

10.9.2021

TUUSULAN KUNTA

HYÖKKÄLÄN KOULU

TIIVISTYSKORJAUSTEN LAADUNVARMISTUSMITTAUKSET

10.9.2021



315209_7

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
1. Kohde- ja lähtötiedot	4
1.1. Yleistiedot.....	4
1.2. Kohteen yleiskuvaus.....	4
1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus	4
1.4. Lähtötiedot.....	4
1.5. Tutkimuksen tausta ja tehtävät	5
1.6. Tutkimusmenetelmä	5
2. Merkkiainetutkimus	6
2.1. Luokka 27.....	6
2.2. Luokka 22.....	8
2.3. Luokka 159 (Biologia).....	10
Luokka 25.....	11
2.4. Luokka 19.....	13
3. Yhteenveto ja johtopäätökset	16
4. Toimenpide-ehdotukset	16
Liitteet	17

10.9.2021

Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oli Hyökkälän koulu, joka on valmistunut 1980 luvulla. Rakennuksen alapohjarakenteena E-siivessä on ryömintätilainen tuulettuva alapohja. Ulkoseinärakenteet ovat tiili-villa-tiili rakenteisia.

Aiemmissa tutkimuksissa E-siiven rakenneliittymien tiiviydessä oli havaittu puutteita. Raportin toimenpide-ehdotusten mukaisesti tiloihin on tehty ulkoseinien ja väliseinien rakenneliittymien, sekä niissä olevien halkeamien tiivistyskorjauksia. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tehtyjen tiivistyskorjausten onnistuminen.

Merkkiainetutkimuksessa havaittiin ilmavuotoja tiivistyskorjatuissa rakenteissa. Merkittäviä tai vähäisiä ilmavuotoja havaittiin pääosin alapohja-ulkoseinä- tai alapohja-pilariliittymissä. Vähäisiä ilmavuotoja havaittiin lisäksi ikkuna-ulkoseinäliittymissä, sekä sähkökotelon liittymissä ulkoseiniin tai pilareihin. Pistemäisiä ilmavuotoja havaittiin osin em. rakenteissa ja lisäksi ikkunasaranoiden ja pistorasioiden kohdalla, sekä patteriputkien kannakkeissa.

Toimenpide-ehdotuksina suositellaan niihin rakenteisiin lisätiivistyksiä, joissa havaittiin merkittäviä tai vähäisiä ilmavuotoja, sekä laadunvarmistusmittauksia.

10.9.2021

1. Kohde- ja lähtötiedot

1.1. Yleistiedot

Tilaaaja: Tuusulan kunta, tilapalvelut
Osoite: Kotorannankuja 10, 04300 TUUSULA
Yhteyshenkilö: Pertti Elg
Puhelinnumero: 040 314 4555
Sähköposti: pertti.elg@tuusula.fi

Tutkija: WSP Finland Oy
Osoite: Pasilan asema-aukio 1, 13 krs. 00520 Helsinki
Yhteyshenkilö: Riitta Katajamaa
Puhelinnumero: 040 529 7027
Sähköposti: riitta.katajamaa@wsp.com

Kohde: Hyökkälän koulu
Osoite: Kirkkotie 9-11, 04300 Tuusula
Tutkimuspäivä(t): 9.8.2021

Rakennusvuosi: 1980 luvulla
Rakennusten määrä: 1
Kerroksia: 1

Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Lämmitysmuoto: Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys huonetermostaatein

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin elokuussa 2021. Merkkiainetutkimukset tekivät Jani Nuora ja Beata Kluczek-Turpeinen WSP Finland Oy:stä.

1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli 1980-luvulla rakennettu Hyökkälän koulu, joka sijaitsee Tuusulassa osoitteessa Kirkkotie 9-11. Rakennuksen E-siiven alapohjarakenteena on ryömintätalainen tuulettuva alapohja. Ulkoseinärakenteet ovat E-siivessä tiili-villa-tiili -rakenteiset.

Tutkimukset kohdistuivat koulun seuraaviin E-siiven tiloihin: L19, L22, L25, L27, ja 159 (biologian luokka).

1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kunnan rakennuspäällikkö Esa Koskinen ja rakennusmestari Pertti Elg tilasivat tiivistyskorjausten laadunvarmistusmittauksen. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tehtyjen tiivistyskorjausten onnistuminen.

1.4. Lähtötiedot

Tutkimusta tehdessä oli käytössä pohjapiirustukset, sekä raportteja aiemmista tutkimuksista.

10.9.2021

Tiivistyskorjauksissa käytettyjen materiaalien tuotetietoja ja tiivistysdetaljeja ei ollut käytössä. Tutkimuksissa oli lähtötietoina käytössä tutkimusraportti: Sisäilmaan liittyvät tutkimukset, WSP Finland Oy 25.8.2020, jossa esitettyjen toimenpide-ehdotusten mukaisesti tiivistyskorjaukset oli tehty.



Kuva 1 Koulun E-siiven tutkittavat tilat numeroituna.

1.5. Tutkimuksen tausta ja tehtävät

Koulussa oli tehty tiivistyskorjauksia aiemmissa tutkimuksissa havaittuihin epätiivelyskohtiin. Tutkittaviin huonetiloihin luotiin alipaine merkkiainetutkimuksia varten erillisen puhalluslaitteiston avulla. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää seuraavat asiat:

- Ikkunaliittymien mahdolliset ilmapuodot
- Ulkoseinän ja alapohjan liittymän mahdolliset ilmapuodot
- Muut mahdolliset ilmapuodot ulkoseinissä

Tiivistyskorjauksilla estetään rakenteista sisäilmaan suuntautuvat ilmapuodot, jotka voivat vaikuttaa heikentävästi rakennuksen sisäilman laatuun ilman mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien takia.

1.6. Tutkimusmenetelmä

Tutkittavan tilan alipaineistettiin -10,0 Pa alipaineeseen. Paine-eroa rakenteen yli seurattiin merkkiainekokeiden ajan paine-eromittarilla. Ilmapuotoreittien paikannus tehtiin merkkiainetutkimuksella, jossa syötettiin ulkoseinän eristetilaan porarei'istä

10.9.2021

merkkiainekaasua (5 % H₂, 95 % N₂). Kaasun leviämistä rakenteesta havainnoitiin merkkiainekaasuanalysaattorilla ja ilmapuotokohdat merkittiin.

Merkkiainetta sisältänyt kaasupullo ja laitteisto tarkastettiin vuotojen varalta ennen kokeita.

2. Merkkiainetutkimus

Tuuliolosuhteet olivat ulkopuolella merkkiainekokeiden ajan noin 5 m/s ja lämpötila 20 °C.

Merkkiainekokeiden ilmapuotoja käsitellään raportissa RT-kortin ”Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” mukaisella jaottelulla. Jaottelussa ilmapuodot jaotellaan pistemäiseksi, vähäiseksi ja merkittäväksi.

2.1. Luokka 27

Tilan hetkellinen paine-ero ulkoilmaan nähden oli -1,8 Pa. Tutkittava rajattu tila alipaineistettiin. Paine-ero vaihtelee hieman vallitsevien olosuhteiden muuttuessa. Merkkiainekaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan. Merkkiaineen annettiin tasaantua eristetilassa ennen kartoitusta.



Kuva 2 Yleiskuva luokasta 27

Havaitut ilmapuotokohdat on esitetty liitteessä 1, sekä seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.

10.9.2021



Kuva 3 Merkittävä ilmavuoto alapohjan ja ulkoseinän liittymästä



Kuva 4 Pistemäisiä ilmavuotoja havaittiin pienellä alueella nurkassa lattia- ja seinäliittymästä sekä lattia- ja pilariliittymästä.



Kuva 5 Vähäisiä ilmavuotoja ikkuna- ja ulkoseinäliittymien nurkkakohdassa oikealla sekä ikkunalaudan ja ulkoseinän liittymästä.



Kuva 6 Pistemäinen vuoto ikkunasaranan kohdalta



Kuva 7 Pistemäinen vuoto patteriputken kannakkeesta

10.9.2021

Ilmavuotoja havaittiin seuraavissa kohdissa:

- alapohja- ja ulkoseinäliitymässä (merkittävä ilmavuoto, pistemäisiä ilmavuotoja)
- alapohja- ja pilariliitymässä (pistemäisiä ilmavuotoja)
- ikkuna- ja ulkoseinäliitymässä (vähäinen ilmavuoto)
- ikkunalaudan ja ulkoseinän liitymässä ja ikkunasaranassa (pistemäisiä ilmavuotoja)
- patteriputken kannakkeessa (pistemäinen ilmavuoto)

2.2. Luokka 22

Tilan hetkellinen paine-ero ulkoilmaan nähden oli -1,7 Pa. Tutkittava rajattu tila alipaineistettiin. Paine-ero vaihtelee hieman vallitsevien olosuhteiden muuttuessa. Merkkiaineakaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan. Merkkiaineen annettiin tasaantua eristetilassa ennen kartoitusta.



Kuva 8 Yleiskuva luokasta 22

Havaitut ilmavuotokohdat on esitetty liitteessä 1, sekä seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä

10.9.2021



Kuva 9 Merkittävä ilmavuoto alapohjan ja ulkoseinän liittymässä ja pistemäinen ilmavuoto ikkunakarmissa



Kuva 10 Merkittävä ilmavuoto ulkoseinän ja pilarin välisessä halkemassa



Kuva 11 Pistemäinen ilmavuoto ikkunasaranasta

Ilmavuotoja havaittiin seuraavissa kohdissa:

- alapohjan ja ulkoseinän liittymässä (merkittävä ilmavuoto)
- ulkoseinän ja pilarin välisessä halkemassa (merkittävä ilmavuoto)
- ikkunakarmien liittymässä (pistemäinen ilmavuoto)
- ikkunasaranassa (pistemäisiä ilmavuotoja)

10.9.2021

2.3. Luokka 159 (Biologia)

Tilan hetkellinen paine-ero ulkoilmaan nähden oli $-1,8$ Pa. Tutkittava rajattu tila alipaineistettiin. Paine-ero vaihtelee hieman vallitsevien olosuhteiden muuttuessa. Merkkiaineikaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan. Merkkiaineen annettiin tasaantua eristetilassa ennen kartoitusta.



Kuva 12 Yleiskuva luokasta 159

Havaitut ilmapuotokohdat on esitetty liitteessä 1, sekä seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.



Kuva 13 Merkittävä ilmapuoto lattia- pilariliittymästä



Kuva 14 Sähkökotelon ja pilarin liitoksessa havaittiin vähäisiä vuotoja. Pistemäisiä vuotoja todettiin lattia- ja pilarin liittymässä- sekä lattia- ja ulkoseinän liittymästä.

10.9.2021



Kuva 15 Alapohjan ja pilarin rajapinnoilla sekä alapohjan -ja ulkoseinän liittymässä havaittiin merkittäviä ilmavuotoja



Kuva 16 Ilmavuodon kohdalla matossa halkeama



Kuva 17 Pistemäinen ilmavuoto pistorasiasta ja ulkoseinän ja sähkökotelon rajapinnalta

Ilmavuotoja havaittiin seuraavissa kohdissa:

- alapohja- ja pilariliittymässä (merkittävä ja pistemäisiä ilmavuotoja)
- alapohjan ja ulkoseinän liittymässä (merkittävä ja pistemäinen ilmavuoto)
- sähkökotelon ja pilarin liitoksessa (vähäinen ilmavuoto)
- pistorasiassa (pistemäinen ilmavuoto)

Luokka 25

Tilan hetkellinen paine-ero ulkoilmaan nähden oli -2,5 Pa. Tutkittava rajattu tila alipaineistettiin. Paine-ero vaihtelee hieman vallitsevien olosuhteiden muuttuessa. Merkkiaineekaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan. Merkkiaineen annettiin tasaantua eristetilassa ennen kartoitusta.

10.9.2021



Kuva 18 Yleiskuva luokasta 25

Havaitut ilmavuotokohtat on esitetty liitteessä 1, sekä seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.



Kuva 19 Vähäisiä ilmavuotoja ikkunakarmin ja ulkoseinän liittymästä. Vähäisiä ilmavuotoja havaittiin myös sähkökotelon ja ulkoseinän rajalta



Kuva 20 Pistemäisiä ilmavuotoja ikkunakarmin ja ulkoseinän liittymässä

10.9.2021



Kuva 21 Pistemäinen ilmavuoto ikkunasaranasta



Kuva 22 Alapohjan ja ulkoseinän liittymästä, sekä lattia- ja pilariliittymästä havaittiin vähäistä ilmavuotoa.



Kuva 23 Pistemäisiä ilmavuotoja lattialistan halkeamassa



Kuva 24 Pistemäinen ilmavuoto lattialistassa olevasta reiästä

Ilmavuotoja havaittiin seuraavissa kohdissa:

- alapohjan ja ulkoseinän liittymissä (vähäinen ja pistemäisiä ilmavuotoja)
- alapohja- ja pilariliittymässä (vähäinen ilmavuoto)
- ikkunakarmi ja ulkoseinäliittymissä (vähäinen ja pistemäisiä ilmavuotoja)
- sähkökotelon ja ulkoseinän liitoksessa (vähäinen ilmavuoto)

2.4. Luokka 19

Tilan hetkellinen paine-ero ulkoilmaan nähden oli -2,5 Pa. Tutkittava rajattu tila alipaineistettiin. Paine-ero vaihtelee hieman vallitsevien olosuhteiden muuttuessa. Merkkiaineikaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan. Merkkiaineen annettiin tasaantua eristetilassa ennen kartoitusta.

10.9.2021



Kuva 25 Yleiskuva luokasta 19

Havaitut ilmavuotokohdat on esitetty liitteessä 1, sekä seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä



Kuva 26 Merkittävä ilmavuoto alapohjan ja ulkoseinän liittymässä.



Kuva 27 Merkittävä ilmavuoto ulkoseinän ja alapohjan liittymässä lähellä huoneen oikeaa nurkkaa.

10.9.2021



Kuva 28 Vähäinen ilmavuoto ulkoseinän ja sähkökotelon rajapinnalta sekä ikkunakarmien ja ulkoseinän liittymästä



Kuva 29 Vähäinen ilmavuoto ikkuna- ja ulkoseinäliittymässä.



Kuva 30 Pistemäinen ilmavuoto ikkunaliittymässä



Kuva 31 Pistemäinen ilmavuoto ikkuna- ja ulkoseinäliitoksessa



Kuva 32 Pistemäinen ilmavuoto patteriputken kannakkeesta

10.9.2021

Ilmavuotoja havaittiin seuraavissa kohdissa:

- alapohja- ja ulkoseinäliittymissä (merkittäviä ilmavuotoja)
- ikkuna- ja ulkoseinäliittymissä (vähäinen ja pistemäisiä ilmavuotoja)
- sähkökotelon ja ulkoseinän liitoksessa (vähäinen ilmavuoto)
- patteriputken kannakkeessa (pistemäinen ilmavuoto)

3. Yhteenveto ja johtopäätökset

E-siiven tiloissa tiivistyskorjatuissa rakenteissa havaittiin epätiiveyskohtia, joiden kautta sisäilmaan voi päätyä epäpuhdasta ilmaa.

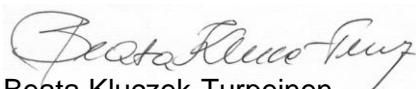
Merkittäviä ilmavuotoja havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymissä, ulkoseinän ja pilarin liittymässä (halkeama), sekä alapohjan ja pilarien liittymissä. Vähäisiä ilmavuotoja havaittiin ikkuna-ulkoseinäliittymissä, sähkökotelon ja pilarin liittymässä, alapohjan ja ulkoseinän liittymissä, alapohjan ja pilarien liittymissä, ikkuna-ulkoseinäliittymissä, sähkökotelon ja pilarin liittymissä, sekä sähkökotelon ja ulkoseinän liittymässä. Pistemäisiä ilmavuotoja havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymässä, alapohjan ja pilareiden liittymissä, ikkunalaudan ja ulkoseinän liittymässä, ikkunasaranoitten kohdalla, ikkuna-ulkoseinäliittymissä, patteriputken kannakkeissa, sekä pistorasioiden kohdalla.

Tilojen ilmanvaihdon ollessa säädetty lähelle tasapainoa sisätilojen alipaineisuuden voidaan olettaa olevan keskimäärin merkkiainekokeiden alipaineista tilannetta vähäisempää. Merkkiainetutkimuksia varten sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero säädettiin koneellisesti ~-10 Pa. Tiivistyskorjausten tekotapa ja käytetyt aineet eivät olleet tiedossa, eikä myöskään tavoitetaso, johon tiivistyskorjauksilla pyritään. Tiivistyskorjaukset olisi suositeltavaa tehdä rakenteiden liittymäkohdissa esimerkiksi vahvikenauhoilla ja ylisiveltävillä tiivistysaineilla. Pistemäisistä vuotokohdista tulevan ilman määrä on pieni ilmanvaihdon ollessa säädetty tasapainoon tai hieman ylipaineiseksi, joten sillä ei sisäilman laadun kannalta ole juuri merkitystä.

4. Toimenpide-ehdotukset

Rakenteille, joissa havaittiin merkittäviä tai vähäisiä ilmavuotoja tulisi tehdä lisätiivistyksiä. Tiivistyskorjauksille suositellaan laadunvarmistusmittauksia

WSP Finland Oy



Beata Kluczek-Turpeinen
Sisäilma-asiantuntija, MMT
Korjausrakentamisen palvelut

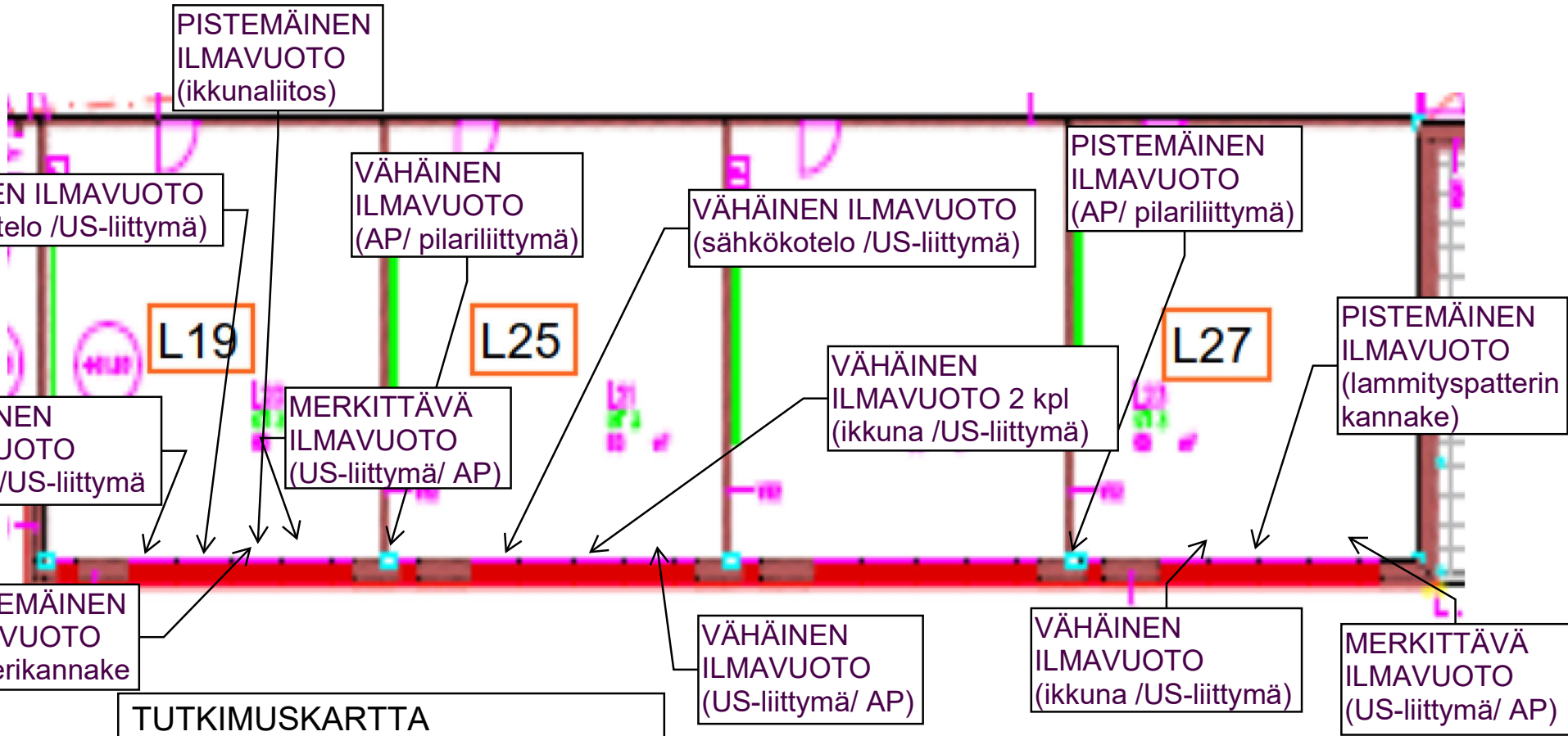
Riitta Katajamaa
Projektipäällikkö, RTA
Korjausrakentamisen palvelut

10.9.2021

Liitteet

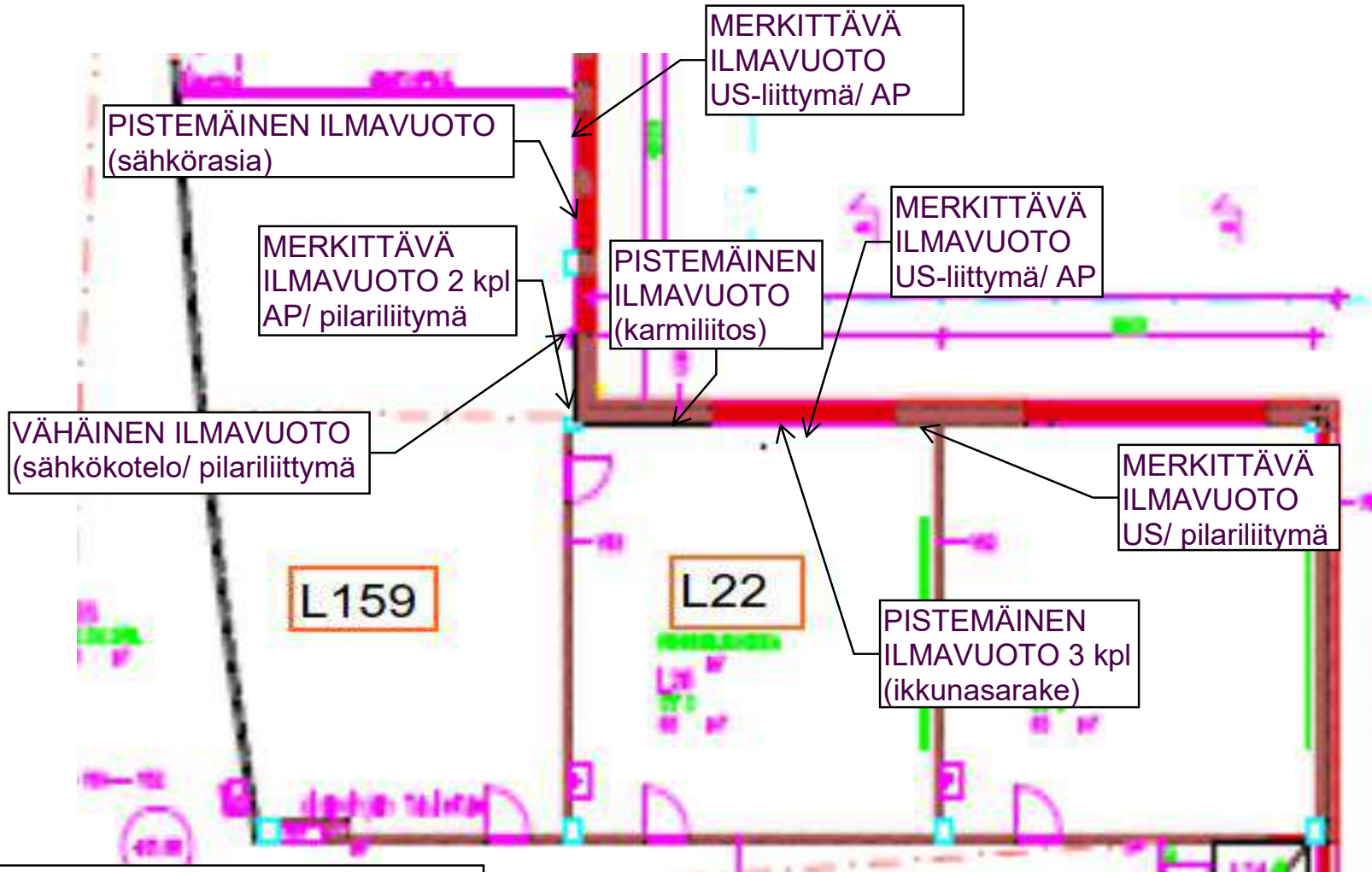
- 1) Pohjakuva merkinnöin

Liite 1



TUTKIMUSKARTTA
Merkkiainetutkimus 10.8.2021,
luokat 19, 25 ja 27
Ikkunoiden-, ulkoseinän ja alapohjan
liittymät sekä ulkoseinän läpiviennit
WSP Finland Oy
Hyökkälän koulu, Tuusula

LIITE 1



TUTKIMUSKARTTA

Merkkiainetutkimus 10.8.2021,
luokat 22 ja 159
Ikkunoiden-, ulkoseinän ja alapohjan
liittymät sekä ulkoseinän läpiviennit
WSP Finland Oy
Hyökkälän koulu, Tuusula