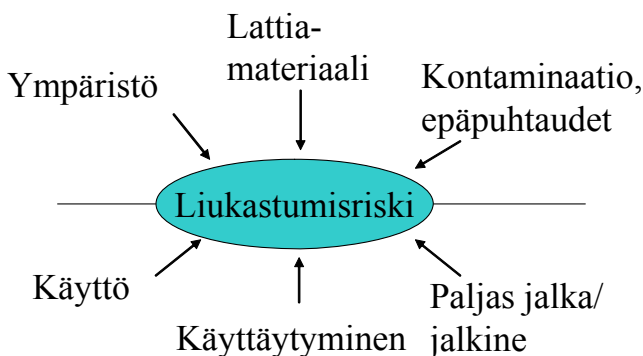
Haastattelututkimus ja kenttämittauksia (kitkamittauksia, pintahygieniamittauksia) tehtiin noin 20 uimahalliin. Hallit olivat uudehkoja tai niissä oli tehty saneerauksia ja laattojen uusiminen viime vuosina. Muutamassa kohteessa oli laajennusosa ja useita erilaisia laattatyypppejä. Siten kitkamittauksia tehtiin uimahalleissa yhteensä 24:lle eri laatalle. Osassa halleista tehtiin kitkamittausten kanssa samanaikaisesti hygieniamittauksia (*ATP*, *Hygicult*) ennen ja jälkeen siivouksen. Tavoitteena oli näissä kohteissa määritellä miten siivoaminen vaikuttaa laattojen kitkaan. Osassa halleista hygieniamittaukset tehtiin eri aikaan kitkamittausten kanssa. Tehdyissä kenttämittauksissa ja haastatteluissa havaittiin yhteys liukkausongelmien ja laattojen kitkakertoimien välillä. Kitkakertoimen ollessa alle 0,7 uimahalleissa raportoitiin lattian liukkausongelmista ja vastaavasti kitkakertoimen ollessa yli 0,7 liukkausongelmista ei yleensä raportoitu.

Erilaisia laattalattioiden kitkan parantamismenetelmiä on ollut markkinoilla jo vuosikymmeniä, mutta niiden vaikutuksista ja vaikutuksen pysyvyydestä on olemassa vain vähän tutkittua tietoa.

Taustaa

Laattapintojen liukkaus on edelleen ongelma uimahalleissa. Toisaalta sekä uusissa että vanhoissa uimahalleissa on löydettävissä onnistuneita ratkaisuja. Verrattuna vanhoihin laattaratkaisuihin uudet laattamateriaalit, laatan pinnoitteet, laatan kiinnitys- ja saumauserä materiaalit sekä laattojen alustat (vedeneristeet) ovat usein erilaisia ja uusia materiaaleja tulee markkinoille jatkuvasti. Markkinoille tulee jatkuvasti uusia laattatyyppejä ja saumauseräaineita, joiden liukkaudesta erilaisissa käyttöolosuhteissa ei aina ole tietoa. Laatoille on yleensä määritelty DIN-standardin mukainen liukkaudenestoluokitus (liukuesteluokka A, B tai C), mutta DIN-määrittely on melko subjektiivinen eikä se välttämättä aina osoita laattatyypin todellista liukkautta käytössä tai laatan kuluessa ja likaantuessa. Standardin esittämä ramppitesti ei sovellu uimahalleissa paikanpäällä tehtäviin testauksiin. Sitä mukaa kun erilaisissa lattioissa havaitaan liukkausongelmia, markkinoille tulee erilaisia menetelmiä, joilla pyritään vähentämään liukkautta. Menetelmät yleensä perustuvat joko mekaaniseen tai kemialliseen pinnan karhennukseen. Joillakin menetelmillä saadaan ainakin joksikin aikaa liukkautta vähenemään, mutta vaikutus voi olla jopa päinvastainen. Lisäksi on olemassa erilaisia kemiallisia käsittelyjä, joiden tavoitteena on parantaa laattalattioiden siivottavuutta. Nämä menetelmät voivat vaikuttaa myös laattojen kitkaan, joko huonontaan tai jopa parantaan.

Eräänä lähtökohtana tutkimukselle oli Kuluttajaviraston vuonna 2004 lääninhallituksilla teettämä Valtakunnallinen kylpylöiden ja uimahallien valvontaprojekti, jossa yhtenä selvitettyinä kohteina olivat raportoidut onnettomuudet ja niiden syyt. Selvityksessä mukana olleissa 213 uimahallissa ja kylpylässä oli ajanjaksolla 1.1.- 30.8.2004 yhteensä 1272 onnettomuutta tai lähellä piti- tilannetta. Näistä 256:n raportoituihin johtuneen rakenteellisista syistä, joista yhdeksi syyksi nimettiin lattioiden liukkaus.



Kuva 0.1 Liukastumisriskiin vaikuttavat tekijät.

Lattiapinnan liukkauteen ja ihmisen liukastumisriskiin vaikuttavat lukuisat tekijät (kuva), joista osaa voidaan mitata ja määritellä, osaa vain arvioida. Uimahalliympäristö määrittelee lattiointeen aikaansaava liukastumisriskiä. Parhaiten määriteltävissä oleva on lattiamateriaali ja sen liukkauteen vaikuttavat ominaisuudet: kitkaominaisuudet. Lattiapinnassa voi olla erilaisia epäpuhtauksia ihmisperäisestä liasta pesuaineisiin, jotka vaikuttavat pinnan liukkauteen. Näihin voidaan vaikuttaa sopivilla siivousmenetelmillä ja epäpuhtauksien määrää pinnoilla voidaan mitata. Toisaalta liukastumisriskiin vaikuttavat erilaiset käyttöön ja käyttäjiin liittyvät seikat. Uimahallissa liikutaan pääasiassa paljas jaloin, mutta henkilökunta liikkuu myös kengät jalassa. Käyttäjää on myös erilaisia: esimerkiksi iän tai sairauksien vuoksi epävakaisesti liikkuvista juokseviin lapsiin.

Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää uimahallien ja kylpylöiden laattalattioiden liukkauden arviointimenetelmä ja löytää sopivia liukkauden mittausmenetelmiä sekä laatia ohjeita uimahalleille lattioiden liukkauden ehkäisemiseen.

Tutkimuksessa on määritelty yleisimpien tällä hetkellä myynnissä olevien uimahalliin soveltuvien laattojen kitka- ja karheusominaisuuksia laboratoriossa eri tilanteessa: kuivana, puhtaalla tai saippuoidulla vedellä käsiteltynä tai laattojen ollessa likaisia ja märkiä.

Toisaalta tutkimuksessa on perehdytty kirjallisuuden avulla erilaisiin olemassa oleviin lattioiden kitkakertoimen määrittelymenetelmiin ja mittalaitteisiin sekä lattioiden liukkausluokitteluihin. Lisäksi on pyritty selvittämään erilaisia liukkaudenestomenetelmiä ja niiden vaikuttavuutta.

Tutkimuksessa on kehitetty yksinkertainen mittalaite, jolla voidaan mitata uimahallien laattalattioiden kitkaominaisuuksia uimahalleissa paikanpäällä.

Ongelmakenttää on selvitetty tekemällä noin 20 uudehkoon tai viime vuosina peruskorjattuun uimahalliin haastattelututkimus ja mitattu samalla uimahallien lattioiden kitkakertoimet ja pinnan karheusominaisuudet sekä osassa uimahalleista pintahygienia.

1 Lattioiden kitkamittauksista

Maailmalla on olemassa joitakin lattioiden liukkauden luokitusmenetelmiä ja –standardeja sekä noin 30 erilaista testauslaitetta, joilla mitataan erilaisia liukkautta kuvaavia arvoja, pääasiassa pinnan kitkakerrointa. Seuraavassa luvussa esitellään luokitusmenetelmiä ja joitakin testauslaitteita.

1.1 Liukkauden mittausmenetelmät ja -laitteet

Ramppitestit

DIN 51097 (Testing of floor coverings; determination of the anti-slip properties; wet-loaded barefoot areas; walking method; ramp test. 1992) esittelee märkien lattiapintojen, joilla kävellään paljain jaloin, liukkauden testausmenetelmän: ramppitestin. Testausmenetelmässä (Kuva 1.1) testihenkilö kulkee lyhyin askelin edestakaisin kasteltua, tutkittavalla pinnoitteella pinnoitettua ramppia, jonka leveys on 600 mm ja pituus 2000 mm. Ramppiin kiinnitetään testattava pinnoite, jonka koko on 500 mm x 1000 mm. Ramppiin johdetaan jatkuvasti vettä (6 ± 1 l/min), jossa on neutraalia pesuainetta 1 g/l. Rampin kallistuskulmaa nostetaan vaakasuorasta 45°:n kulmaan ja se kallistuskulma, jolla testihenkilö menettää tasapainonsa merkitään ylös. Kahden eri testihenkilön, molempien neljän testituloksen perusteella pinnoitteelle määritellään kallistuskulman mukainen liukuesteluokka (A, B tai C).

Vastaava ramppitesti lattioille, joilla kävellään kenkäjaloin, esitetään standardissa DIN 511130.



Kuva 1.1. DIN-standardin mukainen ramppitesti.

Erilaisia testauslaitteistoja kentällä tehtävää lattian liukkauden määrittämistä varten on olemassa noin 30 (Grönqvist et al. 1999), joista osa on soveltuu myös uimahallien märkien lattiapintojen testaukseen. Laitteet määrittävät pinnan kitkakertoimen. Grönqvist on artikkelissaan (Grönqvist et al. 1999) jaotellut testausmenetelmät neljään perustyyppiin (kuva 1.2):

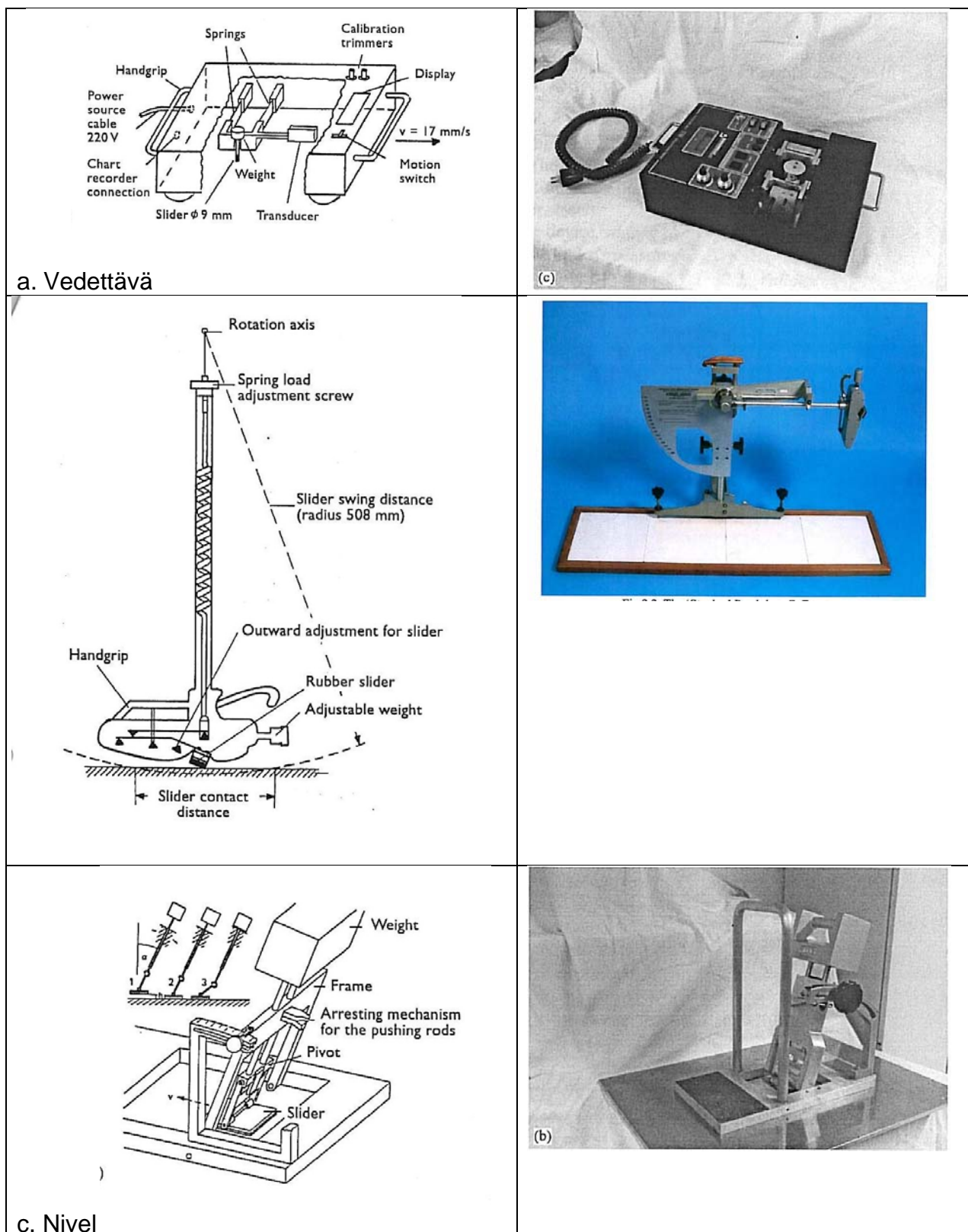
1. Vedettävä tai hinattava laite (kuva 1.2a), mittaa voimaa. Laitenimiä: Tortus, FSC 2000 (Floor slide Control), Bigfoot, PTI-DST (Drag Sled Tester), Schuster, Model 80, HPS (Horizontal Pull Slipmeter).
2. Heilurimittari (kuva 1.2b), mittaa energian häviötä. Laitenimiä: BPST (Brittish Portable Skid Tester), RRL skid tester, Sigler.
3. Nivelsaapas tai taipuisa jalka (kuva 1.2c), mittaa taivutuskulmaa. Laitenimiä: Carlsöö-Mayr, Pangels, Brungraber Mark I ja II, Ergodyne.
4. Jarruttava rengas tai liukumittari, mittaa jarruttavan pyörivän renkaan akselin vääntövoimaa. Laitenimiä: PFT (Portable Friction Tester), FIDO (PFT:n prototyyppi).

Tunnetuin uimahalleissa käytetty laite on *TORTUS (II tai III)*. Mittalaite on standardisoitu uimahalliympäristössä tehtäviin kitkamittauksiin ja laitteisto käyttää kitkakertoimen määrittämisessä ihmisen jalkapohjaa jäljittelevää erikoiskumia (Slider 55 eli TRRL-kumi). Laitteeseen voidaan vaihtaa myös muuta materiaalia, esimerkiksi kengänpohjaa jäljittelevä kumi. Tortus-mittari kulkee omalla moottorillaan pitkin lattiapintaa ja mittaa liikettä vastustavaa voimaa, kitkavoimaa. Laitteen paino kokonaisuudessaan noin 5 kg.

Toinen suhteellisen yleisesti hyväksytty laite on *BPST* (Brittish Portable Skid Tester). Tämä kitkaa mittaava heiluri on yleisesti käytössä myös mm. teiden kitkan mittaamisessa. Heilurimittarissa korkealle nostettu punnus, jonka päässä on vastaava ihmisen jalkaa jäljittelevä kumi kuin *Tortus*-mittarissa, vapautetaan heilahtamaan lattiapintaa kohti. Kohdatessaan lattiapinnan heilurin liike hidastuu riippuen pinnan kitkasta ja korkeus, jolle heiluri nousee kohtaamiseen jälkeen, kertoo pinnan kitkakertoimen. *BPST*-heilurimittarin kokonaispaino on noin 14 kg.

Lisäksi on olemassa erilaisia muita testausmenetelmiä ja -laitteita, joilla voidaan määrittellä erilaisia liukkauteen vaikuttavia tekijöitä, esimerkiksi pinnan karkeutta. Yleensä laattapinnan karheudesta mitataan ns. mikrokärkeyttä, Rz. Pinnan karheuden mittaukseen on useita kaupallisia mittareita. Britannian Terveys- ja Turvallisuuskomission (Brittish Health and Safety Commission) mukaan määrällä pinnalla Rz-arvon ollessa:

- yli 20 μm , liukastumisriski on pieni,
- 10...20 μm , liukastumisriski kohtalainen,
- alle 10 μm , liukastumisriski suuri.



Kuva 1.2. Erilaisia testauslaitteita, jotka mittaavat pinnan kittakerrointa.

1.2 Liukkausluokittelut

Useimmilla myynissä olevilla uimahallilaatoilla on DIN-standardin mukainen liukuesteluokka. DIN 51097-standardin mukaiset ramppitestillä määritellyt liukuesteluokat (Kuva 1.3) ovat:

A – kallistuskulma $> 12^\circ$, vastaa kitkakerrointa 0,21

B – kallistuskulma $> 18^\circ$, vastaa kitkakerrointa 0,32

C – kallistuskulma $> 24^\circ$, vastaa kitkakerrointa 0,44



A:
 $\geq 12^\circ$

B:
 $> 18^\circ$

C:
 $> 24^\circ$

Kuva 1.3. DIN 51097-standardin mukaiset liukuesteluokat.

Vastaava testi lattioille, joilla kävellään kenkäjaloin esitetään standardissa DIN 511130. Tällöin liukuesteluokkia on 5: R9 (kallistuskulma $< 10^\circ$), R10 (10...19°), R11 (19...27°), R12 (27...35°) ja R13 ($> 35^\circ$).

Amerikkalainen Ceramic Tile Institute (CITIOA) jaottelee märän laattapinnan liukkauden kitkakertoimen mukaan kolmeen luokkaan: ei-liukas (kitkakerroin vähintään 0,60), suhteellisen vähän liukas (kitkakerroin 0,50...0,59), kyseenalaisen liukas (kitkakerroin alle 0,50). Muun muassa *Tortus*-kitkamittalaitteen kitkatulosten tulkinnassa käytetään usein tätä jaottelua.

Amerikkalainen standardisoimisorganisaatio on kehittänyt 6 testausstandardia eri mittalaitteille kitkakertoimen määrittämiseen:

1. ASTM D-4103 Practice for preparation of substrate surface for coefficient of friction testing.
2. ASTM E-303 Test method for measuring surface frictional properties using British pendulum (BPST).
3. ASTM C-1028-96 Standard Test Method for Determining the Static Coefficient of Friction of Ceramic Tile and Other Like Surfaces by the Horizontal Dynamometer Pull-Meter Method.
4. ASTM F-1679 Standard method for using variable incidence tribometer (VIT).
5. ASTM D-2047- 04 Standard Test Method for Static Coefficient of Friction of Polish-Coated Flooring Surfaces as Measured by the James Machine.

Viimeksi mainitussa ASTM-standardissa on kitkakertoimen raja-arvoksi annettu arvo 0,5. Muissa standardeissa esitetään vain kitkakertoimen määrittämismenetelmä.

Australiassa ja Uudessa Seelannissa on käytössä seuraavat testaus- ja luokittelustandardit:

- AS/NZS 4586:2004. Slip resistance classification of new pedestrian materials ja
- HP 197: An introductory guide to the slip resistance of the pedestrian surface materials.

Standardeissa on määritelty lattioille liukkausluokkavaatimukset ja vaadittavat testit eri käyttötarkoituksiin suunniteltuihin rakennuksiin. Testausmenetelmiä on yhteensä 4, joista kaksi on edellä kuvatun DIN-ramppitestiä vastaavia määrällä rampilla paljasjaloin tai öljytyllä ja määrällä rampilla paljasjaloin tehtäviä testejä. Kaksi muuta ovat erilaisilla laitteilla tehtäviä pinnan kitkakertoimen testejä.

1.3 Eri maissa käytettäviä liukkaustestejä

Australiassa ja Uudessa Seelannissa uimahallien lattioille vaaditaan edellä kuvattu paljasjaloin tehtävä määrällä rampilla tehtävä testi ja heiluritestin kitkakertoimen määrittämiseksi.

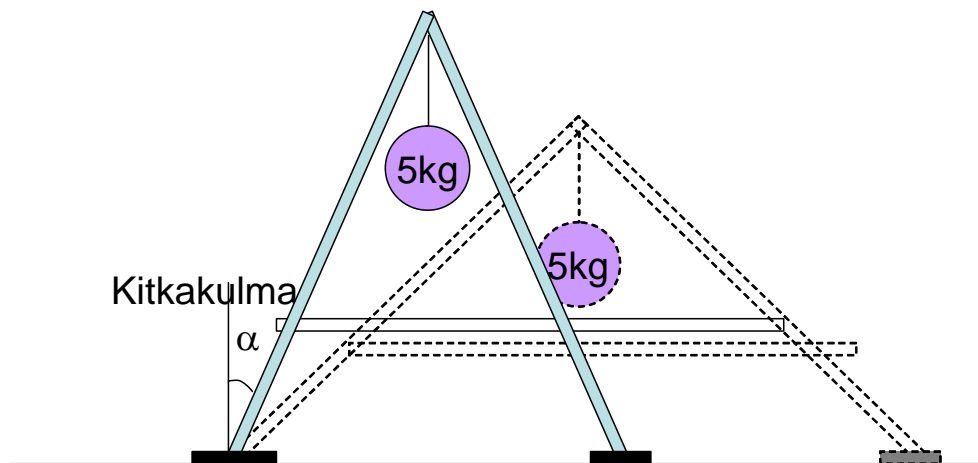
Britannian Terveys- ja Turvallisuus Komissio (British Health and Safety Commission) suosittelee määrittämään erilaisille lattiapinnoille heiluritestin (BPST) mukaisen kitkakertoimen ja pinnan mikrokarheuden (Rz).

1.4 Hankkeessa kehitetty kitkan määrittämismenetelmä

Kuten edellä on esitetty, kitkan mittaamiseen on kehitetty lukuisia erilaisia mittalaitteita. Vain osa laitteista soveltuu märille keraamisille laatoille uimahallitiloissa paikan päällä tehtäviin kitkamittauksiin. Hankkeessa haluttiin lähteä kehittämään yksinkertaista mittalaitetta, jolla voidaan määrittää laattojen kitkakerroin paikanpäällä uimahalleissa. Lähtökohdaksi kehitettävälle mittalaitteelle asetettiin seuraavia asioita:

- Mittalaitteella tulee pystyä mittaamaan uimahallien lattioissa kiinni olevien laattojen kitkaa ainetta (laattoja) rikkomatta,
- Mittalaite on mahdollisimman yksinkertainen,
- Mittalaitteella voitaisiin mahdollisesti mitata myös veden alla.

Näistä lähtökohdista kehitettiin kitkan mittalaite, ”kitkajalka”. Laitteen pääosan muodostaa A-kirjaimen muotoinen teräsprofiilikehikko. Toinen tukijalka, kooltaan n. 12,5 x 7,5 cm², on päällystetty paljasta jalkapohjaa vastaavalla erikoiskumilla. Samaa kumia (Slider 55 eli TRRL) käytetään myös *TORTUS*- ja *BPST*-kitkamittalaitteissa. Toinen tukijalka on päällystetty kumilla, jonka kitkakerroin on huomattavasti suurempi. Kehikossa riippuu noin 5 kg paino vakauttamassa laitetta. Kehikon tukijalkoja siirretään vähän kerrallaan kauemmas toisistaan, kunnes jalkapohjaa kuvaavan tukijalan tartunta pintaan pettää ja se alkaa liukua laitteen omalla painolla. Kehikon jalkojen pystykulma on kitkakulma α , josta voidaan määritellä kitkakerroin μ . Laitetta verrattiin yhdessä kenttäkohteessa (Helsingin Kallion uimahalli) *TORTUS*-kitkalaitteeseen. Vertailumittausten mukaan mittalaitteella saadut laattojen kitkakertoimen arvot olivat suhteellisen lähellä toisiaan ja siten kehitettyä mittalaitetta voitiin pitää hyväksyttävänä käytettäväksi tämän tutkimuksen kenttämittauksissa.



Kuva 1.4. Kenttämittauksissa kitkakertoimen määrittämiseen käytetyn laitteen periaatekuva.



Kuva 1.5. Kenttämittauksissa kitkakertoimen määrittämiseen käytetyn laitteen valokuva.

Mittausmenetelmä, jolla määritellään märän laattapinnan kitkakerroin käyttäen kitkaominaisuudeltaan paljasta jalkapohjaa vastaavaa kumia, vastaa suhteellisen hyvin *TORTUS*-mittalaitteella tehtävää kitkakertoimen määrittelyä. Kenttämittausten ennakkoolettamuksena voidaan pitää siten kitkakertoimen raja-arvoa = 0,6. Uimahallin lattia ei ole todennäköisesti liukas laatan kitkakertoimen ollessa vähintään 0,6 kehitetyllä mittalaitteella määriteltynä.

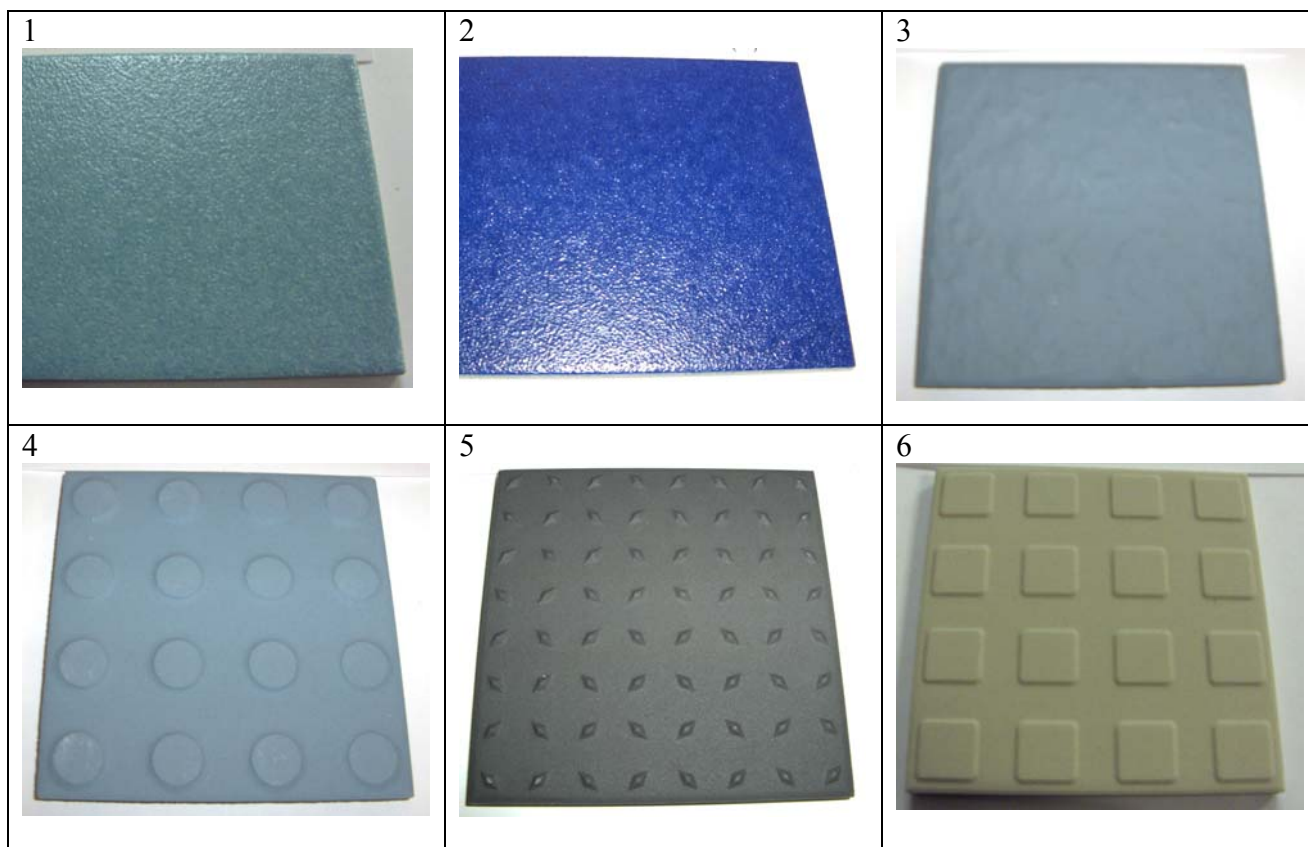
Sekä kehitetty mittalaite että *TORTUS*-mittalaite aliarvioi hieman sellaisten laattojen kitkakerrointa, joissa on laattapinnassa korkea profiili (nastapintaiset laatat). Molemmissa laitteissa ”jalkaa” kuvaava tuki ei muotoudu aivan yhtä hyvin laatan profiiliin kuin ihmisen jalka ja siten todellisuudessa näillä laatoilla jalan ja laatan välillä on hieman parempi kitka kuin mitattu.

2 Teoreettiset kitkamittaukset laboratoriossa uusille laatoille

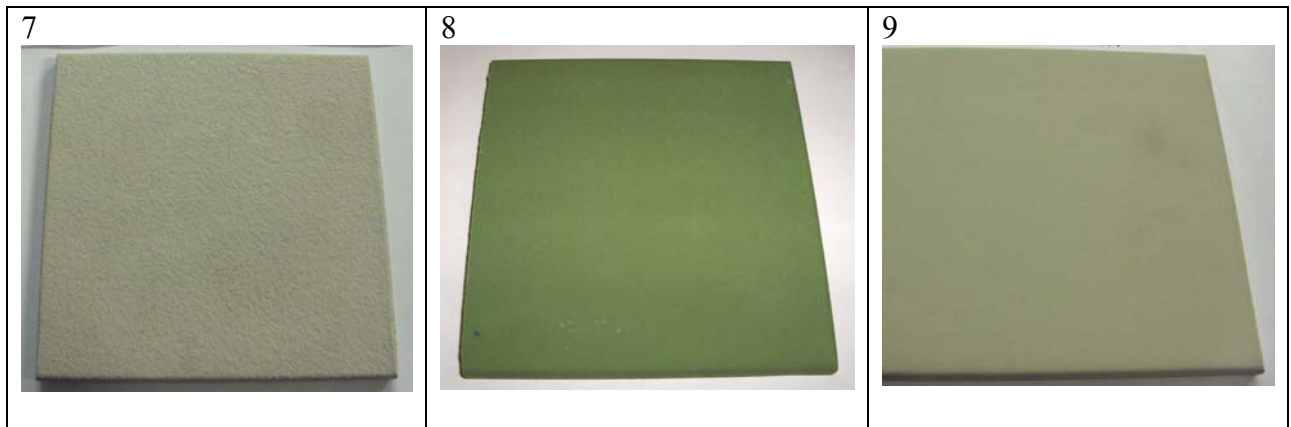
2.1 Tutkitut laatat

Kolmelta suurimmalta laattatoimittajalta pyydettiin uimahalleihin soveltuvia laattoja laboratoriossa tehtäviin kitkamittauksiin. Laattatoimittajat ja tutkitut laattatyypit olivat seuraavat:

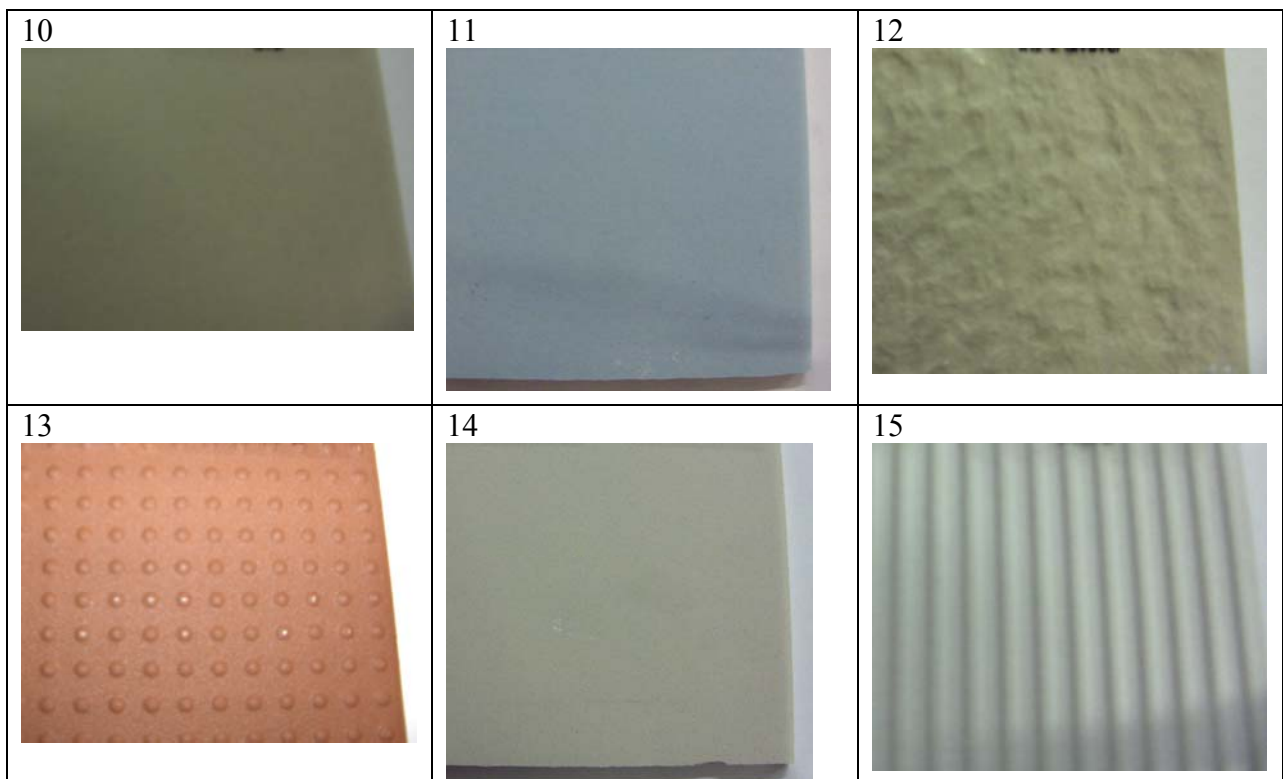
- Pukkila (oma tuotanto + maahantuomat portugalilaiset TopCer-laatat)
 1. Pukkila 1 (lasitettu, DIN liukuesteluokka B)
 2. Pukkila 2 (lasitettu, DIN liukuesteluokka C)
 3. Pukkila 3 (lasittamaton, DIN liukuesteluokka C)
 4. Pukkila 4 (lasittamaton, DIN liukuesteluokka C)
 5. Pukkila 5 (lasittamaton, DIN liukuesteluokka C)
 6. Pukkila 6 (lasittamaton, DIN liukuesteluokka C)



- ABL-laatat (tuo maahan saksalaisia Agrob Buchtal-laattoja)
 7. ABL 1, (mikrokarhennettu lasitettu Hydrotech-pinnoitettu, DIN liukuesteluokka C)
 8. ABL 2, (mikrokarhennettu lasitettu Hydrotech-pinnoitettu, DIN liukuesteluokka B)
 9. ABL 3, (lasittamaton Hygrotech-pinnoitettu, DIN liukuesteluokka A)

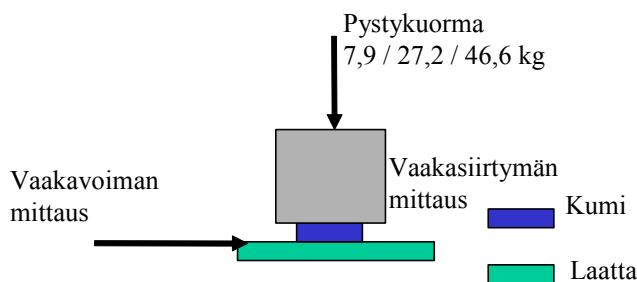


- RTV-yhtymä Oy (tuo maahan italialaisia Padana Piscine-laattoja)
 10. RTV-yhtymä Oy 1 (lasitettu Friction-pinta, DIN liukuesteluokka A+B)
 11. RTV-yhtymä Oy 2 (lasitettu Grip-pinta, DIN liukuesteluokka A+B+C)
 12. RTV-yhtymä Oy 3 (lasittamaton Roccia-pinta, DIN liukuesteluokka A+B+C, R12-V)
 13. RTV-yhtymä Oy 4 (lasittamaton Pinhead-pinta, DIN liukuesteluokka A+B+C, R11-V6)
 14. RTV-yhtymä Oy 5 (lasittamaton Matt-pinta, DIN liukuesteluokka A+B, R10)
 15. RTV-yhtymä Oy 6 (lasitettu Rigato-pinta, DIN liukuesteluokka A+B+C)

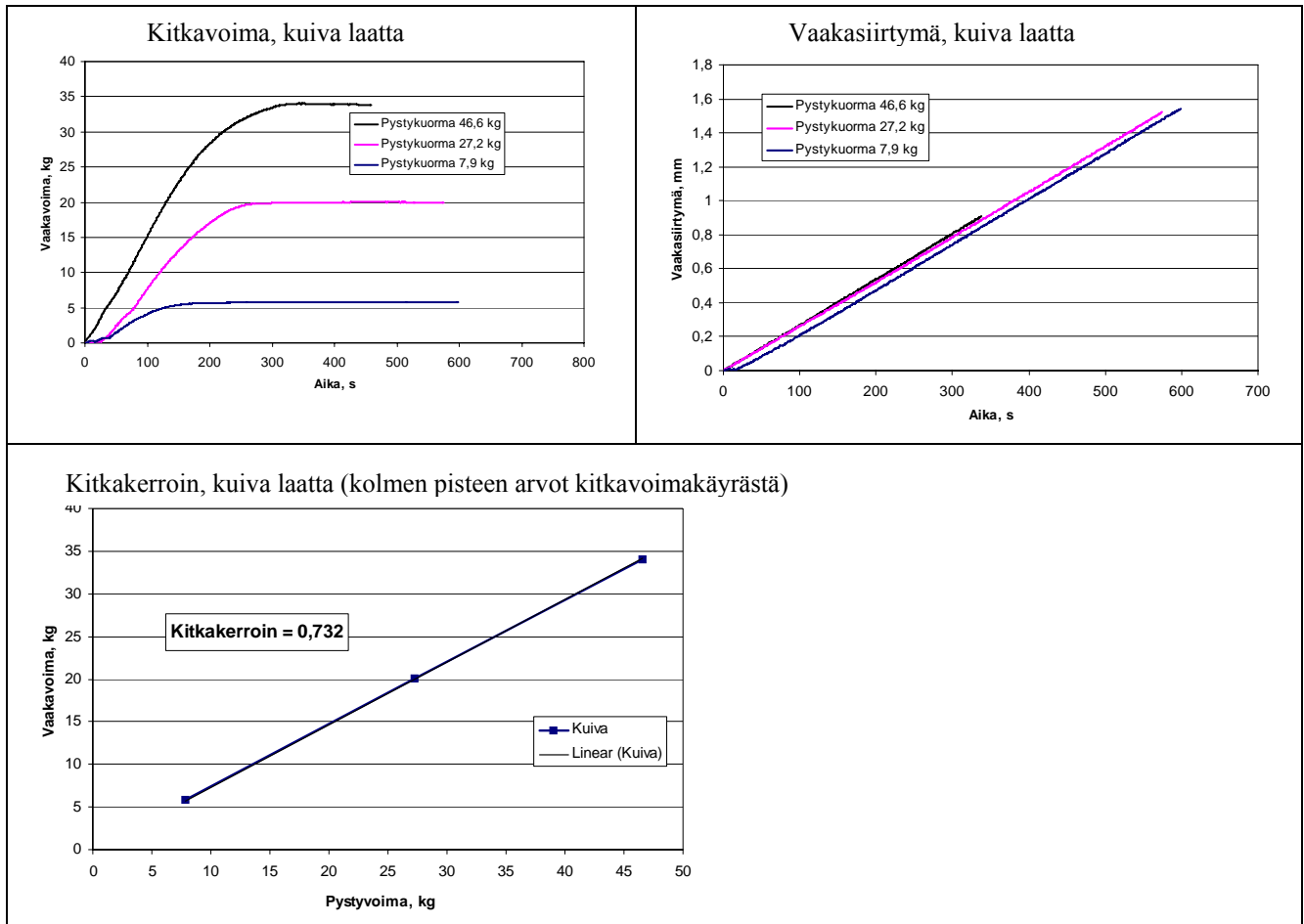


2.2 Mittausmenetelmät

Laattojen kitkakertoimen määrittämiseen laboratorioissa käytettiin ns. rasialeikkauskoelaitteistoa. Laitteisto on alun perin kehitetty maamateriaalien kitkakertoimien määrittämiseen, mutta sillä voidaan määrittellä minkä tahansa kahden materiaalin välinen kitkakerroin. Periaatekuva laitteesta on kuvassa 2.1. Tutkittaviin materiaaleihin (tässä tapauksessa lattialaatta ja jalkapohjaa kuvaava kumi) kohdistetaan pystykuorma (paino). Alempaan materiaaliin kohdistetaan tasaisesti suureneva, laitteen automaattisesti tuottava vaakavoima. Sen suuruutta mitataan automaattisesti, samanaikaisesti mitataan myös voiman aiheuttamaa vaakasiirtymää (kuva 2.2). Vaakavoiman maksimi arvo, on kitkavoima (kuva 2.2). Kitkavoiman ja pystykuorman suhde on kitkakerroin. Vaakavoiman eli kitkavoima määriteltiin kolmella eri pystykuorman arvolla: 7,9 ; 27,2 ja 46,6 kg. Näiden kolmen kitkavoiman arvon avulla voidaan määrittellä vaakavoiman ja pystyvoiman riippuvuusikäyrä (Kuva 2.2) ja käyrän kulmakerroin on materiaalin kitkakerroin. Vaakavoiman ja pystyvoiman suhdeluku on lineaarinen eli materiaalin kitkakerroin ei riipu materiaaliin kohdistuvasta painosta, pystyvoimasta. Mittalaitetta ohjataan tietokoneella ja ohjelma tallentaa mittaustulokset (vaakavoiman ja –siirtymän arvot). Kuvassa 2.2 on esitetty yhden laatan mittauskäyrät. Jalkapohjaa kuvaavan kumin pinta-ala oli $75 \times 75 \text{ mm}^2$. Kumi on erityisvalmisteista ns. Slider 55 eli TRRL-kumia, jota käytetään sekä *Tortus-* että *BPST-* kitkamittalaitteissa.



Kuva 2.1 Kitkakertoimen määrittäminen laboratorioissa, ”rasialeikkauskokeen” periaate.



Kuva 2.2 Mittauskäyrät: vaakavoima ja vaakasiirtymä.

Kullekin testattavalle laatalle määriteltiin 4 eri kitkakerrointa:

1. Kitkakerroin kuivana
2. Kitkakerroin märkänä (vedellä kasteltuna)
3. Kitkakerroin saippuapitoisella vedellä kasteltuna
4. Kitkakerroin, kun kumi ("jalkapohja") on käsitelty rasvalla.

Rasvaisuuden vaikutusta laattojen kitkakertoimiin tutkittiin levittämällä kevyesti jalkapohjaa kuvaavaan kumiin ns. synteettistä sebum-rasvasekoitusta. Rasvasekoitus koostuu seuraavista aineosista:

- | | |
|------------------------|-------------------|
| a. Palmitiinihappo 10% | f. Oliiviöljy 20% |
| b. Steariinihappo 5% | g. Skvaleeni 5% |
| c. Kookosöljy 15% | h. Kolesteroli 5% |
| d. Parafiilivaha 10% | i. Öljyhappo 10% |
| e. Valaanpäävaha 15% | j. Linolihappo 5% |

Kyseinen rasvaseos on ns. synteettisen lian keskeinen ainesosa. Synteettistä likaa käytetään laboratorio-olosuhteissa tutkittaessa erilaisten siivousmenetelmien ja -aineiden tehoa erilaisilla pinnoilla.

Lisäksi jokaisen laatan pinnan karheus, mikrokareus Rz, määritettiin SubTronic Duo-mittarilla. Mittari on optinen mittalaite, joka mittaa pinnan muotoa.

2.3 Tulokset

Laattojen kitkakertoimien ja pinnan karheuden mittaustulokset on koottu taulukkoon 2.1. Saippuavedellä käsitellyn laatan kitkakerroin vastaa lähinnä DIN-standardin kitkakulman määrittelymenetelmää, jossa laattapinnassa on pesuainepitoista vettä. DIN-luokat ja niitä vastaavat kitkakertoimet ovat: A/0,21; B/0,32 ja C/0,44. Koska DIN-standardin liukuesteluokan ja oheisen tutkimuksen testausmenetelmät ovat erilaisia, tuloksia ei voida verrata keskenään. Oheiset tulokset ovat vertailukelpoisia vain keskenään. Mittausten tavoitteena oli tutkia laattojen kitkaominaisuuksien muuttumista, kun laatan pinnassa on erilaisia epäpuhtauksia (vettä, pesuainetta, likaa).

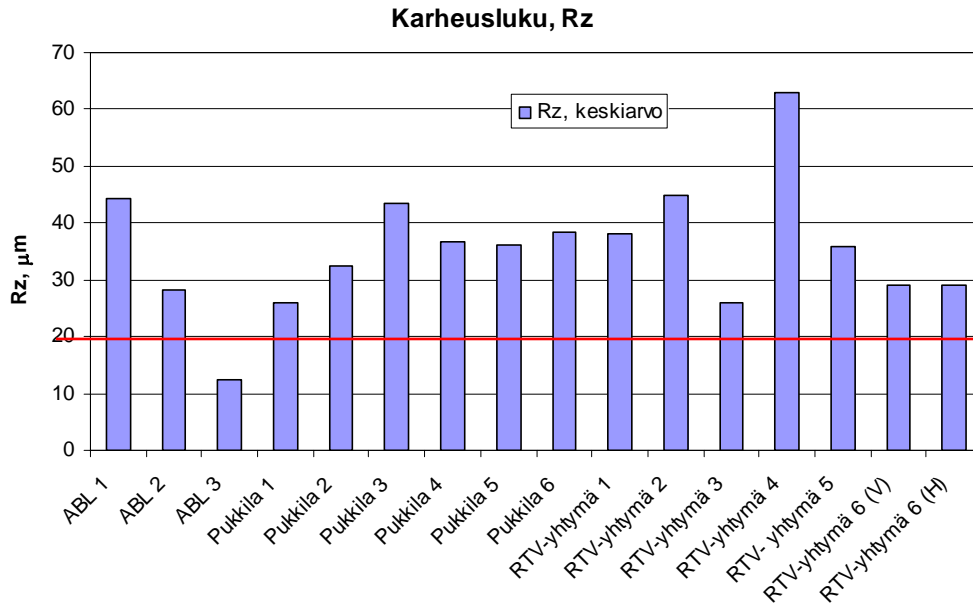
Taulukko 2.1 Testattujen laattojen kitkakertoimien arvot laboratoriokokeissa.

Laattatyyppi	Kitkakerroin kuiva	Kitkakerroin märkä	Kitkakerroin saippua	Kitkakerroin rasva,märkä	Karheus Rz, min	Karheus Rz, max
ABL 1	0,73	0,57	0,42	0,3	34,1	54,7
ABL 2	0,79	0,74	0,53	0,41	23,9	32,6
ABL 3	0,69	0,4	0,24	0,27	11,5	13,5
Pukkila 1	0,96	0,37	0,18	0,14	18	34,2
Pukkila 2	0,88	0,37	0,17	0,18	25,8	39,3
Pukkila 3	0,71	0,46	0,25	0,23	39,1	47,9
Pukkila 4	0,84	0,43	0,19	0,22	31,3	41,9
Pukkila 5	0,67	0,49	0,24	0,21	30,9	41,1
Pukkila 6	0,75	0,43	0,19	0,23	32,2	44,6
RTV-yhtymä 1	0,74	0,49	0,28	0,21	26,8	49,6
RTV-yhtymä 2	0,91	0,78	0,53	0,33	40,8	48,7
RTV-yhtymä 3	0,89	0,58	0,26	0,3	22,4	29,8
RTV-yhtymä 4	0,61	0,52	0,21	0,19	44	81,9
RTV-yhtymä 5	0,87	0,54	0,21	0,23	30,3	41,6
RTV-yhtymä 6 (V)	0,77	0,59	0,38	0,34	16,3	41,7
RTV-yhtymä 6 (H)	0,8	0,63	0,34	0,36	16,3	41,7

(V) on mitattu laattaprofiilin suuntaisesti ja (H) profiilin vastaisesti.

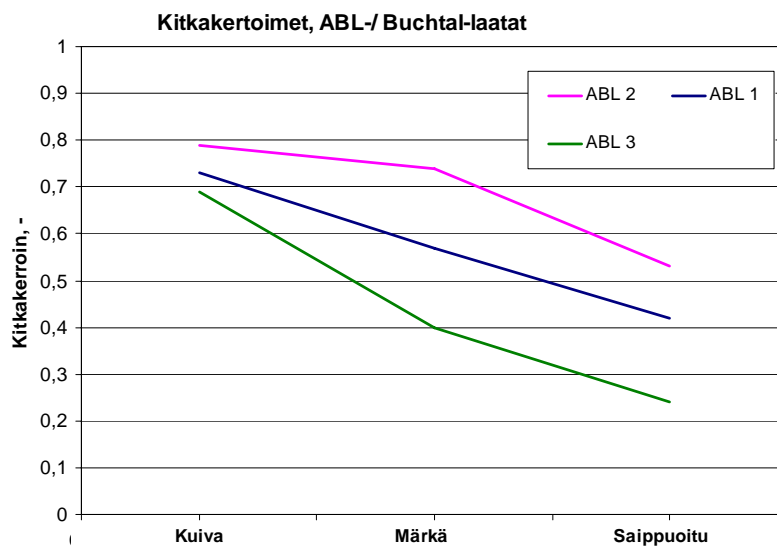
ABL 1 ja ABL 2 ovat ns. mikrokarehennettuja lasitettuja laattoja ja ABL 3 on lasittamaton laatta. ABL:n laatat ovat Hydrotech-pinnoitettuja siivottavuuden parantamiseksi.

Kuvassa 2.3 on esitetty laattojen pinnan mikrokareuden, Rz, arvot. ABL 3 laatan karheusarvo poikkeaa muiden laattojen karheudesta. Laatan kitkakertoimet ovat kuitenkin samaa luokkaa kuin muiden laattojen. Tämän perusteella voidaan todeta, että pinnan mikrokareuden brittiläistä raja-arvoa (>20 µm) ei voida yksistään käyttää arvioitaessa laattojen liukkausominaisuuksia. Britanniassakin laattojen liukkauden testaamiseen suositellaan käytettävän sekä pinnan karheuden mittausta että pinnan kitkakertoimen mittausta.

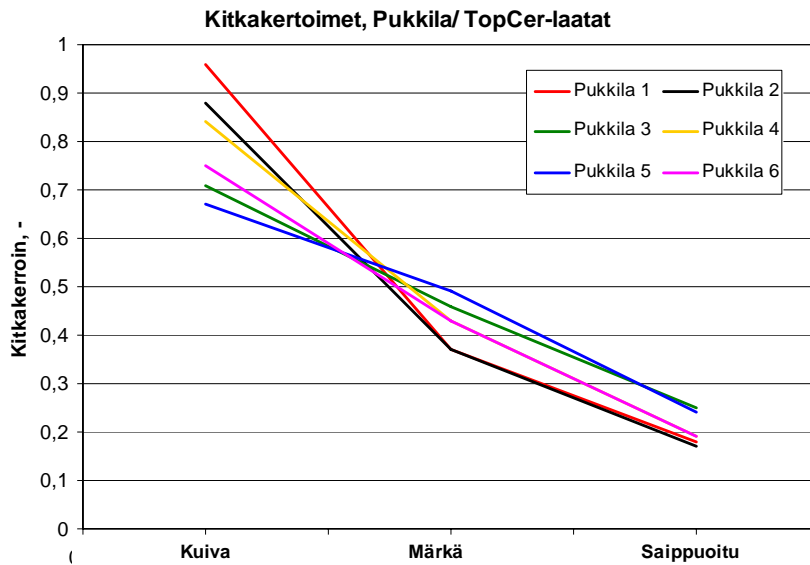


Kuva 2.3 Tutkittujen laattojen pinnan mikrokarheus, Rz. Brittiläisten tutkimusten mukaan karheuden ollessa alle 20 µm, laatta voi olla liukas.

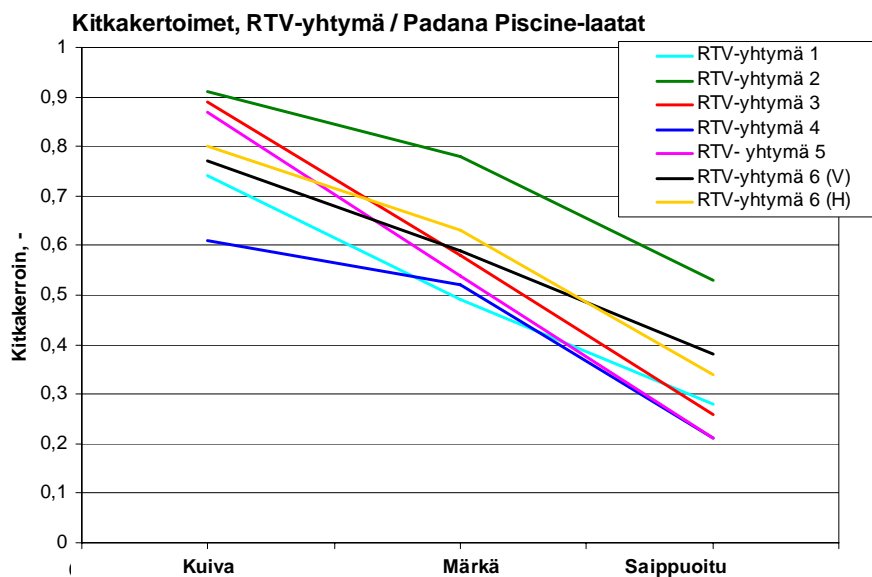
Kuvissa 2.4, 2.5 ja 2.6 esitetään kunkin laattatoimittajan laattojen kitkakertoimet kuivana sekä puhtaalle vedellä (märkä) että saippuavedellä (saippuoitu) käsiteltynä.



Kuva 2.4 ABL:n maahantuomien Buchtal-laattojen kitkakertoimet.

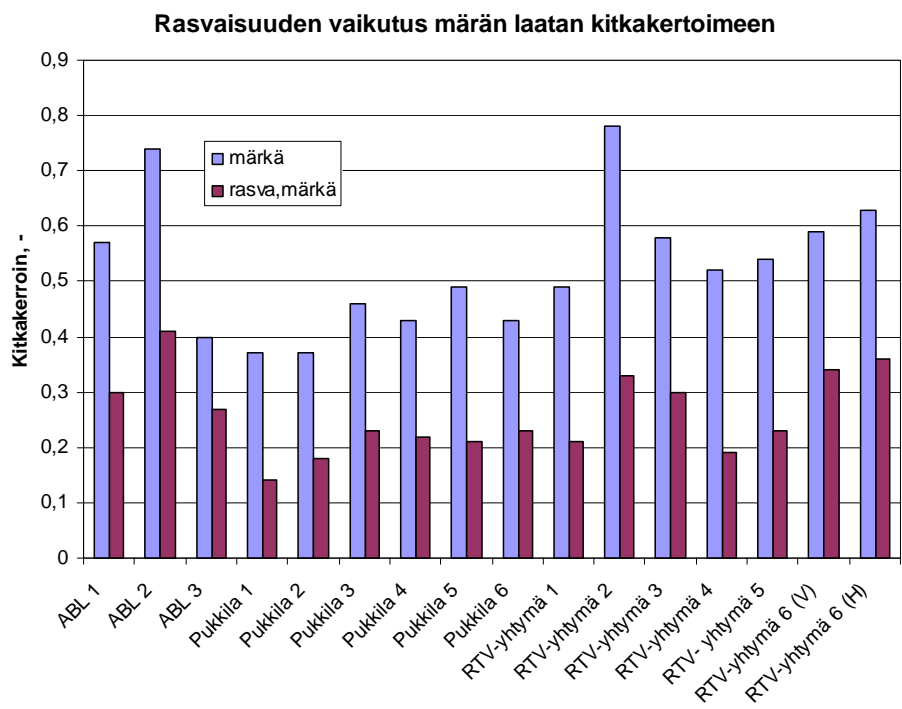


Kuva 2.5 Pukkilan laattojen ja sen maahantuomien TopCer-laattojen kitkakertoimet.



Kuva 2.6 RTV-yhtymä Oy:n maahantuomien Padana Piscine-laattojen kitkakertoimet.

Kuvassa 2.7 verrataan miten lika (rasva) vaikuttaa märän laatan kitkakertoimiin, kun jalkapohjaa kuvaavaan kumiin levitettiin hieman synteettisen lian rasvaseosta.



Kuva 2.7 Rasvaisuuden vaikutus märän laatan kitkakertoimeen.

3 Kitka- ja hygieniamittaukset uimahalleissa (tulokset)

3.1 Uimahallikohteet

Haastattelututkimus ja kitkamittauksia tehtiin 18 uimahalliin. Hallit olivat uudehkoja tai niissä oli tehty viime vuosina saneerauksia ja laattojen uusiminen. Muutamassa kohteessa oli laajennusosa ja useita erilaisia laattatyyppejä. Siten kitkamittauksia tehtiin yhteensä 24 laatalle eri uimahalleissa. Tutkitut hallikohteet olivat seuraavat:

1. Helsingin Kontulan uimahalli
2. Helsingin Urheilutalon (Kallio) uimahalli
3. Hyvinkään Sveitsin uimahalli, vanha ja uusi osa
4. Hämeenlinnan uimahalli, vanha ja uusi osa
5. Järvenpään uimahalli
6. Loimaan uimahalli (Vesihovi)
7. Mikkelin uimahalli (Rantakeidas)
8. Oulun Raksilan uimahalli, vanha ja uusi osa
9. Porvoon uimahalli
10. Rauman uimahalli, vanha ja uusi osa
11. Tampereen Kalevan uimahalli, vanha ja uusi osa
12. Turun Impivaaran uimahalli
13. Vaajakosken uimahalli (Wellamo)
14. Vaasan uimahalli, vanha ja uusi osa
15. Vantaan Myyrmäen uimahalli
16. Vantaan Tikkurilan uimahalli
17. Vierumäen urheiluopiston uimahalli
18. Ylivieskan uimahalli

3.2 Uimahalleissa tehdyt mittaukset ja haastattelut

Halleissa 1, 2, 12 ja 14 tehtiin kitkamittausten kanssa samanaikaisesti hygieniamittauksia ennen ja jälkeen siivouksen. Tavoitteena oli näissä kohteissa määritellä miten siivoaminen vaikuttaa laattojen kitkaan. Halleissa 4, 7, 8, 14, 16, 17 ja 18 hygieniamittaukset tehtiin eri aikaan kitkamittausten kanssa. Muissa halleissa tehtiin vain kitkamittauksia. Lisäksi uimahalleissa haastateltiin uimahallin henkilökunnan edustajia, yleensä haastateltiin hallipäällikköä tai vastaavaa tai liikuntalaitosten esimiestä ja lisäksi haastateltiin monessa kohteessa myös uintivalvojaa, siivoojaa ja teknistä henkilökuntaa. Haastatteluissa selvitettiin seuraavia asioita:

1. Uimahallin yleistiedot (rakennusvuosi, kävijämäärä),
2. Lattioiden laattamateriaali (laattojen asennusvuosi, laattatyyppi, saumausaine),
3. Siivoustiedot (siivousorganisaatio, siivoustaaajuus, siivousmenetelmät, mahdolliset hygieniamittaukset),
4. Mahdolliset lattioiden liukkausongelmat (ongelman kuvaus, mahdolliset kitkamittaukset, liukkauden poistamistoimenpiteet).

Kitkamittaukset tehtiin hankkeessa kehitetyllä kitkamittarilla ja pinnan mikrokarheuden (Rz) mittaukset SubTronic Duo-mittarilla.

Kitkakertoimen ja pinnan mikrokarheuden määrittely uimahallikohteissa

Kitkakertoimen määrittelyyn uimahallikohteissa käytettiin hankkeessa kehitettyä, luvussa 1.4 esiteltyä yksinkertaista mittalaitetta, ”kitkajalkaa”.

Jokaisessa kohteessa mitattiin laattojen kitkakerroin useista eri paikoista, mittauskohtia olivat yleensä naisten pesuhuone (saunan edestä ja parista muusta kohtaa), kulkuväylät naisten ja miesten pesutiloista uima-allastilaan ja altaalle sekä uima-altaiden eniten kuljetut ympäristöt. Mittaukset tehtiin laattojen ollessa märkiä normaalista käytöstä tai joissakin tapauksissa kuivia laattoja kasteltiin hieman. Lisäksi samoista paikoista mitattiin laattojen pinnan karheus.

Liukkauden raja-arvona voidaan lähtökohtaisesti pitää kitkakerrointa $\mu = 0,6$. Märkä laattapinta ei ole todennäköisesti liukas kun pinnan kitkakerroin on vähintään tai yli 0,6. Tämä raja-arvo on käytössä mm. *Tortus*-kitkamittauslaitteen tulkinnessa.

Pinnan mikrokarheuden (R_z , μm) raja-arvona tasaisilla laatoilla voidaan pitää brittiläisten ohjeiden mukaista arvoa $R_z > 20 \mu\text{m}$. Laatat, joiden mikrokarheuden arvo on vähintään $20 \mu\text{m}$, ei ole liukas. Mikrokarhennetuille laatoille pinnan karheuden raja-arvo ei välttämättä päde, koska kitkan muodostaa laattapintaan erityiskäsittely, karhennus. Samoin nastapintaisilla laatoilla kitka perustuu pintakuviointiin (nastoihin) ja laatta ei ole välttämättä liukas, vaikka laattapinta olisi suhteellisen tasainen.



Kuva 3.1. Kenttämittauksissa kitkakertoimen määrittämiseen käytetyn laitteen valokuva.

Pintapuhtauden määrittely uimahallikohteissa

Kosteiden tilojen pintapuhtauden määrittämiseen käytetään erityyppisiä menetelmiä, jotka antavat toisiaan täydentävää tietoa pintapuhtaudesta. Hygicult TPC -elatusalustoilla saadaan esille pintojen kasvukykyisten bakteerien kokonaismäärä ja ATP-luminesenssimittaus määrittää puolestaan pinnalla olevaa orgaanista lika-ainesta eli bakteerien kasvualustaa. Kummassakin menetelmässä on käytettävissä uimahalliympäristöön laaditut ohjeet, joihin tuloksia voidaan verrata.

ATP-menetelmä (ATP = adenosiinitrifosfaatti)

ATP-menetelmässä käytetty luminometri on laite, jolla voidaan mitata kemiallisessa reaktiossa syntyviä erittäin pieniä valomääriä. Luminometrin käyttö perustuu luminesenssi-ilmiöön eli valon tuottamiseen. Luminesenssiin johtavassa reaktiossa valoa tuottavat molekyylit virittyvät korkeammalle energiatasolle. Viritystilän purkautuessa vapautuu energiaa, jonka perusenergiatasolleen palautuva molekyyli emittoi (eli säteilee) fotoneina. Valokvantin tuottamiseen tarvittavan energian luminoiva molekyyli saa hapetusreaktiosta (Savolainen, R. 2000, Houhala, K. et al. 2000).

ATP-menetelmässä reaktiot tapahtuvat näyteputkessa bioluminesenssin seurauksena. Bioluminesenssi on tiettyjen elävien organismien kyky tuottaa valoa biokemiallisen entsyymireaktion tuloksena. ATP-määrittäminen perustuu tulikärpäsen bioluminesenssi reaktioon, jossa tulikärpäsestä eristetty entsyymituote, lusiferaasi, katalysoi hapetusreaktion, jossa lusiferiini reagoi hapen ja ATP:n kanssa muodostaen oksilusiferiiniä, adenomonofosfaattia (AMP), pyrofosfaattia (PP_i), hiilidioksidia ja valoa. Reaktiossa tarvitaan myös Mg²⁺-ioneja aktivoimaan lusiferaasientsyymi. Koska ATP:tä esiintyy kaikissa elävissä organismeissa, menetelmää voidaan käyttää orgaanisen aineen määrittämiseen.

Syntyneen valon määrä on suoraan verrannollinen näytteen sisältämään orgaanisen aineen solumäärään. Luminometri ilmoittaa valon määrän suhteellisina valoyksiköinä (RLU, Relative Light Unit). Eläimet, kasvit, hiivat ja homeitiöt sisältävät ATP:tä huomattavasti enemmän kuin bakteerit, joten menetelmä kuvaa paremmin pinnoilla olevaa orgaanisen lian määrää kuin bakteeripitoisuutta. Luminometrinen menetelmä on nopea pintapuhtauden määrittäytapa.

Tässä tutkimuksessa orgaanisen lian määrittämiseen käytettiin SystemSure IITM & UltrasnapTM -luminometrisysteemiä. Näytteet otettiin sivelemällä n. 10 cm x 10 cm alue Ultrasnap-testipuikoilla. Puikon yläosan ampullissa olevan valmiin reagenssiluoksen lisäämisen ja reagoinnin jälkeen muodostuneen valon määrä mitattiin SystemSureII-luminometrilaitteella.

Elatusalustamenetelmä (Hygicult TPC)

Pintahygienian määrittämiseen käytetään erilaisia kontaktimaljoja ja -liuskoja, joiden toiminta perustuu mikrobien lisääntymiseen agarpinnalla. Kun kasvualustana toimivaa agarpintaa painetaan tutkittavaa pintaa vastaan, tarttuu osa sillä olevista mikrobeista agariin. Kasvualustalla mikrobit lisääntyvät muodostaen silmin havaittavia pesäkkeitä, joiden lukumäärä lasketaan 3–5 vuorokauden kuluttua lämpötilasta riippuen. Kasvatusmenetelmä kertoo tutkittavalla pinnalla olevien elävien ja helposti agariin tarttuvien mikrobien lukumäärän. Menetelmä toimii hyvin sellaisilla pinnoilla, joihin ei ole muodostunut liasta ja mikrobien ulkopuolelleen erittämistä aineista rakentuvaa biofilmiä. Biofilmi heikentää menetelmän luotettavuutta, koska mikrobit eivät tartu agariin biofilmin alta (Savolainen, R. 2000, Houhala, K. et al. 2000).

Tässä tutkimuksessa pintojen hygieniaa määritettiin Hygicult TPC -liuskoilla. Ne ovat nivelen välityksellä korkkiin kiinnitettyjä ja elatusaineella molemmin puolin päällystettyjä muovilevyjä, joiden suojana on kirkas muoviputki. Näytteenoton jälkeen liuskat laitettiin takaisin putkiin, joita pidettiin huoneenlämmössä ja valolta suojassa noin 5 vuorokautta. Tämän jälkeen laskettiin elatusaineelle kasvaneiden pesäkkeiden lukumäärä.



Kuva 3.2. Hygicult TPC-liuskoja ja elatusaineessa kasvavia mikrobeja (näytteet uimahallilattioista).

Pintapuhtausnäytteitä kerättiin yhdestätoista uimahallista ennen ja jälkeen siivouksen. Tutkittavina kohteina olivat naisten pesuhuoneen ja saunan sekä allastilan lattiat. Projektissa otettiin yhteensä 710 puhtausnäytettä, joista 355 Hygicult- ja 355 ATP-menetelmällä. Taulukkoon 3.1 on koottu jokaisen tutkitun hallin mittausajankohdat ja näytemäärät. Raksilan uimahallin (Oulu) allastilasta ei saatu siivouksen jälkeisiä näytteitä. Hämeenlinnan uimahallista ei saatu näytteitä naisten pesuhuoneesta. Osassa uimahalleista otettiin näytteitä sekä vanhasta että uudesta allastilasta, joissa oli erilainen laatta (Tampere, Hämeenlinna ja Vierumäki).

Taulukko 3.1. Pintapuhtausnäytteiden mittausajankohdat ja näytemäärät.

Uimahalli	Päivämäärä	ATP (kpl)	Hygicult (kpl)
Kontula, Helsinki	29.9.2008	32	32
Helsingin Urheilutalo (Kallio)	30.9.2008	32	32
Wellamo, Vaajakoski	5.- 6.10.2008	32	32
Tampereen Uintikeskus (Kaleva)	7.10.2008	43	43
Raksila, Oulu	2.2.2009	24	24
Ylivieska	3.2.2009	32	32
Vaasa	16.- 17.2.2009	32	32
Hämeenlinna	23.- 24.2.2009	32	32
Tikkurila, Vantaa	24.- 25.2.2009	32	32
Rantakeidas, Mikkeli	2.3.2009	32	32
Vierumäen Urheiluopisto	5.3.2009	32	32
	Yhteensä	355	355

3.3 Tulokset

Pintapuhtaustulokset

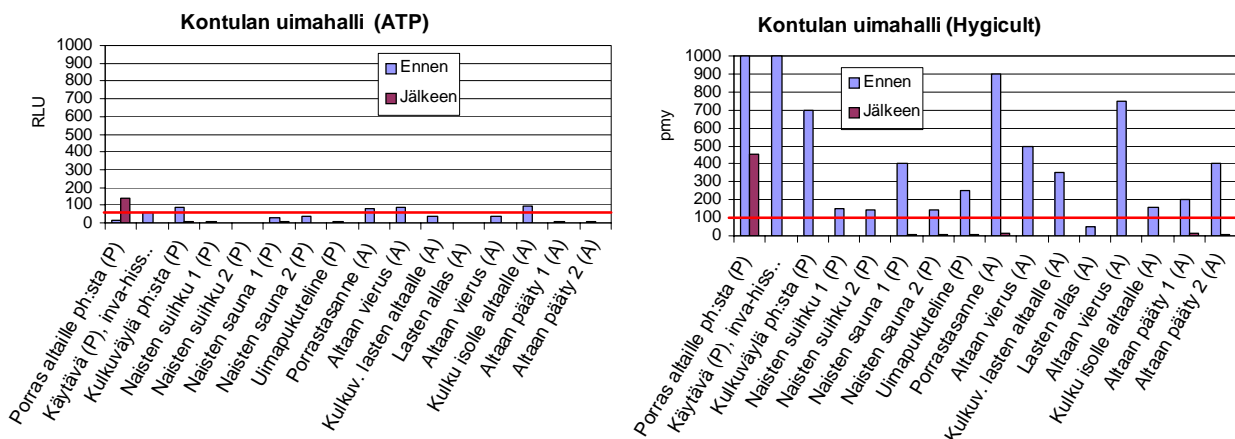
Orgaanista (ihmisperäistä) likaa määrittävissä ATP-mittauksissa toimenpiderajana käytettiin *Hygiena Internationalin* antamaa ohje-arvoa 60 RLU. Puhtaustulos luokiteltiin hyväksi, jos lukema oli alle 40 RLU, välttäväksi arvoilla 40–60 RLU ja huonoksi, jos lukema oli yli 60 RLU. Kyseinen arvo 60 RLU (ns. toimenpideraja) on merkitty kuvaajiin punaisella viivalla.

Kasvukyisten bakteerien määrä ilmoitettiin kahden, pinta-alaltaan n. 10 cm² kokoisen Hygicult TPC -levyn puoliskon pesäkkeiden kappalemäärien keskiarvona (pmy/10cm², pmy = pesäkettä muodostava yksikkö).

Bakteerimäärien toimenpiderajana käytettiin konsensusuosituserusteista arvoa 100 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm². Puhtaustulos luokiteltiin hyväksi, jos tulos oli alle 20 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm², välttäväksi arvoilla 20–100 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm² ja huonoksi, jos tulos oli yli 100 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm² (Pintahygieniaopas, Ympäristö ja Terveys -lehti, 2006). Kyseinen arvo 100 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm² (ns. toimenpideraja) on merkitty kuvaajiin punaisella viivalla.

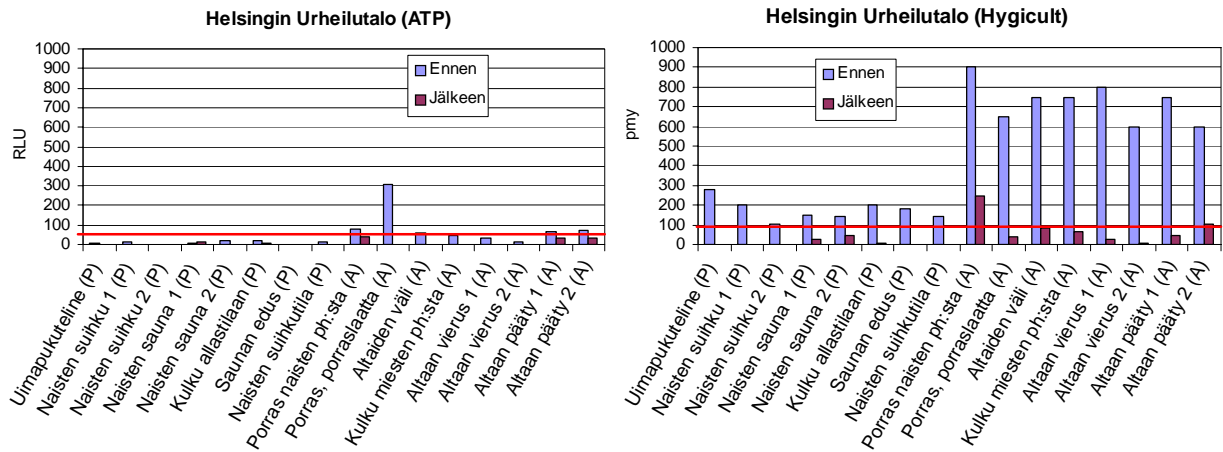
Uimahallien mittaustulokset näytteenottopisteittäin on esitetty kuvissa 3.3 – 3.14.

Kontulan uimahallin tutkitut lattiat olivat siivouksen jälkeen puhtaat, koska molemmilla määrittämenetelmillä vain yksi näyte (porras) antoi menetelmäkohtaista toimenpiderajaa suuremman tuloksen (kuva 3.3). Käytännön kokemusten mukaan kvattipitoisen desinfiointiaineen (käytössä myös Kontulassa) jäämät voivat häiritä ATP-reaktiota ja pienentää orgaanista likaa määrittävää RLU-lukemaa. Tämä voi selittää sen, että orgaanisen lian määrä oli hyvin pieni jo ennen siivousta.



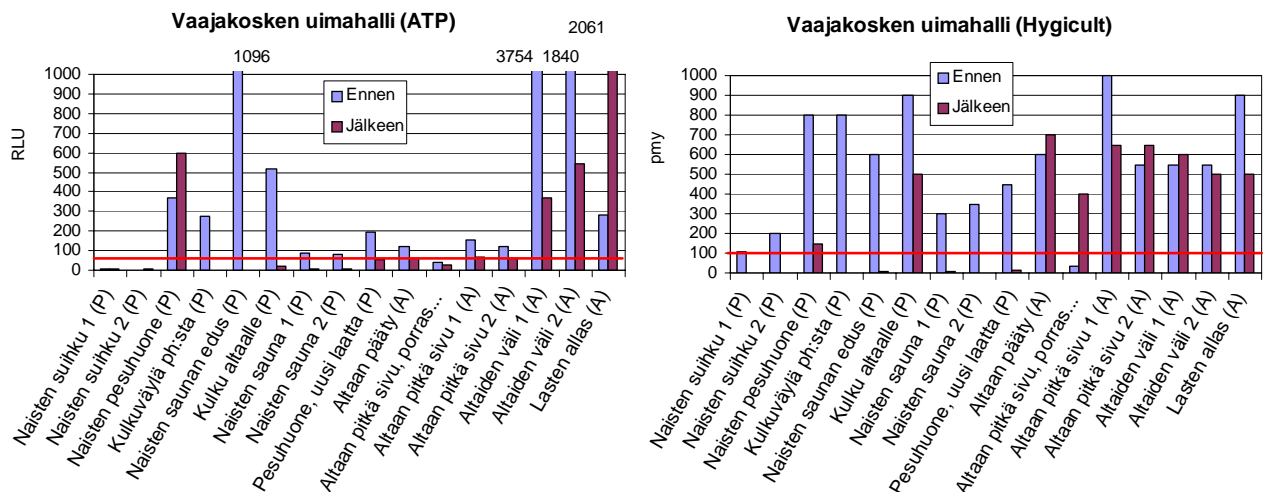
Kuva 3.3 Kontulan uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (A) on allastila ja (P) on pesuhuone.

Helsingin Urheilutalon tutkitut lattiat olivat siivouksen jälkeen puhtaat, koska vain yksi Hygicult-näyte (porras) antoi toimenpiderajaa suuremman tuloksen (kuva 3.4). Pesuhuoneen ja saunan lattiat olivat bakteerimäärien suhteen (Hygicult-tulokset) ennen siivousta selvästi puhtaammat kuin allastilan lattia. Käytännön kokemusten mukaan kvattipitoisen desinfiointiaineen (käytössä myös Helsingin Urheilutalossa) jäämät voivat häiritä ATP-reaktiota ja pienentää orgaanista likaa määrittävää RLU-lukemaa. Tämä voi selittää sen, että orgaanisen lian määrä oli yhtä poikkeusta (porras) lukuun ottamatta hyvin pieni jo ennen siivousta.



Kuva 3.4 Helsingin Urheilutalon ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (A) on allastila ja (P) on pesuhuone.

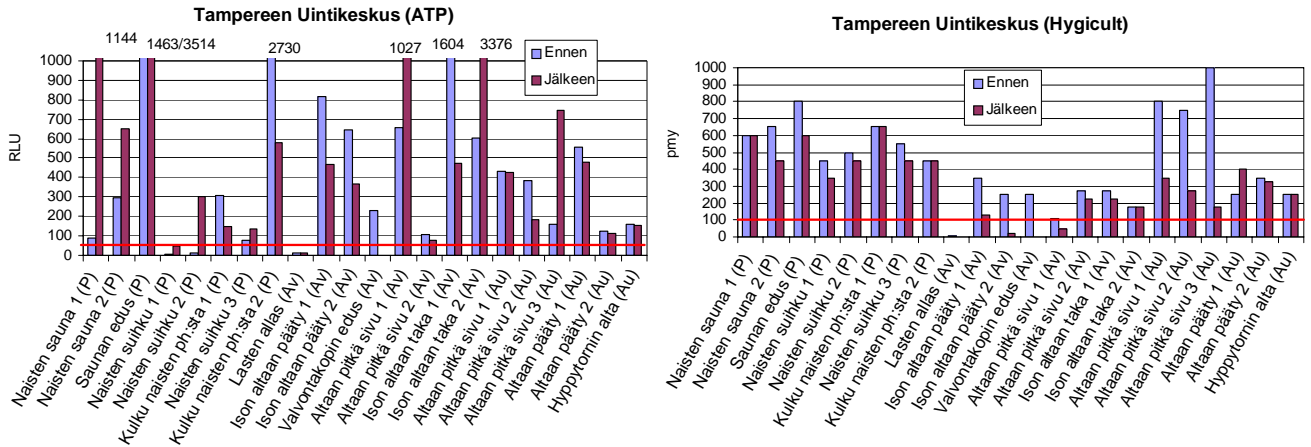
Vaajakosken uimahallissa siivouksen jälkeen otettujen Hygicult-näytteiden mukaan allastilan ja pesuhuoneesta altaalle menevän käytävän lattioilla oli selvästi enemmän bakteereja kuin pesuhuoneen ja saunan lattioilla (kuva 3.5). Lisäksi kaikki kyseiset tulokset olivat toimenpiderajaa huonommat. Orgaanisen lian suhteen (ATP-näytteet) ero ei ollut yhtä merkittävä. Sekä orgaanista likaa että bakteereja oli muutamassa näyteenottokohdassa enemmän siivouksen jälkeen kuin ennen siivousta. Tämä viittaa laatan pinnalla olevaan biofilmiin, jota tuolloin käytetty siivousmenetelmä ei kyennyt poistamaan kokonaan.



Kuva 3.5 Vaajakosken uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen.

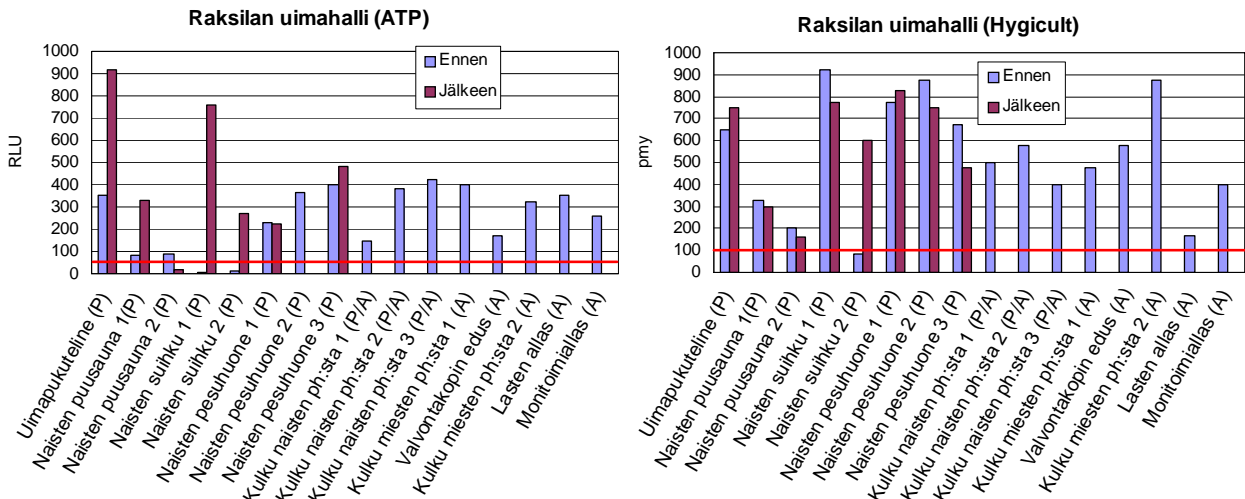
Tampereen uintikeskuksessa orgaanista likaa (ATP-näytteet) oli miltei kaikissa näyteenottokohdissa erittäin paljon vielä siivouksen jälkeen (kuva 3.6). Lisäksi useilla alueilla tulos oli siivouksen jälkeen huonompi kuin ennen siivousta. Tämä viittaa laatan pinnalla olevaan pinttymään, jota tuolloin käytetty siivousmenetelmä ei kyennyt poistamaan kokonaan.

Bakteerimäärä (Hygicult-tulos) oli siivouksen jälkeen suurempi pesuhuoneen ja saunan lattioilla kuin allastiloissa. Miltei kaikki pestyiltä pinnoilta molemmilla määrittymenettelyillä saadut tulokset olivat toimenpiderajaa huonommat.



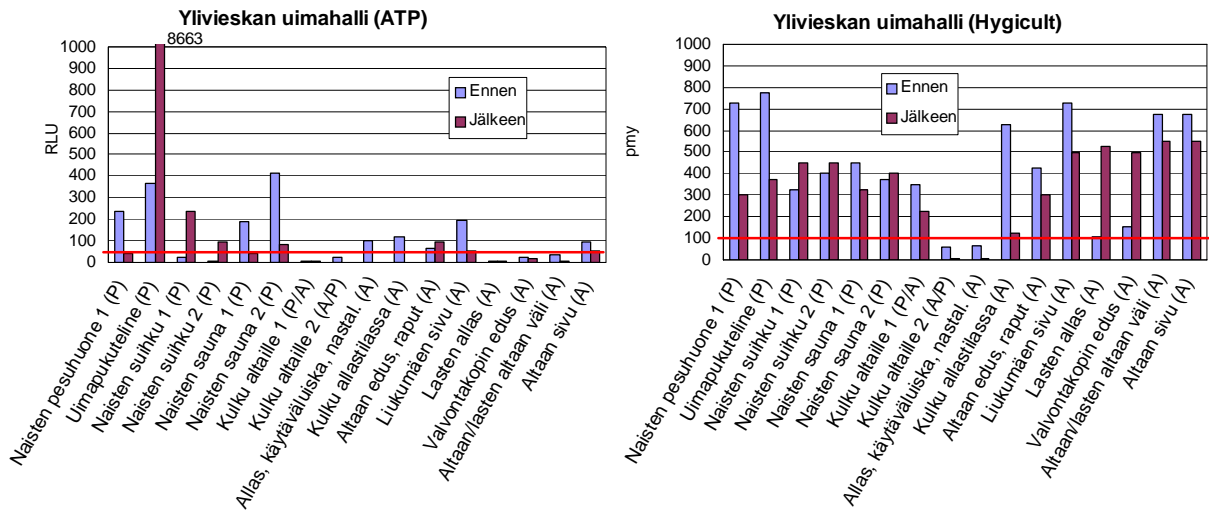
Kuva 3.6 Tampereen Uintikeskuksen ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (Au) on uusi allastila ja (Av) vanha allastila ja (P) on pesuhuone. Käytävä 1 (Av) -alueelta ei saatu siivouksen jälkeisiä näytteitä.

Raksilan uimahallissa orgaanisen lian määrä (ATP-tulos) suureni siivotessa miltei kaikissa naisten pesuhuoneen ja saunan näytteenotkohdissa (kuva 3.7). Tämä viittaa pinnoilla oleviin pinttyymiin, joita tuolloin käytetty siivousmenetelmä ei kyennyt poistamaan kokonaan. Yhtä ATP-tulosta (naisten puusauna) lukuun ottamatta kaikki siivottujen lattioiden tulokset ylittivät toimenpiderajan sekä orgaanisen lian että bakteerimäärien suhteen.



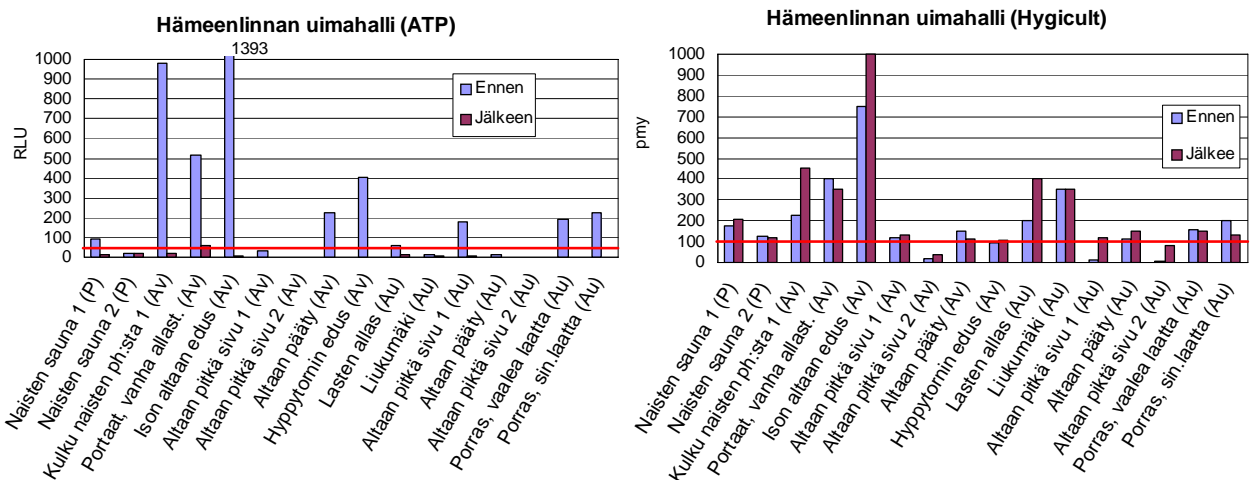
Kuva 3.7 Raksilan uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (A) on allastila ja (P) on pesuhuone. Allastilasta ei saatu siivouksen jälkeisiä näytteitä.

Ylivieskan uimahallissa miltei kaikki pestyjen pintojen bakteerimäärät (Hygicult-tulokset) ylittivät toimenpiderajan (kuva 3.8). Uimapukutelineen edestä otetussa näytteessä oli siivouksen jälkeen erittäin runsaasti orgaanista likaa (ATP-tulos), mikä viittaa paksuun likakertymään tai valumiin. Lasten altaan ja uinninvalvomon edustalta siivouksen jälkeen sadut paljon suuremmat bakteerimäärät ennen siivousta otettuihin näytteisiin verrattuna viittaavat biofilmiin, jota tuolloin käytetty siivousmenetelmä ei kyennyt poistamaan kokonaan.



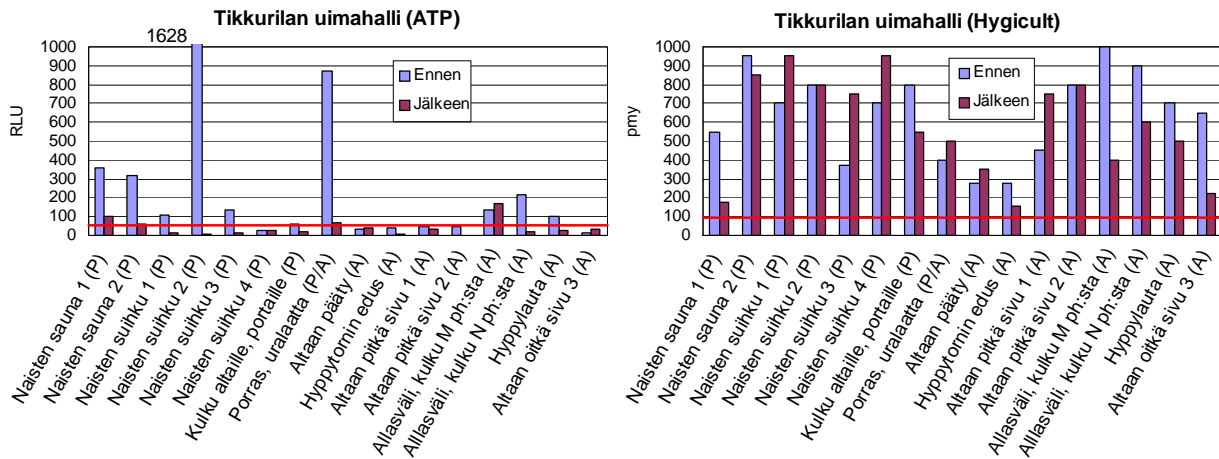
Kuva 3.8 Ylivieskan uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (A) on allastila ja (P) on pesuhuone.

Hämeenlinnan uimahallin allasosastolla bakteereja (Hygicult-näyte) oli muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta sekä ennen että jälkeen siivouksen moneen muuhun uimahalliin verrattuna suhteellisen vähän (kuva 3.9). Ison altaan edustan näytteissä bakteeripesäkkeitä oli sitä vastoin erittäin runsaasti sekä ennen pesua, että sen jälkeen. Lattiat puhdistuivat hyvin orgaanisesta liasta (ATP-tulos), koska kaikki tulokset olivat parempia kuin toimenpideraja.



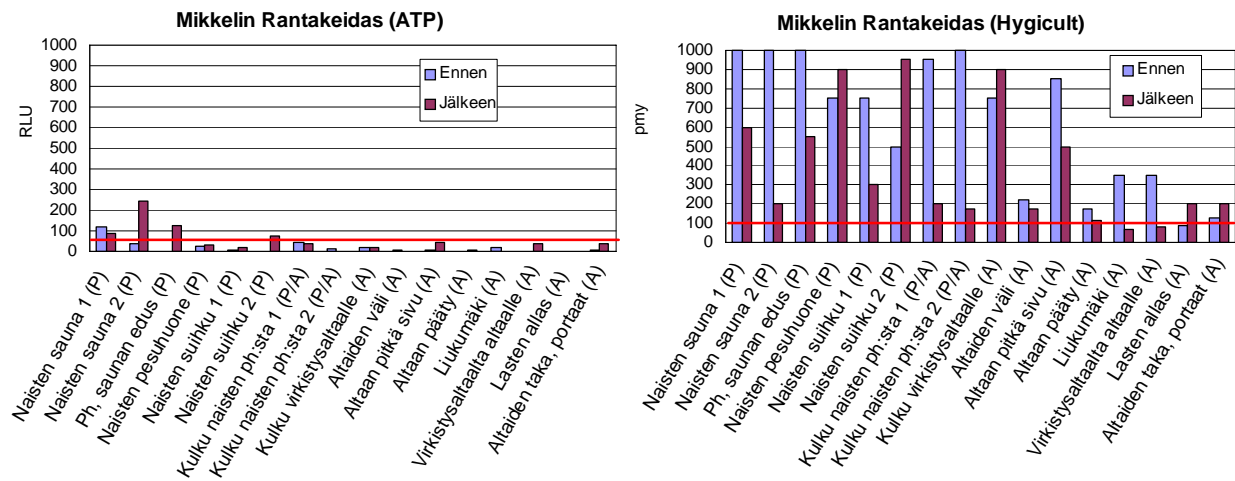
Kuva 3.9 Hämeenlinnan uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (Av) on vanha allastila.

Tikkurilan uimahallissa kaikki siivouksen jälkeen otetut bakteerinäytteet (Hygicult-tulokset) olivat toimenpiderajaa huonompia (kuva 3.10). Varsinkin pesuhuoneen ja saunan näytteiden bakteerimäärät olivat erittäin suuria. Orgaanista likaa (ATP-tulokset) oli siivotuilla pinnoilla sitä vastoin melko vähän. Käytännön kokemusten mukaan kvattipitoisen desinfiointiaineen (käytössä myös Tikkurilan uimahallissa) jäämät voivat häiritä ATP-reaktiota ja pienentää orgaanista likaa määrittävää RLU-lukemaa. Siivouksen jälkeen saadut suuremmat bakteerimäärät (Hygicult-tulokset) ennen siivousta otettuihin näytteisiin verrattuna viittaavat biofilmiin, jota tuolloin käytetty siivousmenetelmä ei kyennyt poistamaan kokonaan.



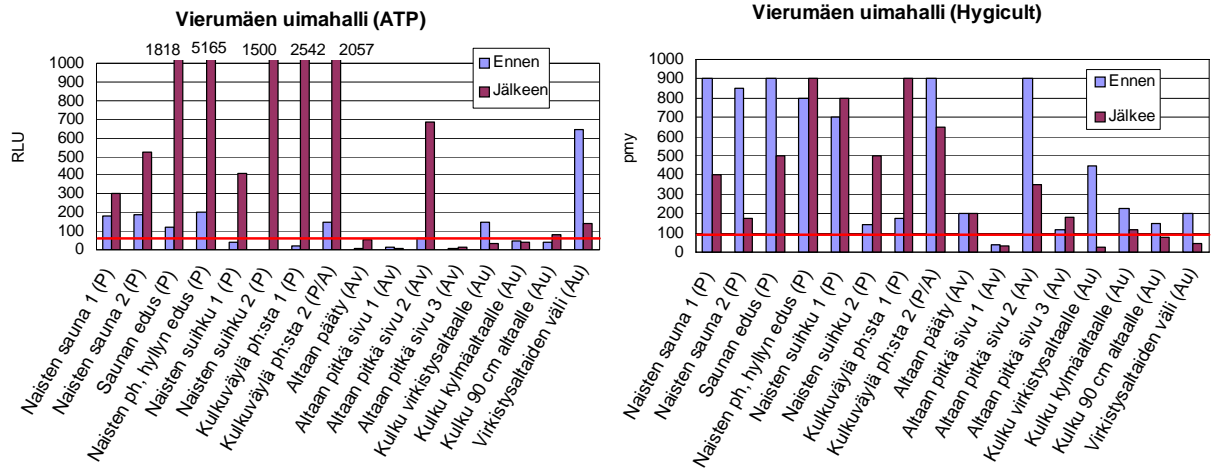
Kuva 3.10 Tikkurilan uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (A) on allastila.

Mikkelin Rantakeitaan uimahallissa allastilan bakteerimäärät (Hygicult-tulokset) olivat sekä ennen että jälkeen siivouksen pienemmät kuin pesuhuoneen ja saunan näytteistä saadut tulokset (kuva 3.11). Muutamalla näytteenottoalueella siivouksen jälkeen oli enemmän bakteereita kuin ennen siivousta. Tämä viittaa laatan pinnalla olevaan biofilmiin, jota tuolloin käytetty siivousmenetelmä ei kyennyt poistamaan kokonaan. Orgaanisen lian määrät (ATP-tulokset) olivat pienet varsinkin ennen siivousta otetuissa näytteissä. Käytännön kokemusten mukaan kvattipitoisen desinfiointiaineen (käytössä myös Rantakeitaassa) jäämät voivat häiritä ATP-reaktiota ja pienentää orgaanista likaa määrittävää RLU-lukemaa.



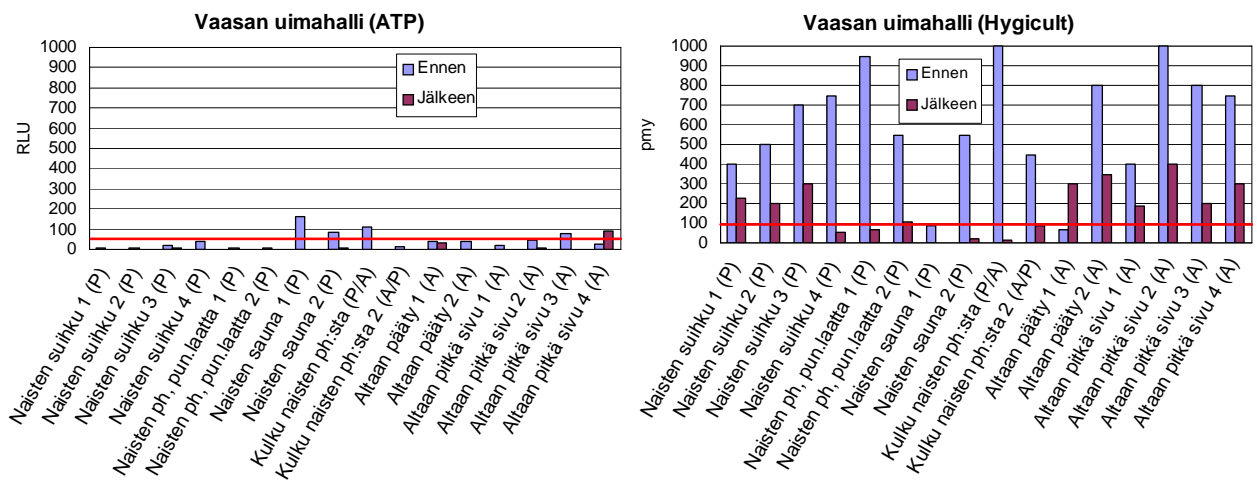
Kuva 3.11 Mikkelin Rantakeitaan ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. Saunan edustalta ei saatu ATP-näytettä ennen siivousta.

Vierumäen uimahallissa allastila oli molemmilla määrittämenetelmillä arvioituna puhtaampi kuin pesutila ja sauna (kuva 3.12). Pesuhuoneessa kaikki orgaanisen lian näytteet (ATP-tulokset) ja muutama bakteerinäyte (Hygicult-tulos) olivat siivouksen jälkeen paljon huonommat kuin ennen siivousta. Tämä viittaa laatan pinnalla oleviin pinttyymiin ja biofilmiin, jota tuolloin käytetty siivousmenetelmä ei kyennyt poistamaan kokonaan.



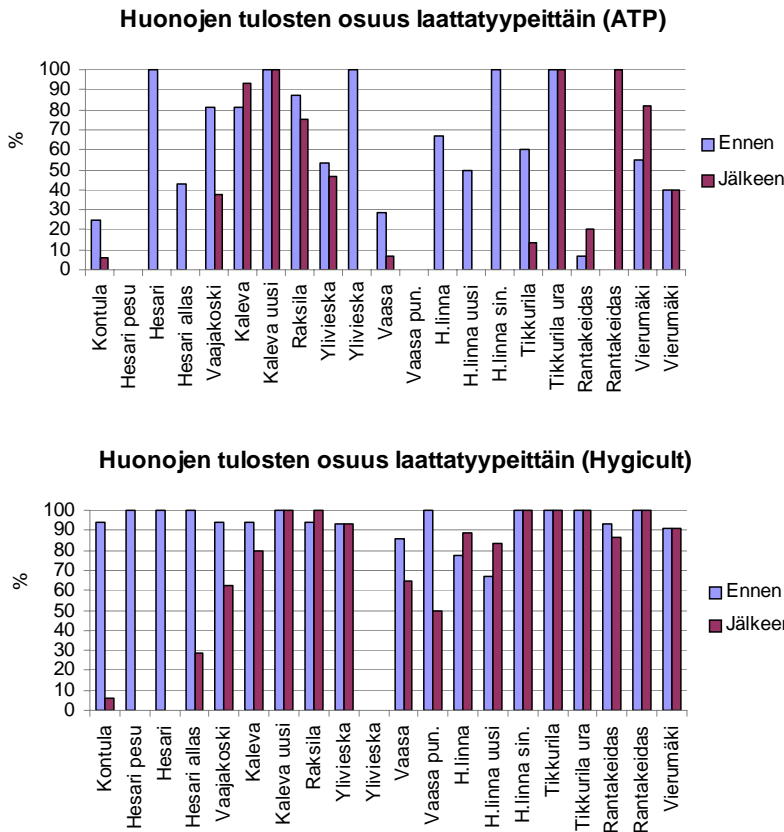
Kuva 3.12 Vierumäen uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (Av) on vanha allastila, (Au) uusi allastila ja (P) on pesuhuone.

Vaasan uimahallissa vain yksi orgaanisen lian (ATP-tulos) ja bakteerimäärän (Hygicult-tulos) oli huonompi siivouksen jälkeen kuin ennen siivousta (kuva 3.13). Vaikka bakteerilika oli oleellisesti vähentynyt siivotessa, oli allastilan pestyjen pintojen näytteissä vielä monta toimenpiderajaa huonompaa tulosta. Orgaanista likaa oli pinnoilla suhteellisen vähän jo ennen siivousta. Käytännön kokemusten mukaan kvattipitoisen desinfiointiaineen (käytössä myös Vaasan uimahallissa) jäämät voivat häiritä ATP-reaktiota ja pienentää orgaanista likaa määrittävää RLU-lukemaa.



Kuva 3.13 Vaasan uimahallin ATP- ja Hygicult-tulokset ennen ja jälkeen siivouksen. (A) on allastila ja (P) on pesuhuone.

Yhteenvetona tehdyistä pintapuhtausmittauksista esitetään kuvassa 3.14 kustakin kohteesta huonojen (toimenpiderajan ylittävien) tulosten osuus (%).



Kuva 3.14 Huonojen ATP- ja Hygicult-tulosten osuus laattatyypeittäin (halleittain) tutkituissa uimahalleissa ennen ja jälkeen siivouksen. Osasta laattoja otettiin vain yhdet näytteet (Helsinki porras, Ylivieska liuska, Vaasa pun., Hämeenlinna sin., Tikkurila ura, Rantakeidas valk.).

Kolmessa uimahallissa kaikista pesun jälkeen otetuissa näytteissä orgaanista likaa (ATP-tulokset) oli toimenpiderajaa enemmän. Kahdeksassa uimahallissa kaikki siivottujen pintojen tulokset olivat puolestaan toimenpiderajaa parempia. Vastaavasti kaikki siivottujen pintojen bakteerinäytteiden (Hygicult-määritys) tulokset olivat toimenpiderajaa huonompia kuudella ja parempia kolmessa uimahallissa.

Yhteenveto hygieniatuloksista

Tutkittujen uimahallien lattioiden hygieniataso oli muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta melko huono, joten siivouskäytäntöjä lienee syytä tarkistaa. Huono lopputulos voi johtua monista tekijöistä, kuten esimerkiksi puutteellisesta siivouksesta, huonosta siivousajankohdasta ja likaisista siivousvälineistä. Hygieniaan vaikuttavat myös onnistuneet ainevalinnat ja niiden oikeat käyttötavat.

Lattioiden orgaanisen lian määrissä (ATP-tulos) oli suuria hallikohtaisia eroja. Osaksi ne saattoivat johtua käytetyistä desinfiointiaineista. Esimerkiksi kvattipitoisten eli kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä sisältävien desinfiointiaineiden jäämät voivat häiritä ATP-reaktiota ja pienentää näin RLU-arvoja. Kyseisiä desinfiointiaineita oli käytössä Kontulan, Helsingin Urheilutalon, Vaasan, Hämeenlinnan, Tikkurilan ja Mikkelin Rantakeitaan uimahalleissa.

Myös Hygicult-menetelmän bakteerikasvustojen perusteella tutkittujen uimahallien lattiat olivat puhtaudeltaan hyvin eritasoisia. Hygieniatasoon saattoi vaikuttaa siivousaineiden ja -menetelmien lisäksi myös siivouksen ajankohta. Hyvä lopputulos saatiin halleista, jotka

siivottiin perusteellisesti illalla heti asiakkaiden lähdettyä. Näin tehtiin esimerkiksi Kontulassa ja Helsingin Urheilutalossa.

Monissa tutkituissa uimahalleissa pestyjen lattioiden hygieniä oli huonompi siivouksen jälkeen kuin ennen siivousta. Tämä voi olla osoitus laatoille kerrostuneesta orgaanisesta liasta, esim. jaloista irronneesta ihosolukosta, tai bakteerien muodostamasta biofilmistä. Puutteellinen siivous vain rikkoo biofilmiä, jolloin laatoille kiinnittynyt ihosolukko ja biofilmin sisältä paljastuneet bakteerit tulevat esiin.

Allastilojen sekä pesutilojen ja saunojen hygieniassa oli monissa tutkituissa halleissa selvä ero. Useimmiten pesuhuoneen ja saunan lattiat olivat likaisempia kuin allastilojen lattiat, mutta osassa halleja tilanne oli päinvastainen. Erot voivat johtua mm. siitä, että allastilojen siivouksen hoitaa eri organisaatio.

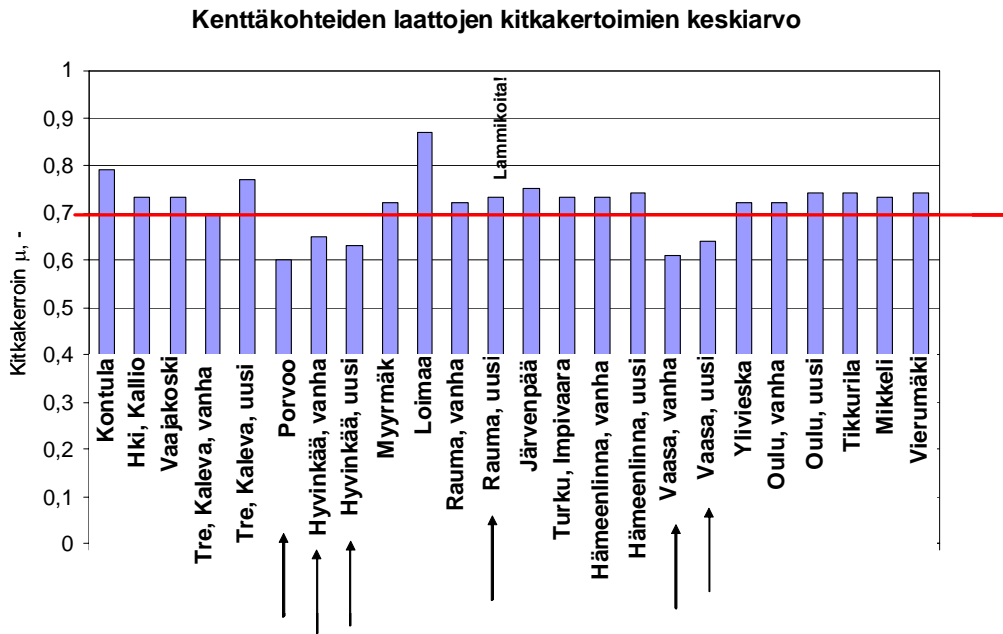
Tuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, etteivät ATP- ja Hygicult-tulosten ei tarvitse korreloida keskenään, koska ne määrittävät eri asioita pintapuhtaudesta. ATP-tulos antaa tiedon pääasiassa ihmiskosketuksesta pinnoille tarttuneesta ihosolukon määrästä, mutta kyseisessä orgaanisessa lika-aineksessa olevien bakteerien lukumäärä ei tule välttämättä esiin tuloksessa. Tämä johtuu siitä, että ihmisoluissa on reagoivaa adenosiniinifosfaattia (ATP) runsaammin kuin bakteerisoluisissa. Hygicult puolestaan kertoo ainoastaan pinnoilla olevien elävien ja kasvukykyisten bakteerien lukumäärän. Pinta voi näin ollen olla puhdas orgaanisesta liasta (pieni RLU-lukema), mutta siihen on jäänyt vielä bakteereja (iso pesäkelukumäärä). Vastaavasti pinnalle on voinut jäädä runsaasti ihmisen ihosoluja (iso RLU-lukema), mutta siinä ei ole sillä hetkellä kasvukykyisiä bakteereja (pieni pesäkelukumäärä).

Kitkatulokset

Laattojen kitkakertoimet

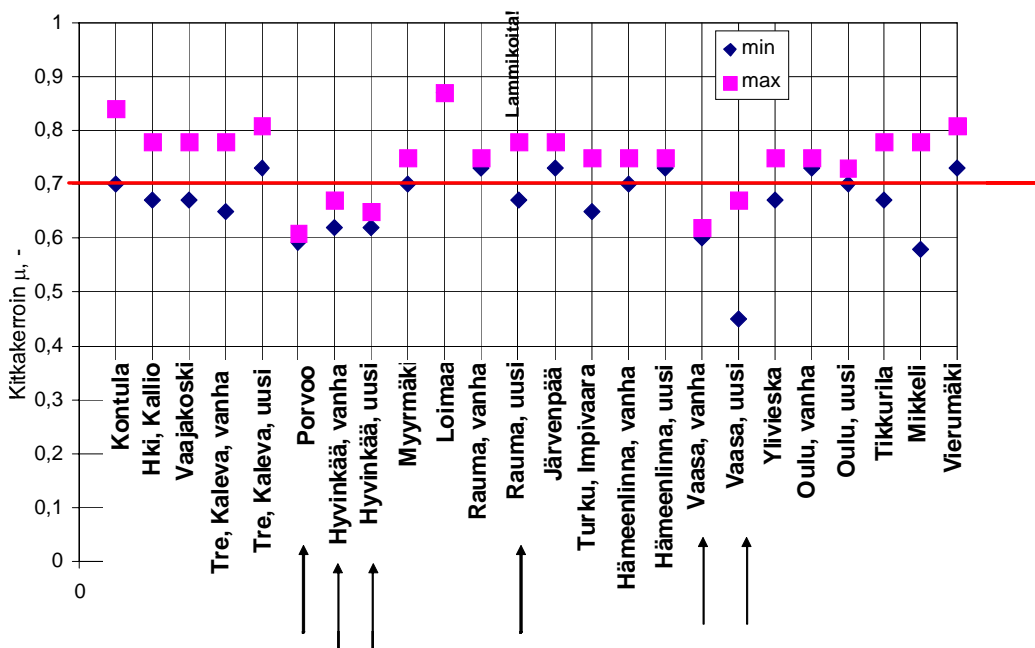
Kuvassa 3.15 on esitetty uimahalleissa tehtyjen kitkamittausten tulokset useista pisteistä mitattujen kitkakertoimien keskiarvona. Kuvaan on merkitty erikseen nuolilla uimahallit (6 kpl), joissa haastatteluissa raportoitiin jonkintasoisista liukkausongelmista. Näissä uimahalleissa yhtä poikkeusta lukuun ottamatta myös mitattu kitkakerroin on selvästi alhaisempi kuin muissa. Jos kitkakertoimen raja-arvona pidetään arvoa 0,6 kaikki tutkitut uimahallit ja laatat ylittävät sen rajan. Uimahalleissa, joissa on liukkausongelmia, laattojen kitkakertoimen arvo on yleensä alhaisempi kuin 0,7. Tätä voidaankin perustellusti pitää kitkakertoimen raja-arvona liukkauden suhteen. Tutkituista uimahalleista yhdessä raportoitiin lattian liukkaudesta, mutta laattojen kitkakerroin oli korkea (yli 0,7). Tässä tapauksessa liukkausongelmien taustalla lienee lattiakallistuksissa tapahtuneet rakennusvirheet, joista johtuen lattialla oli painanteita ja vesilammikoita.

Haastattelujen mukaan Mikkelissä oli havaittu paikoittaista liukkautta altaan pitkällä sivulla ja uimavalvojan kopin läheisyydessä ja kitkaa oli parannettu kemiallisella käsittelyllä. Mittauksissa ei nyt havaittu merkittäviä poikkeamia laattojen kitkakertoimissa eri tiloissa. Haastattelun mukaan Turun uimahallissa oli allastilan kulkuväylille tehty useita vuosi sitten liukkauden torjumiseksi happokäsittely. Tämä käsittely ei näkynyt ainakaan enää mitatuissa kitkakertoimissa eikä pinnan karheudessa.



Kuva 3.15 Laattojen kitkakertoimien keskiarvot, nuolilla merkityissä kohteissa raportoitiin liukkausongelmista.

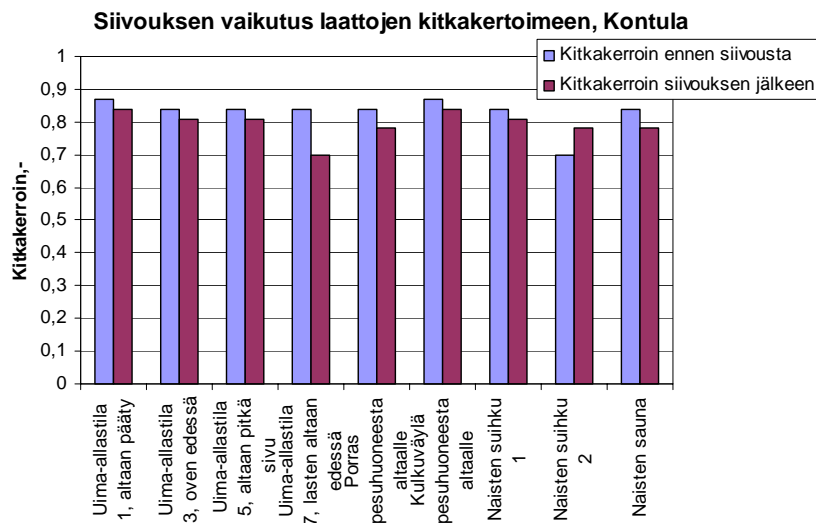
Kuvassa 3.16 tarkastellaan kitkakertoimen vaihteluvälejä eri kohteissa, esittäen kunkin kohteen laattojen kitkakertoimen maksimi- ja minimiarvot. Kuvasta erottuvat selvästi kohteet, joissa on havaittu liukkausongelmia: näissä kohteissa laatan kitkakertoimen maksimi- ja minimiarvot molemmat ovat alle 0,7.



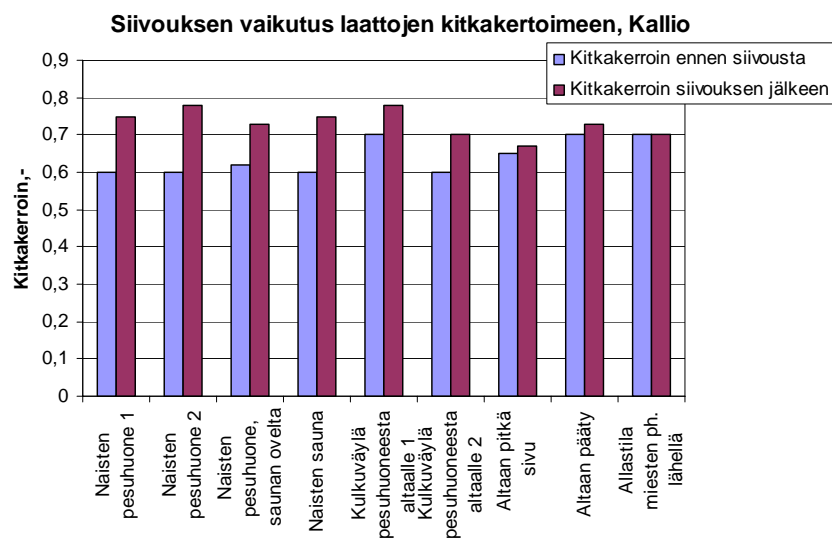
Kuva 3.16 Laattojen mitatut kitkakertoimien minimi- ja maksimiarvot, nuolilla merkityissä kohteissa raportoitiin liukkausongelmista.

Siivouksen vaikutus laattojen kitkakertoimiin

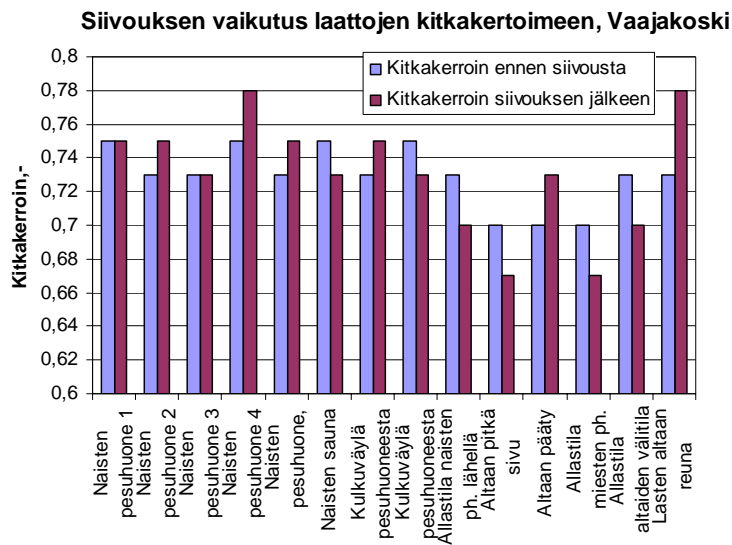
Neljässä kohteessa tarkasteltiin siivouksen vaikutusta laattojen kitkakertoimiin. Näissä kohteissa laattojen kitkakertoimet mitattiin sekä ennen ja jälkeen siivouksen. Samanaikaisesti otettiin myös pintapuhtausnäytteet samoilta lattian kohdilta. Tulokset on esitetty kuvissa 3.17 ... 3.20.



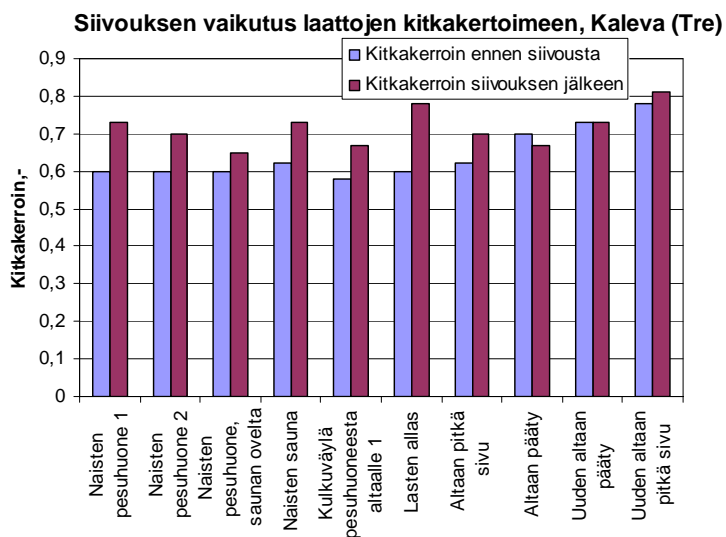
Kuva 3.17 Siivouksen vaikutus laattojen kitkakertoimiin, Kontulan uimahalli.



Kuva 3.18 Siivouksen vaikutus laattojen kitkakertoimiin, Helsingin Kallion uimahalli.



Kuva 3.19 Siivouksen vaikutus laattojen kitkakertoimiin, Vaajakosken uimahalli.



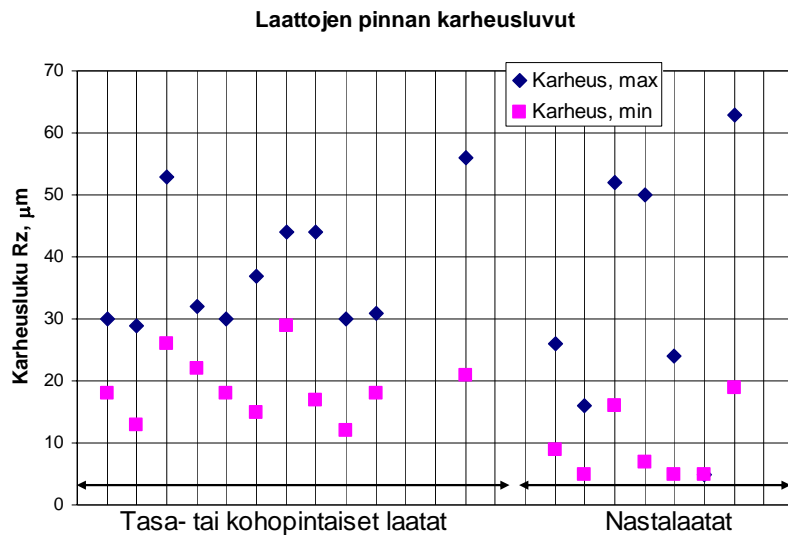
Kuva 3.20 Siivouksen vaikutus laattojen kitkakertoimiin, Tampereen Kalevan uimahalli.

Tehtyjen kitkamittausten mukaan siivouksella on pieni vaikutus laattojen kitkakertoimiin. Yleensä kitkakerrin paranee jonkin verran siivouksessa, erityisesti vaikutus on huomattavissa pesuhuoneen lattioissa, joissa laatoilla on ennen siivousta käyttäjistä peräisin olevia pesuaineiden ja shampoiden jäämiä. Siivouksen vaikutus kitkakertoimeen on suhteellisen pieni uima-allastiloissa. Kohteessa, jossa laatan kitka ja pinnan karheus olivat erittäin suuria (Kontula), siivouksen jälkeen kitkakertoimet olivat hieman pienemmät kuin ennen siivousta. Tämä johtui siitä, että karheaan laattapintaan jää helposti siivousaineiden jäämiä.

Koska lattioiden kitkan tulee olla riittävä normaalissa käytössä, laattojen kitkamittaukset suoritettiin muissa kenttäkohteissa pääsääntöisesti uimahallin ollessa käytössä. Tällöin parhaimmat uima-allastiloista mitatut kitkakertoimen arvot ovat lähellä puhtaan märän laatan maksimi-kitkakertoimen arvoja.

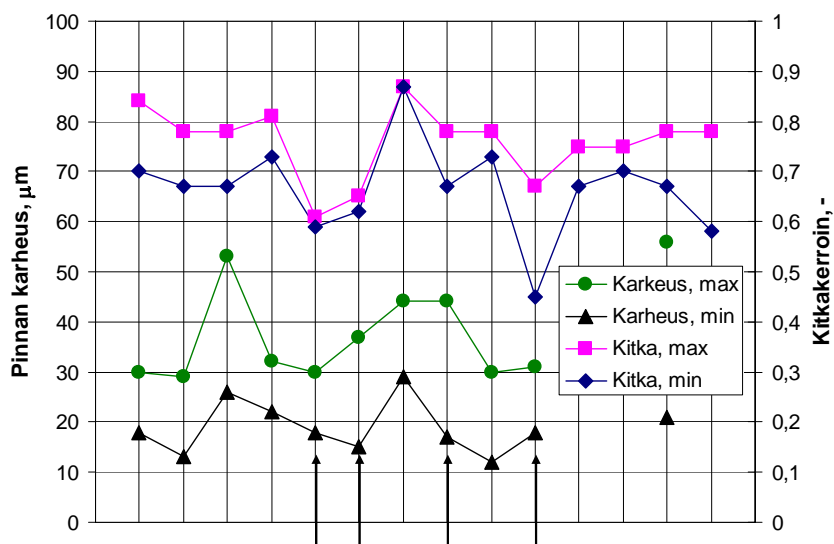
Laattojen pinnan karheus

Pinnan karheuden mittasuurena tutkimuksessa pidettiin pinnan mikrokarheutta R_z (μm), joka kuvaa brittiläisten tutkimusten mukaan parhaiten laattapinnan liukkausominaisuuksia. Kuvassa 3.22 on esitetty uimahalleissa mitatut laattojen pinnan karheudet, useiden karheuslukumittausten minimi- ja maksimiarvoina. Tuloksissa on eritelty tasa- tai kohopintaiset laatat, joilla kitka muodostuu pinnan karheudesta ja nastapintaiset laatat, joilla kitka muodostuu pinnasta koholla olevista nastoista. Nastalaatoilla pinnan karheuden minimiarvot ovat alhaisempia kuin muilla laatoilla, koska laatan peruspinta on yleensä tasainen kitkan muodostuessa nastoista.



Kuva 3.22. Laattojen pinnan karheusluvut, R_z .

Kuvassa 3.23 on tarkasteltu laattojen liukkausongelmien, laattojen kitkakertoimien ja laattojen pinnan karheuden välistä mahdollista yhteyttä. Mitatuilla pinnan karheuksilla ei näyttäisi olevan suoranaista yhteyttä lattioiden liukkausongelmiin eikä laattojen kitkakertoimiin.



Kuva 3.23. Laattojen pinnan karheusluvut ja kitkakertoimet, nuolilla merkityissä kohteissa raportoitiin liukkausongelmista.

Taulukko 3.2 Neljän uimahallin vertailu, joissa on sama laattatyyppi (Buchtal Croma II 32030H, non-slip, hydrotech)

Kohde	Liukkaus-ongelmia	Laattojen asennusvuosi	Kitkakerroin μ , –	Pinnan karheus, μm	Pintapuhtaus Ennen siivousta		Pintapuhtaus Siivouksen jälkeen	
					ATP	Hygicult	ATP	Hygicult
Kontula	Ei	2007	0,7 ... 0,84	18 ... 30	0 ... 95	50 ... 1000	0 ... 135	0 ... 450
Vaasa	Kyllä	2005	0,45 ... 0,67	18 ... 31	5 ... 165	80 ... 1000	0 ... 90	0 ... 400
Oulu	Ei	2000	0,7 ... 0,73	–	5 ... 450	100 ... 950	0 ... 900	150 ... 800
Porvoo*	Kyllä	2003	0,59 ... 0,61	18 ... 30	–	–	–	–

*Porvoossa ei otettu pintapuhtausnäytteitä.

Uimahalleissa tehdyt kyselyt ja haastattelut

Uimahalleilta saaduissa kyselylomakkeissa ja haastatteluissa tuli ilmi seuraavia asioita:

Laattavalinnat, rakenneratkaisut:

- Nastapintaisia laattoja pidetään melko yleisesti hyvinä laattoina kitkan suhteen.
- Uimahallin lattiakallistusten ja lattiakaivojen suunnittelua ja toteutusta pidetään tärkeänä lattioiden liukkauden ehkäisemisessä. Lattioilla ei saa olla vesilammikoita.
- Lattialämmitetyt lattiat pysyvät kuivempina ja ovat siten vähemmän liukkaita.
- Lattioiden liukkauden torjuntamenetelmistä toivotaan enemmän tutkittua tietoa. Myös mm. puhdistettavuuden parantamiseksi on tarjolla muita kemiallisia käsittelyjä, joista ei myöskään ole olemassa riittävää tietoa. ”Erilaisia kaupustelijoita liikkuu uimahalleissa”.
- Liukkauden torjuntakäsittelyjä oli halleissa tehty omatoimisesti erilaisilla aineilla tai niihin erikoistuneen yrityksen toimesta, jolloin usein oli tehty myös kitkamittauksia ennen ja jälkeen käsittelyn sekä kitkan seurantamittauksia (vuosittain). Omatoimisesti käytetyistä aineista ei aina löytynyt jälkikäteen tietoa.
- Liukkausongelmat ovat voineet ilmaantua jo muutama vuosi laattojen asentamisen jälkeen tai vuosikymmenien käytön jälkeen.

Puhtaanapito ja siivous

- Osassa kohteita nastapintaisten laattojen puhtaanapitoa pidettiin vaikeana.
- Suurimmassa osassa uimahallikohteita siivouksesta vastasivat uimahallin omat siivoajat, muutamassa siivouksen hoiti siivousfirma. Omat siivoajat tekivät siivousta pitkin päivää, siivousfirma siivosi yleensä uimahallin kiinni ollessa (aamulla tai illalla), päivällä välisiivouksia (letkutus vedellä) tekivät uinninvalvojat.
- Siivousmenetelmät ja -aineet vaihtelivat suuresti kohteissa. Siivouslaitteista käytössä olivat yhdistelmäkone, lattianhoitokone (”harjakone”) ja painepesuri (matalapainepesuri) yhdessä ja erikseen.
- Suurimmassa osassa halleja terveystarkastajat ottivat hygienianäytteitä säännöllisesti sekä vedestä että pinnoilta. Joissakin halleissa myös siivoajat tekevät omavalvontaa ottamalla pintapuhtausnäytteitä (Hygicult tms. menetelmällä).

Yhteenvedo kenttätutkimuksista

Tehdyissä kenttämittauksissa ja haastatteluissa havaittiin yhteys liukkausongelmien ja laattojen kitkakertoimien välillä. Kitkakertoimen ollessa alle 0,7 uimahalleissa raportoitiin lattian liukkausongelmista ja vastaavasti kitkakertoimen ollessa yli 0,7 liukkausongelmista ei yleensä raportoitu.

Laattapintojen pintapuhtauden, laattojen kitkakertoimien ja liukkausongelmien välillä ei tässä tutkimuksessa löydetty selvää yhteyttä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei lattiapinnan puhtaudella ja liukkaudelle olisi yhteyttä. Laboratoriomittausten mukaan uimahalleissa käytettävien laattojen kitka huonontui merkittävästi, jos laattapinnalla oli pesuainetta ja/tai ihmisperäistä likaa. Jo tästä syystä uimahallien siivoustaso ja -menetelmät tulee mitoittaa kävijämäärään ja laattaratkaisuihin, toisaalta myös uimahalleissa vaadittava korkea hygieniataso määrittelee siivoustratkaisuja. Oleellista on, että päivittäisellä ylläpitosiivouksella ja viikoittaisella perusteellisemmalla ylläpitosiivouksella saadaan ihmisperäinen lika pois lattiapinnoilta. Välisiivouksilla, jotka tehdään uimahallin ollessa käytössä, vähennetään osaltaan likakuormitusta ja pidetään saippuoiden ja shampooiden jäämät sellaisella tasolla, etteivät ne liiallisesti heikennä lattioiden kitkaa.

Kenttäkohteista neljässä oli sama laattatyyppe, näistä kahdessa raportoitiin liukkausongelmista ja kahdessa ei. Kitkamittausten mukaan kahdessa uimahallissa laattojen kitka oli huono (alle 0,7). Selitystä lattioiden liukkausongelmiin ei löydetty laattojen iästä, laattapinnan karheudesta, siivoustasosta tai -menetelmistä.

4 Menetelmät laattojen kitkan parantamiseksi

Viime vuosina on Suomen markkinoille tullut yhä kiihtyvällä tahdilla erilaisia menetelmiä ja kemikaaleja, joiden tavoitteena on parantaa lattioiden kitkaa tai puhdistettavuutta. Sinänsä menetelmät eivät ole uusia: ensimmäinen patentti keraamisten laattojen kitkan parantamisaineelle on myönnetty USA:ssa jo vuonna 1957. Suomessa myynnissä olevat tuotteet ovat yleensä ulkomailla valmistettuja. Tieteellisiä tutkimuksia ja julkaisuja liukkaudenestomenetelmien vaikutuksesta löytyy todella vähän. Suomalaistutkimuksen (Grönqvist, G. 1992) mukaan kemiallinen liukkaudenestokäsittely on parantanut ruuanvalmistusteollisuudessa käytetyn keraamisen laatan kitkaa noin 74%. Amerikkalaistutkimuksessa (Di Pilla, 2000) on tutkittu kymmenen erilaisen laatan pinnoituskemikaalin tehoa ja todettu kaikkien kemikaalien parantavan kuivan laatan kitkakeroa, mutta vaikutus märällä laattalla ei ollut yhtä selvä: eräs kemikaali oli jopa heikentänyt kitkaa.

Erilaisten menetelmien tavoitteena on muuttaa laatan pintaa karheammaksi eli vähemmän liukkaaksi. Yleensä yritys, joka myy kyseisiä kemikaaleja suorittaa myös liukkaudenestokäsittelyn. Joissakin menetelmissä käsittelyyn kuuluu säännöllinen uusintakäsittely, jonka suorittavat yleensä uimahallin omat siivoajat normaalin siivouksen yhteydessä. Joillekin käsittelyille myönnetään takuu ja kitkakertoimen pysyvyyttä mitataan yrityksen toimesta säännöllisesti. Läheskään kaikkiin liukkaudenestokäsittelyihin ei liity laattapintojen kitkakertoimen mittaamista ennen tai jälkeen käsittelyn, jolloin liukkaudenestokäsittelyn tehoa voidaan arvioida vain subjektiivisesti. Liukkaudenestoaineiden kemiallinen koostumus ja aineen vaikutusmekanismi ovat yleensä tarkoin varjeltuja liikesalaisuuksia.

Australialaistutkimuksessa (Whitfield et al. 2005) laatan kitkan parantamismenetelmät jaotellaan kolmeen erityyppiseen menetelmään: laattapinnan pinnoittaminen, syövyttäminen ja rikkominen. Laattapinnan pinnoittamisessa pinnoite muodostaa laatan pintaan joko kemiallisen tai hiovan pinnan. Kemialliset pinnoitteet ovat joko muovi- tai hartsijohdannaisia sisältäen kitkaa parantavia kemikaaleja. Hiovat pinnoitteet sisältävät joko hiekkaa tai muuta rakeista materiaalia. Nämä hiovat pinnoitteet eivät yleensä sovellu tiloihin, joissa liikutaan paljasjaloin, koska ne voivat rikkoa ihoa. Sekä syövyttäminen että laattapinnan mekaaninen rikkominen lisäävät laatan pinnan karheutta ja siten kitkaa. Syövyttävät aineet kuten hydrokloriitti-happo reagoi laatan lasitteen ja silikaattikomponenttien kanssa syövyttäen pintaa. Laattapinnan mekaanisessa rikkomisessa hiovia aineita puhalletaan korkeassa paineessa laatan pintaan (hiekkapuhallus) tai käytetään laseria pinnan rikkomiseen. Laattapintaa rikkovat menetelmät lyhentävät laatan käyttöikä ja pinnan puhtaanapito saattaa merkittävästi vaikeutua. Yleisimmin käytetyt laattojen liukkaudenestomenetelmät ovatkin ensiksi mainittuja, laattoja rikkomattomia pinnoittamismenetelmiä ja niistä uimahalleissa mahdollisia ovat lähinnä erilaiset kemialliset pinnoitteet.

Samaissa australialaistutkimuksessa on tutkittu 54 liukkaudenestoaineen tuotetietoja. Liukkaudenestokäsittelyn vaikutuksen pysyvyydelle valmistajat antoivat erilaisia arvoja 6 kuukaudesta 10 vuoteen, keskimäärin 3 vuotta. Yli puolet valmistajista (57,4%) ei antanut mitään arviota käsittelyn pysyvyydestä. Yleensä (85,7%:ssa) tuotetiedoissa oli annettu tuotteella saavutettava kitkakertoimen arvo kuivalla pinnalla, mutta vain 34,7%:ssa oli kerrottu millä mittausmenetelmällä arvo oli saatu. Märällä pinnalla saavutettava kitkakertoimen arvo oli annettu 65,3%:ssa ja käytetty mittausmenetelmä vain 18,4%:ssa tuotteista. Vaikuttavaa ainesosaa ei ilmoitettu 42,6%:ssa tuotteita, muissa vaikuttavaksi ainesosaksi oli ilmoitettu kemikaali (37,0%), kiviaines (14,8%), kumi (3,7%) tai muovi (1,9%).

5 Johtopäätökset ja suositukset

5.1 Lattian liukkauteen vaikuttavat tekijät

Uimahallin ja kylpylän laattalattian liukkauteen vaikuttavat laattamateriaalin ja sen liukkausominaisuuksien lisäksi monet seikat. Eräs läheisesti laattoihin liittyvä seikka on saumauksen laatu. Erityisesti jos saumaus ja saumauksen jälkeinen saumausaineiden puhdistus laattapinnoilta on tehty väärin työmenetelmin, se voi aiheuttaa laattojen liukkautta ja vaikeuttaa puhtaanapitoa.

Ylipäättänsä kaikenlainen lika laatoissa aiheuttaa liukkautta. Sopivan siivousmenetelmän valinta riippuu myös laattamateriaalista. Mitä karkeapintaisempi, korkeaprofiilisempi tai huokoisempi laattapinta on, sitä tehokkaampia siivousmenetelmiä vaaditaan laatan puhtaanapitoon. Toisaalta liian tehokkaat siivousmenetelmät kuluttavat laatan pintaa ja siten huonontavat ennen pitkää laatan kitkaa sekä lyhentävät laattojen käyttöikä.

Lattian liukkauteen vaikuttaa myös lattialla olevan veden määrä. Mitä enemmän laatan pinnalla on vettä, sitä liukkaampi se on. Lattioiden märkyys riippuu uimahallin kävijämääristä, laattatyypistä ja lattiakallistuksista ja muista rakenneratkaisuista (lattialämmitys). Jos uimahallin kävijämäärä on pieni, lattia pysyy kuivempana. Oleellisia ovat myös lattiakaivojen sijoittelu ja lattiakallistukset kaivoihin. Nämä vaativat tarkkaa suunnittelua ja toteutuksen valvontaa. Toimivimmiksi lattiakallistuksiksi on havaittu pulpettikallistukset. Toteutuksessa tulee lisäksi kiinnittää huomiota lattiapinnan tasaisuuteen, ettei lattiaan jää vettä kerääviä painanteita. Lattialämmityksellä voidaan lattiapintaa pitää yleisesti kuivempana.

Laatoille, jotka ovat käytössä märkiä ja joilla liikutaan paljain jaloin, on yleensä määritelty DIN-standardin (DIN 51097) mukainen liukuesteluokitus. DIN-määrittely on melko subjektiivinen eikä se välttämättä aina osoita laattatyypin todellista liukkautta käytössä koko laatan käyttöiän ajan. Standardin esittämä ns. ramppitesti ei sovellu uimahalleissa paikanpäällä tehtäviin lattian liukkauden testauksiin. Tässä tutkimuksessa on kehitetty yksinkertainen mittalaite uimahalleissa käyttöolosuhteissa tehtävään lattian kitkakertoimen määrittämiseen. Laitteen vastaavuutta yleisimmin uimahalleissa käytetyn kaupallisen kitkamittauslaitteen (*Tortus*) kanssa on myös verrattu tutkimuksessa. Uimahalleissa tehdyissä kenttämittauksissa ja haastatteluissa havaittiin yhteys liukkausongelmien ja laattojen kitkakertoimien välillä. Kitkakertoimen ollessa alle 0,7 uimahalleissa raportoitiin lattian liukkausongelmista ja vastaavasti kitkakertoimen ollessa yli 0,7 liukkausongelmista ei yleensä raportoitu.

Laattapintojen puhtauden (pintahygienian), laattojen kitkakertoimien ja liukkausongelmien välillä ei kenttämittauksissa löydetty selvää yhteyttä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei lattiapinnan puhtaudella ja liukkaudella olisi yhteyttä. Laboratoriomittausten mukaan uimahalleissa käytettävien laattojen kitka huonontui merkittävästi, jos laattapinnalla oli pesuainetta ja/tai ihmisperäistä likaa. Jo tästä syystä uimahallien siivoustaso ja –menetelmät tulee mitoittaa kävijämäärään ja laattarakaisuihin. Toisaalta myös uimahalleissa vaadittava korkea hygieniataso määrittelee siivousratkaisuja. Oleellista on, että päivittäisellä ylläpitosiivouksella ja viikoittaisella perusteellisemmalla siivouksella saadaan ihmisperäinen lika pois lattiapinnoilta. Välisiivouksilla, jotka tehdään uimahallin ollessa käytössä, vähennetään osaltaan likakuormitusta ja pidetään saippuoiden ja shampoiden jäämät sellaisella tasolla, etteivät ne liiallisesti heikennä lattioiden kitkaa.

Uimahallin lattioiden liukkauteen vaikuttavat:

- Laattatyypit ja sen kitkaominaisuudet sekä saumauksen laatu (sauma-aineen jäämät laatoissa)
- Laattapintojen puhtaus
- Veden määrä lattialla:
 - Kävijämäärät
 - Lattiakaivojen kallistukset (suositus pulpettikallistus)
 - Painanteet lattiassa (työnvirheet)
 - Lattialämmitys, kuivattaa laattoja

Laattatyypit

1. Nastapintaiset laatat
2. Kohopintaiset laatat
3. Tasapintaiset laatat
 - a. Sileät laatat
 - b. Karhennetut laatat
 - c. Mikrokarhennetut laatat

1. Nastapintaiset laatat

Lasittamattomassa nastapintaisessa laatussa on laatan pinnalla neliönmuotoisia tai pyöreitä, halkaisijaltaan noin 10 mm ja korkeudeltaan noin 2 mm kohoumia. Näistä laatoista on käyttökokemuksia jo vuosikymmenien ajalta. Laattapinnan kohoumat voivat olla erimuotoisia ja - kokoisia: neliöitä, pisteitä, hauleja, salmiakkikuvioita ym. Yleensä laatat eivät ole liukkaita. Kaikkein vanhimmissa ja kuluneissa laatoissa on havaittu jonkin verran liukkautta. Laatan pinta on yleensä melko tasainen ja laatan kitka muodostuu koholla olevista nastoista, joten laattapinnan kuluessakin kitka säilyy yleensä melko hyvänä. Nastalaattoja on sekä lasittamattomia että himmeälasitteisia. Laattojen huonona puolena voidaan pitää sitä, että muotoilusta riippuen kohoumien reunaan voi kertyä likaa, joka heikentää hygieniaa ja vaatii tehokkaampaa siivousta sekä voi vaikuttaa kitkaa huonontavasti.

2. Kohopintaiset laatat

Kohopintaisen laatan syvennyksiin kerääntyy helposti likaa ja veden suoloja, jotka toimivat bakteerien kasvualustana. Puhtaana pysyminen vaatii huolellista koneellisin menetelmin päivittäin tehtyä siivousta.

3. Tasapintaiset laatat

Tasapintaiset laatat voidaan jaotella kolmeen alatyypin: sileäpintaiset, karhennetut ja mikrokarhennetut laatat. Laattapinta on tasainen ja kitkaominaisuudet muodostuvat pinnan rakenteesta (lasittamattomat, sileäpintaiset) tai lasituksesta, jossa on karhennusta (karhennettu tai mikrokarhennettu). Mikrokarhennetun laatan lasitteesta käytetään valmistajasta riippuen myös nimitystä B-karhea lasite tai karhea lasite. Karhennus tehdään erilaisilla aineilla. Karhennus ei saa luonnollisesti olla niin karhea, että se rikkoo jalkapohjaa. Laattapinta voi kulua eli tasoittua käytössä ja siivouksessa, jolloin laatasta voi tulla liukas. Siivottavuus on yleensä

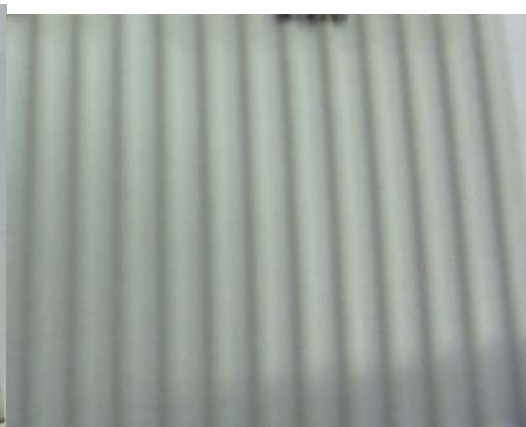
hyvä, koska laattapinta on tasainen. Vaaleisiin tasapintaisiin laattoihin voi jäädä herkästi huonosti puhdistettavia likajälkiä esim. kengistä ja siivouskoneista.

Sileäpintaisia laattoja ei suositella käytettäväksi uimahallin märkätilojen lattioissa reuna-alueita lukuun ottamatta.

Mikrokarhennettuja laattoja on ollut käytössä alle 15 vuotta ja käyttökokemukset vaihtelevat. Joissakin tapauksissa laattojen kitkaominaisuudet ovat säilyneet jo yli kymmenen vuotta, joissakin tapauksissa lattiasta on tullut liukas noin vuoden käytön jälkeen. Näiden laattojen kitkaominaisuudet voidaan hävittää liian tehokkaalla ja laatoille sopimattomalla siivouksella vielä helpommin kuin muiden laattatyypin, joten siivouksessa tulee noudattaa tarkoin laattavalmistajan siivousohjeita. Lisäksi jo rakennusaikana voidaan huonontaa laattapinnan mikrokarhennusta puutteellisella laattojen suojauksella, työvirheillä saumauksessa tai vääränlaisella rakennusaikaisella tai loppusiivouksella. Vaaleisiin mikrokarhennettuihin laattoihin voi jäädä herkästi vaikeasti puhdistettavia likajälkiä esim. kengistä ja siivouskoneista.

1. Nastapintaiset laatat

- + Nastapintaisista laatoista on hyviä käyttökokemuksia kitkan suhteen vuosien ajalta
- + Vaikka laatan pinta kuluu (tasoittuu), kitka säilyy nastojen tai kohoumien vuoksi
- Pintakuviointi hankaloittaa siivousta



2. Kohopintaiset laatat

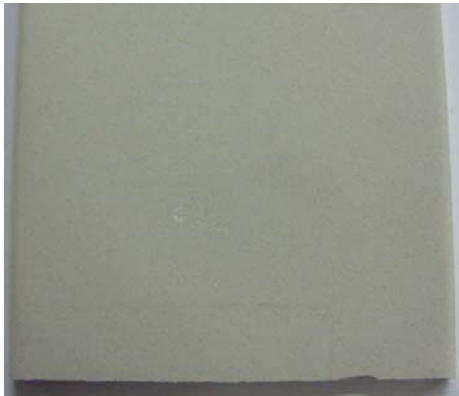
- + Kohoumien ansiosta pinnan kitkaisuus hyvä
- Vesi ja lika kerääntyvät syvennyksiin hankaloittaen siivousta



3. Tasapintaiset laatat

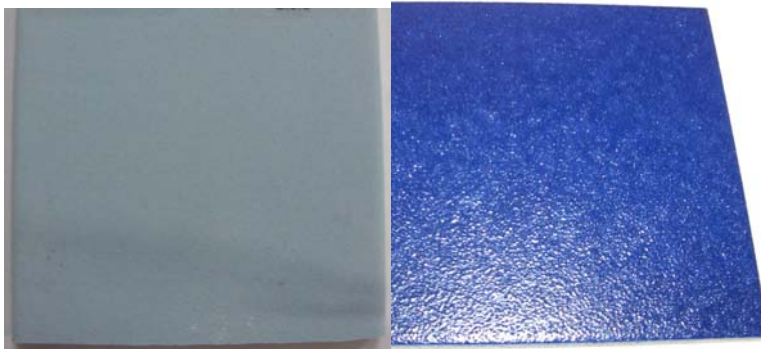
a. Sileät laatat

- + Siivottavuus hyvä, koska pinta tasainen
- Pinta kuluu iän myötä ja kitka huononee



b. Karhennetut laatat

- + Siivottavuus melko hyvä, koska pinta tasaisempi kuin kohopintaisella laattalla
- Pinta kuluu iän myötä ja kitka huononee



c. Mikrokarhennetut laatat

- + Siivottavuus hyvä, koska pinta suhteellisen tasainen
- Kitkaominaisuuksien säilymiseksi on noudatettava huolellisesti valmistajan ohjeita saumauksesta ja siivouksesta
- Käyttökokemukset ristiriitaisia, johtuen rakentamisaikaisesta laattojen suojauksesta ja siivouksesta tai käytönaikaisesta siivouksesta



5.2 Kitkan mittausmenetelmät

Yleensä kaikille uimahalleissa käytettäville keraamisille laatoille on määritelty DIN 51097-standardin mukainen liukuesteluokka A, B tai C. Liukkausluokittelu on tehty laboratoriossa tehtävällä ramppitestillä. Kyseisellä testillä ei voida määritellä liukkautta vanhoille uimahalleissa lattioissa oleville laatoille.

Yleisin uimahalleissa paikan päällä tehtävistä kitkanmittauksista on *TORTUS*-mittalaitteella tehtävä kitkakertoimen määrittäminen. Kyseisiä mittareita on Suomessa muutamalla yrityksellä. Yleensä nämä yritykset myyvät samalla myös kitkan parantamiskäsittelyjä erilaisilla kemikaaleilla.

Eräs vaihtoehto kitkan mittaamiseen on tässä hankkeessa kehitetty ”kitkajalka”. *TORTUS*-mittalaite ja ”Kitkajalka” antavat tutkimusten mukaan suhteellisen samoja ja luotettavia tuloksia uimahallin laattalattioiden kitkasta ja liukkaudesta uimahalleissa vallitsevissa olosuhteissa (märkänä).

Muita mahdollisia kitkan mittauslaitteita voisivat olla *BPST*-heilurimittari ja *FSC-2000*-mittalaite. *BPST* (British Portable Skid Tester) on käytössä Britanniassa uimahallien laattojen mittaamisessa sekä mm. teiden kitkan mittaamisessa. Uimahalleissa mittaria voitaisiin käyttää hankkimalla mittariin erityinen paljasta jalkaa kuvaava kumi (Sider 55 eli TRRL-kumi). Joissakin kohteissa, esim. julkisissa rakennuksissa käytetään siivouksen laadunmittarina INSTA 800-standardia, jonka mukaan lattiapinnan liukkausominaisuudet määritellään *FSC-2000*-mittalaitteella. Mittalaite on toimintaperiaatteeltaan samanlainen kuin *TORTUS*-mittalaite. Kyseistä mittalaitetta voitaisiin käyttää uimahalleissa, jos mittalaitteessa on erityinen paljasta jalkaa kuvaava kumi (Sider 55 eli TRRL-kumi). Näistä mittareista ja niiden tarkkuudesta ja käytettävyydestä ei ole tehty tässä tutkimuksessa vertailevaa tutkimusta eikä luotettavaa vertailututkimusta ole saatavissa kirjallisuudestaan. Mikäli näitä mittareita käytetään kitkan määrittelyyn, tulee erikseen varmistua vertailumittauksin, että näillä mittareilla saatavat kitkakertoimen arvot ovat vertailukelpoisia tässä tutkimuksessa käytettyjen laitteiden kanssa.

Käytettiinpä mitä mittalaitetta tahansa, tärkeintä on, että kohteen laattojen kitkan seurantamittaukset tai kitkan parantamistoimenpiteiden onnistumisen varmentaminen tehdään aina samalla mittalaitteella.

5.3 Kitkan parantamismenetelmät

Vaikka erilaisia laattalattioiden kitkan parantamismenetelmiä on ollut markkinoilla jo vuosikymmeniä, niiden vaikutuksista ja vaikutuksen pysyvyydestä on olemassa vain vähän tutkittua tietoa. Erilaisia käsittelyjä, joilla pyritään parantamaan laattojen ominaisuuksia, mm. kitkaa tai puhdistettavuutta, voidaankin siten pitää viimeisenä mahdollisuutena saada uimahallin lattioiden liukkaus- tai siivottavuusongelmat ratkaistua. Ensisijaisesti tulee suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpitotoimenpiteillä pyrkiä estämään ongelmien synty. Jos päädytään laattalattian kitkaa jollakin kemiallisella käsittelyllä, tulee laattojen kitka määritellä ennen ja jälkeen käsittelyn sekä varmistua käsittelyn kitkavaikutuksen pysyvyydestä säännöllisillä kitkamittauksilla.

5.4 Suositeltavat raja-arvot

Raja-arvo kitkalle

Uimahallin ja kylpylän suunnitteluvaiheessa suunnittelu- ja tarjousasiakirjoissa määritellään laattojen ominaisuuksia, mm. DIN-standardin (DIN-51097) mukainen liukuesteluokka. Suositeltavaa on, että uimahallien ja kylpylöiden laatoille vaaditaan aina tehokkainta liukuesteluokkaa eli luokka C, ottaen huomioon myös käyttökohde ja siivottavuus. Näin voidaan varmistaa, että laattojen kitkaominaisuudet säilyvät hyvinä myös laattojen kuluessa.

Urakka-asiakirjoissa tulee vaatia, että lopputarkastuksessa varmennetaan lattian kitkaominaisuudet mittaamalla. Tällä voidaan varmistaa, etteivät laattojen kitkaominaisuudet ole heikentyneet rakentamisen aikana. Erityisesti ns. mikrokarhennettujen laattojen kitkaa voidaan merkittävästi heikentää rakentamisen aikana väärillä työmenetelmillä. Kun vastaanottotarkastukseen sisällytetään kitkan mittausta ja kitkan mittausta jatketaan säännöllisesti käytön aikana, voidaan laattojen liukkautta tarkkailla ja ryhtyä välittömiin toimenpiteisiin, jos kitkaominaisuudet heikkenevät. Uimahallin ja kylpylän laattapinnan liukkausominaisuuksia voidaan mitata erilaisilla mittalaitteilla määrittämällä lattian kitkakerroin.

Uimahallin ja kylpylän lattiassa märkänä oleville laatoille suositeltava kitkakertoimen, μ raja-arvo:

$$0,7 < \mu > 0,8$$

Alempi raja-arvo 0,7 tulee liukkaudesta ja ylempi raja puhtaanapidosta. Kirjallisuuden sekä kenttätutkimusten mukaan laattojen kitkakertoimen ollessa yli 0,6 laatta ei ole liukas. Suosituksessa raja-arvoksi annetaan 0,7 riittävän varmuusmarginaalin aikaansaamiseksi. Kenttätutkimusten mukaan, jos laatan kitkakerroin on yli 0,8 laattojen siivoukseen joudutaan kiinnittämään erityishuomiota ja siivoukseen kuluva aika pitenee ja tarvitaan tehokkaampia (ja usein laattoja kuluttavia) siivousmenetelmiä.

Kitkakerroin määritellään märältä laattapinnalta, yleensä uimahallin tai kylpylän ollessa käytössä, jolloin saadaan määriteltyä lattian kitkaominaisuudet normaalissa käytössä. Kitkakertoimen mittaamiseen on kehitetty lukuisia erilaisia mittalaitteita. Laattalattialle paikanpäällä määritettyä kitkakerrointa ei voi verrata laatoille yleisesti määritettyyn DIN-standardin mukaiseen liukuesteluokkaan, joka tehdään laboratoriossa erilaisella määrittelymenetelmällä. DIN-standardin mukainen laatan liukuesteluokka kuvaa lähinnä uuden laatan liukkausominaisuuksia ja uimahallissa paikanpäällä tehtävä lattian kitkamittaus kuvaa lattian liukkausominaisuuksia, joihin vaikuttavat laattatyypin lisäksi laatan kuluminen ja lattiassa olevat epäpuhtaudet (saumausaineen jäämät, lika, siivousaineen jäämät).

Raja-arvo hygieniatasolle

Terveysvalvonnan määrittelemät raja-arvot

Terveysvalvonta käyttää uimahallin lattioiden hygienian todentamiseen omia bakteeriviljelyyn perustuvia menetelmiään, joissa hallista otetut näytteet analysoidaan laboratorioissa. Tuloksia verrataan terveysvalvonnan laatimiin raja-arvoihin. Näytteet otetaan yleensä käytön aikana asiakkaiden läsnä ollessa, joten tulokset eivät kerro varsinaisesti siivouksen laatutasoa. Terveysvalvonta käyttää myös Hygicult TPC -menetelmää ja sen raja-arvoa 100 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm².

Omavalvonnan raja-arvot

Omavalvonnassa käytetyille pintapuhtauden ja -hygienian määritysmenetelmille on olemassa uimahalliympäristöön laaditut siivottujen pintojen raja-arvot.

Bakteeripitoisuuden määrittämisessä käytetyn Hygicult TPC -levyn pesäkemäärää pmy (**p**esäkettä muodostava yksikkö) verrataan konsensusuusitusperusteiseen toimenpiderajaan 100 pmy Hygicult-maljan puolikkaalla (10 cm²) (Laboratorioeläinlääkäripäivät, 1995). Puhtaustulos luokitellaan hyväksi, jos pesäkemäärä on alle 20 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm², välttäväksi arvoilla 20-100 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm² ja huonoksi, jos tulos on yli 100 pmy/Hygicult TPC –puolisko 10 cm².

SystemSure IITM & Ultrasnap -ATP-luminometrisysteemissä toimenpiderajana käytetään Hygienia Internationalin antamaa ohjearvoa 60 RLU (**R**elative **L**ight **U**nit). Puhtaustulos luokitellaan hyväksi, jos lukema on alle 40 RLU, välttäväksi arvoilla 40-60 RLU ja huonoksi, jos lukema on yli 60 RLU.

Lähteet

British Health and Safety Commission, www.hse.gov.uk , www.heasat.info

Ceramic Tile Institute of America, CITIOA, www.citioa.org

Di Pilla, S. & Vidal, K. 2000. Slip resistance treatment study. ESIS Risk Control Services ACE Company.

Grönqvist et al. 1999. Evaluation of three portable floor slipperiness testers. International Journal of Industrial Ergonomics. Vol 25 (1999), pp. 85-95.

Grönqvist, R. et al. 1992. Countermeasures against floor slipperiness in the food industry. Advances in Industrial Ergonomics IV, pp. 989-996.

Houhala, K. et al. 2000. Uusi pintahygieniaopas. Elintarvike ja Terveys-lehti. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala.

Laboratorioeläinlääkäripäivät 4.5.1995.

Pintahygieniaopas, Ympäristö ja Terveys -lehti, 2006.

Savolainen, R. 2000. Bakteerilian määrittäminen kontaktimaljalla ja bioluminenssimenetelmällä. Jyväskylän yliopisto, Kemian laitos, Soveltavan kemian osasto, Erikoistyö.

Whitfield, K. et al. 2005. Evidence based research: Selecting coatings for tiled floors. The University of Sydney. www.homemods.info

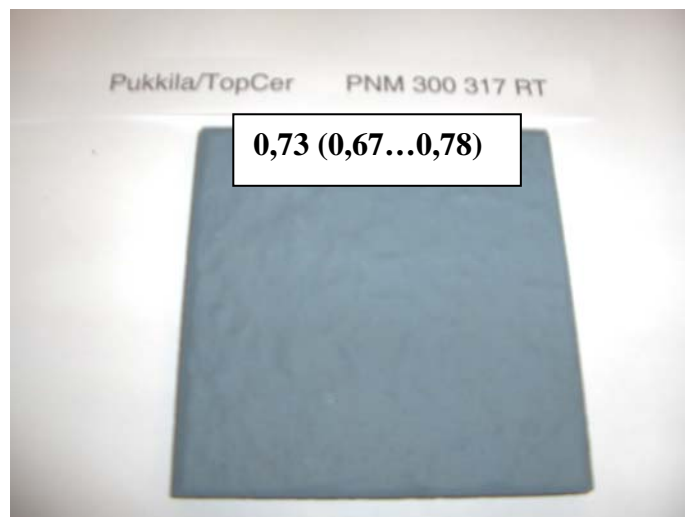
Liite 1: Uimahallien laattatyypit ja mitatut kitkakertoimet (keskiarvo ja hajonta).



Buchtal Croma II non-slip hydrotech (Kontula)



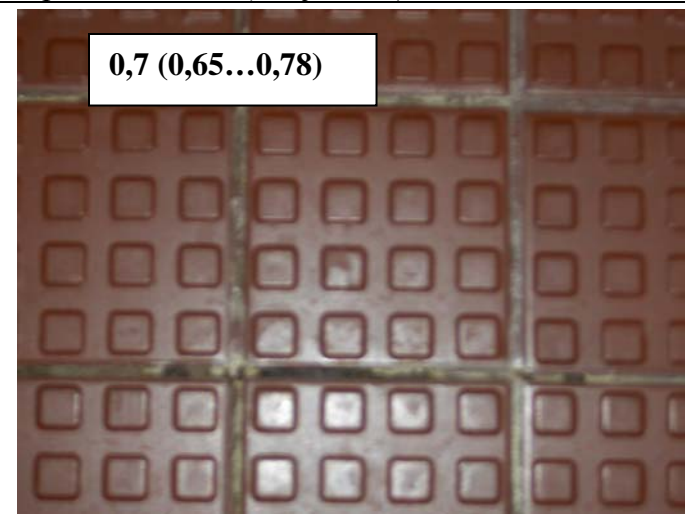
Buchtal Beach hydrotech (Hki Kallio)



TopCer PNM-RT (Vaajakoski)



Buchtal Croma (Tre Kaleva, uusi)



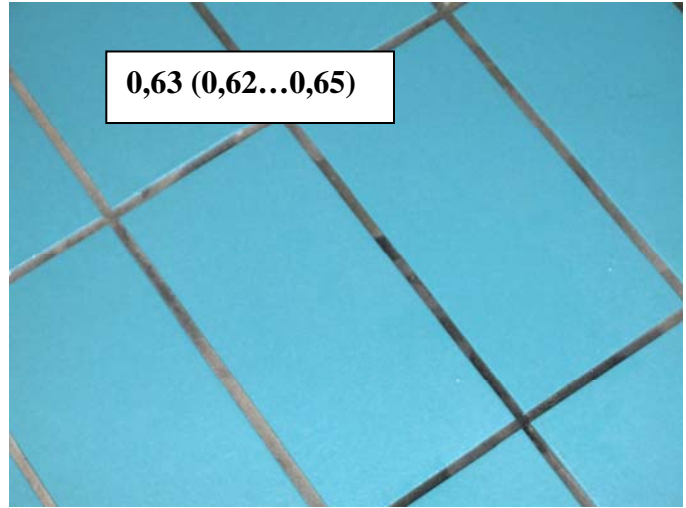
Pukkila nasta (Tre Kaleva, vanha)



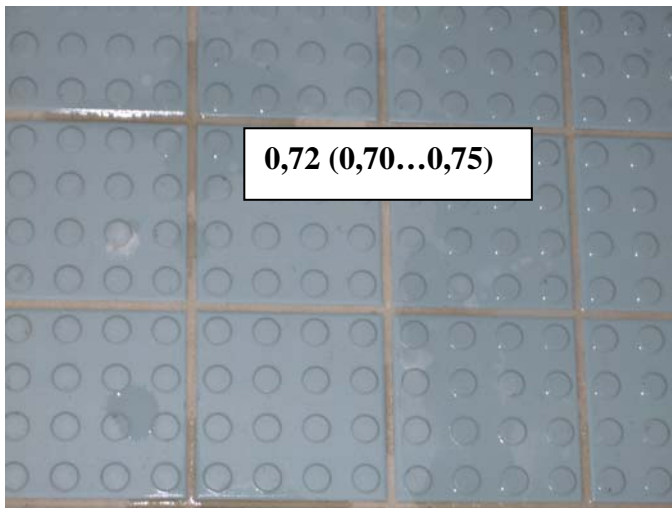
Buchtal 32020H non-slip (Porvoo)



Pukkila nasta (Hyvinkää, vanha)



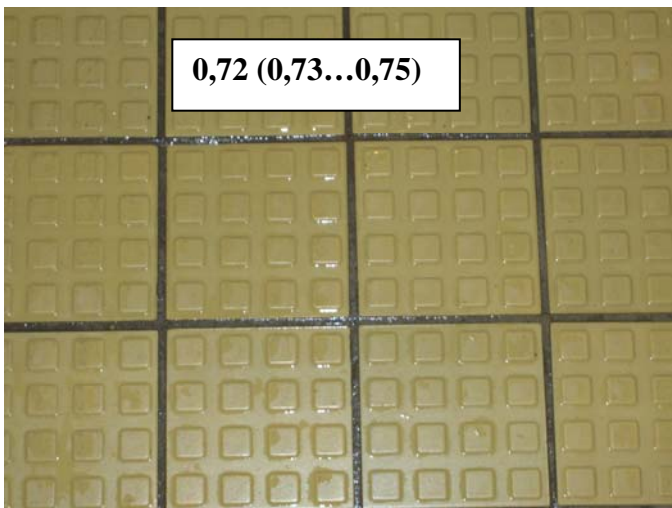
Buchtal 38111 (Hyvinkää, uusi)



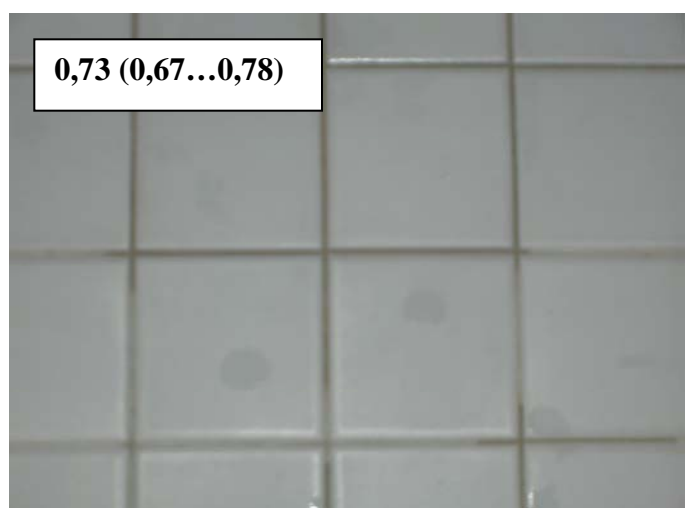
Pukkila / TopCer nasta (Myyrämäki)



Pukkila (Loimaa)



Pukkila nasta (Rauma, vanha)



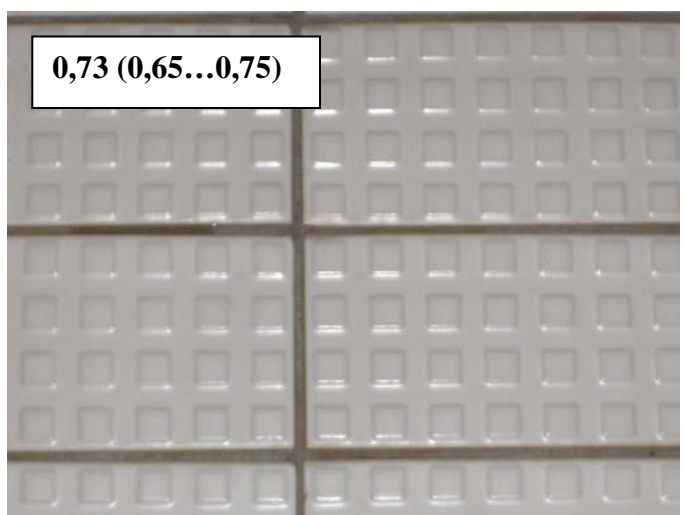
Pukkila (Rauma, uusi)

0,75 (0,73...0,78)



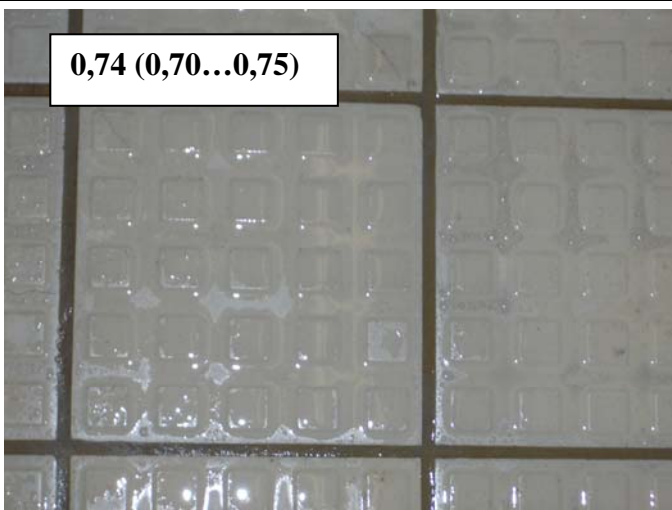
Buchtal Keramik hydrotech (Järvenpää)

0,73 (0,65...0,75)



Pukkila nastat (Turku Impivaara)

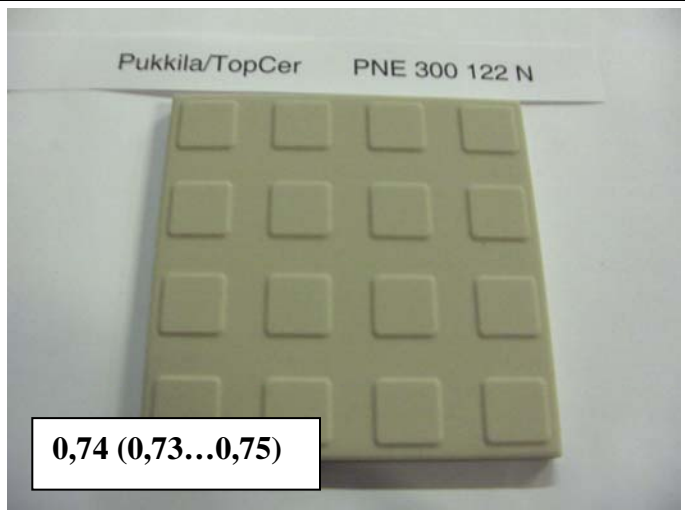
0,74 (0,70...0,75)



Pukkila nastat (Hämeenlinna, vanha)

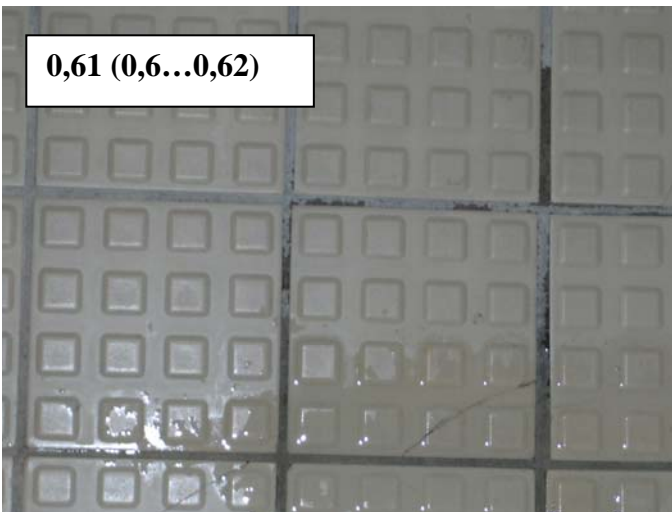
Pukkila/TopCer PNE 300 122 N

0,74 (0,73...0,75)



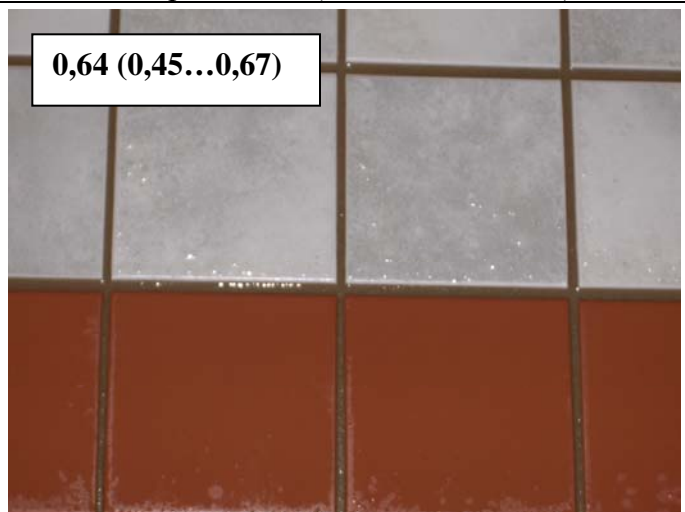
Pukkila / TopCer nastat (Hämeenlinna, uusi)

0,61 (0,6...0,62)



Pukkila nastat (Vaasa, vanha)

0,64 (0,45...0,67)



Buchtal Cromax II 32020 non-slip hydrotech (Vaasa, uusi)

0,72 (0,67...0,75)



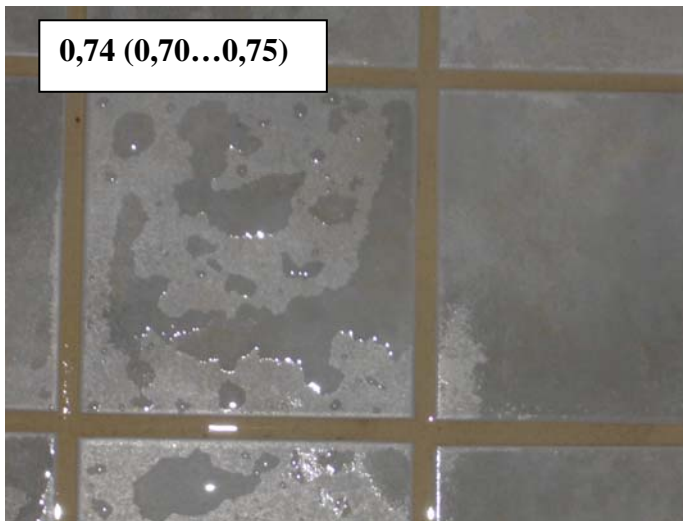
Casalgrande Padana (Ylivieska)

0,72 (0,73...0,75)



Pukkila nasta (Oulu, vanha)

0,74 (0,70...0,75)



Buchtal 32020H (Oulu, uusi)

0,74 (0,67...0,78)



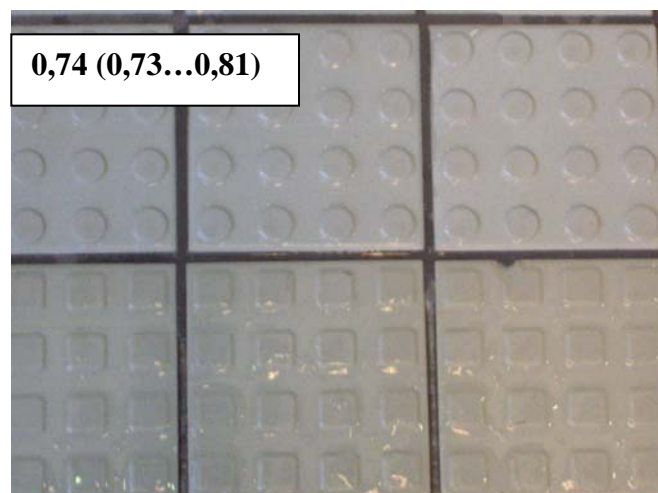
Buchtal non-slip (Tikkurila)

0,73 (0,58...0,78)



Buchtal Beach (Mikkeli)

0,74 (0,73...0,81)



Pukkila / TopCer nasta (Vierumäki)

Liite 2. Uimahalleissa tehtyjen kyselyjen tuloksia, laattamateriaalit ja liukkaus.

Kohde	Rakennusvuosi	Laattojen asennusvuosi	Kävijämäärä vuodessa	Allastilan laattamateriaali + saumamateriaali	Pesutilan laatta + sauma	Liukkausongelmat	Liukkauden estokäsittely
Helsingin urheilutalo		2004	180 000	Buchtal, Hygrotech Beach+EP	Buchtal Quantum, kuv.+EP	Ei	Ei
Helsingin Kontula		2007	120 000	Buchtal Hygrotech Chroma II, non-slip + epoksi		Ei	Ei
Tampereen Kaleva	1979	1979		Pukkila lasittamaton nasta	Pukkila lasittamaton nasta	Ei	Ei
Kalevan laajennusosa	2007	2007		Buchtal Croma	-	Ei	Ei
Vaajakoski				Pukkila/TopCer PNM-RT	Pukkila/TopCer PNM-RT	Ei	Ei
Porvoo	1970 (+ 1982)	2003	200 000	Buchtal non-slip + Mapei	Buchtal non-slip + Mapei	Kyllä, 0,5 v. asentamisesta	Non-slip 21, v. 2003
Hyvinkään Sveitsi	1969 (+1987)	1996 (allas)	210 000	Buchtal 38810 + korrofofoc 50	Pukkila nasta vm. 1969	Kyllä pesutiloissa	Non-slip 21, v. 2008
Vantaan Myyrmäki	1974	2001	400 000	Pukkila lasittamaton nasta	Pukkila nasta	Ei	Ei
Loimaan uimahalli	2001	2001	70 000	Pukkila lasittamaton karkea Color + korrofofoc 50		Ei	Ei, puhdist. parannettu
Hämeenlinnan uimahalli	1976	1976	270 000	Pukkila himmeälas. nasta + saneerauslaasti		Ei	Ei
Hml laajennusosa	2001	2001		TopCer nasta + 2-komponentti epoksi		Ei	Ei
Järvenpään uimahalli		2008	270 000	Buchtal Hydrotech+epoksi	Buchtal Hydrotech+epoksi	Ei	Ei
Rauman uimahalli	1972	1972	174 000	Pukkila himmeälasitteinen nasta		Ei vanhalla osalla	Ei
Rauman laajennusosa	1998	1998		Tasainen karkeapintainen		Kyllä, pari v. asentamisesta	Kyllä, useita, paikoittain
Turku, Impivaara	1975	1975	300 000	Pukkila himmeälasitteinen nasta		Ei	Allastilan kulkuv. happok.
Vaasa uusi osa	2005	2005	250 000	Buchtal Chroma Hydrotech 32020H		Viime vuosina valituksia	Ei
Vaasa vanha allas	1963	1988		Pukkila lasittamaton nasta			
Ylivieska	1969	2006	54 000	Casalgrande Padana + saumat Teoset S EL 10		Ei	Ei
Oulu	1970	2000	600 000	Buchtal 32020H + Mapei	Buchtal 32020H + Mapei	Ei	Ei
Mikkeli/Rantakeidas		2000	110 000	Buchtal + epoksi		Paikoin (altaan pitkä sivu, valv.k)	Kyllä, Rader
Vantaan Tikkurila	1968	1994	90 000 / 4 kk	Buchtal		Ei	Ei
Vierumäen uimahalli	1969	2007 (1969)		Pukkila / TopCer nasta		Ei	Ei

Liite 2. Uimahalleissa tehtyjen kyselyjen tuloksia, siivousmenetelmät.

Kohde	Siivouksen hoitaa	Siivous pvä/vko	Siivousvälineet	Sivouksaineet	Liukkaudenesto- käsittelyn tehostus	Muuta siivouksesta	Hygieniamittaukset
Helsingin urheilutalo	Siivousfirma	Päivittäin (yöllä)	Painepesuri + lattianhoitokone		Ei		Vesi
Helsingin Kontula	Siivousfirma	Päivittäin (yöllä)	Painepesuri	Ajoittain desinfiointi	Ei	Laatta vaikea puhdistaa	Vesi
Tampereen Kaleva	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Painepesuri + yhdistelmäkone		Ei	Siivojilla Hygicult-mittaus	Vesi
	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Painepesuri + yhdistelmäkone		Ei	Siivojilla Hygicult-mittaus	Vesi
Vaajakoski	Siivousfirma	Päivittäin + vko.siivous	Painepesuri + yhdistelmäkone + lattianhoitokone		Ei		Vesi+pinnat
Porvoo	Siivousfirma	Päivittäin	Yhdistelmäkone	Neutraalit pesuaineet	Viikottain siivoajat	Laattavalmist. mukainen	Vesi+pinnat
Hyvinkään Sveitsi	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Yhdistelmäkone + painepesuri	vko. siivous desinfiointiaineet	Joka toinen vko	Siivojilla Hygicult-mittaus	Vesi+pinnat
Vantaan Myymäki	Siivousfirma	Päivittäin	Yhdistelmäkone + painepesuri	Klooripit. + emäksiset	Ei		Vesi+pinnat
Loimaan uimahalli	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Yhdistelmäkone + painepesuri		Ei	Laatta vaikea puhdistaa	Vesi+pinnat
Hämeenlinnan uimahalli	Omat siivoajat				Ei		Vesi+pinnat
Hml laajennusosa	Omat siivoajat				Ei		Vesi+pinnat
Järvenpään uimahalli	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Yhdist.kone + vko matalap.es.	Vkokierto: neutr+hapan+emäs	Ei	Siivoj. Luminometri(ATP)	Vesi+pinnat
Rauman uimahalli	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Yhdist.kone+painepes.+latt.h.kone			Siivojilla Hygicult-mittaus	Vesi+pinnat
Rauman laajennusosa	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Yhdist.kone+painepes.+latt.h.kone (päivällä kuivataan lastalla)		Kyllä, siivoajat	Siivojilla Hygicult-mittaus	Vesi+pinnat
Turku, Impivaara	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Yhdistelmäkone+latt.hoitokone	Neutraali + ajoittain hapan	Ei		Vesi
Vaasa uusi osa	Omat siivoajat	Päivittäin	Yhdistelmäkone + hankauspesin		Ei		Vesi+pinnat
Vaasa vanha allas	Omat siivoajat	Päivittäin	Yhdistelmäkone + hankauspesin		Ei		Vesi+pinnat
Ylivieska	Omat siivoajat	Päivittäin	Yhdistelmäkone + hankauspesin		Ei	Laatta vaikea puhdistaa	Vesi+pinnat
Oulu	Omat siivoajat	Päivittäin	Lattianhoitokone + matalapainepesuri		Ei	Siivojilla Hygicult-mittaus	Vesi+pinnat
Mikkeli/Rantakeidas	Omat siivoajat	Päivittäin + vko.siivous	Yhdistelmäkone + painepesuri		Ei		Vesi+pinnat
Vantaan Tikkurila	Omat siivoajat	Päivittäin (2 krt)	Yhdist.kone+painepes.+latt.h.kone		Ei		Vesi+pinnat
Vierumäen uimahalli	Omat siivoajat	Päivittäin	Yhd.kone+harjakone+latt.h.kone		Ei		Vesi

Liite 3. Laattojen kitkakertoimet.

Yhteenveto	Kitkakerroin	Karheus	Liukkausongelmia	min	max	Keskiarvo	Laattatyyppi
Kontula	0,7...0,84	18...30	E	0,7	0,84	0,79	Buchtal Croma II 32020 non-slip hydrotech
Helsinki Kallio	0,67...0,78	13...29	E	0,67	0,78	0,73	Buchtal Beach/Quantum
Vaajakoski	0,67...0,78	26...53	E	0,67	0,78	0,73	TopCer PNM-RT
Tre Kaleva, vanha	0,65...0,78	9...26	E	0,65	0,78	0,7	Pukkila nasta
uusi	0,73...0,81	22...32	E	0,73	0,81	0,77	Buchtal Croma
Porvoo	0,59...0,61	18...30	K	0,59	0,61	0,6	Buchtal Croma II 32020H non-slip hydrotech
Hyvinkää Sveitsi, vanha	0,62...0,67	5...16	K	0,62	0,67	0,65	Pukkila nasta
uusi	0,62...0,65	15...37	K	0,62	0,65	0,63	Buchtal 38111
Myyrmäki	0,70...0,75	16...52	E	0,7	0,75	0,72	Pukkila/TopCer nasta
Loimaa	0,87	29...44	E	0,87	0,87	0,87	Pukkila Color karhea
Rauma, vanha	0,73 ... 0,75	7...50	E	0,73	0,75	0,72	Pukkila nasta
uusi	0,67 ... 0,78	17...44	K	0,67	0,78	0,73	Buchtal Croma 244119
Järvenpää	0,73 ... 0,78	12...30	E	0,73	0,78	0,75	Buchtal Keramik Hydrotech
Turku Impivaara	0,65 ... 0,75	5...24	E	0,65	0,75	0,73	Pukkila nasta
Hämeenlinna, vanha	0,7 ... 0,75	5 ... 30	E	0,7	0,75	0,73	Pukkila nasta
uusi	0,73 ... 0,75	19 ... 63	E	0,73	0,75	0,74	Pukkila/TopCer nasta
Vaasa, vanha	0,6 ... 0,62		K	0,6	0,62	0,61	Pukkila nasta
uusi	0,45 ... 0,67	18...31	K	0,45	0,67	0,64	Buchtal Croma II 32020 non-slip hydrotech
Ylivieska	0,67 ... 0,75		E	0,67	0,75	0,72	Casalgrande Padana
Oulu, vanha	0,73 ... 0,75		E	0,73	0,75	0,72	Pukkila nasta
uusi	0,7 ... 0,73		E	0,7	0,75	0,74	Buchtal Croma II 32020H non-slip hydrotech
Tikkurila	0,67 ... 0,78	21...56	E	0,67	0,78	0,74	Buchtal mikrok.
Mikkeli	0,58 ... 0,78		E	0,58	0,78	0,73	Buchtal Beach
Vierumäki	0,73 ... 0,81		E	0,73	0,81	0,74	Pukkila/TopCer nasta

- 113 Junttila, T., Lod, T., Aro, J., Rakennusinvestointihankkeen toteuttaminen Moskovassa. TTKK 2001. 112 s. + 11 liites. 34 €
- 112 Junttila, T., (toim.), Venäjän rakentamisen oppikirja. Osa B: Talonrakennustekniikka. TTKK 2001. 174 s. 34 €
- 111 Junttila, T., (toim.) Venäjän rakentamisen oppikirja. Osa A: Liiketoimintaympäristö ja rakennushankkeen johtaminen. TTKK 2001. 173 s. + 21 liites. 34 €
- 110 Юнттила, Т. (под ред.), Управление недвижимостью в России. Теория и практические примеры. Технический университет Тампере 2001. 356 стр. + приложения на 33 стр. 34 €
- 109 Junttila, T., (toim.) Kiinteistöjohtaminen Suomessa ja Venäjällä. Edellytykset kiinteistöalan yhteistyölle. TTKK 2001. 293 s. + 54 liites. 34 €
- 108 Hietala, J., Kelluvan betonilattian kaareutuminen. TTKK 2001. 80 s. + 7 liites. 34 €
- 107 Binamu, A., Lindberg, R., The Impact of Air Tightness of The Building Envelope on The Efficiency of Ventilation Systems with Heat Recovery. TTKK 2001. 62 p. + 7 app., 25 €
- 106 Leivo, V., Rantala, J., Maanvaraisten alapohjarakenteiden kosteuskäyttäytyminen. TTKK 2000. 124 s. 34 €
- 105 Junttila, T. (toim.), Venäjän federaation kaavoitus- ja rakennuslaki. TTKK 2000. 49 s. 34 €
- 104 Niemelä, T., Vinha, J., Lindberg, R., Carbon Dioxide Permeability of Cellulose-Insulated Wall Structures. TUT 2000. 46 p. + 9 app. 25 €
- 103 Vinha, J., Käckelä, P., Water Vapour Transmission in Wall Structures Due to Diffusion and Convection. TUT 1999. 110 s. 34 €
- 102 Suonketo, J., Pessi, A-M., Pentti, M.,
- 101 Pessi, A-M., Suonketo, J., Pentti, M., Raunio-Lehtimäki, A. Betonielementtijulkisivujen mikrobiologinen toimivuus. TTKK. 1999. 88 s. + 6 liites. 42 €
- 100 Pentti, M., Haukijärvi, M., Betonijulkisivujen saumausten suunnittelu ja laadunvarmistus. TTKK 2000. 2. täydennetty painos. 78 s. + 3 liites. 42 €
- 99 Torikka, K., Hyypöläinen, T., Mattila, J., Lindberg, R., Kosteusvauriokorjausten laadunvarmistus. TTKK 1999. 106 s. + 37 liites. 34 €
- 98 Mattila, J., Peuhkurinen, T., Lähiökerrostalon lisärakentamishankkeen tekninen esiselvitysmenettely. Korjaus- ja LVIS-tekninen osuus. TTKK 1999. 48 s.
- 97 Kylliäinen, M., Keronen, A., Lisärakentamisen rakennetekniset mahdollisuudet lähiöiden asuinkerrostaloissa. TTKK 1999. 59 s. + 37 liites. 34 €
- 96 Vinha, J., Käckelä, P., Vesihöyryn siirtyminen seinärakenteissa diffuusion ja konvektion vaikutuksesta. TTKK 2001. 3 painos. 81 s. + 29 liites. 34 €
- 95 Leivo, V. (toim.), Opas kosteusongelmiin – rakennustekninen, mikrobiologinen ja lääketieteellinen näkökulma. TTKK 1998. 157 s. 25 €
- 94 Pentti, M., Hyypöläinen, T., Ulkoseinärakenteiden kosteustekninen suunnittelu. TTKK 1999. 150 s. + 40 liites. 42 €
- 93 Lepo, K., Laatu järjestelmän kelpoisuus. TTKK 1998. 101 s. + 50 liites.
- 92 Berg, Malinen, P., Leivo, V., Internal Monitoring of The Technology Programme for Improving Product Development Efficiency in Manufacturing Industries – Rapid Programme. TUT 1998. 81 s. + 93 liites.
- 91 Berg, P., Salminen, K., Leivo, V., Nopeat tuotantojärjestelmät teknologiaohjelman painoalueet vuosille 1998-2000 sekä ohjelman arviointi- ja ohjaussuunnitelma. TTKK 1998. 55 s. + 37 liites.
- 90 Lindberg, R., Keränen, H., Teikari, M., Ulkoseinärakenteen vaikutus rakennuksen energiankulutukseen. TTKK 1998. 34 s. + 26 liites.
- 89 Pentti, M., Huttunen, I., Vepsäläinen, K., Olenius, K., Betonijulkisivujen ja parvekkeiden korjaus. Osa III Korjaushanke. TTKK 1998. 124 s. + 23 liites. 42 €

Tutkimusraportin hinta:

20 €, ellei toisin ole mainittu. Oikeus hinnanmuutoksiin pidätetään.

Hintoihin lisätään alv 8 %.

Myynti:

Juvenes-Yhtiöt Oy, Tampereen teknillisen yliopiston kirjakauppa, Rakennustalo

Korkeakoulunkatu 5, 33720 Tampere

Puh.(03) 3115 2351, faksi (03) 3115 2191, TTY.kirjakauppa@juvenes.fi

tai Tampereen teknillinen yliopisto, Terttu Mäkipää puh. (03) 3115 4804, terttu.makipaa@tut.fi

Tampereen teknillinen yliopisto
PL 527
33101 Tampere

Tampere University of Technology
P.O.B. 527
FIN-33101 Tampere, Finland