

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikka, Kiinteistönpitotekniikka
Sanna-Kaisa Raatikainen, Katariina Tuhola

TUTKINTOTYÖ

INSINÖÖRITYÖ

Sanna-Kaisa Raatikainen, Katariina Tuhola

RADONKORJAUKSET PISPALANHARJULLA

Työnvalvoja
Työnteettäjä

Tampere 2006

Tampereen ammattikorkeakoulu
Säteilyturvakeskus
Tampereen kaupunki

Lehtori Pekka Väisälä
Laboratorionjohtaja Hannu Arvela
Terveysinsinööri Tuula Sillanpää

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Kiinteistönpitotekniikka

Sanna-Kaisa Raatikainen,

Katariina Tuhola

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjät

Huhtikuu 2006

Hakusanat

Radonkorjaukset Pispalanharjulla

49 sivua + 81 Liitesivua

Lehtori Pekka Väisälä

Säteilyturvakeskus, valvojana laboratorionjohtaja Hannu Arvela,
Tampereen kaupunki, valvojana terveystieteiden tutkija Tuula Sillanpää

Radon, Sisäilman radon, Radonkorjaus, Pispalanharju

TIIVISTELMÄ

Tässä insinöörityössä on tutkittu Säteilyturvakeskuksen ja Tampereen kaupungin toimeksiannosta Pispalanharjulla suoritetuista radonkorjauksista.

Sisäilman sisältämän radonin on todettu kasvattavan riskiä sairastua keuhkosyöpään. Tästä syystä johtuen korkeita sisäilman radonpitoisuuksia voidaan pitää merkittävänä terveysriskinä Suomessa. Nimenomaan harjualueilla radonin aiheuttamat ongelmat korostuvat, sillä harjujen maaperän suuri läpäisevyys edistää ilman virtauksia maaperästä sisätiloihin. Näin ollen asuntojen radonpitoisuus on korkeampi. Pispalanharju on tällainen tyypillinen korkeat radonpitoisuudet omaava harjualue.

Tutkimukset on suoritettu tarjoamalla Pispalanharjun asukkaille, jotka ovat tehneet radonkorjauksia, mahdollisuutta osallistua tähän tutkimukseen ilmaiseksi.

Tutkimustulokset pohjautuvat ennen korjauksia mitattuihin arvoihin sekä korjauksien jälkeen suoritettuihin mittauksiin. Näitä arvoja on vertailtu keskenään samalla huomioon ottaen muutamia kohdekohtaisia eroja kuten alapohjatyypin.

Parhaiten onnistuneissa kohteissa on päästy jopa tasolta 12000 Bq/m³ tasolle 100 Bq/m³. Alenemaprosentit vaihtelevat korjaustavasta riippuen 99% vaatimattomiin lähes 0% sekä negatiivisiin tuloksiin. Parhaimpiin tuloksiin on päästy radonkaivoilla ja -imureilla.

Radonkorjauksilla, jotka suoritetaan sopivilla menetelmillä päästään erinomaisiin tuloksiin. Monet asukkaat tarvitsevat tietoa juuri oikean menetelmän valinnasta sekä ylipäättänsä tietoutta radonkorjauksien suorittamisesta.

Tutkimuksen kautta saatuja tietoja hyödynnetään laadittaessa valtakunnallista opasaineistoa radonkorjauksia koskien. Lisäksi tutkimustietoja pystytään jällenpäin hyödyntämään Pispalanharjun asukkaiden radonkorjauksiin liittyvässä korjausneuvonnassa. Toivon mukaan tulosten julkaisu aktivoi myös muita samoista ongelmista kärsiviä talonmestajia aloittamaan radonkorjauksien suorittamisen.

TAMPERE POLYTECHNIC

Construction Technology

Facility Management

Sanna-Kaisa Raatikainen,

Katariina Tuhola

Engineering thesis

Thesis supervisor

Commissioning Company

Radon repairs at the Pispala esker

49 pages, 81 Appendices

Pekka Väisälä Lecturer

Radiation and Nuclear Safety Authority. Supervisor: Hannu Arvela ,
The City of Tampere. Supervisor: Tuula Sillanpää

April 2006

Keywords

Radon, Radon indoors, Radon repair, the Pispala esker

ABSTRACT OF THE THESIS

The purpose of this study was to examine repairs which have been made to prevent radon leaks from the soil to indoors at the Pispala esker. The work was commissioned by Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) together with The City of Tampere.

Previous studies have indicated that high indoor radon concentrations increase the risk of lung cancer. In the esker areas the problem of the radon is emphasized, because of the permeable soil promotes the flow of radon-bearing soil air into living spaces. The Pispala esker is a typical example of areas where indoor radon concentrations are high.

First all the relevant literature published by STUK and Ministry of The Environment was studied. Data for this study were collected from the tenants living in the Pispala esker. STUK has been investigating indoor radon concentration in Pispala esker over 20 years period. These previous measurements were piggybacked in this study.

In radon repairs which have been made with suitable methods results are remarkable. In best cases decrease in of radon concentrations were 99%. Decrease from the level 12 000 Bq/m³ to level 100 Bq/m³ were reached in one of the cases. There were also cases where the repairs haven't been successful. Tenants need advisement in repair designing and implementation. Investigation results are piggybacked to develop the national educational material for radon repairs. Hopefully publishing of this study will activate those tenants who are having problems with radon to start the repairs to prevent radon.

ALKUSANAT

Haluamme kiittää Säteilyturvakeskusta sekä Tampereen kaupunkia, jotka mahdollistivat tämän insinööriyön tekemisen, erityisesti laboratorionjohtaja Hannu Arvelaa ja terveystieteiden insinööri Tuula Sillanpää, jotka toimivat yhteyshenkilöinä ja osallistuivat aktiivisesti työn toteutukseen.

Lisäksi erityinen kiitos rakennustekniikan lehtori Pekka Väisälälle hänen tuestaan ja hyvistä neuvoistaan, sekä Tampereen ammattikorkeakoululle työskentelytilojen järjestämisestä.

Suuri kiitos kuuluu myös tutkimukseen osallistuneille Pispalanharjun asukkaille, jotka mahdollistivat työn suorittamisen.

26.4.2006

Sanna-Kaisa Raatikainen

Katariina Tuhola

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT OF THE THESIS	3
ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO	7
2 TYÖN KUVAUS	8
2.1 Lähtötiedot	8
2.2 Käytännön suoritus	9
3 RADON	9
3.2 Yleistä radonista	10
3.3 Radonin esiintyminen alueittain	11
3.4 Vuodenaikavaihtelu.....	13
3.5 Mittalaitteet	15
3.6 Viranomais määräykset	16
3.6.1 Radonturvallinen uudisrakentaminen	17
4. RADONKORJAUSMENETELMÄT	19
4.1 Yleisimmät vuotoreitit.....	19
4.2 Radonkaivo.....	21
4.2.1 Suunnittelussa huomioitava	23
4.3 Radonimuri	24
4.3.1 Suunnittelussa huomioitava	26
4.3.2 Imupiste.....	26
4.3.3 Imuputkisto.....	27
4.4 Tuuletuksen/ ilmanvaihdon tehostaminen.....	28
4.4.1 Ryömintätilan tuuletuksen tehostaminen.....	28
4.4.2 Suunnittelussa huomioitava	30
4.4.3 Kellarin ilmanvaihdon korjaus.....	31
4.4.4 Asuintilojen ilmanvaihtotekniset korjaukset	31
4.5 Tiivistys	32
4.5.1 Suunnittelussa huomioitava	33
5 ESIMERKKIKOhteita	34
5.1 Pispalanharjun erityispiirteitä	34
5.2 Radonkaivo.....	35

5.3 Radonimuri + putkisto	37
5.4 Radonimuri + imupiste	38
5.5 Toimiva ryömintätila	39
6 TULOKSET	40
6.1 Imupiste + radonimuri	40
6.2 Radonkaivo	41
6.3 Radonputkisto ja imuri	41
6.4 Aktivoimaton radonputkisto ja –imupiste.....	42
6.5 Ryömintätilan tuuletuksen ja kellarin ilmanvaihdon tehostaminen	43
6.6 Tiivistys	44
7 TULOSTEN TARKASTELU	44
LÄHTEET	47
LIITTEET	49

1 JOHDANTO

Säteilyturvakeskus (STUK) ja Tampereen kaupunki teettivät Tampereen ammattikorkeakoululla (TAMK) tutkimuksen Pispalanharjulla suoritetuista radonkorjauksista. Sanna-Kaisa Raatikainen ja Katariina Tuhola tekivät tutkimuksen insinööriyönään. Raatikainen ja Tuhola ovat rakennustekniikan koulutusohjelman kiinteistönpidon suuntautumisvaihtoehdon neljännen vuosikurssin opiskelijoita.

Korkeat sisäilman radonpitoisuudet ovat merkittävä terveysongelma Suomessa. Sisäilman radon kasvattaa riskiä sairastua keuhkosityöpään. Korkeita radonpitoisuuksia esiintyy keskimääräistä enemmän harjualueilla ja soramaalle rakennetuissa taloissa. Haitallisten vaikutusten vähentämiseksi Sosiaali- ja terveysministeriö on asettanut enimmäisarvon sisäilman radonin aktiivisuuspitoisuudelle, joka on korjausrakentamisessa 400 Bq/m^3 . Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 määrätään uudisrakentamisen yhteydessä radonpitoisuuden enimmäisarvoksi 200 Bq/m^3 . Termin radonin aktiivisuuspitoisuus sijaan käytetään jatkossa termiä radonpitoisuus.

Säteilyturvakeskuksen mittaustietojen mukaan Tampereella 20 vuoden aikana mitatuista asunnoista 26 % ylittää sisäilman radonpitoisuudelle asetetun enimmäisarvon 400 Bq/m^3 . Pispalanharjun asunnoissa ylitykset ovat tätäkin yleisempiä. Pispalassa postinumeroalueella 33250 ohjearvon ylityksiä oli 56 % mittauksista.

Asunnon radonpitoisuutta voidaan pienentää useilla menetelmillä, joista radonimuri ja radonkaivo ovat osoittautuneet tehokkaimmiksi. Pispalanharjulla tiedetään olevan lukuisia toimivia radonkaivoja ja -imureita, joiden lisäksi siellä on toteutettu korjauksia myös rakenteita tiivistämällä ja ilmanvaihtoteknisillä ratkaisuilla.

Pispalan alue on erittäin vaativa ympäristö radonkorjauksia toteutettaessa. Harjusoran karkeus, harjun jyrkkämuotoisuus ja käytetyt useimmiten säästöbetonista tai harkoista muuratut monitasoiset perustusratkaisut kasvattavat radonpitoisuuksia ja vaikeuttavat korjausten suorittamista.

Tavoitteena oli tutkia alueen rakennuksissa suoritettuja radonkorjauksia sekä niiden onnistumista.

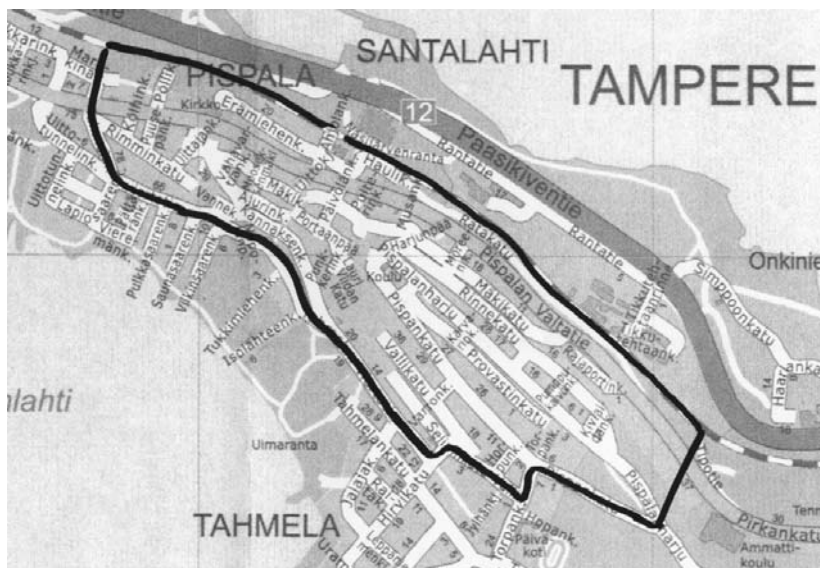
2 TYÖN KUVAUS

Työssä tutkittiin, minkälaisia radonkorjauksia Pispalanharjulla on toteutettu ja millaisia tuloksia korjauksilla on saavutettu. Kohdeasunnoissa tutkittiin radonvuotoihin vaikuttavat rakenne- ja LVI-tekniset ratkaisut ja korjausten tekninen toteutus. Työn tavoitteena oli näiden selvitysten pohjalta arvioida korjausten onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä ja koota kohteista saadut kokemukset selkeäksi ohjeaineistoksi radonkorjausta suunnitteleville.

Tutkimuksesta saatuja tuloksia on tarkoitus hyödyntää Pispalanharjulla tarvittavassa korjausneuvonnassa ja valtakunnallisen opasaineiston kehittämisessä. Tulosten julkaisemisella on tarkoitus aktivoida myös muitakin radonongelma-alueiden talonmestajia tekemään radonkorjauksia.

2.1 Lähtötiedot

Tutkimusta varten laadittiin Pispalanharjun asukkaille kyselylomake (lomake liitteenä 2), jonka avulla etsittiin kohteita tutkimukseen. Kyselylomakkeita jaettiin rajatulle alueelle n. 550 kpl.



Kuva 1 Tutkimusalue /3/

Kyselylomakkeita jaettiin vain asuinrakennuksiin pois lukien suuret kerrostaloyhtiöt. Kyselyyn vastasi 151 taloutta, joista tutkimukseen osallistui 29 taloutta. Säteilyturvakeskus tarjosi kyselylomakkeen saaneille kaksi ilmaista radonmittausta. Syys- ja talvimittaukset sisälsivät kumpikin kaksi mittauspurkkia. Ilmaisia mittauksia toimitettiin n. 117 talouteen, näistä saatuja mittaustuloksia ei olla käsitelty tässä raportissa.

Aikataulullisista syistä johtuen osassa kohteista suoritettiin vain kuukauden pituinen alfajälkimittaus.

2.2 Käytännön suoritus

Useassa tapauksessa kyselylomaketta ei oltu täytetty yksiselitteisesti, joten kyselyyn vastanneisiin oltiin yhteydessä henkilökohtaisesti ja näin valittiin varsinaiset tutkimukseen osallistujat. Samalla kerättiin esitietoja kohteista sekä sovittiin niissä käyntiajankohdasta. Kohdekäynnit suoritettiin syys-joulukuussa 2005.

Kohteista tehdyt raportit ja havainnot pohjautuvat asukkaiden tietoihin, käytettävissä olleisiin materiaaleihin ja dokumentteihin sekä paikan päällä tehtyihin aistihavaintoihin. Kohderaporteissa käytetyt piirustukset ovat suurimmaksi osaksi asukkaiden hallussa olleita, mutta osa on kopioitu Tampereen kaupungin rakennusvalvonnan arkistosta.

Nyt tehtyjä mittauksia verrattiin Säteilyturvakeskuksen aikaisemmista mittaustuloksista koostuvaan rekisteriin. Kohderaporttien ja johtopäätösten laadinnassa on käytetty apuna Säteilyturvakeskuksen kokemusta ja ammattitaitoa.

3 RADON

Radon on 1900-luvun alussa viimeisenä löydetty radioaktiivinen jalokaasu, jota syntyy kallio- ja maaperässä radioaktiivisen uraanin ja toriumin hajotessa useiden vaiheiden kautta lopulta stabiiliksi, ei-aktiiviseksi lyijyksi. Radon hajoaa kiinteiksi hajoamistuotteiksi, joista osa lähettää alfasäteilyä. Radon on raskain tunnettu kaasu. /6, s. 9. 12, s. 112/

Säteilysuojelun kannalta merkittävin radonin isotooppi on ^{238}U - sarjan ^{222}Rn , jonka puoliintumisaika on 3,8 vuorokautta. ^{220}Rn :n puoliintumisaika on 56 sekuntia, joten vain pieni osa siitä ehtii kulkeutua maa- ja kallioperästä hengitysilmaamme. Jatkossa radonista puhuttaessa tarkoitetaan nimenomaan isotooppia ^{222}Rn . /12, s. 112/

Radon on hajuton, mauton ja näkymätön kaasu, jota syntyy jatkuvasti maankamarassa ja kaikessa kiviaineksessa, joten se pääsee liikkumaan helposti maaperän huokosissa ja kallioperän raoissa. Sitä ei pysty mitenkään aistimaan. Radon voidaan havaita ainoastaan erikoismittalaitteiden avulla. /9/

Radioaktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq), joka tarkoittaa yhden atomin hajoamista sekunnissa. Sisäilman radonpitoisuus ilmoitetaan becquerelleinä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m^3). /9/

3.2 Yleistä radonista

Rakennuksen huoneilmaan radonia tulee rakennuksen alla olevasta maaperästä, talousveden käytön yhteydessä vapautuvasta radonista ja vähäisessä määrin rakennusmateriaaleista erittymällä. Suomalaisten pientalojen suurimpia radonlähteitä ovat maaperä ja täytesora, joista radon pääsee virtaamaan perustusten kautta asuntoon.

Kerrostalojen yläkerrosten asunnoissa lähes kaikki radon on peräisin rakennusmateriaaleista. Talousvesi voi olla huomattava radonlähde, jos sen radonpitoisuus on suuri. Sisäilman radonpitoisuuden lisäys on keskimäärin $100 \text{ Bq}/\text{m}^3$ jos talousveden radonpitoisuus on $1000 \text{ Bq}/\text{l}$. Näin suuria pitoisuuksia on yleensä vain kallioporakaivojen vedessä. /6, s. 9. 12, s. 122/

Radonin hajoamistuotteet kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin. Itse radonkaasu poistuu pääosin uloshengityksen mukana, mutta kiinteät hajoamistuotteet tarttuvat keuhkojen sisäpintaan, missä ne lähettävät alfasäteilyä. /9/ Keuhkojen saama säteilyannos lisää keuhkosityöpään sairastumisriskiä. Tupakoitsijoille radonista aiheutuva riski on suurempi kuin tupakoimattomille. /6, s. 9/

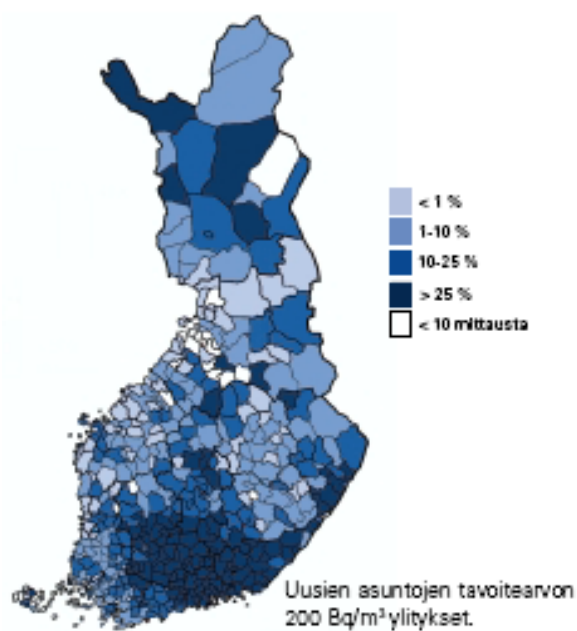
Radonin arvioidaan aiheuttavan Suomessa 100-600 keuhkosityöpätapausta vuosittain. Tutkimuksissa ei ole havaittu, että radon aiheuttaisi muita terveyshaittoja kuin keuhkosityöpää. /9/

Suomessa sisäilman radonpitoisuudet ovat Euroopan ja mahdollisesti myös koko maailman korkeimpia. Syyt korkeisiin pitoisuuksiin löytyvät geologiasta, rakennustekniikasta ja ilmastosta. /9/

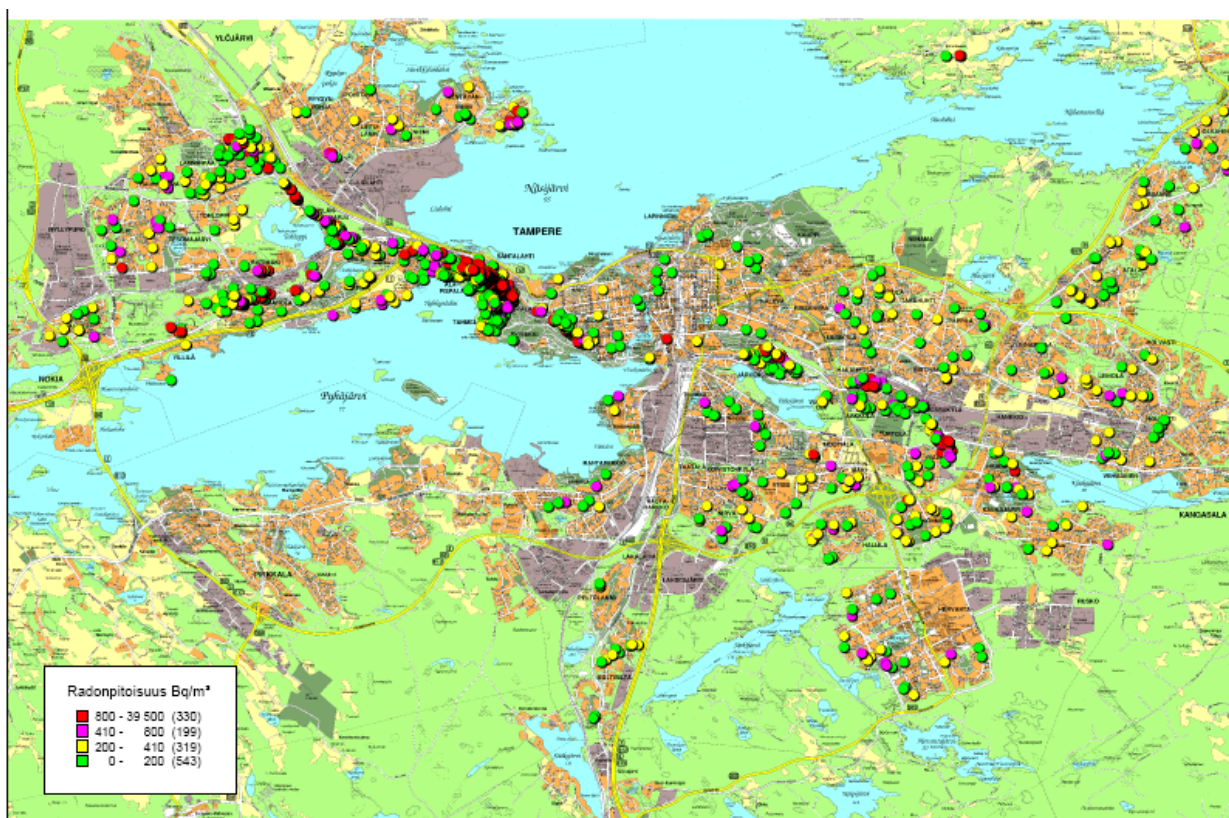
3.3 Radonin esiintyminen alueittain /12, s. 124/

Radonin esiintymisessä on suuria alueellisia eroja, jotka johtuvat maa-aineksen sekä pinnan muotojen eroavaisuuksista. Lähes koko Etelä-Suomen lääni ja Pirkanmaa muodostavat yhtenäisen korkean radonpitoisuuden alueen, jossa suuria radonpitoisuuksia esiintyy kauttaaltaan koko alueella niin tiiviille kuin läpäiseville maalajeille rakennetuissa taloissa.

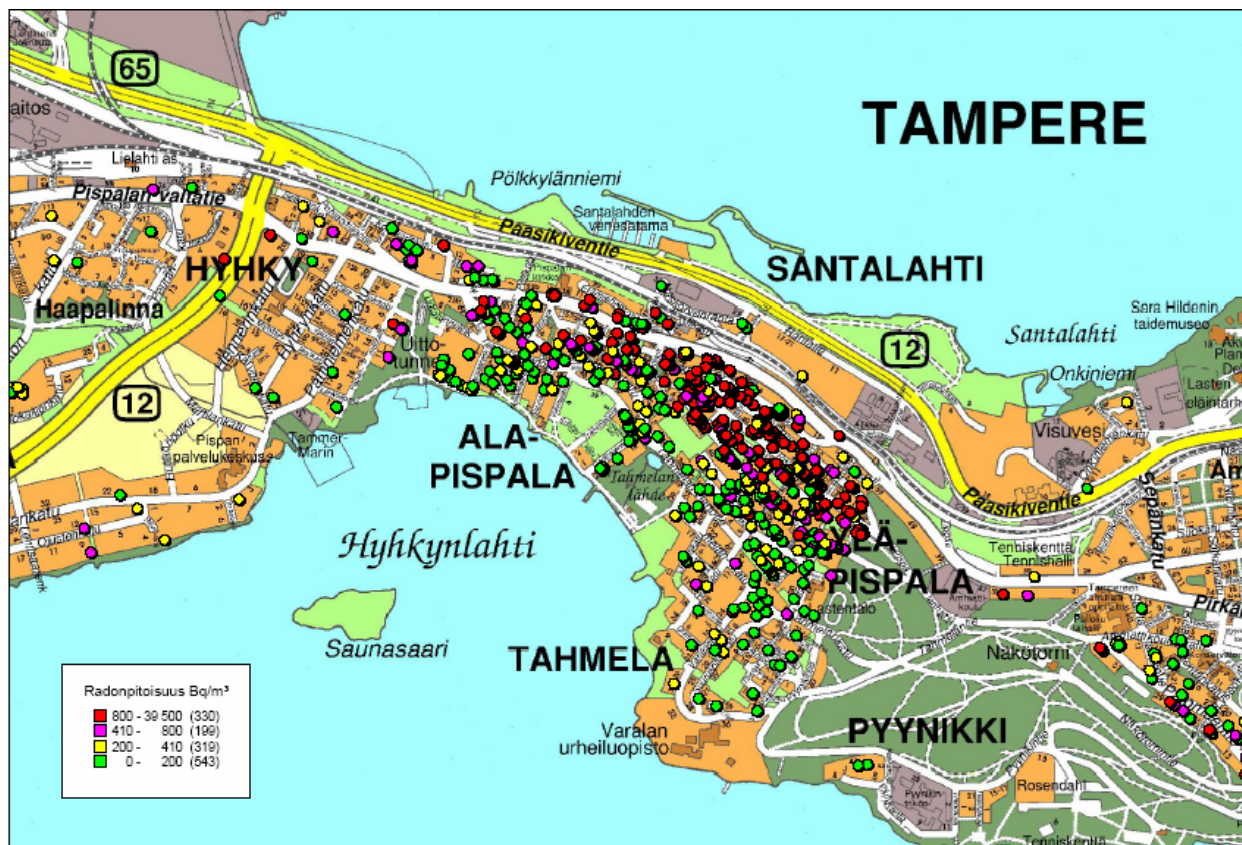
Suurimmat radonpitoisuudet on kuitenkin mitattu alueilla, joilla on sekä suuri uraanipitoisuus että läpäiseviä maalajeja. Tällainen alue on esimerkiksi Lahden seutu. Harjuille rakennetuissa taloissa radonpitoisuus on keskimäärin kaksin- ja jopa viisinkertainen verrattuna tiiviille maaperälle perustettujen talojen radonpitoisuuteen. Esimerkiksi Tampereella läpäisevälle maaperälle perustettujen pientaloasuntojen radonpitoisuus on keskimäärin 1000 Bq/m^3 ja tiiviille maaperälle perustettujen noin 200 Bq/m^3 .



Kuva 2 Koko Suomen uusien asuntojen tavoitearvon 200 Bq/m³ ylitykset /8/



Kuva 3 Radonin esiintyminen Tampereen alueella /15/



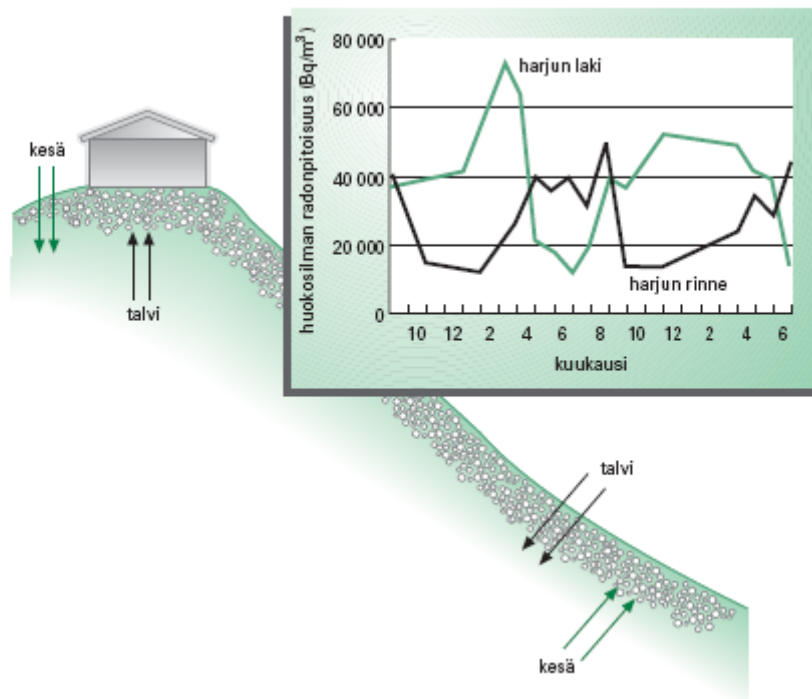
Kuva 4 Radonin esiintyminen Pispalanharjulla /15/

3.4 Vuodenaikavaihtelu

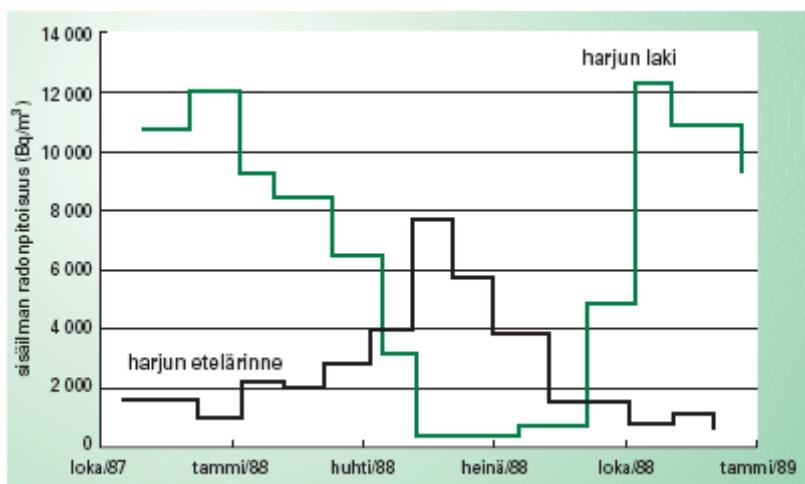
Pääsääntönä on, että talvella sisä- ja ulkolämpötilaeron ollessa suurimmillaan radonpitoisuudet ovat huomattavasti kesäpitoisuuksia suuremmat. Poikkeuksellisesti Pispalanharjun etelärinteellä on alueita, joissa kesäpitoisuudet ovat huomattavasti talvipitoisuuksia korkeammat. Harjuolosuhteissa tuulen suunnalla ja voimakkuudella on suuri merkitys. Harjun laella vuodenaikavaihtelu on suurempaa kuin alempana harjun rinteellä. /2/

Tuuli ja lämpötilaero aiheuttavat harjun sisäisiä ilmavirtauksia. Ilmiö voidaan havaita muun muassa siitä, että harjun laella voi talvella olla sulia kohtia harjun sisäisten lämpimien ilmavirtausten suuntautuessa ylöspäin.

Kylmää ilmaa menee rinnealueella harjun sisään, mikä lisää maan routimista. Kesällä ilmavirtaukset suuntautuvat päinvastoin. Jyrkkämuotoisten harjujen lakialueilla olevissa taloissa radonpitoisuus voi talvella olla kymmenkertainen verrattuna kesäaikaan. /12, s. 132/



Kuva 5 Huokosilman radonpitoisuuden vaihtelu harjun laella ja rinteessä /12, s. 133/



Kuva 6 Radonpitoisuuden vaihtelu Pispalanharjun laella ja rinteessä sijaitsevilla taloissa /12, s. 133/

3.5 Mittalaitteet /1, s.11/

Mittalaitteena asunnoissa käytetään Säteilyturvakeskuksen alfa-jälkimenetelmää.

Radonmittauspurkin, jossa on pieni Makrofol-muovikalvon palanen, halkaisija on 45 mm ja korkeus 17 mm (kuva 7). Purkit toimitetaan yleensä postitse.



Kuva 7 Radonmittauspurkin sisällä on polykarbonaattikalvo /12, s. 136/

Radonin ja sen hajoamistuotteiden lähettämä alfasäteily vaurioittaa muovia. Kalvon sähkökemiallisen käsittelyn jälkeen jäljet ovat näkyviä ja niiden määrä voidaan laskea. Radonpitoisuus on verrannollinen jälkien tiheyteen. Normaalisti yksi mittausjakso kestää kaksi kuukautta.

Pääsääntöisesti mittausajaksi suositellaan marraskuun alun ja huhtikuun lopun välistä aikaa, mutta harjualueilla on myös joskus syytä tehdä vuodenaikavaihteluihin liittyviä mittauksia eri vuodenaikoina.

Osassa kohteista on suoritettu mittauksia myös jatkuvasti rekisteröivällä radonmittarilla (kuva 8). Tällainen laite mittaa radonpitoisuutta jatkuvasti ja tallentaa tuloksen laitteen muistiin esim. kerran tunnissa. Tällaisella mittauksella voidaan todeta, onko radonpitoisuudessa tapahtunut selvä muutos. Esimerkki rekisteröivällä radonmittarilla suoritetusta mittauksesta on esitetty kuvassa 23. Käytetyt tulokset radonpitoisuuden alenemisesta perustuvat pääosin ennen korjausta ja korjauksen jälkeen tehtyihin alfajälkimittauksiin.



Kuva 8 Jatkuvasti rekisteröivä radonmittari /13, s. 34/

3.6 Viranomaismääräykset

Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen asuntojen huoneilman radonpitoisuuden enimmäisarvoista /7/ mukaan ”asuntojen huoneilman radonpitoisuuden ei tulisi ylittää 400 Bq/m^3 . Asunto tulee suunnitella ja rakentaa siten, että radonpitoisuus ei ylittäisi arvoa 200 Bq/m^3 . Radonpitoisuudella tarkoitetaan radonpitoisuuden vuosikeskiarvoa, joka on mitattu tai mittauksen perusteella määritelty radonpitoisuuden keskiarvo vuoden pituisena yhtäjaksoisena aikana.” /6, s. 9/

”Radonpitoisuus määritetään säteilyturvakeskuksen hyväksymällä mittausmenetelmällä. Määrityksen tulee perustua vähintään kahden kuukauden pituisena yhtäjaksoisena aikana tehtyyn mittaukseen.” /6, s. 9/

Asunnon huoneilman radonpitoisuudesta saadaan riittävän tarkka arvio käyttämällä kahta mittaria. Pienissä asunnoissa voidaan käyttää myös yhtä mittaria. Integroiva (alfajälki)mittari sijoitetaan asunnon alimpaan asuttuun kerrokseen sellaiseen huoneeseen (esim. makuuhuoneeseen), jossa oleskellaan huomattava osa vuorokaudesta. Kahta mittaria käytettäessä toinen mittari sijoitetaan yläkerrokseen.

Kahta tai useampaa mittaria käytettäessä lasketaan asunnon huoneilman radonpitoisuus eri mittareiden osoittamista pitoisuuksista keskiarvona keskimääräisellä oleskeluajalla painotettuna. /6, s. 9/

Jos marras-huhtikuussa integroiva mittaus osoittaa asunnon huoneilman radonpitoisuuden ylittävän $200/400 \text{ Bq/m}^3$ enemmän kuin 20 %:lla, radonpitoisuus ylittää sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen mukaisen vuosikeskiarvon. /6, s. 9/

Harjualueilla on joskus syytä tehdä uusintamittaus kesällä tai käyttää ympärivuotista mittausta, jotta voidaan varmistua vuosikeskiarvon enimmäisarvon alittumisesta. Mittaustulosten tulkinnassa on otettava huomioon, että sääolot ja rakennuksen ilmanvaihtotekninen toiminta voivat merkittävästi vaikuttaa tuloksiin. /6, s. 9/

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto määrätään, että uusi asunto pitää suunnitella ja rakentaa siten, että sisäilmassa ei esiinny terveydelle haitallisessa määrin kaasuja, hiukkasia tai mikrobeja eikä viihtyisyyttä alentavia hajuja (sisäilman radonin ohjearvoksi asetettu 200 Bq/m^3). Lisäksi D2 määrää, että rakennuksen paineet ja rakenteiden tiiveys suunnitellaan ja toteutetaan siten, että ne osaltaan vähentävät radonin ja muiden epäpuhtauksien siirtymistä rakennuksessa (= radonin siirtymistä maaperästä sisätiloihin). /11/

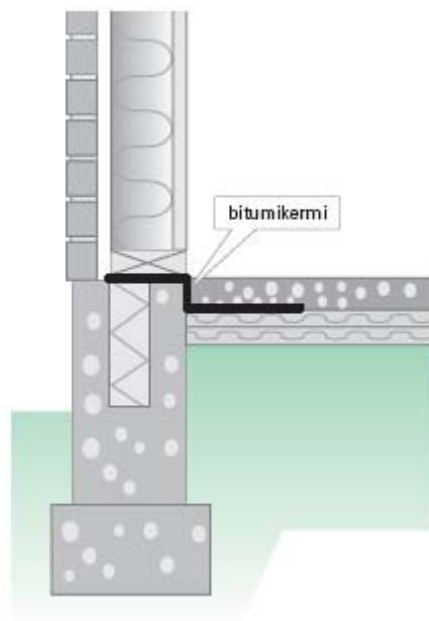
Vuonna 2004 voimaan tullut Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B3, Pohjarakenteet, määräysten mukaan rakennuspaikan radonriskit on otettava huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa. Ohjeen mukaan radontekninen suunnittelu voidaan jättää tekemättä vain, jos paikkakuntaohjeet selkeästi osoittavat, että radonpitoisuus asunnoissa alittaa enimmäisarvon säännönmukaisesti. Mikäli radonia ei huomioida suunnittelussa on kirjalliset perustelut liitettävä rakennuskohteen suunnitelma-asiakirjoihin. /14/

3.6.1 Radonturvallinen uudisrakentaminen /12, s. 149, 150/

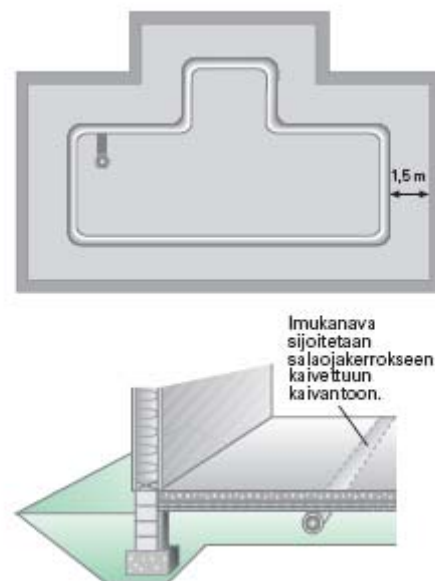
RT- kortti 81-10791 ohjeistaa, kuinka radon tulisi ottaa huomioon rakentamisvaiheessa. Radonturvallisen maanvaraisen laatan tekemisessä on kaksi keskeistä työvaihetta: perustuksen tiivistäminen ja radonputkiston asentaminen laatan alle täyttösoraan. Maanvarainen laatta voidaan rakentaa tiiviiksi käyttämällä reunajäykistettyä laattaa, jossa sokkeli ja lattialaatta valetaan samanaikaisesti.

Tällöin laattaan ei synny rakoja, jonka kautta ilma pääsee virtaamaan maasta sisätiloihin. Jos lattialaatta valetaan erikseen sokkelin sisään, voidaan riittävä tiiviys saavuttaa sokkelin ja laatan liitokseen asennetulla bitumikermillä (kuva 9). Hyvään lopputulokseen pyritään jo pelkän laadukkaan tiivistystyön avulla.

Radonputkisto asennetaan laatan alle varmuustoimenpiteenä. Se otetaan käyttöön vasta tarkistusmittauksen jälkeen, mikäli radonpitoisuus ylittää enimmäisarvon 200 Bq/m^3 . Putkistoon kytketään tällöin puhallin, jonka vaikutuksesta radonpitoisuus alenee. Puhallin aiheuttaa alipaineen laatan alle. Putket asennetaan täytesoraan noin 20 senttimetrin syvyydelle ja 1,5 metrin etäisyydelle sokkelista (kuva 10). Oikein suunniteltu ja valmiiksi asennettu putkisto takaa alipaineen tasaisen leviämisen täytesoraan paremmin kuin jälkepäin lattian läpi tehty järjestelmä.



Kuva 9 Bitumikermin asennus
laatan ja sokkelin liitokseen
/12, s. 150/



Kuva 10 Radonputkiston asentaminen
maanvaraisen lattialaatan alle /12, s. 150/

4. RADONKORJAUSMENETELMÄT

Radonlähteiden ja talon rakenteiden tunteminen ovat ensisijaisen tärkeitä seikkoja radonkorjausmenetelmää valittaessa. Jokainen rakennus on tutkittava ja arvioitava omana tapauksenaan. Rakennusmaa, täytemaa ja ilmanvaihtojärjestelmä vaikuttavat myös menetelmän valintaan. /1, s. 39/

Samassa kohteessa voidaan käyttää useaa eri korjausmenetelmää. Myös korjausmenetelmiä yhdistämällä voidaan päästä hyviin tuloksiin.

Radonkorjauksen suunnitteluun ja toteuttamiseen on käytettävissä oppaat: Ympäristöministeriön ympäristöopas 4, Pien- ja rivitalojen radontekninen korjaus, Imupistemenetelmä (lähde 19) sekä STUK-A127, Asuntojen radonkorjausten menetelmät (lähde 1).

4.1 Yleisimmät vuotoreitit

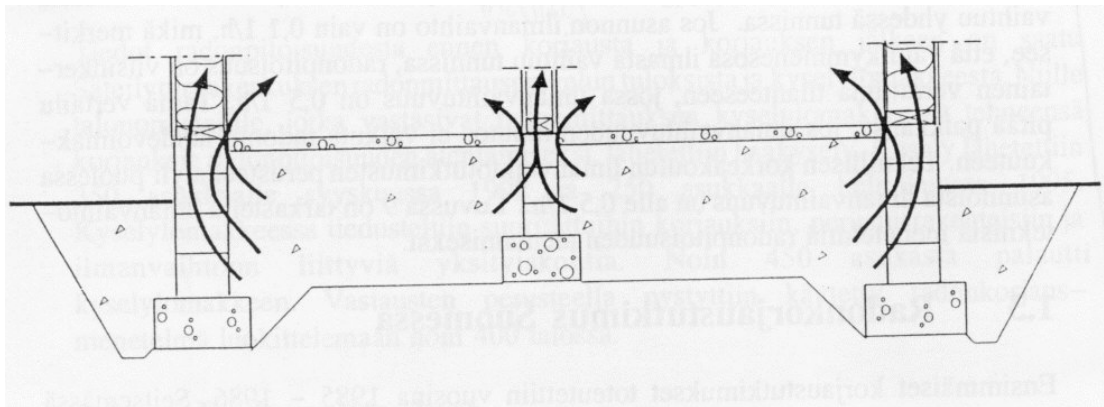
Merkittävin vuotoreitti on maanvaraisen lattialaatan ja sokkelin välissä oleva kutistumarako. Muita mahdollisia radonin vuotoreittejä ja lähteitä ovat seuraavat:

- alapohjalaatan ja kantavien väliseinien liitoskohdat
- kantavat väliseinärakenteet, jotka läpäisevät alapohjarakenteet
- lattialaatan halkeamat
- kellarin maalattia
- lattialaatan läpivientikohdat, kuten pääsähköjohto ja putki- sekä viemäriläpiviennit
- takan ja lattian saumat tai takkarakenteet
- radonpitoinen talousvesi, porakaivot
- radiumpitoiset rakennusmateriaalit
- avoimet viemäriaukot ja liittymät
- pystysuuntaiset virtaukset sokkelista seinärakenteeseen.

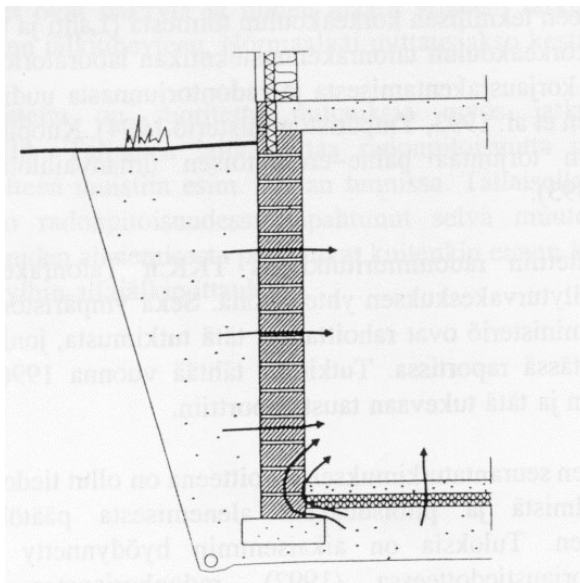
Normaalisti viemäriverkostoon on liitetty allas tai muu vastaava vesikaluste hajulukon kautta.

Lattiakaivoissa on omat hajulukkonsa, jotka estävät viemärikaasujen pääsemisen huoneilmaan. Hajulukko kuitenkin saattaa tyhjentyä haihtumalla paikoissa, joissa on vähän käyttöä, esim. teknisissä tiloissa.

Viemärin tuuletusputki saattaa jäätyä tai tukkeutua, jolloin wc-istuimen huuhtelu aiheuttaa verkostoon alipaineen ja saattaa imaista hajulukon tyhjäksi. Näin muodostuu vuotoreitti radonille sekä muille kaasuille kunnes hajulukko jälleen täytetään.



Kuva 18 Radonin vuotoreittejä maanvaraisen laatan yhteydessä /1, s. 9/



Kuva 19 Radonin vuotoreittejä kellarillisen tai rinnetalon maanvastaisen seinän yhteydessä /1, s. 9/

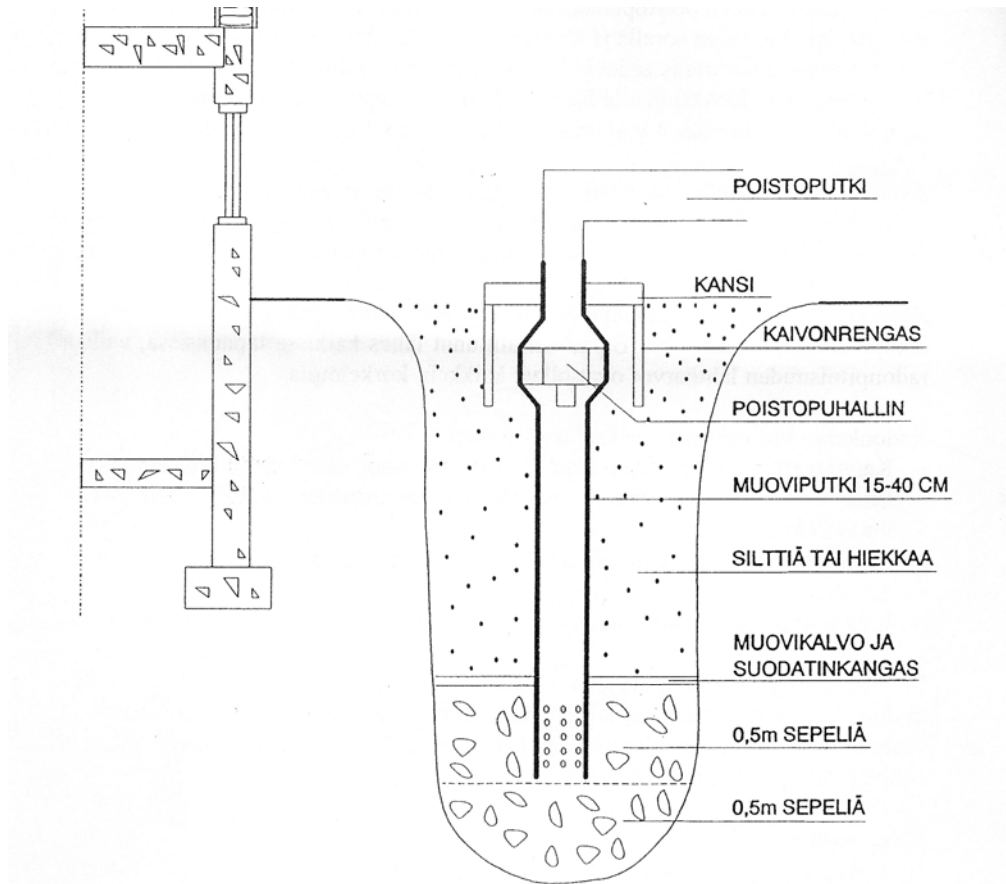
4.2 Radonkaivo /1, s. 24, 26/

Radonkaivon avulla imetään ilmaa maaperästä. Se alentaa asunnon radonpitoisuutta kahdella eri tavalla: syntyvä virtaus alentaa asuntoon maaperästä virtaavan ilman radonpitoisuutta ja muodostaa kaivon lähistöllä alipaineentän lattialaatan alle, jolloin radonpitoisen ilman virtaus asuntoon vähenee. Parhaassa tapauksessa vuotovirtaus loppuu kokonaan.

Kaivon imupiste sijoitetaan 3-5 m:n syvyyteen, syvemmälle kuin perustuksen anturat. Etäisyyden talon perustuksista tulee olla niin suuri, ettei kaivamisen yhteydessä rakennusmaa ala sortua perustusten alta. Kaivannon pohja täytetään noin 0,5 m:n sepelikerroksella. Tämän päälle asennetaan pystyyn tiivis muoviputki, jonka sopiva halkaisija on 150-400 mm. Putken alapäähän porataan runsaasti reikiä. Näiden tarkoituksena on varmistaa, ettei putken alapää tukkeudu ja että alipaineenttä leviää tehokkaasti. Tämän jälkeen lisätään vielä sepeliä. Karkean sepelikerroksen tarkoituksena on helpottaa ja varmistaa virtauksen leviäminen putken suulta.

Kaivon pohjalla olevan sepelikerroksen päälle laitetaan suodatinkangas ja muovikalvo. Näiden tarkoituksena on pitää eri karkeutta olevat maa-ainekset erillään. Tämän jälkeen kaivanto täytetään selvästi hienorakeisemmalla maalajilla kuin mihin kaivo oli tehty. Sopivia maalajeja ovat mm. savi, siltti tai hieno hiekka.

Muovikalvo ja tiivis maa muodostavat putken ympärille tulpan, joka estää tehokkaasti ulkoilman virtauksen kaivon täytemaan läpi.



Kuva 11 Radonkaivon rakenne /1, s. 25/

Poistopuhallin asennetaan kaivonputken yläosaan. Betonisen kaivorenkaan avulla poistopuhallin saadaan jäämään maanpinnan alapuolelle. Kaivon päälle asennetaan poistoputkella varustettu kansi. Kansi vaimentaa tehokkaasti puhaltimen ääntä. Puhallin voidaan vaihtoehtoisesti asentaa putken sisään. Tällöin kaivoputki voidaan peittää kokonaan maan sisään ilman kaivon rengastakin. Poistoputken pää tulisi sijoittaa siten, että radonpitoinen ilma ei pääse ilmanvaihtokanaviin tai tuuletusikkunoista sisään.

Yhden pientalon kaivoon sopiva puhallinteho on 150 W. Asentamalla puhaltimeen sähköinen tehonsäädin sitä voidaan käyttää myös pienemmillä tehoilla. Tehovaatimus kasvaa, jos radonkaivon vaikutusalueita halutaan laajentaa. Yhdellä sopivasti sijoitetulla ja tehokkaalla kaivolla on pystytty alentamaan rivitaloyhtiön yli 10 asunnon radonpitoisuus. Kaivon vaikutusalue on suotuisissa oloissa 20 – 40 m.

Asunnon korkea radonpitoisuus on merkki maaperän suuresta läpäisevyydestä. Radonkaivon toimintaedellytykset heikkenevät, kun korjattava pitoisuus on alle 1000 Bq/ m³. Maaperä saattaa olla tällöin jo liian tiivistä.

Radonkaivosta voi olla myös joitain haittavaikutuksia. Radonkaivon lähistöllä maa saattaa jäätymä syvemmälle kuin ennen kaivon toimintaa. Matalalla kulkevat vesijohdot voivat jäätymä aikaisempaa herkemmin. Meluhaittoja voidaan pienentää sijoittamalla poistoilmaputken aukko sopivasti sekä äänenvaimentimella.

4.2.1 Suunnittelussa huomioitava

Radonkaivon sekä radonimurin puhaltimien tulisi olla tarpeeksi tehokkaita ja toiminnassa aina, jolloin vältytään siltä, että käyttämättömän jakson jälkeen unohdettaisiin pistää puhallin taas päälle. Myös poistoputkien tulisi sijaita siten, että ei ole vaaraa ilman takaisinkulkeutumisesta taloon. Suunnittelussa tulee myös huomioida kaivon vaikutusalue (ks. kpl.7, s.43).

Epäonnistumisen syitä:

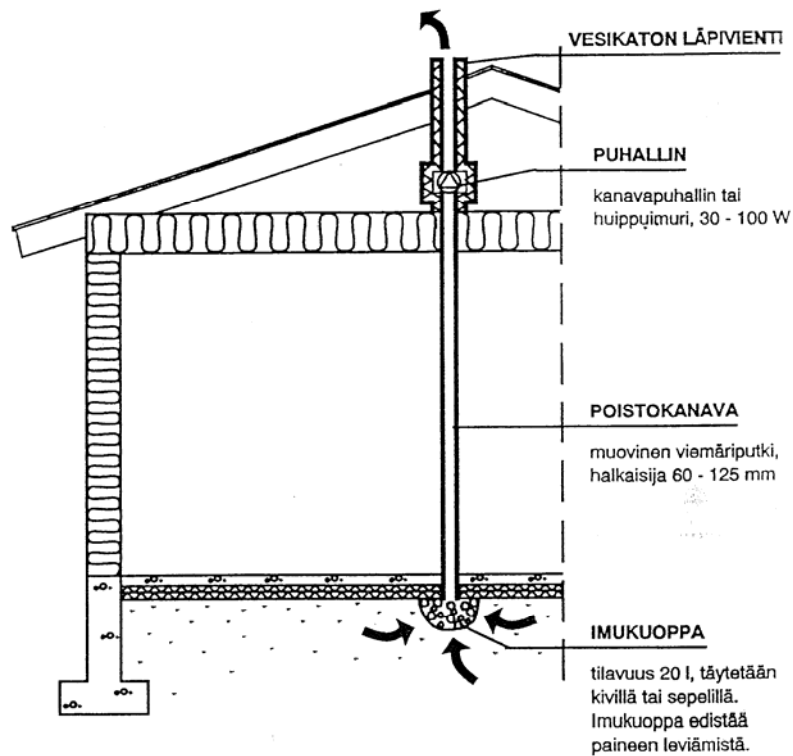
- kaivuuvaiheessa törmätään liian tiiviiseen maahan, esim. hieno hiekka tai savi
- liian tiiviit maakerrokset kaivon ja perustusten välillä heikentävät ilmavirtausta
- läpäisevät maakerrokset, joiden kautta ilma vuotaa väärää reittiä, heikentävät tulosta
- ilma vuotaa putki- tai kaapelikanavien, sadevesi- tai salaojakaivojen kautta /1, s. 26/
- huono sijainti
- liian pienitehoinen imuri
- puutteet toteutuksessa.

4.3 Radonimuri /19/

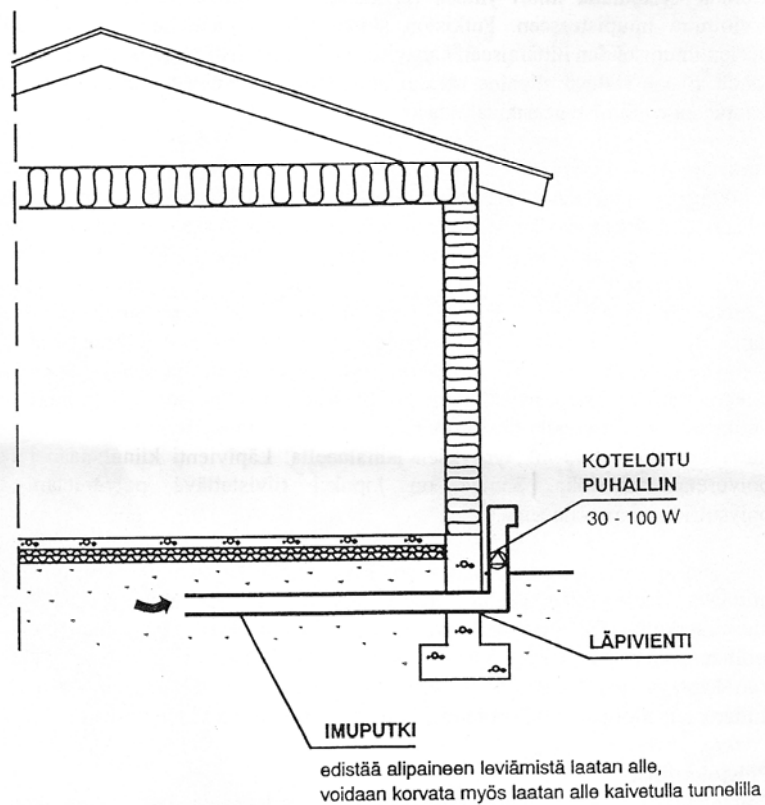
Radonimurilla saadaan aikaan alipaine lattialaatan alle. Alipaine vähentää ilman virtausta maaperästä asuntoon pysäyttäen sen onnistuneessa korjauksessa kokonaan. Alipaine saadaan aikaan puhaltimella, joka imee ilmaa yhdestä tai useammasta pisteestä lattialaatan alta. Radonimuri alentaa myös vuotoilmavirtauksen radonpitoisuutta tuulettamalla rakennuspohjaa. Menetelmää kutsutaan myös rakennuspohjan tuuletukseksi. Radonimuria suunniteltaessa on selvitettävä rakennuksen alapohjarakenteet ja erityisesti kantavien väliseinien ja tulisijojen perustusten sijainti ja rakenne.

Yksinkertaisin ratkaisu on käyttää valmiiksi lämpöeristettyä huippuimuria puhaltimena. Sopiva puhallinteho on 30 – 100 W. Suositeltava maaperästä imettävä ilmamäärä on 0, 2 m³ tunnissa laattaneliometriä kohti. Liian voimakkaalla puhaltimella saatetaan rakennuspohjasta imeä liikaa ilmaa, jolloin routimisriski kasvaa.

Radonimurin voi asentaa joko vesikatolle (kuva 12) tai sokkelin läpi (kuva 13). Sokkelin läpi asennettaessa puhallin asennetaan joko suoraan sokkeliin tehtyyn aukkoon tai sokkelin läpi laatan alle viedyn putken päähän. Jos ei käytetä putkea, imutilaa pitää syventää laatan keskustan suuntaan. Menetelmän etuna on se, ettei sisätiloissa tarvitse tehdä muutostöitä. Puhallin jää sokkelin viereen talon ulkopuolelle. Betoniseinän tiivistys tulee tehdä siten, että runkoääniä ei synny.



Kuva 12 Lattialaatan läpi toteutetun radonimurin rakenne /1, s. 16/



Kuva 13 Sokkelin läpi toteutetun radonimurin rakenne /1, s. 17/

4.3.1 Suunnittelussa huomioitava

Aktivoimattomat radonputkistot tulisi aktivoida. Usein hyvin suunniteltua korjausta ei suoriteta loppuun ja näin ollen korjauksella ei saavuteta haluttuja tuloksia.

Putkien aktivoinnin yhteydessä tulisi varmistaa, että kaikki korvausilmareitit on tukittu, ettei käy siten, että systeemi ottaa korvausilmaa muualta eikä tarvittavaa alipainetta synny halutulle alueelle.

Onnistumista edesauttaa:

- laatan pieni pinta-ala
- yhtenäinen suorakulmion muotoinen laatta
- läpäisevä täytemaa laatan alla edistää painekentän leviämistä. /1, s. 20/

Epäonnistumisen syitä:

- laatan monilohkoisuus ja imupisteiden liian pieni lukumäärä
- imupisteen huono sijoitus laatan reuna-alueelle
- imupisteen sijoitus lähelle seinärakennetta (esim. tiivistämätön harkkoseinä), ilma virtaa pääosin seinän tai saumojen kautta ja alipaine laatan alla heikkenee
- koneellisen ilmanvaihdon aiheuttama suuri alipaine
- tiivis täytemaa, painekenttä ei leviä koko laatan alueelle. /1, s. 20/

4.3.2 Imupiste /1, s. 15, 18, 19/

Imupisteiden sijoitus ja lukumäärä vaikuttavat ratkaisevasti imurin toimintaan.

Imukuoppa tulee sijoittaa mahdollisimman keskelle maanvaraista laattaa tai sen osa-alueetta. Etäisyyden ulkoseinistä tulisi olla vähintään 1,5 m ja kantavista alapohjarakenteen läpäisevistä väliseinistä tai tulisijojen perustuksista vähintään 0,5 m. Jos kantavien väliseinien perustusrakenteet jakavat laatan useaan eri lohkoon siten, että virtaus ei pääse leviämään lohkon ulkopuolelle, on laatan eri osa-alueisiin sijoitettava erilliset imupisteet. Samoin jos laatta on esim. L-muotoinen, voidaan tarvita useampia imupisteitä.

Imukuopasta poistetaan täytesoraa n. 20 l. Imukuoppa on tärkeä, koska se edistää alipaineen leviämistä laatan reuna-alueille saakka. Läpivientiä varten tehdään alapohjalaattaan reikä. Läpivientikappale tehdään PVC-viemäriputkesta, jonka halkaisija on 75-125 mm. Metallinen läpivienti voi ruostua. Läpivienti reikä tehdään suuremmaksi kuin läpivientikappaleen halkaisija, jotta se voidaan lopuksi tiivistää polyuretaani- tai polysulfidisaumausaineella.

Imupiste on mahdollista sijoittaa myös syvemmälle käyttämällä esim. yli metrin mittaista läpivientikappaletta, jonka alaosa on rei'itetty ja päällystetty muoviverkolla. Tällainen putki voidaan asentaa suuremman putken ja teollisuuspölynimurin avulla. Syvälle sijoitettu imupiste auttaa virtauksen leviämistä, kun kantavat väliseinät jakavat alapohjan useampaan lohkokon. Imupistettä ei saa kuitenkaan sijoittaa täyttösoran alapuolelle tiiviiseen rakennusmaahan.

Poistokanava voidaan tehdä muovisesta viemäriputkesta tai kierresaumatusta ilmastointiputkesta. Liitokset on tiivistettävä huolellisesti. Pienetkin vuodot asuintiloissa voivat nostaa merkittävästi asunnon radonpitoisuutta. Tästä johtuen puhallintakaan ei saa sijoittaa asuintiloihin.

Maaperässä oleva ilma on kosteaa. Mikäli poistokanavaa joudutaan viemään yläpohjassa sivusuunnassa, on noudatettava ilmanvaihtokanaviston asennuksesta annettuja ohjeita. Siirtokanavat on aina kallistettava, jotta vältettäisiin tiivistyvän veden kertyminen kanavistoon. Laatan alta imettävä ilma on aina huonetilan ilmaa kylmempää, joten putken ulkopinnalle saattaa tiivistyä kosteutta.

4.3.3 Imuputkisto

RT-kortissa esitettyjä uudisrakentamista koskevia ohjeita voi soveltaa myös korjausrakentamiseen, esimerkiksi kellarin lattiavalun yhteydessä. Myös viemäri- ja radonputkisto uusittaessa on mahdollista asentaa radonputkisto samanaikaisesti.

Imuputkisto suunnitellaan joko rengasmalliseksi tai monihaaraiseksi. Ratkaisuja voidaan myös yhdistellä tilanteeseen soveltuvalla tavalla. Imuputkisto sijoitetaan alapohjan salaojituserrokseen.

Salaojituskerroksen on oltava ilmanläpäisevyydeltään parempaa kuin perusmaan, jotta varmistetaan tuuletusjärjestelmän toimivuus. Erittäin ilmaa läpäisevillä perusmaa-alueilla voidaan salaojakerroksena käyttää kevytsoraa, joka samalla toimii myös alapohjan lämmöneristeenä. /5, s. 10/

Imuputkisto tehdään muovisesta tavallisesta tai kaksoisseinäisestä salaojaputkesta. Pientaloihin soveltuu yleensä rengasmallinen järjestelmä. Imuputkisto sijoitetaan niin, että se ulottuu jokaiseen erilliseen perustusrakenteiden erottamaan osaan rakennuspohjassa. Monihaarainen imuputkistojärjestelmä soveltuu pitkänmallisiin rakennuksiin kuten rivitaloihin. Järjestelmä koostuu kokoojaputkesta ja siihen yhdistettävistä imuputkista. Kokoojaputki sijoitetaan rakennuksen keskilinjalle. Imuputket haarautuvat siitä 1,5-2,5 m välein mahdollisimman tasaisesti koko rakennuspohjan alle.

Imuputket tehdään tavallisesta tai kaksoisseinäisestä salaojaputkesta ja kokoojaputket umpinaisesta sadevesiviemäriputkesta tai viemäriputkesta. /5, s.10, 11/

4.4 Tuuletuksen/ ilmanvaihdon tehostaminen

Ulko- ja sisälämpötilojen ero aiheuttaa alipaineen, joka imee radonpitoista ilmaa maaperästä sisätiloihin. Talvella radonia virtaa sisään enemmän kuin kesällä, koska lämpötilaero on tällöin suurempi. Myös huono ilmanvaihto kasvattaa radonpitoisuutta. Mikäli talossa on koneellinen poistoilmanvaihto eikä korvausilmaventtiilejä ole riittävästi, voi talon alipaineisuus ja sen myötä myös radonpitoisuus kasvaa. /9/

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon oikea säätö on myös tärkeää, jottei asuntoon muodostuisi liikaa alipainetta, vaan korvausilmaa tulisi riittävästi.

4.4.1 Ryömintätilan tuuletuksen tehostaminen

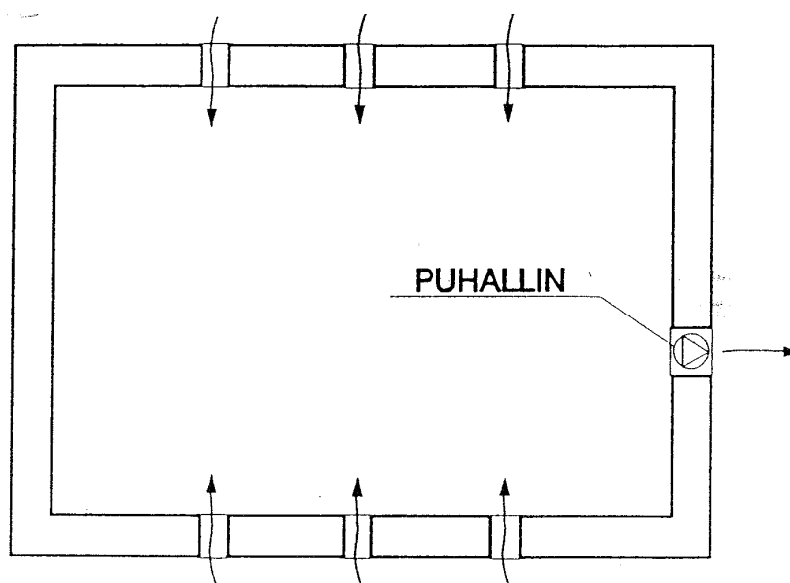
Ryömintätilan tuuletuksella vähennetään ryömintätilan ilman radonpitoisuutta. Tällä on merkitystä sisäilman radonpitoisuuden kannalta, koska ryömintätilasta voi siirtyä huomattavia ilmamääriä asuntoon. /1, s. 30/

Ryömintätalissa on keskimäärin pienempi radonpitoisuus kuin muulla tavalla perustetuissa taloissa. Ryömintätalissa maaperästä tulevan huokosilman korkea radonpitoisuus alenee ennen kuin ilma siirtyy asuntoon. /1, s. 30, 31/

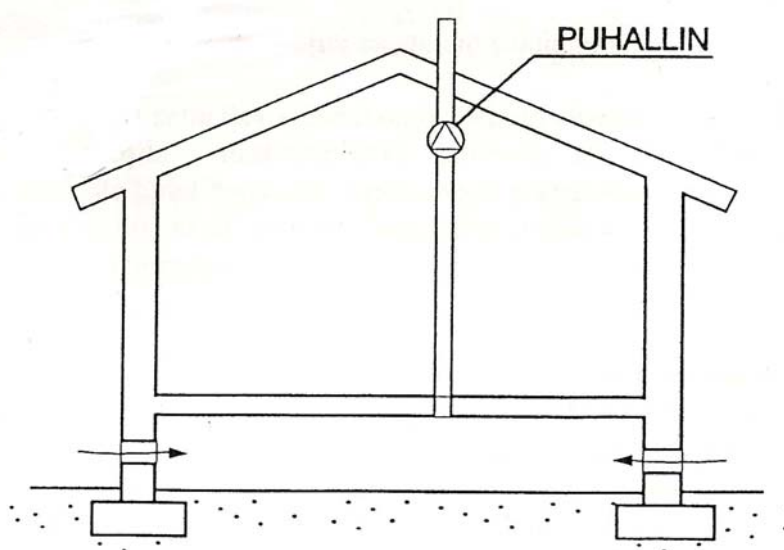
Ryömintätalilan ilmanvaihtoa voi tehostaa aukaisemalla ryömintätalilan tuuletusluukut ja venttiilit. Eläinten kulkeminen aukoista estetään verkoilla. Jos aukkojen määrä ei ole riittävä, on niiden lukumäärää kasvatettava. /1, s. 31/

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C2 kosteus ohjataan ryömintätalilan tuuletuksesta seuraavasti: ”Ryömintätalilan tuuletusaukkojen yhteispinta-alan tulee olla ainakin 4 promillea ryömintätalilan pinta-alasta. Tuuletusaukon pinta-alalla tarkoitetaan suojaavan ritilän tai säleikön vapaata pinta-alaa. Tuuletusaukot jaetaan tasaisesti ulkoseinälinjalle siten, että koko ryömintätalila tuulettuu. Aukkojen alareunan on oltava vähintään 150 mm maanpinnan yläpuolella, mutta mahdollisuuksien mukaan tätä korkeammalla. Aukkojen vähimmäiskoon on oltava 150 cm² sekä enimmäisvälin 6 m. Ryömintätalilassa oleviin väliseiniin ja tilaa osastoviin palkkeihin tehdään vastaavat, mutta vähintään kaksi kertaa niin suuret tuuletusaukot kuin samalla virtausreitillä olevat ulkoilmaan avautuvat aukot. Ryömintätalilan korkeuden tulisi olla vähintään 0,8 m.” /10, s.9/

Ryömintätalilan tuuletus toimii yleensä hyvin tuulisella säällä, kun taas tyyneellä säällä ilma voi olla ryömintätalilassa hyvinkin seisovaa. Tuulettimen käytöllä parannetaan tuloksia merkittävästi. /1, s. 31/



Kuva 14 Ryömintätalilan koneellinen tuuletus, tuuletin asennettu sokkeliin /1, s. 32/



Kuva 15 Ryömintätilan koneellinen tuuletus, tuuletin asennettu katolle vievään poistoputkeen /1, s. 32/

4.4.2 Suunnittelussa huomioitava

Ryömintätilan tuuletuksen parantaminen tulee suunnitella asiantuntemuksella ja toteuttaa huolella, etteivät radonarovot pahene eikä kosteusvaurioita aiheuteta.

Epäonnistumisen syitä:

- ryömintätilan seinät ovat tiiviit, tuuletusaukkoja on liian vähän. Ryömintätila ei tällöin tuuletu ja radonpitoisuus voi olla korkea
- ryömintätilan tuuletusaukot suljetaan talveksi
- ryömintätila on matala, tilan ilmanvaihtuvuus on huono
- asunnon alapohja läpäisee hyvin ilmaa. /1, s. 31/

Huomioitavia seikkoja:

- lisääntynyt ryömintätilan ilmanvaihto vaikuttaa talvella lattian kylmyyteen
- tuulettamalla ei saa aiheuttaa ryömintätilaan alipainetta suhteessa asuntoon. Sen estämiseksi korvausilma – aukkojen tulee olla riittävän suuria. Korjaus ei saa johtaa siihen, että asunnon kostea ilma siirtyy lattiarakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurioita ja myöhemmin kenties hometta. /1, s. 31/

4.4.3 Kellarin ilmanvaihdon korjaus /1, s. 33/

Radonpitoisuus kellaritiloissa on huomattavasti korkeampi kuin ylemmissä kerroksissa. Radonkorjauksessa kellari erotetaan ilmanvaihdollisesti omaksi yksikökseen muusta asunnosta. Tällöin radonin siirtyminen kellarista asuintiloihin vähenee. Radonpitoisuutta kellaritiloissa alennetaan ilmanvaihtoa tehostamalla.

Ilmanvaihtoa tehostetaan poisto- ja tuloilmakanavia avaamalla tai lisäämällä. Tarvittaessa kellariin asennetaan koneellinen poistoilmanvaihto. Radonpitoisuus alenee ja radonin siirtyminen kellaritiloista asuinkerrokseen vähenee.

Kellarin oven tiivistäminen tai uuden oven rakentaminen portaikon alapäähän auttavat myös eristämään kellarin muusta asunnosta. Porraskäytävän kytkeminen asunnon ilmanvaihtojärjestelmään voi myös pienentää radonpitoisuutta.

4.4.4 Asuintilojen ilmanvaihtotekniset korjaukset

Sisäilman radonpitoisuutta alennetaan joko ilmanvaihtuvuutta lisäämällä, asunnon alipaineisuutta vähentämällä tai molempia näitä hyväksi käyttäen.

Painovoimaista ilmanvaihtoa voi tehostaa asentamalla tuloilmaventtiileitä tai aukaisemalla poisto- ja tuloilmaventtiilit suurempaan asentoon. Venttiilien tulee olla säädettäviä, jotta tuloilmamäärä olisi hallittavissa. /1, s. 34, 35/

Koneellinen ilmanvaihto takaa riittävän ilmanvaihtuvuuden vain oikein suunniteltuna ja käytettynä. Koneellinen ilmanvaihto on suunniteltu jatkuvasti käytettäväksi. Sitä voi tehostaa suurentamalla puhaltimen ilmavirtaa. Jos ilma tuntuu tunkkaiselta normaalissa sisälämpötilassa, 18-22 °C, tai ilmanvaihtuvuus on muulla tavalla todettu pieneksi, kannattaa harkita ilmanvaihtuvuuden mittaamista. Ilmanvaihtuvuuden mittauksen, säädön ja tasapainotuksen suorittaa ilmanvaihtoalan ammattilainen, jolla on siihen tarvittavat mittalaitteet ja asiantuntemus. /1, s. 35/

Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa on kokonaistuloilmavirta sekä kokonaispoistoilmavirta tasapainotettava.

Liian suuri kokonaispoistoilmamäärä verrattuna kokonaistuloilmamäärään lisää asunnon alipaineisuutta ja siten myös radonvuotoa asuntoon. /1, s. 35/

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon oikealla toiminnalla on ratkaiseva merkitys asunnon radonpitoisuuteen. Muutamassa kohteessa on selkeästi havaittavissa, että koneen ollessa epäkunnossa radonpitoisuudet ovat kohonneet huomattavasti.

4.5 Tiivistys /1, s. 28/

Tiivistäminen vähentää radonpitoisen ilman virtausta maaperästä asuntoon. Vuotoilmavirtaus etsii tiivistetyn raon sijasta uuden vuotoreitin, minkä vuoksi tiivistäminen on tehokasta vain, kun kaikki mahdolliset vuotoreitit saadaan lähes täydellisesti tiivistettyä.

Käsiteltävien rakojen on oltava kuivia ja puhtaita. Irrallinen pöly ja betoniaines on poistettava. Jos tiivistettävä rako on syvä, on siihen syytä asentaa pohjanauha, joka estää sauma-aineen painumisen syvälle ja vähentää näin sen menekkiä.

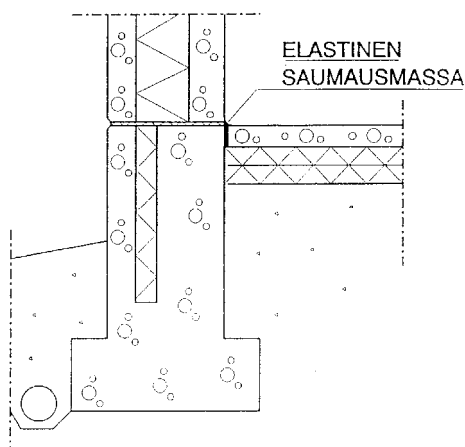
Sopivia elastisia saumamassoja ovat polyuretaani (huom. saumausaine kertakäyttöpatruunassa, ei polyuretaanivahto), kumibitumi. Silikonipohjaisia aineita ei suositella, koska niiden tarttuvuus betonipintoihin on huono.

Jo alle 0,1 mm:n levyinen betonilaatan läpi menevä halkeama lisää huokosilman virtausta laatan läpi. Halkeamien tiivistämiseen sopii hyvin injektioepoksi. Halkeamien tiivistämiseen soveltuvat myös lattiamassat ja -tasoitteet, kun niitä käytetään riittävän laajalle alueelle ja riittävän paksuina kerroksina valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Myös siveltävillä vedeneristysmassoilla on päästy hyviin tuloksiin. Kaikkia yllä mainittuja aineita käytettäessä on noudatettava valmistajan antamia käyttöohjeita.

Huokoisesta seinämateriaalista (esim. kevytsoraharkko) tehty kellarillisen talon perusmuuri tai rinnetalon alakerran maanvastainen seinä voi olla merkittävä radonin virtausreitti.

Ohutrapatun kevytsoraharkkoseinän konvektiovirtaus eli siirtyminen ilmavirran mukana käsittelemättömään harkkoseinään verrattuna on n. 1/1000. Diffuusioläpäisevyyteen eli aineiden pitoisuuserosta aiheutuvaan molekyylien liikkumiseen rappaus ei kuitenkaan juurikaan vaikuta, joskin aiheesta ei ole olemassa varsinaista tutkimustietoa, mutta ohutrappauksen vesihöyrynläpäisevyyden perusteella näin voidaan päätellä. Ohutrappaus kevytsoraharkkoseinän sisäpinnalla ei vaikuta harkon sisäisiin pystysuuntaisiin virtauksiin.



Kuva 16 Sokkelin ja laatan välisen sauman tiivistäminen /1, s. 29/

4.5.1 Suunnittelussa huomioitava

Maanvastaisten seinien tulisi olla mahdollisimman tiiviitä. Paljon käytetty kevytsoraharkko on harjuolosuhteissa haastava tiivistettävä.

Läpivientien ja liitosten tulisi olla tiiviitä. Usein unohdetaan tiivistää laatan ja takanperustusrakenteiden liitos.

Tiivistykseen käytettävät materiaalia valittaessa on huomioitava, että esimerkiksi usein käytettyjen silikonimassojen tartunta on huono, kun taas akryylimassa on läpäisevä.

Sikaflex-tyyppinen tiivistysaine on havaittu hyväksi vaihtoehdoksi. Bitumisively sekä bitumikermi toimivat myös hyvin tiivistystöissä; jälkikäteen tehty käytännön toteutus voi tosin olla hankalaa.

5 ESIMERKKIKOhteita

5.1 Pispalanharjun erityispiirteitä

Pispalanharju on kohomuotoinen jyrkkärinteinen harju, jonka maa-aines on kauttaaltaan karkeaa soraa. Talojen perustusten alle ei rakennusvaiheessa ole juurikaan tuotu täyttömaata muualta. Remontoituihin kohteisiin ei myöskään ole yleensä lisätty täyttömaata.

Pispalanharjun rakennuskanta on vaihtelevaa. Se on sekoitus uutta ja vanhaa. Alueella on paljon alkuperäisiä hirsirunkoisia 1,5-2-kerroksisia muutaman talouden asunto-osakeyhtiöitä sekä uusia yleensä 3-kerroksisia pientaloja.

Harjulla on käytetty tyypillisesti kolmea eri alapohjatyyppeä: maanvaraista laattaa, ryömintätilaa ja kellarillista ratkaisua, jossa on maanvastaisia seiniä. Kellarillinen ratkaisu on näistä yleisin. Uudistuotannossa sekä perusparannuksissa on käytetty paljon kevytsoraharkkoa rakennusmateriaalina. Tällaiset perustukset sisältävät runsaasti rakoja ja muita reittejä, joiden kautta radonpitoisen ilman on helppo päästä asuntoon. /9/

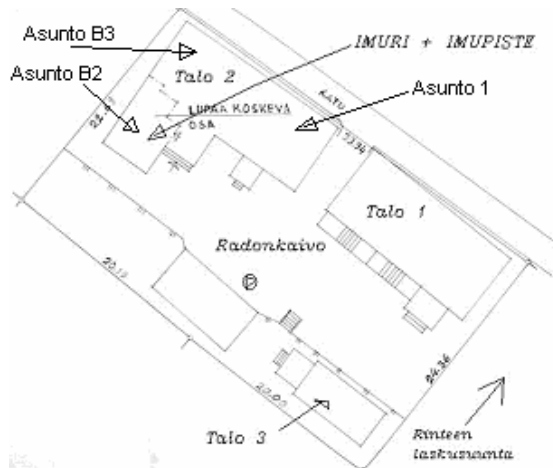
Monissa tapauksissa radonongelma on syntynyt siitä syystä, että alkuperäiseen hyvin tuulettuvaan ryömintätilaan on rakennettu asuin- ja kellaritiloja. Harjulla on paljon kohteita, joissa näin on tehty.

Esimerkkikohteiksi yritettiin valita kohteita, joissa on saavutettu hyviä tuloksia onnistuneen korjaustyyppin valinnan sekä toteutuksen ansiosta ja jotka edustavat parhaiten kyseistä korjaustyyppiä. Tällaisia kohteita olivat kohteet 8 ja 16. Kohde 22 edustaa tyypillistä Pispalanharjun alkuperäistä rakennustyyppiä. Valitsemamme korjaustyyppit ovat harjulla yleisesti käytössä olevia menetelmiä.

5.2 Radonkaivo

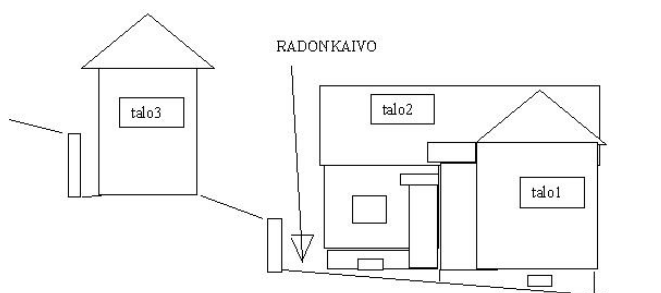
KOHDE 17

Kohde on 1920-luvulla rakennettu kolmekerroksinen pienkerrostalo-yhtiö. Kohteen alapohjarakenne on alun perin ryömintätilainen, johon on osittain myöhemmin laajennettu kellaritiloja. Kohde sijaitsee Pispalanharjun pohjoispuolella harjun ylärinteellä. Tonttia on pengerrytetty muureilla. Taloyhtiöön kuuluu kolme taloa, joista yhden perustustaso on n. 2 m korkeammalla kuin muiden talojen. Tässä yhteydessä käsitellään taloja 2 ja 3.



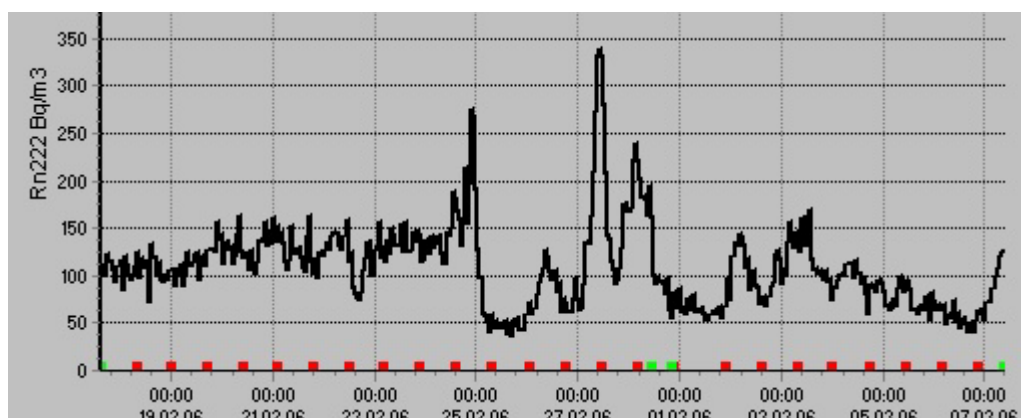
Kuva 20 Asemapiirros taloyhtiöstä

Taloyhtiön pihaan on rakennettu radonkaivo 11.2.2006. Kaivon aktivoinnin yhteydessä suoritettiin monitorimittauksia. Kaivo on rakennettu STUKin ohjeiden mukaisesti. Kaivo on aktivoitu puhaltimella. 2 talossa oli myös puhaltimella aktivoitu imupiste, mutta sen huomattiin vaikuttavan negatiivisesti radonkaivolla saavutettuihin tuloksiin, joten se päätettiin poistaa käytöstä.



Kuva 21 Rinteen profiili

Talossa 2 asunnossa B 2 radonimurilla radonpitoisuutta on pystytty laskemaan tasolle 500-1500 Bq/m³, lähtötaso on ollut n. 12 000 Bq/m³. Kaivon aktivoinnin jälkeen radonpitoisuus laski edelleen tasolle 100 Bq/m³. Tämän jälkeen erillinen radonimuri kytkettiin pois päältä, jolloin radonpitoisuus laski entisestään jopa 50 Bq/m³ tasolle.



Kuva 22 Kuvaaja kaivon käynnistymisen jälkeen asunnossa B2. Lähtöpitoisuus 12 000 Bq/m³

Talo 3 sijaitsee huomattavan ylhäällä kaivon nähden, eikä kaivolla ollut tämän lyhyen mittauksen perusteella riittävää vaikutusta sen radonpitoisuuksiin. Tasolta 8000 Bq/m³ on päästy tasolle 4000 Bq/m³.

Mittaustulosten perusteella useassa kohteen asunnoissa radonpitoisuus on alentunut huomattavasti. Ainoastaan talossa 3, joka sijaitsee korkeammalla muihin asuntoihin nähden sekä korkeammalla kuin taso johon kaivo on rakennettu, radonpitoisuus on alentunut vain n. 50%. Muutoin kohteessa ollaan päästy alle vaatimustason, keskimääräinen radonpitoisuus kohteessa on 100 Bq/m³. Kaivon voi todeta toimivan tässä kohteessa erittäin hyvin. Mittaustulosten perusteella asuntokohtaiset radonimurit saattavat vaikuttaa negatiivisesti radonkaivolla saatuihin tuloksiin.

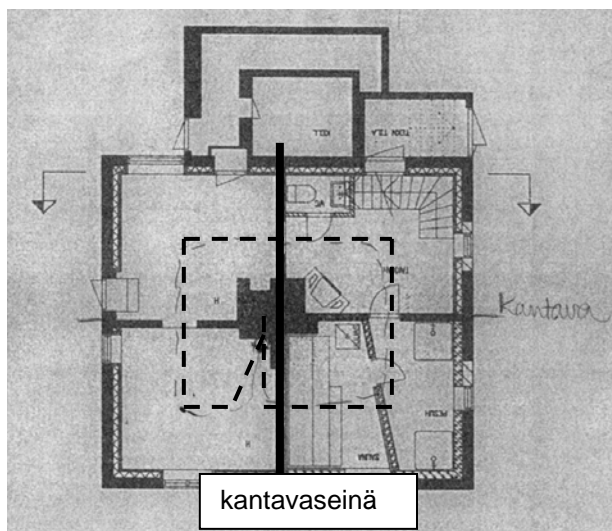
5.3 Radonimuri + putkisto

KOHDE 8

Kohde on 1930-luvulla rakennettu 3 kerroksinen rinnetalo, jonka kellariin on rakennettu erillinen asunto. Kohde sijaitsee Pispalanharjun pohjoisrinteellä. Alapohjarakenteena on käytetty maanvaraista betonilaattaa, kuistin alla on maapohjaista säilytystilaa.

Iltanvaihto toimii painovoimaisesti.

Kellariremontin yhteydessä on asennettu imuputkisto, halkaisijaltaan n. 100 mm salaojaputkesta, uudelleen valetun betonilaatan alle. Imuputkiston kokoojaputki on yhdistetty hormiin. Putkisto on aktivoitu puhaltimella vuonna 2006.



Kuva 23 Kellarin pohjapiirustus, putkiston sijainti

Radonputkiston aktivoinnin yhteydessä kohteessa on suoritettu monitorimittauksia.

Radonputkisto aktivoitiin 16.1.2006, tämän vaikutuksesta radonpitoisuudet laskivat n. 4500 Bq/m³ n. 2300 Bq/m³.

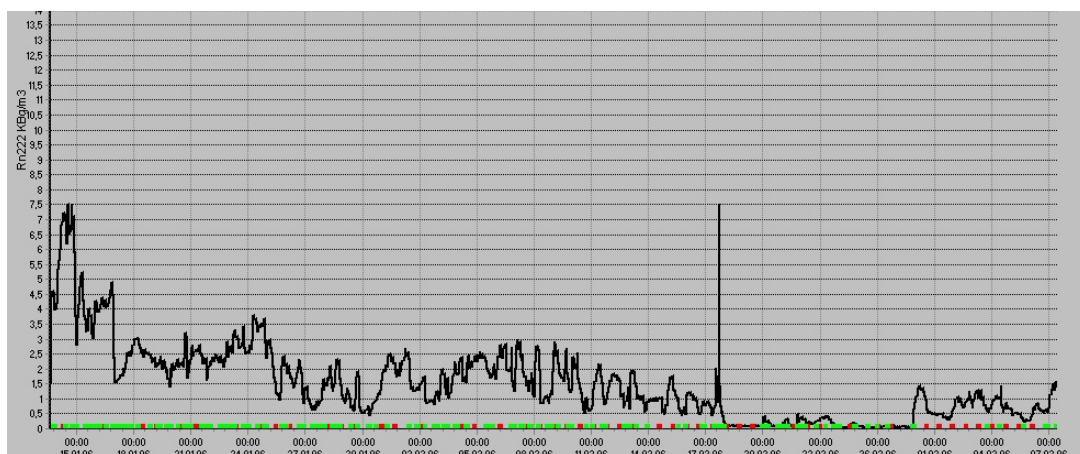
Kuistin alla olevat maapohjaiset tilat alipaineistettiin 1.2.2006 poistoilmapuhaltimella, puhallin on päällä vain päivisin makuuhuoneeseen kuuluvan äänen vuoksi. Puhaltimen vaikutus näkyy kuvaajassa 200-1000 Bq/m³ vaihteluna.

Alakerran keskeneräisen remontin takia pesutilojen viemäriiitokset olivat osittain auki.

Savukoe ja virtausmittaus osoittivat, että niistä tuli runsaasti ilmaa huonetilaan.

Radonmittari asetettiin hetkeksi viemäriaukon läheisyyteen, jolloin viemäristä tulevan ilman radonpitoisuudeksi saatiin n. 50 000 Bq/m³. Aukot teipattiin huolellisesti 17.2.2006, jolloin radonpitoisuus laski tasolle 100 Bq/m³.

27.2.2006 poistoilmapuhallin poistettiin käytöstä, jolloin radonpitoisuudet kohosivat jälleen tasolle 500-1000 Bq/m³.



Kuva 24 Monitorimittaustulokset

Aktivoimalla radonputkisto, alipaineistamalla kuistin alapuoliset maapohjaiset tilat ja tiivistämällä niiden ovia sekä tukkimalla avoimet viemäriaukot päästiin todella hyviin tuloksiin. Pelkkä imuputkiston vaikutus ei ole kohteessa riittävä. Viemärit eivät aiheuta radonongelmia vesikalusteiden kytkemisen jälkeen.

5.4 Radonimuri + imupiste

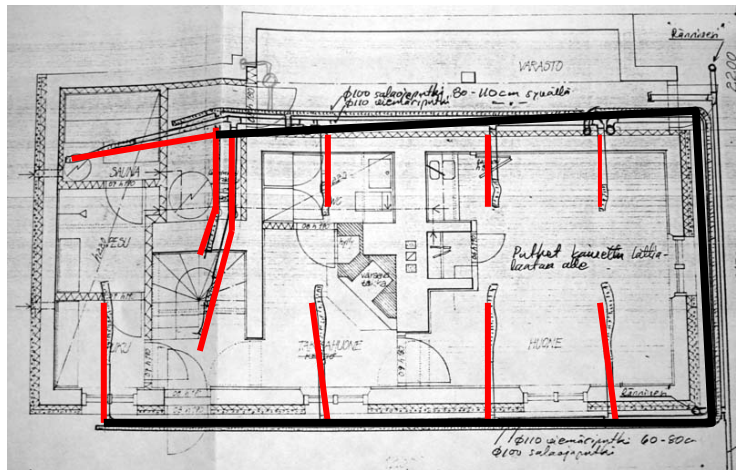
KOHDE 16

Kohde on vuonna 1925-1928 rakennettu 2,5 kerroksinen osakellarillinen rinnetalo. Kohteen alapohjarakenteena on maanvarainen laatta. Rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto. Kohde sijaitsee Pispalanharjun etelärinteellä lähellä lakea.

Talon alle on vuonna 1989 kaivettu n. metrin syvyyteen halkaisijaltaan 110 mm viemäriputkea. N. 25 metrin putkisto kiertää talon ympäri pohjalaatan alla. Tästä ns. kokoojaputkesta lähtee "pistoja" yhteensä 10 kpl laatan keskustaa kohden.

Pistoissa on n. 2 m viemäriputkea, joka sen jälkeen vaihtuu halkaisijaltaan 100 mm 1-1,5 m mittaiseksi salaojaputkeksi. Imupisteet on aktivoitu 99 W kanavapuhaltimella, joka on käytössä 24 h/vrk.

STUKin suorittamalla virtausmittauksella poistuvan ilman määräksi on saatu 103 l/s. Imuri saattaa olla jopa liiankin tehokas ja voi aiheuttaa kylmydentunnetta yläpuoliseen asuintilaan.



Kuva 25 Pohjakuva, imupisteet ja kokoojaputkisto (imupisteet punaisella, kokoojaputki mustalla)

Kohteessa suoritettuja korjaustoimia voidaan pitää onnistuneina. Lähes 2700 Bq/m^3 arvoista on päästy alle 300 Bq/m^3 . Kohteen korjauksen onnistumista arvioitiin laskemalla viimeisimmistä kevättalven tuloksista keskiarvo, jota verrattiin ennen korjausta tehtyyn mittaukseen.

5.5 Toimiva ryömintätila

KOHDE 22

Kohde on vuonna 1910-1920 rakennettu 2, 5 kerroksinen rinnetalo, joka sijaitsee Pispalanharjun pohjoisrinteellä. Rakennuksessa on ryömintätilainen alapohja sekä painovoimainen ilmanvaihto. Ainoa kohteessa tehty toimenpide on ollut tuuletusaukkojen lisääminen lähinnä ryömintätilaan johtavaan oveen.

Kohde on tyypillinen esimerkki Pispalanharjun alkuperäisestä rakennuskannasta, eikä siihen ole rakennettu jälkikäteen esim. kellaritiloja tms. alapohjatyyppeihin vaikuttavia tiloja. Alkuperäisissä ryömintätilaisissa rakennuksissa ei ole luultavasti ollut aikoinaan ongelmia radonista hyvän tuuletuksen ansiosta, tosin tuolloin radonin haitallisista vaikutuksista ei ole edes tiedetty.

Kohteessa on suoritettu mittauksia viimeksi vuonna 1988, jolloin tulokset olivat hyvällä tasolla. 1. asuinkerroksen radonpitoisuus oli tällöin 60 Bq/m³. Nyt tehdyissä uusissa mittauksissa kohteen radonpitoisuudet olivat syksyn mittauksissa hieman kohonneet, mutta talven mittauksissa oltiin jälleen hyvällä tasolla n. 30 Bq/m³.

6 TULOKSET

Kohteissa suoritetuista mittauksista pyrittiin valitsemaan mahdollisimman vertailukelpoiset ennen korjausta ja korjauksen jälkeen suoritettut mittaustulokset. Kyseiset tulokset taulukoitiin ja niistä laskettiin radonpitoisuuden alenema prosentteina. Alenemaprosenttien avulla arvioitiin korjauksen onnistumista. Parhaiten onnistuneissa kohteessa on päästy jopa tasolta 12000 Bq/m³ tasolle 100 Bq/m³. Alenemaprosentit vaihtelevat korjaustavasta riippuen 99% vaatimattomiin lähes 0% sekä negatiivisiin tuloksiin. Taulukkoon punaisella merkityt mittaustulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia verrattavan tuloksen kanssa, mittausaika tai -paikka ei ole täysin sama.

6.1 Imupiste + radonimuri

Tutkimukseen osallistui kolme kohdetta, joissa on radonimurilla aktivoituja imupisteitä. Kaikissa kolmessa kohteessa radonpitoisuuden alenema on ollut yli 90%.

Taulukko 1 Yhteenveto radonimurin ja imupisteen vaikutuksesta radonpitoisuuksiin

KOHDENMR	TALOTYYPPI	KORJAUS	MITTAUS		
			ENNEN	JÄLKEEN	ALENEMA %
15	Pientalo 3krs. rinne	Radonimuri + imupiste	6600	100	98
16	Pientalo 3krs. rinne	Radonimuri + imupiste	2700	200	93

6.2 Radonkaivo

Tutkimukseen osallistui viisi kohdetta, joissa on radonkaivo. Näistä kolmessa kohteessa radonpitoisuuden alenema oli yli 70 %, parhaimmillaan 99%. Kahdessa kohteessa alenema oli 30-40%, vain yhdessä kohteessa ollaan onnistuttu pääsemään alle 400 Bq/m³ tasolle. Radonkaivolla onnistuttiin yhdessä taloyhtiössä alentamaan radonpitoisuutta kahdessa talossa n. 99% ja yhdessä kaivoon nähden korkeammalle sijaitsevassa n. 50%.

Taulukko 2 Yhteenvedo radonkaivon vaikutuksesta radonpitoisuuksiin (* Kaivoa ei ole testattu yksinään)

KOHDENMR	TALOTYYPPI	KORJAUS	MITTAUS		
			ENNEN	JÄLKEEN	ALENEMA %
1	Pientalo 3krs. rinne	Radonkaivo ilmanvaihto+ tiivistys	18600	2400	87
2	Rivitalo 3krs. rinne	Radonkaivo *	1400	900	36
		radonimuri+ putkisto	8500	1400	84
3	Pientalo 3krs. rinne	Radonkaivo radonimuri+ putkisto	7300	1900	74
4	Pienkerrostalo 2krs.,kellari rinne	Radonkaivo * (radonimuri+ putkisto)	8400	5900	30
17	Pienkerrostalo 3krs. rinne	Radonkaivo	12000	100	99
		radonimuri + imupiste	12000	1000	92

6.3 Radonputkisto ja imuri

Tutkimukseen osallistui kahdeksan kohdetta, joissa on radonimurilla aktivoitu laatan alle asennettu imuputkisto. Näistä kolmessa kohteessa radonpitoisuuden alenema oli n. 90%, parhaimmillaan 98%. Muuten kohteissa on päästy n. 50-70% alenemaan. Kolmessa kohteessa ollaan onnistuttu pääsemään alle 200 Bq/m³ tasolle.

Taulukko 3 Yhteenveto radonimurin ja putkiston vaikutuksesta radonpitoisuuksiin

KOHDENMR	TALOTYYPPI	KORJAUS	MITTAUS		
			ENNEN	JÄLKEEN	ALENEMA %
5	Pientalo 3krs. rinne	Radonimuri+ putkisto	300	100	67
6	Pientalo 3krs. rinne	Radonimuri+ putkisto	400	200	50
7	Pientalo 3krs. rinne	Radonimuri+ putkisto	4800	1500	69
8	Pientalo 3krs. rinne	Radonimuri+ putkisto	4500	100	98
9	Pienkerrostalo 3krs. rinne	Radonimuri+ putkisto	4200	600	86
10	Pienkerrostalo 2,5krs. rinne	Radonimuri+ putkisto	ei ole	4000	
12	Pientalo 2,5krs. rinne	Radonimuri+ putkisto	ei ole	1900	

6.4 Aktivoimaton radonputkisto ja -imupiste

Tutkimukseen osallistui neljä kohdetta, joissa on aktivoimaton imuputkisto tai -piste. Käytössä olevien tulosten perusteella putkistot ja imupisteet eivät toimi painovoimaisesti halutulla tavalla.

Taulukko 4 Yhteenveto aktivoimattomien putkistojen ja imupisteiden vaikutuksesta radonpitoisuuksiin

KOHDENMR	TALOTYYPPI	KORJAUS	MITTAUS		
			ENNEN	JÄLKEEN	ALENEMA %
Aktivoimaton putkisto					
11	Paritalo 1,5 krs.,kellari rinne	Aktivoimaton putkisto+ uusi laatta	300	ei ole	
13	Kerrostalo 3,5 krs. rinne	Aktivoimaton putkisto	4600	4500	2
14	Paritalo 3 krs. rinne	Aktivoimaton putkisto	ei ole	900	
Aktivoimaton imupiste					
18	Pientalo 2 krs. kellari	Aktivoimattomat imupisteet	100	ei ole	

6.5 Ryömintätilan tuuletuksen ja kellarin ilmanvaihdon tehostaminen

Tutkimukseen osallistui neljä kohdetta, joissa on tehostettu ryömintätilan tuuletusta. Näistä kohteista on käytössä niukasti mittaustuloksia. Korjaukset ovat toteutettu lähinnä tuuletusaukkoja lisäämällä.

Tuoreimpien mittaustulosten perusteella alle 400 Bq/m³ tasolla ollaan kahdessa kohteessa, jossa rakennuksen ryömintätilaan ei olla rakennettu lisätiloja myöhemmin. Useasti ryömintätalaisissa rakennuksissa ei ole saman suuruusluokan ongelmaa radonin suhteen kuin esimerkiksi maanvaraisissa laatoissa.

Tarkastelussa oli kaksi kohdetta, joissa oli tehostettu kellarinilmanvaihtoa radonpitoisuuden alentamiseksi. Toisessa kohteessa alenema on ollut 28%, mutta kohteessa tehtyjen muiden toimien vuoksi ilmanvaihtoteknisen korjauksen osuutta ei pysty arvioimaan erikseen. Toisessa kohteessa on selkeästi todettavissa alenema tasolta 4000 Bq/m³ tasolle 100 Bq/m³.

Taulukko 5 Yhteenveto ryömintätilan tuuletuksen ja kellarin ilmanvaihdon tehostamisen vaikutuksesta radonpitoisuuksiin

KOHDENMR	TALOTYYPPI	KORJAUS	MITTAUS		
			ENNEN	JÄLKEEN	ALENEMA %
19	Rivitalo, ryömintätila 1,5 krs. rinne	Alapohjan tuuletuksen tehostaminen	ei ole	300	
20	Pientalo, ryömintätila 2 krs.	Alapohjan tuuletuksen tehostaminen	600	500	17
21	Pientalo ryömintätila 2,5 krs. rinne	Alapohjan tuuletuksen tehostaminen	ei ole	1200	
22	Pientalo ryömintätila 2,5 krs. rinne	Alapohjan tuuletuksen tehostaminen	ei ole	300	
23	Paritalo 2krs. kellari rinne	Kellarin ilmanvaihdon tehostaminen +tiivistys	5300	3800	28
4	Pienkerrostal o 2krs.,kellari rinne	Kellarin ilmanvaihdon tehostaminen	4000	100	98

6.6 Tiivistys

Tutkimukseen osallistui kaksi kohdetta, joissa on tehty tiivistystöitä radonpitoisuuden alentamiseksi. Näiden mittaustulosten perusteella toimilla ei ole ollut haluttua vaikutusta.

Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon vuodenaikavaihtelut.

Edellä mainittujen kohteiden lisäksi tutkimukseen osallistui kaksi kohdetta, joiden korjaustapaa ei pystytty määrittelemään.

Taulukko 6 Yhteenveto tiivistyksen vaikutuksesta radonpitoisuuksiin

KOHDENMR	TALOTYYPPI	KORJAUS	MITTAUS		
			ENNEN	JÄLKEEN	ALENEMA %
24	Pientalo Rossipohja 1,5 krs rinne	Tiivistys	200	600	-200
25	Pientalo 2 krs. Osakell. Rinne	Tiivistys	3700	3100	16

7 TULOSTEN TARKASTELU

Asukkaille jaetut saate- ja vastauslomakkeet yritettiin laatia mahdollisimman selkeiksi. Siinä ei kuitenkaan onnistuttu riittävän hyvin ja näin ollen väärinymmärryksiltä ei voitu välttyä. Tämä on voinut myös vaikuttaa asukkaiden mielenkiintoon vastata kirjeeseen. Jatkossa tällaiset kyselylomakkeet tulisi laatia niin selkeiksi, että väärinymmärryksiä ei synny.

Oli odotettavissa, että tutkimukseen osallistuvien kohteiden radonkorjaustilanne on varsin monenkirjavia ja että, joukossa olisi myös erittäin vaatimattomia tai "nollakorjauksia".

Asukkailta tulleen palautteen mukaan, olisi myös hyvä päivittää STUK:in radonpurkkien mukana toimitettavaa lomaketta. Esille tulleita asioita ovat esim. kerrosten numerointi, kellarikerroksesta on käytetty ajankohdasta riippuen kerroslukua 0 tai 1.

Ohjeista tulisi käydä selkeämmin ilmi, miten purkit tulisi sijoittaa siten, että tulokset olisivat vertailukelpoisia keskenään tarvittaessa.

Aikataulussa pysymistä vaikeutti oleellisesti se, että asukkaat käyttivät omaa harkintaa syysmittausten aloittamisajankohdassa, jonka vuoksi emme saaneet syysmittauksia osasta kohteita. Myös mittauspurkkien postituksessa oli joidenkin kohteiden osalta ongelmia. Osa talvimittauspurkeista jäi myös kokonaan palautumatta.

Päätelmät on tehty käytettävissä olevan informaation perusteella, joten kohteista saattaisi löytyä vielä muita radonpitoisuuksiin vaikuttavia asioita tarkemmilla tutkimuksilla.

Päätelmien tekoa vaikeutti oleellisesti se, että osassa kohteista taustatieto mittauksista oli puutteellista ja näin tuoreemmille mittauksille ei ollut käytettävissä vertailupohjaa.

Näyttää siltä, että imurin ja imupisteen/ imupisteiden yhdistelmä on tehokas ratkaisu. Imupisteen sijainnilla on ratkaiseva merkitys, jotta ei synny ns. katvealueita.

Radonkaivon sijoituksella on suuri merkitys korjauksen onnistumiseen. Kohteissa on selkeästi havaittavissa, että suotuisissa olosuhteissa kaivon vaikutusalue voi levitä varsin laajallekin alueelle leveyssuunnassa, mutta korkeussuunnassa kenttä on suppeampi. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä että kohteissa, joissa on suuri tasoero rakennusten korkeusasemissa, ei välttämättä saavuteta haluttua radonpitoisuuden alenemaa yhdellä radonkaivolla.

On myös havaittavissa, että vaatimattomilla korjausyrityksillä ei saavuteta merkittäviä tuloksia.

Radonkorjauksia ja muita korjauksia suunniteltaessa ja toteutettaessa dokumentointi on erittäin tärkeää. Tutkimusta tehtäessä kävi selkeästi ilmi, että kohteissa, joissa dokumentointi on tehty järjestelmällisesti, on saavutettu parempia tuloksia kuin kohteissa, joissa ei ole pidetty kirjaa toimista. Hyvä tapa olisi pitää jonkinlaista talonkirjaa, johon tulisi kirjata kaikki kohteessa suoritettut mittaukset ja korjaustoimet sekä niiden ajankohdat.

Hyvä ja huolellinen suunnittelu ennen korjaustoimien aloittamista on onnistumisen kannalta tärkeää. Yleisesti ottaen on erityisen tärkeitä huomioida korjauksia suunniteltaessa ja niitä toteutettaessa niistä mahdollisesti syntyvät kosteusvaurioriskit.

Monissa tapauksissa radonongelma on syntynyt siitä syystä, että alkuperäiseen hyvin tuulettuvaan ryömintätilaan on rakennettu asuin- ja kellaritiloja. Maalattiat ovat huomattava radonlähde.

Korjauksen onnistumisen nopea ja selkeä toteaminen on vaikeaa ilman monitorimittauksia.

LÄHTEET

- 1 Arvela, H. Asuntojen radonkorjauksen menetelmät. STUK – A127. Painatuskeskus Oy. Helsinki 1995.
- 2 Arvela, H – Voutilainen, A – Honkamaa, T – Rosenberg, A. High Indoor Radon Variations and the Thermal behavior of Eskers.
- 3 Eniro. Kartta, Keltaisetsivut 2005.
- 4 Kivinen, Antti – Mäkitie, Osmo, Kemia. Otava 1988.
- 5 Rakennustietosäätiö RTS. RT 81-10791. Radonin torjunta. Rakennustieto Oy 2003.
- 6 Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Valtuutussäännös: Terveydensuojelulaki 763/ 94.
- 7 Sosiaali- ja terveysministeriön päätös asuntojen huoneilman radonpitoisuuden enimmäisarvoista. Suomen säädöskokoelma 944/ 1992.
- 8 STUK. Onko kodissasi radonia?. STUK julkaisu.
- 9 STUK. Sisäilman radon. STUK julkaisu 2003.
- 10 Suomen rakentamismääräyskokoelma C2, kosteus
- 11 Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto
- 12 Veltner, A – Arvela, H – Turtiainen, T – Mäkeläinen, I – Valmari, T. Radon sisäilmassa. Säteily ympäristössä, STUK.

SÄHKÖISET LÄHTEET

- 13 STUK Power Point-esitys 301105
- 14 Säteilyturvakeskuksen kotisivut [viitattu 22.3.2006]. Saatavissa: http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateily_ymparistossa/radon/fi_FI/uudisrakentaminen/
- 15 Tampereen kaupungin kotisivut [viitattu 29.3.2006], Saatavissa: <http://www.tampere.fi/asuminen/asuminenjaterveys/radon.html>

KIRJALLISUUS

- 16 Arvela, H – Reisbacka. Radonkaivokokeilu Tampereen Pispalanharjulla. Julkaisu STUK – B – VALO 66. Valtion painatuskeskus Helsinki 1991.
- 17 Suomen rakentamismääräyskokoelma B3, Pohjarakenteet
- 18 Teknillinen korkeakoulu. Imupistejärjestelmän radontekninen toiminta eri tyyppisissä pien- ja rivitaloissa. STUK julkaisu 62. Otaniemi 1997.
- 19 Ympäristöministeriö. Pien- ja rivitalojen radontekninen korjaus; Imupistemenetelmä. Ympäristöministeriön ympäristöopas 4. Oy Edita Ab. Helsinki 1996.

LIITTEET

Liite 1: Saate

Liite 2: Vastauslomake

Liite 3: Kohderaportit

Liite 4: Korjausopas

Pispalanharjun radonkorjaustutkimus

Hyvä vastaanottaja

Tampereen Ammattikorkeakoulu (TAMK), Säteilyturvakeskus (STUK) ja Tampereen kaupunki aloittavat tutkimuksen rajatulla alueella Pispalanharjulla suoritetuista asuntojen radonkorjauksista. Korkeat sisäilman radonpitoisuudet ovat merkittävä terveysongelma Suomessa. Korkeita radonpitoisuuksia esiintyy keskimääräistä enemmän harjualueilla ja soramaalle rakennetuissa asunnoissa. Säteilyturvakeskuksen mittaustietojen mukaan Tampereella mitatuista asunnoista yli 30 % ylittää sisäilman radonpitoisuudelle asetetun enimmäisarvon 400 Bq/m³. Pispalanharjun asunnoissa ylitykset ovat tätäkin yleisempiä.

Tavoitteemme on tutkia alueen asunnoissa suoritettuja radonkorjauksia. Tuloksia hyödynnetään Pispalanharjulla tarvittavassa korjausneuvonnassa sekä valtakunnallisen opasaineiston kehittämisessä.

Mikäli asunnossanne on suoritettu radonkorjauksia (radonimuri, radonkaivo, tiivistämistöitä, ilmanvaihtoteknisiä korjauksia) ja ilmoitatte halukkuutenne tutkimukseen, tutkimuksen tekijät ottavat teihin yhteyttä ja vierailevat asunnossanne lähikuukausina. Käynnin tavoitteena on kirjata tärkeimmät asunnon radonpitoisuuteen ja korjauksen onnistumiseen vaikuttavat seikat kuten talon perustustapa ja korjauksen tekninen toteutus. Olemme samalla lailla kiinnostuneita myös uudisrakentamisen yhteydessä toteutetuista radonteknisistä ratkaisuksista.

Tarjoamme samalla kaikille tämän kirjeen vastaanottajille mahdollisuuden kahteen ilmaiseen radonmittaukseen, jotka kestävät 2 kk ja alkaisivat ensimmäinen elokuussa ja toinen loppuvuonna 2005. Tutkimme näiden mittausten avulla radonpitoisuuden vuodenaikavaihtelua alueella.

Tutkimukset ovat maksuttomia ja luottamuksellisia. Rakennusten ja radonkorjausten teknisiä tietoja ja piirustuksia hyödynnetään tutkimusraportissa osoitteettomina. Säteilyturvakeskus ja Tampereen kaupunki hyödyntävät tuloksia tutkimus- ja viranomaistoiminnassaan.

Mikäli haluatte osallistua tutkimukseen, pyydämme palauttamaan oheisen vastauslomakkeen sille varatussa vastauskuoressa heinäkuun loppuun mennessä.

Tutkimusryhmä:

Tampereen Ammattikorkeakoulu:

insinööriopiskelija Katariina Tuhola
insinööriopiskelija Sanna-Kaisa Raatikainen
lehtori Pekka Väisälä

tiina.tuhola@te.tpu.fi
sanna-kaisa.raatikainen@ce.tpu.fi
pekka.vaisala@tamk.fi

Säteilyturvakeskus:

laboratorionjohtaja Hannu Arvela

hannu.arvela@stuk.fi

VASTAUSLOMAKE


Pisalanharjun radonkorjaustutkimus

- Asunnossani on suoritettu radonkorjauksia ja olen halukas osallistumaan tutkimukseen.
- Asuintalossani on suoritettu uudisrakentamisen tai perusparantamisen yhteydessä toimenpiteitä radonpitoisuuden alentamiseksi, olen halukas antamaan lisätietoja (kyselylomake tai yhteydenotto myöhemmin syksyllä).
- Pyydän yhteydenottoa asioiden tarkentamiseksi
- Haluan osallistua rajatulla tutkimusalueella tarjottavaan ilmaiseen radonmittaukseen (2 kpl / 2 kertaa mittauksia. Mittaus ajankohta elokuu ja marraskuu)

Vastaajan tiedot

Nimi: _____
Katuosoite: _____
Postinumero: _____
Puhelin: _____

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1986
Talotyyppi	 3 kerrosta rinteessä
Sijainti	Harjun laella
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	n. 100 m ²

RAKENNE

Sokkeli A	vedeneriste maanpinnan alapuolella TB 130 min.villa 100 TB kantava 200 pintamateriaali
Alapohja	sorastus muovikelmu EPS 75 rakennuspahvi TB 80 lattiapäällyste

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

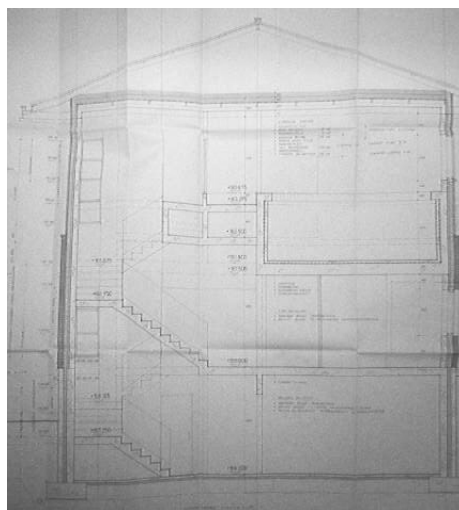
Väliseinät	Kantavia: betonia, oma antura
Tulisijat	Perustuksista ei ole tietoa

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	2 x Koneellinen tulo ja poisto
Säätö	Säädätetty ja mitoitettu radonia silmällä pitäen



Kuva 1.1 Leikkaus



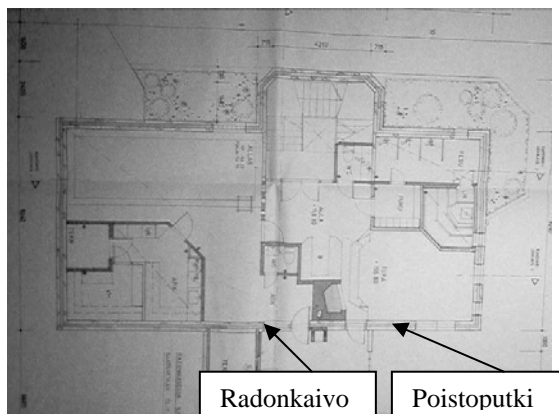
Kuva 1.2 Radonkaivo



Kuva 1.3 Uusi poistoputki

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Radonkaivo
Korjauksen ajankohta	90-luvun alussa
Perustiedot	n. 5 m syvä putki 400 mm, alapää rei'itetty "kivipesä" pohjalla pinta tiivistetty kivituhkalla imuri 550 W, 5 tasoa säädössä
Virtausmittaus	-
Korjaustyyppi	Tiivistys
Korjauksen ajankohta	-
Perustiedot	Kaikki alimman kerroksen saumat, reiät ja liitokset, joihin on päästy käsiksi, on järjestelmällisesti tiivistetty sikaflexillä



Kuva 1.4 Alimman kerroksen pohjakuva, radonkaivon ja poistoputken aikaisempi sijainti

MAHDOLLISET VUOTOREITIT:

- laatan painumisesta johtuvat halkeamat

SUORITETUT MITTAUKSET

	Baarik./0	Uimah./0	Khh/0	Sähkök./0	Mh/1	Oh/1	Oh/2	Mh/2	
1986/1987	23380								
1988	15250	18570			13750			11730	
1990/1991	5060				4910				
1993/1994	1310 (50%)				6370 (50%)		2970 (25%)	1766 (25%)	% ilm. imurin suht.tehon
1996	6450				3430				
2-4 2004	1070	960	1120	3040	490	530	540	530	
5-7 2004	790	960	820	3430	230	300	380	310	
12.3-12.5 2005	890	890	1050	3050	460	600	560		S.keskus tiivistetty

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Kohteessa on tehty paljon mittauksia ja toimia radonpitoisuuksien alentamiseksi, näistä merkittävimpänä voidaan pitää radonkaivoa. Toimet on tehty ja dokumentoitu järjestelmällisesti. Mittaustulosten valossa, jotka osoittavat että asuintiloissa on 23 000 Bq/m³ päästy järjestäen alle 1000 Bq/m³, voidaan todeta, että korjaustoimista on ollut huomattava apu ja on päästy lähelle tavoitetaosa.

KOHDE 2

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	3 asukkaan rivitaloyhtiö
Rakennusvuosi	1991
Talotyyppi	 3 krs. rinne
Sijainti	Lähellä harjun lakea
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	n. 45m ² /asunto

RAKENNE

Sokkeli	betoni sandwich-elementti: betoni 60mm eriste 140 mm betoni 120mm
Alapohja	kevytsora 150/250 mm sitkeä rak.paperi teräsbetoni-laatta 80 mm lattiapäällyste

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

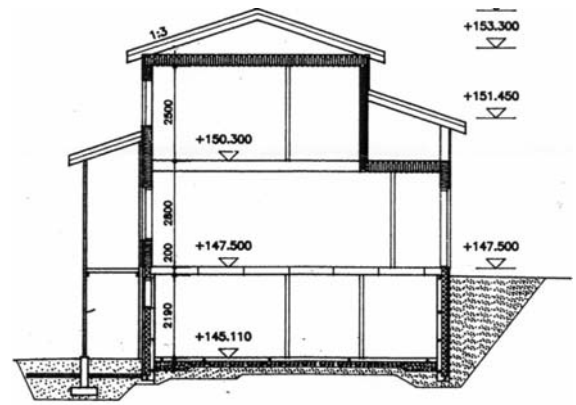
Väliseinät	Asuntojen väliset seinät lävistävät alapohjan: oma antura tasoite betoni 120 mm rako 10 mm betoni 120 mm tasoite
Tulisijat	perustuksista ei ole tietoa

ALIN KERROS

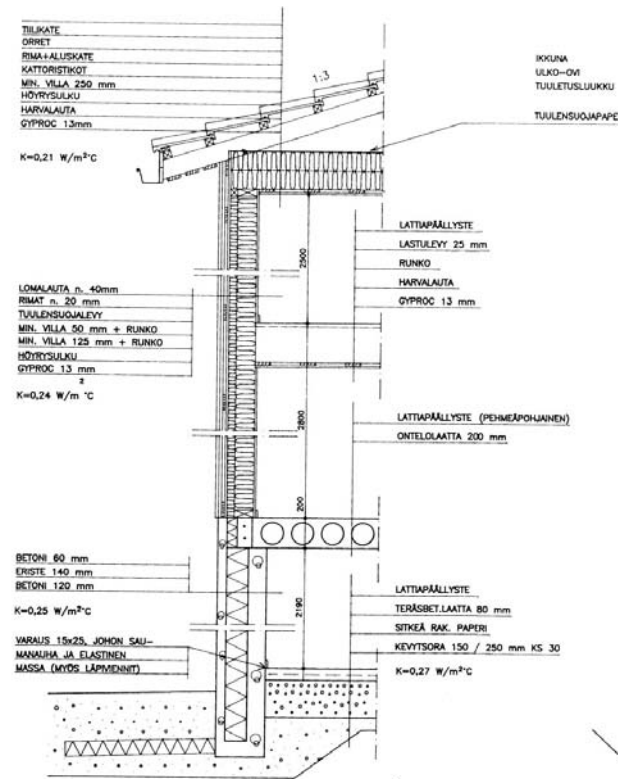
Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Koneellinen tulo- ja poisto
Säätö	Jatkuvasti päällä, säätö liesituulettimessa



Kuva 2.1 Leikkaus



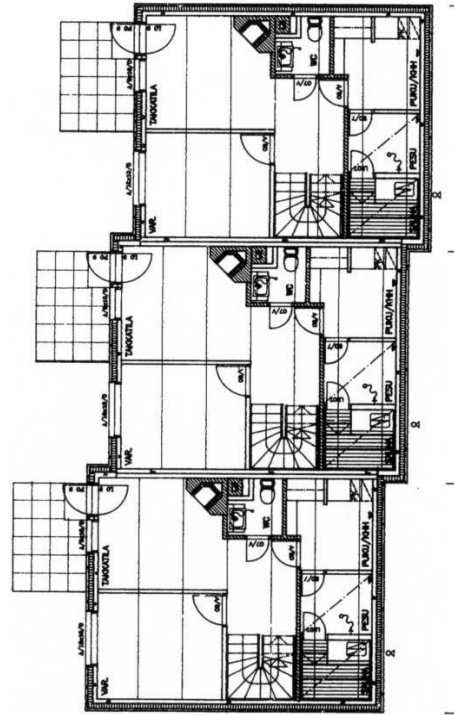
Kuva 2.2 Rakenneleikkaus

SUORITETUT KORJAUKSET

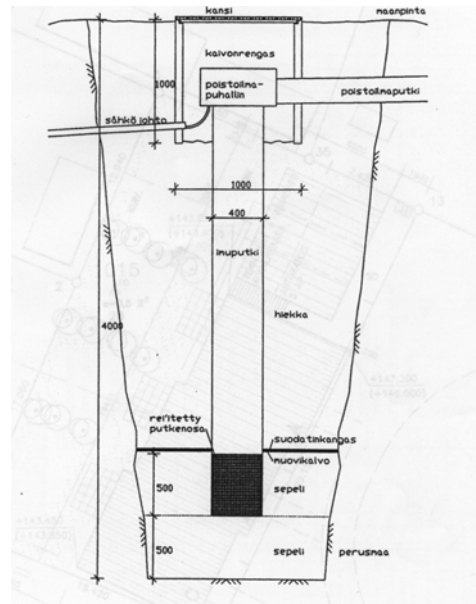
Korjaustyyppi	Radonimuri + putkisto (joka asunnossa omansa) samalla laatan ja seinän liitos tiivistetty sikaflexillä
Korjauksen ajankohta	Rakentamisen yhteydessä, aktivoitu 1997
Perustiedot	Jokaisella asunnolla on oma huippuimurinsa. Asuntokohtainen on/off-ohjaus. C-asunolla 32 W, A- ja B-asunolla 80 W.
Virtausmittaus	-
Korjaustyyppi	Radonkaivo
Korjauksen ajankohta	tammikuussa 2001 käyttöönottettu
Perustiedot	Sijaitsee talon ylä/etupuolella. Kanavapuhallin K315L, ei tehonsäätöä. Kaivon työputki upotettu 5 m. Kaivossa ei pidetä imua päällä kesäaikaan.
Virtausmittaus	64 l/s

MAHDOLLISET VUOTOREITIT:

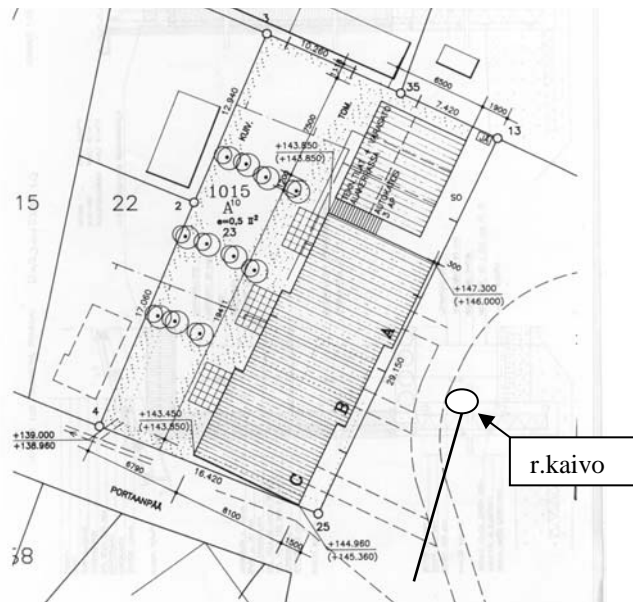
- betoni sandwich-elementtien pysty- ja nurkkasaumat
- alapohjaliitos
- ilmanvaihto saattaa olla säädetty liian alipaineiseksi



Kuva 2.3 Kellarikerroksen pohjakuva



Kuva 2.4 Periaatekuva radonkaivosta



Kuva 2.5 Radonkaivon ja poistoputken sijainti

SUORITETUT MITTAUKSET

Bq/m ³	A-asunto		B-asunto		C-asunto		huom!	
	kellari	1.krs	kellari	1.krs	kellari	1.krs		
1996	8465						ilmanvaihto rikki!	Putket aktivoitu
1997	1476		1000		764		mitt.aika 9.3.-20.4.	
1998	1443		970		1528			
1999	1527		930	540	853			
2000	1371	992	470	880	1432	831		Kaivon käyt.otto
2001	1222		620		805			
2002			450		610			
2003	2304		580		1059		a:n mitt. khh:ssa	
2004	929		530		717			
9-11 2005	876	459			199	144	a:n imuri rikki! kaivossa ei imu päällä	
1-2 2006					1008	745		
2-3 2006	706	362			943	817		

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Aktivoimalla radonputkistot on saavutettu huomattava alenema radonpitoisuuksissa, tosin aikaisemmassa mittauksessa ilmanvaihto on ollut epäkunnossa, mikä on todennäköisesti aiheuttanut pitoisuuksien kohoamista.

Kaivon käyttöönoton jälkeen radonpitoisuuksissa on havaittavissa alenemaa, mutta muutos ei ole toivotun suuruinen. Vaikka parannusta lähtötilanteeseen verrattuna onkin jonkin verran tapahtunut, ei se kuitenkaan ole tyydyttävää suoritettujen korjaustoimien huomioon ottaen.

KOHDE 3

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	2001
Talotyyppi	 3 kerrosta rinteessä
Sijainti	Näsijärven puoleisella rinteellä
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	n. 100 m ²

RAKENNE

Sokkeli A	<ul style="list-style-type: none"> – EPS 50 – alumiinibitumikermi – Leca-harkko – osittain: paksu slammaus sisäpuolella lisäeristys ja levytys
Sokkeli B	<ul style="list-style-type: none"> – slammaus/ vetonitrouhepinnoitus – lämpöhalk. harkko – pintakäsittely
Alapohja	<ul style="list-style-type: none"> – tiivistetty sora – EPS 100/150 – teräsbetonilaatta 80mm – lattiapinnoite

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

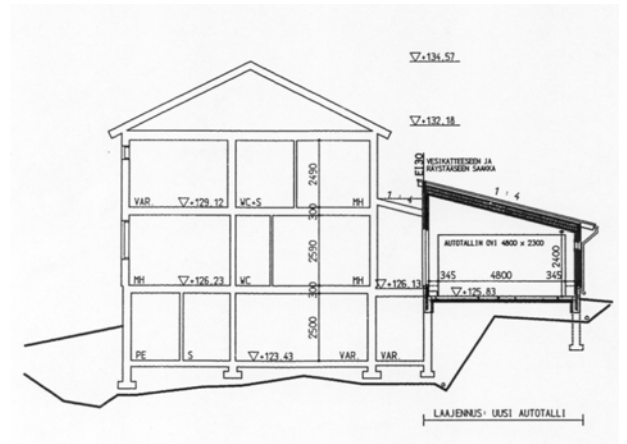
Väliseinät	Kantavia
Tulisijat	Perustukset lävistävät pohjalaatan

ALIN KERROS

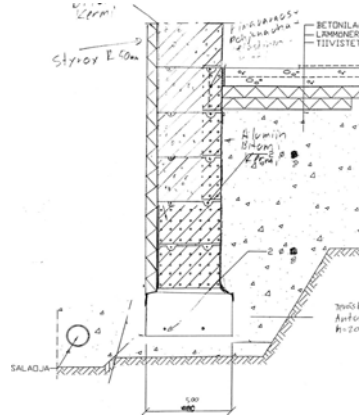
Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

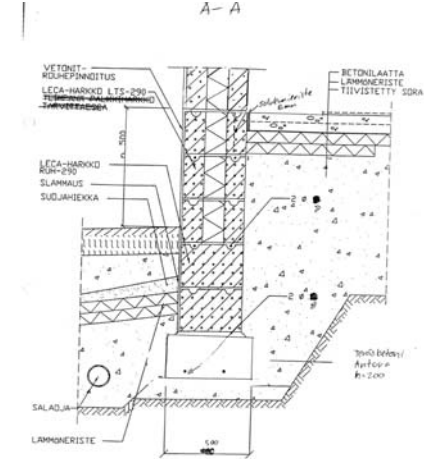
Tyyppi	Koneellinen tulo ja poisto
Säätö	lähelle maksimia



Kuva 3.1 Leikkaus



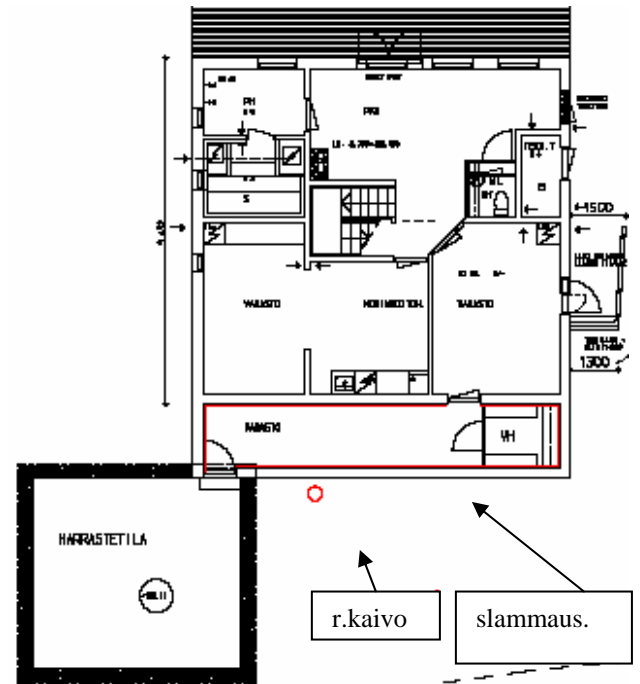
Kuva 3.2 Rakenneleikkaus A



Kuva 3.3 Rakenneleikkaus B

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Radonimuri + putkisto (laajennuksessa omansa)
Korjauksen ajankohta	Rakentamisen yhteydessä
Perustiedot	Laatan alla salaoja-putkisto, kokoojaputki n. 100 mm. Aktivoitu heti puhaltimella, puhallin katolla. Rakennettaessa laajennus laitettiin sen laatan alle omat putket, jotka aktivoitiin omalla, autotallin takaseinälle sijoitetulla, imurilla. Imurit aina päällä, teho ei säädettävissä
Virtausmittaus	Omatoimimittauksilla katolla olevan imurin poistuvan ilman määräksi saatu $0,5\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$
Korjaustyyppi	Tiivistys
Korjauksen ajankohta	Kevät 2005
Perustiedot	Kaikki alimman kerroksen lattian ja seinän + hormin liitokset, joihin on päästy käsiksi, on tiivistetty Kiillon akryylimassalla
Korjaustyyppi	Radonkaivo
Korjauksen ajankohta	Kesällä 2005
Perustiedot	n. 0,5 m päässä talosta, 200mm anturoiden alapuolella → n. 3,1 m syvä Sisällä 300 mm rumpuputkea, pohjalla kivipesä. Putken alapää 0,5 m matkalta reijitetty 10 mm terällä. Ei vielä aktivoitu



Kuva 3.4 Alimman kerroksen pohjakuva, radonkaivon sijainti

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- maanvastaiset harkkoseinät

SUORITETUT MITTAUKSET

- kevät 2005 käytävältä ennen lisäeristystä ja tiivistystä 9265 Bq/m³
- 2000 Bq/m³ pianon päältä ennen tiivistyksiä
- pianohuoneen tiivistysten jälkeen 2811 Bq/m³
- käytävän tiivistyksen jälkeen 1900 Bq/m³

edellä olevat mittaustulokset ovat asukkaan muistiinpanoista, eikä niitä löydy STUKin rekisteristä

ajankohta:	huom!		
14.3.-3.5.2003	7713 Khh/0	4248 Oh/1	
24.9.- 24.11.2005	463 Oh/0	153 Mh/1	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN


Käytössä olevien mittaustulosten valossa on mahdotonta tehdä varmoja päätelmiä korjaustoimien vaikutuksesta kohteen radonpitoisuuksiin.

Keväällä 2003 alimassa kerroksessa on mitattu 7713 Bq/m³. Keväällä 2005 asukkaan muistiinpanojen mukaan tehtyjen tiivistystoimien jälkeen on päästy 1900 Bq/m³, tosin mittauspaikka ei ollut edellisen kanssa täsmälleen sama.

Tällä hetkellä ei ole käytettävissä mittausaineistoa, jolla pystyisi arvioimaan radonkaivon tai imureiden toimintaa.

KOHDE 4

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pienkerrostaloyhtiö
Rakennusvuosi	1900-luvun alkupuolella
Talotyyppi	 : 3 kerrosta rinteessä
Sijainti	Harjun laella
Alapohja	Osittain maanvarainen betonilaatta ja osittain maalattia → 1.kerrok-sessa puurakenteinen ala/välipohja
Pohjakerroksen ala	-

RAKENNE

Sokkeli	Tiiltä ja osittain luonnonkiveä ulkopuolella rappaus
Alapohja	Betonia / puurakenteinen

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	-
Tulisijat	Perustukset lävistävät pohjalaatan/ välipohjan

ALIN KERROS

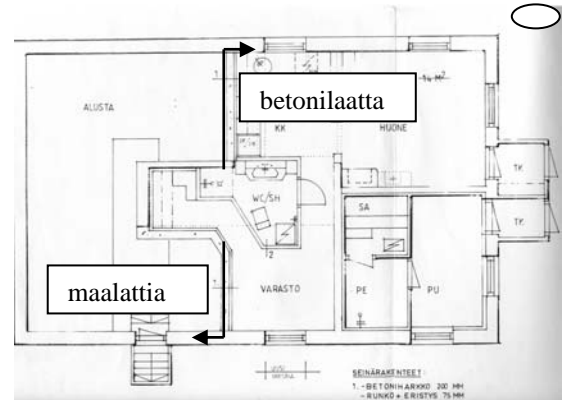
Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen, kellarin asunnossa koneellinen poisto
Säätö	-



Kuva 4.1 Julkisivukuva



Kuva 4.2 Kellarin pohjakuva, radonkaivon sijainti



Kuva 4.3 Radonkaivo

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Radonkaivo
Korjauksen ajankohta	Syksyllä 2004
Perustiedot	<p>Etäisyys n. 2 m talosta, syvyys 3,5 m; 160 mm viemäriputki, alapää rei'itetty 0,5 m matkalta (200 kpl 10mm reikiä) 1 m murskaa pohjalla suodatinkangas ja muovi, silttiä päällä. Puhallin aluksi 100mm kanavapuhallin n.30-40W? marraskuussa vaihdettu 125mm n.72W? Kanavapuhaltimen teho ei ole säädettävissä (ON/OFF). Kaivo sijaitsee rinteellä talon alapuolella n. 3 metriä perustuksia alempana.</p>
Virtausmittaus	37 l/s
Korjaustyyppi	Radonimuri+ putkisto saunan ja pesuhuoneen laatan alla
Korjauksen ajankohta	90-luvun alussa
Perustiedot	Aktivoitu kanavapuhaltimella (100mm), poistoputki pesuhuoneen seinässä

MAHDOLLISET VUOTOREITIT:

- maanvastaiset seinät
- puurakenteinen alapohja

SUORITETUT MITTAUKSET

ajankohta:	A1/ 1.kerros	B2/ 2.kerros	B3/ 2.kerros	C4/ 1.kerros	C5/ 1.kerros	D6/ kellarikerros	
Talvi 1987/1988					11800		
Talvi 1994/1995				2500			
Talvi 2003/2004	4778		686			8446	
Talvi 2004/2005	2821	255	230			6446	Radonkaivo käytössä
1-2 2006	6263	1410		1668	2463	5947	
	5756	1412		1448	2675	5155	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Saunan alla olevan putkiston vaikutusta ei voida arvioida, koska käytettävissä ei ole mittaustuloksia ennen ja jälkeen putkiston asentamisen/aktivoimisen.


Radonkaivo on suunniteltu ja toteutettu ohjeiden mukaisesti, joskin sen imurin teho lienee vieläkin liian alhainen. Yhden talon kaivon imurin tehoksi suositellaan 150 W. Kaivon sijainti alarinteellä saattaa myös alentaa sen tehoa, sillä virtaukset saattavat karata alarinteen suuntaan.

Radonkaivo ei tuottanut toivottua tulosta pienempi tehoisella puhaltimella. Uuden tehokkaamman puhaltimenkaan vaikutus ei ole toivotunlainen, sillä esimerkiksi asunnon A1 pitoisuudet ovat selkeästi huonontuneet.

Kevättalvella STUKin avustuksella kohteeseen asennettiin poistopuhallin A1-asunnon alapuoliseen tilaan. Samalla huolehdittiin korvausilman tulosta kellariin. Tällä yksinkertaisella ilmanvaihdon tehostamisella saatiin asunnon A1 radonpitoisuus alenemaan tasolta 4000 Bq/m³ tasolle 150 Bq/m³ (STUK monitorimittaus).

KOHDE 5

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo, jonka kellariin on tehty erillinen 1h+k
Rakennusvuosi	-
Talotyyppi	 2,5 krs. rinne
Sijainti	Pispalanharjun Pyhäjärvenpuoleisella rinteellä
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	n. 39 m ²

RAKENNE

Sokkeli	Osa alimman kerroksen seinistä on remontin yhteydessä kokonaan uusittu (talo tuettu rak.aik. tuilla). uudet seinät: lämpöhalk.harkko, tasoite, maalaus muuten: betoni, min.villa 125 mm, runko 75 mm, höyrynsulkumuovi, kipsilevy 13 mm sokkeli on slammattu ulkopuolelta
Alapohja	sorastus EPS 100 mm Teräsbet.laatta 80 mm

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

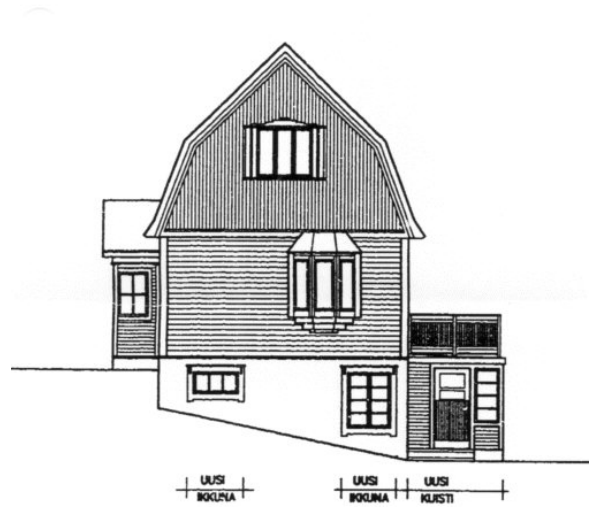
Väliseinät	-
Tulisijat	Rakennuksessa on 2 toimivaa tulisijaa, joiden perustukset on tehty säästöbetonista ja luonnonkivistä.

ALIN KERROS

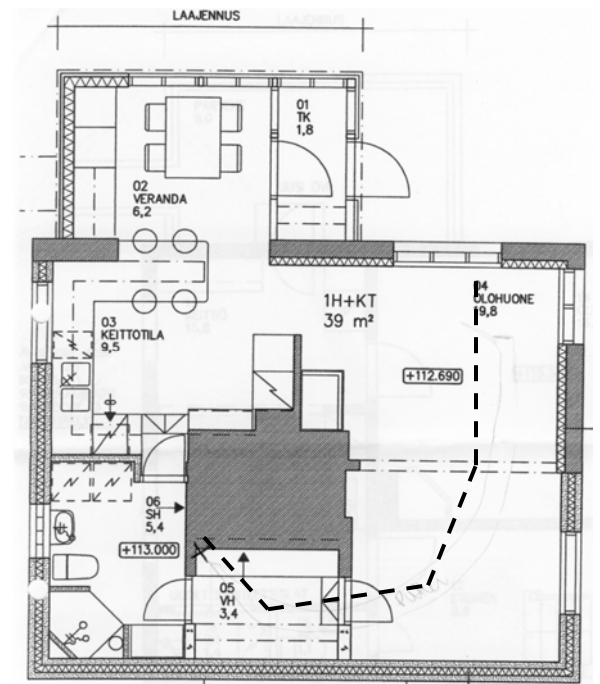
Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Koneellinen poistoilmanvaihto
Säätö	Kellarin asunnossa ja loppu talossa on omat erilliset järjestelmänsä. Ikkunoissa on korvausilmaventtiilit. Säätö on asuntojen liesikuvuissa: kellarissa ei off-mahdollisuutta.



Kuva 5.1 Julkisivupiiirustus



Kuva 5.2 Kellarin pohjakuva, koontiputken ja salaojaputken sijainti

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Asuntoon on kellarin remontin yhteydessä laatan alle asennettu imuputki.
Korjauksen ajankohta	2001
Perustiedot	Lattian alla 80 mm salaojaputki (ks. pohja) ,koontiputki 125 Putki on yhdistetty koneelliseen poistoilmanvaihtoon, huippuimuri katolla.
Virtausmittaus	-

MAHDOLLISET VUOTOREIITIT

- maanvastaiset seinät
- laatan ja seinän/hormin liitokset

SUORITETUT MITTAUKSET

Syksyllä 2001 kellarinremontin yhteydessä TAMK:n edustaja teki viikon jatkuvan mittauksen kellarin vaatehuoneessa. Arvot olivat asukkaan muistin mukaan n.300 Bq.


Ajankohta	Oh/0 krs.	Oh/1krs.	huom.
Talvi 1994	34		Kerros ei varma
30.10.- 20.12.2005	107	8	
12.1.-10.2.2006	65	26	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Imuputkiston liittäminen koneelliseen ilmanvaihtoon ei ole aivan "oikeaoppinen" tapa, mutta se saattaa vaikuttaa radonpitoisuuksiin positiivisesti ja muodostaa alipainetta laatan alle. Alipaine ei tosin välttämättä ole riittävän suuri. Mikäli asukkaan muistama 300 Bq/m³ pitää paikkansa, on syysmittausten lähtötilanne ollut jo ennen korjausta alle asetetun enimmäisarvon ja tämän syksyn mittaukset osoittavat pitoisuuden tippuneen siitä n. kolmasosaan. Kohteesta on varsin vähän mittaustuloksia käytettävissä, joten ilman täydentäviä mittauksia on imuputkiston vaikutusta vaikea arvioida. Todettakoon kuitenkin, että kohteen radonpitoisuudet ovat varsin pienet sijainnin huomioon ottaen.

KOHDE 6

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1988
Talotyyppi	 3 kerrosta rinteessä
Sijainti	Pispalanharjun pyhäjärvenpuoleisella rinteellä, lähellä lakipistettä
Perustustapa	Maanvarainen laatta
Pohjakrs. ala	n. 80 m ²

RAKENNE

Sokkeli	kevytsoraharkoista ulkopuolella tiilitasoite, oikaisurappaus ja foliohuopa hitsisaumoin
Alapohja	lattiapäällyste teräsbetonilaatta 100 sitkeä rak.paperi tuulettuva kevytsora 150–250 tiivistettysora massiivinen teräsbetonilaatta

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

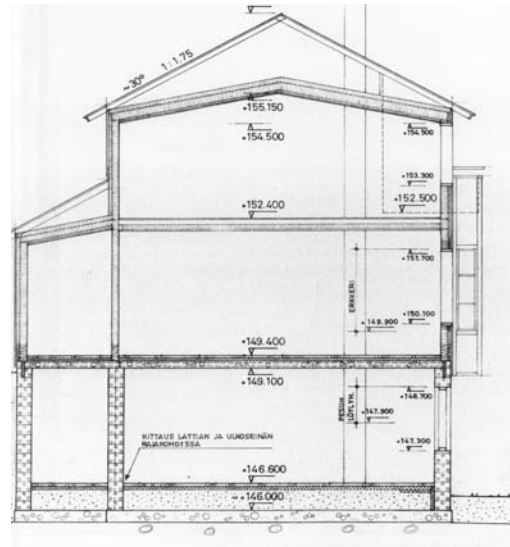
Väliseinät	-
Tulisijat	Rakennuksessa on toimiva tulisija, jonka hormi jatkuu tiilisenä pintalaatan läpi alempaan kantavaan laattaan asti. Tiivistyksestä ei ole tietoa

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On

ILMANVAIHTO

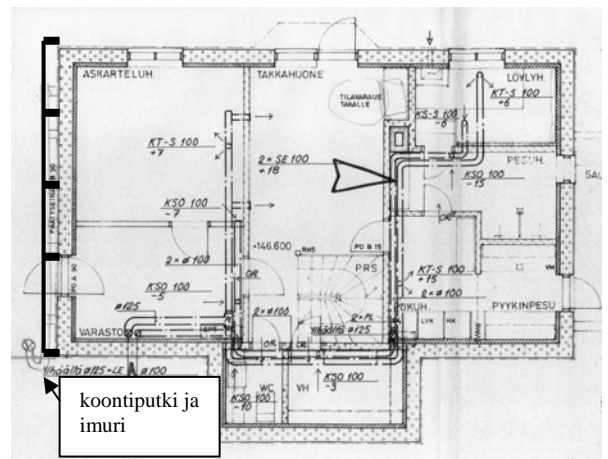
Tyyppi	Koneellinen tulo ja poisto
Säätö	jatkuvasti päällä n. puolella teholla. Ilmanvaihto on säädätetty kesällä 2005.



Kuva 6.1 Leikkaus



Kuva 6.2 Radonimuri



Kuva 6.3 Alimman kerroksen pohjakuva, koontiputken sijainti

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Radonimuri + laatan alle putkisto rakennusvaiheessa
Korjauksen ajankohta	Heinä/elokuussa 2005 aktivoitu
Perustiedot	Laatan ja sokkelin liitos kitattu rak.vaiheessa. Imuputkisto 100 salaojaputkea, n. 5 putkea talon reunalta toiselle. Putkien kummassakin päässä on umpinaiset koontiputket. Poistoputki ja radonimuri ovat tukimuurissa ulkona. Imuri on päällä jatkuvasti ympäri vuoden.
Virtausmittaus	32 l/s (mittauksessa oli ollut vaikeuksia olosuhteiden ja sijainnin takia)

MAHDOLLISET VUOTOREIITIT:

- mahdolliset laatan halkeamat
- maanvastainen seinä

SUORITETUT MITTAUKSET

ajankohta:	arvo:Bq/m ³	mittauspaikka/kerros:	huomautukset:
1-3/1990	110	takkahuone/ 1	
1-3/1991	430	olohuone/ 2	radonputket, ei aktivoitu
2-4/1998	128	makuuhuone/ 3	
2-4/1999	148	makuuhuone/ 3	
2-4/2000	218	olohuone/ 2	
2-4/2001	407	takkahuone/ 1	
11/04-1/05	1010	takkahuone/ 1	tuloilmapuhallin epäkunnossa
9-11/2005	44	takkahuone/ 1	
9-11/2005	30	olohuone/ 2	
1-2/2006	336	takkahuone/ 1	
1-2/2006	192	olohuone/ 2	
2-3/2006	394	takkahuone/ 1	
2-3/2006	211	olohuone/ 2	


KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

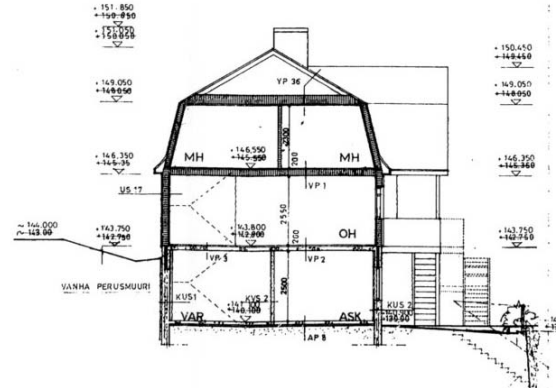
Radonia on ennalta ehkäisty jo rakennusvaiheessa valitsemalla tiivis alapohja/perustustapa sekä asentamalla sokkelin ulkopintaan foliohuopa hitsisaumoin. Perustustapana maanvarainen laatta ei ole kovin yleinen Suomessa. Sen avulla on kuitenkin mahdollista tehdä kohtalaisen tiivis alapohja, joten tämän tyyppisen perustustavan käyttöä tulisi harkita varsinkin radonongelma-alueille rakennettaessa.

Mittaustuloksista on selkeästi nähtävissä koneellisen ilmanvaihdon vaikutus radonpitoisuuksiin. Tuloilmapuhaltimen ollessa epäkunnossa pitoisuuksissa on havaittavissa selvä piikki. Mittauksista käy myös ilmi, että aktivoimalla putkisto on päästy 430 Bq/m³ 200 Bq/m³ (laskettu keskiarvona), joten korjausta voidaan pitää onnistuneena.

KOHDE 7

YLEISTÄ

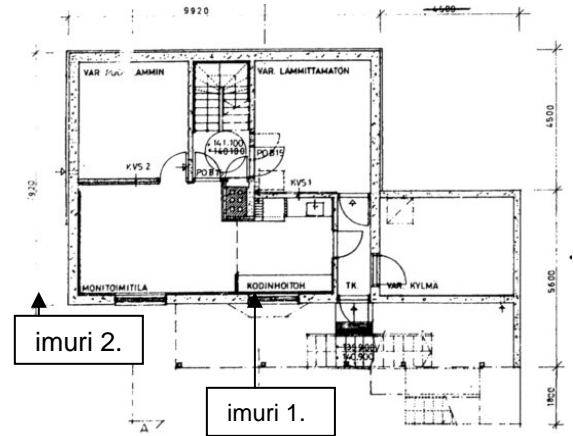
Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1983
Talotyyppi	 2,5 krs. Rinne
Sijainti	Pyhäjärvenpuoleisella rinteellä lähellä lakea
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	n. 80 m ²



Kuva 7.1 Leikkaus

RAKENNE

Sokkeli	patomuurilevy EPS 50 mm kevytsoraharkko 290 mm rimakoolaus 30 mm maalattu kipsilevy 13 mm
Alapohja	tiivis sora min. 200 mm muovi 0,2 mm EPS 75 mm betoni 80 mm muovimatto



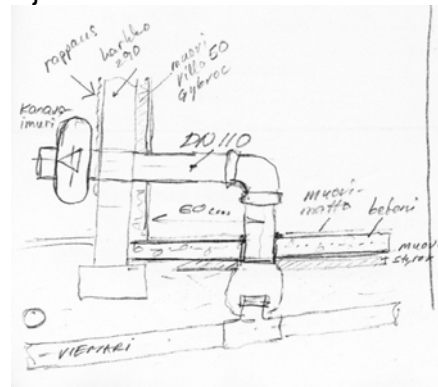
Kuva 7.2 Kellarin pohjapiirustus, imurien sijainnit

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

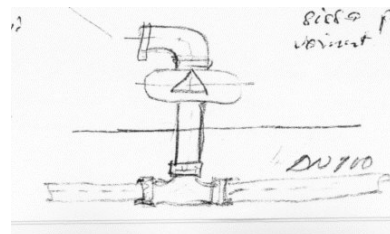
Väliseinät	Rakennuksessa on omalle anturalle perustettuja kantavia väliseinärakenteita, joiden sokkeli on tehty kevytsoraharkkoista
Tulisijat	Perustukset lävistävät laatan

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On ne on käsitelty ulkopuolelta betonitasoiteella



Kuva 7.3 Radonimuri 1



Kuva 7.4 Radonimuri 2

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	2 radonimuria
Korjauksen ajankohta	1991–1994
Perustiedot	<p>1. Laatan läpi asennettu imuri: 1 imupiste (halkaisija 20 cm ja syvyys 50 cm) Viemärintarkastusluukun alle soraan on kaivettu kuoppa (ei kytketty viemäriin).</p> <p>Poistokanavan halkaisija 110 cm, kanavaan on asennettu talon ulkoseinälle kanavapuhallin, jonka nimellisteho on 75W. Puhaltimen imutehoa ei voi säätää</p> <p>Laatan ja seinän liitokset tiivistetty silikonimassalla</p> <p>2. Salaojaan kytketty imuri: Samanlainen puhallin kuin 1 kytkettynä taloa ympäröiviin salaojaputkiin</p> <p>Puhaltimet ovat käytössä vain talviaikana (1.10–15.5)</p>
Virtausmittaus	Imuri1: 6 l/s Imuri2: 48 l/s

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- maanvastaiset seinät

SUORITETUT MITTAUKSET

MITTAUSAIKA	0.KERROS monitoimihuone	1.KERROS keittiö,oh	2.KERROS makuuhuoneet	HUOM.
19.11/86 - 19.1/87	4840 kirjah.			
Talvi 87/88	2320 tiskip. 1490 kirjah.		1880 mh a	
kesä /88	523 kirjah.		182 mh a	
7.2.-12.4/92	4030 kirjah.		2060 mh e	mth:n hormissa imuri 4 h/vrk
10.12/92- 10.2/93	1680 kirjah.	1280 hyllykkö		Salaojaputkesta imu
3.12/93-2.2/94	2910 kirjah.		1450 mh a	Salaojaputkesta imu
14.12/94- 14.2/95	1540 kirjah.			Imu salaojaputkesta ja laatan alta
24.11/02- 26.1/03		3070 hyllykkö	3200 mh a	imu salaojaputkesta ja laatan alta
16.9-16.11/05		271	186	
9.1.-9.2./06		2268	2207	
9.2-14.3/06		3135	2953	


KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

1. imurin sijainti laatan reuna-alueella ei ole ideaalinen radonimurioppaaseen nähden. Kaikki kuopan lähellä olevat laatan saumat tulisi olla hyvin tiivistetyt, jottei niiden kautta imukuoppaan virtaisi korvausilmaa. Kuopasta mitattu ilmavirtaus 6 l/s täyttää jotenkuten 100 m² asetetun ohjearvon.

Kohteessa mitatuissa radonpitoisuuksissa on suurehkoa vaihtelua, joka vaikeuttaa päätelmien tekoa. Arvot ovat kuitenkin selkeästi tippuneet kun salaojiin kytkettiin imu ja tippuivat entisestään imupisteen kytkemisen jälkeen. 2002-2003 mittauksissa kuitenkin iso piikki. Korjausta ei voida pitää onnistuneena, sillä viimeisimmissä talvimittauksissa 1. ja 2. kerroksen asuintiloissa pitoisuus oli lähes 3000 Bq/m³.

KOHDE 8

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	n. 1930
Talotyyppi	 3 krs. rinne Kellarissa erillinen asunto
Sijainti	Näsijärven puoleisella rinteellä
Alapohja	Maanvarainen betonilaatta
Pohjakerroksen ala	-

RAKENNE

Sokkeli	Perusmuurilevy rappaus + maali alkuperäinen "säästö"betoni Finfoam min.villa Kahi-väliseinäpönttitiili 85mm tasoitus + pintamateriaali
Alapohja	0-16mm murske n.200mm EPS 50 mm teräsbetonilaatta pintamateriaali (laatta) Kuistin alla valamaton tila

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	1 kantava
Tulisijat	Perustukset lävistävät pohjalaatan

ALIN KERROS

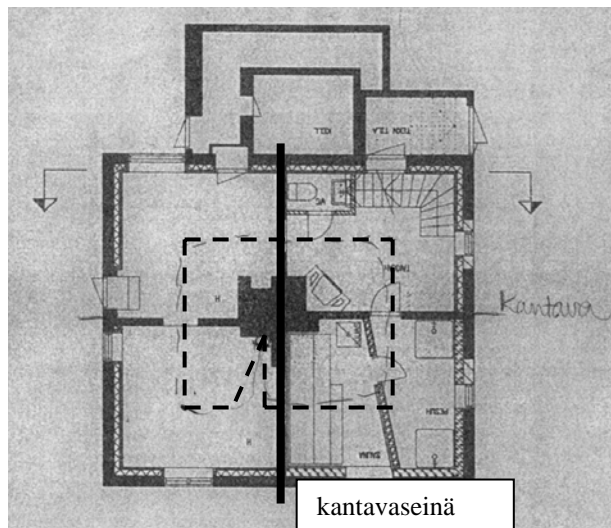
Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Radonimuri + putkisto
Korjauksen ajankohta	Laatta valettu 2003 Aktivoitu 2006
Perustiedot	Putket johdettu hormiin, putkisto salaojaputkea n. 100 mm



Kuva 8.1 Kellarin pohjakuva: putkien, hormin ja kantavan väliseinän sijainnit

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- todennäköiset halkeamat säästöbetonissa maanvastaisissa seinissä
- laatan ja sokkelin/ hormin liitos
- ovet yms. päästävät kuistin alla olevan todennäköisesti radonpitoisen ilman sekoittumaan kellarin sisäilmaan

SUORITETUT MITTAUKSET

STUK:	2. kerros	0. kerros	Huom.
1-3 1998	1661	2248/ Mh	0 krs ollut kylmillään, korjaus edessä
Talvi 2004/2005	2760/ Aula	2880/ K	
31.10.2005-3.1.2006	2348/Aula	3086/K	
10.1.2006-9.2.2006	1621/Aula	1787/K	
9.2-14.3/2006	467/Aula	178/K	

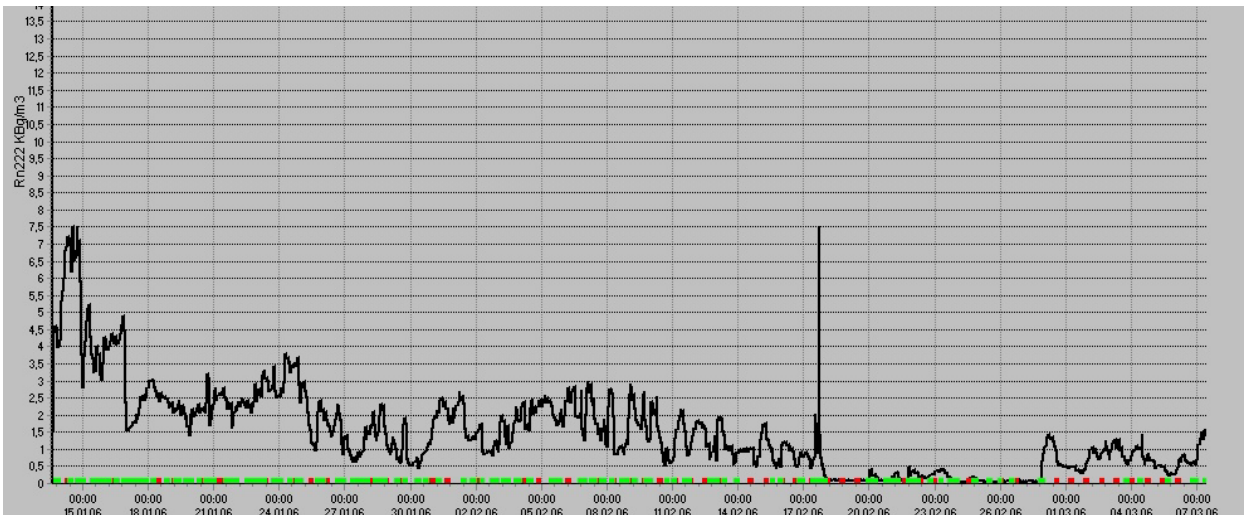
MUUTA

Radonputkisto aktivoitiin hormiin kytketyllä radonimurilla 16.1.2006, jolloin radonpitoisuudet tippuivat n. 4500 Bq/m³:sta n. 2300 Bq/m³.

Kuistin alla olevat maapohjaiset tilat alipaineistettiin 1.2.2006 poistoilmapuhaltimella. Puhallin on päällä vain päivisin makuuhuoneeseen kuuluvan äänen takia. Puhaltimen vaikutus näkyy kuvaajassa 200-1000 Bq/m³ vaihteluna.

Alakerran keskeneräisen remontin takia pesutilojen viemäriiitokset olivat osittain auki. Savukoe ja virtausmittaus osoittivat, että niistä tuli runsaasti ilmaa huonetilaan. Radonmittari asetettiin hetkeksi viemäriaukon läheisyyteen, jolloin viemäristä tulevan ilman radonpitoisuudeksi saatiin n. 50 000 Bq/m³. Aukot teipattiin huolellisesti 17.2.2006, jolloin radonpitoisuus laski tasolle 100 Bq/m³.

27.2.2006 alkaen poistoilmapuhallin poistettiin käytöstä, jolloin radonpitoisuudet kohosivat jälleen tasolle 500-1000 Bq/m³.




Kuva 8.2 Monitorimittaustulokset

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Aktivoimalla radonputkisto, alipaineistamalla kuistin alapuoliset maapohjaiset tilat ja tiivistämällä niiden ovia sekä tukkimalla viemäriaukot päästiin todella hyviin tuloksiin. Pelkkä imuputkiston vaikutus ei ole riittävä. Viemärit eivät aiheuta radonongelmia vesikalusteiden kytkemisen jälkeen.

KOHDE 9

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Rivipientalo (as. Oy)
Rakennusvuosi	1986
Talotyyppi	 3. Krs, rinnetalo, asunnot limittäin
Sijainti	Tasanne rinteellä
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	307 m ²

RAKENNE

Sokkeli	Betonielementti
Alapohja	- lattiapäällyste - teräsbetonilaatta 70 mm - muovieristelevy (asunnossa 100, muualla 50) - tasaushiekka (min.50 mm) - muovikeltu 0,2 mm - tiivistetty karkea sora (min.200 mm)

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	Rakennuksessa on omalle anturalle perustettuja kantavia väliseiniä
Tulisijat	-

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On

ILMANVAIHTO

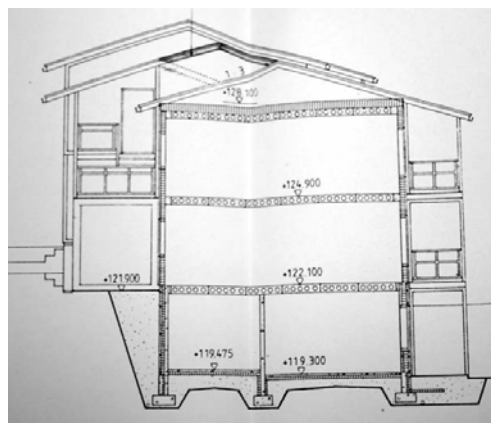
Tyyppi	Koneellinen
Säätö	Asuntokohtainen

SUORITETUT KORJAUKSET

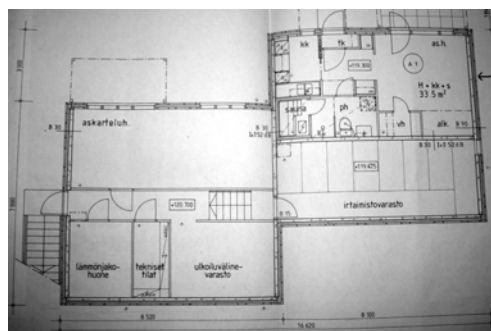
Tietolähteet	-
Korjausmenetelmät	Radonputkisto + radonimuri

RADONIMURI

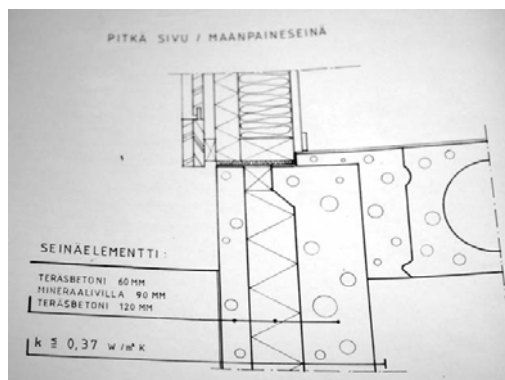
Merkki	System Air
Tyyppi	TFER 160 black
Teho	60 W
Käyttöaika	-
Tehonsäätö	-
Järjestelmässä painemittari	-
STUK virtausmittaus	10 l/s



Kuva 9.1 Rakenneleikkaus



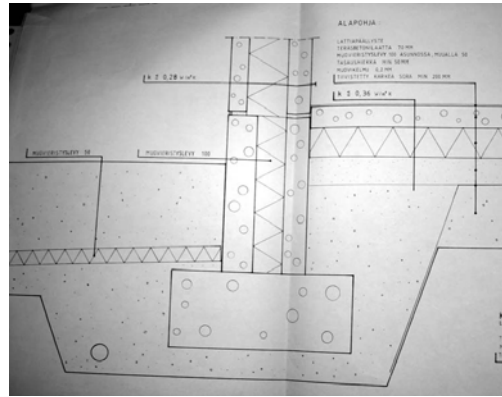
Kuva 9.2 Pohjakuva, alin kerros, imurin sijainti merkitty kuvaan nuolella



Kuva 9.3 Maanpaineseinä

RADONPUTKISTO

Korjauksen ajank.	1995 jälkeen
Poistokanava	1 kpl
Yhteiset perustiedot	1995 jälkeen rakennettu radonputkisto. Poistoputken läpivienti sokkelin läpi. Järjestelmä on aktivoitu, imuri sijaitsee rakennuksen seinän vierustalla, lähellä maan rajaa. Vuonna 2003 vanha imuri korvattu uudella tehokkaammalla imurilla. Tiivistystöitä on tehty sekä ilmanvaihtoa tehostettu



Kuva 9.4 Detalji

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Maanvastainen seinä
- Sokkelin ja laatan liitos
- Läpiviennit
- Kantavien väliseinien ja laatan liitokset

SUORITETUT MITTAUKSET

Mittausajank.	Mittauspaikka	Radonpitoisuus Bq/m ³	Huom
12/1987-2/1988	Oh/mh (as.1)	4191	As. 1 on 0. krs. As. 2 on 1. krs
3-5/1993	Oh/mh (as.1)	1596	
4-8/1994	Oh/mh (as.1)	1515	
12/1995-2/1996	Oh/mh. (as.1)	64	Radonkorjauksen jälkeen
6-8/1999	Oh/mh (as.1)	381	
11/1999-1/2000		1085	
1-4/01		2267	
9-11/2005	Oh/mh (as.1)	1600	Imuri vaihdettu tehokkaampaan
	Keittiö (as.1)		
1-2/2006	Keittiö (as.1)	613	
	Oh/mh (as.1)	673	
2-3/2006	Keittiö (as.1)	561	
	Oh/mh (as.1)	685	
1-2/2006	Mh 2.krs (as. 2)	41	
	Keittiö 1.krs (as. 2)	17	


KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämän kohteen mittaustuloksissa on paljon heittelyä. Koska alkuperäisestä yli 4000 Bq/m³ radonpitoisuudesta on päästy jopa 600 Bq/m³, voisi päätellä että kyseessä on onnistunut korjaus. Mahdollisella käytön laiminlyönnillä aiheutetaan kuitenkin radonpitoisuuksien suuri vaihtelu.

Kohde sijaitsee harjun alueella, jossa yleensä syys- ja kesä pitoisuudet ovat kevättalven pitoisuuksia korkeammat. Myös asuntokohtaisella ilmanvaihdonsäädöllä saattaa olla vaikutusta radonpitoisuuksiin. Imurin päällölostä ei ole varmuutta.

KOHDE 10

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Kerrostalo (as. Oy)
Rakennusvuosi	1924
Talotyyppi	 2,5 krs. Rinnetalo
Sijainti	Pispalanharjun rinteellä, lähellä lakea
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakrs:n ala	40 m ² asuintilaa

RAKENNE

Sokkeli	Valubetoni Pintakäsittely: Sisä- ja ulkopuolella betonitasoite
Alapohja	-

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	-
Tulisijat	-

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On, Ei pintakäsittelyä

ILMANVAIHTO

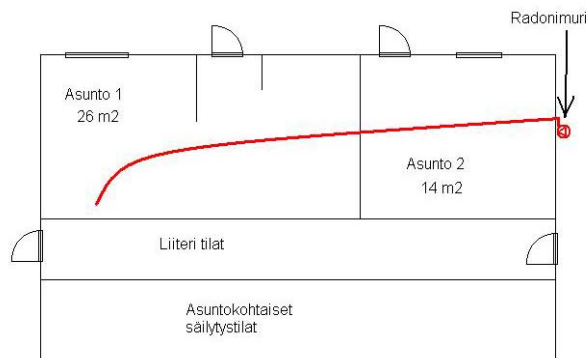
Tyyppi	-
Säätö	-

SUORITETUT KORJAUKSET

Tietolähteet	Ei
Korjausmenetelmät	Radonputkisto + radonimuri

RADONPUTKISTO

Korjauksen ajank.	-
Poistokanava	1 kpl
Yhteiset perustiedot	Laatan alle asuintilojen alapuoleiselle alueelle on asennettu radonputkisto, johon on liitetty radonimuri. Poistoputken läpivienti sokkelin läpi. Järjestelmä on aktivoitu, imuri sijaitsee rakennuksen seinän vierustalla
Tiivistys	-



Kuva 10.1 Pohjakuva, alin kerros. Punainen viiva kuvaa radonputkiston sijaintia pohjaan nähden



Kuva 10.2 Radonimuri

RADONIMURI

Merkki	-
Tyyppi	-
Teho	-
Käyttöaika	-
Tehonsäätö	-
Järjestelmässä painemittari	-
STUK virtausmittaus	-



Kuva 10.3 Radonputkistoa

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Maanvastainen seinä
- Sokkelin ja laatan liitos
- Läpiviennit

SUORITETUT MITTAUKSET


Mittausajank.	Mittauspaikka	Radonpitoisuus Bq/m ³	Huom.
12/1987-2/1988	2. krs	2117	
12/1987-2/1988	2. krs	2023	
16.9-21.11/2005	Keittiö 2. krs	899	
	Oh/mh 2. krs	1184	
9.1-7.2/2006	Keittiö 2. krs	3648	
	Oh/mh 2. krs	4426	
2.2-15.3/2006	Keittiö 2. krs	3699	
	Oh/mh 2. krs	5140	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämän kohteen radonkorjauksen onnistumista ei voi arvioida varmasti, koska mittaukselliset tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia eri mittausajankohtien vuoksi. Korjausajankohta on epäselvä, jonka vuoksi korjauksen arviointi on mahdotonta. Mittauksellisten tulosten perusteella on kuitenkin nähtävissä, että radonpitoisuutta ei olla pystytty alentamaan, vaan päinvastoin pitoisuus on kohonnut.

KOHDE 11

YLEISTÄ

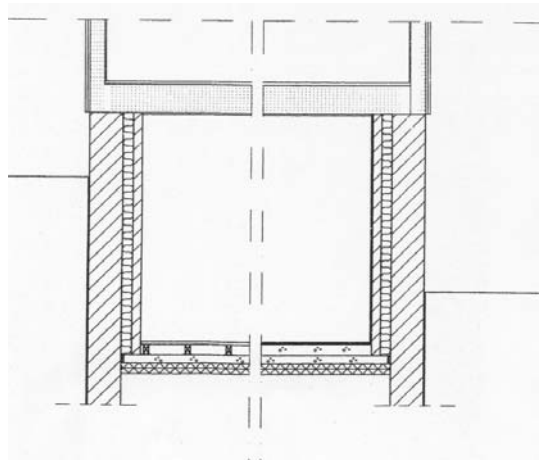
Rakennustyyppi	Paritalon puolikas
Rakennusvuosi	n. 1903
Talotyyppi	 1,5 kerrosta + kellari
Sijainti	Pispalanharjun pyhäjärvenpuoleisella rinteellä
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	-



Kuva 11.1 Kellarin uusi seinärakenne

RAKENNE

Sokkeli	Maanalaisilla osilla vedeneristys vanha tiiliseinä + luonnonkivipilarit n. 5 cm tuuletusrako eristelevy Leca-harkko n.8 cm koolaus + panelointi
Alapohja	tiivistetty sora EPS 50+50 mm betonilaatta 80 mm koolaus 50x100 mm k 400mm (märkätiloissa pintabetoni, vedeneristys, laatoitus) ponttilausta 28 mm



Kuva 11.2 Rakenneleikkaus

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

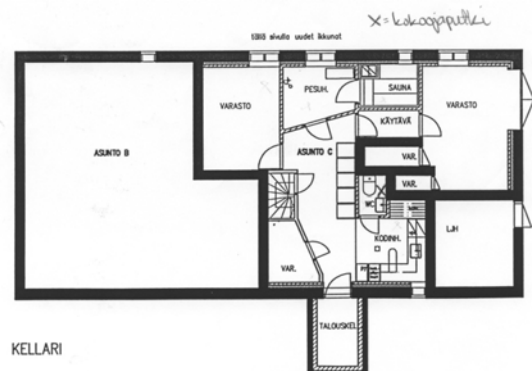
Väliseinät	-
Tulisijat	Rakennuksessa on toimiva tulisija, jonka perustukset on tehty luonnon- kivilohkareista, joiden päällä on betonilaatta

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen + talon kellarikerroksessa on koneellinen poistoilmanvaihto, joka on päällä satunnaisesti
Säätö	-



Kuva 11.3 Kellarin pohjakuva, koontiputken sijainti

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Asuntoon on kellarin rakentamisen yhteydessä laatan alle asennettu imuputkisto.
Korjauksen ajankohta	Remontti yhä käynnissä.
Perustiedot	Putkistoa ei ole aktivoitu. Koontiputki kellarin wc:ssä, se on tarkoitus jatkaa katolle se mahdollisen aktivoinnin yhteydessä: kanavan halkaisija 110 mm (tod.näk.). Putkisto on salaojaputkea. Betonilaatta on valettu ensin alkuperäiseen sokkeliin saakka, reunat tiivistetty solukumi-kaistoilla. Uusi seinärakenne tehty sen jälkeen.
Virtausmittaus	-

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- maanvastaiset seinät

SUORITETUT MITTAUKSET


ajankohta:	arvo:Bq/m3	mittauspaikka/kerros:	huomautukset:
2.4.1986	164	mh1	
8.9.1986	289	mh	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Radonputkisto on aktivoimatta ja koontiputki tällä hetkellä kellarin wc:ssä, joten on mahdotonta, että putkisto alentaisi radonin määrää huoneilmassa. Putki tulisi johtaa katolle ja aktivoida, mikäli radonpitoisuuksia halutaan alentaa. Käytävissä ei ole mittaustuloksia mitä verrata, mutta mikäli muutosta parempaan on tapahtunut, johtuu se todennäköisimmin nykyisestä tiiviimmästä alapohjarakenteesta.

KOHDE 12

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1923
Talotyyppi	 2,5 krs. Rinnetalo
Sijainti	Pispalanharjun ylärinne
Alapohja	Maanvarainen laatta + toinen puoli talosta maalattia
Pohjaks:n ala	n. 49 m ² asuintilana

RAKENNE

Sokkeli	Valubetoni
Alapohja	Betoni

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	Rakennuksessa ei ole omalle anturalle perustettuja kantavia väliseiniä
Tulisijat	Rakennuksessa on useita takkoja, joiden perustusten läpivientejä ei ole tiivistetty

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

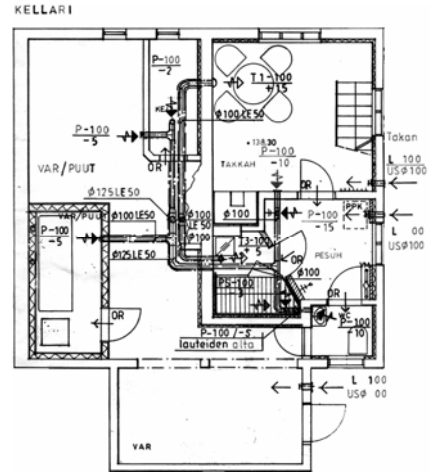
Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-

SUORITETUT KORJAUKSET

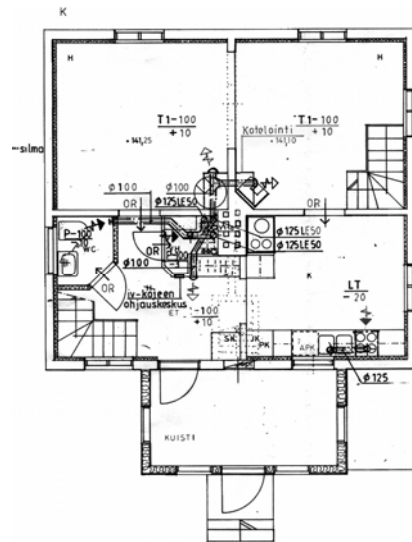
Tietolähteet	Rakennuksen vastaava mestari
Korjausmenetelmät	Radonimuri + radonputkisto + tiivistys

RADONPUTKISTO

Korjauksen ajank.	2000 – 2001, aktivoitu 3/2006
Poistokanava	1 kpl
Yhteiset perustiedot	Maanvaraisen laatan alla kulkee n. 50 m putkistoa, jonka on tarkoitus toimia painovoimaisesti. Rakenteita on tiivistetty. Asukas on suorittanut kaikki korjaustoimenpiteet itse. Putkistoon asennettu kanavapuhallin.



Kuva 12.1 Pohjakuva, kellarikerros, vasemmalla puolen maalattia



Kuva 12.2 Pohjakuva, 1. kerros

SUORITETUT TIIVISTÄMISTOIMENPITEET

Tiivistetyt paikat	- Lattian ja sokkelin välinen sauma - Lattian ja kantavien väliseinien saumat - läpiviennit
Tiivistys aine	Väritön elastinen silikonimassa (tiivistämisen yhteydessä ei havaittu mitään poikkeavaa tarttuvuudessa)

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Takkojen perustusten läpiviennit
- Sokkelin ja laatan liitos
- Maanvastainen seinä
- Alimman kerroksen maalattia



Kuva 12.3 Radon poistoputki

SUORITETUT MITTAUKSET


Mittausajank.	Mittauspaikka	Radonpitoisuus Bq/m ³
9-11/2005	Oh 1. krs	1923
9-11/2005	Takkah 1. krs	1964

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Radonputkisto on aktivoitu 2006. Imuri on asennettu mittauksen ollessa kesken. Rakennuksen maalattialle tulisi tehdä jotain koska radon pääsee suoraan kulkeutumaan alakerran huoneiston kautta muihin kerroksiin.

KOHDE 13

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Kerrostalo
Rakennusvuosi	1926
Talotyyppi	 3,5 krs. rinteessä, asunnot limittäin
Sijainti	Pispalanharjun rinteellä
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakrs:n ala	-

RAKENNE

Sokkeli	Valubetoni Pintakäsittelynä: Ulkopuolella maali Sisäpuolella piki
Maanvastainen seinä	Vahvistettu kevytsoraharkoilla
Alapohja	-

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	Ei kantavia väliseiniä
Tulisijat	-

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina, pääosin asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On

ILMANVAIHTO

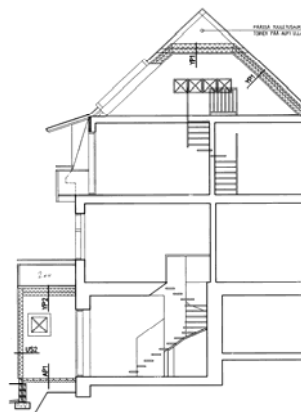
Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-

SUORITETUT KORJAUKSET

Tietolähteet	STUK
Korjaustyyppi	Ilmanvaihdon tehostaminen asuintiloissa radonputkisto

AKTIVOIMATON RADONPUTKISTO

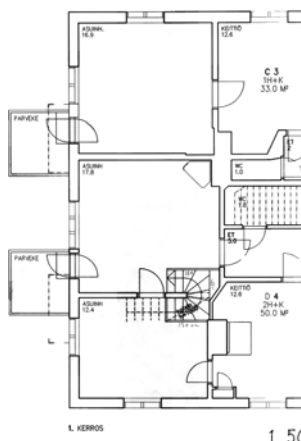
Korjauksen ajank.	2003
Poistokanava	1 kpl
Yhteiset perustiedot	Rakennuksen alapohjalaatan alle on asennettu radonputkisto, joka on yhdistetty hormiin.
Tiivistys	Ei tietoa



Kuva 13.1 Rakenneleikkaus



Kuva 13.2 Pohjakuva, kellarikerros



Kuva 13.3 Pohjakuva, 1.krs

KELLARIN ILMANVAIHDON TEHOSTAMINEN

Korjauksen ajank.	1995
Yhteiset perustiedot	
<ul style="list-style-type: none">- Rakennuksen sisällä olevan puuvajana käytettävän tilan ovista poistettu tiivisteitä.- Rakennuksen saunassa on erillinen puhallin, joka imee ilmaa saunasta, tarkoituksenaan saada kosteus poistumaan tehokkaammin saunasta saunomisen jälkeen. Talon ulkoseinään on asennettu tuloilmaventtiili.- Kellarin pinta-ala on n. 36 m² ja korkeus 2,5 m. Ensimmäisen asuinkerroksen (kellarin yläpuolisen kerroksen) pinta-ala on yhteensä 87 m².- Kellariin pääsee vain ulkokautta.- Kellarin yläpuolisen lattian rakenne on lyhyesti kuvailtuna; betoni+sahanpuru+lautalattia. Kellarissa ei ole pannuhuonetta. Väliseinän vieressä on boileri. Kellarissa on lähinnä kerhotilaa sekä asuntokohtaiset varastot.- Korjaus suoritettiin asentamalla halkaisijaltaan 15 cm tuuletusaukkoja 4 kpl sekä asentamalla katolle johdettu ilmanvaihtokanava asuinhuoneista (makuuhuoneen ilmastointiluukut johdettu savupiipun kautta katolle).- Oveen on tehty reikiä joihin on laitettu päälle läpät, jolloin ollaan saatu aikaiseksi jossain määrin läpiveto varaston läpi.	

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Maanvastainen seinä
- Sokkelin ja laatan liitos
- Läpiviennit

SUORITETUT MITTAUKSET


Ajankohta	Arvo: Bq/m ³	Mittauspaikka/kerros	huomautukset
11/1991-1/1992	2100	-	
	4649	-	
11/1996-1/1997	1783	-	
11/1997-1/1998	1059	-	
	5805	-	
11/2002-1/2003	4099	-	
9-11/2005	1826	K 1.krs	Radonputket, ei aktivoitu
	1711	mh.2.krs	
1-2/2006	4526	K 1.krs	
	4454	mh.2.krs	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Mittaustulosten perusteella korjauksilla ei ole ollut vaikutusta radonpitoisuuteen. Pääsääntönä on että aktivoimattomat radonputkistot tulisi aktivoida. Onnistumisen arviointia kuitenkin hankaloittaa se että mittaukselliset tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia mittausajankohtien puolesta.

KOHDE 14

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Paritalo
Rakennusvuosi	1920
Talotyyppi	 3 krs. Rinnetalo
Sijainti	Pispalanharjun rinteellä ala kolmanneksella
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakrs:n ala	74 m ²

RAKENNE

Sokkeli	Kevytsoraharkkoa: Ulkopuolella rappaus betonitasoiteella, sisäpuolella kipsiilevyä
Alapohja	Valubetoni

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	-
Tulisijat	1 kaakeliuuni välikerrassa. Ei läivistä laattaa

ALIN KERROS

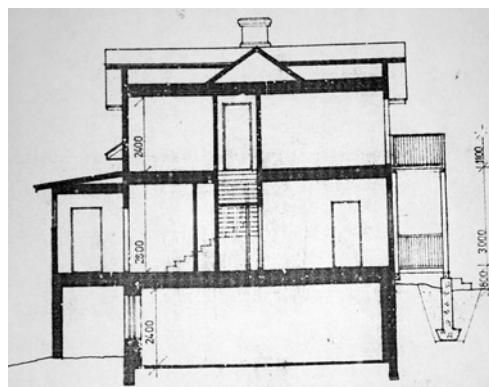
Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On, Pintakäsittely: Ulkopuolella vedeneristys Sisäpuolella: betoni + koolaus + saunan ja pesuhuoneen pintamat.

ILMANVAIHTO

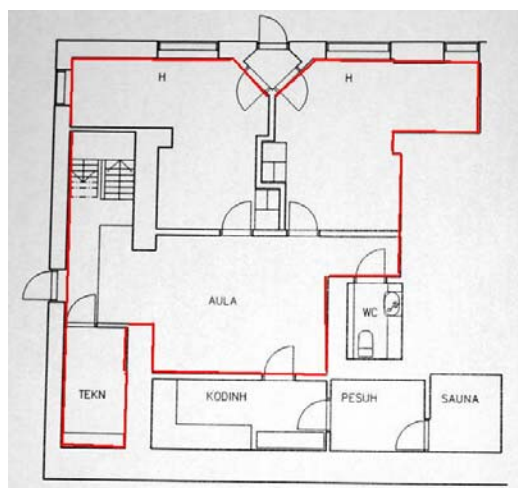
Tyyppi	Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä
Säätö	Ilmastointi on jatkuvasti päällä ja siinä on portaaton tehonsäätö. Ilmamäärät on säädetty vastaamaan tehtyjä ilmanvaihtosuunnitelmia (ilma vaihtuu joka toinen tunti). Järjestelmään on saatavissa alipaineensäätölaite

SUORITETUT KORJAUKSET

Tietolähteet	Ei
Korjausmenetelmät	Aktivoimaton radonputkisto + tiivistys



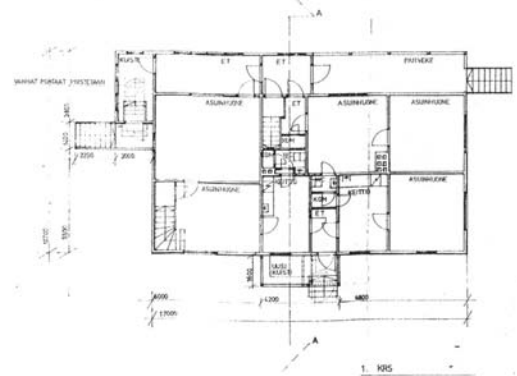
Kuva 14.1 Rakenneleikkaus



Kuva 14.2 Pohjakuva, alin kerros,
radonputkisto on asennettu punaisella
rajatulle alueelle

AKTIVOIMATON RADONPUTKISTO

Korjauksen ajank.	2000-2002
Poistokanava	1 kpl
Yhteiset perustiedot	Alimman kerroksen laajennuksen yhteydessä rakennettu radonputkisto. Asennettu vain laajennetun tilan ja baarihuoneen alapohjan alle. Poistokanava on yhdistetty hormiin.
Tiivistys	Lattian ja seinän väliset saumat



MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Maanvastainen seinä
- Sokkelin ja laatan liitos

Kuva 14.3 Pohjakuva, koko paritalosta

SUORITETUT MITTAUKSET

Mittaus ajan.	Mittauspaikka	Radonpitoisuus/ Bq/m ³	Huom.
-	-	1480	Ei STUK:in suorittama mittaus
17.9/2005-	Halli/ 1.krs	453	
12.2/2006	Mh/ 0.krs	893	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Aktivoimaton radonputkisto tulisi aktivoida. Näiden mittaustulosten perusteella ei voida tehdä päätelmiä korjauksen onnistumisesta. Arviointia vaikeuttaa osaltaan korjausta edeltävien vertailukelpoisten mittaustulosten puuttuminen.

Samalla kadulla on kuitenkin kohteita joissa ollaan huomattavasti huonommissa arvoissa, useissa tuhansissa bequerelleissä kuutiometrillä.

KOHDE 15

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1924–1925
Talotyyppi	 2,5 krs. rinne
Sijainti	Harjun laella
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	n. 80 m ²

RAKENNE

Sokkeli	Betonia, maanvastaisilla seinillä jopa yli metrin korkea luonnonkiviladonta, jonka päällä maanpäällinen osa betonia ulkopuolella rappaus asuinhuoneen remontin yhteydessä kiviin ruiskutettiin uretaania
Alapohja	Betonia, rakenne ei selvillä

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

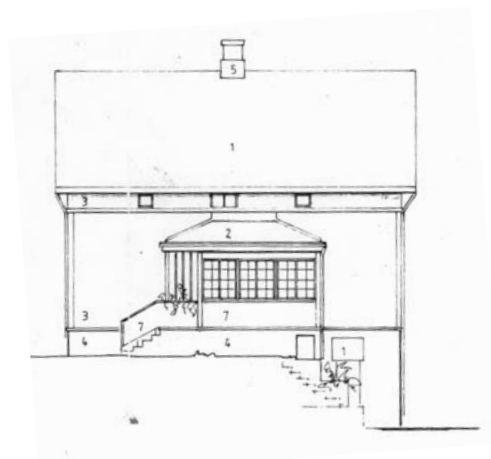
Väliseinät	Kellarikerroksen alkuperäiset väliseinät ovat betonia
Tulisijat	Perustukset lävistävät laatan

ALIN KERROS

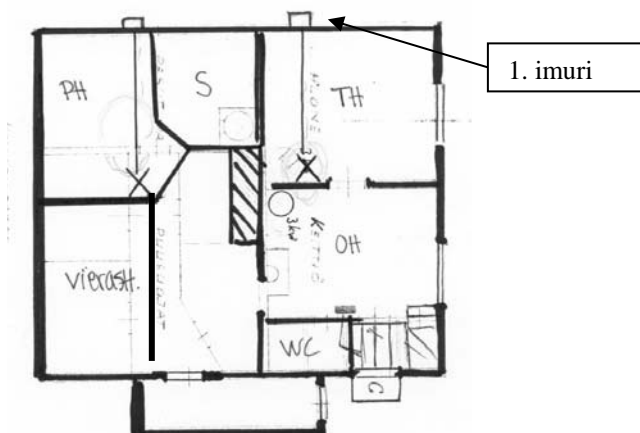
Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-



Kuva 15.1 Julkisivukuva



Kuva 15.2 Kellarin pohjakuva, imupisteiden ja poistoputkien sijainnit



Kuva 15.3 Radonimurit

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	2 radonimuria + imukuopat
Korjauksen ajankohta	1987 ja 1989
Perustiedot	Imupisteet ovat 0,5-1 m leveät, kuoppiin ei ole laitettu verkkoa, sepeliä tms. 2 kpl huippuimureita, tehoa ei tiedetä. Kummassakin erillinen portaaton tehonsäätö. Poistoputket asennettu kellarin seinän läpi →putket n. 100 mm imurit on asennettu kellarin seinustalle. Pesuhuoneessa poistoputki on vedetty pinnassa seinää ja kattoa pitkin, työhuoneessa putki on upotettu lattiaan ja seinään.
Virtausmittaus	20 l/s ja 18 l/s

MAHDOLLISET VUOTOREIITIT

- luonnonkiviperustukset → maanvastaiset seinät
- laatan ja sokkelin/ hormin liitokset

SUORITETUT MITTAUKSET


ajankohta:	huom!	2.kerros		1.kerros		kellari				
		mh 1	mh 2	keittiö	oh	oh	työh.	vierash.	pesuh.	
1986 5.3.-8.4.							5810			
1987 9.1.-8.3.		6550	6190	5260				18700	21590	1. r.imuri
1988 25.8.-27.10.	max.teholla				2170		1060	3700		
1989 11.1.-10.3.	max.teholla		860	1100		2880				2.r.imuri
1990 20.2.-22.4.	max.teholla		70		100			1520		
1991 max.teholla		140				170				
2005 16.12.-16.2.	min.teholla				200					
2005 17.9.-17.11.	min.teholla		79	117						

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Ensimmäisen radonimurin asentaminen ei vielä saanut aikaan haluttua alenemaa radonpitoisuuksissa, mutta kahden imurin yhteisvaikutuksella on päästy tiloissa, joissa vakituisen oleskellaan, reilusta 5000 Bq/m³ järjestäen max. 200 Bq/m³. Kellarikerroksessa tiloissa, joissa ei vakituisen oleskella, on päästy lähes 19 000 Bq/m³ n. 1500 Bq/m³. Näin ollen korjauksen voidaan todeta onnistuneen. Mikäli kellaritilojen pitoisuuksia haluttaisiin alentaa entisestään, päästäisiin maanvastaisia seiniä tiivistämällä todennäköisesti parempiin tuloksiin.

KOHDE 16

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1925 – 1928
Talotyyppi	 2,5 krs. osakellarillinen rinnetalo
Pohjaks:n ala	104 m ²
Sijainti	Pispalanharjun ylärinne
Alapohja	Maanvarainen laatta

RAKENNE

Sokkeli	Valubetoni + kevytsoraharkko
Pintakäsittely	Ulkopuolella: kevytsoraharkko + eriste, kevytsoraharkon ulkopinnassa rappaus. Sisäpuolella rappaus
Alapohja	-

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Ei varmaa tietoa

ALIN KERROS

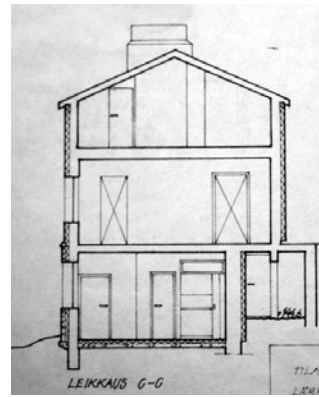
Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

MAANVASTAISET SEINÄT

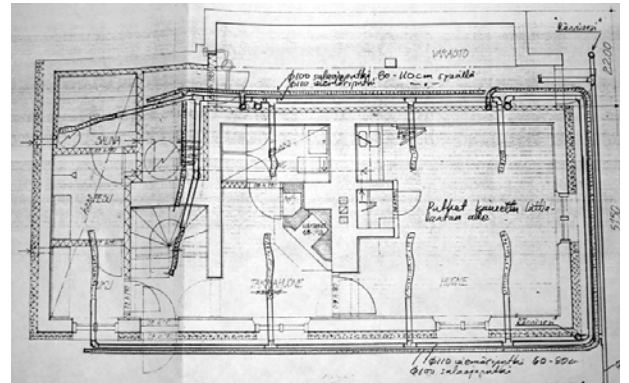
Materiaali	Valubetonia
Pintakäsittely	Osittain kevytsoraharkkoa

SUORITETUT KORJAUKSET

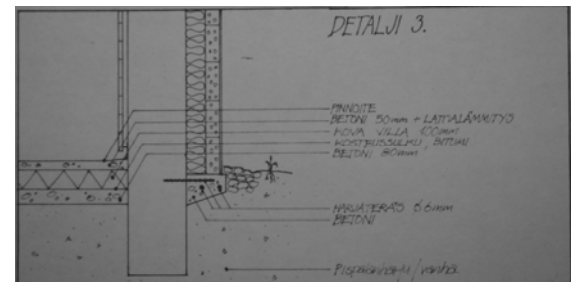
Tietolähteet	Lehtiartikkeli v.1985
Korjausmenetelmät	Monihaarainen radonputkisto + radonimuri



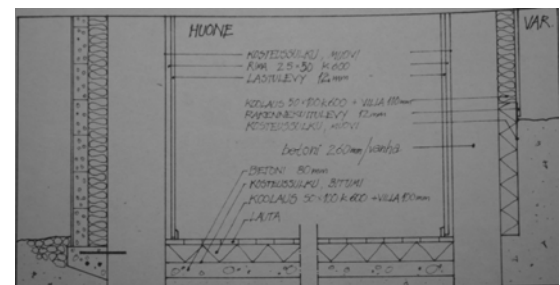
Kuva 16.1 Rakenneleikkaus



Kuva 16.2 Pohjakuva, "pistot" on piirretty kuvaan



Kuva 16.3 Detalji



Kuva 16.4 Detalji

MONIHAARAINEN RADONPUTKISTO

Korjauksen ajank.	1989
Poistokanava	1 kpl
Yhteiset perustiedot	Talon alle on kaivettu n. metrin syvyyteen Ø 110 cm viemäriputkea, n. 25 m putkisto kiertää talon ympäri alapohjan alla. Ns. pääradonputkesta lähtee "pistoja" (yht. 10 kpl) talon keskusta päin, Pistoissa n. 2m on viemäriputkea, joka sen jälkeen vaihtuu Ø 100 cm, 1 – 1,5 m pituiseksi salaojaputkeksi. Pistot on asennettu sokkelin alta.
Tiivistys	Maanvaraisen laatan reunoja ei ole tiivistetty



Kuva 16.5 Radonputkistoa, joka on yhdistetty yhdeksi poistokanavaksi



Kuva 16.6 Radonimuri toiminnassa

RADONIMURI

Merkki	LIG Kanalflect AB 1104
Tyyppi	160 XL
Teho	99 W
Käyttöaika	24 h/vrk
Tehonsäätö	Ei ole
Järjestelmässä painemittari	Ei ole
STUK virtausmittaus	103 l/s

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Maanvastainen seinä
- Sokkelin ja laatan liitos
- Läpiviennit

SUORITETUT MITTAUKSET

Ajankohta	Arvo: Bq/m ³	Mittauspaikka/kerros	huomautukset
1-3/1987	2680	1.krs	-
10/1987	260	Mh, 1.krs	-
	360	– „ – seinusta	-
	280	– „ – komero	-
	250	takkah. 1.krs	-
	220	wc. 1.krs	-
	190	– „ – komero	-
	280	sauna. 1.krs	-
12/1990-2/1991	295	1.krs	Radonkorjaus
9-11/2005	29	Mh 2.krs	-
	32	Mh, 3.krs	-
1-2/2006	251	Oh, 2.krs	
	314	Mh, 3.krs	
2-3/2006	214	Oh, 2.krs	
	197	Mh, 3.krs	


KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämän kohteen radonkorjauksen voi sanoa onnistuneen hyvin. Lähes 2700 Bq/m³ arvoista on päästy jopa alle 300 Bq/m³. Talvipitoisuudet näyttäisivät olevan huomattavasti korkeampia kuin syksypitoisuudet. Kohteen korjauksen onnistumista arvioitiin laskemalla viimeisimmistä kevättalven tuloksista keskiarvo, jota verrattiin vuoden 1987 mittaustulokseen.

Säteilyturvakeskuksen virtausmittaus kertoo, että imuri on ehkä jopa liiankin tehokas ja voi täten aiheuttaa kylmyyden tunnetta sen yläpuolella olevaan asuintilaan, järjestelmän tehoa olisi hyvä säätää. Korjaus vastaa uudisrakentamisessa käytettävää menetelmää.

KOHDE 17

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Kerrostalo (as. Oy)
Rakennusvuosi	1920-luvulla
Talotyyppi	 3.krs osakellarillinen rinteratalo
Pohjaks:n ala	131 m ² , talossa 2
Sijainti	Pispalanharjun ylärinne pohjoisrinne, muureilla pengerrytetty tontti
Alapohja	Ryömintätilainen, johon on laajennettu kellaritilaa, lattiassa ei ole valua

RAKENNE

Sokkeli	Kevytsoraharkko Tiilipilarit lepäävät isojen kivien varassa
Pintakäsittely:	Ulkopuolella osittainen vedeneristys bitumilla Sisäpuolella osittainen rappaus
Alapohja	-

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan kellaritiloina
Maanvastaisia seiniä	On

MAANVASTAISET SEINÄT

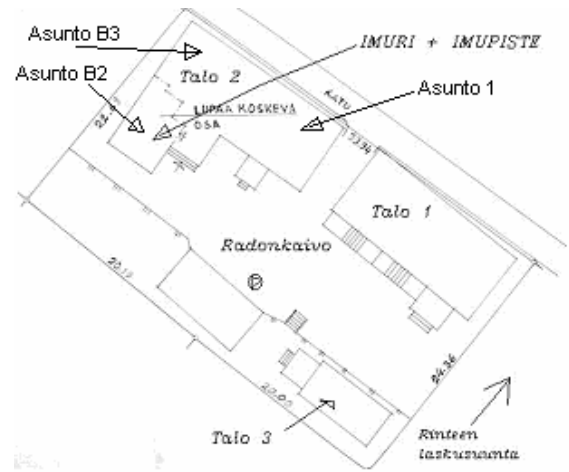
Materiaali	Kevytsoraharkkoa
Pintakäsittely	Sisäpuolella rappaus Ulkopuolella bitumi

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

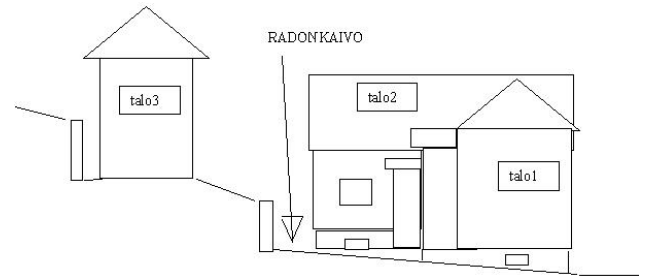
Väliseinät	On omalle anturalle perustettuja kantavia väliseiniä
Tulisijat	Rakennuksessa on useita takkoja, joiden perustusten läpivientejä ei ole tiivistetty

SUORITETUT KORJAUKSET

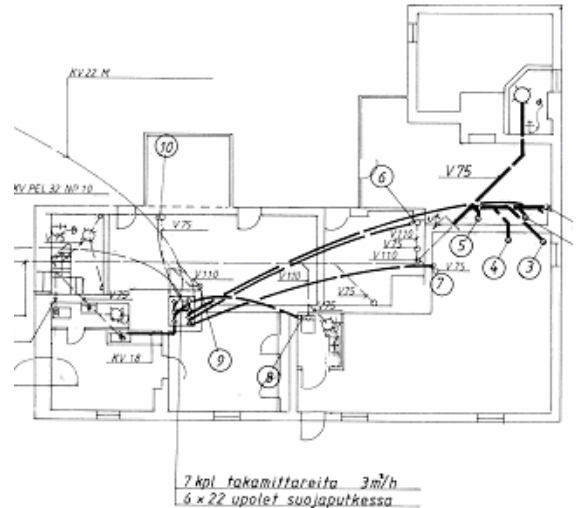
Tietolähteet	STUK
Korjausmenetelmät	Asunnon kellarissa imupiste, johon on liitetty 150 W:n puhallin. Taloyhtiön pihassa on radonkaivo



Kuva 17.1 Koko taloyhtiö



Kuva 17.2 Rinteen profiili



Kuva 17.3 Pohjakuva asunnosta (talo 2), johon on rakennettu imupiste ja asennettu radonimuri

IMUPISTE

Korjauksen ajank.	2005
Poistokanava	1
Yhteiset perustiedot	
Kellariin on kaivettu monttu, joka ulottuu n. 1 m valetun betonianturan alapuolelle. Montussa olevaan kivipesään on laitettu putki sekä muovi siten, että se on alhaalta auki maaperään. Kuoppa on täytetty hienolla maa-aineksella. Täyttömaa on tiivistetty huolellisesti. Ylös nouseva putki on käännetty maan alla kohtaan, jossa saadaan tarvittava kallistus ulos menevään putkeen. Putken maanpäällinen osa on lämpöeristetty. Poistoputki on viety läpi kellarin seinästä ja nousee seinää pitkin räystään alle, jossa se kääntyy ulospäin. Ulkona oleva putkenosa on lämpöeristetty siten, että 110 mm sisäputken päälle on laitettu 120 mm kierresaumattu ilmastointiputki, jonka yläpää on käännetty ulospäin ja siihen liitetty äänenvaimennin. Ulomman putken sisäpinnalla on solukumieriste. Yläpäässä putki on tiivistetty polyuretaanilla ja alapäästä hengittävästi villalla. Järjestelmään on kytketty 150 W: n kanavapuhallin.	



Kuva 17.4 Putkistoa asennettuna



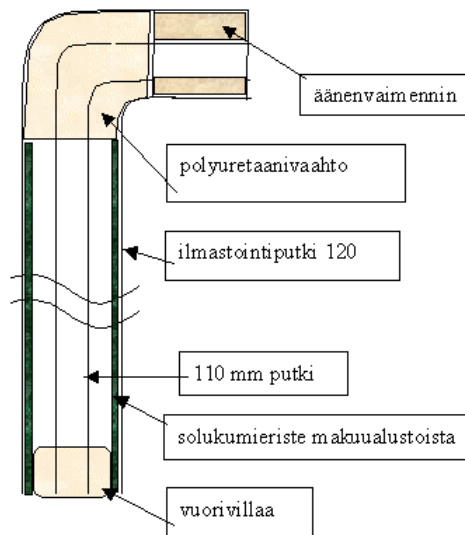
Kuva 17.5 Kellariin tehty kaivanto

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Takkojen perustusten läpiviennit
- läpiviennit
- Sokkelin ja laatan liitos
- Maanvastainen seinä
- Kellarin maalattia
- Kantavien väliseinien ja laatan liitos

RADONKAIVO

Korjauksen ajank.	2006
Yhteiset perustiedot	Radonkaivo on rakennettu sen rakentamisesta annettujen ohjeiden mukaisesti.



Kuva 17.6 Poistoputken leikkauskuva



Kuva 17.7 Kaivanto



Kuva 17.8 Suodatinkangas



Kuva 17.9 Kaivoon asennettu putki

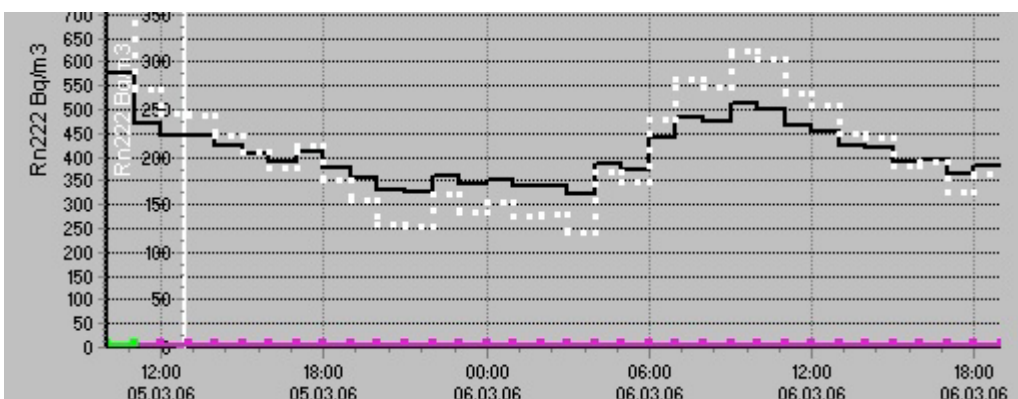


Kuva 17.10 Tiivistystä

RADONKAIVON VAIKUTUS TALOSSA 2

Asunto 1:

Asunto sijaitsee talon 2 itäpäässä ja siinä on tiloja 3:ssa kerroksessa. Mittaus on tehty kellarikerroksen työhuoneessa, josta on avoin portaikko ykköskerrokseen. Kellarikerroksen tasolla (asunnon "seinänaapurina") on maapohjainen kellarikomero, josta lähtee vesijohtojen suojaputkia 2-talon asuntoihin.



Kuva 17.11 Radonpitoisuus , asunto 1 talo 2:en itäpäässä.

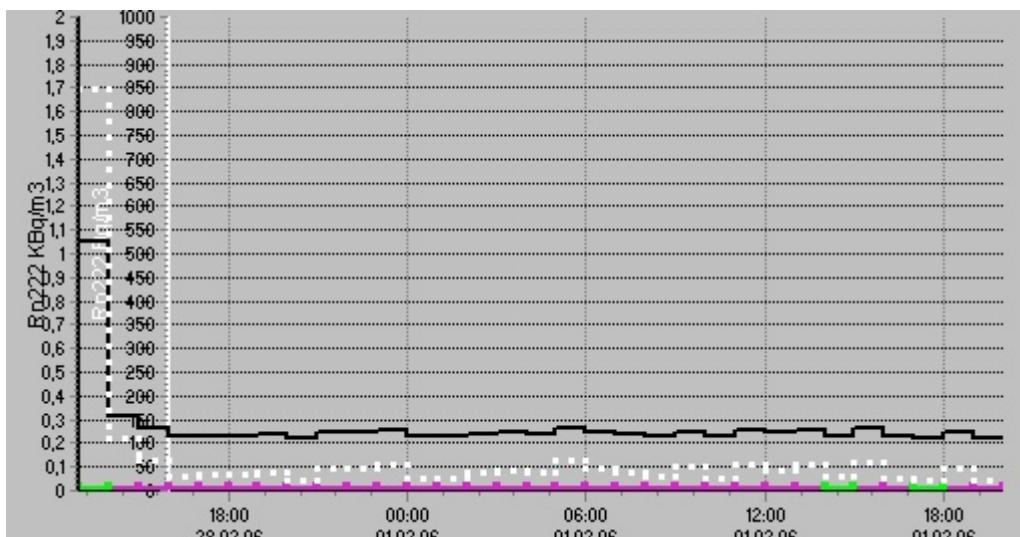
Mittaus on suoritettu laitteella, jossa on sisäistä taustaa 200 Bq/m^3 . Tämä on vähennetty kuvien valkoisessa käyrässä.

Asunto on lähellä kaivoa mutta kaivon teho ei ole yhtä hyvä kuin muissa asunnoissa

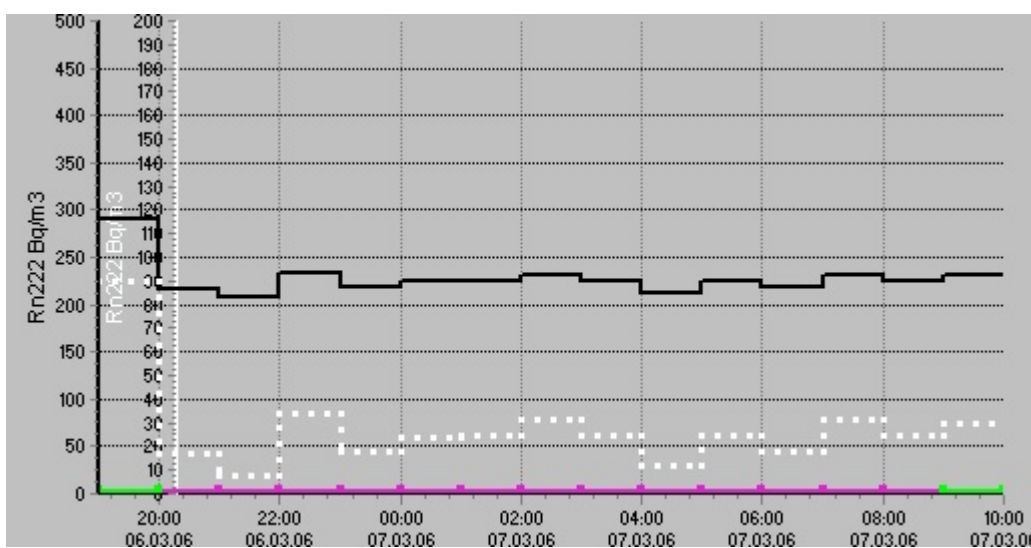
Asunto B3:

B3-asunto sijaitsee asunnon B2 vieressä kadun puolella taloa.

Mittari ollut asunnon työhuone-olohuoneessa, 1 krs, 28.2-1.3 ja sen jälkeen yläkerrassa 6.3-7.3



Kuva 17.12 Radonpitoisuus asunnossa B3 ykköskerroksessa (4A). (Oikeanpuoleinen asteikko ja valkoinen käyrä)



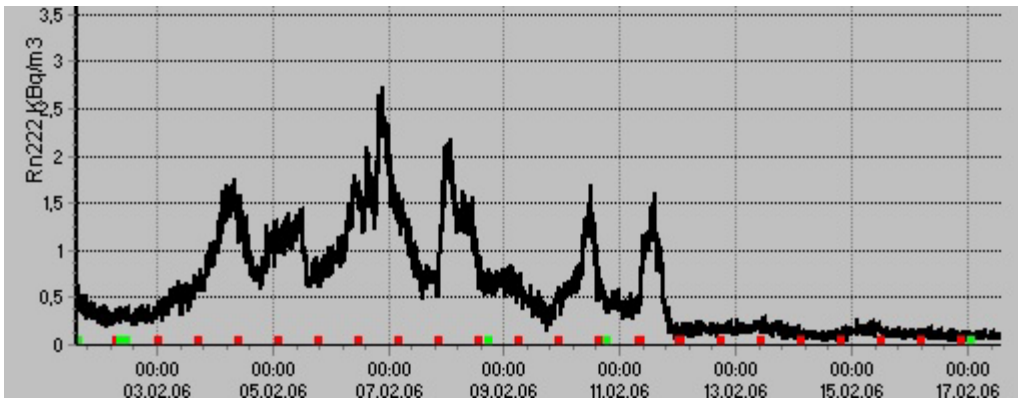
Kuva 17.13 Radonpitoisuus asunnossa B3 yläkerrassa (4B)

Kuvat osoittavat radonpitoisuuden olevan asunnoissa erittäin alhaisen, noin 50 Bq/m^3 .

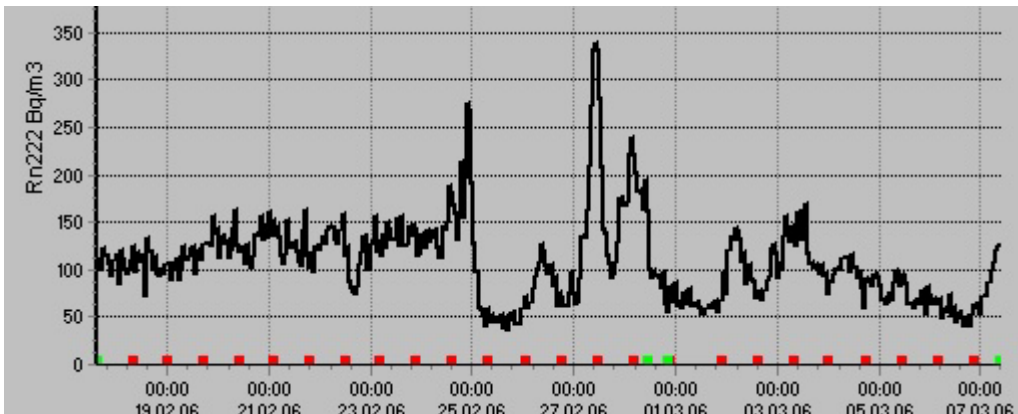
Asunnossa ei ole kellarikerrosta kuten asunnossa B2. Sen sijaan alapuolella on toinen asunto.

Asunto B2:

Asunnossa B2 on toiminnassa radonimuri, joka on laskenut pitoisuuden tasolle $1500\text{-}500 \text{ Bq/m}^3$, keskiarvo jo selvästi alle 1000 Bq/m^3 . Lähtötaso on ollut 12000 Bq/m^3 ennen imurin käynnistymistä. Kaivon käynnistymisen jälkeen ollaan jo pian tasolla 100 Bq/m^3 .



Kuva 17.14 B2, kaivon vaikutus 11.2. alkaen merkittävä, mittausjakso 10 min.

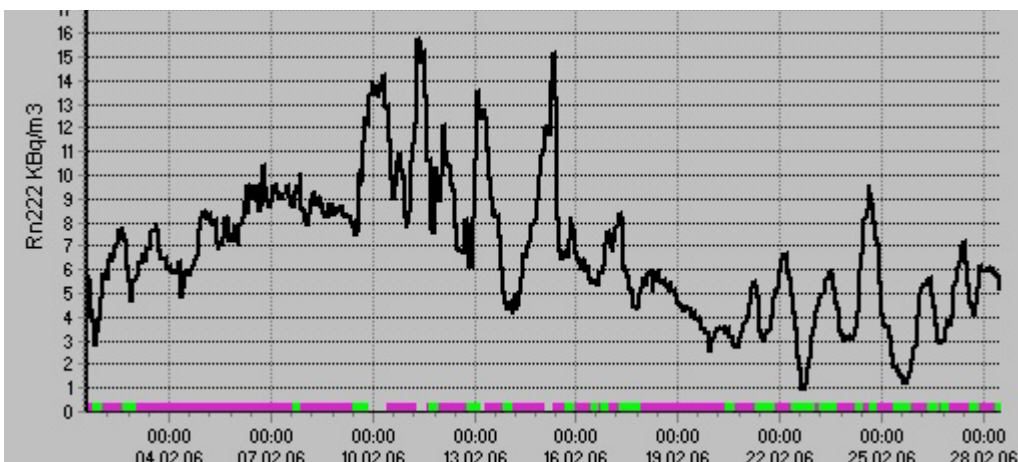


Kuva 17.15 B2, jatkoa kuvalle 5, mittausjakso 1 h.

Kaivo vaikuttaa tehokkaasti. Erillinen imuri kytkettiin pois 24.2, samaan aikaan osui tuulien aiheuttama voimakas radonpitoisuuden nousu. Imurin kytkeminen pois alentaa lopulta radonpitoisuutta tasolle 50-100 Bq/m³. Tämä tulkinta sisältää virhemahdollisuuden mutta on todennäköinen

RADONKAIVON VAIKUTUS TALOSSA 3

Talo 3 sijaitsee huomattavan ylhäällä kaivon tasoon nähden, eikä kaivolla ole tämän lyhyen mittauksen perusteella suurta vaikutusta. Mittari siirrettiin 9.2.alakerrasta yläkertaan, jossa vaihtelut ovat olleet voimakkaita.



Kuva 17.16 Talo 3, kaivo käynnistynyt 11.2. klo 15

Kahdessa kerroksessa, alemman kerroksen lattiataso on 1.5-2 m korkeammalla kuin se taso, johon kaivo on rakennettu. Lisäksi koko alemman kerroksen ylempi seinä on maanvastainen ja osin harkosta tehty. Kerrosten välillä on kapea avoin portaikko. Vanha rakennus, jossa ilmeisesti kellarista on tehty asuintiloja – alun perin ollut ehkä vain varastotilaa. Alakerroksessa on sauna, yksi kammari ja kuisti, jonka ovi ainakin talvella suljettu. Käynti asuntoon ylemmän kerroksen kautta.

Radonkaivo alentaa maaperän huokosilman radonpitoisuutta hitaasti lähimmän kymmenen vuorokauden aikana, melko laajalla alueella kaivon ympäristössä. Tässä kohteessa tämä näkyy keskimääräisenä radonpitoisuuden alenemisena noin tasolta 8000 Bq/m³ tasolle 4000 Bq/m³. Radonkaivon vaikutukseksi voidaan arvioida 50% alennus.

SUORITETUT MITTAUKSET

Mittausajank.	Mittauspaikka	Radonpitoisuus Bq/m ³		Huom
		ennen	jälkeen	
11.2.2006	Asunto 1/ talo 1/ 0.krs	8000	1500	Radonkaivo käynnistynyt
24.2.2006		1500	50	Radonputkistoon yhdistetty imuri käynnistetty
6.3.2006		500	1000	Imuri kytketty pois päältä
11.2.2006	Asunto 2/ talo 1	900	20	Radonkaivo käynnistynyt
11.2.2006	Asunto 1/ talo 2	750	350	Radonkaivo käynnistynyt
11.2.2006	B3/1.krs/ talo 2	525	120	Radonkaivo käynnistynyt
	B3/yläkerta/ talo 2	850	50	
	B2/ talo 2	12000	1000	Radonimuri+imupiste
		1000	100	Radonkaivo käynnistynyt
24.2.2006		100	50-100	Imuri kytketty pois päältä
11.2.2006	talo 3	8000	4000	Radonkaivo käynnistynyt


KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Mittaustulosten perusteella useassa kohteen asunnoista radonpitoisuus on alentunut huomattavasti. Ainoastaan talossa 3, joka sijaitsee korkeammalla muihin asuntoihin nähden sekä korkeammalla kuin taso johon kaivo on rakennettu, radonpitoisuus on alentunut vain n. 50 %. Muutoin kohteessa ollaan päästy alle vaatimustason, keskimäärin 100 Bq/m³.

Kaivon voi todeta toimivan tässä kohteessa erittäin hyvin. Mittaustulosten perusteella asuntokohtaiset radonkorjausmenetelmät saattavat vaikuttaa negatiivisesti radonkaivolla saatuihin tuloksiin, mutta tässä väittämässä on myös virhemahdollisuus.

KOHDE 18

YLEISTÄ

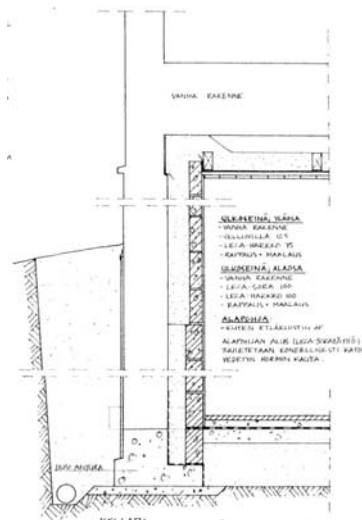
Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1917, laajennus ja kellarin rakentaminen 2001 (loppukatselmus)
Talotyyppi	 3 krs.
Sijainti	Pispalanharjun pyhäjärvenpuoleisella alarinteellä
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakerroksen ala	n. 100 m ²



Kuva 18.1. Leikkaus

RAKENNE

Sokkeli	Vanha rakenne: maalaus+ rappaus + säästöbetoni Yläosa: vanharakenne selluvilla 125, leca-harkko 75, rappaus + maalaus Alaosa: vanharakenne + uudet anturat, leca-sora 100, leca-harkko 100, rappaus + maalaus
Alapohja	laatoitus bet.pintalaatta 40 alumiinibitumihuopa bet.laatta leca-sora



Kuva 18.2. Detalji: kellarin seinä

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	-
Tulisijat	6 toimivaa tulisijaa, joiden perustukset on tehty säästöbetonista ja ne on vahvistettu betonilla kellarin teon yhteydessä

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seinä	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen + märkätiloissa on koneellinen ilmanvaihto, käytössä satunnaisesti
Säätö	-

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppe	Asuntoon on kellarin rakentamisen yhteydessä laatan alle tehty 3 imupistettä ja putkisto
Korjauksen ajankohta	n. 2000
Perustiedot	3 kpl imupisteitä: kuopan halkaisija 80-110 cm poistokanava johtaa katolle: kanavan halkaisija 110 mm toimii tällä hetkellä painovoimaisesti Putkissa on reiätetyt kärjet, jotka estävät leca-soran kulkeutumisen putkiin.
Virtausmittaus	-

MAHDOLLISET VUOTOREIITIT

- maanvastaiset seinät

SUORITETUT MITTAUKSET

Talvella 1988 on mitattu osoitteessa 96 Bq/m³

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Korjaus on suunniteltu ja toteutettu huolella, imupisteiden aktivoiminen on mahdollista jälkikäteen mikäli se havaitaan tarpeelliseksi. Valitettavasti kohteesta ei ole olemassa riittävästi mittaustuloksia, jotta korjauksen onnistumista voitaisiin näiden valossa arvioida. Alumiinibitumihiuovan runsas käyttö kuitenkin viittaa varsin tiiviiseen rakenteeseen ja näin ollen radonin torjunnalle on todella hyvät edellytykset.

KOHDE 19

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	3 asukkaan rivitaloyhtiö
Rakennusvuosi	1905
Talotyyppi	1,5 kerrosta
Sijainti	Näsijärven puoleisella rinteellä
Alapohja	Ryömintätilainen
Pohjakerroksen ala	n. 150 m ²
Vapaan ryömintätilan pinta-ala n. 100m ² ja korkeus n. 1,5 m Ryömintätilassa A-asunnon alla sauna ja B-asunnon alla varasto.	

RAKENNE

Sokkeli	Luonnonkiviset pilarit, joiden välit on muurattu säästöbetonista. Sokkeli on rapattu ja maalattu ulkopuolelta.
Alapohja	lankku + puru/villa + lankku

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

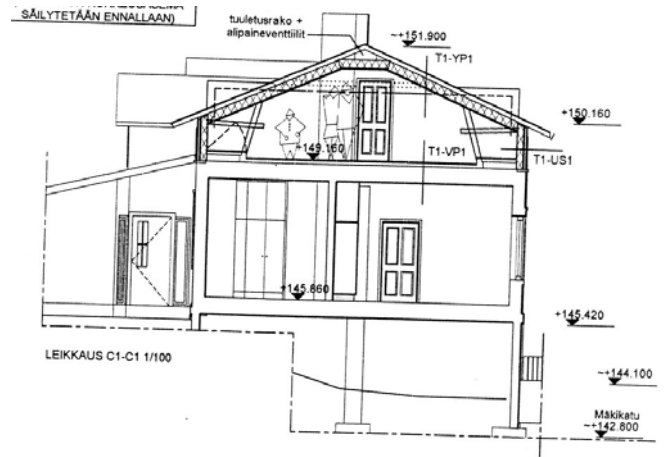
Väliseinät	Asuntojen väliset seinät lävistävät alapohjan
Tulisijat	Perustukset lävistävät alapohjan

ALIN KERROS

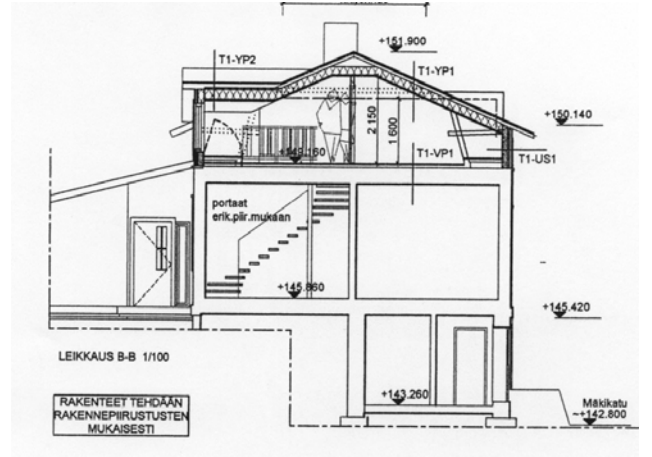
Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seinä	Ei

ILMANVAIHTO

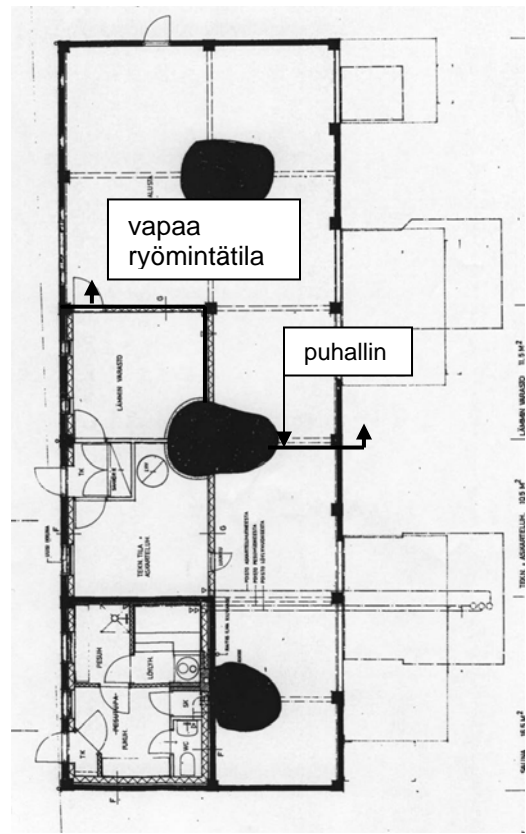
Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-



Kuva 19.1 Leikkaus C-asunnon kohdalta



Kuva 19.2 Leikkaus B-asunnon kohdalta



Kuva 19.3 Ryömintätilan pohjapiirustus

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Ryömintätilan tuuletuksen tehostaminen
Korjauksen ajankohta	80-luku
Perustiedot	Kanavapuhallin, jonka tehosta ja säädöstä ei ole tietoa. Puhalttaa ilmeisesti b-asunnon hormiin. Puhalttaa c- ja b-asunnon alla olevassa vapaassa ryömintätilassa. Toimii ajastimella, jota ei osata säätää. Kesällä (mahd. pitkälle syksyyn) tuuletusta lisätään ikkunoiden avulla.



Kuva 19.4 Kanavapuhallin



Kuva 19.5 Puhaltimen ajastin

MAHDOLLISET VUOTOREITIT:

- puurakenteinen alapohja
- läpiviennit

SUORITETUT MITTAUKSET

ajankohta:	arvo:Bq/m3	mittauspaikka/kerros:	huomautukset:
1-3/1987	3420	B-asunto	
6-8/1987	70	B-asunto	
12-2/1988	2400	B-asunto	
2-4 1999	710	A-asunto	
2-4 2001	509	C-asunto	
9-11 2005	51	C-asunto oh 1-kerros	
9-11 2005	41	C-asunto mh 1-kerros	
1-2 2006	692	C-asunto oh 1-kerros	
1-2 2006	663	C-asunto mh 1-kerros	
2-3 2006	973	A-asunto mh 1-kerros	
	1015	A-asunto k 1-kerros	
2-3 2006	384	C-asunto oh 1-kerros	
	440	C-asunto mh 1-kerros	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN


Korjauksen tarkka ajankohta on epäselvä, eikä 80-luvun puolelta ole mittaustuloksia a- tai c-asunnosta, joista olisi tuloksia imurin asennuksen jälkeen, puhaltimen vaikutuksen arviointi kohteen radonpitoisuuksiin on näin ollen varsin summittaista. Myös puhaltimen epämääräinen ajastus vaikeuttaa vaikutusten arviointia.

Voidaan kuitenkin kohteessa suoritettujen mittausten perusteella todeta, että b-asunnossa 80-luvun puolella tehdyt talviajan mittaukset ovat aivan eri suuruusluokkaa kuin tuoreemmat a- ja c-asunnossa suoritettut. Kanavapuhallin on tuloksista päätellen kytketty 1988 vuoden jälkeen päälle ja se on vaikuttanut alentavasti asuntojen sisäilman radonpitoisuuksiin. Voidaan myös todeta, että tuoreemmat yhtiössä mitatut kesäajan pitoisuudet ovat varsin alhaisia ja talviajankin pitoisuudet, talon sijainnin ja rakennusvuoden huomioon ottaen, varsin kohtuullisia.

Vuosikeskiarvoksi laskettiin n. 300 Bq/m³.

KOHDE 20

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1989 (piirustuksista)
Talotyyppi	 2 kerrosta
Sijainti	Näsijärven puoleisella rinteellä
Alapohja	Ryömintätilainen
Pohjakerroksen ala	n. 90 m ²
Ryömintätilan korkeus vaihtelee, korkeimmillaan n.1,5m	

RAKENNE

Sokkeli	betonista (paikalla valettu) ulkopuolella rouhepinnoitus
Alapohja	betonilaatta, rakenne ei ole tiedossa

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

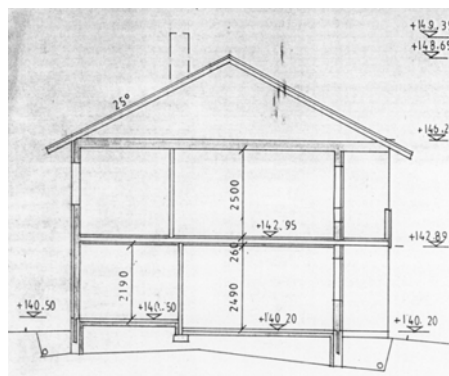
Väliseinät	Kantavia, ryömintätilan jakaa kolmeen osioon t:n mallinen betoninen seinä
Tulisijat	Perustustapa ei ole selvillä

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	Ei

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Koneellinen tulo ja poisto
Säätö	n. puolella teholla



Kuva 20.1 Leikkaus (kuvassa todellisuudesta poikkeava)



Kuva 20.2 Ryömintätilan ilmanvaihtoritilä



Kuva 20.3 Kanavapuhallin

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Ryömintätilan tuuletusta on lisätty
Korjauksen ajankohta	2002–2003
Perustiedot	2 alkuperäistä n.20 cm ilmanvaihtoritilää sokkelin seinässä, 4 lisätty. Samalla alapohjan eristystä on alapäin lisätty: min.villaa, reunat uretaania, alla huokoinen kuitulevy (Tuulileijona tms.) Kanavapuhallin asennettu parantamaan ilmanvaihtoa
Virtausmittaus	-

SUORITETUT MITTAUKSET

ajankohta:	arvo:Bq/m ³	mittauspaikka/kerros:	huomautukset:
talvi 2004	280	makuuhuone 1/ 1	puhallin pois päältä
talvi 2004	500	makuuhuone 2/ 1	
11/ 1997- 1 /1998	615		
1-3 2002	1268	makuuhuone 1/ 1	ryömintätilassa puhallin
1-3 2002	1423	makuuhuone 2/ 1	mittauksien ajan
3-5 2003	193	makuuhuone 1/ 1	tuuletusaukkoja lisätty
3-5 2003	279	makuuhuone 2/ 1	sokkeliin+ lisäeristys
9-11 2005	491	makuuhuone 1/ 1	ryömintätilassa puhallin
9-11 2005	542	makuuhuone 2/ 1	jälleen päällä
1-2 2006	514	makuuhuone 1/ 1	puhallin pois päältä
1-2 2006	607	makuuhuone 2/ 1	
2-3 2006	424	makuuhuone 1/ 1	
2-3 2006	435	makuuhuone 2/ 1	


KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

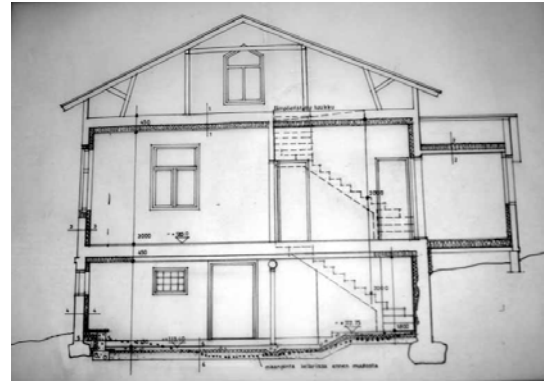
Ryömintätilaan asennettu puhallin näyttää aina päällä ollessaan kasvattavan radonpitoisuuksia, joten omistajat ovat päättäneet luopua sellaisenaan sen käytöstä. Kenties tulisi harkita puhaltimen asentamista yhteen tuuletusaukoista, jolloin tilan ilmanvaihto todennäköisesti huomattavasti tehostuisi. Ryömintätilaan asennettu puhallin, joka vain siirtää ilmaa tilan sisällä ei riitä lisäämään ryömintätilan tuuletusta.

Tuuletusaukkojen lisääminen näyttää alentaneen pitoisuuksia 615 Bq/m³ vain 514/ 607 Bq/m³. Korjauksen vaikutus näyttää näin ollen varsin pieneltä, eikä haluttuja tuloksia ole saavutettu kyseisillä korjaustoimilla. Tiivistystöillä saatettaisiin myös pystyä alentamaan kohteen radonpitoisuuksia.

KOHDE 21

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1900-
Talotyyppi	 2,5krs. Rinnetalo
Sijainti	Pispanharjun rinteellä n. puolella välissä rinnettä
Alapohja	Maanvarainen laatta, pieni osuus rossipohjalla
Pohjaks:n ala	60 m ²



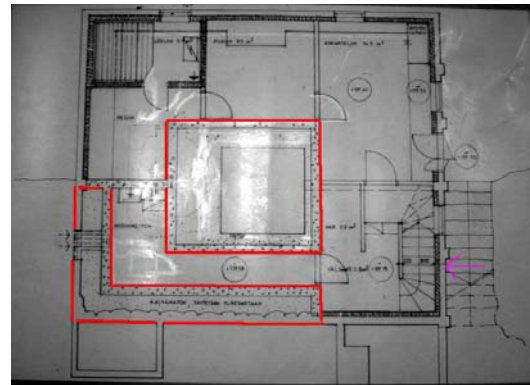
Kuva 21.1 Rakenneleikkaus

RAKENNE

Sokkeli	Valubetoni, myöhemmin remontoitu osuus kevytsoraharkkoa Ulkopuolella rappaus betonitasoitteella, sisäpuolella eriste
Alapohja	Betoni, Osittain puurakenteinen

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	Ei omalle anturalle perustettuja kantavia väliseiniä
Tulisijat	-



Kuva 21.2 Pohjakuva, kellarikerros,
ryömintätilainen osuus merkattu kuvaan
punaisella, piikattu reikä merkitty nuolella
oikealle seinustalle

ALIN KERROS

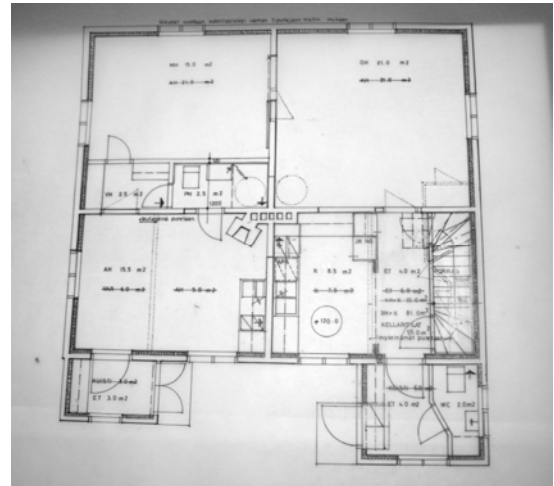
Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Sisäänkäynti	Sisä- ja ulkokautta
Maanvastaisia seiniä	Kevytsoraharkkoa Pintakäsittely: Sisäpuolella: lautaverhous

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-

SUORITETUT KORJAUKSET

Tietolähteet	Ei
Korjausmenetelmät	Ilmanvaihdon tehostaminen



Kuva 21.3 Pohjakuva, 1. kerros

SEINÄÄN PIIKATTU REIKÄ

Korjauksen ajank.	-
Yhteiset perustiedot	Asunnosta pieni osa on toteutettu tuulettuvalla alapohjarakenteella. Ryömintätilan pinta-ala on 20 m ² ja korkeus 2,20 m. Saunan puoleisessa seinässä on tuuletusaukko rossipohjan alle. Asukas on piikannut 110 mm kokoisen reiän vastakkaiseen seinään ja siihen on asennettu reiän suuruinen muoviputki. Korjauksella on yritetty saada aikaiseksi läpivirtausta alimpaan kerrokseen.
Tiivistys	-

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Maanvastainen seinä
- Sokkelin ja laatan liitos
- Läpiviennit
- Osittain puurakenteinen alapohja

SUORITETUT MITTAUKSET


Mittaus ajan.	Mittauspaikka	Radonpitoisuus/ Bq/m ³	Huom.
5-6/1988	Pukuh/pohjakerros	2464	
6-7/1988	1.krs/ olohuone	3200	
8-9/1988	1.krs/ olohuone	3578	
	Pukuh/pohjakerros	3595	
9-10/1988	1.kerros/ olohuone	1249	
	Pukuh/pohjakerros	1545	
10-11/1988	1.kerros/ olohuone	206	
	Pukuh/pohjakerros	513	
11-12/1988	1.kerros/ olohuone	432	
	Pukuh/pohjakerros	565	
12/1988 – 1/1989	1.kerros/ olohuone	341	
	Pukuh/pohjakerros	369	
1-2./1989	alakerta	332	
	oh	265	
3-4/1989	alakerta	582	
	oh	447	
9-11/2005	Mh 1. krs	605	
9-11/2005	Oh 2. krs	640	
1-2/2006	Mh 1. krs	261	
1-2/2006	Oh 2. krs	282	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämän kohteen radonkorjaus ei ole riittävä, kohde sijaitsee alueella jossa kesällä on mitattu huomattavasti korkeampia radonpitoisuuksia kuin talvella. Vuosien 1988 ja 1989 mittaustuloksista vuosikeskiarvoksi laskettiin 1210 Bq/m³. Korjausta edeltävältä ajalta ei ole olemassa mittaustuloksia.

KOHDE 22

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1910 – 1920
Talotyyppi	 2,5 krs. rinnetalo
Pohjakrs:n ala	96,38 m ²
Sijainti	Pispalanharjun pohjoisrinne
Alapohja	Ryömintätila, kellarissa maalattia

RAKENNE

Sokkeli	Kivijalka lohkottujen luonnonkivipaasien ja tiilen varaan rakennettu Pintakäsittely: Kivipaasien välit ja päälliset on betonoitu
Alapohja	Puurakenteinen

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	Rakennuksessa ei ole omalle anturalle perustettuja kantavia väliseiniä
Tulisijat	

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan varastotilana
Maanvastaisia seiniä	On Valubetonia
Sisäänkäynti	Vain ulkokautta

ILMANVAIHTO

Tyyppi	-
Säätö	-

SUORITETUT KORJAUKSET

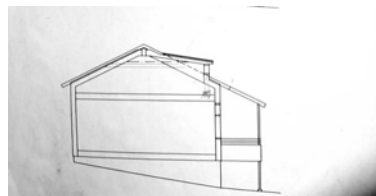
Tietolähteet	-
Korjausmenetelmät	Rakennuksessa ei ole suoritettu radonkorjausta

SUORITETUT MITTAUKSET

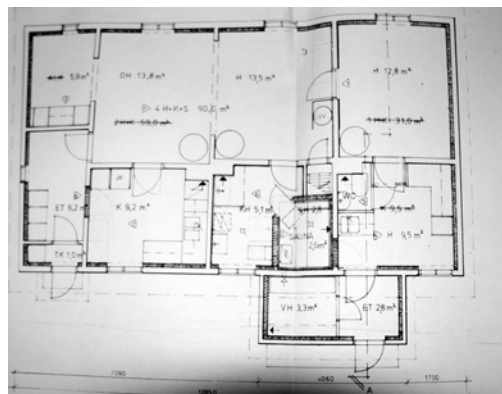
Mittausaika	Mittauspaikka	Radonpitoisuus / Bq/m ³
1988	1. asuinkerros	60
9-11/2005	Oh 1.krs	260
9-11/2005	Mh2	180
1-2/2006	Oh 1.krs	23
1-2/2006	Mh2	30

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämä kohde on tyypillinen esimerkki Pispalanharjun alkuperäisestä rakennuskannasta, Rakennukseen on tehty vuosien varrella remonttia, mutta ei olla laajennettu asuntoa ryömintätilaan. Radonpitoisuudessa on paljon heittelyä vuodenaikasta riippuen.



Kuva 22.1 Rakenneleikkaus



Kuva 22.2 Pohjakuva, 1. kerros




Kuva 22.3 Kivipaasiperustus

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Sokkelin ja laatan liitos
- Lämpiviennit
- Puinen alapohja

KOHDE 23

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Paritalon puolikas
Rakennusvuosi	1916
Talotyyppi	 2,5 krs. rinne
Sijainti	Harjun laella
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakrs. ala	n. 50 m ²

RAKENNE

Sokkeli	kosteuseriste rappaus + maalaus vanha sokkeli: tiili + luonnonkivipilarit EPS 125 mm 1/2 k muuraus rappaus (saunassa paneeli ja laatoitus)
Alapohja	EPS 50 mm, teräsbetoni-laatta 80 mm

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

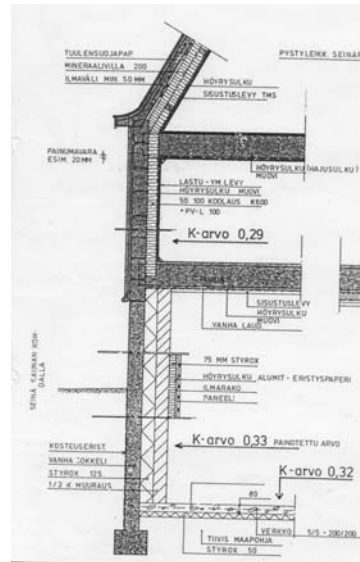
Väliseinät	-
Tulisijat	Perustuksista lävistävät laatan

ALIN KERROS

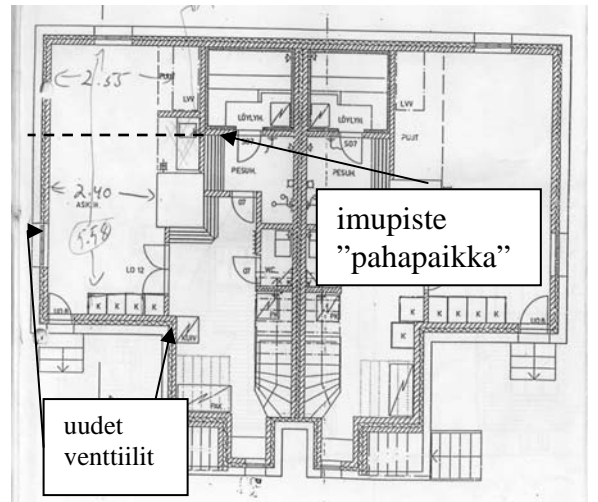
Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seinää	On

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-



Kuva 23.1 Rakenneleikkaus



Kuva 23.2 Kellarin pohjakuva, uusien venttiileiden sijainti + radonimurin imupisteen sijainti. Katkoviiva esittää käytöstä poistetun radonimurin putken ja läpiviennin paikan

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppi	Asunnossa on tehty tiivistystöitä, painovoimaista ilmanvaihtoa on tehostettu ja radonimuria on koitettu
Korjauksen ajankohta	-
Perustiedot	1 n.100 mm tuloilmaventtiili kellarin seinään ja 1 korvausilmaventtiili ikkunankarmiin. Tiivistetty (tod.näk. sikaflexillä) lattian, sokkelin ja hormin väliset saumat ja läpiviennit. Kellarissa lattian alla kuoppa, joka on ilm. täytetty kivillä ennen valua. Alue on eristetty (myös seinä) nestemäisellä kosteussululla ja uudella muovimatolla. Radonimuri imi kyseiseltä alueelta: imuputki laatan läpi, puhallin kellarissa (ilm. kanavapuhallin) ja läpivienti kellarin seinässä → pahensi arvoja, poistettu käytöstä.

MAHDOLLISET VUOTOREITIT:

- maanvastaiset seinät
- selvittämättömät vuotoreitit

SUORITETUT MITTAUKSET

Di Starkman:

29.11.2000	5000	työhuone/ 0	
	7800	sähkökeskus/ 0	
	yli 19000	tiskiallaskaappi/ 0	
	5100	porraseteinen/ 0	
	5000	pesuhuone/ 0	
	4900	wc/ 0	
	5200	komero/ 0	

STUK:

ajankohta:	arvo:Bq/m3	mittauspaikka/kerros:	huomautukset:
1/87- 3/87	5327	olohuone/ 1	
6/87- 8/87	305		A-asuntoon tehty mit. jälkeen
12/87 - 2/88	4223	makuuhuone/ 2	putkisto + imuri
11/99 - 1/00	3424	olohuone/ 1	
11/99 - 1/00	14862	työhuone / 0	
talvella 2002	3040	työhuone / 1	2000-20001 tivistäminen
talvella 2002	2160	makuuhuone/ 2	ja uudet venttiilit
9-11 2005	1120	olohuone/ 1	
9-11 2005	828	makuuhuone/ 2	
1-2 2006	3849	olohuone/ 1	
1-2 2006	3105	makuuhuone/ 2	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Radonimurikokeilu pahensi arvoja ja se poistettiin kokonaan käytöstä. Edellinen yritys todennäköisesti epäonnistui siinä, että kanavapuhallin oli sisätiloissa ja vuoti radonpitoista ilmaa sisäilmaan. Sittemmin alimman kerroksen ilmanvaihtoa on parannettu ja tiivistystöitä on tehty. Näiden vaikutus radonpitoisuuksiin näyttää olleen hyvä, mutta ei riittävä. Kokeilluilla menetelmillä haluttua radonpitoisuuksien alenemaa ei ole saavutettu, joten korjauksia ei voida pitää onnistuneina.

KOHDE 24

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	n. 1905
Talotyyppi	1,5 krs. rinne
Sijainti	Pispalanharjun pyhäjärvenpuoleisella rinteellä
Alapohja	Tuulettuva alapohja
Pohjakerroksen ala	-

RAKENNE

Sokkeli	Muurattu tiilistä, ryömintätilassa näkyy jokunen luonnonkivilohkare Maanvastaisella seinustalla rappaus ja maali, muut tiilipinnalla Patomuurilevy ja salaojat on lisätty jälkikäteen.
Alapohja	Ryömintätilassa lattia on osin säästöbetonia ja osin maata. Tilaa käytetään varastona. Alkuperäiseen (tod.näk. hirsi, lauta, puru, lauta) alapohjaan on 50-luvulla lisätty alapuolelle eräänlainen betonivalu, jonka toteutustapa ei ole selvillä.

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

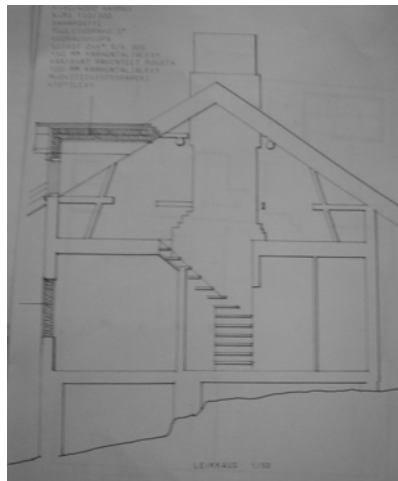
Väliseinät	Rakennuksessa on alapohjan lävistäviä rakenteita.
Tulisijat	Rakennuksessa on toimiva tulisija. Hormi on perustettu luonnonkivilohkareille.

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	Ei

ILMANVAIHTO

Tyyppi	Painovoimainen
Säätö	-



Kuva 24.1 Leikkaus



Kuva 24.2 Alapohja



Kuva 24.3 Tilkettä

SUORITETUT KORJAUKSET

Korjaustyyppe	Alapohjaa on tiivistetty
Korjauksen ajankohta	Kesällä 2005
Perustiedot	Aukot ja läpiviennit on tukittu villa/ alumiinipaperilevyllä. Sokkelissa olevat tuuletusaukot auki, paitsi sydäntalvella.

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- luonnonkiviperustukset → maanvastaiset seinät
- laatan ja sokkelin/ hormin liitokset

SUORITETUT MITTAUKSET

STUK:

ajankohta:	arvo:Bq/m ³	mittauspaikka/kerros:	huomautukset:
12/87 - 2/88	3658	1 krs	huonetta ei kerrottu - voi olla kellarikomero
2-4 2003	294	mh/ 1	
2-4 2003	265	lapset/ 1	
2-4 2004	227	mh/ 1	
2-4 2004	207	oh/ 2	

rakenteita tiivistetty

9-11 2005	119	oh/ 2	
9-11 2005	154	mh/ 1	
1-2 2006	944	oh/ 2	
1-2 2006	1092	mh/ 1	
2-3 2006	582	oh/ 2	
2-3 2006	673	mh/ 1	


KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Kohteesta ei ole mittaustuloksia, jotka olisivat täysin vertailukelpoisia keskenään. Koska ei voida olla varmoja onko -88- vuoden mittaus tehty 1. asuinkerroksessa vai ei, ovat johtopäätökset varsin summittaisia.

Kohteessa on kohtalaisen iso ero eri vuodenaikojen mittaustuloksissa. Tähän osaltaan todennäköisesti vaikuttaa myös ryömintätilan tuuletusluukkujen sulkeminen kylmimmäksi ajaksi. Kun verrataan alkukevään 2004 tuloksia lähes vastaavaan ajankohdan tuloksiin keväällä 2006, huomataan että 207 Bq/m³ pitoisuus on kohonnut 582 Bq/m³. Näin ollen voidaan päätellä, että suoritetuilla toimilla ei ole saavutettu ainakaan toivottua tulosta.

KOHDE 25

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	-
Talotyyppi	 2 krs. osakellarillinen rintetalo
Pohjakrs:n ala	65,8 m ²
Sijainti	2 m tarkkuudella Pispalanharjun rinteeseen korkein kohta
Alapohja	Maanvarainen laatta

RAKENNE

Sokkeli	valubetoni
Pintakäsittely	Ei tietoa
Alapohja	-

VÄLISEINÄT

Rakennuksessa ei ole omalle anturalle perustettuja kantavia väliseiniä

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On
Käynti alimpaan kerrokseen	Vain ulkokautta

SUORITETUT KORJAUKSET

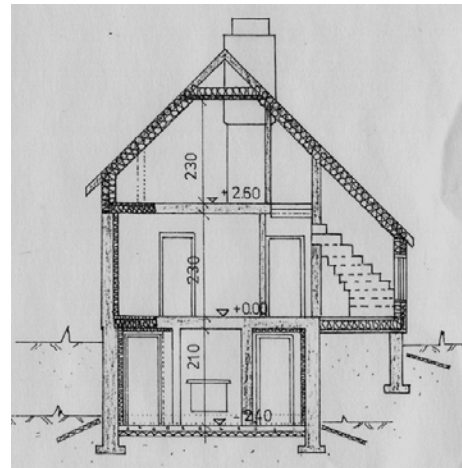
Tietolähteet	Ei
Korjausmenetelmät	Välipohjan tiivistäminen bitumiliuoksella

VÄLIPOHJAN TIIVISTÄMINEN

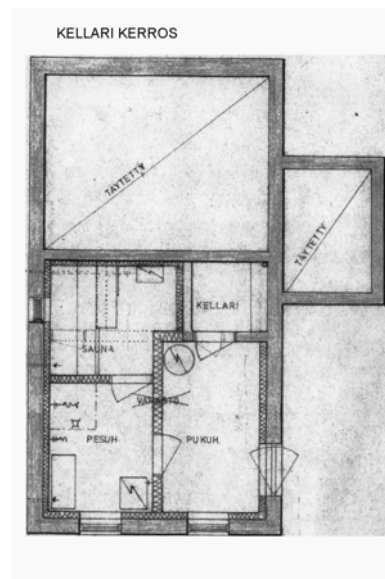
Korjauksen ajank.	-
Tiivistysaine	Bitumiliuos
Yhteiset perustiedot	Välipohjalaataan on tehty 6:n kertainen bitumisively. Moninkertaisella sivelyllä on pyritty estämään ilmakuplien vaikutus. Kellarin maanvastaista seinää ei ole tiivistetty

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

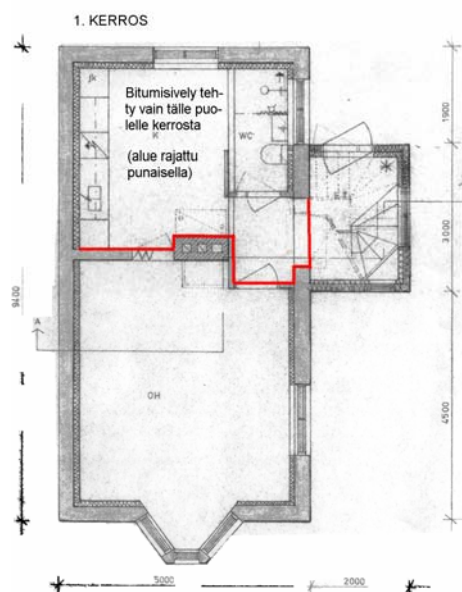
- Pohjalaatassa on halkeamia (rinne on valunut alaspäin)
- Läpivienti laatasta
- Sokkelin ja laatan liitos
- Huonolaatuinen maanvastainen seinä



Kuva 25.1 Leikkaus



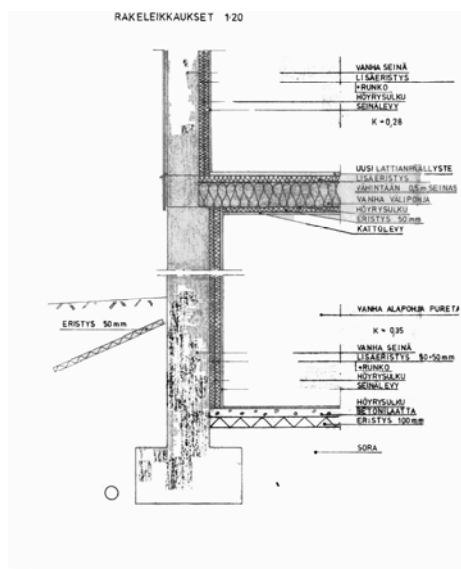
Kuva 25.2 Pohjakuva, kellarikerros



Kuva 25.3 Pohjakuva, 1.kerros

SUORITETUT MITTAUKSET

Ajankohta	Arvo: Bq/m ³	Mittauspaikka/kerros	huomautukset
2-3/1983	20	?	-
1-3/1984	3730	?	-
6/1984	139	?	-
12/1993-2/1994	385	?	-
9-11/2005	593	Th, 2.krs	Bitumisively
	585	K, 1.krs	-
1-2/2006	3075	Oh, 1.krs	-
	2014	Mh, 2.krs	-




Kuva 25.4 Rakenneleikkaus

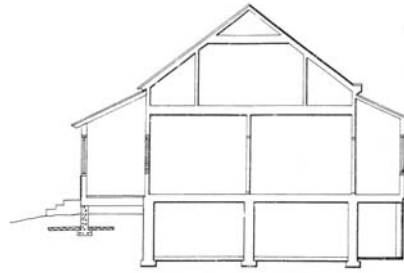
KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämän kohteen radonkorjauksella ei ole saavutettu haluttuja tuloksia. Mittauspaikoista ei ole tietoa, joten mittaustulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Mittaustulosten perusteella voi kuitenkin päätellä että tehdyllä korjauksella ei ole ollut vaikutusta radoniin. Tämän rakennuksen kohdalla voisi yrittää tehostaa kellarin ilmanvaihtoa.

KOHDE 26

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1800 – luku (Terijoki → Tampere 1928)
Talotyyppi	 3 krs. Rinnetalo
Pohjaks:n ala	102,96 m ²
Sijainti	Pispalanharjun rinteeseen ala kolmanneksella
Alapohja	Maanvarainen laatta



Kuva 26.1 Rakenneleikkaus

RAKENNE

Sokkeli	Valubetoni
Pintakäsittely	Ulkopuolella osittainen rappaus betonitasoiteella, sisäpuolella laudoitus
Maanvastaaiset seinät	Valubetoni Sisäpuolella bitumisively

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	Ei tietoa, keskusmuuri on maanvarainen, väliseinä hirret sen varassa
Tulisijat	-



Kuva 26.2 Pohjakuva, kellarikerros

ALIN KERROS

Käyttö	Osittain asuintiloina
Maanvastaaisia seinä	On

SUORITETUT KORJAUKSET

Tietolähteet	Ei
Korjausmenetelmät	Alapohjan passiivinen tuuletus järjestelmä + omatekoinen alipaineistin

ALAPOHJAN PASSIIVINEN TUULETUS

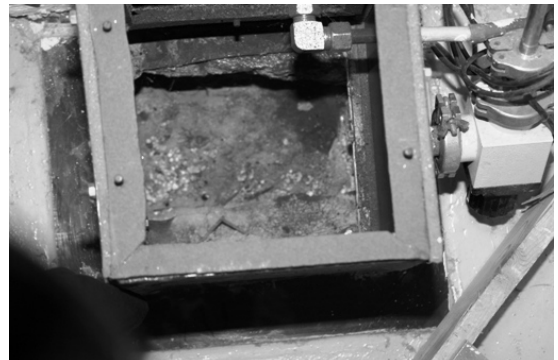
Korjauksen ajank.	1996 - 1998
Poistokanava laatan läpi	1 kpl, tiivistetty solukumilla
Yhteiset perustiedot	Kellarissa ei ole yhtenäistä laattaa, muurin kohdalle on jätetty aukko 10×10 cm laatan läpi. Aukkoon asennettu omatekoinen metallilaatikko, joka on yhdistetty hormiin. Laatikko on kiinnitetty jonkinlainen alipaineistin



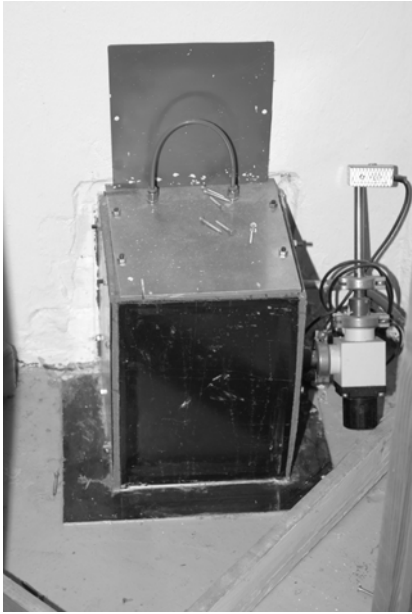
Kuva 26.3 Pohjakuva, 1. kerros

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

- Läpivienti laattassa
- Sokkelin ja laatan liitos



Kuva 26.4 Hormiin yhdistetty laatikko (kuva laatikon sisältä)



Kuva 26.5 Hormiin yhdistetty laatikko



Kuva 26.6 Laatikkoon liitetty, mahd. alipaineistin

SUORITETUT MITTAUKSET


Ajankohta	Arvo: Bq/m ³	Mittauspaikka/kerros	huomautukset
10-12/2005	2116	Oh, 1.krs	-
	1815	Mh, 2.krs	-
1-2/2006	3075	Oh, 1.krs	-
	2014	Mh, 2.krs	-

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämän kohteen radonkorjauksella ei ole päästy ohjearvoihin. Asukkaiden olisi ensimmäiseksi hyvä selvittää onko systeemi toiminnassa. Korjauksen onnistumista on hankala arvioida, koska mittaustuloksia korjausta edeltävä ajalta ei ole.

KOHDE 27

YLEISTÄ

Rakennustyyppi	Pientalo
Rakennusvuosi	1930
Talotyyppi	 2,5 krs. Rinnetalo
Sijainti	Pispalanharjun rinteellä, puolella välissä rinteitä
Alapohja	Maanvarainen laatta
Pohjakrs:n ala	-

RAKENNE

Sokkeli	Valubetoni
Alapohja	-

VÄLISEINÄT JA TULISIJAT

Väliseinät	-
Tulisijat	-

ALIN KERROS

Käyttö	Kokonaan asuintiloina
Maanvastaisia seiniä	On

ILMANVAIHTO

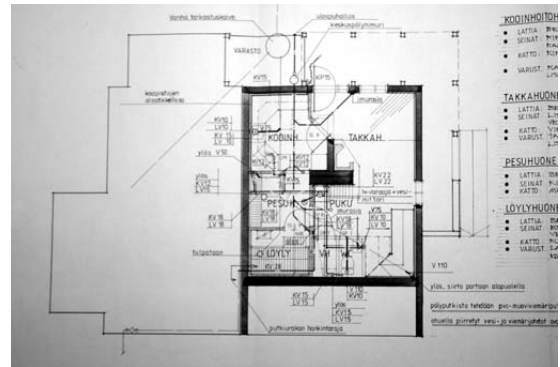
Tyyppi	Rakennuksen katolla on huippuimuri
Säätö	Imuri on päällä useita tunteja päivässä. Ilmeisesti on-off-kytkin olemassa.

SUORITETUT KORJAUKSET

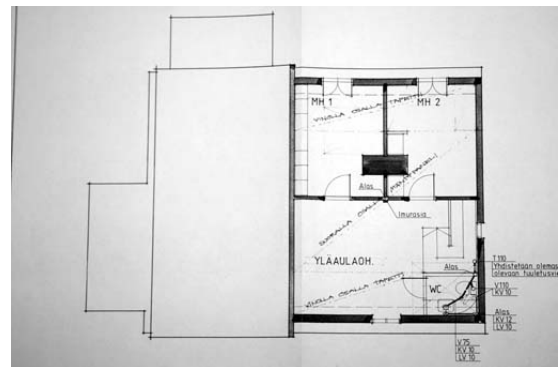
Tietolähteet	-
Korjausmenetelmät	Remontti 1980-luvulla, ei varmuutta onko korjauksia tehty

MAHDOLLISET VUOTOREITIT

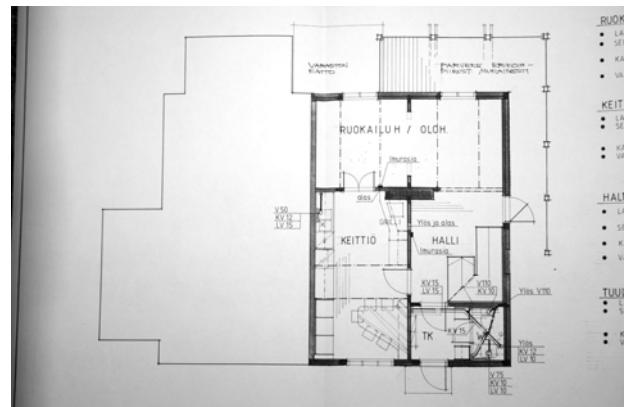
- Maanvastainen seinä
- Sokkelin ja laatan liitos
- Läpiviennit



Kuva 27.1 Pohjakuva, kellari kerros



Kuva 27.2 Pohjakuva, ylin kerros



Kuva 27.3 Pohjakuva, keskimmäinen kerros

SUORITETUT MITTAUKSET

Mittaus ajan.	Mittauspaikka	Radonpitoisuus/ Bq/m ³	Huom.
2.6.2005	Yläkerta (mh2)	330	
	"välikerta" (1.krs)	380	
/2005			
2-3/2006	Takkah. 0.krs	224	
2-3/2006	Oh 1.krs	339	

KORJAUKSEN ONNISTUMINEN

Tämän kohteen radonkorjauksesta ei ole varmuutta. Radonpitoisuudet ovat kuitenkin kohtuullisia talon sijaintiin nähden. On syytä epäillä että 1980-luvulla tehdyssä korjauksessa on huomioitu myös radon. Tästä kohteesta ei ole käytettävissä vertailukelpoisia mittaustuloksia.

**RADONKORJAUKSET PISPALANHARJULLA
ASUKASOPAS**

ALKUSANAT

Tämä korjausopas on koottu osana Tampereen Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden Sanna-Kaisa Raatikaisen ja Katariina Tuholan insinööriyötä, Radonkorjaukset Pispalanharjulla. Opas on luonteeltaan muistilistamainen ja siihen on pyritty kokoamaan asioita, jotka tulee huomioida radonkorjausta suunniteltaessa.

Opas pohjautuu insinööriyöhön ja sen lähdemateriaaliin. Opas on tarkoitettu avustamaan radonkorjausten suunnittelussa erityisesti Pispalanharjun asukkaita, mutta sen tarkoitus on auttaa myös muita radonongelma-alueilla asuvia ihmisiä. Oppaaseen on koottu ydinasioita radonkorjauksista. Varsinaisia korjauksia suunniteltaessa tulee käyttää aiheesta tehtyjä oppaita.

Oppaan loppuosassa on kolme esimerkkikohdetta Pispalanharjulta. Kohteisiin on pyritty valitsemaan alueella hyvin onnistuneita korjauksia, joista saattaa olla apua korjausta suunnitteleville.

Oppaan loppuun on liitetty esimerkkitaulukkoita radonkorjausten dokumentointia helpottamaan.

Insinööriyö julkaistaan Säteilyturvakeskuksen A-sarjassa ja tulee olemaan luettavissa STUKin [www-sivuilla](http://www.stuk.fi).

Tampereella 2006

SISÄLLYSLUETTELO:

1. RADON	4
2. RADONKORJAUSMENETELMÄT	4
3. RADONPITOISUUS	7
4. KORJAUKSEN TAUSTATIEDOT	8
5. KORJAUSTAVAN VALINNASSA HUOMIOITAVAA	9
6. ESIMERKKIKOhteet	10

1. RADON

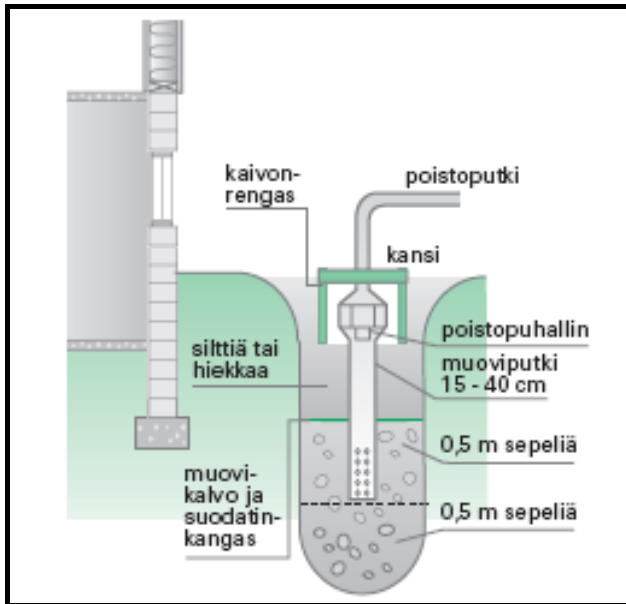
Radon on hajuton, mauton ja näkymätön jalokaasu, jota esiintyy ympäri Suomea. Erityisesti sitä esiintyy huokoisten, hyvin ilmaa läpäisevien maalajien alueella, kuten soraharjuilla. Radonia syntyy maankuoressa jatkuvasti uraanin hajoamistuotteena. Radonin on todettu kasvattavan riskiä sairastua keuhkosityöpään. Muita terveystahaittoja sillä ei ole todettu olevan.

Radioaktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq), joka tarkoittaa yhden atomin hajoamista sekunnissa. Sisäilman radonpitoisuus ilmoitetaan becquereleinä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m^3). Suomalaisten pientalojen suurimpiä radonlähteitä ovat maaperä ja täytesora, joista radon pääsee virtaamaan perustusten kautta asuntoon.

2. RADONKORJAUSMENETELMÄT

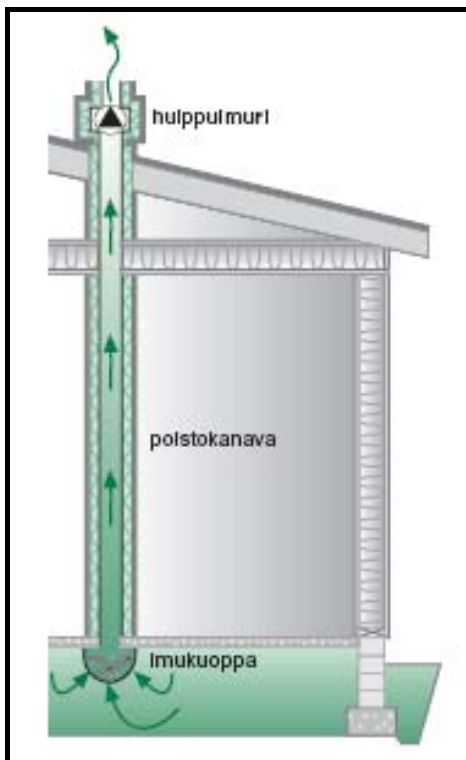
Radonkorjausmenetelmiä on useita ja niinpä ennen varsinaiseen suunnitteluun ryhtymistä kannattaa uhrata hieman aikaa eri vaihtoehtojen tutkimiseen ja vertailemiseen. Juuri oikean korjaustavan löytämisellä kyseiseen kohteeseen on ratkaiseva merkitys korjauksen onnistumisessa. Kaikki korjausmenetelmät on toteutettavissa suhteellisen pienellä budjetilla, joten rahan ei pitäisi olla este onnistuneelle radonkorjaushankkeelle.

Radonkaivo on korjausmenetelmä, jonka avulla imetään ilmaa maaperästä. Se alentaa asunnon radonpitoisuutta kahdella eri tavalla: syntyvä virtaus alentaa asuntoon maaperästä virtaavan ilman radonpitoisuutta ja muodostaa kaivon lähistöllä alipainekentän lattialaatan alle, jolloin radonpitoisen ilman virtaus asuntoon vähenee.

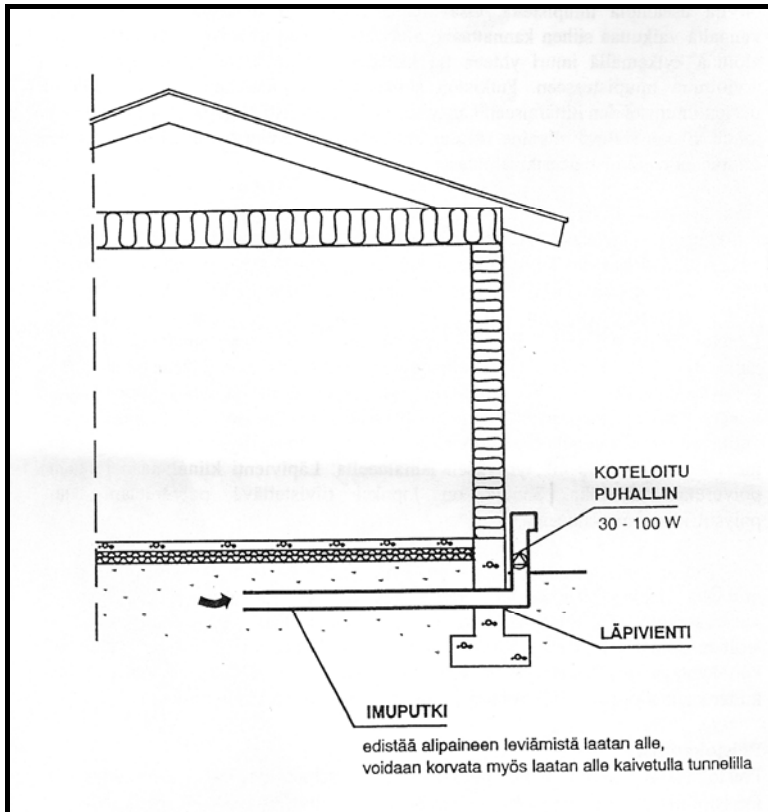


Kuva 1 Periaatekuva radonkaivosta

Radonimuri on korjausmenetelmä, jolla muodostetaan alipaine lattialaatan alle ja vähennetään näin radonpitoisen ilman virtausta asuntoon, parhaassa tapauksessa estetään se kokonaan. Alipaine saadaan aikaan puhaltimella, jolla imetään ilmaa laatan alta yhdestä tai useammasta pisteestä putken tai putkiston avulla.

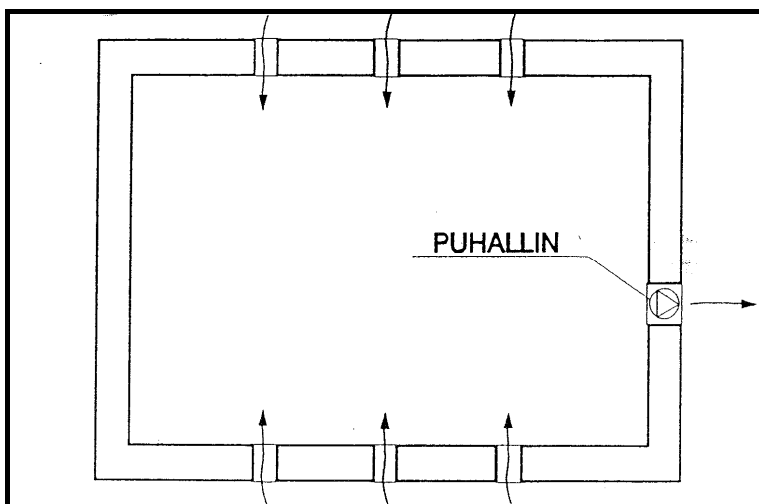


Kuva 2 Periaatekuva radonimurista A



Kuva 3 Periaatekuva radonimurista B

Ryömintätilan tuuletusta tehostamalla pystytään alentamaan sisäilman radonpitoisuutta. Lisäämällä tuuletusaukkoja ja asentamalla puhallin voidaan alentaa ryömintätilan ilman radonpitoisuutta ja näin myös asuntoon virtaavan ilman radonpitoisuutta.



Kuva 4 Periaatekuva ryömintätilan tuuletuksen tehostamisesta

Ilmanvaihtoteknisissä radonkorjauksissa sisäilmanradonpitoisuutta alennetaan joko ilmanvaihtuvuutta lisäämällä, asunnon alipaineisuutta vähentämällä tai näitä molempia hyväksi käyttäen. Myös kellarin erottaminen omaksi ilmanvaihtoyksiköksi on eräs korjausmenetelmä.

Tiivistäminen vähentää radonpitoisen ilman virtausta asuntoon. Vuotovirtaus etsii tiivistetyn sijaan uuden vuotoreitin, joten korjaustoimena tiivistäminen on tehokas vain jos kaikki mahdolliset reitit on saatu järjestelmällisesti tiivistettyä lähes kokonaan.

3. RADONPITOISUUDEN MITTAAMINEN

Asuntosid radonpitoisuuden saat selvitettyä Säteilyturvakeskuksesta tilattavilla mittauspurkeilla. Purkit saat tilattua esimerkiksi internetistä www.stuk.fi. Purkkien mukana tulee kirjalliset ohjeet mittauksen suorittamisesta.

Mittausjakso on tavallisesti kaksi kuukautta, jonka jälkeen purkit postitetaan takaisin Säteilyturvakeskukseen laskentaa varten. Tulokset postitetaan kirjallisesti kotiin.

Otollisin aika mittausten suoritukseen on marras- huhtikuun välisenä aikana. Esimerkiksi Pispalanharjulla tulee kuitenkin huomioida, että harjun etelärinteellä on mitattu korkeita radonpitoisuuksia myös kesäisin. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvolle asetettu yläraja on uudisrakennuskohteissa 200 Bq/m^3 ja muissa kohteissa 400 Bq/m^3 .

Mittaukset tulisi suorittaa asuintiloissa, joissa pääsääntöisesti oleskellaan. Radonpitoisuudet ovat yleensä alemmissa kerroksissa ylempiä kerroksia korkeampia.

Keskenään vertailukelpoisia mittaustuloksia saat toistamalla mittaukset samana vuodenaikana ja sijoittamalla purkit samaan paikkaan kuin edellisessä mittauksessa. Saadut mittaustulokset kannattaa merkitä muistiin, jotta päätelmien teko radonkorjausten vaikutuksista on mahdollista. Hyväksi havaittu tapa on pitää yksinkertaista taulukkoa johon merkitään mittausajankohta, -kerros ja huone missä mittaus on suoritettu sekä mittaustulos.

4. KORJAUKSEN TAUSTATIEDOT

Selvitä asuntosi perustustapa ja alapohja tyyppi

Erityisesti alapohjatyypin vaikutus oleellisesti radonkorjaustoimien valintaan esimerkiksi maanvaraiselle laatalle ja ryömintätilaiselle alapohjalle tehtävät korjaustoimet eroavat toisistaan.

Selvitä mahdolliset radonin vuotoreitit:

Onko läpiviennit huolellisesti tiivistetty?

Sähkö-, vesi- ja viemäriputket yms. alapohjan tai maanvastaisen seinän läpiviennit tulisi olla huolella tiivistetty. Tulisi myös huomioida remontin tms. syyn vuoksi avoimena olevien viemäriinjojen tukkiminen huolella mikäli niihin ei vielä voida asentaa vesikalustetta, sillä ne saattavat olla yksi mahdollinen radonin vuotoreitti. Muita mahdollisia reittejä ovat maalattaiset varastot, joista on yhteys asuntoon.

Onko sokkelin ja alapohjan liitos tiivis?

Monesti maanvaraisen laatan ja sokkelin epätiivis liitos on merkittävä vuotoreitti. Myös laatan ja laatan lävistävien rakenteiden kuten kantavienväliseinien ja takanperustusten liitos tulisi olla tiivis.

Ovatko maanvastaaiset seinät tiiviit?

Mikäli maanvastaaiset seinät, kuten kellarin seinät, ovat ilmaa hyvin läpäisevää ainetta, kuten kevytsoraharkkoa tai säästöbetonia, voivat ne olla merkittäviä radonin vuotoreittejä. Kannattaa ottaa selvää onko niitä mahdollista tiivistää. Myös lattialaatan halkeamat voivat olla radonin vuotoreittejä.

Onko asuntoon tulevan korvausilman määrä riittävä?

Liiallinen alipaineisuus lisää radonin virtausta maaperästä asuntoon vuotoreittien kautta. Usein koneellisen poistoilmanvaihdon yhteydessä asuntoon tulevan korvausilman määrä ei ole riittävä.

Myös koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on saatettu säätää liian alipaineiseksi. Kosteusteknisistä syistä asunnon on kuitenkin aina oltava jonkin verran alipaineinen!

Dokumentoi radonkorjauksen eri vaiheet

Tehdyistä radonkorjaustoimista ja niiden vaiheista kannattaa kerätä aineistoa ja valokuvia talteen, jolloin jälkikäteen korjauksen arviointi ja mahdolliset tehostustoimenpiteet on helpompi toteuttaa. Erityisesti kannattaa kiinnittää huomiota esimerkiksi imureiden sijaintiin, niiden teknisiin tietoihin ja putkiston tms. sijaintiin.

5. KORJAUSTAVAN VALINNASSA HUOMIOITAVAA

Onko rakentamisen tai kellarin lattiavalun yhteydessä laatan alle asennettu radonputkisto, jonka voisi aktivoida puhaltimella?

Onko kellaritilat mahdollista erottaa omaksi ilmanvaihto-osastokseen ja estää radonpitoisen ilman siirtyminen varsinaisiin asuintiloihin?

Onko ryömintätilan ilman vaihtuvuutta mahdollista tehostaa esimerkiksi puhaltimella ja uusilla ilmanvaihtoritilöillä?

Halutaanko korjauksella alentaa samanaikaisesti useamman asunnon radonpitoisuutta ja onko kohteeseen mahdollista rakentaa radonkaivo, tällöin on huomioitava myös kaivon vaikutusalue?

Onko laatan alle mahdollista kaivaa reitti putkelle tai putkistolle?

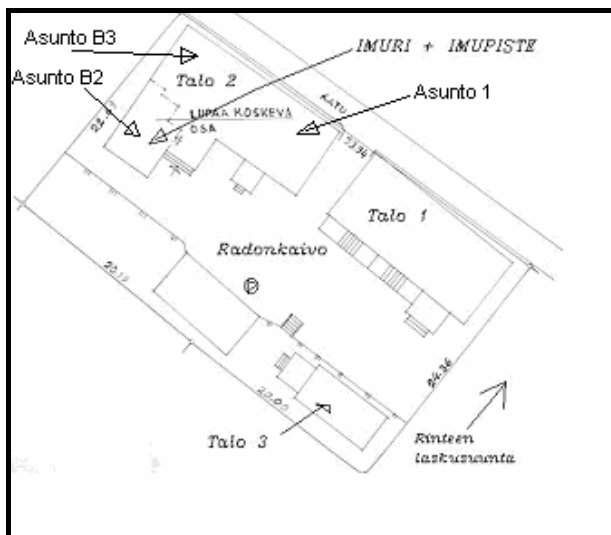
Onko kohteeseen tulossa putkistoremontti, jonka seurauksena maanvarainen laatta joudutaan piikkaamaan auki. Tällaisten remonttien yhteydessä radonputkiston asentaminen on järkevää.

6. ESIMERKKIKOhteet

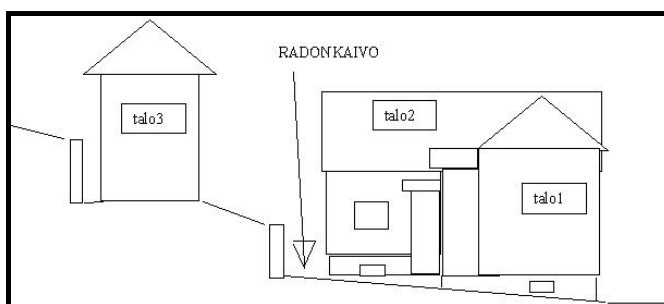
Esimerkki kohteiksi valittiin kolme kohdetta, jotka edustavat kahta tehokkainta radonkorjausmenetelmää; radonkaivoa ja radonimuria. Radonimurikohteita on kaksi, toinen on imurin ja putkiston yhdistelmä ja toinen imurin ja imupisteiden yhdistelmä. Kohteissa on varsin yksinkertaisilla konsteilla päästy todella hyviin tuloksiin.

KOHDE 17

Kohteessa 17 on taloyhtiön pihaan rakennettu radonkaivo, lisäksi kohteessa on asuntokohtaisia radonimureita, joiden todettiin heikentävän radonkaivon vaikutusta.



Kuva 5 Asemapiirros taloyhtiöstä



Kuva 6 Rinteen profiili

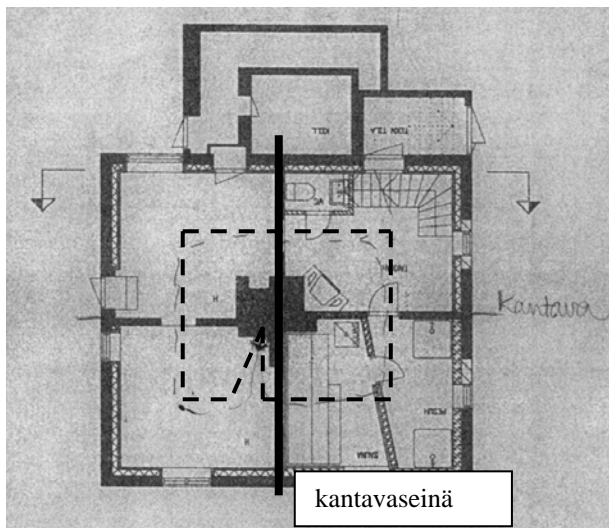
Talossa 2 asunnossa B 2 radonimurilla radonpitoisuutta on pystytty laskemaan tasolle

1500-500 Bq/m³, lähtötaso on ollut n. 12 000 Bq/m³. Kaivon aktivoinnin jälkeen radonpitoisuus laski edelleen tasolle 100 Bq/m³. Tämän jälkeen erillinen radonimuri kytkettiin pois päältä, jolloin radonpitoisuus laski entisestään jopa 50 Bq/m³ tasolle.

Talo 3 sijaitsee huomattavan ylhäällä kaivoon nähden, eikä kaivolla ollut tämän lyhyen mittauksen perusteella suurta vaikutusta sen radonpitoisuuksiin. Tasolta 8000 Bq/m³ on päästy tasolle 4000 Bq/m³.

KOHDE 8

Kohteessa 8 on kellariremontin yhteydessä asennettu imuputkisto uudelleen valetun betonilaatan alle. Putkisto on aktivoitu hormiin kytketyllä puhaltimella.



Kuva 7 Kellarin pohjapiirustus, putkiston sijainti

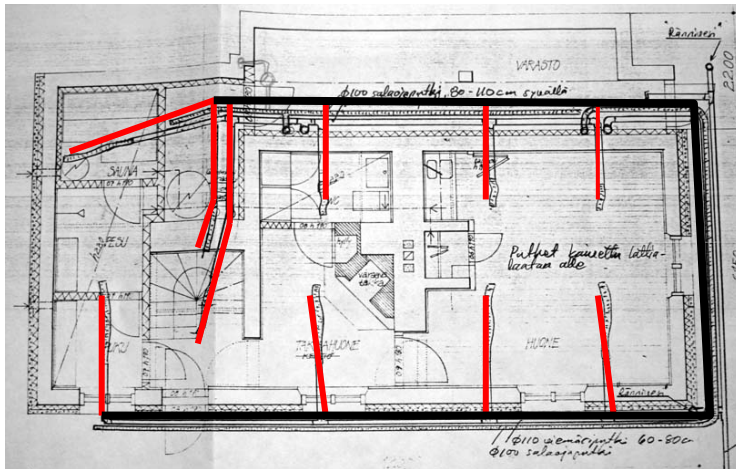
Radonputkiston aktivointi alensi kohteen radonpitoisuudet n. 4500 Bq/m³ n. 2300 Bq/m³.

Kuistin alla olevat maapohjaiset tilat alipaineistettiin poistoilmapuhaltimella, jonka vaikutuksesta radonpitoisuudet alenivat tasolle 200-1000 Bq/m³ (Puhallin ei ole öisin päällä).

Lisäksi näiden tilojen ovia tiivistettiin, jolloin päästiin tasolle 100 Bq/m³.

KOHDE 16

Kohteeseen 16 on rakennettu jälkikäteen monihaarainen imuputkisto laatan alle.



Kuva 9 Pohjakuva, imupisteet ja kokoojaputkisto (imupisteet punaisella, kokoojaputki mustalla)

Imuputkisto on aktivoitu kanavapuhalttimella.

Lähes 2700 Bq/m³ arvoista on päästy alle 300 Bq/m³.

Lisätietoa radonista ja radonkorjausmenetelmistä:

- www.stuk.fi
- Ympäristöministeriön ympäristöopas 4; Pien- ja rivitalojen radontekninen korjaus, Imupistemenetelmä
- STUK A-127; Asuntojen radonkorjauksen menetelmät

