

# Tutkimusmenetelmiä korjausrakentamisessa

Tutkimusmenetelmät korjausrakentamisessa -opintojakso  
Korjausrakentaminen ja kiertotalous -opintokokonaisuus

Niko Tolvanen, Savonia amk

Tutkimuksen lähtökohdat

Lähtötiedot ja tutkimuksista yleisesti

Kuntoarvion ominaispiirteet

Aistinvaraiset tutkimukset esimerkkihavainnointia

Kuntotutkimuksien sisältöä

Ilmavuotoreittien tutkimukset

Lämpökamera tutkimuksien apuna

Muita tutkimusvälineitä, pintakosteusosoitin

Aineistossa ● tarkoittaa, että kohdassa on opiskelijoille lisätietoa, jota ei tuntien aikana käsitellä tarkasti tai ollenkaan.

# Tutkimuksen lähtökohdat

- Sisäilmahaitta epäily / käyttäjän oireilu
- Ennakoivan korjauksen lähtötietojen hankinta
  - mm tuleva peruskorjaus tai -parannus
  - ennakkoselvityksissä esille tullut tutkimustarve
- Kiinteistöstrategian muutos tai päivitys
  - mm. käyttötarkoitus muuttuu
  - tilan tarve vähenee -> rakennuksien tai rakennuksen osien kunnon priorisointi
- Tiedossa oleva kosteusvaurio
  - mm. pohjavesiongelma maanvastaisissa rakenteissa
- Äkillinen kosteusvaurio
  - mm. putkivuoto, vesikaton vuoto
    - Kartoitetaan vahingon laajuus ja vahingon aiheuttaja

# Lähtötiedot ja alustava riskiarvio

- Asiakirjojen läpikäynti
    - Piirustukset (mm. pohja, detalji, LVI)
    - Korjaushistoria
    - Aikaisemmat selvitykset
  - Kohdekäynti
  - Tilaajan edustajien haastattelu (esim. isännöitsijä ja kiinteistöhoitaja)
  - Käyttäjä- tai asukaskysely
  - Tarvittaessa alustavia tutkimuksia
- > Tutkimussuunnitelma

# Tutkimuksista yleisesti

Tutkimuksilla halutaan tietoa rakennuksen tai rakenteen kunnosta, jotta rakennuksen omistaja voi tehdä päätöksiä jatkotoimista ja käytöstä

- Aistinvaraiset tutkimukset, esim. kuntoarvio, asuntokaupan kuntotarkastus
- Rakenteita rikkovat tutkimukset, esim. kuntotutkimus
- Näytteenottoja (ilma, materiaali), tehdään usein kuntotutkimuksissa
- Ilmanvaihdon tutkimukset

Rakennusosan tai järjestelmän korjaamisen, purkamisen tai uusimisen perusteena käytetään usein lähtötietoina kuntoarviota ja varsinkin kuntotutkimusta.

# Aikaisemmin jaettu tieto

Korkin osiossa Korjausrakentamisen lähtökohdat →  
Lähtötiedot korjaustavan valintaan -aineistossa on esitelty tutkimussuunnitelma ja erilaisia tutkimustyypppejä yleisellä tasolla, kuten kuntotutkimus, kuntoarvio, lähtötietojen merkitys jne.

## ✓ Lähtötiedot korjaustavan valintaan

Tässä osiossa opiskelet:

- Erilaisia kuntotutkimuksia ja niiden sisältöjä



Luentomateriaali: Lähtötiedot korjaustavan valintaan



Verkkotallenne: lähtötiedot korjaustavan valintaan

# Aistinvaraiset tutkimukset - Kuntoarvio

Kuntoarvio perustuu olemassa oleviin asiakirjoihin ja pääosin aistinvaraisiin kiinteistötarkastuksen yhteydessä tehtäviin asiantuntijahavaintoihin.

Kuntoarvion tekee työryhmä, johon kuuluu rakennus-, LVIA- ja sähkötekniikan asiantuntija.

- Kuntoarvio voidaan sovittaessa tehdä pelkästään tiloille, rakenteille ja rakennusosille tai järjestelmille (LVIA-, sähkö- ja tietotekniset).
- Kuntoarviossa voidaan erikseen sovittaessa arvioida myös kiinteistön toiminnallisuutta, viihtyisyyttä, muunneltavuutta ja esteettömyyttä.

# Aistinvaraiset tutkimukset - Kuntoarvio

KH-kortin (RT-kortisto) mukainen kuntoarvio, ominaispiirteet

- Rakenne- LVIA- ja sähkötekniikka
  - Erikoistunut asiantuntija jokaiselta alalta
- Aistinvarainen rakenteita rikkomaton
- Tutkimusvälineenä esim. pintakosteudenosoitin
- Lähtötietojen läpikäynti mm.
  - Rakenteet, riskirakenteet, LVIA ja S-järjestelmät
- Asukas- / käyttäjäkyselyt
- Raportti
  - Havainnot
  - Toimenpide-ehdotukset (sis. kustannusarviot, sis. alv)
  - PTS (pitkän tähtäimen suunnitelma 10 v)
  - Käyttöikäarvio
  - Jaottelu yleensä talo-2000 –nimikkeistön mukaan
- Suuntaa-antavat kustannusarviot kaikille toimenpiteille
- Kuntoluokka rakennusosittain
- RT-kortin mukainen tarjouspyyntö -> vertailukelpoisemmat tarjoukset

RT 103003 | 30 sivua | Julkaistu 01.03.2019

## Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje

### Kuvaus

Ohjekortissa esitellään asuinkiinteistön kuntoarviota kuntoarvioijan näkökulmasta ja käsitellään kuntoarvion tavoitteet, sisältöä ja laajuutta. Lisäksi annetaan ohjeita kiinteistö tarkastuksen tekemisestä ja kuntoarvion raportoinnista. Ohje on tarkoitettu kerros- ja rivitalojen kuntoarviointiin.



<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103003>

Lähtötietoja ovat esim.:

- Isännöitsijäntodistus liitteineen
- Kiinteistön perustietokortti täytettynä (KH 90025)
- tilaajan ja kiinteistönhoito-organisaation yhteystiedot
- lämmön, sähkön ja veden kulutus- ja kustannustiedot (kulutus- ja perusmaksut, aikatariffit) vähintään kolmelta edelliseltä vuodelta
- tiedot rakennusosista, rakenteista ja järjestelmistä
- kiinteistön rakennus- ja korjaushistoria
- aiemmin tehtyjen kuntoarvioiden ja -tutkimusten raportit
- asiakirjat kuten piirustukset ja selostukset
- käyttäjä- ja asukaskysely (usein tehdään kuntoarvion yhteydessä)

Havainnot mm.

- Terveellisyyteen ja turvallisuuteen liittyvät sekä akuutit ongelmat tulisi esittää korostetusti raportin alussa.
- Kunnossapitotarpeet
- Kosteusvauriot
- Sisäilmaepäilyt
- Asukas- / käyttäjäkyselyn olennaiset asiat

Jatkotoimenpiteet

- Kunnossapitosuunnitelma
  - kunnossapidon kannalta olennaiset asiat väh. seuraavalle 10 vuodelle
  - ennakoivat korjaukset
- Lähtötiedoista ja kenttätöissä selvinneet tutkimustarpeet tai epäilyt
  - ehdotuksena mm. riskirakenteiden kuntotutkimus

## SITOWISE

Pitkän tähtäimen suunnitelma

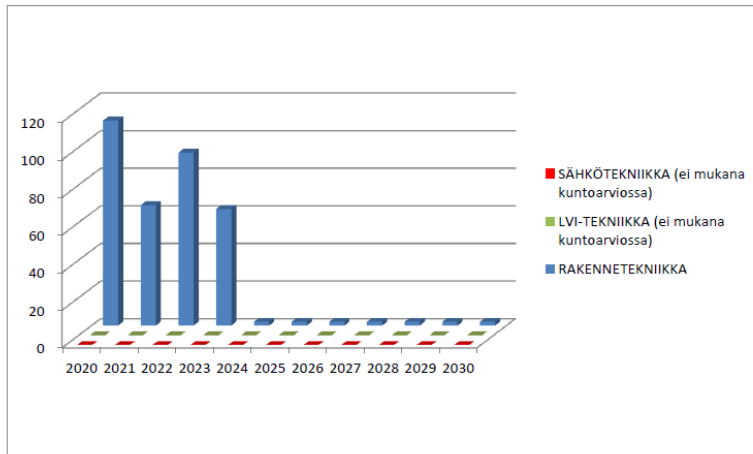
## PITKÄN TÄHTÄIMEN SUUNNITELMA

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>RAKENNETEKNIikka</b>	109,0	64,0	92,0	62,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
LVI-TEKNIikka (ei mukana kuntoarviossa)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SÄHKÖTEKNIikka (ei mukana kuntoarviossa)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>YHTEENSÄ</b>	109,0	64,0	92,0	62,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Kustannusarvio sis alv 24% ja on merkitty tuhatta euroa kohden (luku x 1000 €, esim. 5 = 5000 €)

Pinta-ala	2 800,00 m <sup>2</sup>
Huoneisto ja kerrosala ei ole tiedossa	m <sup>2</sup>
Tilavuus	m <sup>3</sup>

Rakennetekniikka	341 000,00 €
LVI-tekniikka, ei arvioitu	0,00 €
Sähkötekniikka, ei arvioitu	0,00 €
<b>Yhteensä:</b>	<b>341 000,00 €</b>



## KUSTANNUKSET YHTEENSÄ:

	€/pinta-ala	€/pinta-ala/vuosi	€/pinta-ala/kk
Rakennetekniikka	121,79 €	12,18 €	1,01 €
LVI-Tekniikka	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Sähkötekniikka	0,00 €	0,00 €	0,00 €
<b>Yhteensä:</b>	<b>121,79 €</b>	<b>12,18 €</b>	<b>1,01 €</b>

## SITOWISE

Pitkän tähtäimen suunnitelma

## RAKENNETEKNIikka

11 Alueosat	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>113 Kuivatusosat</b>											
Salaojen ja sadevesiviemärien huuhdeltu sekä salaojen kuvaus	2										
Kuivatusrakenteiden selvityksiä kuten: salaojen toteutuksen ja laajuuden selvitys, perusmuurillevyn olemassa olon selvitys, salaojen korkotasot, maanpinnan korkotasot.	3										
VARAUS: Kuivatusrakenteiden jatkokomennpiteet				30							
Syöksytörröiden asemoiminen tai liitöksen korjaus maatasolla	2										
<b>115 Päällysteet</b>											
Sisäänkäynnin edustan päällysrakenteiden uusiminen				25							
Rakennuksen välitöiden vierustojen siivoaminen ylimääräisestä tavarasta.	0										
<b>116 Alueen varusteet</b>											
<b>12 Runkorakenteet</b>											
<b>122 Perustukset ja alapohjat</b>											
Alapohjan tarkastusluukkujen tarkastukset	0										
Alapohjan kuntotutkimukset	5										
<b>123 Runko</b>											
Puupalkkien halkeamien kartoitus ja kantavuusselvitys/laskelmat	3										
Puupilareiden alaosien kuntotutkimukset	2										
Kantavien teräsrakenteiden palo-suojauksen tarpeen ja laajuuden selvitys ja tarvittavat korjaukset.	1										
<b>1236 Yläpohja</b>											
Yläpohjan kylmäsiiltojen korjaus ja korostusvaurioiden korjaus.	3										
Yläpohjan LVI-tekniikan eristepuutteiden kartoitus ja korjaus sekä kyseisten linjojen nuohous	4										
Yläpohjan kuntotutkimus	4										
Yläpohjan tuuletuksen parantaminen, mm. poistamalla alusaudoitusta.				30							
<b>124 Julkisivut</b>											
<b>1241 Ulkoseinät</b>											
Ulkoseinien ja sokkelihalkaisun kuntotutkimukset	5										
Julkisivun liikutussuomien kartoitus ja korjaus. Samassa yhteydessä taustarakenteiden kunnon selvitys.	3										
Tuulettamattomien puuverhoituksen kartoitus ja korjaus. Samassa yhteydessä huoltomaalaus				30							
<b>1242 Ikkunat</b>											
Ikkunoiden huoltokunnostus (st. pellityksen ja smyygilau-tojen korjaus)				30							
Alkuperäisten ikkunoiden uusiminen.					15						

# Kuntoarvio – tilaajan vastuita

- ilmoittaa kuntoarvioon osallistuvien edustajiensa yhteystiedot ja määrittelee heille riittävät velvollisuudet ja toimivaltuudet
- huolehtii, että kuntoarvioijilla on käytössään asiakirjat korjaussuunnitelmista ja tehdyistä korjauksista
- ilmoittaa kiinteistön lämmön, sähkön ja veden kulutustiedot kolmelta edelliseltä vuodelta
- täydentää ja tarkentaa tarvittaessa annettuja tietoja
- huolehtii, että kuntoarvion suorituksesta tiedotetaan kiinteistöhoitajille, tilojen käyttäjille ja asukkaille etukäteen ja heille on annettu tarvittavat ohjeet
- vastaa tarkastettavan kiinteistön kunnosta siten, että kuntoarvioijat voivat tehdä työnsä työturvallisuusmääräyksiä noudattaen. Jos kiinteistössä on vikoja tai puutteita, jotka voivat aiheuttaa vaaraa kuntoarvioijille, ei tarkastusta siltä osin tarvitse tehdä
- vesikatolle ja kaikkiin tarkastettaviin teknisiin tiloihin on varmistettu turvallinen pääsy
- viemärien, salaojien, sadevesien ja putkikanaalien tarkastuskaivot on paikallistettu ennalta ja että niiden kannet ovat avattavissa
- salaojien purkupaikat on selvitetty.

# Kuntoarvio – toteuttajan vastuita

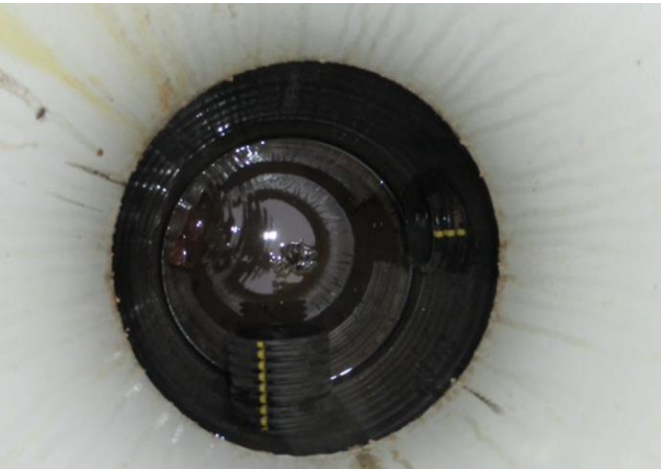
- nimeää työlle vastuuhenkilön
- vastaa käyttämiensä menetelmien tarkoituksenmukaisuudesta, toimivuudesta ja raportoinnista.
- tutustuu kiinteistön rakenteisiin ja taloteknisiin järjestelmiin sekä arvioi suunnitelmaratkaisuihin liittyvät riskit
- käy läpi kiinteistön korjaus- ja muutoshistorian
- tutustuu aikaisemmin tehtyihin kuntoarvioihin ja -tutkimuksiin
- käy läpi käyttöpäiväkirjan merkinnät
- tutustuu kiinteistön pelastussuunnitelmaan
- ilmoittaa tilaajalle, jos oleellisia lähtötietoja puuttuu. Tarvittaessa sovitaan tietojen täydentämisestä.
- tutustuu kiinteistöön työturvallisuuden näkökulmasta. Varmistaa, että kuntoarvio voidaan tehdä kohteessa turvallisesti
- kuntoarvioitsija laatii lähtötietojen perusteella tarkastussuunnitelman ja tekee energiatalouden selvityksen.

## Laajuus

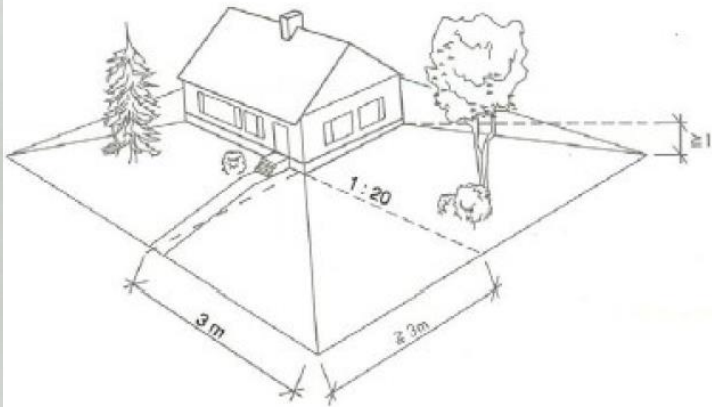
- rakennustekniikka
- LVIA-, sähkö- ja tietotekniset järjestelmät
- yleiset tilat ja sovittu määrä huoneistoista
- ulkoalueiden rakenteet ja varusteet (vuodenajasta riippuen mahdollisuuksien mukaan). Leikkivälineiden tarkastus ei sisälly kuntoarvioon.
- energiatalous
- turvallisuus- ja terveysriskit
- kiinteistönhoidon ja ylläpidon kehitystarpeet.
- Merkitään onko hissi tarkastettu määräysten edellyttämällä tavalla

# Esimerkkejä havainnoista ja tarkastuslaajuudesta

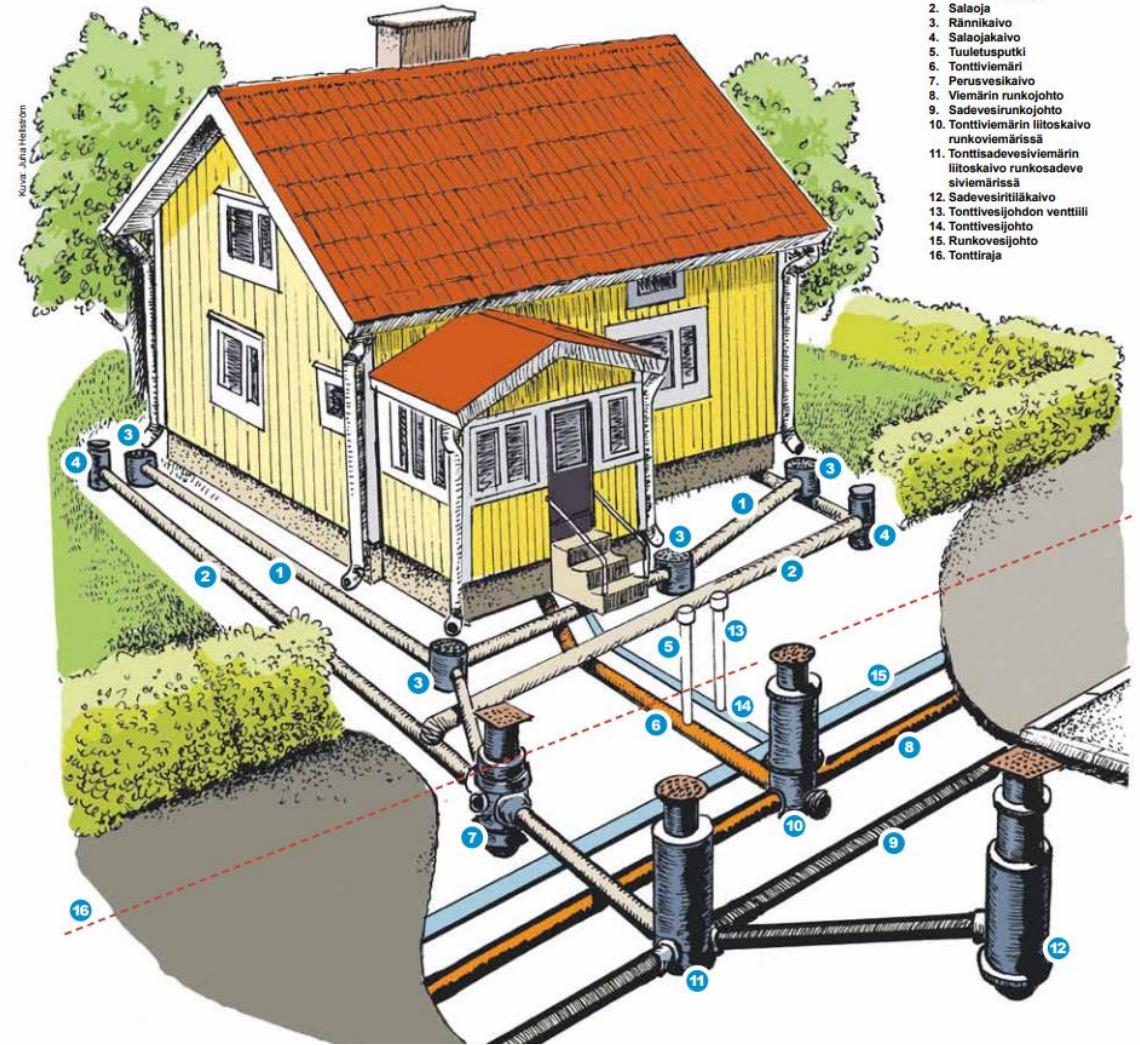
- Kuivatusjärjestelmät ja vedenohjaus



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen



Kuva 7.79. Maan pinnan kaltevuudet rakennuksen vieressä suositusten mukaan, Kuvan lähde: Ympäristöministeriö, 1999.



<https://www.riihimaenvesi.fi/uploads/2021/07/f23ca0e6-tiedotuslehti-2012-1.pdf>

Tarkastetaan sisä- ja ulko-osat näkyviltä osin



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen

# Kuntoarvio - kuntoluokka

## Kuntoluokka rakennusosittain

Kuntoluokka	Kunto	Arvio suositellusta toimenpideajankohdasta
KL1	Heikko	Uusitaan 1...5 vuoden kuluessa
KL2	Välttävä	Peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
KL3	Tyydyttävä	Kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
KL4	Hyvä	Hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
KL5	Uusi	Uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa

Kuva: Sitowise

## Esimerkkejä havainnoista

- Näkyvät kosteusvauriot, –rasitukset ja vuodot
  - Arvio niiden vaikutuksista rakenteisiin ja sisäilmahaitan riskiin
  - Jatkotoimenpide-ehdotukset
    - Yleensä suora korjausehdotus ja/tai lisätutkimus kuntotutkimuksin



Kuvat: Sitowise, Niko Tolvanen ja Tuukka Suorsa

- Kosteusvaurioriskien epäilyt, esim.
  - Vesikaton toiminta
  - Liikuntasaumamat
  - Tuuletuksen arviointi (AP, US, YP)



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen



Kuva 7.19 Vasemman puoleisessa kuvassa saumat ovat tiiviitä ja elementtien alanurkissa on vedenpoistoputket. Oikeanpuoleisen kuvan sauma on epätiivis. Kuvat: M. Pitkäranta ja K. Laine, Vahanen Oy.



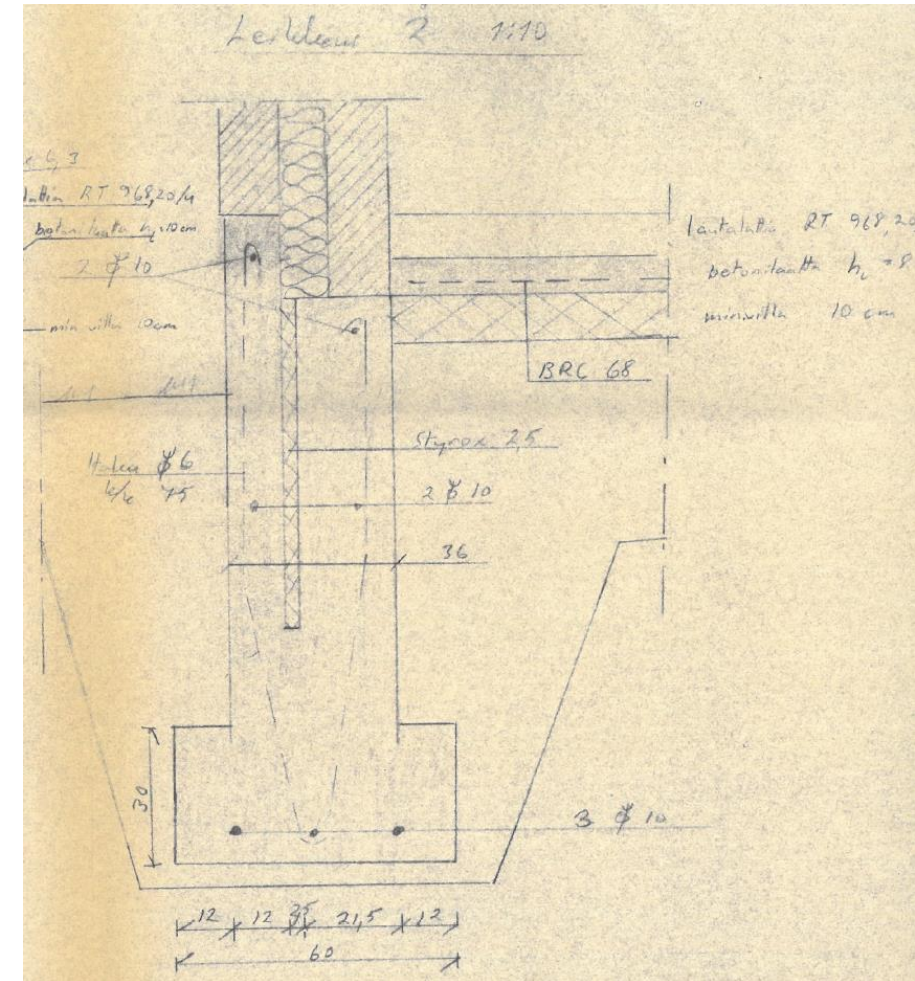
Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen

## Esimerkkejä havainnoista

- Kosteusvaurioriskien epäilyt, esim.
  - Rakenteen toteutuksen arviointi
  - Piirustuksien läpikäynti -> vaurioherkät rakenteet



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen



1970 -luvulla rakennettu koulurakennus,  
valokuvaus: Sitowise

Teknisen käyttöiän saavuttaminen edellyttää, että rakennus tai järjestelmä on suunniteltu ja toteutettu rakennusajankohtana voimassa olevien määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Lisäksi edellytetään, että

- on noudatettu hyvää rakennustapaa
- asianmukaiset kunnossapito-, hoito- ja huoltotoimenpiteet on tehty ja käyttöohjeita noudatettu.
- Kunnossapitojaksot vaihtelevat paljon laitteiston iän, erilaisten käyttö- ja rasitusolosuhteiden yms. seikkojen takia.
- Myös materiaalit, mahdolliset suunnittelu- tai asennusvirheet vaikuttavat kunnossapitajaksoihin.
- Tietoja voidaan käyttää mm. kuntoarvioissa, energiakatselmuksissa, kuntotutkimuksissa ja kunnossapidon suunnitteluun sekä hankesuunnitteluun ja elinkaaren määrittelyyn.
- Niistä on apua myös rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden, huoltokirjan laadinnassa.

# Kuntoarvio – tekninen käyttöikä

Kun tekninen käyttöikä on kulunut umpeen, rakenne, rakennusosa, järjestelmä tai laite on tarkoituksenmukaista korvata uudella.

# Kuntoarvio - Yhteenveto

Kiinteistön tilojen, rakennusosien, taloteknisten järjestelmien ja ulkoalueiden kunnan aistinvarainen selvittäminen ja korjaustarpeiden yleispiirteinen arviointi sekä niiden määrämuotoinen raportointi.

Kuntoarviossa tarkastellaan myös sisäolosuhteita ja energiataloutta ja tehdään niihin liittyviä korjausehdotuksia.

Kuntoarviolla saadaan kuva kiinteistöstä ja tuodaan esiin asioiden tärkeysjärjestys.

- Ensisijaisia ovat turvallisuuteen ja terveellisyyteen vaikuttavat seikat.
- Seuraavaksi tärkeimpiä ovat korjauskustannuksiltaan merkittävimpien rakennusosien vauriot sekä pahentuessaan merkittäviä vahinko- ja turvallisuusriskejä aiheuttavat vauriot.

Kuntoarviot päivitetään tai uusitaan noin 5 vuoden välein.

Esim:

Asuntokaupan kuntotarkastus omakotitaloon

- Voi sisältää yksittäisiä rakenneavauksia

Huoneiston tarkastus asuntokaupan yhteydessä (taloyhtiön osakehuoneisto)

- Merkittävin on yleensä märkätilojen pintakosteuskartoitus

## TDD (Tekninen Due Diligence)

Yritysten kesken on tavanomaista laatia yhtiömuotoisten kiinteistöjen myyntitilanteissa tekninen due diligence (TDD)-selvitys osana kaupankäynnin osapuolten vastuiden ja kauppakohteen ominaisuuksien määrittelyä.

Perinteisesti TDD sisältää käytännössä kuntoarvion, jonka tarkoituksena on määrittää kiinteistön

- tekninen kunto
- riskit
- korjaustarpeet
- alustavat kustannusestimet korjauksille.

TDD:en voidaan tarpeen mukaan liittää myös muita selvityksiä mm. kiinteistön ylläpitoon tai kaavoitukseen liittyen.

Rakennukselle on syytä tehdä kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, jos rakenteissa havaitut ongelmat, sisäilman haju tai ihmisten oireet viittaavat mahdolliseen sisäilma- tai homeongelmaan.

Kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää kosteus- tai homevaurioiden laajuus ja aiheuttaja.

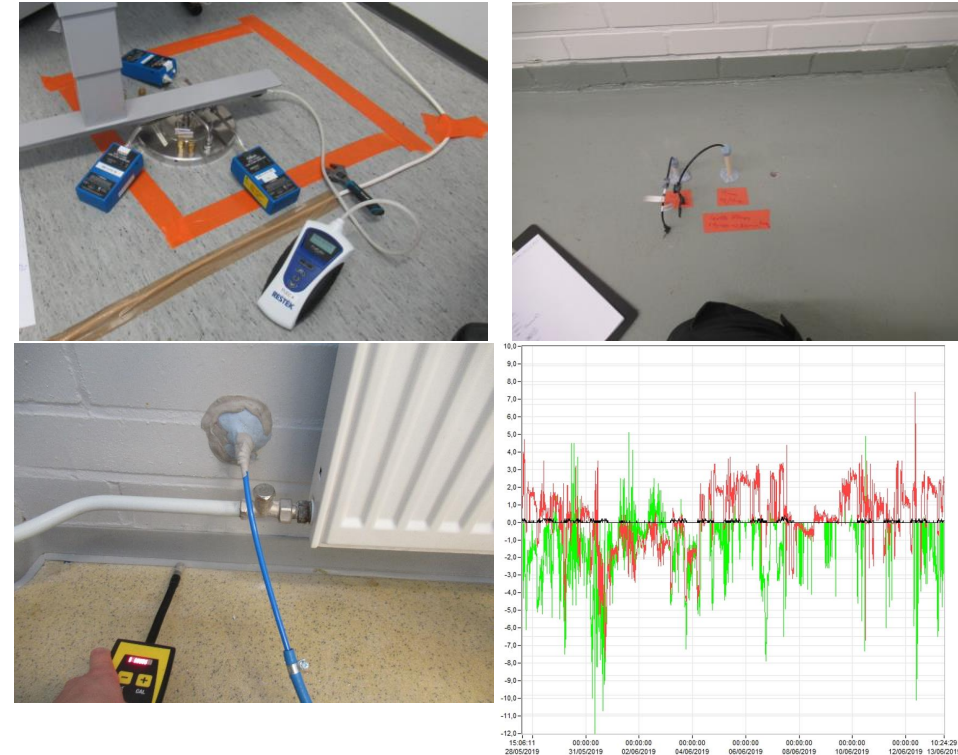
Tulokset auttavat omistajaa päättämään jatkotoimista



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen

# Kuntotutkimus – tyypillisiä sisältöjä

Rakenneratkaisujen selvitys  
Rakenteiden kunnon selvitys  
Rakenteiden tiiveyden ja ilmavuotoreittien tutkiminen  
Kosteusmittaukset  
Pintakosteuskartoitus  
Kemiallisten epäpuhtauksien tutkimukset  
Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastus  
Sisäilmaolosuhteiden ja sisäilman epäpuhtauksien mittaukset



Kuvat: Sitowise, Niko Tolvanen

# Kuntotutkimus - laajuus

Laajuus on esimerkiksi seuraava:

- Koko rakennuksen tutkiminen sovitulla menetelmällä
- Rakennuksen osan tutkiminen
- Yksittäisen huoneen tutkiminen
- Yksittäisen rakenteen tutkiminen
- Yksittäisen näytteen ottaminen
- Yksittäisen järjestelmän tutkiminen

Määritetään tutkimussuunnitelmassa



Piirustus: Sitowise, Niko Tolvanen

Tutustutaan kohteeseen ennen suunnitelmien tekoa

- Kohdekäynti
- Asiakirjat ja tiedot
- Alustava riskiarvio

Tutkimussuunnitelma

- Merkitään tutkimuspisteet
- Määritetään ja kuvataan menetelmät
- Arvioidaan näytemäärät
- Tehtävä isommissa kohteissa
- Tilaaja voi kommentoida
- Voi käyttää tarjouspyynnössä tai sama tekijä tekee tutkimukset
- Säästää aikaa kohteessa



Piirustus: Sitowise, Niko Tolvanen

Tavanomaisen keskikokoisen koulu- tai toimistorakennuksen tutkimussuunnitelman laatimiseen menee aikaa tyypillisesti useita työpäiviä.

Tarvittava aika kuitenkin vaihtelee suuresti riippuen suunnitelman tarkkuudesta ja esitystavasta sekä kohteen erityispiirteistä sekä lähtötietojen laajuudesta

Alustavalla riskiarviolla selvitetään rakenteiden todennäköiset vaurioitumisriskit, vaurioiden syyt sekä sellaiset rakenteet, joihin kuntotutkimuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota. Riskiarvio perustuu lähtötietoihin (asiakirjatarkastelu ja haastattelut sekä mahdollisesti käyttäjäkyselyt) sekä tutkittavan kohteen katselmuskäyntiin. Tarvittaessa riskiarvion perusteella hankitaan lisää asiakirjoja sekä haastatellaan uudelleen rakennuksen käyttäjiä, huoltohenkilökuntaa, suunnittelijoita, rakentajia ja/tai omistajia. Hyvällä riskiarviolla muodostuu käsitys tehtävän kuntotutkimuksen laajuudesta, jolloin vältetään myös turhilta mittauksilta sekä tutkimuksilta.



Piirustus: Sitowise, Niko Tolvanen

# Kuntotutkimus - rakenneselvitys

Ennen kohteessa tehtäviä tutkimuksia tutkittavat rakennekerrokset selvitetään mahdollisimman kattavasti lähtötietoina olleista suunnitelmista

Varsinaisissa avauksissa tarkastetaan paikkansapitävyys

- Riittävän suuri avaus, jotta rakenne saadaan luotettavasti selville
  - Esim. 500 x 500 mm
- Mitataan kerrospaksuudet
- Tunnistetaan materiaalit, mm. haitta-aineet
- Arvioidaan tiiveys
- Havainnoidaan kosteusvauriot ja niiden riskit

Edellä mainitut raportoidaan



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen

Rakennusmateriaalien tunnistaminen kuntotutkimuksen yhteydessä on tärkeää rakenteen lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden, vaurioherkkyyden, mahdollisten materiaaliemissioiden ja haitta-aineiden sekä rakenneosan korjattavuuden ja korjaustavan arvioimiseksi. Materiaalin tunnistaminen perustuu yleensä rakentamisajankohtaan, materiaalin ulkonäköön, käyttötarkoitukseen, kuntotutkijan kokemukseen sekä lähdeteoksiin.

Haitta-ainepitoisten materiaalien tunnistaminen on oleellinen osa korjaus- ja purkutyön suunnittelussa. Haitta-ainepitoisten rakennusmateriaalien kirjo on erittäin laaja ja materiaalien tunnistaminen ja analysoiminen voi olla erittäin haastavaa, joten laajemmissa korjaushankkeissa on syytä teettää haitta-ainetutkimus hankesuunnitteluvaiheessa ammattitaitoisella asiantuntijalla

Kuntotutkimuksessa materiaalin yleisten ominaisuuksien tunteminen on tärkeää, koska materiaaliominaisuuksien perusteella arvioidaan rakenteen rakennusfysikaalista toimivuutta. Materiaalien yleisiä ominaisuuksia ovat mm. lämmönjohtavuus, vesihöyrynvastus, ilmanläpäisevyys, materiaalin tasapainokosteus ja kapillaarisuus sekä kestävyys mikrobeja vastaan.



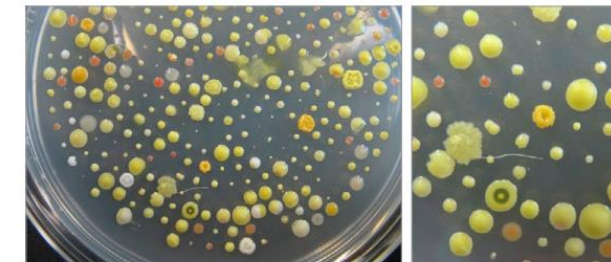
Kuvat: Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

# Kuntotutkimus – Mikrobimateriaalinäytteet

- Materiaalien mikrobikasvua ja vaurioituneisuutta arvioidaan aistinvaraisesti ja tarvittaessa materiaaleista otettujen näytteiden mikrobianalyysillä
- Otetaan kuntotutkimuksien yhteydessä
- Otetaan yleensä silloin jos ei aistinvaraisesti pystytä luotettavasti toteamaan mikrobivaurioituneisuus
- Irrottamalla tutkittavan materiaalin pintakerrosta n. 5 mm syvyydeltä, vähintään noin tulitikkulaatikon kokoinen kappale.
- Tutkittaessa ikääntyneitä tai ulkoilmayhteydessä olevia rakennenosia on suositeltavaa ottaa vertailunäytteitä saman rakenteen vaurioitumattomiksi tiedetyistä osista.
- Käytetään puhdistettuja näytteenottovälineitä (70–80 % etanolilla)



Kuva: Sitowise, Niko Tolvanen



Kuva 6.2. Mikrobipesäkkeitä kasvatusaljoilla laboratoriossa. Ylärivissä home- ja pesäkkeitä. Kuvat: U. Vuori, Mikrobioni Oy.

# Kuntotutkimus – Mikrobimateriaalinäytteet

Jos viljelytulos on alle määrittämissä tai silloin, kun näytteessä esiintyy vain yksittäisiä pesäkkeitä, näytteen mikroskopointi tulee tehdä

- Tuo esiin kuolleita kasvustoja
- Suoramikroskopointi voidaan tehdä luotettavasti vain kovilta materiaaleilta
- Mikäli suoramikroskopoinnissa nähdään sienirihmastoja, voi se viitata homekasvustoon tai lahovaurioon näytteessä.
- Pelkkien itiöiden havaitseminen voi viitata kontaminaatioon muusta lähteestä

Asteikko	Pesäkkeet (kpl)	Tulkinta
-	0	Ei mikrobeja
+	1 – 19	Niukasti mikrobeja
++	20 – 49	Kohtalaisesti mikrobeja
+++	50 – 199	Runsaasti mikrobeja
+++	Yli 200	Erittäin runsaasti mikrobeja

Rakennusmateriaalissa on mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykettejä runsaasti (+++/++++)

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita.

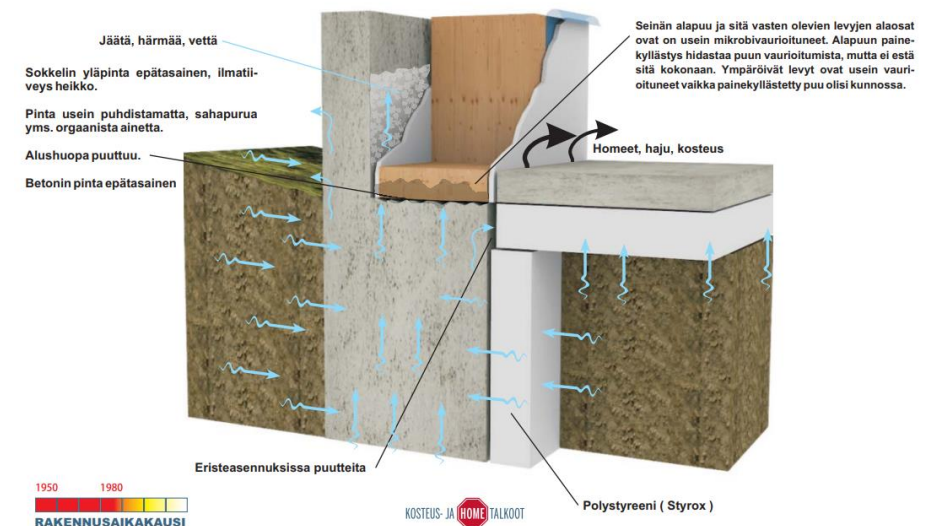
# Avauksien tutkimisen esimerkki

Rakenneavauksista tutkitaan mm:

- Rakennetyyppi
- Veden kapillaarisuuden virtaus reitit
  - Maaperän tunnistus
  - Rakenteessa olevat kapillaarikatkot ja niiden puutteet
- Kosteusrasitukset mm.
  - Maanpinnan taso rakenteisiin
  - Sisäilmankosteuden pääsy
  - Viistosateen pääsy
- Kosteusjäljet
- Tuulettuvuus
- Kuivumissuunta ja -mahdollisuus
- Hajut (oma terveys huomioitava)
- Ilmavuotoreitit ja tiiveys
- Näytteenotto (mikrobi, haitta-aine)

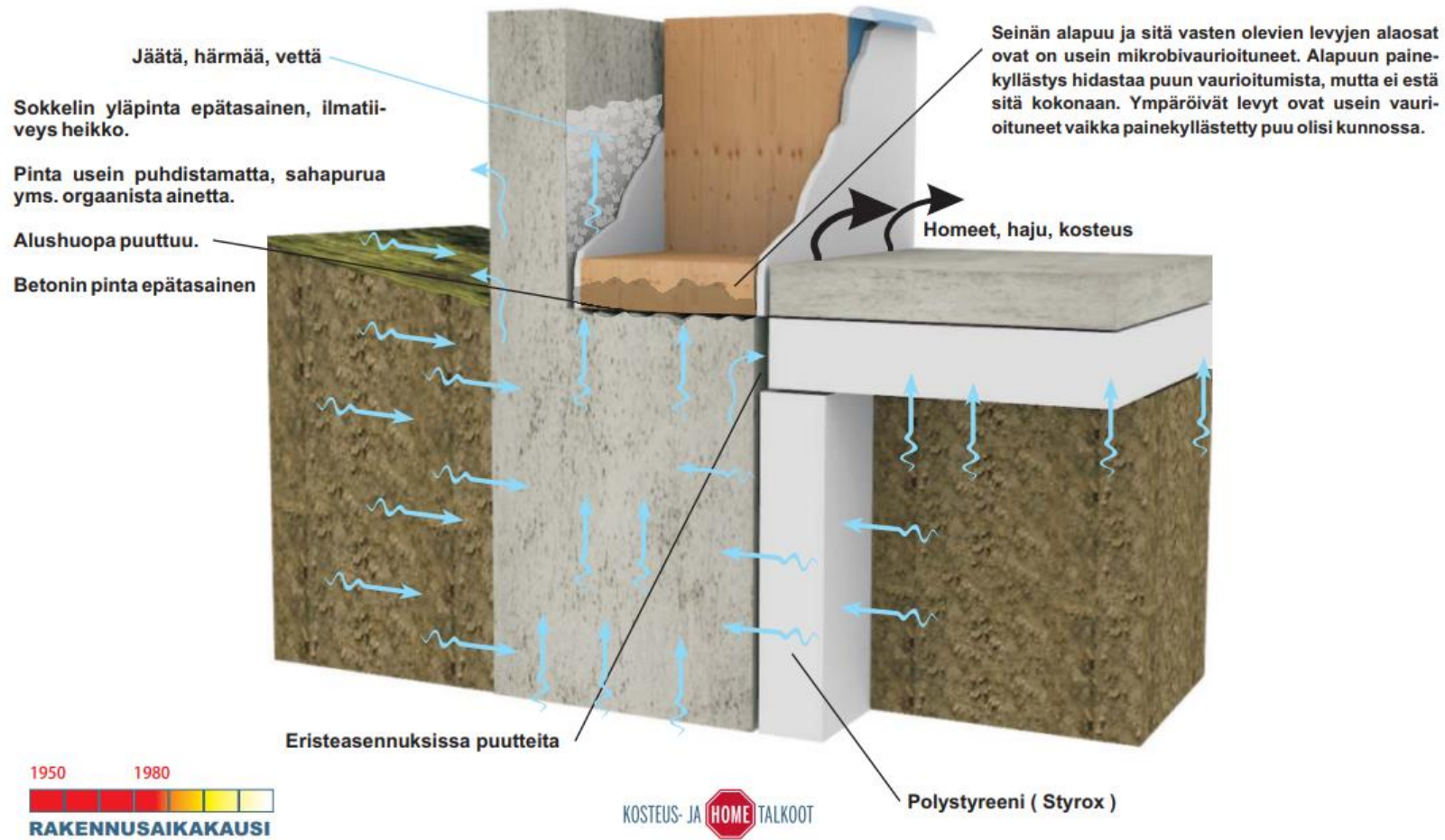


Kuva: Sitowise Niko Tolvanen



Kuva: Hometalkoot

# Avauksien tutkimisen esimerkki



Kuva: Hometalkoot



Kuva: Sitowise Niko Tolvanen

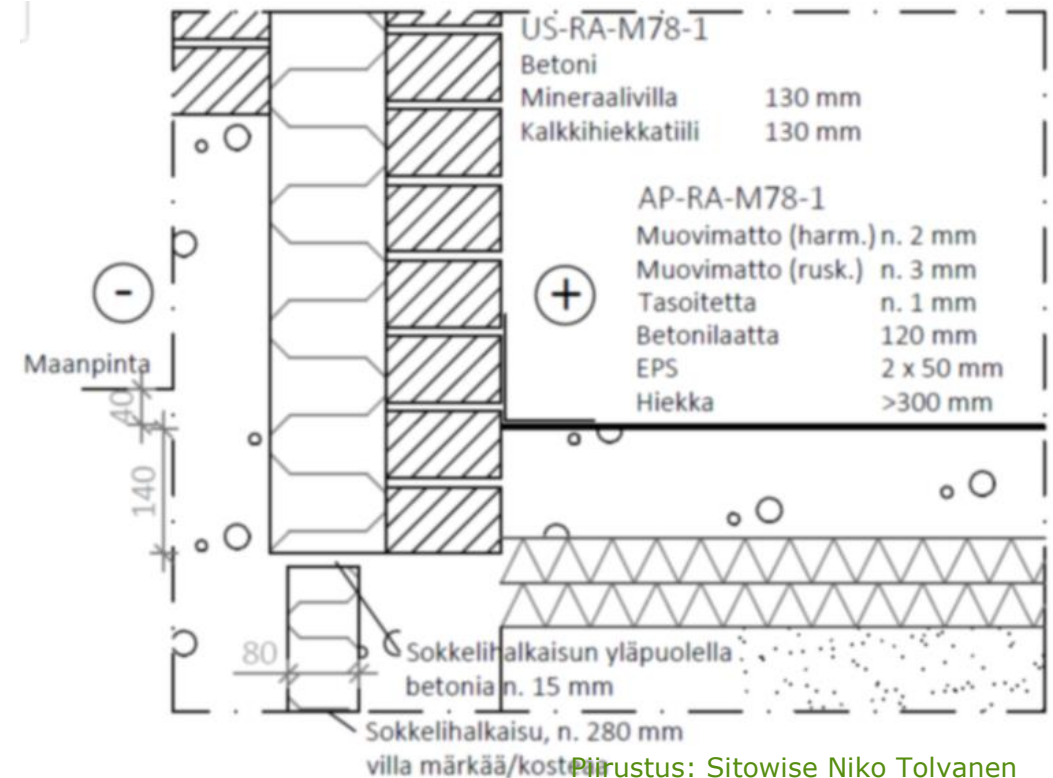
# Avauksien esimerkki

Rakenneratkaisu voidaan piirtää puhtaaksi kuntotutkimusraporttiin

- Helpottaa tutkimustuloksien tulkinnessa ja johtopäätöksissä myös tilaajaa
- Auttaa korjaussuunnittelijaa
- Ei tarvitse avata rakenteita uudestaan korjaussuunnitelmia varten



Kuva: Sitowise Niko Tolvanen



Piirustus: Sitowise Niko Tolvanen

# Ilmanvuotoreittien tutkimukset

Voidaan tutkia mm.

Aistinvaraisesti rakenneavauksista

Merkkisavukokeilla

Merkkiainekokeilla

Lämpökameralla

Tutkitaan koska:

- Halutaan selvittää esim. onko vaurioituneesta eristetilasta ilmavirtausreitti sisäilmaan



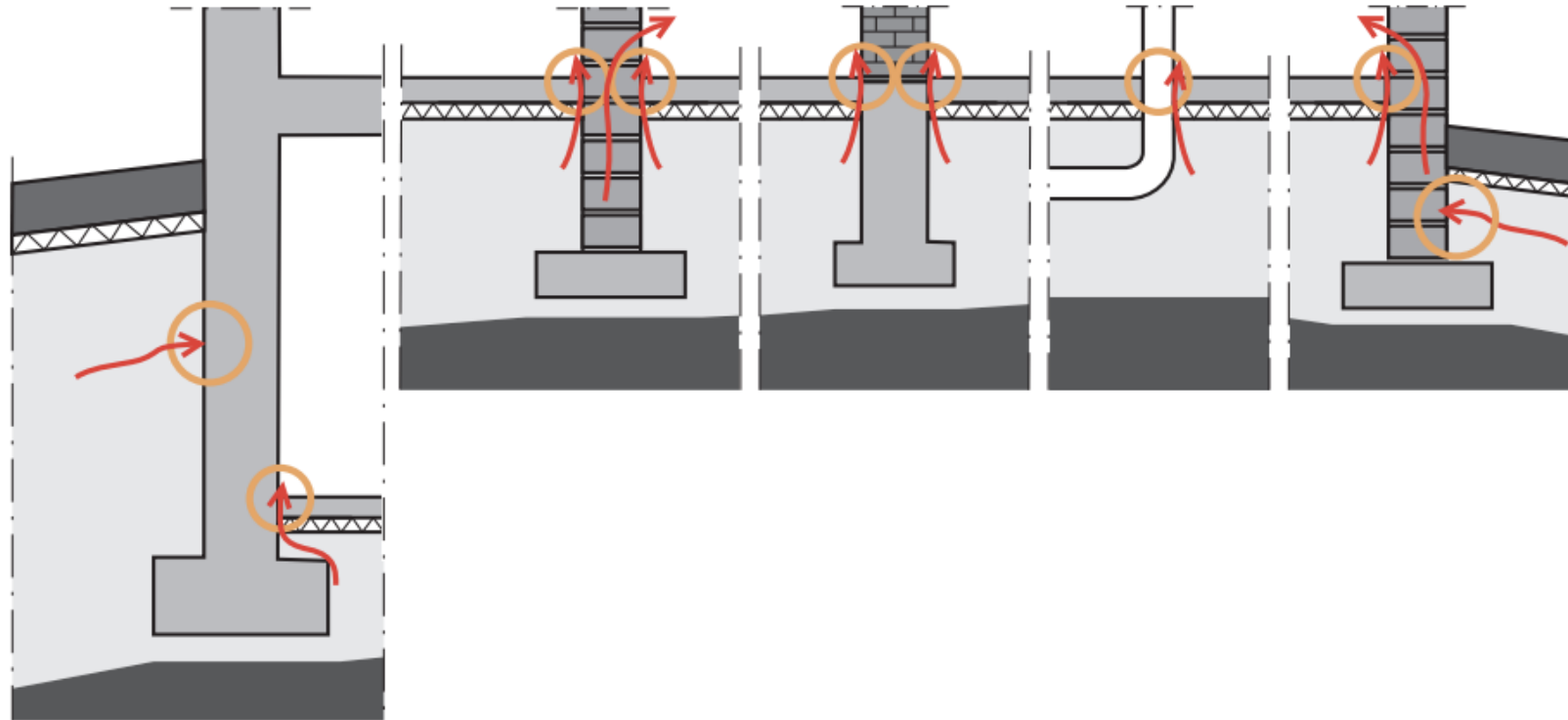
Ilmavuoto voidaan havaita lämpökuvauksella tai savukokeella. Vuodon voi paikallistaa myös infrapunamittarilla. ( Pintaämpömittari ) Jos sisäilmassa on havaittu poikkeavia mikrobipitoisuuksia, on eräs mikrobien lähde alapohjassa.



Kuva: Sitowise Niko Tolvanen

# Ilmanvuotoreittien tutkimukset

Esimerkkejä ilmavuotoreiteistä



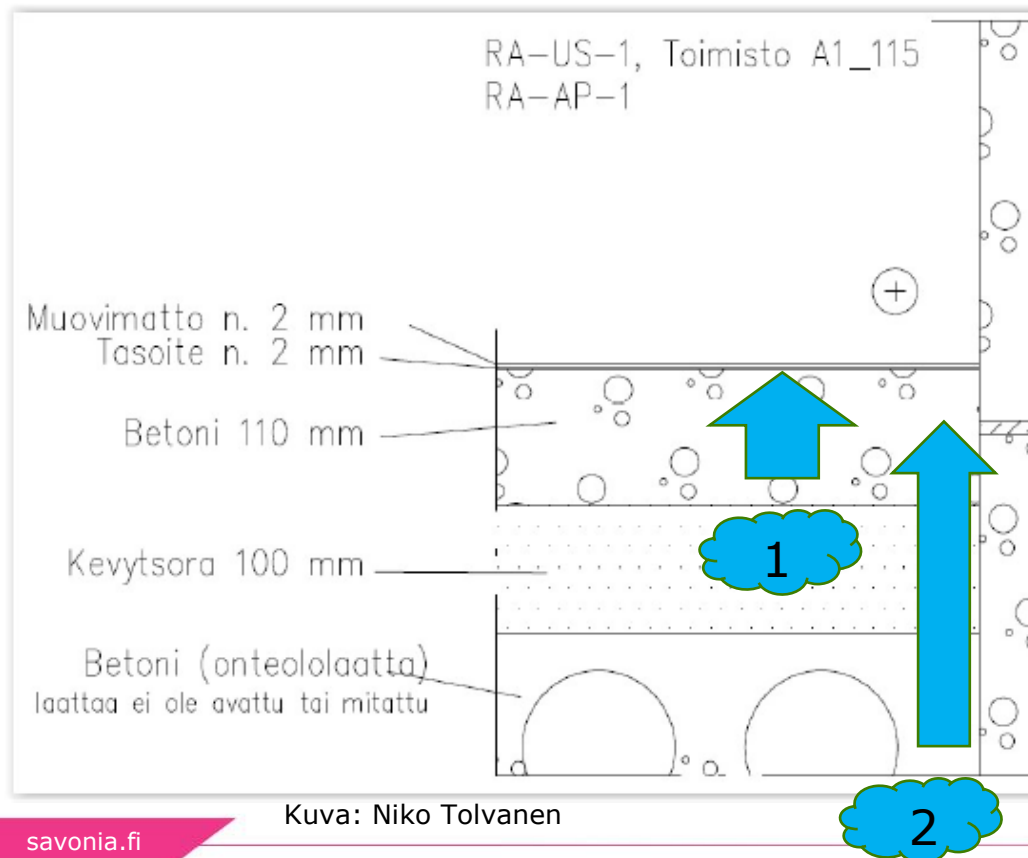
**Kuva 12.** Erilaisia maanvaraisen lattian liitoskohtia, joista ilmavuodot ovat mahdollisia.

# Ilmanvuotoreittien tutkimukset - Merkkiainekokeet

Paine-eromittaus ja paine-erojen säätö alipaineiseksi

Syöttöaika ja kaasun määrä

Lisää luennolla



Kuva: Niko Tolvanen



Kuva: Sitowise Niko Tolvanen

# Ilmanvuotoreittien tutkimukset - Merkkiainekokeet

Suuret ilmavuotoreitit voivat imeä kaasun nopeastikin pois rakenteesta

Muut ilmavuotoreitit voivat jäädä huomaamatta

Tulisi uusia syöttö ja tukkia havaitut reitit



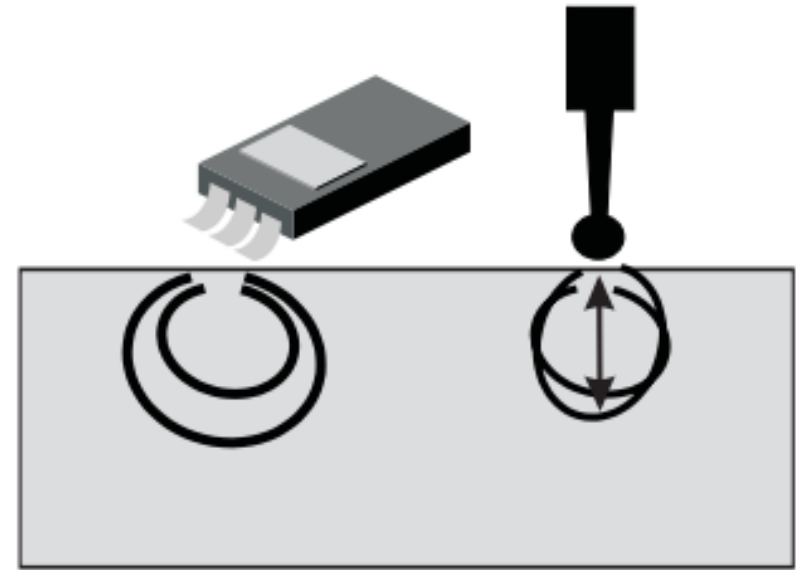
# Pintakosteuskartoitus

- Pintakosteusilmaisimien ei mittaa kosteutta
- Mittaa sähkönjohtavuutta, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm.
  - rakenteiden sisässä olevat vesijohtoputket,
  - teräkset, lämmityskaapelit sekä
  - mitattavan materiaalin koostumus ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.
  - vaatii kokemusta virhetulkintojen välttämiseksi



Kuva: Sitowise Niko Tolvanen

- Voidaan kartoittaa nopeasti laajoja alueita
- Perustuu vertailuun
- Ei saa tehdä korjauspäätöstä
- Suuntaa-antava menetelmä
- Poikkeamat tulee aina tarkastaa rakennekosteusmittauksin



*Kuva 1. Pintakosteudenosoittimien toiminta perustuu mitattavan materiaalin vesipitoisuuden muuttuessa tapahtuviin materiaalin sähköisten ominaisuuksien muutoksiin.*



Mitä paremmin materiaali johtaa sähköä, sitä suurempia lukemia laite näyttää. Esimerkiksi suolakertymät nostavat lukemaa, ja alustasta irti oleva materiaali (esim. laminaatti ja alusmatto tai pinnoitteen irtoaminen "kopolle" alustasta) madaltaa lukemaa. Pintakosteudenilmaisimien ilmaisee sähkönjohtavuuden koko mittaamaltaan syvyydeltä, eikä sen tulosten perusteella voi erotella kosteuspitoisuutta rakenteen eri syvyyksillä. Edellä mainituista syistä pintakosteudenilmaisimen lukemille ei voida etukäteen määrittää yleisiä raja-arvoja vaan lukemat ovat suuntaa-antavia.

- Käytetään yleisimmin betonirakenteiden tutkimisessa
- Selvitetään rakenteiden lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa
- Voidaan mm. selvittää pintarakenteisiin kohdistuva todellinen kosteusrasitus
- Voidaan arvioida betonialustan riittävää kuivuutta ennen lattiapäällysteen asennusta (ei viiltokosteus)
- Mittaa rakennehuokosten ilmatilan suhteellisen kosteuden



Kuva: Sitowise



Kuva: Sitowise

# Rakennekosteusmittaus - porareikämittaus

- Tarkimmillaan rakenteen lämpötilan ollessa + 15 ... + 25 °C
- Rakenteeseen porataan valituille syvyyksille mittausreiät, jotka
  - putkitetaan
  - puhdistetaan imuroimalla
  - tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiivistä elastista massaa käyttäen
- Porareian tasaantumisaika tyypillisesti n. 3vrk



Kuva: Sitowise

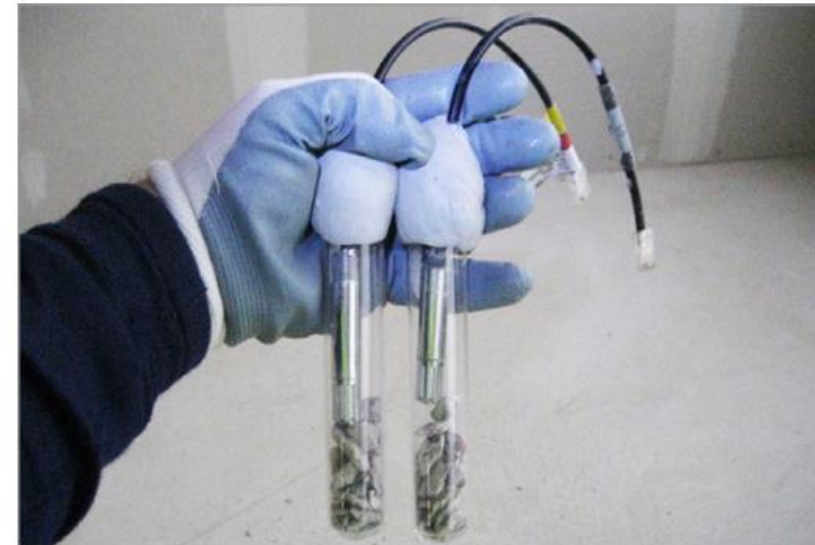
- Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle tehdään referenssimittaus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän monta kosteusmittausta
- Yksi mittapiste sisältää yleensä aina mittaukset usealta eri syvyydeltä
- Kätevä tutkimusmenetelmä ja mittauspisteet on mahdollista paikata tutkimusten jälkeen lähes huomaamattomiksi
- Varottava rikkomasta vedeneristeitä



Kuva: Sitowise

# Rakennekosteusmittaus - Näytepalamittaus

- voidaan käyttää tutkittavan rakenteen lämpötilan ollessa - 20 – + 80 °C
- Irrotetaan betonimurusia mittaussyvyydeltä
- Näytepalat suljetaan koeputkiin
- Siirretään vakiolämpötilaan + 20°C
- Tasaantumisaika on yleensä 5...12 tuntia
- Työläämpi kuin porareikä



# Rakennekosteusmittaus - Viiltokosteusmittaus

- Tarkimmillaan rakenteen mitattavan pinnan lämpötilan ollessa + 20 °C
- anturin tasaantumisaika on yleensä 15...20 minuuttia.
- Voidaan selvittää muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus.
- Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiiviksi
- Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle tehdään vähintään referenssimittaus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän monta kosteusmittausta.

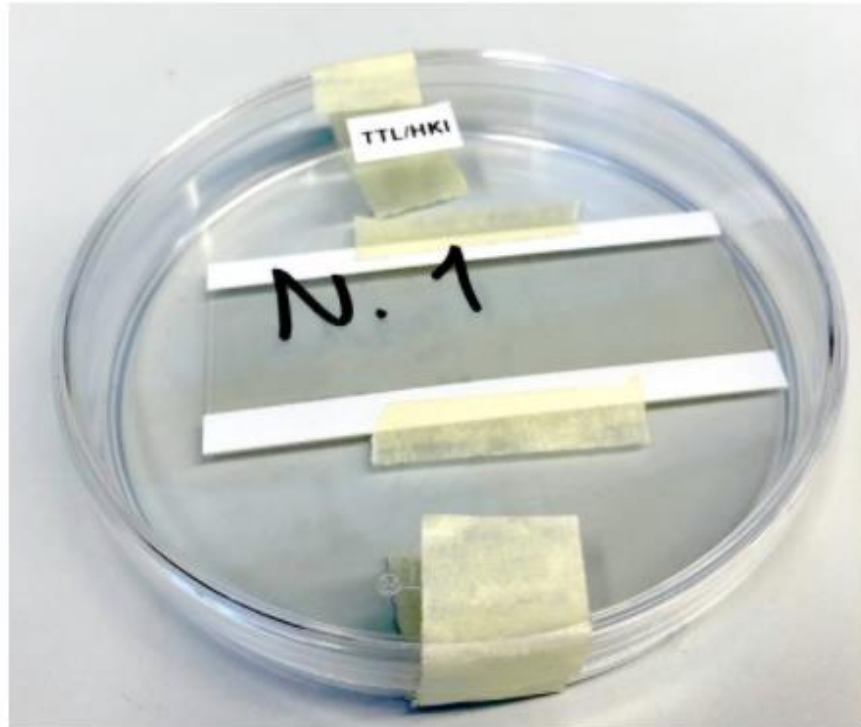


Kuva: Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

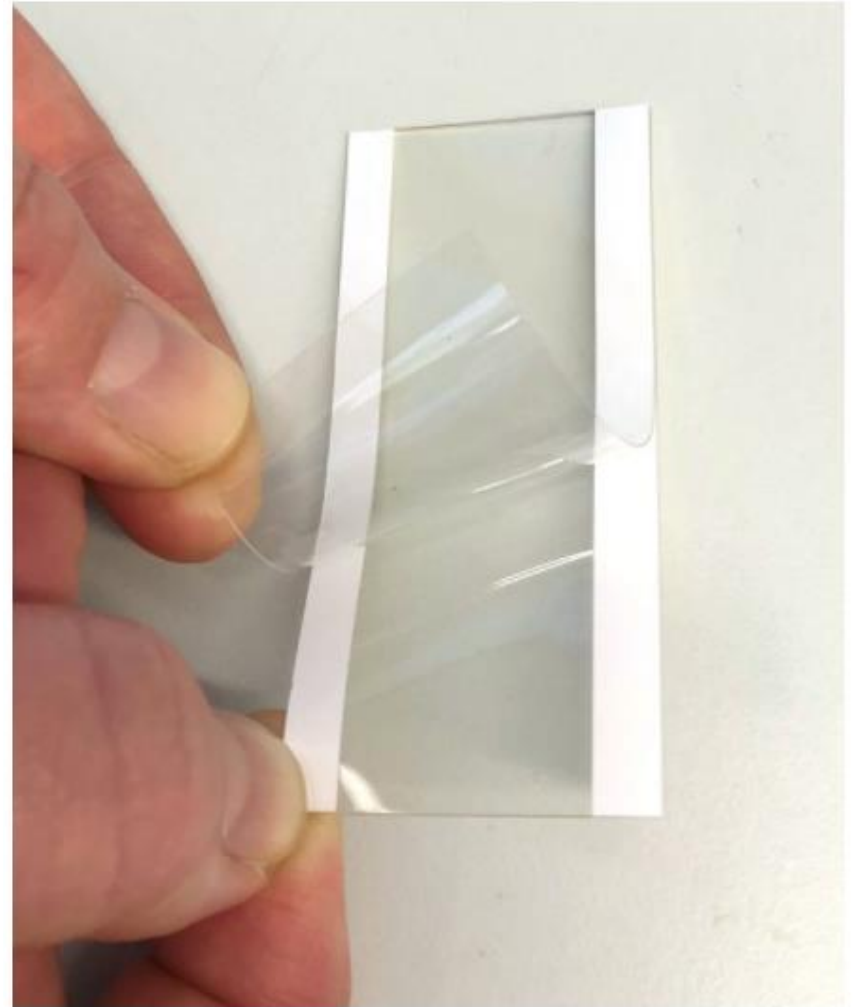
# Mineraalikuitujen tutkimukset - laskeumanäyte

Teolliset mineraalikuidut näytteenotto

Määritysraja 0,1 kpl / cm<sup>2</sup>  
toimenpideraja 0,2 kpl/cm<sup>2</sup>



Kuvat: TTL





**SAVONIA**  
AMMATTIKORKEAKOULU

Kiitos mielenkiinnosta

Niko Tolvanen  
niko.tolvanen@savonia.fi  
Savonia amk

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)

# Seuraavilla kerroilla mm.

Sisäilmahaitasta

Lakien ja asetusten vaikutuksista

Pätevyyksistä

Sisäilmaolosuhteiden mittaukset

Paine-eromittaukset

Hiilidioksidimittaukset

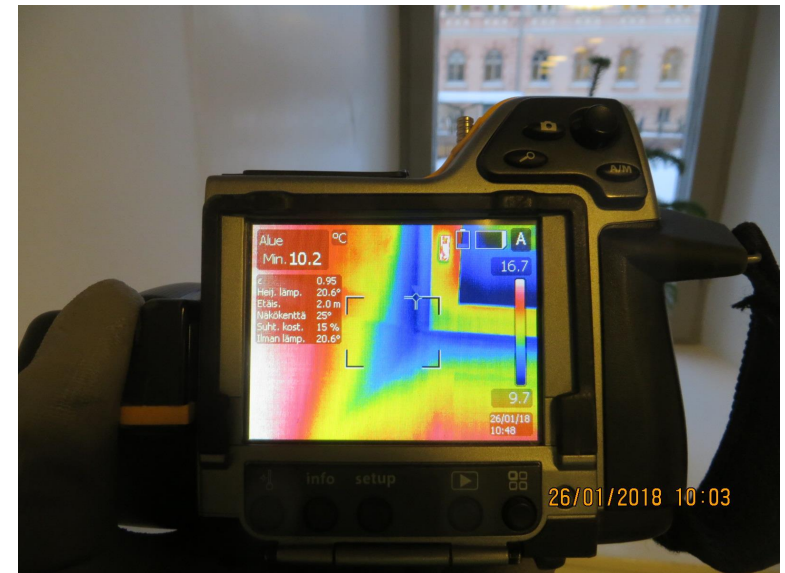
Raportoinnista

Kemiallisten epäpuhtauksien tutkimukset

Lämpökamera tutkimuksen apuna

Tutkimusmenetelmien valinnasta

Riskirakenteista



# Alapohja

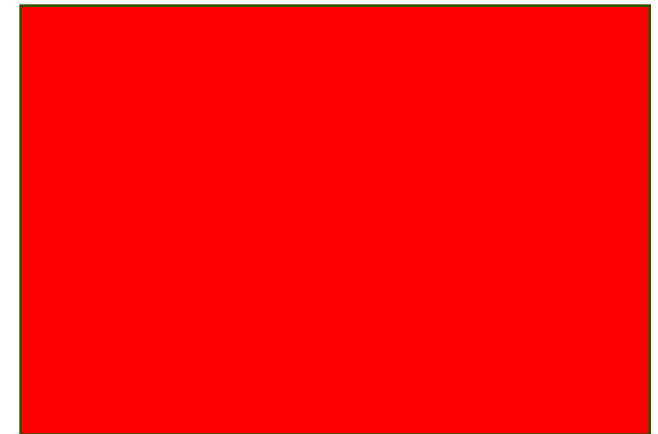
## Ryömintätalallinen alapohja

Lämmöneristeenä sahanpuru, turve ja mineraalivilla.  
Todettiin laho- ja mikrobivaurioita.

Ryömintätila on sahanpurun peittämä

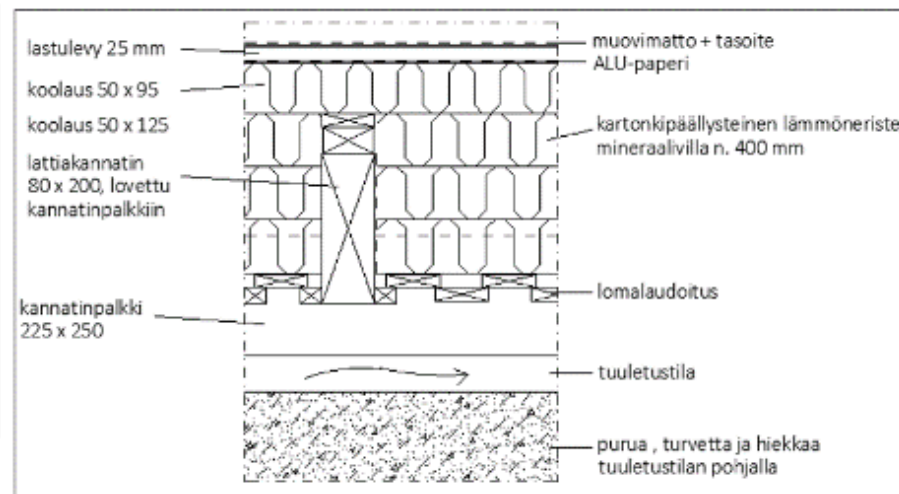
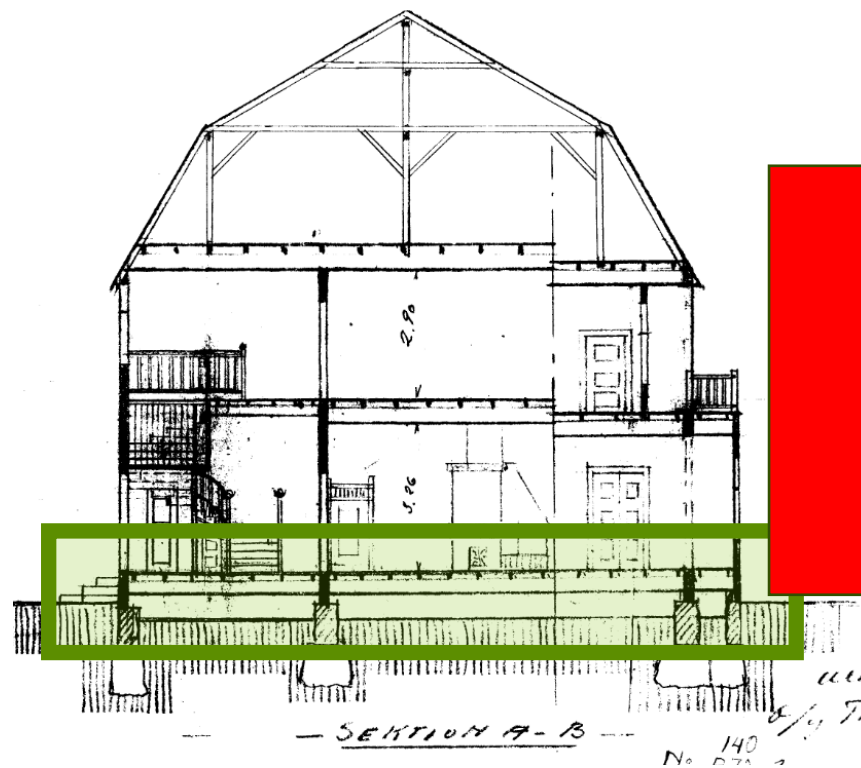
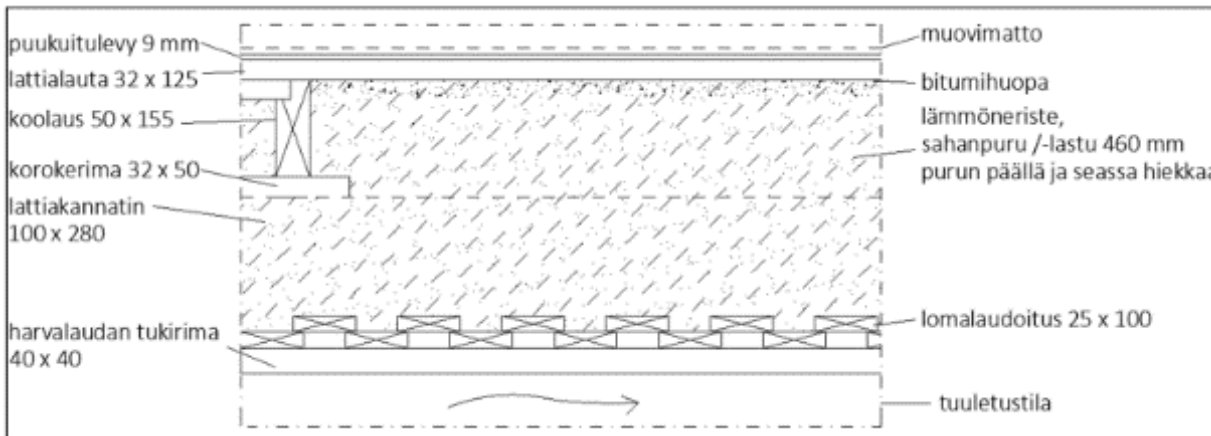
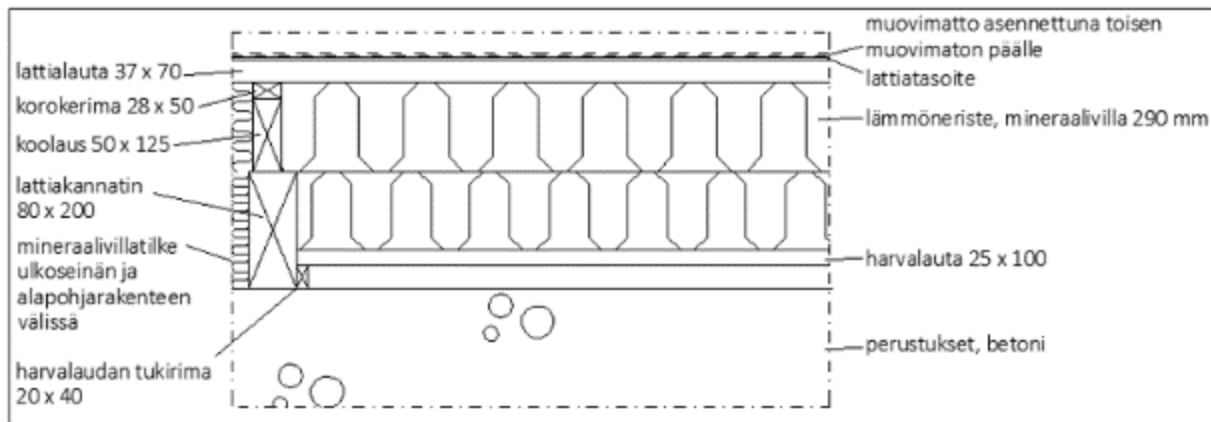
Heikko tuuletus, sahanpuru ja tuuletusaukot tukittu

Lattiapintana on käytetty muovimattoa – tekninen käyttöikä päättynyt – Voi haihtua VOC-yhdisteitä -> voi aiheuttaa sisäilmahaittaa.



# Alapohja

**Ryömintätalallinen ns. rossipihja ja puurakenteinen, pääasiassa Rakennuksen perustana on osittain luonnonkiveys ja osittain betoni.**



Tehdyt havainnot

Tutkimuspisteiden sijainti

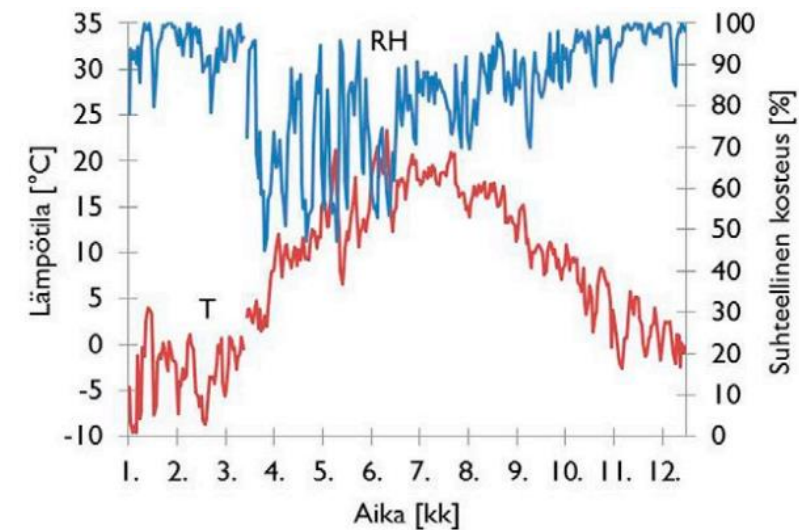
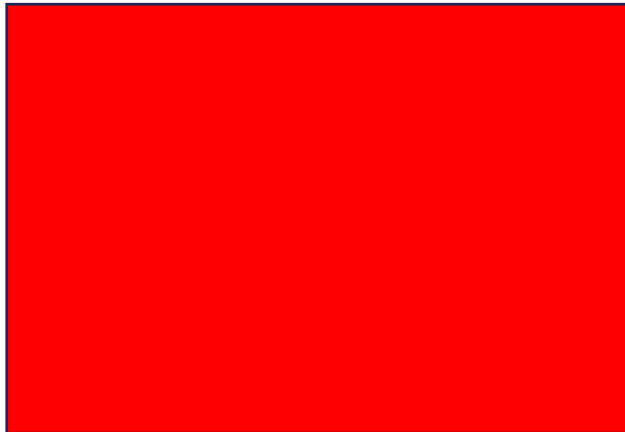
Johtopäätökset

Jatkoitoimenpide-ehdotukset

# Tutkimusajankohdan valinta

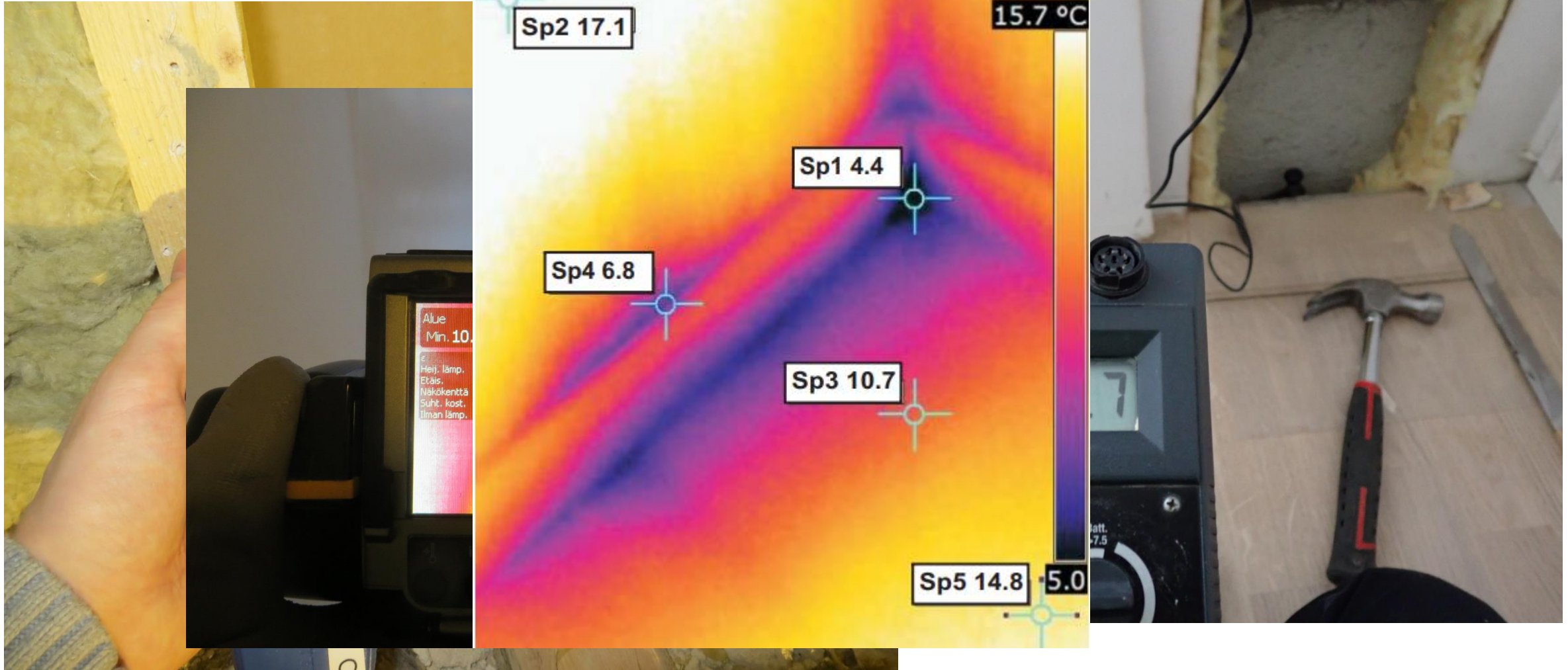
## Ajankohta

- Ulko-olosuhteiden pienen vaihtelun ja alhaisen lämpötilan takia talvi on luotettavampaa aikaa mitata rakennuksen ja rakenteiden kosteusteknistä käyttäytymistä
- Vuodenajan merkitys mittausajankohdan valintaan riippuu kosteus- ja homevaurion todennäköisestä syystä seuraavasti:
  - jos vaurion syy on diffuusiolla siirtyvä kosteus tai kosteuskonvektio, suositeltava mittausajankohta on yleensä kylmä kausi
  - jos vaurion syy on kapillaarisesti rakennuspohjasta siirtyvä vesi, suositeltava mittausajankohta on silloin, kun pohjavedenpinta on korkeimmillaan; ko. ajankohta riippuu sade- ja kuivan ajanjakson ajoittumisesta
  - jos vaurion syy on painovoimalla siirtyvä vesi, suositeltava mittausajankohta on lämmin vuodenaika ja sadejakso sekä perustus ja kellarirakenteiden osalta maan sulamisvaihe.
  - jos vaurion syy on äkillinen vesivahinko, vuodenaajalla ei ole merkitystä.

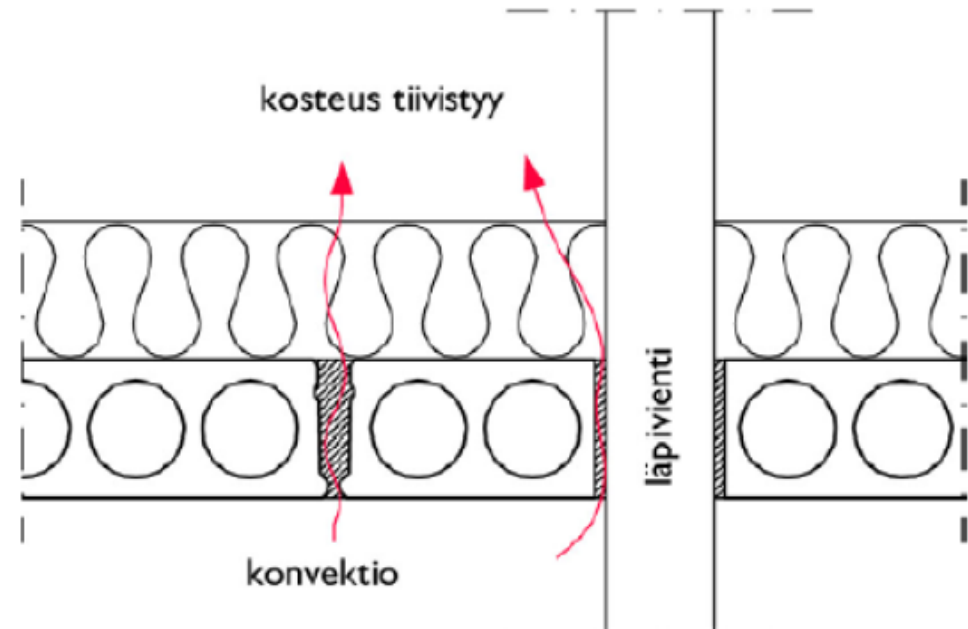


Kuva 2.3. Esimerkki ulkoilman olosuhteiden vaihtelusta vuoden aikana pääkaupunkiseudulla meren läheisyydessä sijaitsevassa mittauspaikassa. Kuva: Vahanen Oy.

# Kuntotutkimus – Raportointi



dddd



Kuva 7.68. Ontelolaattarakenteisessa yläpohjassa kosteaa sisäilmaa voi siirtyä epätiivisti toteutettujen saumojen ja läpivientien kautta tuuletustilaan.

Korkin osiossa Korjausrakentamisen lähtökohdat →  
Lähtötiedot korjaustavan valintaan -aineistossa on esitelty erilaisia tutkimustyyppejä, kuten kuntotutkimus, kuntoarvio, lähtötietojen merkitys jne.

### ✓ Lähtötiedot korjaustavan valintaan

Tässä osiossa opiskelet:

- Erilaisia kuntotutkimuksia ja niiden sisältöjä



Luentomateriaali: Lähtötiedot korjaustavan valintaan



Verkkotallenne: lähtötiedot korjaustavan valintaan

