



Hajun piinaamat

■ **Mitä tekisit, jos kotisi hengitysilman äkkiä pilaisi hajuhyökkäys, jolta olisi mahdoton puolustautua? Niin kävi aivan tavalliselle suomalaiselle perheelle.**

Sisko Loikkanen

Suurehkossa suomalaiskaupungissa asuvan **Raimon** perhe sai muutama vuosi sitten uuden rivitalonaapurin, yksikseen elelleen keski-ikäisen miehen. Siitä käynnistyi pitkä piina, joka teki perheen kodista ”kafkamaisen hajuhelvetin”.

Uuden seinänaapurin puolelta alkoi jo muuttoviikolla kantautua voimakasta hajua. Alkuun perhe tulkitsi lemun hieman erikoiseksi tupakan-savuksi, mutta hajupilvet muuttuivat pian oudommaksi cocktailiksi, joka nopeasti pilasi asunnon hengitysilman.

Keskusteluyritykset omiin oloihin sa sulkeutuneen naapurin kanssa eivät tuottaneet tuloksia. Tämä kielsi jopa aggressiiviseen sävyyn koko ongelman olemassaolon.

Perhe päätyi ilmoittamaan tilanteesta kaupungin asumisterveystarkastajalle.

”Sieltä kuitenkin vastattiin, että asiaa ehditään tutkimaan aikaisintaan kolmen kuukauden kuluttua”, Raimo kertoo.

Kohta selvisi, etteivät naapurista tulvahdelleet hajut tyytyneet pelkäämään sisätiloihin.

Myös rivitalokodin sisäpihalla leijui silloin tällöin ”tyrmäävä, kissan-pissamainen” löyhy, joka tarttui jopa loppusyksyn kuolleeseen kasvustoon. Kun pihaovi avattiin, vastenmielinen katku tulvi olohuoneeseen ulkokautta.

Hajut takertuivat tiukasti etenkin

sisustustekstiileihin ja myös vaatteisiin, joiden mukana ne seurasivat perheenjäseniä kouluun ja työpaikalle.

Raimon vaimoa alkoi jossakin vaiheessa askarruttaa löyhähdysten mahdollinen vaarallisuus. Niinpä tämä otti asian puheeksi työterveyslääkäriänsä kanssa.

”Lääkäri kysyi heti, polttaako naapuri tupakkaa vai huumeita.”

Kysymys oli perheelle ahaa-elämys.

”Meille ei ollut tullut huumeiden käyttö tai niiden valmistus mieleenkään. Mutta silloin aloimme miettiä sitäkin vaihtoehtoa.”

Käryjä ja katkuja

Asumisterveystarkastajan pyynnöstä perhe ryhtyi pitämään päiväkirjaa, johon kirjattiin tarkka kuvaus ja ha-

”Lääkäri kysyi heti, polttaako naapuri tupakkaa vai huumeita.”

vainnot kulloisestakin hajuhyökkäyksestä. Hajut olivat siihen mennessä vallanneet liki koko asunnon eteises-tä ja kylpyhuoneesta makuuhuoneisiin asti.

Kun hajuntulo vain jatkui, tarkastaja saapui paikalle itsekin. Sen jälkeen käynnistyivät tämän ja taloyhtiön

hallituksen pitkäaikaiset selvitykset – niin pitkäaikaiset, että perhe ehti jo pakenemaan väliaikaiseen evakkoon.

Raimo kuitenkin kävi kokeeksi nukkumassa öitään lähes tyhjiillään olleessa kodissa. Tuolloin hän tajusi, että hajunmuodostus oli voimallisimmillaan juuri yöaikaan.

Samalla hän kiinnitti huomionsa naapurin säännölliseen ”työaika-tilaan”. Iltaisin seinän takaa kuului toistuva äänten ketju: hakkaamista, hurinaa ja ”myllyn pyöritystä”. Samalla lemahdukset pahenivat.

”Kerran panin kellon soittamaan neljältä aamuyöstä testatakseni, millainen tilanne on siihen aikaan. Lemu oli järkyttävä. Koko alakerta oli täynnä imelää, asetonimaista, hiukan sinappiin vivahtavaa käryä”, Raimo muistelee.

Jälkikäteen häntä on kaduttanut, ettei tuolloin kutsunut paikalle poliisia.

”Muutaman kerran olimme kyllä yhteydessä poliisiin, ja kahdesti sieltä meillä käytiinkin. Mutta ratkaisevasti myöhässä, kun hajupilvi oli jo ehtinyt laimentua.”

Se hyöty viranomaisvisiiteistä oli, että poliisien kanssa juttelu avasi taas perheen maailmankuvaa.

”Heille asia tuntui olevan arkipäivää. Tosin he kyllä kehottivat jatkosakin ilmoittamaan kaikesta poikkeavasta, myös oudoista hajuista.”

Seuraavaksi asunnossa käynnistettiin terveystarkastajan vaatimuksesta

» » »

Pinttynytkin haju voidaan jäljittää

Mitkä tahansa hajut tarttuvat asunnon seinäpintoihin, kattoon ja tekstiileihin, kun niitä saapuu riittävän pitkään, sanoo VTT:n tutkija **Helena Järnström**.

”Juuri samalla tavoin kuin tupakanpoltosta syntyvä savu pinttyy asuntoihin.”

Vaikka hajulähde poistettaisiin, nenä haistaa seinästä irtoavat leimahdukset vielä pitkään, sillä aistinelimemme on hajuille hyvin herkkä.

Toisaalta eri yhdisteiden hajukynnykset vaihtelevat paljon, kuten myös ihmisten kyky havaita hajuja.

Hajujen tuntemiseen vaikuttavat lisäksi ilmavirtaukset. Kun ilma virtaa pinttyneen kohdan kautta, se irrottaa hajumolekyylejä ja kuljettaa niitä mukanaan. Ilmavirtausten mukana hajut kulkeutuvat huoneesta toiseen.

Ilmavirtojen kulkuun taas vaikuttavat ilmanvaihto, ilmamäärät, painesuhteet ja rakenteiden tiiviys.

Järnströmin mukaan pinttynytkin haju on mahdollista jäljittää. Sitä voidaan tutkia rakenteesta tu-

levana kemiallisena päästönä esimerkiksi flec-menetelmällä (*field and laboratory emission cell*).

Yksittäisiä materiaalinäytteitä voidaan tutkia laboratoriossa aistinvaraisesti hyödyntämällä emissioammiotekniikkaa. Tällöin 15 hengen hajuraati arvioi hajun hyväksyttävyyttä sisäilman laadun kannalta.

Jos hajun lähde on muualla kuin omassa asunnossa, sen osoittaminen vaatii melkoista salapoliisityötä.

”Sellaisen hajulähteen jäljitys kannattaa aloittaa ilmavirtoja tutkimalla. Siten päästään parhaiten kiinni siihen, mistä haju tulee”, Järnström neuvo.

Raimon ongelma oli tosin kinkkinen muutenkin kuin siitä syystä, että hajun lähde ei sijainnut perheen kotona.

Kun esimerkiksi tupakansavun nikotiinille on määritetty sallittu enimmäispitoisuus huoneilmassa, useimmille muille aineille – joista Raimon asunnossakin oli kyse – tällaisia määryksiä ei ole laadittu.

”Siksikin tällaiset hajutapaukset ovat hankalia.”



tiivistytyöt. Niiden aikana naapurin puoleisissa seinärakenteissa havaittiin suuria puutteita, suorastaan reikiä.

Kun reiät oli tukittu, naapurin suunnasta leijaillut kukkaismainen haju katosi. Sen sijaan asuntoon tuli yhä poltetun muovin käryä ja makeaa, sinappimaista löyhkää. Joskus sinne tulvahti kuin höyrypilvenä voimakas, happamen oloinen omenahumainen lemahdus.

Jotkin Raimon ”kemiallisiksi” kuvailemat hajut muistuttivat lääkeaineen ja pesuaineen yhdistelmää.

Kerran perheen kotona poikkesi kemian ammattilainen, aistinvaraisesta arvioinnista väitellyt tohtoritutkija. Kemisti piti hajuja hankalana tulkita. Hänen mukaansa kyseessä saattoi olla ksyleeni tai muu liuotin,

jonka päällä oli iso kirjo orgaanisia yhdisteitä.

Lopulta ongelmaa selvittämään palkattiin insinööritoimisto. Asunnosta tehtiin VOC-analyysi ja mikrobi tutkimus. Kosteusvauriota ei todettu. Mahdollisia hajulähteitä etsittiin,

jalkalistoja irrotettiin, lattioista otettiin näytteitä, ja kaksi seinää avattiin. Mitään erityistä ei löytynyt.

”Kaikki analyysit ja tutkimukset tehtiin kuitenkin vain meillä. Naapu-

rin asunnossa ei käyty”, Raimo huomauttaa.

Insinööritoimiston raportissa todettiin silti selvä hajuhaitta ja epäily siitä, että jossakin lähistöllä käytettiin voimakkaita liuottimia.

Terveystarkastaja velvoitti taloyhtiön korjaaviin toimiin. Asunto ja erottava väliseinä tiivistettiin niin kuin siihen olisi tehty vesieristys, ja Raimon kotiin asennettiin joukko ilmanvaihtoventtiileitä.

Hajut alkoivat pian lieventyä.

Iso kirjo löydöksiä

Sattuman kautta tieto asunnon hajuongelmista kantautui Helsingin yliopiston kemian laitoksen analyttisen kemian professorin **Marja-Liisa Riekkolan** korviin.

Riekkola on mukana professori **Markku Kulmalan** ilmakehän kemian ja fysiikkaa tutkivassa ryhmässä ja kehittää uudenlaisia näytteenotto- ja tutkimusmenetelmiä nimenomaan ilmassa olevien orgaanisten yhdisteiden tutkimiseen.

Yksi uutuuksista on kiinteäfaasimikrouuttoa hyödyntävä SPME Arrow -näytteenotin, jonka avulla periaatteessa kuka tahansa voi ottaa ilmanäytteen. Ottimesta näyte siirretään suoraan analysoitavaksi kaasukromatografi-massaspektrometriin.

Riekkola päätti kokeilla näytteenotimen soveltuvuutta Raimon tapaukseen. Perheen kotoa napattiin ilmanäyte, jonka analysointi paljasti kiinnostavia asioita.

Huoneilmassa oli koko joukko liuottimia, bentseeniä, etylibentseeniä, o-ksyleeniä ja toluenea. Lisäksi näytteestä löytyi varmasti oksiimijohdannainen, bentsaldehydi- ja heksanolijohdannainen sekä dekanaali. Hieman epävarmempi tulos saatiin useista muista aineista.

Asuntoon tulvi poltetun muovin käryä, makeaa, sinappimaista löyhkää ja hapanta, omenahumaista lemua.

Analyysin tulokset esiteltiin orgaanisen syntetiikan asiantuntijalle, Aalto-yliopiston kemian laitoksen professorille **Ari Koskiselle**. Mitä hän

» » » Sivulle 11.

Uudet tekniikat mullistavat ilmanäytteiden tutkimuksen

Helsingin yliopiston professorin **Marja-Liisa Riekkolan** tutkimusryhmä kehittää entistä tehokkaampia menetelmiä aerosolihiukkasten ja ilmanäytteiden tutkimiseen.

Viime aikoina ryhmä on keskittynyt ilman kaasumaisiin yhdisteisiin ja käyttänyt työssään miniatyrisoituja tekniikoita ja kannettavia analyysilaitteita.

”Tutkimme näytteen keräystä, esikäsittelyä sekä näytteen analyysiä ja datan käsittelyä”, **Marja-Liisa Riekkola** kertoo.

Ilmanäytteet tutkitaan yleensä kaasukromatografi-massaspektrometri eli GC-MS-laitteistojen avulla. Laitteistot ovat jo varsin herkkiä ja kehittyneitä, joten uusia ratkaisuja etsitään nyt etenkin näytteenottoon.

Työn päämääränä on, että näytteen voi ottaa kuka tahansa, näytteen keräysaika on lyhyt ja sen esikäsittely minimoitu, ja analyysi voidaan tehdä jopa välittömästi näytteenottopaikalla.

”Kyse on aivan uudesta ajatteluvasta kankeahkon nykykäytännön rinnalla”, Riekkola kuvailee.

Tätä nykyä sisäilmanäytteet tutkitaan akkreditoituissa laboratorioissa,



Helsingin yliopiston tutkijoiden näytteenottimia. Vasemmalta perinteinen SPME, neulaloukkumikrouutto, ITEX ja SPME Arrow. Otinten kokoa voi verrata oikealla olevaan kuulakärkikynään.

Tavoitteena on, että ilmanäytteen voi ottaa kuka tahansa.

ja näytteitä saa ottaa vain koulutettu näytteenottaja. Tämä vetää ilmaa metalliputkeen pumpulla niin, että ilmassa olevat yhdisteet tarttuvat putkessa olevan pakkausaineen pintaan.

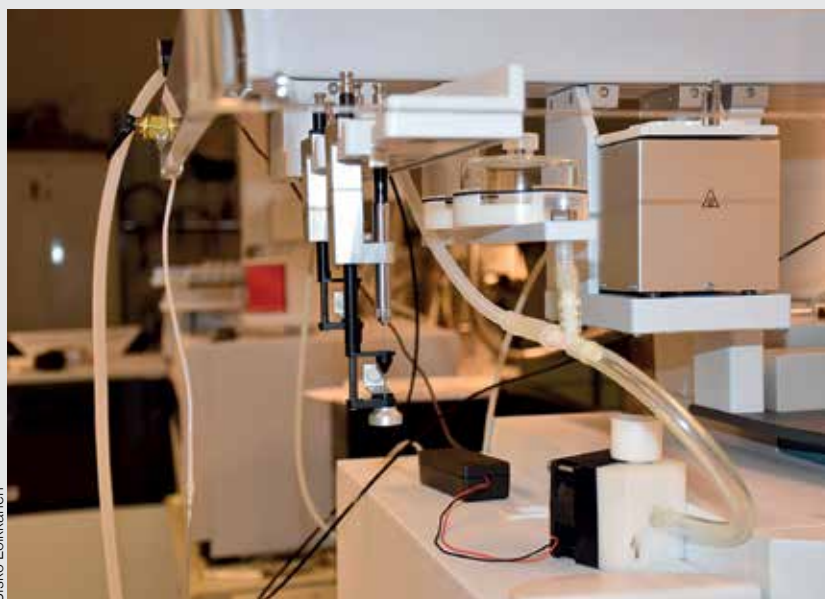
Sitten putki kuljetetaan laboratorioon ja kuumennetaan nopeasti. Kun sen läpi johdetaan heliumia tai muuta inerttiä kaasua, höyrystyneet yhdisteet kulkeutuvat GC-MS-laitteeseen analysoitaviksi.

”Menetelmä on melko raskas ja aikaa vievä. Jos putkia säilytetään pidempään ennen analyysiä, tutkittavat yhdisteet saattavat haihtua ilmaan, reagoida ristiin tai hapettua. Analysointilaitteisto on myös kooltaan suuri”, dosentti **Jevgeni Parshintsev** listaa käytännön haittapuolia.

Monipuolinen mikrouutto

Riekkolan ryhmän tutkimat uudet menetelmät perustuvat mikrouutto-systeemeihin, joissa näytteen keräys

Jatkuu seuraavalla sivulla.



Näytteet analysoidaan laboratorion kaasukromatografi-massaspektrometrillä.

ja esikäsitteily yhdistetään.

Mikrouuttosysteemit soveltuvat minkä tahansa ilmanäytteen ja myös nestenäytteen analysointiin. Näytteenottimesta näyte siirtyy suoraan kaasukromatografiin, mikä on iso etu.

Tekniikan sovelluskohteita on paljon.

”Ilmastonmuutostutkimuksessa puut, kasvit, maaperä, sienet ja niiden emissiot, ulko- ja sisäilma, hengitys-ilma, materiaalien emissiot ja vaikkapa sairauksien seuranta hengityksessä”, Riekkola luettelee.

”Olemme soveltaneet menetelmiä myös elintarvike- ja jätevesinäytteisiin.”

Kiinteäfaasimikrouuton eli SPME:n esitteli 1990-luvulla kanadalainen professori **Janusz Pawliszyn** työryhmineen. Liuottimetön menetelmä säästää sekä ympäristöä että aikaa.

Alkuperäinen SPME on tasapainomenetelmä. Siinä metallisen neulan sisällä on erittäin ohut piikuitu, joka on päällystetty adsorboivalla aineella. Kun hauras kuitu paljastetaan putkesta, kaasumaiset aineet vuorovaikuttavat kuidun pintamateriaalin kanssa ja jäävät siihen kiinni.

”Tasapainosta riippuu, miten yhdisteitä kiinnittyy kuidun pinnalle ja irtoaa siitä. Hankaluutena on tietää, milloin tasapaino on saavutettu. Siihen kuluu aikaa 40 minuutista kahteen tuntiin”, Jevgeni Parshintsev selvittää.

SPME:n uudempi versio neulaloukkumikrouutto puolestaan toimii *trap all* -periaatteella, eli se kerää kaikki aineet.

Neulaloukun avulla on tutkittu ha-

vupuiden monoterpeeniemissioita ja maaperästä irtoavia yhdisteitä Helsingin yliopiston Hyytiälän tutkimus-asemalla. Analyysi tehtiin kannettavalla GC-MS-laitteella paikan päällä. Kun näyte injektoidaan laitteeseen, tulos saadaan kolmessa minuutissa.

”Kannettavaan laitteeseen rakennettiin täällä Kumpulän kampuksella automaattinen näytteenkerääjä, johon liitettiin kauko-ohjaus. Niin Hyytiälässä mitatut tulokset tulivat suoraan Kumpulään”, Marja-Liisa Riekkola kertoo.

Arrow-tekniikasta on julkaistu vasta kolme tieteellistä artikkelia, joista kaksi on Riekkolan ryhmästä.

Viisitoista kiloa painavaa kannettavaa GC-MS-laitetta voi helposti kuljettella maastossa mukanaan kuin matkalaukkaa konsanaan.

Lupaava uutuus

Neulaloukun näytteenottokapasiteetti ei kuitenkaan ole aina riittävä. Lisäksi haihtuvat yhdisteet saattavat pitkänä keräysaikana haihtua pois.

Ryhmää kiinnostavatkin eniten pienessä putkessa tapahtuva uutto eli ITEX (*in-tube extraction*) ja erityisesti uusi, lupaava SPME Arrow -menetelmä.

Uuttosysteemeihin voidaan pakata adsorboivaa ainetta selvästi enemmän kuin perinteisessä SPME:ssä. Tämän ansiosta myös näytettä saadaan kerätyksi enemmän, jolloin analyysin herkkyys kasvaa.

ITEX-menetelmässä pakkausmateriaalin suuresta määrästä on myös haittaa. Koska desorptio eli aineiden irtoaminen kaasukromatografiassa ei ole tarpeeksi nopeaa, mukaan tarvitaan erillinen lämmitysyksikkö. ITEX ei siksi sovi sellaisenaan käytettäväksi kannettavan laitteen kanssa.

Sen sijaan Arrow-systeemissä ei tarvita lämmitysyksikköä, vaikka siinä on adsorbenttimateriaalia perinteiseen SPME:hen verrattuna kymmenkertainen määrä.

Adsorptioaine tai -aineet valitaan

tilanteen mukaan. Riekkolan ryhmä syntetisoi itsekin uusia adsorbentteja, joita voidaan käyttää myös selektiivisesti tietyille yhdisteille.

Arrow-tekniikka on niin tuore, että siitä on julkaistu vasta kolme tieteellistä artikkelia. Kaksi niistä on Riekkolan ryhmän tutkijoiden kirjoittamia. Kolmas, PAH-yhdisteitä käsittelevä artikkeli on peräisin Saksasta.

Riekkolan mukaan Arrow sopii varsinkin nopeaan seulontaan silloin, kun ilmassa epäillään olevan joitakin siihen kuulumattomia yhdisteitä. Hajuhyökkäyksen kohteeksi joutuneen Raimon asunnosta ilmanäyte otettiin juuri Arrow-tekniikalla.

”Arrow-tekniikka on niin yksinkertainen, että sen kanssa mikään ei voi mennä pieleen”, Parshintsev kehuu.

”Putkesta työnnetään esille neula, jonka päällä adsorptioaine on. Ilman sisältämät yhdisteet tarttuvat siihen passiivisesti. Arrowilla huoneilmanäytteen voi ottaa kouluttamatonkin henkilö, ja esimerkiksi sotilas voi ottaa sillä näytteen maastossa, kun tarkoituksena on kemiallisen aseiden käytön osoittaminen.”

Marja-Liisa Riekkola kiittää myös mikrouuttotekniikoiden keveyttä.

”Kevyet laitteet voidaan sijoittaa mihin vain, vaikkapa pienoishelikoptereihin. Niiden avulla näytteet saa kerättyä vaikeistakin paikoista”, professori kuvailee.

”Automatiikka ja etäohjaus mahdollistavat sen, että laite toimii ilman ihmistä, ottaa itse näytteet ja lähettää tulokset kauaskin.”



Sisko Loikkanen

Kannettavan GC-MS-laitteen voi ottaa mukaansa maastoon.



►►► Sivulta 8...

voi tuloksista päätellä?

”Analyysi pitää sisällään niin paljon erilaisia aineita, että minkään varman sanominen on vaikeaa”, Koskinen toteaa.

”Liuottimista voi sanoa sen, ettei ole mahdotonta, että niitä on käytetty esimerkiksi huumeiden valmistukseen. Mutta samoja liuottimia voidaan käyttää muihinkin tarkoituksiin.”

Samoilla linjoilla Koskisen kanssa on keskusrikospoliisin rikosteknisen laboratorion johtaja **Erkki Sippola**.

Sippolan mukaan ilmanäytteistä voidaan jossain määrin tehdä johtopäätöksiä huumeiden valmistuksesta. Ainakin joissakin tapauksissa pystytään ehkä määrittelemään sekin, milaista nimenomaista ainetta on valmistettu.

Synteettiset huumeet ovat emäksisiä, öljymäisiä orgaanisia aineita, jollainen on esimerkiksi amfetamiiniöljy. Kun öljystä tehdään suola, sulfaatti tai kloridi, se kiteytyy.

”Öljy muodosta voi valmistuksen aikana haihtua ilmaan itse huume-molekyylijäkin, mutta tämä riippuu molekyylistä, sen höyrynpaineesta ja kiehumispisteestä. Suolamuoto on vesiliukoinen”, Sippola kuvailee.

Laboratorionjohtaja muistuttaa, että tällaiset tuotteet voivat olla todella epäpuhtaita ja sisältää erilaisia sivutuotteita.

”Tästäkin syystä ne saattavat olla erittäin vaarallisia”, hän huomauttaa.

”Valmistukseen käytetään erilaisia teollisuuskemikaaleja, eikä huumeannoksen ostaja yhtään tiedä, mitä ostaa.”

Raimon asunnon ilmanäytteestä

löytyneet liuottimet saattavat hänen mukaansa viitata myös bensiiniin.

”Sitäkin voidaan käyttää huumeiden mutta myös räjähdysaineiden valmistuksessa”, Sippola kertoo.

”Hämärää puuhastelua”

Oliko Raimon perheen naapuriksi sattunut tyly mies siis huumehtailija?

Vedenpitävää todistusta siitä ei koskaan saatu.

Asian eksaktiin osoittamiseen olisi tarvittu näyte, joka olisi otettu yöaikaan, jolloin hajuja esiintyi vahvimmin. Lisäksi näyte olisi pitänyt mieluiten ottaa puolta vuotta aiemmin eli ennen väliseinän tiivistystä, jolloin mystisiä hajuja tuli naapurista vielä runsaasti.

Analyysien tulosten perusteella Raimo itse uskoo hajujen olleen peräisin vähintäänkin hämärästä puuhastelusta.

”Miksi naapuri muuten olisi hoitanut pahimmat lemmut tuottaneet hommansa yöllä, kun kaikki muut ihmiset nukkuvat.”

Raimon tulkinnan mukaan naapurin prosesseihinsa käyttämät laitteet sijaitsivat tuuletusikkunan äärellä, josta erilaiset ”tuotannon äänetkin” kuuluivat. Avonaisen ikkunan luona askarointi selittäisi myös sisäpihalle levinneen löyhkän.

Tilanne laukesi vihdoon siihen, että seinänaapuri muutti talosta pois. Samalla hajujen muodostuminen päättyi kuin seinään.

Perheelle asia oli valtava helpotus. Lopen uupunut Raimo oli jo ehtinyt palkata juristin setvimään päättämättömältä tuntunutta vyyhteä.

”Juristi olisi tosin pitänyt hankkia heti alussa. Sen olisin tehnytkin, jos olisin tiennyt, kuinka äärettömän hankalaa hajujen todentaminen on. Asunto-osakeyhtiölaki kuitenkin sanoo, että asunnosta toiseen ei saa kantautua hajuja.”

Vuosia jatkunut kärytys oli saanut aikaan sen, että perheen koti vaati otsonikäsittelyn ennen kuin seiniin ja muihin pintoihin pinttyneet hajut saatiin lopullisesti hälvenemään.

Raimon nimi on muutettu. □