



VAHANEN YHTIÖT



Vantaan kaupungintalo

Kellarikerroksen seinärakenteiden kosteusmittaus
ja kuivumisaikaselvitys

4.6.2008

TUTKIMUSRAPORTTI

INSINÖÖRITOIMISTO MIKKO VAHANEN OY/ HUMI-GROUP

Halsuantie 4, 00420 Helsinki
Puh. 0207 698 698, fax 0207 698 699
etunimi.sukunimi@vahanen.com
www.vahanen.com

1. YLEISTIEDOT

1.1 Tutkimuskohde

Vantaan kaupungintalo
Asematie 7
00130 Vantaa

1.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki
Tilakeskus
Rakennuttajapäällikkö
Juha Vuorenmaa
Kielotie 13
00130 Vantaa

1.3 Tehtävä

Tehtävänä oli mitata Vantaan kaupungintalon kellarikerroksen ulkoseinien kosteus rakennekosteusmittauksin neljältä (4) tilaajan osoittamalta alueelta eri korkeuksilta sekä esittää mittatulosten perusteella rakenteen kuivumisaika-arviot.

1.4 Tutkimusajankohta

Kenttätutkimukset 20.5. – 23.5.2008

1.5 Tekijä

Eero Salo, Rkm

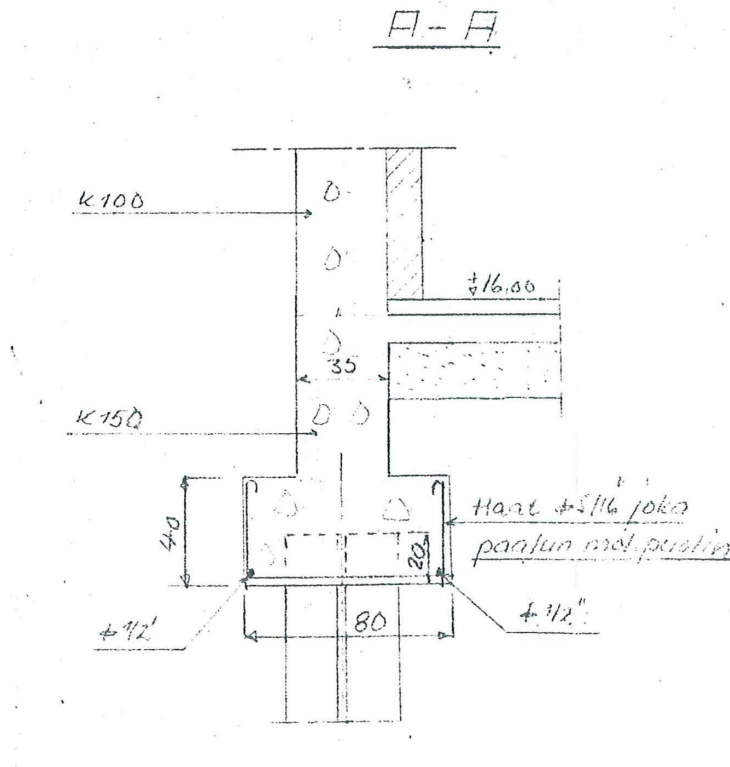
Projekti HG 254

1.6 Tutkimuksen kohde ja tausta

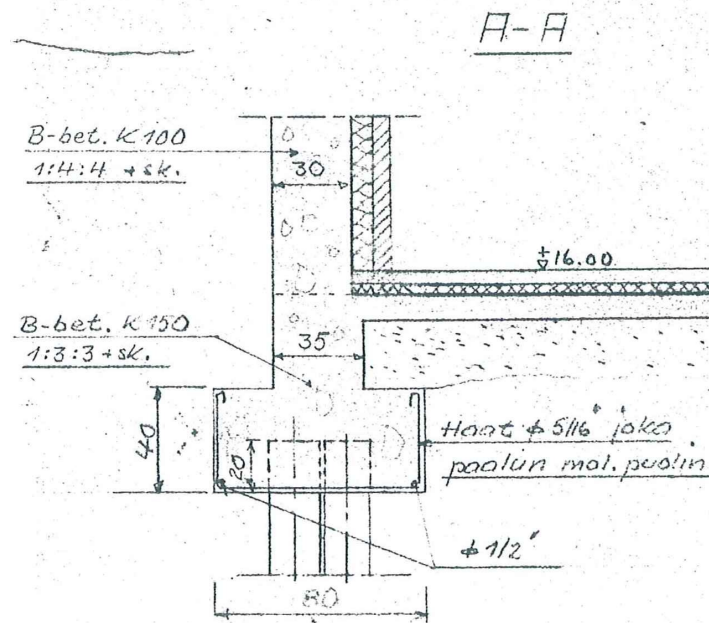
Tutkimuksen kohteena oli Vantaan kaupungintalon kellarikerroksen ulkoseinärakenteet neljältä tilaajan osoittamalta alueelta. Kiinteistön huoltomiehen kertoman mukaan kaupungintalon kellarikerros on ollut pois käytöstä reilut 10 vuotta. Tiloissa oli jonkin verran varastoituna tavaraa.

Kaupungintalon perustukset on paalutettu puupaaluin. Kohteen hankesuunnitelma on valmistumassa. Hankesuunnitelmassa on mm. ajatuksena kellarin ulkoseinärakenteiden kosteusteknisen toiminnan parantaminen ulkopuolisilla toimenpiteillä.

Ulkoseinärakenteet tutkituissa kohdissa on esitetty kuvissa 1 ja 2.



Kuva 1. Vantaan kaupungintalo, kellarikerroksen ulkoseinärakenne mittapisteiden KS1, KS2 ja KS3 kohdilla.



Kuva 2. Vantaan kaupungintalo, kellarikerroksen ulkoseinärakenne mittapisteen KS4 kohdalla.

2. TUTKIMUSAIKATAULU JA - MENETELMÄT

2.1 Tutkimusaikataulu

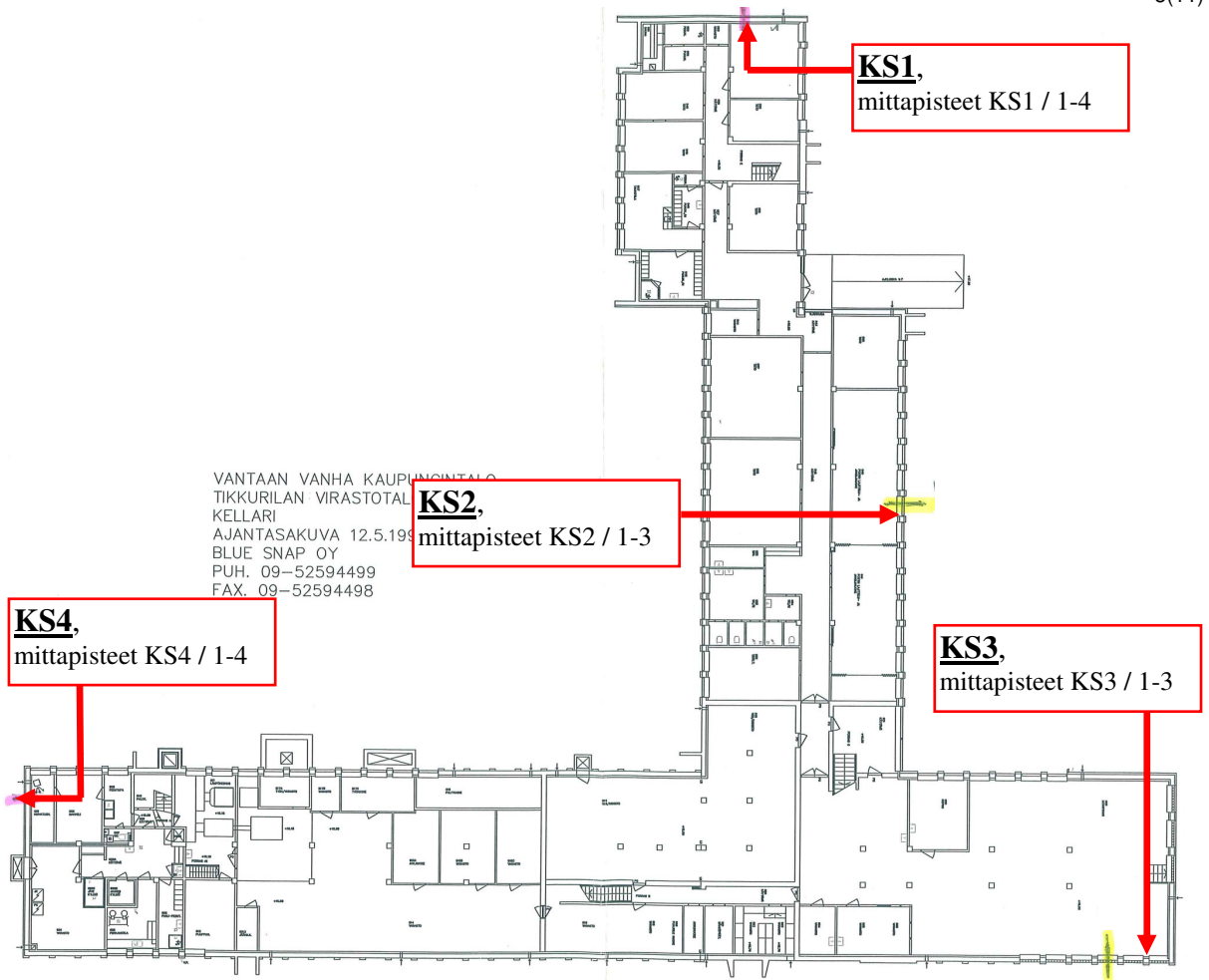
20.5.2008	Kohdekäynti, pintakosteusmittauksia, ulkoseinärakenteen suhteellisen kosteuden mittausten poraukset, putkitukset, puhdistukset, mittapäiden asennukset ja tiivistykset
23.5.2008	Kohdekäynti, lukemien otto.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Ulkoseinärakenteen sisäpuoleista tiiliverhousta mitattiin Gann Hydromette B50 -mittapää ja UNI1-lukulaite –yhdistelmällä kohdistuen ilmaisin suoraan mitattavaan pintaan. Gann Hydromette B50 laitteella vertailulukujen maksimiarvo oli 190.

Pintakosteusmittausten jälkeen rakenteeseen tehtiin suhteellisen kosteuden mittaukset porareikämenetelmällä (liite 1). Mittauskohdat on esitetty kuvissa 3 – 8. Varsinaisia mittausreikiä varten porattiin ensin Ø 20 mm reikä tiiliverhouksen läpi bitumoidun betoniseinän bitumointiin asti. Tämän jälkeen porattiin varsinaiset mittausreiät (Ø 16 mm). Porausten jälkeen reiät imuroitiin puhtaaksi. Imuroituihin reikiin asennettiin reunoiltaan tiivistetyt Ø 16 mm sähköputket (kuva 9) reiän pohjaan asti. Mittauskohdassa KS1 mittausputkeen asennetut Vaisala Oy:n valmistamat HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäät lämmöneristettiin elementtisaumanauhalla mittausputkessa mahdollisesti muuten tapahtuvan kosteuden tiivistymisen estämiseksi (tiiliverhouksen ja betoniseinän välissä noin 2 - 4 cm:n rako, jossa voimakas ilmavirtaus). Muissa mittauskohdissa vastaavaa ilmavirtausilmiötä ei havaittu, joten niissä mittapäiden lämmöneristystä ei tehty.

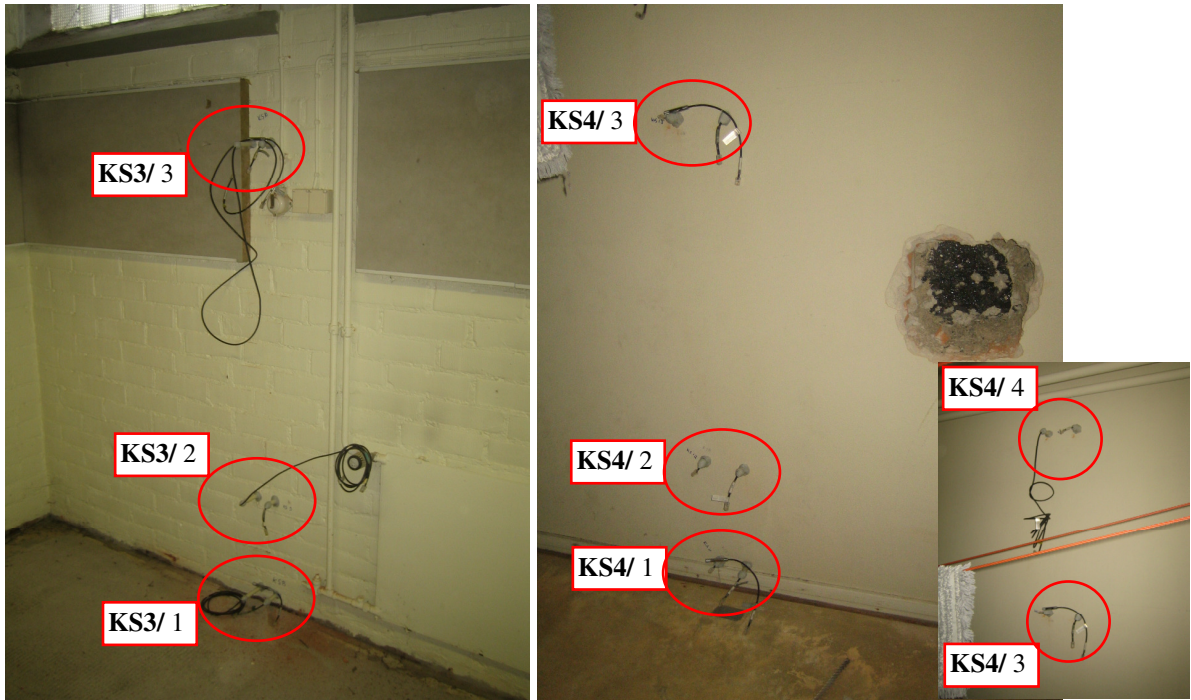
Suhteellisen kosteuden mittaukset tehtiin Vaisala Oyj:n valmistamalla HM44 rakennekosteusmittauslaitteistolla käyttäen Vaisala Oyj:n valmistamia HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäitä. Mittauksissa käytetyt HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäät on kalibroitu Humi-Group:n mittapäiden kalibrointijärjestelmällä (liite 2) alle 2 kk ennen mittauksia.



Kuva 3. Vantaan kaupungintalo, kellarikerroksen ulkoseinien suhteellisen kosteuden mittauskohdat KS 1 – KS 4.



Kuvat 4 ja 5. Vantaan kaupungintalo, kellarikerroksen ulkoseinien suhteellisen kosteuden mittapisteet KS 1 / 1 – 4 ja KS 2 / 1 - 3



Kuvat 6, 7 ja 8. Vantaan kaupungintalo, kellarikerroksen ulkoseinien suhteellisen kosteuden mittapisteet KS3 / 1-3 ja KS4/ 1-4.



Kuva 9. Vantaan kaupungintalo, kellarikerroksen ulkoseinän suhteellisen kosteuden mittaus-
 mittausputkiin esiasennettiin tiivistyskitti siten, että mittausputki tiivistyi betonin sisäpin-
 nan bitumointiin tiiviisti putken asennuksen yhteydessä.

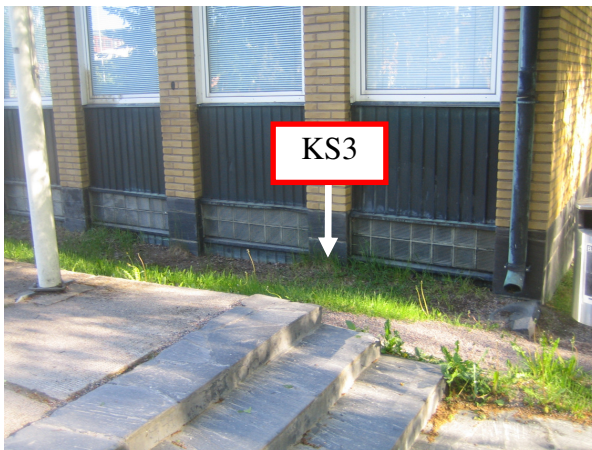
3. HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET

3.1 Aistinvaraiset havainnot

- Kaikissa mittauskohdissa, kolme alinta mittauskohtaa olivat rakennusta ympäröivää maanpintaa alempana (mittauskohdissa KS2 ja KS3 valittiin vain 3 mittauskorkeutta ulkoseinärakenteen ikkunoiden vuoksi).
- Rakennuksen ulkoseinien vierustalla, mittauskohdissa oli nurmikko-/istutusalueet (kuvat 10 – 13). Maanpinta oli aistinvaraisesti arvioiden tasaista (mittauskohdassa KS3 aavistuksen maanpinta kallisti seinään päin ja rakennuksen nurkalle johdetaan katon sadevedet, kuva 12).
- Kellarikerroksessa oli selkeä tunkkainen haju.
- Mittauskohdissa KS1 – KS3 sisäpuoleisen tiiliverhouksen ja kantavan betoniseinän välissä oli rako (kuva 14). Mittauskohdassa KS1 oli selkeä, noin 2 – 4 cm:n rako, jossa havaittiin aistinvaraisesti voimakasta ilmavirtausta.
- Mittauskohdassa KS4 sisäpuoleisen tiiliverhouksen ja kantavan betoniseinän välissä on lämmöneristeenä lastuvillaeriste (ns. Tojax-levy, kuva 15).



Kuvat 10 ja 11. Vantaan kaupungintalo, rakennusta ympäröiviä nurmikkoalueita. Kuvaan on merkitty suunnilleen mittauskohtalinjat KS 1 ja KS 2.



Kuvat 12 ja 13. Vantaan kaupungintalo, rakennusta ympäröiviä nurmikkoalueita. Kuvaan on merkitty suunnilleen mittauskohtalinjat KS 3 ja KS 4.



Kuva 14. Vantaan kaupungintalo, kellarin ulkoseinän mittauskohdassa KS1 sisäpuoleisen tiiliverhouksen ja kantavan betoniseinän välissä on selkeä, noin 2 – 4 cm:n rako, jossa aistinvaraisesti todettiin voimakasta ilmavirtausta.



Kuva 15. Vantaan kaupungintalo, kellarin ulkoseinän mittauskohdassa KS4 sisäpuoleisen tiiliverhouksen ja kantavan betoniseinän välissä lämmöneristeenä on lastuvillalevy (ns. Tojax-levy).

3.2 Kellarin ulkoseinän suhteellisen kosteuden mittaukset

Mittapisteiden sijainnit on esitetty kuvissa 3 - 8. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Vantaan kaupungintalo, kellarin ulkoseinien suhteellisen kosteuden (RH) ja lämpötilan (T) mittaustulokset 23.5.2008.

Mittauskohta	Syvyys (cm), bitumoinnin pinnasta	anturinro			RH (%)
			T (°C)		
KS 1 / 1 5 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	29	16,0	37,5	
	2	139	12,9	97,9	
	10	141	11,3	99,9	
KS 1 / 2 45 cm:n korkeudella lattiasta	-	-	-	-	
	2	91	12,9	89,0	
	10	35	12,3	98,7	
KS 1 / 3 170 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	137	17,1	38,5	
	2	23	13,2	92,2	
	10	300	12,6	97,4	
KS 1 / 4 225 cm:n korkeudella lattiasta (maanpinnan tason yläpuolella)	-	-	-	-	
	2	7	13,9	85,5	
	10	314	13,1	93,5	
KS 2 / 1 5 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	75	17,6	34,3	
	2	147	14,0	97,3	
	10	98	13,3	99,7	
KS 2 / 2 45 cm:n korkeudella lattiasta	-	-	-	-	
	2	54	15,1	93,7	
	10	66	14,1	99,3	
KS 2 / 3 135 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	71	18,9	33,3	
	2	39	16,0	84,8	
	10	261	15,3	93,5	
KS 3 / 1 5 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	128	17,8	35,0	
	2	133	14,7	99,5	
	10	268	14,4	99,6	
KS 3 / 2 45 cm:n korkeudella lattiasta	-	-	-	-	
	2	59	15,2	92,8	
	10	253	14,8	95,0	
KS 3 / 3 170 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	179	18,0	33,3	
	2	178	16,1	91,3	
	10	219	15,8	99,9	
KS 4 / 1 5 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	172	19,0	32,2	
	2	169	15,2	91,3	
	10	173	14,6	99,9	
KS 4 / 2 45 cm:n korkeudella lattiasta	-	-	-	-	
	2	170	14,7	94,4	
	10	171	14,0	99,1	
KS 4 / 3 170 cm:n korkeudella lattiasta	<i>sisäilma</i>	175	20,5	31,4	
	2	49	15,0	92,4	
	10	168	13,7	97,8	
KS 4 / 4 225 cm:n korkeudella lattiasta (maanpinnan tason yläpuolella)	-	-	-	-	
	2	177	16,2	80,0	
	10	20	16,2	82,3	

Ulkoilman olosuhteet 20.5.2008 klo 14 kohteen pihalta mitattuna:
T + 12,5 °C, RH 40 % ja ilman kosteussisältö 4,4 g/m³

Ulkoilman olosuhteet 23.5.2008 klo 8.30 kohteen pihalta mitattuna:
T + 10 °C, RH 50 % ja ilman kosteussisältö 4,7 g/m³

4. TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Mittaustarkkuustarkastelu

Betonirakenteen suhteellisen kosteuden mittauksissa porareikien tasaantumisajat sekä mittapäiden tasaantumisajat rakenteessa olivat nykyvaatimusten ja –suositusten mukaiset. Mittauskohdassa KS1 tiiliverhouksen ja kantavan betoniseinän välissä todetussa raossa olleen voimakkaan ilmavirtauksen vuoksi kyseisen kohdan mittauksissa mittapäiden johdot lämmöneristettiin mahdollisesti muuten mittausputkeen tapahtuvan kosteuden tiivistymisen estämiseksi. Sisäilman ja rakenteen väliset lämpötilaerot aiheuttavat tyypillisesti jonkin verran mittavirhettä mittaustuloksiin. Nyt mittauksessa käytettyjen HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäiden vartta pitkin ei tapahdu merkittävässä määrin lämpöjohtumista. Kyseisiä mittapäitä käytettäessä sisäilman ja rakenteen välisistä lämpötilaeroista aiheutuvat mittavirheet kohdistuvat lähinnä rakenteen pintaosiin.

Mittausten ajankohtana tilat olivat suurimmaksi osaksi pois käytöstä (lähinnä varastotiloina). Tilat ovat olleet pois käytöstä reilut 10 vuotta, joten rakenteet olivat vuodenaikaan nähden normaaleissa olosuhteissa ja lämpötilassa.

Mittauksissa käytetyt HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäät on kalibroitu alle 2 kk ennen nyt tehtyjä mittauksia.

Em. seikat huomioiden saavutettu mittaustarkkuus oli riittävän hyvä (suurella todennäköisyydellä ± 3 RH %).

4.2 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Kellarin ulkoseinien suhteellisen kosteuden mittausten tuloksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että pääsääntöisesti kantavan betoniseinän suhteelliset kosteudet laskevat seinärakenteessa ylemmäksi mentäessä. Poikkeuksena mittauskohhta KS3, jossa ylimmässä mittauskohdassa (KS3 / 3) suhteelliset kosteudet ovat keskimmäistä mittauskohdasta (KS3 / 2) korkeammat. Tämä johtuu mitä todennäköisimmin kyseisen kohdan läheisyyteen johdetuista katon sadevesistä sekä lisäksi kyseisen kohdan maanpinnan muotoilun aiheuttamista kosteusrasituksista kyseiseen seinään (kuva 12).

Mittaustuloksista voidaan myös todeta, että maanpinnan tason alapuolella, kantavan betoniseinän suhteelliset kosteudet 10 cm:n syvyydellä seinän sisäpinnasta olivat kapillaarialueella tai lähellä sitä. Lisäksi suhteelliset kosteudet lähellä lattianrajaa olivat pääosin (lukuun ottamatta mittauskohdasta KS4) myös 2 cm:n syvyydellä kapillaarialueella.

4.3 Kellarikerroksen ulkoseinien kuivumisaika-arviot

Seuraavassa on esitetty kellarikerroksen kantavan betoniseinän kuivumisaika-arviot. Kuivumisaika-arviot on laskettu oletetussa tilanteessa, jossa ulkopuolelle on asennettu perusmuurilevy ja lämmöneristys (mahdollistaa rakenteen kuivumisen ulospäin) sekä sisäpuolelta on puurattu tiiliverhous ja bitumointi. Kuivumisaika-arvioissa suhteellisen kosteuden raja-arvona 6 – 7 cm:ssä (riippuu rakenteesta) on käytetty 90 RH % ja 2 cm:ssä < 85 RH %.

- Betoniseinän kuivumisaika-arvio sisäpinnan bitumoinnin purkamisen jälkeen ja ulkopuolisten toimenpiteiden jälkeen ilman kuivumista tehostavia toimenpiteitä on noin 42 – 50 viikkoa, mikäli kuivumisolosuhteet kellarikerroksessa ovat keskimäärin $T + 20\text{ °C}$ ja RH 50 %.
- Betoniseinän kuivumisaika-arvio sisäpinnan bitumoinnin purkamisen jälkeen ja ulkopuolisten toimenpiteiden jälkeen, kun kuivatus on tehdään betonin lämpötilaa oleellisesti nostavalla (noin $+ 60\text{ °C}$:een) betonin kuivattimella on noin 4 – 6 viikkoa (suositeltavinta tehdä niin, että ulkopinta paljaana, sateelta suojattuna kuivattamisen ajan).

5. TOIMENPIDESUOSITUKSET KUIVATUKSEN JA ULKOSEINIEN PINTAMATERIAALIEN SUHTEEN

Mitatut suhteelliset kosteudet osoittavat, että tulevaisuudessa korjauksissa kellarikerroksen kantaviin betoniseiniin maanpinnan tason yläpuolelle ei pääosin ole tarvetta kohdistaa kuivatustoimenpiteitä. Poikkeuksena tästä ovat mittauskohta KS3 ja todennäköisesti sitä vastaavat kohdat, joissa katon sadevedet on johdettu seinän vierustalle. Kellarikerroksen sisäpuoleisen tiiliverhouksen purun yhteydessä on myös syytä arvioida aistinvaraisesti, onko seinien kosteustilannetta syytä varmistaa joistakin kohdin lisärakennekosteusmittauksin tai pintakosteusmittauksin bitumin poiston jälkeen.

Kuivatustarve määräytyy tilojen tulevan käyttötärpeen mukaan sekä tulevan pintamateriaalin mukaan. Vaikka kellarin ulkoseinärakenteiden kosteusteknistä toimintaa on ajatuksena parantaa ulkopuolisilla toimenpiteillä, ulkoseinän sisäpinnan pintamateriaaleja valittaessa on kuitenkin hyvä tiedostaa, että maaperän kosteutta saattaa päästä kosteusteknisten toimenpiteiden parantamisen jälkeenkin todennäköisesti ainakin joissakin määrin siirtymään diffuusiolla ja/tai nousemaan kapillaarisesti seinärakenteeseen. Tämän vuoksi pintamateriaaliksi suositellaan kosteutta hyvin kestäviä ja vesihöyryä läpäiseviä pintamateriaaleja. Mahdollisesti sisäpuolisissa pintarakenteissa voitaisiin myös hyödyntää esimerkiksi suolankeräyslaasteja varsinaisen pintamateriaalin vaurioitumisen ehkäisemiseksi. Mahdollinen kosteusrasitustekijä seinän alaosiin on myös syytä huomioida ilmanvaihdossa ja sen riittävydessä.

Rakenteen kuivatuksessa ja rakenteen vapaassa kuivumisessa on syytä huomioida vuodenajojen vaikutus. Esim. kesällä rakenteen vapaa kuivuminen hidastuu oleellisesti. Tämä johtuu siitä, että kesällä sisäilman lämpötila, erityisesti kellaritiloissa, on useimmiten ulkoilman lämpötilaa alhaisempi ja sisäilman kosteus korkea, jolloin rakenteen vapaa kuivuminen hidastuu. Lämmityskaudella vastaavasti rakenteen vapaa kuivuminen tehostuu sisäilman lämpötilan ja alhaisen kosteuspitoisuuden vaikutuksesta.

Helsingissä 11.6.2008
Humi-Group Oy



Eero Salo
Gsm: 050-588 7028

LIITTEET

- LIITE 1: Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus porareikämenetelmällä
LIITE 2: Humi-Group Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmä