

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Samuel Vilokkinen
Janne Thusberg

MERKKIAINETUTKIMUKSILLA TEHTÄVÄ RAKENTEIDEN TII-
VIYSTARKASTELU JA TIIVIYDEN KORJAUSTOIMENPITEET

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2016



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijät
Samuel Vilokkinen
Janne Thusberg

Nimeke
Merkkiainetutkimuksilla tehtävä rakenteiden tiivistystarkastelu ja tiiviiden korjaustoimenpiteet
Toimeksiantaja
Insinööritoimisto Tarkkanen Oy

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee ilman epäpuhtauksien kulkeutumista rakennuksen sisätiloihin. Tätä tutkittiin merkkiainekokeella ja saatuja tuloksia käytettiin apuna rakennuksen tiivyyttä parannettaessa.

Työn tavoitteena oli laatia tiivistelmä, jossa käydään läpi merkkiainekokeen suorittamista sekä rakenteiden tiivistystöitä. Työssä on kerrottu, kuinka merkkiainekoe suoritetaan toimivaksi havaitulla tavalla. Lisäksi kerrotaan merkkiainekokeissa tarvittavasta laitteistosta, työvaiheista sekä korjaustoimenpiteiden suorittamisesta. Tiivistystyöosiossa paneudutaan yleisimpiin rakenteiden tiivistyskorjaustoimenpiteisiin, käytettyihin materiaaleihin sekä työtapoihin.

Yhteistyössä Insinööritoimisto Tarkkanen Oy:n kanssa tutkittiin kahden eri merkkiainekaasun leviämisen eroavaisuutta eri rakennetyypeissä. Tutkimuksessa selvitimme kaasujen leviämisenopeutta ja rakenteen tiiviiden ja kosteuden vaikutusta kaasun leviämiseen. Tutkimuksissa havaittiin, että kaasujen välillä on suuria eroja niin kulkeutumisnopeudessa kuin leviämisesäkin.

Kieli
suomi

Sivuja 52
Liitteet 6
Liitesivumäärä 12

Asiasanat

Merkkiainekoe, merkkiaine, merkkiainekaasu, rikkiheksafluoridi, typi-vetyseos, tiivistäminen, tiivistystyöt, paine-ero



THESIS
March 2016
Degree Programme in Civil
Engineering
Tikkariinne 9
80220 JOENSUU
FINLAND
p. (013) 260 6800

Authors
Samuel Vilokkinen
Janne Thusberg

Title
Tightness Inspections with Tracer Gas Test and Repair Methods for Tightness

Commissioned by
Engineering Tarkkanen Ltd

Abstract

This thesis deals with air impurities passing through the wall structure to the indoor air. This was studied with the tracer test and the results from the test were used in improving the tightness of the building.

The goal was to compile a summary report, which deals with how to make the tracer test and how to build air tight structures. The thesis describes how to perform the tracer gas test in a functional way. Furthermore, the necessary equipment needed in the tracer gas test, the work phases, as well as how to make the repairs were dealt with in this thesis. In the part about sealing work this thesis deals with making the most common sealing repairs as well as the materials which are used the most and the work methods.

The study was made in co-operation with Engineering Tarkkanen Ltd and the research was about the testing the difference in spreading between two tracer gases in different structural types. The study provides information about the spreading speed of gas and the effect of the structure tightness and humidity on the spreading of gas. The study revealed that there are big differences between spreading and speed of gases.

Language

Finnish

Pages 52
Appendices 6
Pages of Appendices 12

Keywords

tracer, tracer gas test, tracer gas, sealing, pressure difference

Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
1.1	Opinnäytetyön tilaaja	6
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	7
1.3	Termit ja lyhenteet	7
2	Sisäilmaongelmat.....	9
2.1	Mitä sisäilmaongelmat ovat?.....	9
2.2	Sisäilmasto	10
2.3	Hyvän sisäilman vaatimukset.....	11
2.4	Sisäilman laadun parantaminen.....	13
3	Merkkiainetutkimus	14
3.1	Tutkimusten soveltuvuus	14
3.2	Merkkiainekokeessa käytettävä laitteisto	15
3.3	Merkkiainekokeissa käytettävät kaasut.....	19
3.4	Merkkiainekokeen suorittaminen	20
3.4.1	Mittausten suunnittelu ja valmistelut	20
3.4.2	Paine-eron huomioiminen	20
3.4.3	Merkkiainekaasun syöttäminen rakenteeseen	22
3.4.4	Merkkiainekaasun leviäminen rakenteessa	25
3.4.5	Merkkiainekaasun havainnointi rakenteessa	26
3.4.6	Raportointi	27
3.5	Merkkiainetutkimus Helsingissä 16.12.2015	28
3.5.1	Lähtötiedot	28
3.5.2	Tilan alipaineistus	28
3.5.3	Merkkiainekaasun syöttö	30
3.5.4	Ilmavuotojen havainnointi	31
3.5.5	Ilmavuotokohtien merkitseminen	32
3.5.6	Loppuraportin laatiminen	33
4	Tutkimus merkkiainekaasun leviämisestä eri rakennetyypeissä	34
4.1	Tutkimuksen lähtökohdat.....	34
4.2	Tutkittavat rakenteet	35
4.3	Merkkiainekaasun syöttö	36
4.4	Merkkiainekaasun mittaus	40
4.4.1	Mittaus rakenteesta 1	40
4.4.2	Mittaus rakenteesta 2	42
4.4.3	Mittaus rakenteesta 3	43
4.5	Johtopäätökset ja tulosten tarkastelu.....	44
5	Rakenteessa havaittujen vuotojen korjaus.....	45
5.1	Korjauksissa huomioitavia asioita	45
5.2	Seinärakenteiden vuotokohtien tiivistäminen	45
5.2.1	Alustavat työt	45
5.2.2	Tiivistystyöt	46
5.2.3	Viimeistelytyöt.....	47
5.3	Lattiarakenteiden kapselointi	48
5.3.1	Alustavat työt	48
5.3.2	Kapselointityöt	48
5.3.3	Viimeistelytyöt.....	50
5.4	Töiden laadunvarmistus.....	51
6	Pohdinta.....	51
	Lähteet.....	53

Liitteet

Liite 1	Tuote-esite ARDEX EP 2001 W
Liite 2	Tuote-esite ARDEX P82
Liite 3	Tuote-esite ARDEX F 5
Liite 4	Tuote-esite ARDEX EP 2000
Liite 5	Tuote-esite ARDEX K 14
Liite 6	Tuote-esite ARDEX K 75

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tilaaja

Insinööritoimisto Tarkkanen Oy on vuonna 2013 perustettu kolmen henkilön yritys, joka toimii pääosin pääkaupunkiseudulla. Yrityksen toimisto sijaitsee Tuusulan Jokelassa. Toimitusjohtaja on Vesa Tarkkanen ja yrityksen toimialoja ovat muun muassa rakennusten elinikää pidentävien korjausten suunnittelu ja laadunvarmistus, rapattujen julkisivujen kuntotutkimukset, merkkiainekokeet, hajuhaittojen selvittäminen sekä haitta-ainekartoitusten tekeminen. [14.]

Yritys on kehittänyt osaamistaan erityisesti merkkiainekokeiden suorittamisessa. Huoneita ja tiloja on tiiviysmitattu yli 700 kappaletta merkkiainekaasulla ja muilla merkkiaineilla. Huomioitavaa mittauksen suorittamisessa on ollut, ettei yksikään huone tai tila ole ollut tiivis ensimmäisen tiivistyskerran jälkeen. Kaikki rakenteet on kuitenkin mahdollista tiivistää täysin tiiviiksi, jos niin halutaan. Joidakin tiivistettäväksi suunniteltuja rakenteita ei kannata korjata tiivistämällä, vaan ne kannattaa suosiolla uusia kokonaan. [14.]

Merkkiainekokeiden suorittamisen parantamiseksi yritys tekee myös tutkimus- ja tuotekehitystyötä, joihin heillä on käytössä omat tilat. Lisäksi yrityksellä on suunnitteilla rakentaa testihuone, jossa voidaan oikeissa olosuhteissa testata tiivistyskorjausten laadunvarmennusta ja samalla myös testata uusia tiivistystuotteita. Huone koostuisi kahdesta betonielementistä, yhdestä muuratusta seinästä ja puurakenteisesta seinästä. Katto olisi puurakenteinen ja sisäpuolelta pintamateriaali kipsilevyä. Testihuone olisi kooltaan 12 m² ja täysin siirrettävissä. [14.]

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin erityisesti yhteen Insinööritoimisto Tarkkasen eniten suorittamista työmenetelmistä, merkkiainekokeiden suorittamiseen. Lisäksi käydään läpi merkkiainekokeiden jälkeen tehtäviä huoneiden sekä tilojen tiivistystöitä, joissa työmenetelmät ja materiaalit vaihtelevat suurestikin kohteiden, tekijöiden sekä tilaajan välillä.

Yhtenä päätavoitteena opinnäytetyössä on selvittää merkkiainekaasun etenemistä ja leviämistä erilaisissa seinärakenteissa, joka vaihtelee merkkiainekaasun, alipaine-eron sekä tutkittavan rakenteen mukaan. Kaasun etenemistä on toistaiseksi tutkittu hyvin vähän. Tiedot merkkiainekaasun leviämisistä rakenteissa perustuvat lähinnä työmailta ja koehuoneista saatuihin havaintoihin ja testituloksiin. Tarkoituksena on saada luotettavia tutkimustuloksia, joita voidaan hyödyntää tulevia mittauksia suoritettaessa.

1.3 Termit ja lyhenteet

Diffuusio

Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään suuremmasta pitoisuudesta pienempään tasoittaen mahdolliset pitoisuuserot ajan mittaan.

Emissiotestaus

Hiukkasten siirtyminen materiaalista ympäristöön.

Kaasuanalysaattori

Laite, joka ilmaisee vuotokohdan nousevalla äänisignaalilla tai lukuarvona näyttölaitteessa.

Konvektio

Ilman siirtymistä lämmön aiheuttamien virtausten mukana, jossa lämmin ilma nousee ylöspäin ja ilmanpaine-ero pyrkii tasoittumaan.

Merkkiaine

Helposti havaittava aine, esim. rikkiheksafluoridi, jonka kulkua rakenteissa voidaan seurata kaasuanalysaattorin avulla.

Merkkiainekoe

Merkkiaineen avulla tehtävä koe, jossa tarkastellaan rakenteen tiivyyttä, sekä konvektio- ja diffuusiovuotojen sijaintia.

Molekyylimassa

Molekyylin massa atomimassayksiköissä (u).

PPM

Parts per million, joka on prosentin ja promillen kaltainen yksikkö. $1 / 1\,000\,000$ (esim. $10\,000\text{ ppm} = 1\%$).

Primeri

Aine, jolla luodaan tartuntapinta seuraavalle materiaalille

Radon

Radioaktiivinen jalokaasu, joka ei ole ihmisen aistittavissa. Pitkäaikainen altistuminen kaasulle voi aiheuttaa terveyshaittoja rakennuksen asukkaille.

Savupiippuvaikutus

Ilman lämpeneminen aiheuttaa tiheyseroja, jonka seurauksena esimerkiksi huoneen yläosaan muodostuu ylipainetta ja alaosaan alipainetta.

2 Sisäilmaongelmat

2.1 Mitä sisäilmaongelmat ovat?

Sisäilmaongelmat ovat sisäilmaperäisiä terveys- ja viihtyvyyshaittoja, joiden yhteydessä koetaan erilaisia oireita, jotka syntyvät vähitellen. Ongelmat liitetään usein kosteus- tai homevaurioihin, vaikka syitä voi olla monia muitakin. Esimerkiksi ilmanvaihdon puutteellisuus tai vääränlaisten rakennusmateriaalien käyttö edesauttavat sisäilmaongelmien syntyä. Sisäilmaongelmista johtuvia oireita voivat olla muun muassa astma ja hengitystieongelmat. Näitä voidaan ennaltaehkäistä poistamalla sisätiloista erilaiset oireita aiheuttavat ja lisäävät tekijät, kuten allergeenien ja epäpuhtauksien lähteet. [7.]

Yleisimmin sisäilmaongelmat syntyvät siitä, että rakennusten todellista korjaustarvetta ei tunnisteta. Rakenteiden vaurioihin ja ongelmiin ei kiinnitetä riittävästi huomiota niiden syntyessä, jonka johdosta vauriot voivat kasvaa nopeasti suuriin mittakaavoihin. Myös rakennusten hoito ja huolto on voinut jäädä puutteelliseksi, minkä seurauksena rakenteiden suunniteltu käyttöikä lyhenee. [7.]

Sisäilmaongelmien ja ongelmien aiheuttajien paikantamisessa saadaan riittävää tietoa yleensä asiantuntijan aistinvaraisten ja kokemusperäisten tuntemusten perusteella. Sisäilmaongelma voidaan varmuudella todeta vasta sisäilmatutkimusten jälkeen, joita on kuitenkin syytä tehdä vasta erityisistä syistä. Jos ongelmat ovat silmin nähtävissä, ei yleensä ole tarvetta mikrobipitoisuuksien määrittämiseen laboratorioanalysein, koska ne aiheuttavat usein lisäkustannuksia. Ennen tutkimuksiin ryhtymistä kannattaa kuitenkin tarkastaa rakenteiden kosteustekninen kunto, ilmanvaihto- ja lämmityslaitteet, lämpöolot ja epäpuhtaustekijät kuten pöly ja haju. [7.]

2.2 Sisäilmasto

Talonrakentamisen yksi keskeisimmistä tavoitteista on saada aikaan terveellinen ja viihtyisä sisäilmasto. Hyvä sisäilma ei aiheuta tilassa oleskeleville ärsytys- tai allergisia oireita. Sisäilmanlaadun kokeminen on yksilöllistä ja huonosta sisäilmasta johtuvat terveydelliset vaikutukset vaihtelevat mm. ihmisen terveydentilasta, iästä, herkistymisestä, altistusajasta sekä psykologisista tekijöistä riippuen. Yksilöllisten vaihteluiden vuoksi hyvän sisäilmanlaadun raja-arvon määrittäminen on hankalaa. [1, s. 2–3.]

Rakennuksen sisäilmaston laatua kuvaavia mitattavia tekijöitä ovat

- lämpöolot huone- ja oleskelutilassa

Huoneilman optimilämpötila on 22 °C, jossa 80 % ihmisistä viihtyy. Kuitenkin lämpötila koetaan ihmisestä riippuen miellyttäväksi kun se on 20 °C:n ja 24 °C:n välillä. Oikean huoneilmalämpötilan valitseminen edistää terveyttä, vähentää tyypillisiä huonon sisäilman aikaansaamia oireita, lisää tyytyväisyyttä sekä parantaa työn tuottavuutta. [1, s. 3–4.]

- ilmavirtaukset huone- ja oleskelutilassa

Vedon tunne huoneilmassa syntyy ilman liikkeen, lämpötilan ja/tai säteilylämmönsiirron yhteisvaikutuksesta. Ilmavirtauksia aiheuttaa myös huoneen optimilämpötilasta suuresti poikkeavat pintalämpötilat, kuten ikkunoiden kylmät pinnat. [1, s. 5.]

- sisäilman kosteus

Talvella sisäilman kuivuus on yleisimmin epävihtyisäksi koettu sisäilmastotekijä. Suhteellisen kosteuden arvot ovat aistittavissa iholla, limakalvoilla ja hengityselimissä sisäilman kosteuden ollessa yli 60 % tai alle 30 %. Ulkoilman suhteellinen kosteus on Suomessa lähes aina korkea, kun taas lämmitetyissä sisätiloissa suhteellinen

kosteus saattaa talvella olla hyvinkin alhainen, jopa alle 20 %. [1, s. 6.]

- sisäilmassa olevat epäpuhtaudet

Sisäilman epäpuhtaudet voidaan jakaa kolmeen eri päätekijään:

Mikrobit: vapautuvat ilmaan yleensä homekasvustoista rakenteissa ja voivat olla syynä rakennuksessa oleskelevien oireisiin ja sairauksiin. Pitkään altistuminen voi johtaa hengitystieallergiaan ja myöhemmin astmaan.

Orgaaniset yhdisteet: jotkin rakennustarvikkeet ja -aineet voivat levittää sisäilmaan oireita aiheuttavia haitallisia yhdisteitä. Yhdisteiden leviämiseen ja määrään vaikuttaa materiaalin virheellinen asennus, liiallinen kosteus ja/tai vääränlainen varastointi.

Pölyt ja hiukkaset: huoneilmassa oleva pöly ja hiukkaset kulkeutuvat hengitysteihin ja keuhkoihin, jossa ne voivat aiheuttaa oireita henkilöstä riippuen. [1, s. 7.]

2.3 Hyvän sisäilman vaatimukset

Tavoitearvot lämpöoloille ja sisäilman laadulle sekä ohjeet hyvän sisäilmaston suunnittelulle ja toteutukselle on määritelty sisäilmayhdistyksen, Rakennustietosäätiön ja rakennusalan järjestön julkaisemassa sisäilmastoluokitus 2000 -asiakirjassa. Terveys- ja viihtyvyysongelmiin liittyvät kustannukset ovat Suomessa vuosittain miljardiluokkaa, minkä takia sisäilman laatuun on alettu kiinnittää enemmän huomiota. Sisäilmastoluokitus on tehty ohjaamaan tietoisesti ja hallitusti rakentamista niin, että valmistuvassa talossa on hyvä, terveellinen ja viihtyisä sisäilmasto. [2.]

Sisäilma luokitellaan kolmeen eri luokkaan S1:een, S2:een ja S3:een. Luokat riippuvat esimerkiksi lämpötilasta ja epäpuhtauspitoisuuksista sisäilmassa. Paras luokka, S1, tarjoaa tilan käyttäjille yksilöllisesti hallittavat olosuhteet, eli käyttäjillä on muun muassa mahdollista itse säätää lämpötilaa huonekohtaisesti ja tiloissa on koneellinen jäähdytys. Luokka S2 täyttää hyvin viihtyisälle sisäilmastolle asetettavat vaatimukset. Luokka S3 on lähellä lainsäädännön asettamia minimivaatimuksia ja vastaa ehkä tämän hetken rakentamisen yleisintä vaatimustasoa. Tässä luokassa huonelämpötilat voivat nousta korkeiksi auringon ja muiden lämpökuormien vaikutuksesta, koska koneellista jäähdytysjärjestelmää ei vaadita. [2.]

Oleellinen osa parempaan sisäilmaluokitukseen pyrittäessä on mahdollisimman vähäpäästöisten ja haitallisten rakennusmateriaalien valinta niiden päästöluokitusten perusteella. Luokituksessa rakennusmateriaalit jaetaan kolmeen luokkaan M1:een, M2:een ja M3:een, joista M1 on paras luokka. M1-merkki kertoo, että tuote on testattu puolueettomassa laboratoriossa. M1- ja M2-luokkiin kuuluvat emissiotestatut materiaalit, joiden epäpuhtauspäästöt täyttävät neljän viikon iässä taulukon 1 vaatimukset. Taulukossa 1 on esitetty M1- ja M2-luokkiin kuuluvien materiaalien epäpuhtauspäästövaatimukset. Luokkaan M3 kuuluvat materiaalit, joiden epäpuhtauspäästöt ylittävät luokan M2 raja-arvot. [4.]

Taulukko 1. Päästöluokitukset [4.]

Tutkittavat ominaisuudet	M1 [mg/m ² h]	M 2 [mg/m ² h]
Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio. Yhdisteistä tunnistettava vähintään 70%.	< 0,2	< 0,4
Formaldehydin (HCOH) emissio	< 0,05	< 0,125
Ammoniakin (NH ₃) emissio	< 0,03	< 0,06
(EC) No 1272/2008 luokittelun mukaisten luokkaan 1A ja 1B kuuluvien karsinogeenisten aineiden emissio ^{1*}	< 0,005	< 0,005
Haju (epämiellyttävien havaintojen määrä alle 15%) ^{2*}	ei haise	ei haise

1* ei koske formaldehydiä

2* Aistinvaraisen arvioinnin tulos on oltava vähintään +0,0

2.4 Sisäilman laadun parantaminen

Sisäilman laatua voi parantaa varmistamalla riittävä ilmanvaihto, huolehtimalla oikeasta sisälämpötilasta ja siivoamalla säännöllisesti. Rakennukseen on suositeltavaa valita pölyttömiä materiaaleja. Yleisesti terveyshaittojen aiheuttajaksi epäillään ensimmäisenä homeetta, vaikka oireet voivat johtua myös monesta muusta sisäilmaongelmasta. Sisäilmaongelmia voidaan ennaltaehkäistä tarkkailemalla rakennusta ja sen kuntoa säännöllisesti ja korjaamalla havaitut ongelmat välittömästi. Myös ihmisten normaali asuminen rakennuksissa aiheuttaa kosteutta sisäilmaan. Jos rakennuksen ilmanvaihto ei toimi kunnolla, rakenteita voi vaurioittaa niihin tiivistyvä ilmankosteus. [3, s 4.]

Ennakoivalla kiinteistöhuollolla voidaan säästää korjauskustannuksissa ja ehkäistä terveys- ja viihtyvyyshaittoja. Korjaustoimenpiteet on tehtävä heti, kun niiden tarve ilmenee. Korjaustoimenpiteet tulee valita aina vaurion laajuuden ja tapauksen mukaan. [3, s 4.]

Korjaustoimenpiteenä voi olla ilmanvaihdon säätäminen ja puhdistus tai ilmanvaihdon lisääminen, haitallisten kaasujen ja vuotojen paikallistaminen esimerkiksi merkkiainekokeilla ja sisäilmaan pääsyn estäminen. Kosteuden ja homeen aiheuttamat korjaustoimenpiteet ovat yleensä laajempia ja niistä aiheutuva työmäärä ja kustannukset ovat suurempia. Korjaustoimenpiteenä voi olla ongelman eristäminen eli rakenteiden kapselointi tai tiivistys ja joissain tapauksissa vaurioituneiden rakenteiden uusiminen kokonaan. [3, s 4.]

3 Merkkiainetutkimus

3.1 Tutkimusten soveltuvuus

Merkkiainetutkimusta voidaan soveltaa moniin eri kohteisiin rakennusten kuntoa, toimintaa ja ilmapuotokohtia tutkittaessa, joista yleisimpiä ovat seinä- ja lattiarakenteiden ilmapuotojen tutkiminen. Merkkiainekokeella voidaan tutkia lähes kaikkia olemassa olevia rakennetyyppejä. Alla on lueteltu lisäsovelluksia, joissa merkkiainetutkimusten avulla voidaan saada lisätietoa epäpuhtauksien, hajujen ja kaasujen kulkeutumisista erilaisissa tiloissa [8, s. 15.]:

- hajuhaittojen selvitykset kuten pakokaasun-, tupakansavun-, ruuan- ja viemäreiden haju
- radonkaasujen poistojärjestelmän toiminta
- IV-kanavien tiiviysmittaukset
- savuhormien tiiviyyden tarkastelu
- ilmarakojen ja tuuletusvälien toimivuuden selvittäminen
- lattioiden alla kulkevien kanaalien ilmanvuotokohdat
- teollisuudessa käytettävien säiliöiden ja putkistojen tiiviysmittaukset

Ylipaineistuksen avulla voidaan mitata myös erilaisia tekniikkakanaaleja, putkitunneleita ja kuiluja. [8, s. 4.]

3.2 Merkkiainekokeessa käytettävä laitteisto

Kaasuanalysaattori

Yleisimmin merkkiainekokeissa käytettäviä kaasuja ovat typpi-vetyseos (N₂ 95%, H₂ 5%) ja rikkiheksafluoridi (SF₆), joihin molempiin on olemassa yksilöllisesti reagoivat mittauslaitteet (kuva 1). Laitteet on suunniteltu vuotojen havainnointiin teollisessa ympäristössä, mutta akkukäyttöiset kannettavat laitteistot soveltuvat erityisen hyvin kenttäolosuhteissa tapahtuviin merkkiainetutkimuksiin. Mittalaitteiden välillä voi olla laadullisia eroja, jotka vaikuttavat mittausten tarkkuuteen, luotettavuuteen ja toistettavuuteen. [8, s. 3.]

Käytettävä laitteisto valitaan aina merkkiainekaasulle soveltuvuuden mukaan. Laitteessa tulee olla riittävä herkkyys ja mittausalue, jotta tehtyjä havaintoja voidaan luokitella vuodon suuruuden mukaan. Laitteen havaintoherkkyttä tulee pystyä säätämään mittausten välillä luotettavien mittaustulosten saavuttamiseksi. Yleisimmät kaasuanalysaattorit ilmaisevat vuotokohdat nousevalla äänisignaalilla tai lukuarvona näyttöpäätteessä. Tarkemmat laitteet osoittavat numeroarvona vuotokohdasta virtaavan vuotoilman kaasupitoisuuden, jolla voidaan mittaustulosten perusteella arvioida vuotoilmavirtausten mukana kulkeutuvia epäpuhtausmääriä. Tämä vaatii kuitenkin merkkiainekaasun tasaisen jakautumisen mitattavalle alueelle. [8, s. 3.]



Kuva 1. Kaasuanalysointilaitteisto typpi-vetyseokselle

Alipaineistaja

Merkkiainekokeessa mitattavaan tilaan täytyy luoda alipaine, jotta merkkiainekaasu kulkeutuu rakenteesta vuotokohtien läpi sisäilmaan. Alipaineistajan (kuva 2) tehtävä on luoda alipaine huoneen ja ulkopuolisen tilan välille, jotta vuotokohtat voidaan paikallistaa riittävän tarkasti. Paine-eron kasvaessa mitaustarkkuus paranee tiettyyn pisteeseen saakka.



Kuva 2. Alipaineistaja

Paine-eromittari

Paine-eron mittaamiseen käytetään mittaria, joka kykenee näyttämään ali- ja ylipainetta. Yleisimmin käytetään kooltaan kenttämittauksiin soveltuvaa paine-eromittaria (kuva 3), joka pystyy reagoimaan nopeasti muuttuviin paine-eroihin. [8, s. 3.]



Kuva 3. Paine-eromittari

Kaasunsyöttölaitteisto

Yleisin mittauksissa käytettävä kaasunsyöttöön tarkoitettu kaasupullo on kooltaan viisi kilogrammaa (kuva 4), jota voidaan tarvittaessa täyttää suuremmasta kaasupullostta. Merkkiainekaasun syöttämistä varten pullossa tulee olla paineenalennusventtiili, virtaussäädin ja virtausmittari. Näistä nähdään kaasunpaine pullossa ja voidaan säätää kaasun virtausnopeutta litroina minuutissa (l/min). Kaasun syöttämiseen käytetään halkaisijaltaan noin 6-10 mm:n letkua ja letkun haaroittimia. Letkun ja syöttöreian liitoksen tiivistykseen käytetään elastista tiivistyskittiä, jolla varmistetaan kaasun vuotamattomuus liitoksesta. [8, s. 3.]



Kuva 4. 5 kg:n kaasupullo, paineenalennusventtiili, virtaussäädin ja -mittari

3.3 Merkkiainekokeissa käytettävät kaasut

Typpi-vetyseos (N2 95%, H2 5%)

Seoksessa vety on mittariin reagoiva aine ja typpeä käytetään vain laimentamaan vetypitoisuuden määrää käyttöturvalliselle tasolle, jolloin aineella ei ole syttymis- tai räjähdysvaaraa ja on näin ollen sitä on turvallinen käsitellä. Normaaleissa käyttöolosuhteissa vety on väritön, myrkytön, hajuton ja ilmakehän kaasuista kevyin. Pienen molekyylikoon vuoksi vety leviää diffuusion avulla voimakkaasti, kulkeutuu vuotokohdista nopeasti ja näin ollen havainnointiaika kaasulle on lyhyt. Tämä tulee ottaa huomioon mittausjärjestelyissä, koska kaasu laimenee ilmaan nopeasti ja yksittäiset suuret vuotokohdat voivat vaikuttaa kaasun leviämiseen mittausta häiritsevällä tavalla. Myös syöttöreikien sijoittelussa tulee huomioida kaasun keveyden vaikutus leviämiseen, koska kaasu on ilmaa kevyempää ja pyrkii kulkeutumaan ylöspäin. [8, s. 3.]

Rikkiheksafluoridi (SF6)

Rikkiheksafluoridi on yksi yleisimmistä merkkiainekokeessa käytettävistä kaasuista, joka on normaaleissa käyttöolosuhteissa palamaton, väritön, myrkytön ja hajuton kaasu. Rikkiheksafluoridi on yhdiste, joka pysyy ilmakehässä kauan ja on hyvin voimakas kasvihuonekaasu. Merkkiainetutkimuksissa käytettävät kaasupitoisuudet ovat kuitenkin pieniä ja näin ollen käytölle ei ole asetettu kokeissa rajoituksia. Kaasun hengittämistä tulee kuitenkin välttää, sillä se on happea noin kuusi kertaa raskaampaa ja tästä johtuen erittäin vaikea saada pois keuhkoista. Samasta syystä kaasu pyrkii myös kulkeutumaan rakenteissa alaspäin, jos konvektiovirtaukset rakenteiden sisällä, tai paine-ero rakenteen yli on heikko. Tämän vaikutus on huomioitava kaasun syöttöreikien sijoittelussa, tasaantumisaikassa ja riittävän paine-eron luomisessa. [8, s. 4.]

Muut kaasut

Merkkiainekokeissa muita käytettäviä kaasuja ovat etanoli, ilokaasu ja asetoni. Näiden kaasujen käyttö on kuitenkin vähäisempää ja kunkin merkkiainekaasun soveltuvuus ja käytännöllisyys mittaukseen tulee aina selvittää erikseen. [8, s. 4.]

3.4 Merkkiainekokeen suorittaminen

3.4.1 Mittausten suunnittelu ja valmistelut

Mittauksia suunniteltaessa tulee aina tutustua kohteen tietoihin huolellisesti ja laatia suunnitelma mittauksen suorittamisesta. Toimivassa suunnitelmassa tulee huomioida kohteessa tarvittavat välineet, mitattavan alueen koko ja sen vaatima kaasumäärä, alipaineistuksen toteuttaminen, ilmanvaihdon vaikutus mittaukseen, tutkittavan rakenteen tyyppi ja käytettävän kaasun syöttötapa. Näillä varmistetaan sujuva mittausten suoritus. Suunnitelmaa voidaan myös täydentää tarpeen mukaan kohteessa, jos poikkeuksia ilmenee. [8, s. 4.]

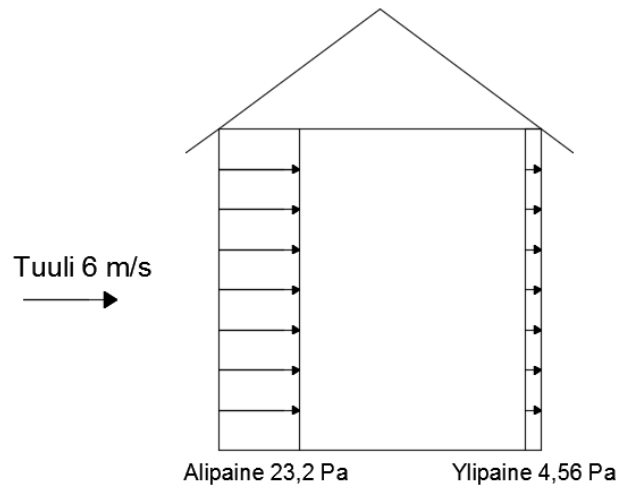
3.4.2 Paine-eron huomioiminen

Onnistuneen mittauksen yksi tärkeimmistä tekijöistä on riittävän paine-eron aikaansaaminen mitattavan rakenteen yli. Ilman paine-eroa ei muodostu ilmavirtausta, joka levittäisi merkkiainekaasua ja siten havaintoja ilmavuotokohdista ei voida tehdä. Yleisimmin paine-ero tarkasteltavan rakenteen yli luodaan alipaineistamalla tila, jossa mittaus suoritetaan. Tämän jälkeen merkkiainekaasua syötetään rakenteeseen ylipaineen puolelta, jonka seurauksena kaasu pyrkii

kulkeutumaan diffuusion avulla kohti alipaineistettua eli mitattavaa tilaa. Kaikissa kohteissa ei kuitenkaan ole järkevää syöttää merkkiaineikaasua rakenteen ulkopuolelta kohteen pienen koon tai ahtauden takia. Esimerkiksi teollisuudessa käytettävät kanavat, putkistot ja säiliöt ovat kohteita, joissa mittaukset on järkevää suorittaa ylipaineistamalla tila. Ylipainemittauksissa havainnointi tapahtuu aina alipaineen puolelta. [8, s. 4.]

Työssä käytettävää minimipaine-eroa ei ole määritelty, mutta yleisimmin käytetään vähintään 10 Pa:a. Maksimipaine-erolle ei ole myöskään asetettu rajoituksia. Kokemusten perusteella on kuitenkin havaittu, että typpi-vetyseosta käytettäessä 20 pascalin paine-eroa ei tulisi ylittää. Tällöin kaasu sekoittuu huoneilmaan hyvin nopeasti ja saattaa estää luotettavan havainnoinnin. Rikkiheksafluoridilla on mahdollista käyttää suurempaakin paine-eroa, koska se on raskaampi kaasu ja sekoittuu näin ollen hitaammin huoneilmaan. Korkeampaa paine-eroa käyttäessä täytyy kuitenkin tuntea rakenteen paineensietokyvyt, ettei tiiviys heikenny entisestään. [8, s. 4.]

Paine-eroa seurataan koko mittauksen ajan ja pyritään pitämään mahdollisimman vakiona tarvittaessa säätämällä suurempaan tai pienempään paineeseen. Myös tuulen vaikutus painesuhteisiin on otettava huomioon mittauksissa. Jos tuulen nopeus on yli kuusi m/s ja/tai tuuli on hyvin puuskittaista ja voimakasta, ei mittauksia suositella tehtäviksi. [8, s. 4.] Kuvassa 5 on esitetty, millaisia vaikutuksia tuulella voi olla tasatiiviin rakennuksen painesuhteisiin rakennuksen sisällä. Sille seinustalle, johon tuuli kohdistuu, syntyy alipaine ja vastakkaiselle seinustalle syntyy ylipaine. Painesuhteisiin vaikuttavat myös IV-koneen käyttö ja niin sanottu savupiippuvaikutus, jotka tulee huomioida yhdessä tuulen kanssa.



Kuva 5. Tuulen luomat paine-erot rakennuksessa

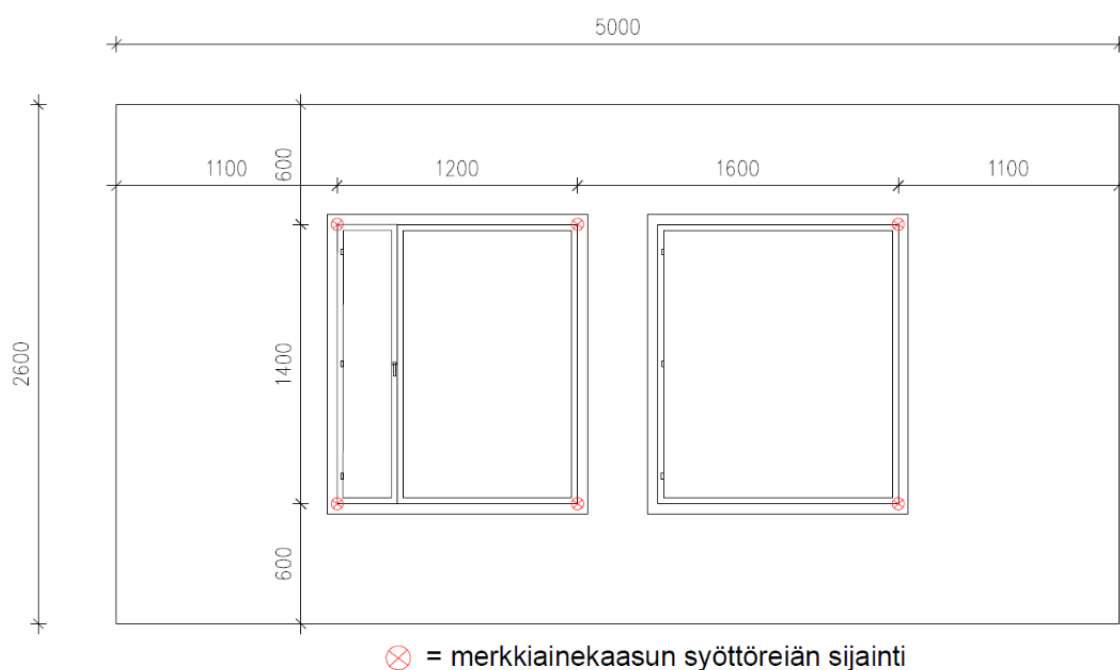
3.4.3 Merkkiainekaasun syöttäminen rakenteeseen

Merkkiainekaasun syöttämisellä on ratkaiseva asema merkkiainekokeissa. Oikealla syöttötavalla saadaan aikaan luotettavia ja toistettavia mittaustuloksia. Merkkiainekaasun tulee olla tasaisesti levinnyt koko mitattavaan rakenteeseen tutkittavalle alueelle, jotta havaintoja saadaan kaikista vuotokohdista. Merkkiainekaasun leviäminen koko rakenteen alueelle voidaan varmistaa siten, että kaasun syöttöreikiä on tarvittavan tiheästi mitattavalla alueella. Myös tarkastusreikiä voidaan tehdä rakenteen reunakohtiin merkkiainekaasun leviämisen varmistamiseksi. Tätä tulisi kuitenkin tehdä harkiten, koska lisäreiät vaurioittavat rakennetta ja ne tulee aina paikata. [8, s. 5.]

Väärällä syöttötavalla voidaan saada puutteellisia havaintoja rakenteen tiiviyydestä. Puutteellisia havaintoja voivat aiheuttaa liian vähäinen kaasun käyttö, kaasun syöttäminen virheellisesti esimerkiksi liian kaukaa, liian harvoista syöttöpaikoista, epätasaisesti tai oletusarvoista poikkeavalla paineella. Merkkiainekaasua tulee syöttää rakenteeseen riittävästi siten, että se leviää kauttaaltaan mitattavaan rakenteeseen. Merkkiainekaasu tulee aina syöttää rakenteeseen

virtaussäätimen kautta, sillä pullon aiheuttama ylipaine voi rikkoa rakenteen tiivistyksiä ja liitoksia kaasun tullessa ulos jopa 170 baarin paineella. [8, s. 5.]

Merkkiaineikaasua voidaan syöttää rakenteeseen monella tapaa. Sisäpuolelta syöttäessä rakenteeseen tarvitsee tehdä aina syöttöreikä, jonka tiiviys varmistetaan tiivistämällä syöttöputken ja reiän liitos ennen mittauksia. Merkkiaineikaasua tulee syöttää tiiviin pintamateriaali- tai rakennekerroksen läpi kaasua jakavaan materiaalikerrokseen, yleisimmin lämmöneristeeseen. Merkkiaineikaasua syöttäessä tulee varmistaa, että kaasu ei pääse leviämään pintamateriaalien taakse, vaan kulkeutuu haluttuun rakennekerrokseen. Syöttöreikien sijaintia valittaessa on otettava huomioon mitattavan rakenteen mahdolliset kaasun kulkua hidastavat osat, esimerkiksi runkotolpat. Lisäksi on huomioitava, että kaasun syöttöreikiä tehdään tarvittavan tiheästi. Rakenteessa jo valmiiksi olevia rakenneliitoksia ja saumakohtia voidaan käyttää hyväksi reikien sijainteja valittaessa (kuva 6), jolloin ehjään rakenteeseen ei tarvitse tehdä ylimääräisiä reikiä. Mittausten jälkeen syöttöreivät on paikattava luotettavalla ja materiaalille soveltuvalta menetelmällä esimerkiksi tiivistyskitillä. [8, s. 5.]



Kuva 6. Esimerkki syöttöreikien sijoittamisesta ikkunasaumoihin

Ulkopuolelta syötettäessä merkkiainekaasua syötetään kaasua jakavaan materiaalikerrokseen, joka voi olla tapauskohtaisesti tiiliverhouksen takana oleva tuuletusväli tai lämmöneriste. Merkkiainekaasun hallitsematonta leviämistä ulkoilmaan ja tarpeetonta liiallista käyttöä pyritään estämään syöttämällä kaasua oikeaoppisesti haluttuun kerrokseen. Rakenteeseen tehdyt mahdolliset kaasun-syöttöreiät tulee aina paikata lämpö- ja kosteusvuotojen estämiseksi. Haastavissa kohteissa syöttötapoja voidaan myös yhdistää. [8, s. 5.]

Mittauksissa käytettävä merkkiainekaasun määrä voidaan laskea karkeasti etukäteen. Tällä pyritään varmistamaan, että mitattavalla alueella on riittävä merkkiainekaasupitoisuus. Laskut ovat kuitenkin suuntaa antavia ja yleensä syöttömäärät perustuvat tekijän havaintoihin ja työkokemukseen. Esimerkiksi käytettäessä typpi-vetyseosta ulkoseinälinjalla, jonka mitat ovat 4 m x 5 m, kaasu syötetään ulkoseinän eristetilaan, jonka paksuus on 200 mm. Merkkiaineella täytettävän alueen tilavuudeksi saadaan $(4\text{m} \times 5\text{m} \times 0,2\text{m}) = 4 \text{ m}^3 = 4\,000 \text{ l}$. N₂ 95 %, H₂ 5 % seoksen vetypitoisuus on 50 000 ppm. 4 000 litran kokoisessa tilavuudessa 400 ppm:n pitoisuuteen/litra tarvitaan yhteensä $4\,000 \text{ l} \times 400 \text{ ppm/l} = 1\,600\,000 \text{ ppm}$ kaasua. Tarvittava litramäärä merkkiainekaasua on $1\,600\,000 \text{ ppm} : 50\,000 \text{ ppm/l} = 32 \text{ l}$. Tämä saadaan annostelemalla virtaussäätimen avulla pullosta esimerkiksi neljän minuutin ajan kaasua nopeudella 8 l/min. [8, s. 6.]

Jotta havainnoinneille jää aikaa, tulee kaasupitoisuuksien olla riittävän suuria, koska erityisesti typpi-vetyseos laimenee tuulettuvissa rakenteissa jopa muutamissa minuuteissa. Typpi-vetyseosta on käytettävä rakenteissa yleensä enemmän kuin rikkiheksafluoridia, koska sen haihtuvuus on nopeampaa. Typpi-vetyseoksessa minimi kaasupitoisuus on noin 200 ppm ja tällä päästään luotettavaan havaintoihin. [8, s. 5.]

Merkkiainelaitteistossa käytettävien letkujen ja liitosten tulee olla kaasutiiviitä, jotta kaasua ei pääse leviämään mittaustyötä häiritsevästi mitattavaan tilaan. Vuotaminen vaikeuttaa vuotokohtien selvittämistä, sillä liika kaasupitoisuus mitattavassa huonetilassa häiritsee kaasuanalysoijan tarkkuutta. Jos rikkiheksafluoridia vuotaa syöttöletkuista huonetilaan, on tila tuuletettava ennen mittauksen jatkamista. Liiallinen kaasumäärä huonetilassa vaikeuttaa vuotokohtien havainnointia, koska se pysyy ilmassa pitkään. Typpi-vetyseos taas haihtuu no-

peasti huonetilaan päästessään ja vaikutus virrehavaintoihin on pienempi. Kun merkkiaineikaasua käytetään ilmatilavuudeltaan suureen tilaan, kuten tuulettuvaan alapohjaan, lasketaan merkkiaineikaasu suoraan tilan ilmaan. Tämän tyyppisissä tiloissa tulisi käyttää rikkiheksafluoridia, koska sen haihtuvuus on huomattavasti vähäisempää kuin typpi-vetyseoksella. Myös merkkiaineikaasumäärien täytyy olla suurempia, koska tila tuulettuu ja liiallista laimenemista mittauksen aikana ei saa tapahtua. [8, s. 6.]

3.4.4 Merkkiaineikaasun leviäminen rakenteessa

Merkkiaineikaasu leviää rakenteissa useimmin kahdella eri tavalla, diffuusiolla ja konvektiolla. Konvektio aiheutuu rakenteen lämpötila- ja paine-eroista ja vaikutuksen suuruus kasvaa paine-eron kasvaessa. Suuren paine-eron vaikutuksesta isoimmat ilmavuodot korostuvat ja vähentävät merkkiaineikaasun kulkeutumista havaintoon tarvittavina pitoisuuksina pienempiin ilmavuotokohtiin. Tämän seurauksena pienemmät ilmavuodot tulevat usein havaittaviksi vasta ensimmäisten korjaustöiden jälkeen, kun isoimmat ilmavuodot on tiivistetty. Diffuusiossa molekyylit pyrkivät tasaantumaan suuremmasta pitoisuudesta kohti pienempää pitoisuutta. Typpi-vetyseoksella on huomattavasti pienempi molekyyl koko kuin rikkiheksafluoridilla ja tästä syystä leviäminen diffuusion avulla on paljon voimakkaampaa. [8, s. 7.]

Merkkiaineikaasujen päästessä vapaaseen ilmatilaan ne leviävät molekyylimassansa mukaan. Leviämiseen vaikuttaa kuitenkin ilmavirtaukset, konvektio ja diffuusio. Merkkiaineikaasujen leviämistä hidastaa kitka, jota esiintyy kaikissa aineissa esimerkiksi villassa, puussa tai tiilessä. Merkkiaineikaasun leviämiseen kauttaaltaan rakenteeseen kuluu yleensä aikaa noin 10-30 minuuttia. Kuluva aika voi kuitenkin vaihdella tapauskohtaisesti rakenteen kunnan mukaan jopa useita minuutteja. Alla mainitaan kaasun leviämiseen kuluvaan aikaan vaikuttavia tekijöitä [8, s. 7.]:

- rakennetyyppi

- ilmavirtaukset rakenteessa
- paine-ero
- merkkiaineikaasun syöttöpisteiden määrä
- mitattavan alueen koko
- rakennuksen yleinen tiiviystaso

3.4.5 Merkkiaineikaasun havainnointi rakenteessa

Kun tarvittava alipaine on saatu aikaan mitattavaan tilaan, merkkiaineikaasu on syötetty rakenteeseen ja todettu levinneeksi kauttaaltaan mitattavalle alueelle, voidaan vuotojen havainnointi aloittaa kaasuanalysaattorin avulla. Alueen rakenteet tutkitaan kauttaaltaan ja havainnoinnissa käytetään erityisesti huomiota rakenteiden liitoksiin, rajapintoihin, halkeamiin, erilaisiin pintarakenteen läpäiseviin kiinnikkeisiin ja silmin-nähtäviin vaurioihin. Vuotokohtia etsittäessä käytetään sellaista herkkyttä, millä kaasuanalysaattori alkaa reagoida merkkiaineikaasuun. Mittarin herkkyttä tulee säätää mittausten aikana muuttuviin merkkiaineikaasupitoisuuksiin sopivaksi. Herkkyttä säätämällä voidaan myös arvioida havaittujen vuotojen voimakkuutta. Laitteen reagoidessa vuotokohta merkataan esimerkiksi teipillä ja vuotohavaintojen tarkastelua jatketaan, kunnes uusia havaintoja ei enää löydy. [8, s. 7.]

Oikeiden havaintojen aikaansaamiseksi kannattaa kaasuanalysaattorin toimintaa tarkkailla. Mikäli laite reagoi koko ajan kohdissa, joissa merkkiainetta ei pitäisi olla, tai ei reagoi ollenkaan, on syytä tarkastaa kaasuanalysaattorin mitta-pääte. Päätteessä oleva pöly, kosteus, muu lika ja/tai tilassa oleva liiallinen merkkiaineikaasumäärä aiheuttavat virrehavaintoja. Mittarin toimivuutta kannattaa välillä kokeilla jo havaituista vuotokohdista. Vuotokohdan paikantamisen helpottamiseksi voi käyttää apuna paineilmaa, jolla puhdistetaan vuodon sijainti sen ympärille vuotaneesta merkkiaineikaasusta. Vuotokohtia on erilaisia ja ne

voidaan karkeasti luokitella pistemäisiksi, vähäisiksi tai voimakkaimmiksi ilma-
vuodoiksi. Tätä luokittelua voidaan käyttää apuna raportoinnissa. [8, s. 7.]

3.4.6 Raportointi

Mittausten suorittamisen jälkeen saaduista tuloksista ja yksityiskohdista tehdään raportti, josta myös ulkopuolinen voi arvioida mittausten laatua ja toistettavuutta. Raportista on tärkeää tehdä selkeä, yksinkertainen ja helposti luettava. Merkkiainekokeen mittausraportissa käydään läpi yleisimmin seuraavia asioita [8, s. 14.]:

- kohdetiedot
- mittaajan yhteystiedot
- mittauksen tarkoitus ja tavoitteet
- kohteen yleiskuvaus
- mittausjärjestelyt
- havainnot
- yhteenveto
- toimenpide-ehdotukset

Raportti tehdään aina kohteen vaatimusten mukaisesti, laajuus riippuu tekijästä ja tilaajasta. [8, s. 14.]

3.5 Merkkiainetutkimus Helsingissä 16.12.2015

3.5.1 Lähtötiedot

Olimme mukana suorittamassa merkkiainekoetta toimistorakennuksessa Helsingissä 16.12.2015. Toinen yritys oli aiemmin tiiviysmitannut ja korjannut tilat, jonka jälkeen myöhemmin kohteessa oli alettu epäilemään korjausten pitävyyttä. Kohteeseen päätettiin tehdä uusintamittaukset ja tiivistyskorjaukset, jotka suoritti Insinööritoimisto Tarkkanen Oy. Mittausten yhteydessä ilmenneet vuotokohdat paikattiin asianmukaisilla tuotteilla.

3.5.2 Tilan alipaineistus

Tila alipaineistettiin välioiven kautta alipaineistuslaitteistolla (kuva 7). Välioiven aukko peitettiin vanerilevyllä niin, että kaasun syöttöletkut vedettiin vanerin läpi, koska kaasunsyöttöpullo oli toisella puolella vaneria. Samalla myös paine-eromittari (kuva 8) asennettiin mittaamaan painetta. Tässä tapauksessa ilmanvaihtokanavien säleikköjä ei tarvinnut peittää, sillä riittävä alipaine saatiin aikaan ilman peittämistäkin. Paine-ero säädettiin n. 25 pascalia alipaineiseksi ja se pidettiin tasaisena koko mittauksen ajan.



Kuva 7. Alipaineistuslaitteisto



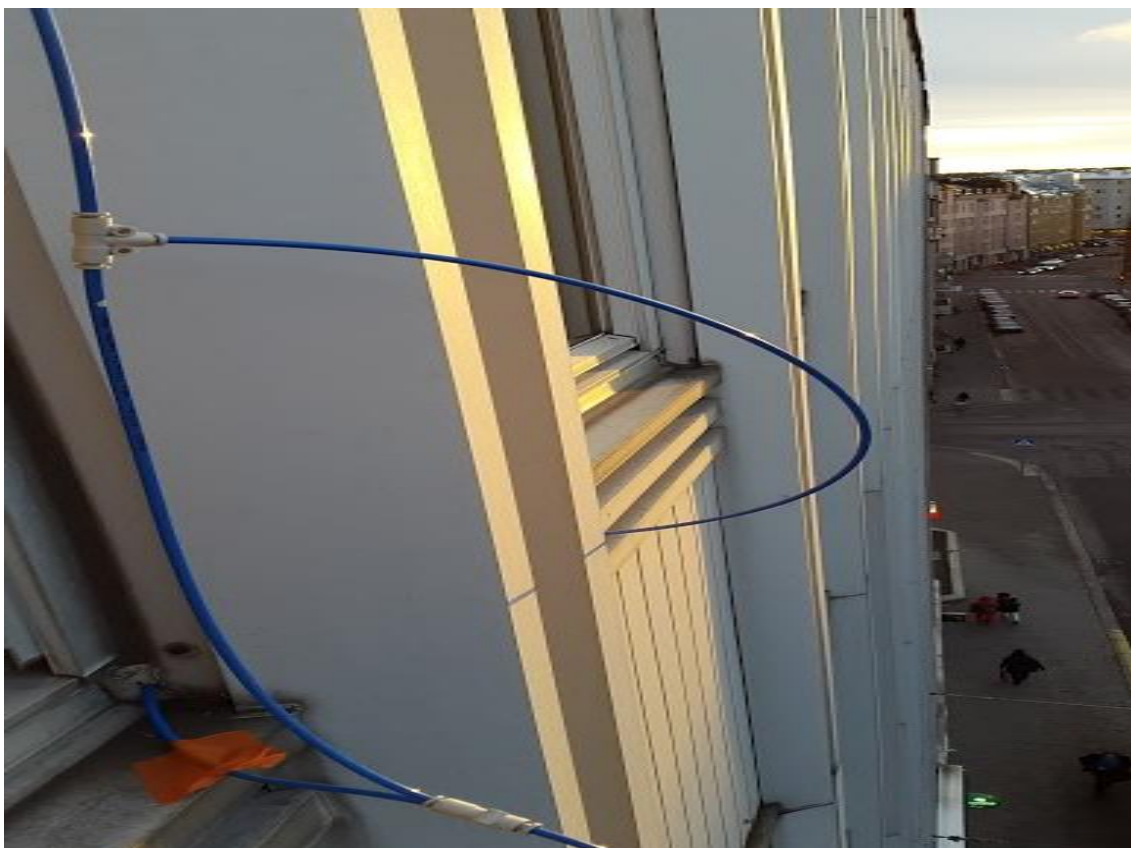
Kuva 8. Paine-eromittari

3.5.3 Merkkiainekaasun syöttö

Merkkiainekaasuna käytettiin rikkiheksafluoridia, joka syötettiin rakenteeseen yhden ikkunasauman läpi tehdyn reiän kautta (kuva 9). Letkut haaroitettiin (kuva 10) kulkemaan rakennuksen ulkopuolella suunnitelman mukaan tuuletusrakoihin. Läpiviennin syöttöputken ja karmin välinen rajakohta tiivistettiin, jonka jälkeen kaasua alettiin syöttää mitattavan tilan ulkopuolelle viedystä kaasunsyöttöpullosta.



Kuva 9. Syöttöreikä



Kuva 10. Syöttöletkun haaroitus

3.5.4 Ilmavuotojen havainnointi

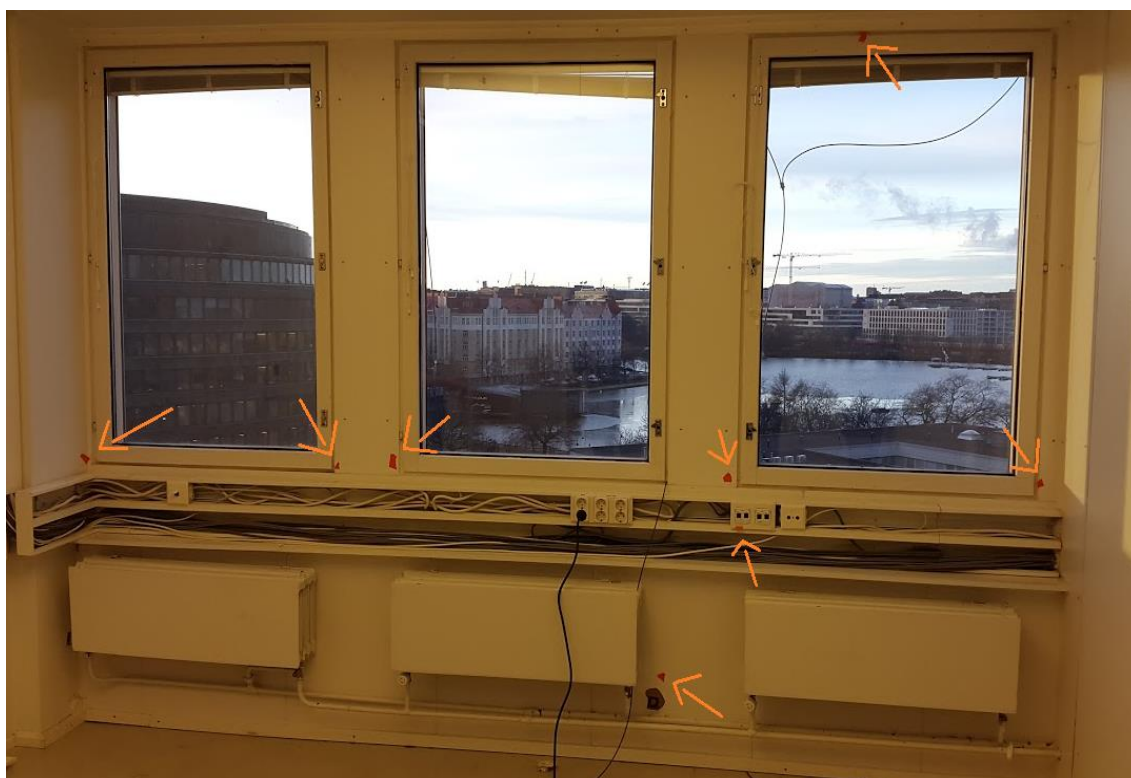
Aluetta lähdettiin kartoittamaan rikkiheksafluoridille tarkoitettulla kaasuanalysaattorilla (kuva 11) aluksi suurella herkkyydellä. Ensimmäisten havaintojen jälkeen laitteen herkkyyttä säädettiin pienemmälle vuodon voimakkuutta arvioitaessa. Vuotokohtia tutkittaessa huomiota kiinnitettiin erityisesti liitoskohtiin ja saumoihin, joihin suurin osa havainnoista myös keskittyi.



Kuva 11. Kaasuanalysaattori rikkiheksafluoridille

3.5.5 Ilmavuotokohtien merkitseminen

Havaitut vuotokohdat (kuva 12) merkittiin oranssilla teipillä, jonka jälkeen kohdeesta otettiin valokuvat. Koska tiivistysurakoitsijana toimi sama yritys, jätettiin tarkentavat tiedot pois merkityistä kohdista. Mittauksen aikana tiivistystöitä tekevät henkilöt olivat mukana tarkkailemassa saatuja havaintoja, jolloin korjaustarpeista saatiin selkeä kuva suoraan työntekijälle



Kuva 12. Vuotokohtat

3.5.6 Loppuraportin laatiminen

Mittauksista laadittiin lopuksi raportti, jossa käytiin muun muassa tarkemmin läpi vuotokohtat valokuvineen, mittauksen tekijä ja päivämäärä, käytetty kaasu, käytetty alipaine, kohteen tiedot ja tehdyt korjaustoimenpiteet.

4 Tutkimus merkkiaineikaasun leviämisestä eri rakennetyypeissä

4.1 Tutkimuksen lähtökohdat

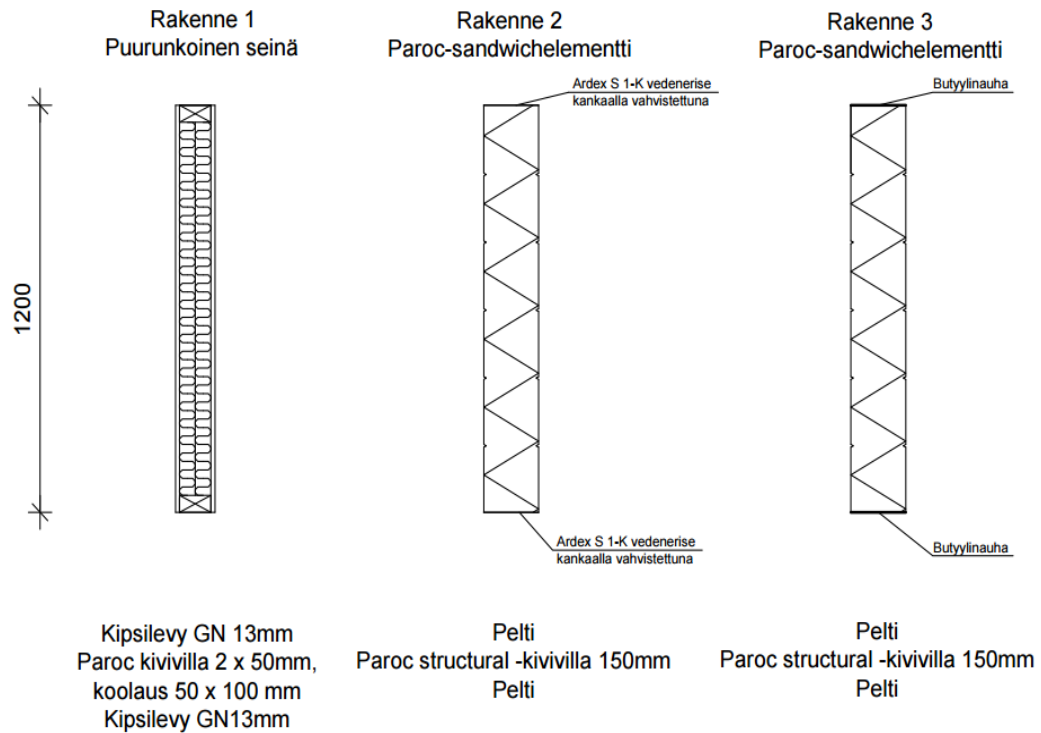
Merkkiaineikaasun läpäisemistä ja läpäisemisnopeutta eri rakennetyypeissä ei ole juurikaan tutkittu aiemmin, vaan tiedot merkkiaineikaasun kulkeutumisesta perustuvat pääasiassa mittauksissa tehtyihin havaintoihin ja kokemuksiin. Pääsimme suorittamaan tutkimusta, jossa tarkoituksena oli selvittää erilaisten merkkiaineikaasujen käyttäytymistä erilaisissa materiaalikerroksissa. Tavoitteena oli saada tietoa eri kaasutyypin vaikutuksista mittauksissa, miten rakenteen tiiviyys, kosteus ja villansyiden suunta vaikuttavat kaasun leviämiseen. Tutkimuksilla pyrittiin saamaan tietoa sekä apua tulevien mittausten suorittamiseen.

Tutkimukset suoritettiin Insinööritoimisto Tarkkasen laboratoriotiloissa 11.1.2016 Tuusulan Jokelassa. Tutkimuskohteina oli kaksi erilaista seinärakennetyyppiä ja kolme rakennetta. Tutkimuksissa käytimme kahta eri merkkiaineikaasua, jotka olivat rikkiheksafluoridi ja typpi-vetyseos. Tutkimuksia varten rakennettiin testihuone höyrynsulkumuovista, jonka seinäpinnoille asennettiin tutkittavat rakenteet. Lisäksi testihuoneeseen asennettiin alipaineistaja, minkä jälkeen rakenteet ja laite tiivistettiin muoviin ilmansulkuteipillä. Pyrkimyksenä oli rakentaa sellainen huonetila, jossa saadaan aikaan noin kymmenen pascalin alipaine, jota usein käytetään mittausten suorittamisessa.

4.2 Tutkittavat rakenteet

Tutkittaviksi rakenteiksi valittiin kaksi eri rakennetyyppiä (kuva 13), joihin kuului yksi puurunkoinen väliseinärakenne ja kaksi Paroc-sandwichelementtiä. Paroc-elementtien villojen syyt oli asetettu pystysuuntaan ja puurunkoisen väliseinärakenteen villasyt olivat sivuttais suunnassa. Väliseinäessä käytetty lämmöneriste oli kahdessa osassa asennettu siten, että saumat jäivät eri kohtiin. Eroina Parocin elementeillä oli että, rakennetta kolme säilytettiin ennen tutkimuksen aloittamista täysin säältä suojaamattomana ulkona. Tällä pyrittiin saamaan aikaan rakenteeseen sellaiset olosuhteet, joita tulee vastaan ulkoilmaan yhteydessä olevissa korjaustarvetta vaativissa rakenteissa.

Rakenne kolme tuotiin sisätiloihin sulamaan jo ennen mittauksia, koska ulkona olevat pakkaslukemat olivat suuria ja lämpötila ennen mittauksia pyrittiin saamaan samaksi kuin muissa rakenteissa. Rakenteet yksi ja kaksi taas olivat olleet kuivissa sisätiloissa. Jokaisesta rakenteesta ja sisäilmasta mitattiin lämpötila ja suhteellinen kosteus sekä laskettiin vesihöyrypitoisuudet. Nämä on esitetty taulukossa 2. Huomattavaa tutkimusten aloittamisessa oli, että rakenteiden yksi ja kaksi vesihöyrypitoisuudet olivat lähellä huoneilman vesihöyrypitoisuutta, mutta rakenne kolme oli noin kaksi kertaa kosteampi.



Kuva 13. Tutkittavat rakennetyypit

Taulukko 2. Lämpötilat ja kosteudet

	Lämpötila [t]	Suht.kost. RH-%	vesih.pit vk [g/m ³]
Rakenne 1	11,4	36,6	3,78
Rakenne 2	11,4	38,5	3,97
Rakenne 3	11,4	82,8	8,54
Sisäilma	16,2	31,3	4,32

4.3 Merkkiaineikaasun syöttö

Merkkiaineikaasun syöttöä varten kaikki kolme rakennetyyppiä oli asennettu kuvan 14 mukaisesti niin, että rakenteen yli pystyttiin muodostamaan alipaine. Jokaisesta rakenteesta jätettiin alipaineistetun tilan ulkopuolelle merkkiaineensyöt-

töreiät, jotta merkkiainekaasua pystyttiin syöttämään luotettavasti ulkopuolelta niin, että se kulkeutuu mitattavaan tilaan haluttua reittiä.



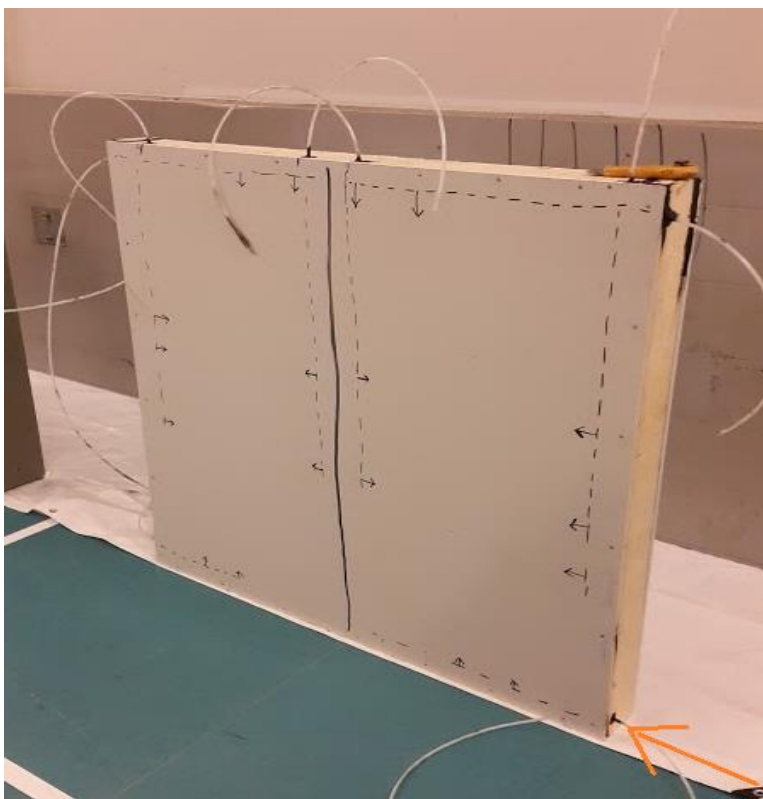
Kuva 14. Tutkimustilat

Olosuhteet mittauksen aikana pidettiin sellaisena, että tilojen välinen paine-ero oli testauksen ajan noin kymmenen pascalia. Paine-eroa tarkkailtiin koko mittauksen ajan ja säädettiin tarvittaessa. Tutkimuksessa käytetyistä kahdesta eri merkkiaineesta testasimme ensiksi typpi-vetyseosta sen nopean haihtuvuuden vuoksi, jotta seuraavalla kaasulla tehtävää tutkimusta pääsisi suorittamaan nopeammin. Typpi-vetyseos tuuletettiin lopuksi pois mitattavasta huonetiilasta, ja kun pitoisuus oli todettu hävinneen, aloitimme seuraavan tutkimuksen rikkiheksafluoridilla.

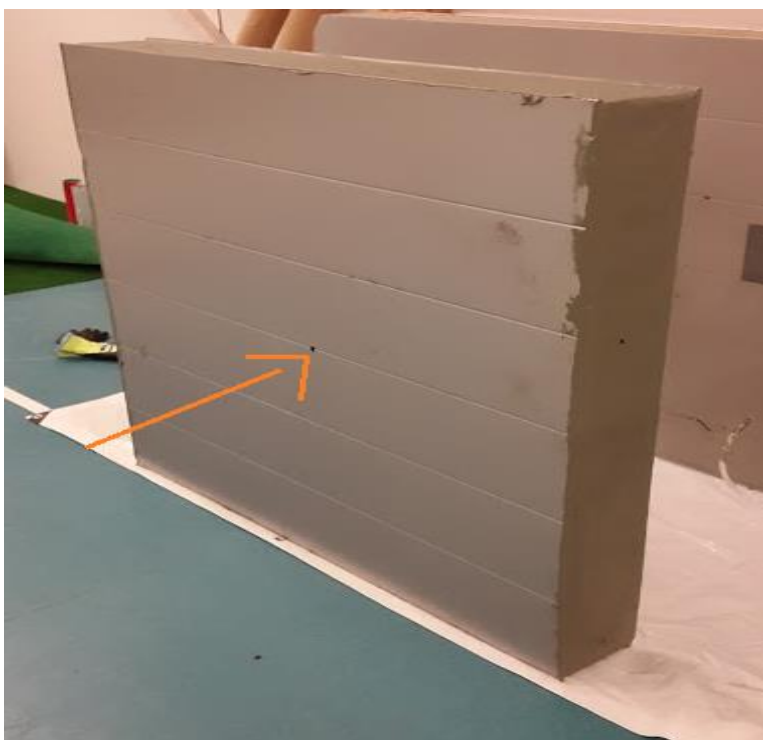
Rakenteessa yksi (kuva 15) ja kaksi (kuva 16) tutkimme kaasun leviämistä koko rakenteen alueelle, kun taas rakenteessa kolme (kuva 17) keskityttiin tarkastelemaan leviämisenopeutta sivuttaissuunnassa 25 cm välein tehdyistä mittausrei'istä. Kaasun syöttönopeus pidettiin vakiona mittausten ajan, mutta kaasun syöttöaikoja vaihtelimme rakenteille sopiviksi. Nämä on esitetty taulukossa 3. Lisäksi huomiota kiinnitettiin rakenteessa kaksi ja kolme siihen, että vaikuttaako villansyy suunnat leviämiseen ja leviämisenopeuteen

Taulukko 3. Kaasun annostelu rakennetyypeittäin

	<i>Kaasun syöttönopeus (l/min)</i>	<i>Kaasun syöt- töaika (s)</i>
<i>Typpi-vetyseos:</i>		
<i>Rakenne 1</i>	15	15
<i>Rakenne 2</i>	15	2x15
<i>Rakenne 3</i>	15	2x30
<i>Rikkiheksafluoridi:</i>		
<i>Rakenne 1</i>	15	15
<i>Rakenne 2</i>	15	2x15
<i>Rakenne 3</i>	15	2x30



Kuva 15. Rakenne 1:n kaasun syöttö



Kuva 16. Rakenne 2:n kaasun syöttö



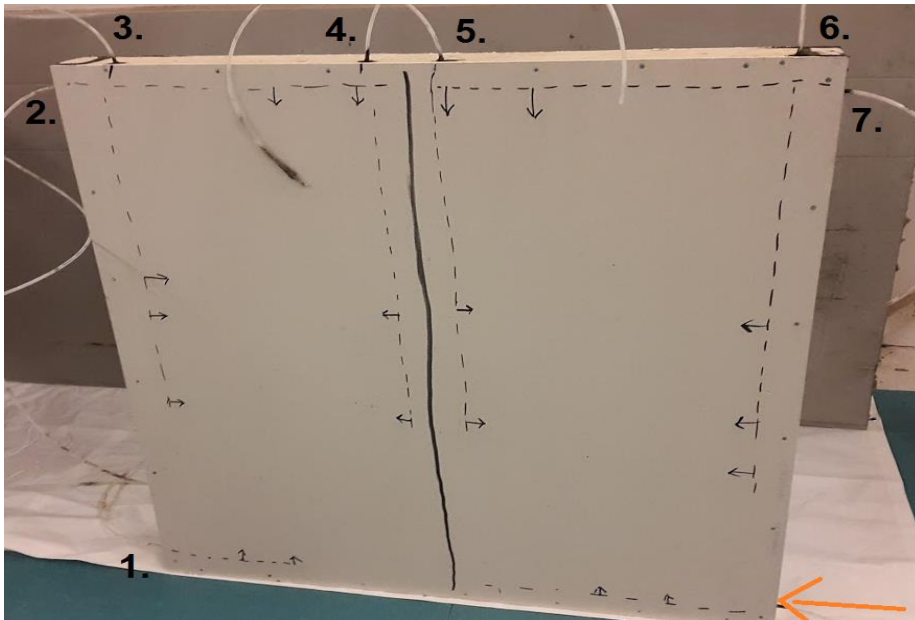
Kuva 17. Rakenne 3:n kaasun syöttö

4.4 Merkkiainekaasun mittaus

4.4.1 Mittaus rakenteesta 1

Rakenteeseen oli tehty seitsemän mittauspistettä (kuva 18), joista kaasua lähdettiin havainnoimaan. Typpi-vetyseoksella tutkittaessa ensimmäiset havainnot leviämisestä saatiin lähes välittömästi kaasunsyöttöputken yläpuolisesta tarkastelupisteestä ja kaasun leviämiseen kauttaaltaan rakenteeseen kului aikaa noin kaksi ja puoli minuuttia. Tarkemmat havainnointiin kuluneet ajat esitetään taulukossa 4.

Rikkiheksafluoridilla tutkittaessa ensimmäiset havainnot saatiin noin 20 sekun-
nin kuluttua merkkiainekaasun syöttämisestä samoista tarkastelupisteistä kuin
typpi-vetyseoksella. Kaasun leviämiseen kauttaaltaan rakenteeseen kului aikaa
noin kolme minuuttia.



Kuva 18: Merkkiainekaasun havainnointipisteet rakenteessa yksi.

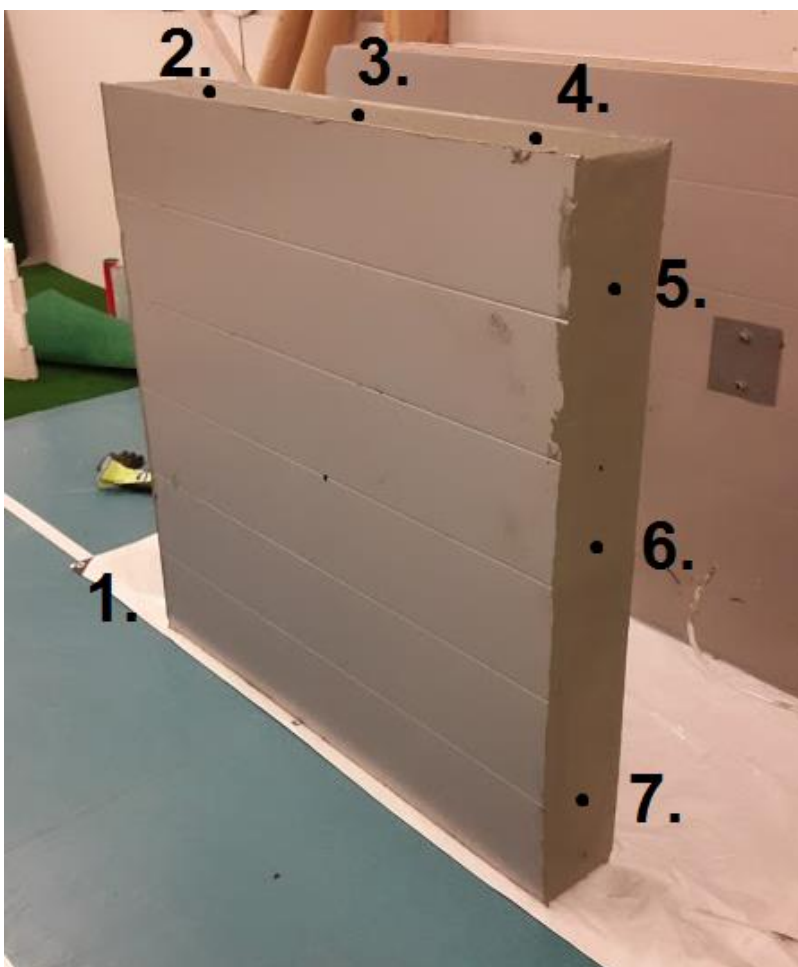
Taulukko 4. Kaasujen leviäminen rakenteissa.

	Typpi-vety- seos	Rikkiheksafluoridi	Typpi-vety- seos	Rikkiheksafluoridi
	Rakenne 1		Rakenne 2	
Mittauspisteet:	Havainnointiin kulunut aika:			
1	1min 50s	2min 40s	10min	18min
2	2min 30s	3min 10s	3min	28min
3	2min 30s	3min 10s	3min	30min
4	1min 10s	2min	1min 10s	20min
5	1min	1min 40s	50s	14min
6	10s	18s	30s	10min
7	10s	18s	10min	17min

4.4.2 Mittaus rakenteesta 2

Rakenteeseen tehtiin havainnointia varten seitsemän mittauspistettä poraamalla reikiä vedeneristeeseen kuvan 19 mukaisesti. Typpi-vetyseoksella mitattaessa ensimmäiset havainnot saatiin 30 sekunnin kuluttua kaasun syöttöreiän oikeanpuoleisesta tarkastelupisteestä. Aikaa kaasun leviämiseen kauttaaltaan rakenteeseen kului noin kymmenen minuuttia.

Rikkiheksafluoridilla mitattaessa ensimmäisiä havaintoja saatiin odottaa kymmenen minuutin kohdalle. Kaasun leviäminen kauttaaltaan rakenteeseen kului aikaa noin 30 minuuttia.



Kuva 19. Merkkiaineikaasun havainnointipisteet rakenteessa yksi.

4.4.3 Mittaus rakenteesta 3

Rakenteeseen kolme tehdyissä mittauksissa ensimmäiset havainnot typpi-vetyseoksesta saatiin 25 senttimetrin kohdalta kuuden sekunnin jälkeen. Sitä mukaa, kun kaasu tuli havaittavaksi mittauspisteissä, teipattiin mittausreiät alumiiniteipillä. Tällä varmistettiin, ettei kaasupitoisuus pääse laimenemaan rakenteessa vuotojen takia, vaan etenee haluttuun suuntaan. Samalla pyrittiin estämään myös sitä, ettei kaasua purkaudu seuraavan mittauspisteen läheisyyteen, mikä häiritsisi mittauksista saatavia toivottuja havaintoja. Loput havainnot merkkiaineesta tulivat keskimäärin 22,5 sekunnin välein 125 senttimetrin etäisyyteen saakka. Tarkemmat ajat ja etäisyydet on esitetty taulukossa 5. Kaasun etenemisnopeudeksi tälle matkalle saadaan noin 1,3 cm/s.

Kun typpi-vetyseos oli todettu haihtuneeksi rakenteesta ja huonetilasta, aloitimme mittaukset rikkiheksafluoridilla. Ensimmäiset havainnot saatiin 25 senttimetrin kohdalta kymmenen sekunnin jälkeen. Tutkimus eteni samoin kuin typpi-vetyseoksella ja viimeiset tulokset saatiin 75 senttimetrin kohdalta, jolloin aikaa oli kulunut jo noin viisi minuuttia. Kaasun etenemisnopeudeksi tälle matkalle saadaan noin 0,25 cm/s.

Taulukko 5. Kaasujen etenemät rakenteessa

Etenemä (cm)	25	50	75	100	125	150
Typpi-vetyseoksen etenemään kulunut aika (s):	6	30	45	65	95	-
Rikkiheksafluoridin etenemään kulunut aika (s):	10	120	300	-	-	-

- Kaasua ei havaittavissa

4.5 Johtopäätökset ja tulosten tarkastelu

Tutkimuksista voidaan päätellä, että rakennetyypillä, kosteudella ja tiiviydellä on suuri merkitys valittaessa kohteeseen sopivaa merkkiainekaasua ja suunniteltaessa syöttöreikien välisiä etäisyyksiä. Tutkimukset antavat ymmärtää, että rikkiheksafluoridi etenee tiiviissä rakenteessa huomattavasti huonommin kuin typpi-vetyseos. Merkkiainekaasun etenemää tutkittaessa rakenteessa kolme rikkiheksafluoridin etenemä matka oli lähes puolet lyhempi typpi-vetyseokseen verrattuna. Rakenteen kosteus ja kulkeutuminen villansyitä vastaan hidastaa ja jopa estää merkkiainekaasun etenemistä. Rikkiheksafluoridia tarvitsee monesti myös käyttää enemmän tiiviissä rakenteessa, jotta havaintoja saadaan aikaan. Rakenteessa kaksi, joka oli kosteutta lukuun ottamatta samanlainen kuin rakenne kolme, toistui se, että typpi-vetyseos eteni rikkiheksafluoridia nopeammin mittauspisteisiin. Tästä voidaan päätellä, että typpi-vetyseos etenee tiiviissä rakenteessa paremmin kuin rikkiheksafluoridi.

Tutkimustemme mukaan typpi-vetyseos eteni nopeammin myös vähemmän tiiviissä rakenteessa yksi. Tämän lisäksi havaitsimme, että typpi-vetyseos haihtuu rakenteesta nopeammin, kun taas rikkiheksafluoridin haihtumiseen voi mennä jopa tunteja. Myös syöttöreian sijainnilla on merkitystä valittaessa kohteeseen sopivaa merkkiainekaasua, koska typpi-vetyseos on ilmaa kevyempää ja pyrkii kulkeutumaan rakenteessa ylöspäin, kun taas rikkiheksafluoridi on ilmaa raskaampaa ja pyrkii kulkeutumaan rakenteessa alaspäin.

Mittausta suorittaessa havaitsimme myös, että typpi-vetyseosta mitattaessa mittarin täytyy olla maksimissaan kahden senttimetrin etäisyydellä vuotokohdasta vuodon havaitsemiseksi. Rikkiheksafluoridilla vastaava etäisyys oli jopa kymmenen senttimetriä. Ero johtuu kaasujen haihtumisnopeudesta huoneilmaan.

5 Rakenteessa havaittujen vuotojen korjaus

5.1 Korjauksissa huomioitavia asioita

Tiivistystyöt voidaan aloittaa merkkiainekokeen suorittamisen jälkeen, kun vuotokohdat on merkattu rakenteeseen. Tiivistystöissä tulee käyttää asianmukaisia tiivistystuotteita, jotta päästään tavoiteltuun lopputulokseen. Käytettäville materiaaleille ei ole asetettu viranomaisvaatimuksia, mutta korjauksissa on käytettävä sellaisia tuotteita, jotka kestävät suunnitellun käyttöiän. Tiivistystöiden tavoitteena on saada rakenteesta tiivis ja haitta-aineita läpäisemätön.

Työn suorittamisen laadunvarmistukseksi on kohteesta aina laadittava tarkat suunnitelmat. Asennustöiden tekijän on perehdyttävä suunnitelmiin ja omata työn vaatima ammattitaito. Kohteessa täytyy olla myös asiantuntija, joka tarkkailee töiden edistymistä ja valmistumista. [5, s. 2.]

5.2 Seinärakenteiden vuotokohtien tiivistäminen

5.2.1 Alustavat työt

Työt aloitetaan siirtämällä työntekoa haittaavat tavarat pois huoneen lattialta, jonka jälkeen seiniltä irrotetaan tarvittaessa patterit, sähkökourut ym. tiivistystöitä estävät tavarat. Riippuen kohteeseen suunnitellusta tiivistyslaajuudesta, voidaan tiivistystyöt tehdä kahdella tapaa.

Ensimmäisellä tavalla tehtäessä tiivistys suoritetaan koko seinäpinnalle poistoen maalit ja tasoitteet lujaan pintaan asti, jonka jälkeen hiontapöly puhdistetaan

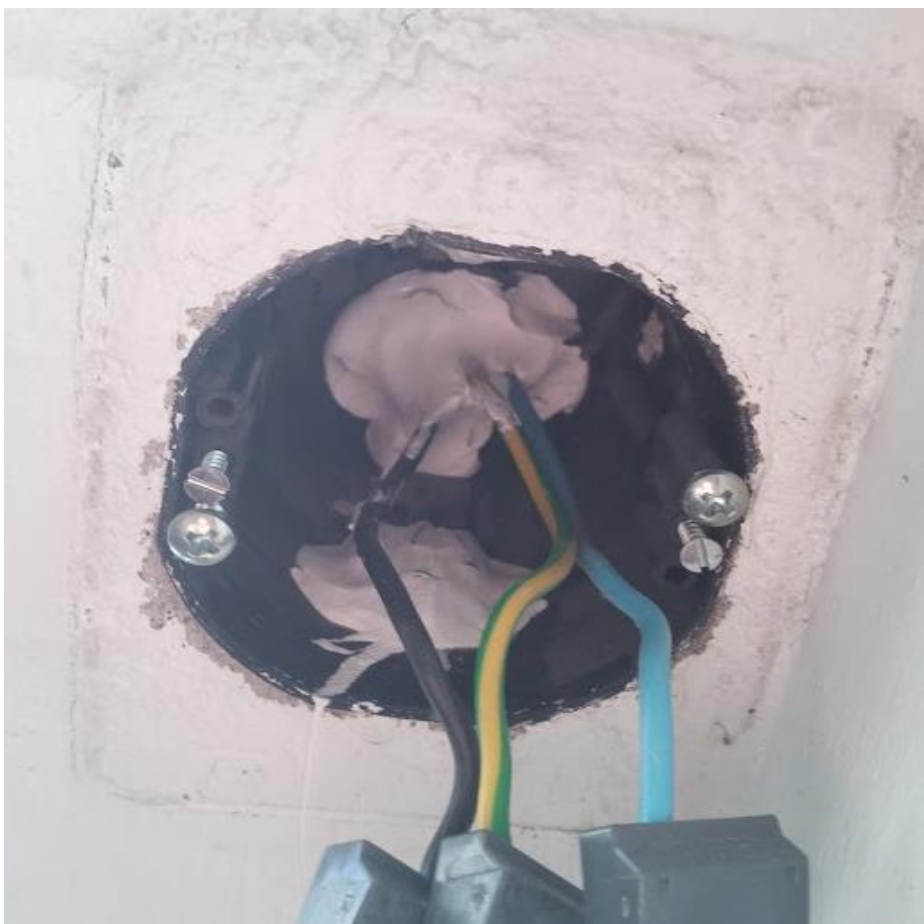
huolellisesti imuroimalla. Pinnan tulee olla puhdas, kiinteä, kuiva, ja täyttää käytettävän korjaustuotteen vaatimat betonin vetolujuusvaatimukset. [5, s. 3.]

Toisella tavalla tehtäessä tiivistys suoritetaan ainoastaan merkkiainekokeissa havaittuihin vuotokohtiin. Tällöin kaikkia seinän pintamateriaaleja ei tarvitse poistaa ja yleensä riittää, että vain vuotokohtien pinnan tartunta on riittävä korjaustuotteelle. Näin ollen tämä tapa on huomattavasti ensimmäistä tapaa edullisempi suorittaa.

5.2.2 Tiivistystyöt

Menetelmän yksi mukaan seinän tiivistys tehdään kauttaaltaan kahteen kertaan ennen lattian ja seinän rajakohdan tiivistystä, joka muodostaa läpäisytiivin pinnan kosteudelle ja epäpuhtauksille, esimerkiksi ARDEX EP 2001 W –höyrynsulkukäsittelyaineella (liite 1). Toisen käsittelykerran kuivuttua tehdään pintaan tartuntakäsittely esimerkiksi ARDEX P 82 –pohjustusaineella (liite 2), joka toimii tartuntana seinätasoitteelle.

Menetelmän kaksi mukaan seinän tiivistys tehdään haluttuihin aikaisemmin havaittuihin vuotokohtiin. Tiivistykseen voi käyttää samoja edellä mainittuja materiaaleja. Tätä tapaa käytettäessä täytyy kuitenkin kiinnittää tarkempaa huomiota tiivistysten tekemiseen. Monesti tiivistys joudutaan tekemään useamman kerran johtuen siitä, että aluksi havainnoidaan vain suurimmat vuotokohdat ja vasta näiden kohtien tiivistysten jälkeen alipaine kohdistuu tehokkaammin myös yhä pienempiin vuotokohtiin. Koska tiivistysmateriaalia ei levitetä kauttaaltaan tasaisesti rakenteeseen (kuva 20), on mahdollista, että tiivistyskohtiin jää huokosia, joista epäpuhtaudet vuotavat vielä ensimmäisen tiivistyskerran jälkeen. Molemmilla tavoilla tehtyjen tiivistystöiden jälkeen tulee rakenteen ilmanpitävyys mitata ja varmistaa vielä merkkiainekokein ennen pintamateriaalien asennusta. [5, s. 3.]



Kuva 20. Sähkörasian paikallinen tiivistys

5.2.3 Viimeistelytyöt

Molemmissa vaihtoehdoissa viimeistelytyöt voidaan toteuttaa samoja materiaaleja käyttäen, esimerkiksi ARDEX F 5 –tasoitteella (liite 3), jolla seinäpinnat tasoitetaan. Tasoitekäsittelyn jälkeen seinäpinnat maalataan kokonaisuudessaan tai, jos on käytetty paikallista tiivistämistä, niin pinnat voidaan paikkamaalata. Lopuksi mahdollisesti irrotetut patterit, sähkökourut ym. kiinnitetään takaisin paikoilleen, tilat siivotaan ja tavarat siirretään paikoilleen.

5.3 Lattiarakenteiden kapselointi

5.3.1 Alustavat työt

Työt aloitetaan tyhjentämällä käsiteltävät tilat kaikista ylimääräisistä tavaroista, jotka haittaavat työn suorittamista. Lattiasta poistetaan kaikki vanhat pintamateriaalit esimerkiksi jyrsimällä tai hiomalla pintaa lujaan alustaan asti, jonka jälkeen pinnat puhdistetaan hiontapölystä ja roskista. Alustan tulee olla puhdas, kiinteä, kuiva, kantava ja täyttää käytettävän korjaustuotteen vaatimat betonin vetolujuusvaatimukset. Kun alusta on saatu käytettävän korjaustuotteen vaatimaan kuntoon, voidaan lattiarakenteen kapselointityöt aloittaa. [5, s. 2.]

5.3.2 Kapselointityöt

Kapselointityöt aloitetaan käsittelemällä lattiapinta kokonaisuudessaan tuotteella, joka on läpäisytiivis kosteudelle ja haitta-aineille, esimerkiksi ARDEX EP 2000:lla (liite 4). Tuotetta kaadetaan runsaasti lattialle ja levitetään lyhytkarvaisella telalla tai siveltimellä koko lattiapinnalle ja nostetaan seinälinjoille noin 20 senttimetrin korkeuteen. Ensimmäisen käsittelykerran jälkeen aloitetaan rajakohtien tiivistys vahvistusnauhalla, johon voidaan käyttää esimerkiksi ARDEX SSB 11 –vahvistusnauhaa. Nauha painetaan lattian ja seinän rajakohtaan (kuva 21) niin, että nauhan väliin ei jää ilmataskuja ja on näin ollen kauttaaltaan tiiviisti rakenteessa. [5, s. 2.]



Kuva 21. Lattian ja seinän rajakohdan tiivistys

ARDEX EP 2000:n kuivumiseen kuluu aikaa noin kuusi tuntia, jonka jälkeen voidaan välittömästi aloittaa pohjustus ARDEX P 82 –keinohartsiprimerilla (kuva 22). Tällä saadaan aikaan hyvä tartuntasilta kaikille tiiviille ja sileille alustoille, jotka ovat kiinteitä, kuivia ja puhtaita rasvasta, öljystä, vahasta, pölystä ja muista tartuntaa heikentävistä aineista. Kun rakenne on uudelleen tarkastettu merkkiainekokeella ja todettu ilmatiiviiksi, voidaan tasoitustyöt aloittaa. Tasoitustyöt tulee aloittaa viimeistään kahden päivän kuluttua primerin levityksestä. [6, s. 2.]



Kuva 22. Tiivistetty lattia

5.3.3 Viimeistelytyöt

Tasoite- tai oikaisumassaa voidaan levittää 24 tunnin kuluttua primeroidulle pinnalle tasoittamaan mahdollisia lattian epätasaisuuksia käyttäen esimerkiksi ARDEX K 14 –tasoitetta (liite 5) tai ARDEX K 75 –oikaisumassaa (liite 6). Tasoi-temassojen kuivuttua voidaan lattiapinta päällystää suunnitellulla materiaalilla. Lopuksi tilat siivotaan ja tavarat asetetaan paikoilleen. [5, s. 2.]

5.4 Töiden laadunvarmistus

Tiivistystöiden laadunvarmistamiseksi urakoitsijat antavat usein töilleen takuun, joka sovitaan tilaajan vaatimusten tai urakoitsijan antamien ehtojen mukaisesti. Tämä takuu-aika voi vaihdella esimerkiksi puolen vuoden ja viiden vuoden välillä.

Rakenteen tiiviys varmistetaan aina tiivistystöiden jälkeen merkkiainekokeella. Tavoitteena on varmistaa, että korjaustöillä saavutetaan aiemmin asetetut tavoitteet. Korjauksilla voidaan tavoitella joko tilojen alkuperäistä tasoa tai tason parannusta.

6 Pohdinta

Tarkoituksena tässä opinnäytetyössä meillä oli ensisijaisesti kehittää omaa tietämystämme aiheesta ja tutkia toistaiseksi vähemmän tunnettua menetelmää sisäilman laadun parantamisesta. Opinnäytetyön tekeminen antoi meille paljon tietoa aihealueesta. Yhteistyöyrityksen kanssa toimiminen tarjosi meille mahdollisuuden nähdä työn suorittamista fyysisesti ja saada ajankohtaista tietoa alan ammattilaisilta. Lisäksi yrityksen kautta avautui mahdollisuus tehdä laboratoriotutkimusta merkkiainekaasun leviämisestä, joka oli avuksi niin yrityksen toiminnalle kuin meillekin.

Riittäväällä kokemuksella ja asiantuntemuksella sisäilmaongelmia tutkittaessa voidaan välttää runsaasti aikaa vieviä tutkimuksia ja turhia rakenteiden avaamisia. Kohteita tutkiessa täytyy huomioida, että jokainen kohde on yksilöllinen ja rakennustavat ovat vaihdelleet suuresti vuosien välillä. Hyvä eri vuosikymmenten rakenteiden asiantuntemus edesauttaa onnistuneen tutkimuksen suorittamisessa.

Lähtökohtana merkkiainekokeelle on se, että sisäilmassa on havaittu epäpuhtauksia, jotka saavat aikaan oireita tilojen käyttäjissä. Jos epäpuhtaudet tulevat seinä- tai lattiarakenteista, on olemassa kolme korjausvaihtoehtoa. Kaikki rakenteet voidaan purkaa ja rakentaa uudelleen, ongelmakohtan rakenteet voidaan uusida tai voidaan tehdä merkkiainekoe ja tiivistykset, joilla rakennuksen käyttöikää pidennetään. Näistä vaihtoehdoista huomattavasti edullisin on merkkiainekoe ja tiivistys.

Merkkiainekokeen tarkoituksena on havaita rakenteissa olevat ja rakenteiden läpi kulkevat mahdolliset ilmavuodot sisäilmaan. Oikeanlainen suunnitelma korjauksesta, työnaikaisen valvonnan toteuttaminen sekä laadunvarmennus ovat tärkeimmät tekijät merkkiainekokeiden ja tiivistyskorjausten onnistumisessa. Merkkiainekokeen ja tiivistystöiden tekeminen on vaativaa erityistyötä, joka vaatii tekijältä vahvaa aihealueen tuntemista ja kokemusta töiden suorittamisesta. Puutteellinen tietämys ja taidot johtavat monesti siihen, että kaikkia havaittuja vuotoja ei tunnisteta ja näin ollen tiivistyksetkin jäävät puutteellisiksi. Tämän lisäksi työn kustannukset voivat kohota, työ on hitaampaa ja haluttua lopputulosta ei välttämättä saada aikaan.

Lähteet

1. Rakennustieto Oy. RT-net. Kortistot. RT 07-10564. Rakennuksen sisäilmas-
to. 1.2.1995. Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10564.html.stx>. Haku-
päivä: 4.12.2015.
2. Allergia- ja Astmaliitto ry. Sisäilmalle uudet tavoitearvot ja ohjeet niiden saa-
vuttamiseksi. 10.5.2013 Saatavissa:
http://www.rakentaja.fi/artikkelit/890/sisailmalle_uudet_tavoitearvot.htm. Hakupäivä: 4.12.2015.
3. Allergia- ja Astmaliitto ry ja Hengitysliitto ry. Sisäilmaopas. Saatavissa:
<http://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/oppaat/sisailmaopas.pdf>.
Hakupäivä: 28.12.2015.
4. Rakennustieto Oy. M1-vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö. Saata-
vissa:
[https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto/rakennusmateriaalie
npaastoluokitus/m1-vaatimuksetjaluokiteltujentuotteidenkaytto.html](https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto/rakennusmateriaalie
npaastoluokitus/m1-vaatimuksetjaluokiteltujentuotteidenkaytto.html).
Hakupäivä: 28.12.2015.
5. Ardex Oy. Ardex sisäilmakorjausjärjestelmä. 1.3.2014. Saatavissa:
[http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2014/03/ARDEX-
Sis%C3%A4ilmakorjausj%C3%A4rjestelm%C3%A4.pdf](http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2014/03/ARDEX-
Sis%C3%A4ilmakorjausj%C3%A4rjestelm%C3%A4.pdf). Hakupäivä:
29.1.2016.
6. Ardex Oy. Ardex P 82 Pohjustusaine. 7/2012. Saatavissa:
http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2012/07/ARDEX_P82.pdf.
Hakupäivä: 29.1.2016.
7. Sisäilmaongelma. 16.3.2014. Saatavissa:
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Sis%C3%A4ilmaongelma>. Hakupäivä:
9.2.2016.
8. Rakennustieto Oy. RT-net. Kortistot. RT 14-11197. Rakenteiden Ilmatiivyyden
tarkastelu merkkiainekokein. 18.11.2015 Saatavissa:
[https://www.rakennustietokauppa.fi/rt-14-11197-rakennusten-
ilmatiivyyden-tarkastelu-merkkiainekokein/108937/dp](https://www.rakennustietokauppa.fi/rt-14-11197-rakennusten-
ilmatiivyyden-tarkastelu-merkkiainekokein/108937/dp). Hakupäivä:
10.12.2015.
9. Ardex Oy. ARDEX EP 2001 W Höyrynsulku. 1/2014. Saatavissa:
[http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2014/02/ARDEX-EP-2001-
W.pdf](http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2014/02/ARDEX-EP-2001-
W.pdf). Hakupäivä: 29.1.2016.
10. Ardex Oy. ARDEX F 5 Kuituvahvistettu viimeistelytasoite. 6/2012. Saatavis-
sa: <http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2012/06/ARDEX-F-5.pdf>.
Hakupäivä: 29.1.2016.
11. Ardex Oy. ARDEX EP 2000 Höyrynsulku/tartuntasilta. 3/2014. Saatavissa:
[http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2014/03/ARDEX-EP-
2000.pdf](http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2014/03/ARDEX-EP-
2000.pdf). Hakupäivä: 29.1.2016.
12. Ardex Oy. ARDEX K 14 Lattiatasoite. 3/2009. Saatavissa:
http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2012/04/Ardex_K_14.pdf.
Hakupäivä: 29.1.2016.
13. Ardex Oy. ARDEX K 75 Oikaisumassa. 3/2009. Saatavissa:
http://www.ardex.fi/wp-content/uploads/2012/04/Ardex_K_75.pdf.
Hakupäivä: 29.1.2016.

14. Insinööritoimisto Tarkkanen Oy. Saatavissa: <http://www.ittoy.fi>. Hakupäivä:
24.2.2016.

Tuote-esite ARDEX EP 2001 W [9.]



VARMALLA POHJALLA

ARDEX EP 2001 W

Höyrynsulku

Rakenteiden kosteudenhallinta
Järjestelmätuote sisäilmakorjauksissa
Radonsulku



Eryteisesti seinä- ja kattopinnoille

Liuotteeton
Kemikaalinkestävä
Helppo levittää telaamalla



Tutustu ARDEX-Työohjeenkin
sisäilma- ja radonkorjaus-ohjeisiin

ARDEX Oy
PL 53
02601 ESPOO
puhelin: 09 6869 140
Telefax: 09 6869 1433
E-mail: ardex@ardex.fi
Internet: www.ardex.fi

Tuote-esite ARDEX 2001 W [9.]

ARDEX EP 2001 W

Höyrynsulku

Käyttöalue:

Ulko- ja sisätiloissa erityisesti seinä- ja kattopinnoilla
 - Rakenteiden kosteudenhallinta
 - Haitta-aineiden ja VOC-yhdisteiden hallinta
 - Radonsulku

Sekoitus:

Peruspasta ja kovettaja sekoitetaan pakkausten mukaisessa suhteessa. Kovettaja-B sekoitetaan hartsiosa-A:n kanssa niin, että kansiosaan puhkaistaan useampia reikiä kumisuojan läpi, jolloin kovettaja valuu hartsin sekaan. Kansiosan annetaan valua tyhjäksi. Kansiosa poistetaan ja komponentit sekoitetaan huolellisesti tarkoitukseen soveltuvalla vispilällä.

Työskentely:

ARDEX EP 2001 W levitetään telalla tai pienillä alueilla sivel-timellä. Sekoituksen jälkeen työskentelyaika on n. 30 min +18...+20 °C lämpötilassa. Alhaisemmat lämpötilat pidentävät työskentelyaikaa ja korkeammat lämpötilat lyhentävät. Voi-daan käyttää yli +5 °C lämpötiloissa.

Voimakkaan itselämpiyvyyden johdosta työskennellessä sei-nä- tai kattopinnoilla ositellaan sekoitettu ARDEX EP 2001 W tarvittaessa useampaan astiaan (esim. maalikaukaloihin), jois-ta telaus suoritetaan asennuspinnolle.

Rakenne- ja kapillaarisen kosteuden estäminen ja haitta-aineiden hallinta muraus- ja betonipinnoilla:

Alustan pitää olla pintakuiva (korkeintaan 95 % RH), puhdas ja kantokykyinen. Alustan vetolujuuden pitää olla väh. 0,5 MPa.

ARDEX EP 2001 W levitetään kahteen kertaan ristikkäin niin, että menekki on yhteensä n. 600 g/m². Toinen käsittely voi-daan tehdä n. 6 tunnin kuluttua, mutta kuitenkin niin, että se tehdään viimeistään 48 h sisällä ensimmäisestä. Toisella käsit-telyllä varmistetaan, ettei höyrynsulkuun jää reikiä.

Tartunta tasoitteille:

Jotta saataisiin tartuntapinta kiinnityslaastille tai tasoitteelle, si-rotellaan toiseen märkään käsittelyyn kvartsihiekkää (0,4–0,8 mm) kauttaaltaan peittävästi epoksikerroksen päälle. Ylimää-räinen hiekka imuroidaan ennen tasoitusta. Tasoitte voidaan levittää aikaisintaan 6 h toisen telauksen jälkeen.

Vaihtoehtoisesti voidaan välttämättä epoksin kovetuttua tehdä pohjustus ARDEX P 82 -pohjustusaineella. Ylitasoitus pitää teh-dä ARDEX-tasoitteella viimeistään 48 tunnin kuluttua ARDEX P 82 -pohjustusainekäsittelystä.

Alustan pohjustus ja vahvistus:

Alustan pitää olla pintakuiva (korkeintaan 95 % RH) ja kantoky-kyinen. ARDEX EP 2001 W -epoksia levitetään runsaasti lattial-le. Yleensä yksi levitys riittää. Erityisen huokoisilla alustoilla voi ylimääräinen levityskerta olla tarpeen ensimmäisen levityksen kuivuttua. Epoksin tunkeutuminen ja kulutus riippuu alustan laadusta ja imukyvyistä. Jotta varmistaudutaan epoksin kiinnit-tymisestä alustaan, on syytä varautua koalueen tekemiseen.

Huomatkaa:

Epäselvissä tapauksissa tehdään koelevitys.

ARDEX EP 2001 W käytetään heti sekoittamisen jälkeen. Epok-sin voimakas itsestäänlämpiävyys huomioidaan. Reaktio on sitä voimakkaampi mitä enemmän ainetta on jäänyt purkkiin ja mitä korkeampi ilman lämpötila on. **Älkää jättäkö osittain käytettyä astiaa syttyvien materiaalien läheisyyteen.**

Tärkeää:

Haitallista hengitettynä, ihokosketuksena ja roiskeina silmiin. Saattaa aiheuttaa ärsytystä ja herkistymistä. Sekoitettaessa on käytettävä suojalaseja ja suojakäsineitä. Työn aikana käyte-tään suojakäsineitä. Aineen joutuessa silmiin huuhdellaan huo-lellisesti vedellä ja käännytään lääkärin puoleen. Työvaatteiden likaantuessa vaihdetaan puhtaat vaatteet.

TEKNISET TIEDOT**ARDEX-laatuvaatimusten mukaan**

Sekoitussuhde: alkuperäispakkauksen mukaan
Tilavuuspaino: 1,1 kg/l
Menekki: 600 g/m² eli 300 g/m²/käsittelykerta
Työaika (20 °C): n. 30 min
Kuormitettavuus: mekaanisesti 24 tunnin kuluttua kemiallisesti 7 päivän kuluttua
Kävelykelppoinen: n. 6 tunnin kuluttua / 20 °C
Pakkaus: astia, jonka kannessa kovettaja, yhteensä 4,5 kg
Varastointi: n. 12 kk kuivassa tilassa avaamaattomassa alkuperäispakkauksessa
Varoitus! sisältää epoksia

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun nou-datetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita raken-tamisesta ja antiamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.

Tuote-esite ARDEX P 82 [6.]



VARMALLA POHJALLA

ARDEX P 82

Pohjustusaine



Kaksikomponenttinen

Sileille ja tiiville alustoille

Liuotteeton

Korvaa neopreeniprimerin

Riskitön varastointi, kuljetus
ja työskentely

ARDEX Oy
PL 53
02601 ESPOO
Puhelin: (09) 6869 140
Telefax: (09) 6869 1433
E-mail: ardex@ardex.fi
Internet: www.ardex.fi

Tuote-esite ARDEX P 82 [6.]

ARDEX P 82

Pohjustusaine

Käyttöalue:

Pohjustusaine ja tartuntasilta sileille ja tiiville alustoille kuten:

- ontelolaatat ja imubetonilattiat tasoitteiden alustana
- lastulevyt
- puu
- mosaiikkibetoni
- keraamiset laatat
- klinkkerit
- teräslevyt
- keinoainepinnoitteet
- lakka-, öljy- ja muovimaalit
- tasoitteiden ja kiinnityslaastien alustana

Vain sisätiloihin.

Työskentely:

Komponentit A ja B sekoitetaan 1:1 huolellisesti painon tai tilavuuden mukaan kunnes saavutetaan vaaleanpunainen, tasainen ja käyttövalmis primeri. Käyttöaika 18 - 20 °C lämpötilassa on n. 1 tunti.

ARDEX P 82 -keinohartsiprimeri levitetään ohueksi kerrokseksi kuivalle ja puhtaalle alustalle, jossa ei ole tartuntaa heikentäviä aineita. Levitys suoritetaan siveltimellä, telalla, solukumilastalla tai sileällä lastalla. Voidaan ohentaa 5% vedellä levitettävyyden parantamiseksi.

Tasoitmassat tai kiinnityslaastit voidaan levittää, kun primeri on kuivunut kirkkaaksi kalvoksi. Kuivumisaika on n. 1 tunti riippuen ilmanvaihdosta, lämpötilasta ja alustasta. Matalat lämpötilat ja / tai suuri ilmankosteus voivat hidastaa primerin kovettumista.

ARDEX P 82 -keinohartsiprimeri tekee hyvän tartuntasil- lan kaikille tiiville ja sileille alustoille, jotka ovat kiinteitä, kuivia ja puhtaita rasvasta, öljystä, vahasta, pölystä ja muista tartuntaa heikentävistä aineista.

Tasoitus tehdään viimeistään kahden päivän kuluttua primerin levityksestä.

Sekoitusastiat sekä työkalut voidaan puhdistaa vedellä välittömästi käytön jälkeen. ARDEX P 82 -keinohartsiprimeri poistetaan vedellä tuoreena, se ei saa kuivua iholle. Ihokosketusta on vältettävä.

Tärkeää:

Sisältää epoksihartsia/polyamidoamiinia. Haitallista hengitettynä, ihokosketuksena ja roiskeina silmiin. Aiheuttaa ärsytystä sekä herkistymistä.

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

Aineen joutuessa silmiin huuhdellaan huolellisesti vedellä ja käännytään lääkärin puoleen. Iholle joutunut aine pestään vedellä ja saippualla. Tämän jälkeen iholle levitetään iho-voide.

Työn aikana käytettävä suojavaatetusta, suojahansik- kaita, suojalaseja/kaivosuojainta.

Materiaalin kulutus: 100 - 200 g/m²

Varastointi: n. 12 kk kuivassa tilassa pakka- seita suojattuna, mutta viileässä.

Tilauk-
ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan valmiissa olevia
varoitusmerkkejä määrityksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamamme ohjeita tuotteen käy-
ttöä, saadaan haluttu lopputulos.

09/2012

Tuote-esite ARDEX F 5 [10.]



VARMALLA POHJALLA

ARDEX F 5

MICROTEC-Teknologia

Kuituvahvistettu viimeistelytasoite

Tasoittaminen ja paikkaaminen julkisivuilla sekä sisäseinillä ja -katoilla.

BY:n varmennettu käyttöseloste.

Sopii dispersiomaalien ja -rappausten, mineraalisten rappausten, silikonimaalien, dispersiosilikaattimaalien sekä lasur-, hierto- ja tasoitepintojen alle.

Kuituvahvistus pienentää laastin jännitteitä ja parantaa tartuntalujuutta.

Nopea ja halkeamaton kovettuminen myös suurissa paksuuksissa.

Alle 10 mm:n paksuuksissa kuivumisaika on 1 päivä.

Pinta voidaan kostuttaa ja viimeistellä teräksellä.

Ei painu ja on kevyt levittää.



ARDEX Oy
PL 53
02601 ESPOO
Puhelin: (09) 6869 140
Telefax: (09) 6869 1433
E-mail: ardex@ardex.fi
Internet: www.ardex.fi

Tuote-esite ARDEX F 5 [10.]

ARDEX F 5

Kuituvahvistettu viimeistelytasoite



ARDURAPID-ominaisuus, joka tarkoittaa nopeaa kovettumista ja täydellistä veden sitoutumista.

Käyttöalue:

Ulko- ja sisätiloissa seinät ja katon

Tasointaminen ja paikkaaminen julkisivuilla, sisäseinillä ja -katoilla dispersiomaalien ja -rappausten, mineraalisten rappausten, silikonimaalien, dispersiosilikaattimaalien sekä lasur-, hierto- ja tasoitepintojen alle.

Tyyppi:

Valkoinen jauhe sisältäen hydraulisia sideaineita, täyteaineita, lisäaineita, MICROTEC-kuituja sekä sitkeyteen vaikuttavia muoviaiaineita.

Alustan esikäsittely:

Sementtirappauksen, kalkkisementtirappauksen, betonin, muurauksen, keraamisen laatan (lasitetut pinnat karhennetaan), dispersiomaalin, dispersiorappauksen ja mineraalisen rappausten päälle. Rakenteen on oltava kuiva, luja, puhdas ja hyvin kiinni alustassaan. Pehmeät, joustavat ja lakkamaiset pinnoitteet ja huonosti kiinni olevat päällysteet poistetaan.

Tartuntakäsittely tai pohjustus ei ole tarpeellinen.

Työskentely:

Puhtaassa astiassa sekoitetaan voimakkaasti jauhe ja vesi niin, että saadaan tasainen koostumus.

Sekoitussuhde on: 25 kg ARDEX F 5
12,5 l vettä

Tasoitteen työaika on 18-20 °C lämpötilassa n. 30 minuuttia ja se voidaan levittää kerralla haluttuun paksuuteen.

Tasoite kovettuu sitoutumalla ja kuivumalla n. 40-50 minuutin aikana niin paljon, että pinnan viimeistely voidaan tehdä kostuttamalla ja vetämällä huokoset umpeen teräksellä. Viimeistelyaika on n. 20 minuuttia.

Työ-, kovettumis- ja viimeistelyaika riippuvat lämpötilasta, kerospaksuudesta ja auringonpaisteesta. Korkeat lämpötilat lyhentävät ja matalat lämpötilat pidentävät työaikaa.

Suurissa vauriotäytöissä tai tasoitettaessa karkeaa betonia voidaan ARDEX F 5 jatkaa uunikuivatulla hiekalla. Hiekkaa voidaan käyttää korkeintaan 0,3 TO (tilavuusosaa) laastin tilavuudesta. Veden määrää ei lisätä.

Voidaan käyttää yli 5 °C lämpötiloissa.

Jälkikäsittely:

Tasoitekerros voidaan käsitellä alle 10 mm:n paksuudessa tarkoitukseen sopivalla maali- tai rappausjärjestelmällä 1 päivän kuluttua.

Yli 10 mm:n paksuuksissa on kuivumisaika 2-3 päivää.

ARDEX F 5 -tasoitteen pintaa ei voida fluatoida.

Osatsoituksissa huomioidaan alustan ja tasoitetun alueen erilainen imukyky ja alkalisuus.

Maali- ja rappaustuotetointajien ohjeet huomioidaan.

Huomaa:

ARDEX F 5 -tasoitekerros on diffuusioavoim.

Vesihöyrynläpäisyarvo μ on ARDEX F 5 -tasoitteella n. 60, kun se sementtilaastilla on n. 25.

Pintahalkeamien vahvistaminen voidaan tehdä ARDEX BUR -vahvistusverkolla, joka kiinnitetään ARDEX F 5 -tasoitteella halkeaman päälle.

Suurin täyttöihin, kun tasoitteen pitää kuivua 1 päivässä, suosittelemme sisätiloissa ARDEX A 950 -korjausmassaa. ARDEX A 950 voidaan tarvittaessa tasoittaa jo 90 minuutin kuluttua ARDEX F 5 -tasoitteella, jos päällysteeksi tulee maali tai tapetti.

Epävarmoissa tilanteissa suosittelemme koetyötä.

Tärkeää:

Sisältää sementtiä. Vaikuttaa alkaalisesti. Tämän vuoksi iho ja silmät suojataan. Aine huuhdotaan iholta huolellisesti. Aineen joutuessa silmiin ottakaa yhteys lääkäriin.

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

Sitoutuneessa tilassa vaaraton ihmisille ja ympäristölle.

Tekniset tiedot**ARDEX-laatuvaatimusten mukaan:**

Sekoitussuhde:	n. 12,5 l vettä : 25 kg jauhetta tai vastaavasti n. 1 TO vettä : 2 TO jauhetta
Jauhepaino:	n. 1,0 kg/l
Tuorepaino:	n. 1,4 kg/l
Menekki:	n. 0,9 kg jauhetta /m ² /mm
Työaika astiassa:	n. 30 minuuttia (20 °C)
Päällystettävyyys:	< 10 mm paksuudessa 1 päivän kuluttua
Puristuslujuus:	7 päivän kuluttua n. 7 N/mm ² 28 päivän kuluttua n. 12 N/mm ²
Taivutusvetolujuus:	7 päivän kuluttua n. 3 N/mm ² 28 päivän kuluttua n. 5 N/mm ²
pH-arvo:	n. 11
Pakkaus:	säkki 12,5 kg ja 25 kg netto pussi 5 kg netto
Varastointi:	n. 12 kk kuivassa tilassa avaamattomassa alkuperäispakkauksessa

Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratorioissa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia teknisten määräysten ja ohjeiden rakentamisesta ja asennamisesta ohjeita tuotteen käyttöä, voidaan haluttu lopputulos saavuttaa.

Tuote-esite ARDEX EP 2000 [11.]



VARMALLA POHJALLA

ARDEX EP 2000

Höyrynsulku/tartuntasilta

Höyrynsulku nousevaa kosteutta vastaan

Halkeaman korjaus ja injektointi

Liutotteeton

Kemikaalikestävä



Lisätietoja tuotteesta



Tutustu ARDEX-Työohjeeseen
sisäilma- ja radonkorjausohjeisiin



ARDEX OY
PL 53
02601 ESPOO
puhelin: 09 6869 140
Telefax: 09 6869 1433
E-mail: ardex@ardex.fi
Internet: www.ardex.fi

Tuote-esite ARDEX EP 2000 [11.]

ARDEX EP 2000**Käyttöalue**

Betonin alta tai betonista tulevan kosteuden sulkeminen. Betonin pohjustus tai pinnan vahvistaminen. Halkeamien korjaus ja injekointi betonirakenteissa.

Ulko- ja sisätiloissa vaakasuorilla pinnoilla.

Sekoitus

Peruspasta ja kovettaja sekoitetaan pakkausten mukaisessa suhteessa. Kovettaja-B sekoitetaan hartsiosa-A:n kanssa niin, että hartsiosaan puhkaistaan useampia reikiä kumisuojan läpi, jolloin kovettaja valuu hartsin sekaan. Hartsiosan annetaan valua tyhjäksi. Tämän jälkeen hartsiosa poistetaan ja komponentit sekoitetaan hyvin keskenään tarkoitukseen soveltuvalla vispilällä.

Työskentely

Tuotteen levittämiseen paras työkalu on lyhytkarvainen tela. ARDEX EP 2000 voidaan levittää myös siveltimellä.

Sekoituksen jälkeen työskentelyaika on n. 30 min. 18–20 °C lämpötilassa. Alhaisemmat lämpötilat pidentävät työskentelyaikaa ja korkeammat lämpötilat lyhentävät.

ARDEX EP 2000 voidaan käyttää yli 5 °C lämpötiloissa.

Rakenne- ja kapillaarisen kosteuden nousun estäminen betonipinnoilla

Ennen levitystä betonirakenteen kosteus saa olla korkeintaan 95 % RH ja betonin vetolujuuden pitää olla väh. 1,5 MPa. Höyrynsulkukäsittely tehdään puhtaaseen betonipintaan.

ARDEX EP 2000 levitetään kahteen kertaan ristikkäin niin, että menekki on yhteensä n. 600 g/m². Toinen telauskerta voidaan tehdä n. 6 tunnin kuluttua ensimmäisestä, mutta kuitenkin niin, että se tehdään viimeistään 48 h kuluessa. Toisella telauskeralla varmistetaan, ettei höyrynsulkuun jää huokosia tai reikiä.

Tartunta tasoitteelle

Jotta saataisiin tartuntapinta kiinnityslaastille tai tasoitteelle, sirotellaan välittömästi toisen telauskerran jälkeen kvartsihiekkää (0,4–0,8 mm) kauttaaltaan peittävästi epoksikerroksen päälle. Ylimääräinen hiekka imuroidaan ennen tasoitusta. Tasoitte voidaan levittää aikaisintaan 6 h toisen telauskerran jälkeen.

Vaihtoehtoisesti voidaan välittömästi epoksin kovettua tehdä pohjustus ARDEX P 82 -pohjustusaineella.

Ylitasoitus pitää tehdä viimeistään 48 tunnin kuluttua, jos tartunta on tehty ARDEX P 82 -pohjustusaineella.

Puutteellinen hiekkakarhennus

Jos epakohta huomataan heti epoksin kovettua, vaillinaisen hiekkasirottelun alueelle levitetään ARDEX P 82 -pohjustusaine.

Jos epakohta huomataan vasta 24 h kuluttua epoksin levityksestä tai myöhemmin, vaillinaisen hiekkasirottelun alue hiotaan, pyyhitään kuumalla vedellä, kuivataan ja ARDEX P 82 -pohjustusaine levitetään kyseiselle alueelle. Epoksia hiotaan pinnasta vain juuri sen verran, että pintakiito häviää, muutoin epoksin ominaisuudet haitta-aineita ja kosteutta vastaan heikkenevät.

Alustan pohjustus ja vahvistus

Betonin pitää olla huokoinen, pintakuiva (korkeintaan 95 % RH) ja kantokykyinen.

ARDEX EP 2000 -epoksia levitetään runsaasti lattialle. Yleensä yksi levitys riittää. Erityisen huokoisilla alustoilla voi ylimääräinen levityskerta olla tarpeen ensimmäisen levityksen kuivuttua. Epoksin tunkeutuminen ja kulutus riippuu betonin laadusta ja imukyystä.

Jotta varmistaudutaan epoksin tunkeutuvuudesta alustaan, on syytä varautua koelueen tekemiseen.

Halkeamien täyttö betonilattioissa

ARDEX EP 2000 -epoksia voidaan käyttää halkeamien ja työsauvojen injekointiin betonilattioissa. Alustan pitää olla luja, kantokykyinen ja puhdas tartuntaa heikentävistä aineista.

Höyrynsulku/tartuntasilta

Paineellisesti injektoitaessa porataan halkeamaan 10 cm:n välein 12 mm:n poralla reikiä 2/3 -syvyyteen betonin paksuudesta.

Vaihtoehtoisesti voidaan halkeama avata esim. kulmahiomakoneella ja tarvittaessa asentaa poikkisuuntaan halkeaman kanssa harjateräksiä. Halkeamat, porareitit ja vastaavat puhdistetaan imuroimalla tai puhaltamalla ennen epoksointia.

ARDEX EP 2000 -epoksissa on hyvin alhainen viskositeetti, joten epoksilla, jota ei ole jatkettuna täyteaineella, voidaan täyttää hyvin kapeita halkeamia. Yleensä epoksia käytetään kuitenkin jatkettuna kvartsihiekkalla, Portland-sementillä, sementtipohjaisella tasotejauheella tai kiinnityslaastijauheella.

5 mm pienempiin halkeamiin suosittelemme seuraavaa seossuhdetta:

1 osa ARDEX EP 2000
1½ osaa täyteainetta

Suuremmissa täytöissä voidaan täyteaineen osuutta lisätä.

Tuoreeseen epoksiin sirotellaan hienoa kvartsihiekkää jatkotartunnan varmistamiseksi.

Epäselvissä tapauksissa tehdään koelevitys.

Huomatkaa

ARDEX EP 2000 käytetään heti sekoittamisen jälkeen. Huomioika epoksin voimakas itsestäänlämpiyvyys. Reaktio on sitä voimakkaampi mitä enemmän ainetta on jäänyt purkkiin ja mitä korkeampi ilman lämpötila on. Älkää jättäkö osittain käytettyä astiaa syttyvien materiaalien läheisyyteen.

Tärkeää

Haitallista hengitettynä, ihokosketuksena ja roiskeina silmiin. Saattaa aiheuttaa ärsytystä ja herkimystä. Sekoitettaessa on käytettävä suojalaseja ja suojakäsineitä. Työn aikana käytetään suojakäsineitä. Aineen joutuessa silmiin huuhdellaan huolellisesti vedellä ja käännytään lääkäriin puoleen. Työvaatteiden ikaantuessa vaihdetaan puhtaat vaatteet.

TEKNISET TIEDOT**ARDEX-laatuvaatimusten mukaan**

Sekoitusuhde: alkuperäispakkauksen mukaan

Tilavuuspaino: 1,1 kg/l

Menekki: 600 g/m² eli 300 g/m²/käsittelykerta

Työaika (20 °C): n. 30 min

Kuormitettavuus: mekaanisesti 24 tunnin kuluttua

kemiallisesti 7 päivän kuluttua

Kävelykelppoinen: n. 6 tunnin kuluttua / 20 °C

Pakkaus: 4,5 kg ja 18 kg

Varastointi: n. 12 kk kuivassa tilassa

avaamattomassa alkuperäispakkauksessa sisältää epoksia

Varoitus!

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamiemme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.



Tuote-esitys ARDEX K 14 [12.]



VARMALLA POHJALLA

ARDEX K 14

Lattiatasoite

ARDURAPID-ominaisuus

Matala-alkalinen

Sementtipohjainen

Lattioiden tasoitus ja hienotasoitus

Myös mosaiikkiparketin alle

Erinomainen leviävyys

Itsetasoittuva

Nopeasti päällystettävissä

0 - 10 mm:n paksuuksiin



ARDEX Oy
PL 53
02601 ESPOO
Puhelin: (09) 6869 140
Telefax: (09) 6869 1433
E-mail: ardex@ardex.fi
Internet: www.ardex.fi

Tuote-esite ARDEX K 14 [12.]

ARDEX K 14

Lattiatasoite


ARDURAPID

ARDURAPID-ominaisuus, joka tarkoittaa nopeaa kovettumista ja täydellistä veden sitoutumista.

Käyttöalue:

ARDEX K 14 -lattiatasoitetta käytetään tasoittamisiin ja oikaisemisiin ennen lattiapäällysteitä.

Voidaan käyttää useimpien lattiamateriaalien kuten betonin, anhydriitin ja valuasfaltin päällä.

Vain sisätiloissa.

Ominaisuudet:

ARDEX K 14 sisältää ARDURAPID-ominaisuuden, joka mahdollistaa nopean kovettumisen ja täydellisen veden sitoutumisen.

ARDEX K 14 on kävelykelppoinen n. 3 tunnin kuluttua ja päällystettävissä n. 24 tunnin kuluttua (20 °C) alle 10 mm paksuuksissa. Suuremmat paksuudet voidaan päällystää 2 vuorokauden kuluttua. Mainitut ajat edellyttävät oikean vesimäärän käyttämistä säkilleen tasoitetta.

Alustan esikäsittely:

Alustan pitää olla kuiva, karhea, luja, kantava, pölytön ja puhdas tartuntaa heikentävistä aineista. Heikosti kiinnittyneet ja pehmeät liimajäänteet poistetaan. Jos alusta on kokonaan liiman peitossa, se hiotaan.

Alusta pohjustetaan ARDEX P 51 -esitteessä olevan taulukon mukaisesti.

Päällystystyössä noudatetaan pintamateriaalin suhteellisen kosteuden enimmäisarvoa (BLY / by45 / valmistaja).

Työskentely:

Puhuttaeseen astiaan kaadetaan puhdasta vettä ja voimakkaan sekoituksen aikana lisätään jauhetta niin, että saadaan koostumukseltaan tasalaatuinen tasoite.

25 kg ARDEX K 14 -jauhetta lisätään 5,75 l vettä. Jos työskennellään huokoisilla alustoilla ilman pohjustusainetta ja tarkoituksena on vain täyttää betonin pintahuokokset, voidaan käyttää hieman suurempaa vesimäärää (6 l), kun päällysteeksi tulee pehmeä päällyste henkilöliikenteen alaisissa tiloissa.

Massan työskentelyaika astiassa on (18 - 20 °C) n. 30 minuuttia. Matalat lämpötilat pidentävät ja korkeat lämpötilat lyhentävät työaikaa.

ARDEX K 14 on helppo levittää lattialle ja työstää viimeiseksi pinnaksi ennen lattiapäällysteitä. Tasoitteen hiominen on yleensä tarpeetonta.

Tiivillä pinoilla, siis myös pohjustetuilla pinoilla, on tasoitetta levitettävä väh. 1,5 mm, kun päällysteeksi tulee tiivis päällyste tai mosaiikkiparketti.

Pumppaaminen:

Tasoite voidaan pumpata tarkoitukseen sopivalla pumppauskalustolla, joka pystyy kuljettamaan tasoitetta 20 - 40 l/min.

Jos pumpataan hiekalla jatkettua tasoitetta, voidellaan pumppu säkilleellä tasoitetta, joka sekoitetaan 6 l vettä. Muita sementtiseoksia ei saa käyttää pumpan voiteluun. Jos pumppauksessa on yli 30 min tauko, pestään pumppu ja letkut.

Hiekan lisäys:

ARDEX K 14 -tasoite voidaan yhdellä työkerralla levittää 10 mm:n paksuuteen saakka. Suuremmissa paksuuksissa jatketaan tasoite hiekalla seuraavasti:

Hiekan Raekoko	Sekoitussuhde tilavuusosina	
	Tasoite	Hiekka
0,5 - 1,2 mm	1,0 TO (25 kg)	0,3 TO (8 kg)
0 - 4 mm	1,0 TO (25 kg)	0,3 TO (8 kg)
0 - 8 mm	1,0 TO (25 kg)	0,5 TO (12 kg)

Yleisesti:

Keraaminen laatta voidaan kiinnittää ARDEX-kiinnityslaastilla heti, kun tasoite on kävelykelppoinen.

ARDEX K 14 -lattiatasoitetta voidaan käyttää yli 5 °C -lämpötiloissa. Tasoitekerros on suojattava liian nopeaa kuivumista vastaan vedolta ja suoralta auringonpaisteelta.

Epävarmoissa tilanteissa suosittelemme koetyötä.

Huomaa:

Ulkotiloissa ja rakenteissa, jotka ovat jatkuvasti märkänä, ei voida käyttää ARDEX K 14 -tasoitetta.

Rullapyöräliikenteen alaisissa tiloissa, mosaiikkiparketin alla ja muissa vaativissa tilanteissa ei voida tehdä huokos-tasoiusta.

Tärkeää:

Sisältää sementtiä. Vaikuttaa alkalisesti. Tämän vuoksi iho ja silmät suojataan. Aine huuhdotaan iholta huolellisesti.

Aineen joutuessa silmiin otakaa yhteys lääkäriin.

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemukset.

Sitoutuneessa tilassa vaaraton ihmisille ja ympäristölle.

Tekniset tiedot
ARDEX-laatuvaatimusten mukaan

Sekoitussuhde:	5,75 l vettä : 25 kg jauhetta tai n. 1 TO vettä : 3,75 TO jauhetta
Jauhepaino:	n. 1,2 kg/l
Tuorepaino:	n. 1,9 kg/l
Menekki:	n. 1,5 kg jauhetta/m ² /mm
Työaika:	n. 30 minuuttia (20 °C)
Kävelykelppoinen:	n. 3 tunnin kuluttua levityksestä (20 °C)
Päällystettävissä:	alle 10 mm: n. 24 tunnin kuluttua (20 °C) yli 10 mm: n. 48 tunnin kuluttua (20 °C)
Puristuslujuus:	1 päivän jälkeen 13,0 N/mm ² 7 päivän jälkeen 22,0 N/mm ² 28 päivän jälkeen 27,0 N/mm ²
Taivutusvetolujuus:	1 päivän jälkeen 3,5 N/mm ² 7 päivän jälkeen 6,0 N/mm ² 28 päivän jälkeen 8,0 N/mm ²
Kuulapuristuslujuus:	Brinell 1 päivän jälkeen 40,0 N/mm ² 7 päivän jälkeen 45,0 N/mm ² 28 päivän jälkeen 50,0 N/mm ²
Tuolinpyörä:	kestää (väh. 1 mm tasoitetta)
pH-arvo:	5 päivän kuluttua 8-9
Pakkaus:	säkki 25 kg netto
Varastointi:	n. 12 kk kuivassa tilassa avaamattomassa alkuperäispakkauksessa.

Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.

Tuote-esite ARDEX K 75 [13.]



VARMALLA POHJALLA

ARDEX K 75

Oikaisumassa

ARDURAPID-ominaisuus

Matala-alkalinen

3-50 mm:n paksuuksiin

Myös lattiakallistuksiin kaatotekniikalla

Soveltuu myös kipsikartonkilevylattioille

Hyvät työstöominaisuudet

Pienijännitteinen



ARDEX Oy
PL 53
02601 ESPOO
Puhelin: (09) 6869 140
Telefax: (09) 6869 1433
E-mail: ardex@ardex.fi
Internet: www.ardex.fi

Tuote-esite ARDEX K 75 [13.]

ARDEX K 75

Oikaisumassa



ARDURAPID-ominaisuus, joka tarkoittaa nopeaa kovettumista ja täydellistä veden sitoutumista.

Käyttöalue:

ARDEX K 75 on pienjännitteinen, hyvin leviävä oikaisumassa oikaisemiseen ja tasoittamiseen betonipinnoilla, kipsipinnoilla ja kipsikartonkilevypinnoilla. Oikaisumassa soveltuu erityisen hyvin myös kaatojen tekemiseen märkätiloissa kaatotekniikalla. Asennettaessa uivaa lautaparkettia tai laminaattia asennetaan 0,2 mm:n paksuinen muovikalvo väh. 200 mm:n teipatuin saumoin päällysteen ja oikaisumassan väliin.

Vain sisätiloissa.

Alustan esikäsittely:

Alustan pitää olla kuiva, luja, karkea, kantava ja puhdas tartuntaa heikentävistä kerroksista. Ennen oikaisutyötä suositellaan ARDEX-korkomerkkien asentamista lattialle. Pohjustus tehdään pohjustusaineiden tuote-esitteiden mukaan. Asennettaessa tiiviitä päällysteitä pitää koko lattiarakenteen olla kuiva. Epävarmoissa tilanteissa tehdään koetasoitus.

Päällystystyössä noudatetaan pintamateriaalin suhteellisen kosteuden enimmäisarvoa (BLY / by45 / valmistaja)

Sekoitus:

25 kg ARDEX K 75 jauhetta ja 3,75-4,00 l puhdasta ja viileää vettä sekoitetaan tasaiseksi ja hyvin leviäväksi massaksi. Sekoitettaessa massa märkätilojen kallistuksiin vähennetään vettä 0,25-0,5 l/skk kallistuksista riippuen.

ARDEX K 75 voidaan myös pumpata tarkoitukseen sopivalla laitteistolla, jonka nopeus on väh. 40 l/min. Pumppauksessa asetetaan veden säätö 15-16%:iin, joka vastaa edellä mainittua 3,75-4,0 l vesimäärää.

Työskentely:

ARDEX K 75 on helppo levittää tasaisella tai hammas-tetulla lastalla ja leviää yleensä niin hyvin, että jälkitasoitus tai hionta ovat tarpeettomia.

Pumppaus:

Ennen pumppausta asennetaan ARDEX-rajalistat kynnyksille ja muihin tarpeellisiin rajakohtiin. Jos laitteisto seisoo pidempään kuin 15-20 minuuttia, puhdistetaan laitteisto.

ARDEX K 75 voidaan levittää yhdellä kerralla 3-50 mm:n paksuuksiin. Voidaan levittää yli 5 °C lämpötiloissa.

Märkätilojen lattiat:

Ennen tasoitusta varmistetaan rajalistalla, ettei oikaisumassa pääse valumaan lattiakaivoon –myös mahdolliset reiät seinän ja lattian rajakohdassa tukitaan ja tasoitteen tartunta seinärakenteeseen estetään. Säkilliseen (25 kg) sekoitetaan n. 3,5 l vettä. Oikaisumassa kaadetaan vain seinän viereen, josta sen annetaan valua kaivoa kohti.

Oikaisumassan leviämistä voidaan auttaa varsilastalla. Tarvittaessa kallistukset viimeistellään ARDEX A 31 -tasoitteella.

Huomaa:

ARDEX K 75 oikaisumassaa ei voida käyttää ulkotiloissa eikä jatkuvasti märkänä olevissa rakenteissa. Ei voida jatkaa hiekalla.

Epävarmoissa tilanteissa suosittelemme koetyötä.

Tyyppi:

Jauhe sisältää erikoisementtejä, täyteaineita ja hyvin veteen liukenevia muoviaineita. Sekoitettaessa veteen saadaan hyvin leviävä ja pienjännitteinen oikaisumassa, jolla saadaan helposti tasainen pinta lattiapäällysteille.

Tärkeää:

Sisältää sementtiä. Vaikuttaa alkalisesti. Tämän vuoksi iho ja silmät suojataan. Aine huuhdotaan iholta huolellisesti. Aineen joutuessa silmiin ottakaa yhteys lääkäriin.

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

Sitoutuneessa tilassa vaaraton ihmisille ja ympäristölle.

Tekniset tiedot

ARDEX-laatuvaatimusten mukaan

Sekoitusuhde:	n. 3,75 – 4,0 l vettä : 25 kg jauhetta
Tilavuuspaino:	1,45 kg/l
Märkäpaino:	2,2 kg/l
Menekki:	n. 1,7 kg jauhetta /m ² /mm
Työaika astiassa:	n. 0,5 tuntia (20 °C)
Kävelykelppoinen:	n. 2 tunnin kuluttua (20 °C)
Päällystettävyyys:	n. 24 tunnin kuluttua (20 °C)
Puristuslujuus:	1 päivän kuluttua n. 13 N/mm ² 20 päivän kuluttua n. 20 N/mm ² 28 päivän kuluttua n. 27 N/mm ²
Taivutusvetolujuus:	28 päivän kuluttua n. 7 N/mm ²
pH-arvo:	5 päivän kuluttua 8-9
Pakkaus:	25 kg säkki netto
Varastointi:	n. 12 kk kuivassa tilassa avaamaattomassa alkuperäispakkauksessa.

Takuu:
ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja asennuksesta ohjeita tuotteen käyttöä, saadaan haluttu lopputulos.