

Kosteuden monitorointimenetelmät

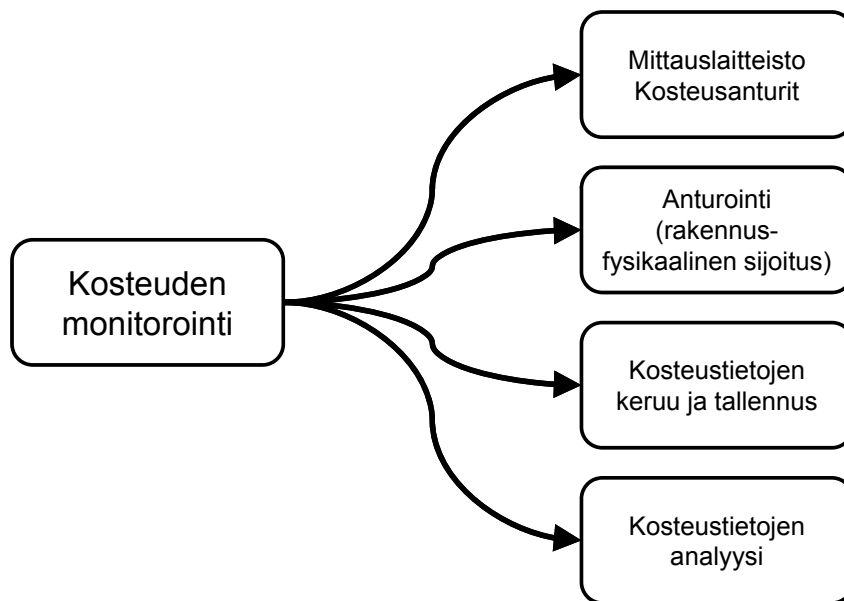
TkL Fahim Al-Neshawy

Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu
Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta
Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos

Esitelmän sisältö

- Kosteuden monitorointimenetelmät
 - Kosteusanturit
 - Anturointi
 - Tietojen keruu
 - Tietojen analyysi
- RHT- mittausjärjestelmä
 - Periaatekuva
 - käytetyt anturityypit
 - Mittaustulosten tallennus ja käsittely
 - Esimerkkikohteiden anturointi
 - Mittaustuloksia esimerkkikohteista
 - Kustannukset
- Päätelmät

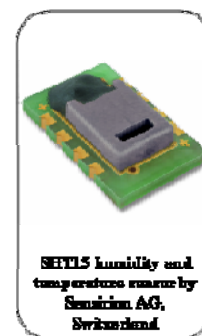
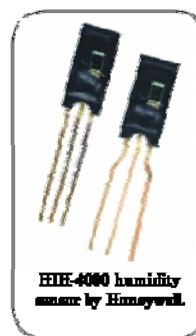
Kosteuden monitorointimenetelmät



Kosteuden monitorointimenetelmät. Kosteusanturit

Kosteusantureille asetettavat tärkeimmät vaatimukset:

- Mittaustarkkuus, pitkäaikaiskestävyys, kalibroidtimahdollisuus
- Kyky toipua veden- ja alkalientivistymisestä
- Kestävyys kemiallisia ja fysikaalisia epäpuhtauksia vastaan
- Signaalinkäsittelyn ja tietojenkeruun luotettavuus
- Koko ja hinta



Kosteuden monitorointimenetelmät.

Anturointi

Kosteusantureiden sijoittaminen rakenteisiin:

- Antureiden sijoittamista harkittaessa on otettava huomioon rakenteen ominaispiirteet
- Rakenteen sisään sijoitettavat anturit eivät saa häiritä rakenteen normaalia toimintaa
- Anturit voivat olla hyvin herkkiä kemikaaleille ja ne saattavat vaatia suojausta
- Mahdollinen suojaus ei saa vääristää saatavaa mittaustulosta
- Anturit asennetaan niin lähelle rakennusfysikaalisesti kriittisiä alueita/pintoja kuin mahdollista
- "Hot Spots" kohteissa, useita antureita saattaa olla tarpeen, jotta voidaan tilastollisesti analysoida tai luoda malli tiedosta ilmiöstä
- Rakenteen sisään sijoitettavat anturit pitäisi tarvittaessa pystyä poistamaan huoltoa ja kalibrointi varten

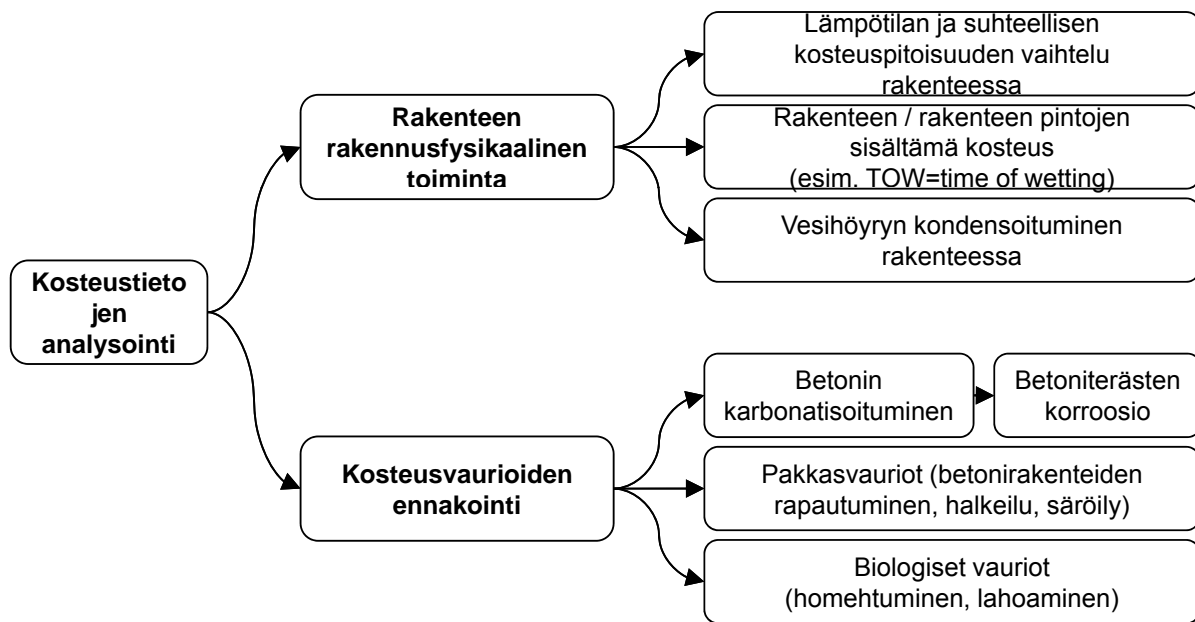
Kosteuden monitorointimenetelmät.

Kosteustietojen keruu: dataloggerit

- Hygrothermograph
- Kosteuden tallentavat loggerit
- Langattomat loggerit



Kosteuden monitorointimenetelmät. Kosteustietojen analysointi






RHT- mittausjärjestelmä: rakenteen periaate



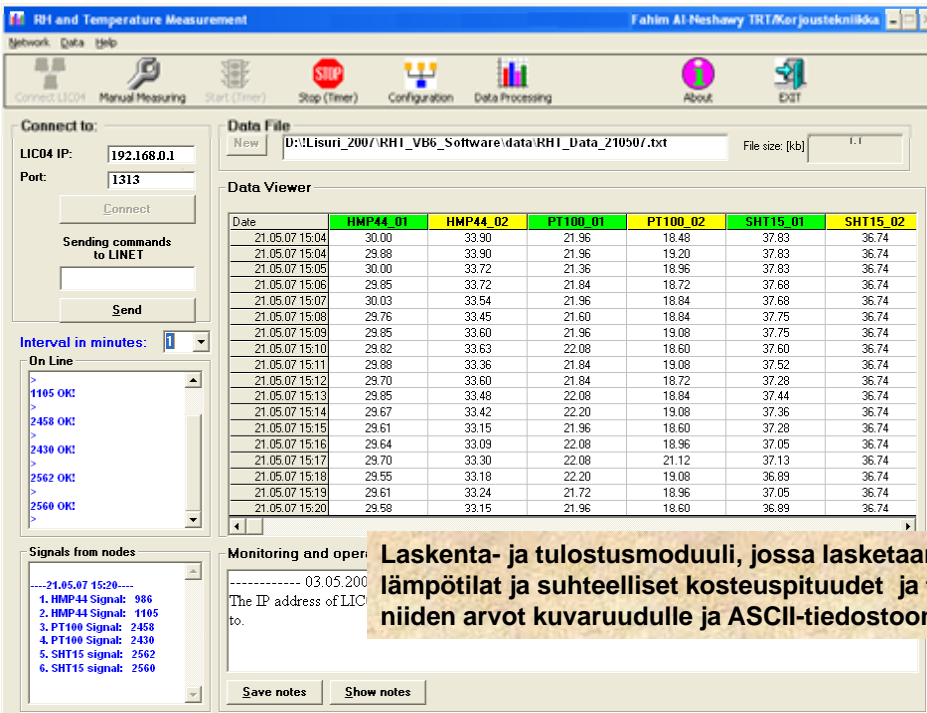
Periaate RHT-mittausjärjestelmän rakenteesta

RHT- mittausjärjestelmä: anturityypit

Anturi	Valmistaja	Mitattava suure	Signaali	Anturin kytkentä verkkokorttiin
HMP 44	Vaisala Oy, Finland	Suhteellinen kosteuspitoisuus, RH (%)	AD / state	
SHT15	Sensirion AG Switzerland	Suhteellinen kosteuspitoisuus, RH (%)	12 bit	
PT100		Lämpötila, T (°C)	AD / state	

RHT-mittausjärjestelmässä käytetyt anturityypit

RHT- mittausjärjestelmä: mittaustulosten tallennus

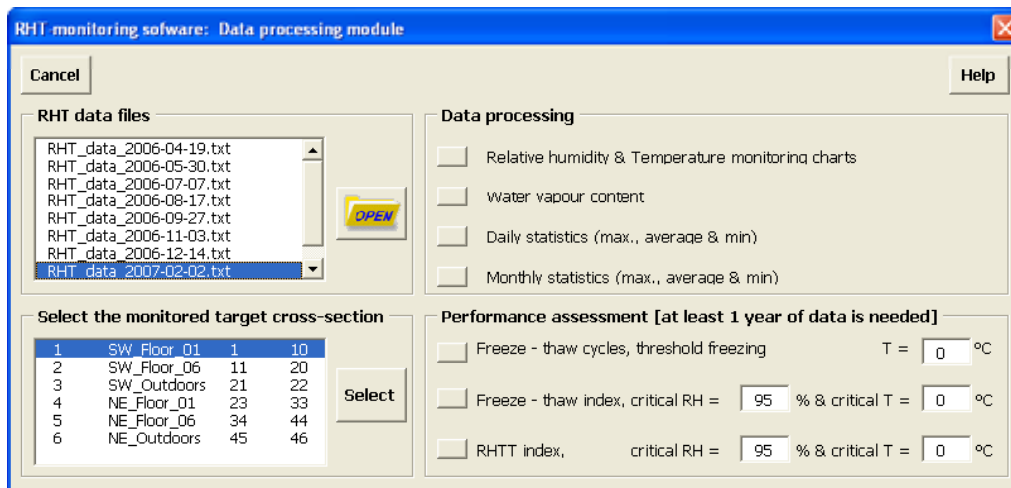


The screenshot shows the 'RHT and Temperature Measurement' software interface. The 'Data File' section is active, showing a file path: 'D:\Lisuri_2007\RHT_VB6_Software\data\RHT_Data_210507.txt'. The 'Data Viewer' displays a table of measurements:

Date	HMP44_01	HMP44_02	PT100_01	PT100_02	SHT15_01	SHT15_02
21.05.07 15:04	30.00	33.90	21.96	18.48	37.83	36.74
21.05.07 15:04	29.88	33.90	21.96	19.20	37.83	36.74
21.05.07 15:05	30.00	33.72	21.36	18.96	37.83	36.74
21.05.07 15:06	29.85	33.72	21.84	18.72	37.68	36.74
21.05.07 15:07	30.03	33.54	21.96	18.84	37.68	36.74
21.05.07 15:08	29.76	33.45	21.60	18.84	37.75	36.74
21.05.07 15:09	29.85	33.60	21.96	19.08	37.75	36.74
21.05.07 15:10	29.82	33.63	22.08	18.60	37.60	36.74
21.05.07 15:11	29.88	33.36	21.84	19.08	37.52	36.74
21.05.07 15:12	29.70	33.60	21.84	18.72	37.28	36.74
21.05.07 15:13	29.85	33.48	22.08	18.84	37.44	36.74
21.05.07 15:14	29.67	33.42	22.20	19.08	37.36	36.74
21.05.07 15:15	29.61	33.15	21.96	18.60	37.28	36.74
21.05.07 15:16	29.64	33.09	22.08	18.96	37.05	36.74
21.05.07 15:17	29.70	33.30	22.08	21.12	37.13	36.74
21.05.07 15:18	29.55	33.18	22.20	19.08	36.89	36.74
21.05.07 15:19	29.61	33.24	21.72	18.96	37.05	36.74
21.05.07 15:20	29.58	33.15	21.96	18.60	36.89	36.74

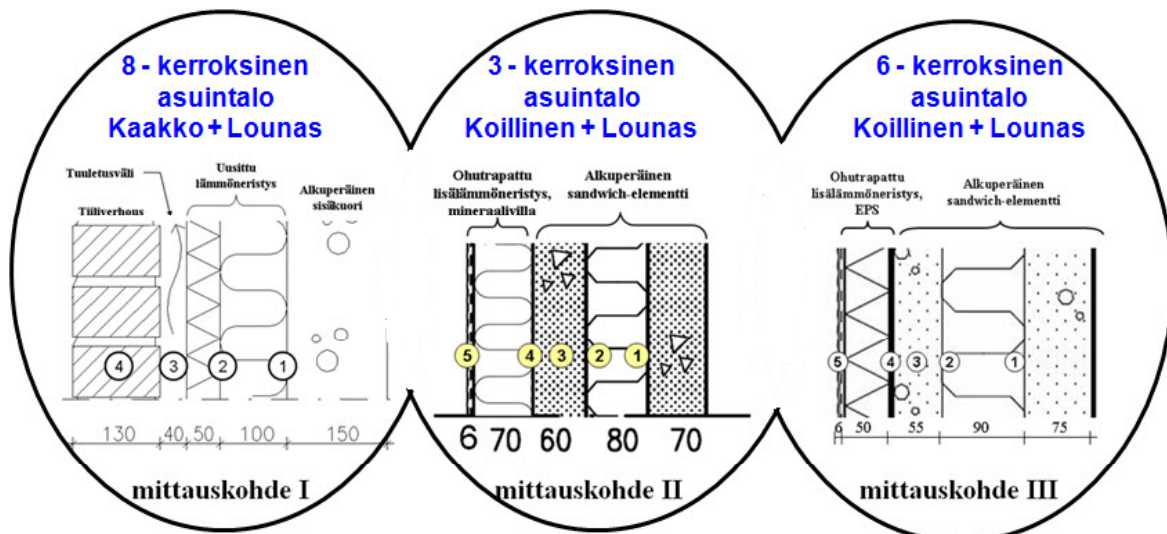
The 'Data File' section includes a 'Data File' list with a 'New' button and a file size indicator. The 'Data Viewer' shows a table of data points. The 'Monitoring and operation' section includes a 'Monitoring and operation' area with a 'Save notes' and 'Show notes' button. A text box explains: 'Laskenta- ja tulostusmoduuli, jossa lasketaan mitatut lämpötilat ja suhteelliset kosteuspitoisuudet ja tulostetaan niiden arvot kuvaruudulle ja ASCII-tiedostoon'.

RHT- mittausjärjestelmä: mittaustulosten käsittely



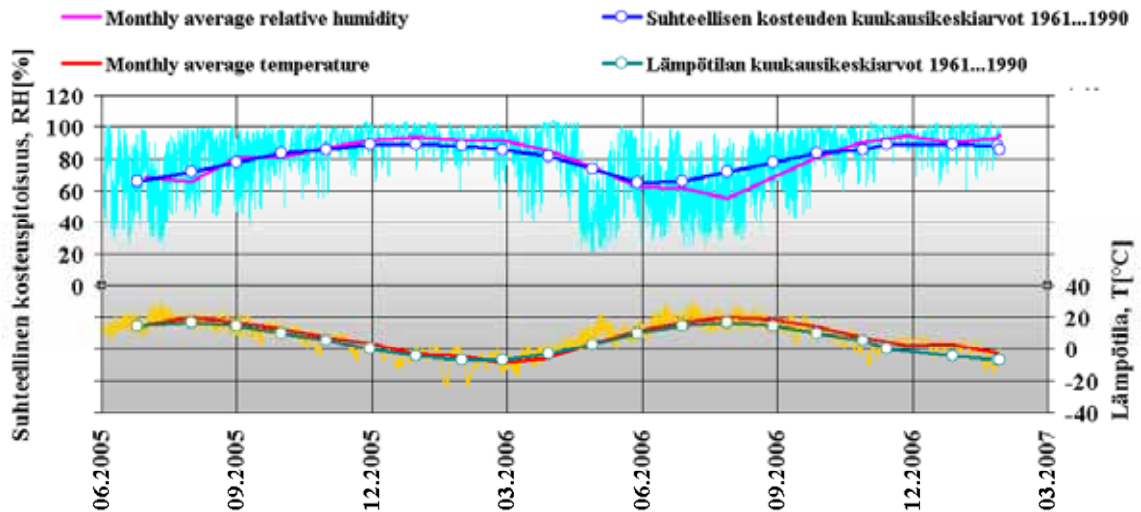
Tulostenkäsittelymoduuli, joka käsittelee mittaustulokset MS Excel ohjelman avulla

RHT- mittausjärjestelmä: esimerkkikohteiden anturointi



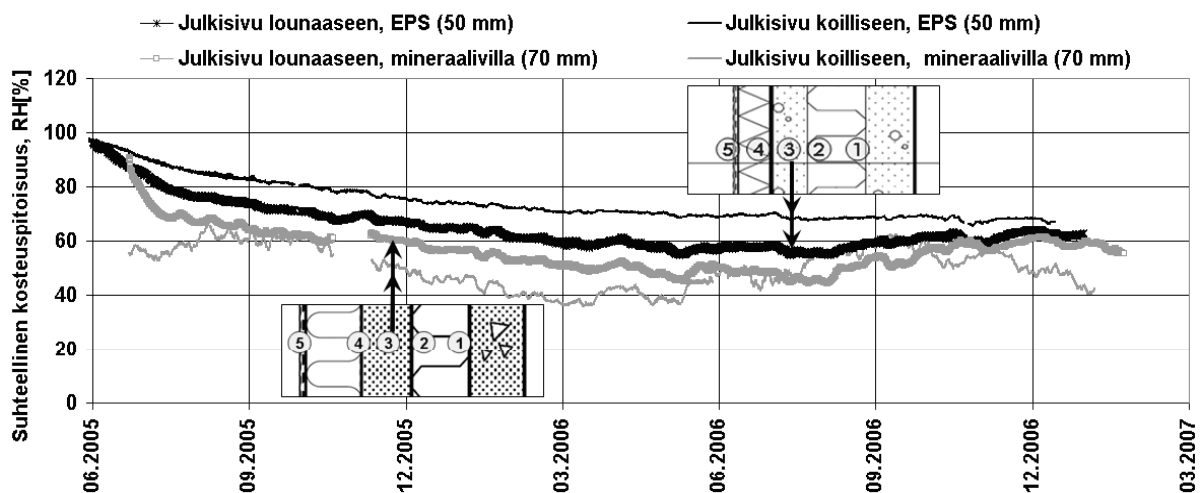
Korjattujen julkisivujen poikkileikkaus ja antureiden sijainti

RHT- mittausjärjestelmä: tuloksia esimerkkikohteista



Mittauskohteesta III mitatut ulkoilman lämpötilä ja suhteellinen kosteuspitoisuus

RHT- mittausjärjestelmä: tuloksia esimerkkikohteista



Lisälämmöneristeen vaikutus alkuperäisen betonisen ulkokuorielementin kuivumiseen

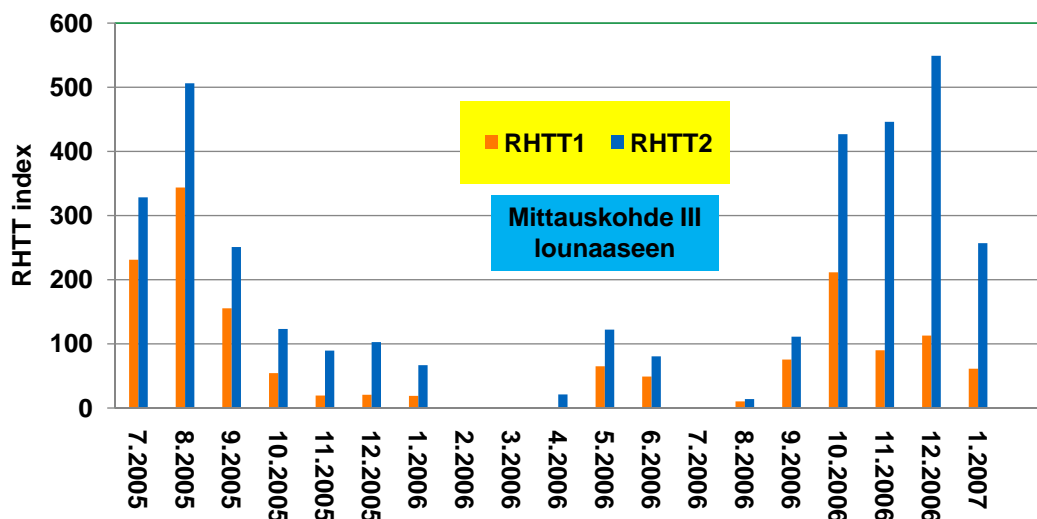
RHT- mittausjärjestelmä: tuloksia esimerkkikohteista



06.2005 – 06.2006

Repaired facade	Maximum cooling and warming rates (°C/h)		Total freezing times (days)		Number of freezing and thawing cycles	
	cooling	warming	below 0°C	below -6°C	threshold 0°C	threshold -6°C
Outdoor	-5.8	6.7	57	38	78	50
(I) Cladding bricks. SW	-4.5	3.4	47	26	47	27
Cladding bricks. SE	-3.1	4.8	57	34	44	35
Ventilation gap. SW	-2.1	3.6	29	12	39	24
Ventilation gap. SE	-1.6	4.0	32	17	49	38
(II) Outdoor. SW	-6.4	6.9	85	59	62	51
Rendering coat. SW	-12.2	8.7	85	57	104	70
Outdoor. NE	-2.4	4.3	75	50	39	32
Rendering coat. NE	-3.2	6.6	76	50	67	49
(III) Outdoor. SW	-3.5	4.8	64	27	54	45
Rendering coat SW	-14.5	13.6	50	35	106	63
Outdoor. NE	-2.6	4.7	77	50	49	43
Rendering coat. NE	-3.9	5.1	59	36	62	46

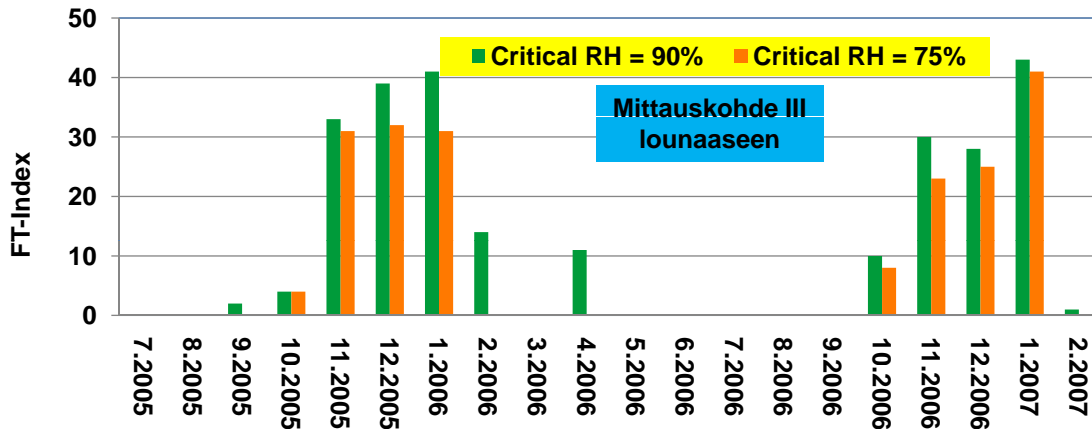
RHT- mittausjärjestelmä: tuloksia esimerkkikohteista



RHTT1: potential for biological growth
RH > 80%
T > +5°C

RHTT2: potential for corrosion
RH > 80%
T > 0°C

RHT- mittausjärjestelmä: tuloksia esimerkkikohteista



$$FT(i) = \sum_{h=2}^k Counter_{(i,h)}$$

$$Counter_{(i,h)} = \begin{cases} 1, & \text{if } T_{(i,h)} * T_{(i,h-1)} < 0 \text{ and } RH_{(i,h)} \geq RH_{critical} \\ 0, & \text{if } T_{(i,h)} * T_{(i,h-1)} \geq 0 \text{ and } RH_{(i,h)} < RH_{critical} \end{cases}$$

RHT- mittausjärjestelmä: kustannukset

Komponentti	Määrä	Arvio (€)
LIC04 verkko-ohjain	1	400
Standard CAT5 kaapeli	200 m	100
Hybrid node (12 bit data and AD/state solmu)	44	1540
PT100 lämpötila-anturi	22	220
HMP44 kosteusanturi	6	1200
SHT15 kosteusanturi	16	560
Asennuskustannukset: 2 miestä, 2 työpäivää (40 €/h)	32 h	1280
Yhteensä		5300

Lisäksi tarvitaan 1 tietokone tai verkkoyhteys

RHT-mittausjärjestelmän kustannusarvio (2007)

Päätelmät

- Kosteuden monitorointi järjestelmät sisältää automatisoidut mittaukset ailaavien, tietojen keruu ja analysointi
- Kosteusanturien valinta ja sen sijointi ovat riippuvaisia mittauskohteiden rakennusfysikaalisen toiminnasta
- Pitkäaikainen seuranta parantaa rakennusmateriaalien käyttäytymisen ja rakenteiden toiminnan ymmärtämistä
- Rakenteesta tehtävä pitkäaikainen suhteellisen kosteuspitoisuuden ja lämpötilan seuranta ja tallentaminen antaa mahdollisuuksia ennakoita:
 - rakenteen mahdollista vaurioitumista
 - rakenteen jäljellä olevaa käyttöikää
 - rakenteen kosteuskäyttäytymistä
- RHT-mittausjärjestelmä on edullinen tapa saada rakenteen rakennusfysikaalinen toiminta esille ja sen liittäminen taloautomaatti järjestelmiin

