

Tutkimusraportti

Niittyvilla, Rakennetekninen kuntotutkimus

Projekti 310574, (jatkoa projektille 310066)



24.04.2018

21.08.2018 Revisio A: Lisätty alapohjan VOC tutkimukset kappaleeseen 5

SISÄLTÖ

1.	Tutkimuksen kohde ja lähtötiedot.....	3
1.1.	Yleistiedot.....	3
1.2.	Lähtötilanne ja tehtävä.....	3
1.3.	Tutkimuksen sisältö, rajaus ja luotettavuus.....	4
2.	Tutkimustulokset.....	5
2.1.	Sisäilmaolosuhteet tutkimushetkillä.....	5
2.2.	Ilmanvaihto ja paine-eromittaukset.....	5
2.3.	Rakennuksen vierustat.....	7
3.	Rakenteet.....	9
3.1.	Alapohja.....	9
3.2.	Ulkoseinät.....	11
3.3.	Yläpohja ja vesikatto.....	17
4.	Yhteenveto.....	19
5.	Jatkotutkimukset.....	21
5.1.	Lähtötilanne ja tehtävä.....	21
5.2.	Alapohjan VOC-tutkimus.....	21

LIITTEET

1. Tutkimuskartat
2. Mikrobianalyysit materiaalinäytteistä
3. VOC-analyysi

1. TUTKIMUKSEN KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT

1.1. Yleistiedot

Työn tilaaja: Ranuan kunta, Tekninen toimi
Risto Niemelä, osastopäällikkö
puh. 040 704 9623
risto.niemela@ranua.fi

Kohde: Niittyvillan palveluasunto
Koivutie 16D
97700, Ranua

Tutkimuskohteena on Niittyvillan palveluasunto. Rakennus on 1-kerroksinen ja sen bruttoala on noin 384 m². Rakennuksessa on valesokkeli ja kantavana runkona on puurankarunko. Julkisivu on tiiliverhoiltu ja harjakaton vesikatteena on peltikate.

1.2. Lähtötilanne ja tehtävä

Lähtötietomateriaalina käytettävissä oli seuraavat asiakirjat:

- Pohjapiirustus

Tehtävänä oli suorittaa rakennetekninen kuntotutkimus, jossa selvitetään rakennuksen tämänhetkinen kunto ja korjaustarpeet. Kenttätutkimukset kohteessa suoritettiin maaliskuussa 2018. Kenttätutkimukset kohteessa suorittivat DI Ilkka Pieskä sekä insinööri (AMK) Jarkko Huotari WSP Finland Oy:stä.

1.3. Tutkimuksen sisältö, rajaus ja luotettavuus

Tutkimusten yhteydessä tarkastettiin rakennuksen kaikki tilat aistinvaraisesti. Lisäksi tehtiin näytteenottoja, rakenneavauksia ja mittauksia seuraavasti:

- Pintakosteusmittaukset:
 - Alapohjarakenne mitattiin kauttaaltaan.Pintakosteusmittaukset suoritettiin Hygrotest LG 1 -mittauslaitteella.
- Rakenteisiin tehtiin rakenneavauksia yhteensä 5 kpl, avauskohdat jakautuivat seuraavasti:
 - Alapohjarakenteisiin 1 kpl
 - Ulkoseinärakenteisiin 4 kpl
- Rakenneavauskohdilta otettiin näytteitä mikrobianalyysiin. Mikrobinäytteitä otettiin yhteensä 5 kpl.
- Ulkovaipan tiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti rakenneavauskohdilta.
- Hetkellistä sisäilman suhteellista kosteutta mitattiin satunnaisotannalla.
- Ilmanvaihtojärjestelmä tarkastettiin aistinvaraisesti.
- Rakennuksen sisäilman paine-eroa ulkoilmaan nähden mitattiin otantana eri puolilta rakennusta.

Materiaalinäytteet mikrobianalyysiin tutkittiin suoraviljelymenetelmällä käyttäen kolmea kasvatusalustaa (THG, DG-18 ja Mallasuuteagar). Mikrobinäytteiden tulosten tulkinnassa on käytetty seuraavia julkaisuja: Asumisterveysasetus 545/2015, Valviran ohje 8/2016.

Materiaalinäytteiden tuloksista voidaan saada viitteitä rakennuksessa olevasta kosteusvauriosta. Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Yksittäisten kosteusvaurioindikaattoreiden esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Rakenteiden toimintaa on tarkasteltu laboratoriotutkimusten sekä kenttätutkimusten yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella.

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta puutteina voidaan mainita seuraavat asiat:

- Rakenneavaukset, näytteenotto ja kosteusmittaukset rakenteista tehtiin pistemäisenä otantana, mikä aiheuttaa epätarkkuutta tuloksiin
- Kosteusmittauslaitteiden mittaepätarkkuus on $\pm 1,5 \dots 2 \%$ (RH). Mittausmenetelmät voivat aiheuttaa noin $\pm 1 \dots 3 \%$ (RH) epätarkkuuden tuloksiin. Kosteusmittauksen kokonaismittausepätarkkuus on noin $\pm 5 \%$ (RH).
- Paine-erojen ja sisäilman suhteellisen kosteuden mittaukset tehtiin hetkellisenä mittauksena. Mittauksen tulokset vaihtelevat jonkin verran ulkoilman olosuhteiden mukaan. Mittaustulokset edustavat mittaushetken tasoa.

Tutkimus sisältää tulosten tulkinnan ja johtopäätökset sekä toimenpide-ehdotukset tutkimusten perusteella. Rakennus päästiin tutkimaan lähes esteettä kauttaaltaan. Rakenteiden toteutustavasta sekä tämänhetkisestä kunnosta saatiin varsin hyvä käsitys.

2. TUTKIMUSTULOKSET

2.1. Sisäilmaolosuhteet tutkimushetkillä

Sisäilman suhteellinen kosteus (RH%) sekä lämpötila °C mitattiin hetkellisesti satunnaisista tiloista. Mittaustulokset on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 1. Ilmankosteus ja lämpötilat.

SISÄ- JA ULKOILMA	[RH%]	[°C]
Ulkoilmaolosuhteet 14.03.2018	74	-8
Päätyhuoneisto/asunto	16,0	20,8
Varasto	14,5	20,2
Taukotila 13	12,6	23,0
Ruokasali 08	11,8	23,0
Lepuhuone 07	11,8	22,0
Työhuone 22	10,2	22,1

Mittausten perusteella rakennuksen sisäilman lämpötila on pääosin hieman suositeltua suurempi. Taukotilassa ja ruokasalissa lämpötila on kaksi astetta liian korkea. Sisäilman suhteellinen kosteus on kaikkien tilojen osalta suositeltua matalampi, mikä on tutkimushetken olosuhteet huomioon ottaen tyyppillistä.

Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaan päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa, vanhainkodeissa, palvelutaloissa ja vastaavissa tiloissa sisäilman lämpötilojen toimenpiderajat ovat +20...+26 °C, lämpötila tulisi olla keskimäärin n. 21 °C. Sisäilman suhteellisen kosteuden tavoiteltava taso lämmityskaudella on 30-40 RH% (Valvira 2016).

Toimenpide-ehdotukset

- Ei toimenpide-ehdotuksia

2.2. Ilmanvaihto ja paine-eromittaukset

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Kiinteistöhuollolta saadun tiedon mukaan ilmanvaihtolaitteiston suodattimet vaihdetaan joka vuosi. Edellinen suodattimien vaihto on suoritettu lokakuussa 2017. Ilmanvaihtokanavat tarkastettiin aistinvaraisesti satunnaisotannalla ympäri rakennusta. Ilmanvaihtokanavat sekä päätelaitteet ovat havaintojen mukaan puhtaat.



Kuva 1. Tuloilmakanavassa itikoita.



Kuva 2. Pääosin tuloilmakanavat ovat puhtaat.



Kuva 3. IV-kanavan päätelaitteet ovat puhtaat.



Kuva 4. IV-kanavan venttiilit ovat puhtaat.

IV-kanaviston pölyn määrä voidaan pistokokeiden perusteella arvioida olevan noin $0,1 \text{ g/m}^2$.

Taulukko 2, IV-kanavan pölyisyyden määrittäminen

PUHTAUSLUOKKA	KUVAUS
Puhdas, puhdistettu	Kanava on täysin puhdas
$0,2 \text{ g/m}^2$	Kanavassa on havaittavissa ohut kalvo pölyä, pöly on levinnyt tasaisesti kanavaan.
$0,4 \text{ g/m}^2$	Pöly erottuu kanavasta. Sormella pyyhkäistäessä sormeen jää pölyä.
$0,7 \text{ g/m}^2$	Pöly erottuu seinämiltä ja pölyraja on havaittavissa reunoilla kello 3 ja 9 välisellä alueella
$1,0 \text{ g/m}^2$	Pölyraja erottuu selkeästi. Kanavan pintaa pyyhkäistäessä sormella (10 cm) voidaan havaita pölyn kasaantuvan.
$1,3 \text{ g/m}^2$	Pölyraja on terävä. Pöly kasaantuu selvästi sormella pyyhkäistäessä.

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa arvioitiin aistinvaraisesti sekä mittauksilla rakennuksen tiloista. Mittaustulokset on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 3. Paine-erot.

Tila	Paine-ero [Pa]
Asunto	-3
Varasto 17	-2
Työpaja 11	-2
Ruokasali 08	-6...-8
Lepuhuone 07	-2
Työhuone 22	-4

Rakennuksen tilojen sisäilmanpaine ulkoilmaan nähden on pääosin hyvällä tasolla. Ainoa selkeästi liian alipainen tila on ruokasali. Suositeltu ulko- ja sisäilman välinen paine-ero on 0...-2 Pascalia. Liian suuri paine-ero lisää rakenteiden epätiiveyskohtien kautta vuotavan korvausilman riskiä. Ilmavuotojen mukana rakenteista tai maaperästä voi päästä epäpuhtauksien sisäilmaan.

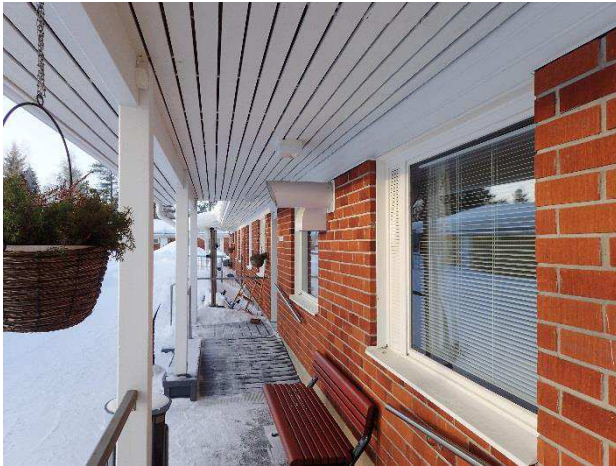
Ilmanvaihtokanavat sekä päätelaitteet ovat havaintojen mukaan puhtaat.

Toimenpide-ehdotukset

- Ilmanvaihtolaitteiston säätö siten, että myös ruokasalin osalta päästään 0...-2 Pa alipaineeseen.

2.3. Rakennuksen vierustat

Tutkimushetkellä vallinneen lumitilanteen vuoksi rakennuksen vierustojen tarkastaminen oli haastavaa, eikä maanpinnan kallistuksia voitu tarkasti määrittää. Pihan kallistukset ovat loivat, mutta kuitenkin pois päin rakennuksesta. Kattosadevedet on ohjattu rännikouruilla sekä syöksyputkilla sadevesikaivoihin. Salaojituksen tarkastuskaivoja ei havaittu, eikä niiden olemassaolosta saatu varmuutta.



Kuva 5. Kuva rakennuksen etusivulta. Piha-alueen kallistus on loiva.



Kuva 6. Kuva rakennuksen takasivulta. Maanpinta on korkeammalla etupihaan verrattuna.



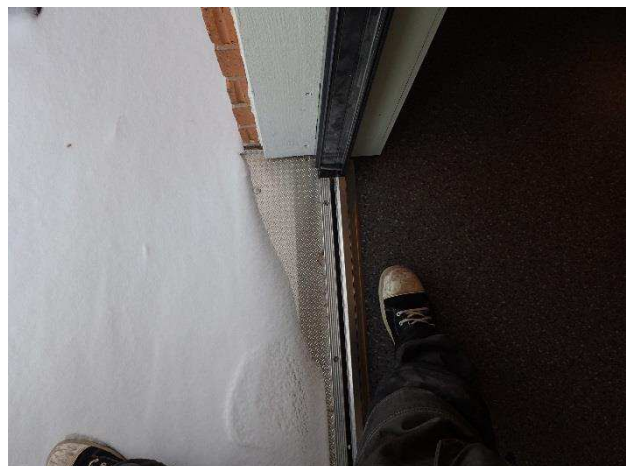
Kuva 7. Kuva rakennuksen etupäädystä.



Kuva 8. Kuva rakennuksen takapäädystä. Maanpinta on korkeammalla etupäätyn verrattuna.



Kuva 9. Ilmanvaihdon tulo- ja poisto vierekkäin, aiheuttaa tulo/poistoilman sekoittumisriskin.



Kuva 10. Takapiha ja lattia samassa tasossa.

Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vierellä maanpinnan kallistukset ovat loivat, mikä voi aiheuttaa pintavesien kulkeutumisen rakennuksen vierelle ja seinärakenteisiin. Takapihan puolella maanpinta on noin 14 cm ylempänä kuin etupihalla. Tämän johdosta takapihan puoleinen ulkoseinärakenteen alaohjauspuu on maanpinnan tasolla, mikä suurentaa ulkoseinärakenteen kosteusriskiä. Sadevesikourut sekä syöksyt ovat havaintojen mukaan ehjät.

Tulo- ja poistoilman putket ovat vierekkäin, mikä aiheuttaa puhtaan ja käytetyn ilman sekoittumisriskin. Putkien välinen etäisyys ei täytä nykyisiä rakennusmääräyksiä.

Rakennuksen vierustat suositellaan tarkistaa lumettomana aikana. Piha-alueen kallistusten tulisi olla 15cm kolmen metrin matkalla rakennuksesta pois päin. Sokkelipintaa tulisi olla näkyvillä nyky määräysten mukaan 300mm. Maapintoja suositellaan muokata sokkelirakenteiden ja alapohjarakenteen kosteusrasituksen vähentämiseksi tarpeen mukaan.

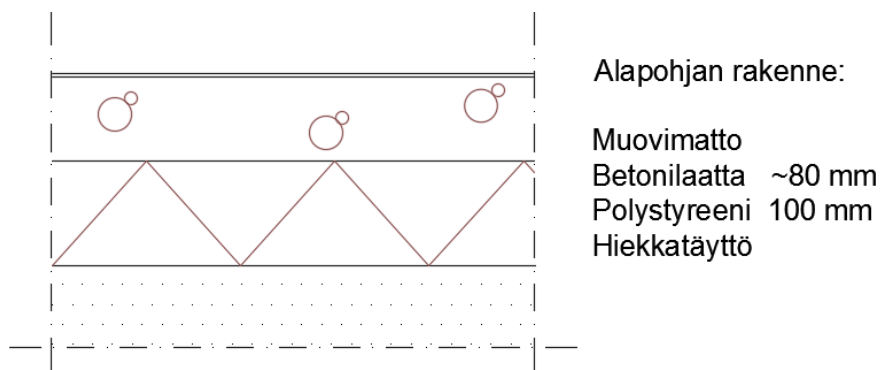
Toimenpide-ehdotukset

- Maanpintojen kallistusten tarkastaminen ja muokkaaminen tarpeen mukaan.

3. RAKENTEET

3.1. Alapohja

Rakennuksen alapohjaa tarkasteltiin ulkoseinään tehtyjen rakenneaukusten kautta, tämän lisäksi kantavan väliseinän vierelle tehtiin 1 rakenneavaus suoraan alapohjaan. Rakenneavauskohdat on merkattu tutkimuskarttaan (Liite1). Alapohjarakenteena on teräsbetoni laatta (~80 mm), jonka alla on solupolystyreeninen lämmöneristys (50-100 mm) ja hiekka.



Kuva 11. Alapohjarakenne rakenneaukaisujen kohdalla.



Kuva 12. RA1, Seinän höyrynsulkumuovi käännetty alapohjalaatan alle.



Kuva 13. RA1, Alapohjalaatan reuna päättyy ulkoseinän runkotolppaan.



Kuva 14. Alapohjan ja kantavan väliseinän liitos tarkastettiin listan takaa.



Kuva 15. Alapohjan liitos ei ole tiivis.



Kuva 16. RA5, Alapohjalaatta noin 80 mm, lämmöneriste 50 mm.



Kuva 17. RA5, Lämmöneristeen alla oleva hiekkatäyttö on kuiva.

Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Rakenneavausten mukaan alapohjarakenteena on paikalla valettu teräsbetonilaatta, jonka paksuus on noin 80 mm. Alapohjan lämmöneristeenä on ulkoseinälinjalla 100 mm ja keskellä rakennusta 50 mm polystyreeniä, jonka alla on hiekka. Lämmöneristeen ja hiekan välissä ei havaittu rakennusmuovia eikä suodatinkangasta. Alapohjarakenne on kosteusteknisesti melko toimiva.

Alapohjan betonilaatan pintakosteudet mitattiin kauttaaltaan. Pintakosteuden todettiin olevan lievästi koholla ruokasalin ja työpajan 11 välisen kantavan väliseinän oviaukon kohdalla (kohta merkattu tutkimuskarttaan). Muilta osin kohollaan olevia pintakosteuslukemia ei havaittu.

Alapohjan liittymät kantaviin seinärakenteisiin eivät ole havaintojen mukaan tiiviitä. Tämä voi aiheuttaa riskin epäpuhtaan vuotoilman kulkeutumisesta huoneilmaan, mikäli tilojen alipaineisuus kasvaa liian suureksi. Ulkoseinien höyrynsulkumuovi on havaintojen mukaan taitettu alapohjalaatan ja alapohjan lämmöneristeen väliin, mikä vähentää vuotoilman riskiä. Kantavien betoniväliseinien ja alapohjalaatan kohdalla vuotoilman riski on suurempi, koska väliseinissä ei ole höyrynsulkumuovia (kuvat 14 ja 15).

Ulkoseinien ja kantavien väliseinien liittymät alapohjaan on suositeltavaa tiivistää, hallitsemattoman vuotoilman riskin pienentämiseksi.

Rakennuksen päädyssä olevassa asunnossa lattia oli purettu paljaalle betonipinnalle. Asunnossa oli voimakas kemiallinen haju, joka viittaa mahdolliseen VOC-vaurioon. Ennen lattian pinnoittamista on suositeltavaa suorittaa alapohjalaatan tutkimus, missä selviää, onko betoniin imeytynyt VOC-emissioita. Tämän jälkeen voidaan määrittää tarvittavat toimenpiteet alapohjalaatan osalle.

Toimenpide-ehdotukset

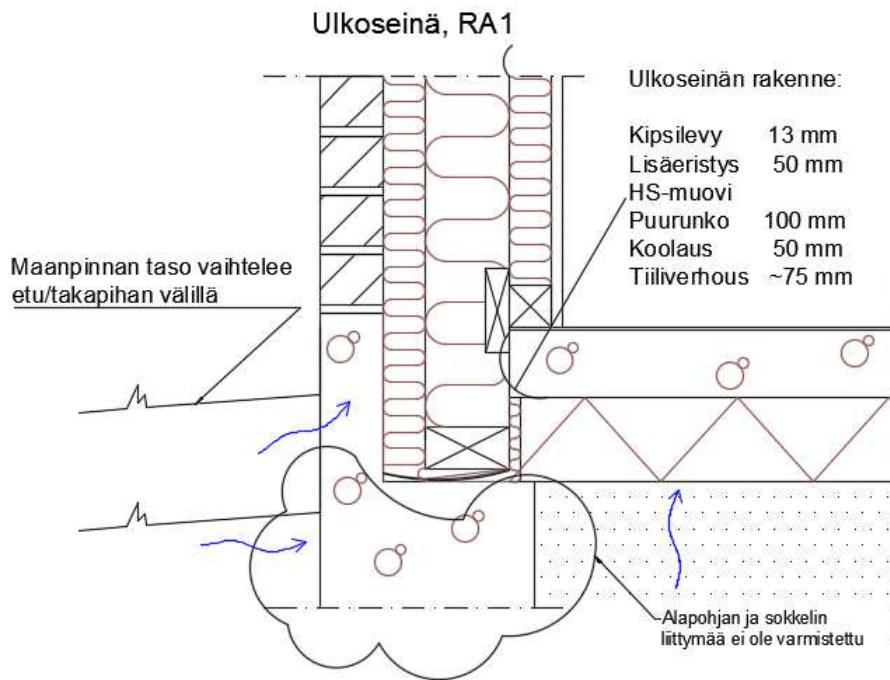
- Alapohjan ja kantavien seinien liittymien tiivistäminen.
- Alapohjalaatan tutkiminen VOC-vaurion selvittämiseksi päätyasunnossa.

3.2. Ulkoseinät

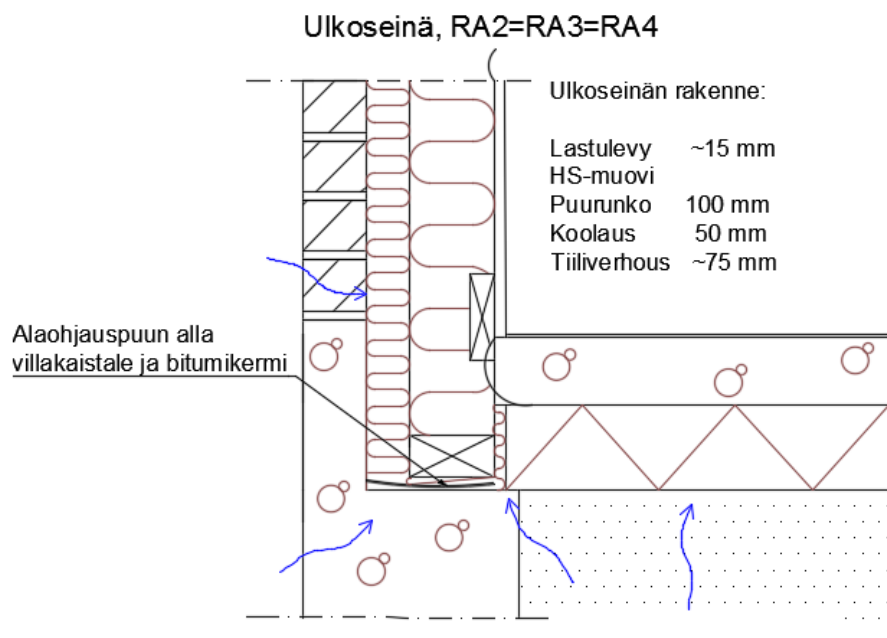
Rakennuksen ulkoseiniin tehtiin yhteensä 4 kpl rakenneavauksia. Rakenneavauskohdat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1).

Ulkoseinässä on 100 mm leveä puurankarunko ja 50 mm leveä vaakakoolaus sekä tiiliverhous. Lämmöneristekerroksen paksuus on alun perin ollut 150 mm, mutta rakennuksen keskivaiheille on tehty sisäpuolinen vaakakoolaus 50 mm lisälämmöneristeeksi. Lisälämmöneristetty ulkoseinän osa on merkattu tutkimuskarttaan. Höyrynsulkumuovi on runkoa vasten ja taitettu alapohjalaatan alle. Alaohjauspuun alla on villakaistale sekä kapillaarikatkona bitumikermi.

Ulkoseinärakenteet havaintojen perusteella:



Kuva 18. Ulkoseinän rakenne lisäeristetyllä kohdalla.



Kuva 19. Ulkoseinän rakenne avautsen RA2, RA3 ja RA4 kohdalla.



Kuva 20. RA1, Ulkoseinää on lisäeristetty rakenteen sisäpuolelta 50 mm koolauksella.



Kuva 21. RA1, Mikrobinäyte M1 nuolen kohdalta.



Kuva 22. RA1, Sokkelin yläreuna alapohjalaatan yläreunan tasalla.



Kuva 23. RA1, AOP:n ja alapohjaeristeen välissä villatilke.



Kuva 24. RA1, Alaohjauspuun alla villakaistale ja bitumikermi.



Kuva 25. RA2 Höyrynsulkumuovi lastulevyn takana.



Kuva 26. RA2, Lämmöneristys kiinni suoraan tiiliverhoilussa.



Kuva 27. RA2, Alaohjauspuun kosteus lievästi koholla.



Kuva 28. Alaohjauspuun yläpinta ~ 180 mm alapohjalaatan yläpinnasta



Kuva 29. RA2, Lämmöneristysvahvuus yhteensä 150 mm, josta runko 100 mm.



Kuva 30. RA3, Mikrobinäyte M4 villakaistaleesta alaohjauspuun alta.



Kuva 31. RA3, Alaohjauspuun alla villakasitale ja kapillaarikatkona kermi.



Kuva 32. RA4, Päätyasunto, yleiskuva.



Kuva 33. RA4, Mikrobinäyte M5 alaohjauspuun alapinnasta.



Kuva 34. RA4, Alaohjauspuun kosteus kohonnut.



Kuva 35. RA4, Alaohjauspuussa kosteuden aiheuttamaa tummentumaa.

Seinän puurunkojen rakennekosteudet tarkistettiin rakenneavausten yhteydessä. Mittaus tehtiin piikkimittauksella, joka ilmoittaa kosteuden painoprosentteina (p%). Mittauslukemat voidaan tulkita alla olevan taulukon mukaisesti.

Taulukko 4, Kosteuspitoisuuksien tulkinta.

KOSTEUS [p%]	TULKINTA
5-10	Väliseinärakenteille tavanomainen, kuiva lukema
10-15	Ulkoseinärakenteen alaosille tavanomainen, kuiva lukema
15-20	Pieni riski rakenteen vaurioitumiselle pitkällä aikavälillä
20 ≥	Vaurioituminen on todennäköistä, etenkin pitkällä aikavälillä

Mitatut kosteudet on esitetty alla olevassa taulukossa. Rakenteelle tavanomaisesta poikkeava kosteuspitoisuus on merkattu punaisella.

Taulukko 5, Ulkoseinän rungon kosteusmittaukset.

HUONE	1.MITTAUS [p%]	2.MITTAUS [p%]
RA1, Ruokasali 08, etupiha		
Alaohjauspuun yläpinta	10,2	9,7
Alaohjauspuun alapinta	11,7	9,3
RA2, Taukotila13, takapiha		
Alaohjauspuun yläpinta	13,7	11,7
Alaohjauspuun alapinta	15,4	15,2
RA4, Päätyasunto, takapiha		
Alaohjauspuun yläpinta	15,5	15,8
Alaohjauspuun alapinta	20,1	24,3

3.2.1. Ulkoseinien mikrobitutkimukset

Rakenneavauskohdilta kerättiin näytteitä mikrobianalyysiin. Näytteillä pyrittiin varmistamaan rakenteen/ materiaalin kunto. Näytteitä otettiin yhteensä 5 kpl. Materiaalinäytteet otettiin seuraavasti:

- M1, Ulkoseinän eriste, huone 08
- M2, Ulkoseinän eriste, sokkelin ja puurungon välissä huone 13
- M3, Ulkoseinän eriste, alaohjauspuun ja rungon välissä huone 13
- M4, Ulkoseinän eriste, alaohjauspuun alla, huone 25
- M5, Ulkoseinän alaohjauspuun alapinta, asunto

Tulokset materiaalinäytteistä ovat kokonaisuudessaan liitteenä (Liite 2). Näytteenottokohdat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1). Näytteet on pyritty ottamaan eristevillan keskivaiheilta.

Tulokset ja tulkinta

M1, US eriste, huone 08

Näytteessä ei havaittu mikrobeja. **Näytteessä ei viitettä kosteusvauriosta.**

M2, US eriste mineraalivilla, huone 13

Näytteessä havaittiin niukasti kosteusvauriosta indikoivaa *Aspergillus versicolor* mikrobilajia. Mikrobihavainnon pesäkkeitä muodostavien yksiköiden (pmy) määrä on niin niukka, että tulosta voidaan pitää tavanomaisena. **Näytteessä ei selvää viitettä kosteusvauriosta.**

M3, US eriste, alaohjauspuun ja rungon välissä, huone 13

Näytteessä havaittiin niukasti (9 kpl) kosteusvauriosta indikoivaa *Aspergillus penicillioides* lajin pesäkkeitä muodostavia yksiköitä. **Näytteessä on lievä viite kosteusvauriosta.**

M4, US eriste, alaohjauspuun alla, huone 25

Näytteessä havaittiin erittäin runsaasti *Aspergillus versicolor* lajin pesäkkeitä muodostavia yksiköitä sekä niukasti aktinomykeettejä, molemmat ovat kosteusvaurioindikaattoreita. **Näytteessä on vahva viite kosteusvauriosta.**

M5, Ulkoseinän alaohjauspuun alapinta, asunto

Näytteessä havaittiin runsaasti *Aspergillus versicolor* lajin pesäkkeitä muodostavia yksiköitä sekä kohtalaisesti aktinomykettejä, molemmat ovat kosteusvaurioindikaattoreita. **Näytteessä on vahva viite kosteusvauriosta.**

Kolmessa näytteessä viidestä havaittiin vähintään lievä viite kosteusvauriosta. Näytteet M2 ja M5 ovat rakennuksen takapihan puoleiselta seinältä, missä maanpinta on alaohjauspuun yläpuolella. Näyte M4 on rakennuksen päätyseinältä. Näytteiden perusteella voidaan todeta, että alaohjauspuu ja ulkoseinän lämmöneristeet ovat altistuneet kosteudelle ja niissä on alkanut esiintyä mikrobivaurioita.

Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Julkisivuilla on tiiliverhous, jonka alareunassa ei ole tuuletusrakojia. Ulkoseinän lämmöneristeet ovat kiinni tiiliseinässä. Tämä heikentää ulkoseinärakenteen tuulettuvuutta ja lisää lämmöneristeiden kosteusvaurion riskiä. Ulkoseinän lämmöneristeet sekä alaohjauspuu altistuvat ulkoiselle kosteusrasitukselle viistosateen sekä sokkelista nousevan veden kautta.

Rakenneaavausten yhteydessä havaittiin alaohjauspuussa kohonneita kosteuspitoisuuksia. Kohonneet kosteudet havaittiin rakenneaavausten 2 ja 4 kohdalla, jotka molemmat sijoittuvat takapihan puolelle, missä maanpinta on selvästi ylempänä kuin etupihalla. RA2 kohdalla alaohjauspuun alapinnan kosteuspitoisuudet ovat vaurioitumisen riskirajan yläpuolella. RA4 kohdalla alaohjauspuun alapinta on niin kostea, että alaohjauspuun vaurioituminen on todennäköistä etenkin pitkällä aikavälillä.

Ulkoseinien lämmöneristeistä ja alaohjauspuusta otetuissa mikrobinäytteissä havaittiin viitteitä kosteusvauriosta. Näytteet M3 ja M5 ovat takapihan puoleiselta seinältä ja näyte M4 on rakennuksen päätyseinältä (työhuone 25). Ulkoseinän rakenneaavausten yhteydessä takapihan ulkoseinästä ja päätyseinästä levisi kosteusvaurioon viittaavaa ummehtunutta hajua. Varsinkin päätyasuntoon tehdyssä avauksessa (RA4) havaittu haju oli voimakas.

Ulkoseinistä tehdyt havainnot ja siinä todetut ongelmat ovat tyypillisiä valesokkelirakenteiden ongelmia. Suositeltava korjaustoimenpide on valesokkelin kengityskorjaus, missä alaohjauspuu poistetaan, ja uusitaan alkamaan alapohjalaatan tasalta. Korjauksen yhteydessä on suositeltavaa kiinnittää huomiota myös kantavien väliseinien ja alapohjan välisten liitosten tiivistykseen.

Toimenpide-ehdotukset

- Valesokkelin kengityskorjaus.
- Kantavien seinien ja alapohjan liittymien tiivistys kengityskorjauksen yhteydessä.

3.3. Yläpohja ja vesikatto

Tutkimushetkellä vallinneen lumitilanteen vuoksi kohteen vesikattoa ei voitu tutkia. Rakennuksen yläpohjan kuntoa voitiin tarkastella silmämääräisesti eteläpäädyn kulkuluukun kautta. Yläpohja on jaettu palokatkoilla osiin, joista vain eteläisen päädyn osa voitiin tarkastaa.

Yläpohjan lämmöneristeinä on 200 mm mineraalivillaa, jonka alla on höyrynsulkumuovi. Katon ristikkorakenteissa ei havaittu veden valumajälkiä.



Kuva 36. Yleiskuva yläpohjasta.



Kuva 37. Yläpohja tuulettuu räystäiden kautta.



Kuva 38. Lämmöneristeiden alla höyrnsulkumuovi.



Kuva 39. Yläpohjan eristevahvuus noin 200 mm.

Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Yläpohjan tuulettavuus on silmämääräisesti arvioituna riittävä. Kattoristikoiden kunto oli aistinvaraisesti tarkasteltuna hyvä. Yläpohjan lämmöneristeenä on noin 200 mm mineraalivillaa ja sen alla on höyrnsulkumuovi. Vesikatteenä on peltikate, jonka kuntoa ei voitu tutkimushetkellä vallinneen lumitilanteen vuoksi tutkia. Vesikatolla olevan lumen alla ei havaittu yläpohjan tuuletuksen riittämättömyyteen viittaavaa jääkerrosta.

Toimenpide-ehdotukset

- Yläpohjarakenteiden tarkastaminen tarkastamattomien tilojen osalta.
- Vesikaton ja läpivientien tarkastaminen lumettomana aikana.

4. YHTEENVETO

Suurimpana riskirakenteena kohteessa on valesokkeli. Alaohjauspuun kosteuspitoisuus on paikoin koholla ja siinä sekä ulkoseinän lämmöneristeissä havaittiin vahvoja viitteitä mikrobivaurioista. Suositeltava korjausmenetelmä (VE1) on ulkoseinän kengityskorjaus. Kengityskorjauksen yhteydessä saadaan vaurioituneet materiaalit vaihdettua ja riskirakenne korjattua.

Kevyempi korjausvaihtoehto (VE2) kengittämiselle on alapohjan ja ulkoseinien liitosten tiivistyskorjaus, mutta silloin sekä vaurio että riskirakenne jäävät korjaamatta. VE2 mukaisen tiivistyskorjauksen riskinä on se, että rakenteissa olevat vauriot laajenevat ajan mittaan ja ilmavuotokohta siirtyy eri kohtaan rakennetta.

Molempia korjausvaihtoehtoja varten on suositeltavaa laatia korjaussuunnittelu. Suunnittelun yhteydessä voidaan määrittää tarkemmin käytettävät korjausmenetelmät sekä materiaalit. Tämän jälkeen korjaus voidaan kilpailuttaa ja saadaan urakalle tarkka hinta sekä kesto.

Alapohjarakenteena on teräsbetoni-laatta ja lämmöneristeenä polystyreeni. Alapohjarakenne on kosteusteknisesti toimiva, mutta sen liittymät kantaviin seiniin ovat epätiivit. Alapohjalaatan ja kantavien seinien liitosten tiivistäminen on suositeltavaa. Ulkoseinän ja alapohjan liitoksen tiivistäminen hoituu mahdollisen kengityskorjauksen yhteydessä, mutta kantavien väliseinien ja alapohjalaatan liitosten tiivistäminen on otettava myös huomioon. Mikäli lattiat tulevaisuuden peruskorjaustöissä pinnoitetaan liian tiiviillä materiaalilla, on kosteuden kertyminen rakenteeseen mahdollista. Keskialueen vähäinen lämmöneristevahvuus lisää kosteuden siirtymisen riskiä maaperästä diffuusion vaikutuksesta. Suositeltavaa on käyttää vesihöyryä läpäiseviä ja kosteutta kestäviä materiaaleja.

Rakennuksen päädyssä olevan asunnon lattiapinnoitteet on purettu ja tilassa havaittiin voimakas VOC-päästöihin viittaava haju. Asunnon osalta on suositeltavaa suorittaa alapohjalaatan tutkiminen, jotta voidaan selvittää, onko siihen imeytynyt VOC-emissioita.

Ilmanvaihtokanavat ovat puhtaat ja sisäilmanpaineet ulkoilmaan nähden ovat pääosin suositellulla tasolla. Sisäilman lämpötila on paikoin liian korkea. Ilmanpaineen ja lämpötilan säätäminen tarvittavilta osin on suositeltavaa.

Vesikaton kuntoa ei voitu vallitsevan lumitilanteen vuoksi tutkia. Yläpohjan silmämääräinen tarkistus voitiin suorittaa rakennuksen eteläpään tarkastusluukusta ensimmäiseen palokatsoon saakka. Yläpohjan tuuletus on silmämääräisesti arvioituna riittävä. Yläpohjan rakenteissa ei havaittu merkkejä vesivuodosta tai kondensaatiosta. Vesikaton ja läpivientien kunto on suositeltavaa tarkastaa. Yläpohjan osalle ei ole muita toimenpide-ehdotuksia.

Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

Alla on esitetty lyhyesti tutkimuksen perusteella havaittujen merkittävimpien ongelmakohtien korjaustyöt. Korjaustöiden kustannukset on esitetty karkealla tasolla, hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa.

Ulkoseinät

VE1, kustannusarvio 65 000 €:

- Ulkoseinän kengityskorjaus.
- Kantavien seinien ja alapohjalaatan liittymän tiivistyskorjaus.

TAI

VE2, kustannusarvio 15 000 €:

- Kantavien seinien ja alapohjan liittymän tiivistyskorjaus.
- Ilmanpaineen säätäminen mahdollisimman lähelle 0 Pa.

Ilmanvaihdon toimenpiteet

- Ilmanvaihdon, lämpötilan ja painesuhteiden säätäminen koko rakennuksen osalta.

Kustannusarvio 1 000 €.

Alapohjan toimenpiteet

- Alapohjalaatan mahdollisten VOC-emissioiden tutkiminen päätyasunnon osalta.

Kustannusarvio 1 500 €.

Oulussa 24.04.2018

Tekijä:



Ilkka Pieskä
Projekti-insinööri, DI

Tarkastaja:



Janne Meriläinen
Projektipäällikkö, Ins. (AMK)

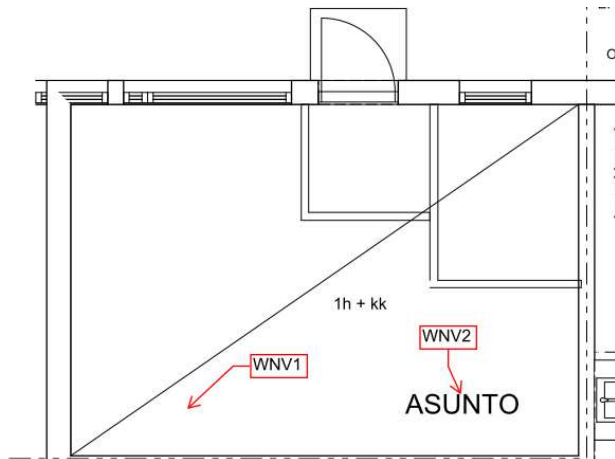
5. JATKOTUTKIMUKSET

5.1. Lähtötilanne ja tehtävä

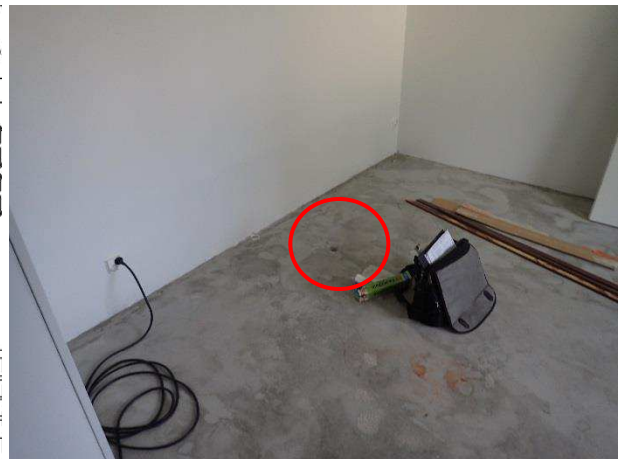
Rakennuksen päädyssä olevan asunnon lattiapinnoitteet on purettu ja tilassa on havaittu voimakas VOC-päästöihin viittaava haju. Jatkotutkimuksen tarkoituksena oli suorittaa päätyhuoneiston alapohjarakenteelle VOC-emissioiden tutkimus. Kohteen alapohjalaatasta otettiin kaksi VOC-materiaalinäytettä (bulk). VOC-emissiot tutkittiin alapohjalaatasta kahdelta eri syvyydeltä, n. 25 mm ja n. 40 mm laatan yläpinnasta.

Kenttätutkimukset kohteessa suoritettiin heinäkuussa 2018. Kenttätutkimukset kohteessa suorittivat DI Ilkka Pieskä sekä insinööri (AMK) Sami Jämsén WSP Finland Oy:stä.

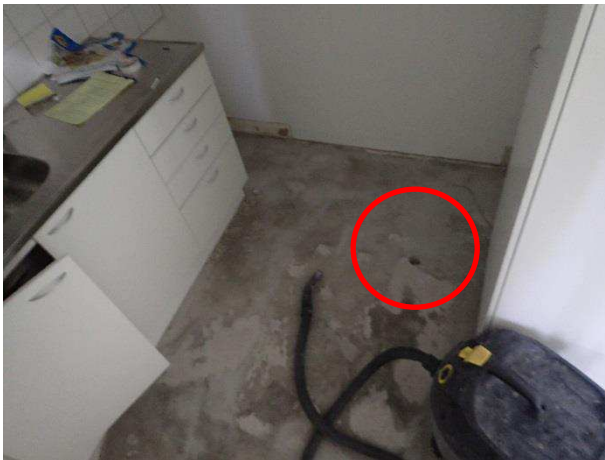
5.2. Alapohjan VOC-tutkimus



Kuva 40. Näytteenottopaikat.



Kuva 41. Näytteenotto kohta 1 olohuoneessa.



Kuva 42. Näytteenotto kohta 2 keittiössä.

VOC-analyysin tulokset ovat kokonaisuudessaan tutkimuksen liitteenä (Liite 3). Molemmissa VOC-näytteissä havaittiin lieviä pitoisuuksia 2-etyyli-1-heksanolia, mutta arvot eivät ylitä viitearvoa (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$). Molempien näytteiden osalta T-VOC-pitoisuudet ovat hyvin pieniä, <15 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, (viitearvon ollessa 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Kerättyjen VOC-näytteiden perusteella päätyasunnon betonilaattaan ei ole imeytynyt haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Tutkimustulosten pohjalta betonilaatan kuumentamiselle tai muille VOC-pitoisuuksia alentaville toimenpiteille ei ole tarvetta.

Oulussa 21.08.2018

Tekijä:



Ilkka Pieskä
Projekti-insinööri, DI

Tarkastaja:



Janne Meriläinen
Projektipäällikkö, Ins. (AMK)

24.7.2018

**Tilaja**

WSP Finland Oy
Ilkka Pieskä
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 Oulu

VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Näytteenottaja	Ilkka Pieskä
Näytteenottoaika	Niittyvilla, Ranua
Näytteenottopäivämäärä	4.7.2018
Vastaanottopäivämäärä	6.7.2018
Näytemäärä	2 kpl

Näytteenotto- ja analyysimenetelmä

Materiaalin pinnoilta kerättiin ilmanäyte VOC-analyysiä varten Markes µCTE-250-mikrokammiolaitella adsorptioputkeen (Tenax-TA). Kaasuna oli instrumenttityppi. Näyte analysoitiin TD-GC-MS – laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 (muunneltu) mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22- 55 % yhdisteistä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 5-68 µg/m³g. Pitoisuusalueella 1-5 µg/m³g kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 29-75 % yhdisteistä riippuen. Määrittämisraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,8 µg/m³ g laskettuna 2,0 gramman ja 2,0 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 µg/m³ g. Yhdistekohtaiset määrittämisrajat ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Analyysi kertoo, mitä yhdisteitä ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Tällä menetelmällä analysoitujen näytteiden tulokset eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

24.7.2018

Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Päätyasunto, OH, alapohja, Niittyvilla, Ranua	
Materiaali:	Betoni	
Analysointipvm:	23.7.2018	
Keräin:	161288	
Näytepalan koko:	7,27 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	1,99 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m ³ g)
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	2,6
	1-butanoli*	<1,0
TVOC _{MS} *		<15**

*Tolueenivaste

**Määritysraja

Näyte/mittauskohde:	Päätyasunto, Keittiö, alapohja, Niittyvilla, Ranua	
Materiaali:	Betoni	
Analysointipvm:	23.7.2018	
Keräin:	178725	
Näytepalan koko:	7,67 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	1,99 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m ³ g)
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	5,1
	1-butanoli*	1,0
TVOC _{MS} *		<15**

*Tolueenivaste

**Määritysraja

WSP Finland Oy
 Laboratoriopalvelut
 Sisäilmalaboratorio



Julia Laurén
 laboratorioanalyttikko

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemian ja -mikrobiologian; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). Akkreditointi ei koske lausuntoa tai tulosten tulkintaa. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain testattuja kohteita näytteenottohetkellä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

Yhtiön toiminimi
 WSP Finland Oy

Puhelin
 0207 864 11

E-mail
 etunimi.sukunimi@wsp.com

Posti- ja käyntiosoite
 Kyppinkatu 3 B
 40320 JYVÄSKYLÄ

URL
 www.wspgroup.fi

Y-tunnus
 0875416-5