

RYÖMINTÄTILALLISEN ALAPOHJAN KOSTEUSVAURIOT

Syntymekanismien selvitys ja ongelmakohtien korjausehdotus



Rakennusmestari AMK, opinnäytetyö

rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

Kevät 2021

Matti Rätty

Tekijä Matti Rätty

Vuosi 2021

Työn nimi Ryömintätalallisen alapohjan kosteusvauriot, syntymekanismien selvitys ja ongelmakohtien korjausehdotus.

Ohjaaja Jukka Tiala

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin omakotitalon tuulettuvan alapohjarakenteen kosteudesta johtuvia vaurioita, pyrittiin löytämään vaurioihin johtaneet olosuhteet sekä haettiin toiminnallisesti ja kustannusteknisesti toimivimpia menetelmiä vaurioitumisen uusiutumisen ehkäisemiseksi.

Työssä tutkittiin 1890-luvulla rakennetun tiilirunkoisen omakotitalon alapohjarakenteeseen syntyneitä vaurioita ja haettiin niiden syntymiseen johtaneita syitä. Kiinteistön omistava yksityishenkilö tilasi tämän tutkimuksen tulevan alapohjakorjauksen rakennesuunnittelun tueksi. Puutteita etsittiin hulevesijärjestelmän toimintakokein, pihamaan pinnanmuotoja mitaten ja mallintaen, sekä alapohjan tuuletuksen riittävyttä tutkien. Lisäksi haettiin tietoja rakennuksen ympäristössä tapahtuneista muutoksista sekä korjausrakentamisessa käytetyistä menetelmistä ja määräyksistä.

Tutkimuksen tuloksena löydettiin puutteita muun muassa piha-alueen muotoilussa ja kuivatusjärjestelmissä sekä alapohjarakenteen tuuletuksessa. Puutteista johtuvia vaurioita löytyi useammasta kohtaa. Alapohjan korjaustyötä suunniteltaessa täytyy huomioida hulevesien käsittelyn tehostaminen. Kosteusteknisesti toimivimpaan lopputulokseen päästään, kun samalla korjataan ryömintätilan maapohjaa ja pihan muotoilua sekä lisätään pumpulla varustettu salaojajärjestelmä.

Avainsanat Tuulettuva alapohja, rakennuspohjan salaojitus, kosteusvauriokorjaus, graniittisokkeli

Sivut 44 sivua ja liitteitä 3 sivua

| | | |
|------------|---|-----------|
| Author | Matti Rätty | Year 2021 |
| Subject | Moisture related damage in a crawlspace of a base floor: analysis of causes and repair of problems. | |
| Supervisor | Jukka Tiala | |

ABSTRACT

In this thesis research was done to identify moisture related problems in a base floor of a detached house, to find a circumstance that led to them, and to seek for a reasonable method to eliminate the recurrence of damage.

The study examines the damage of a base floor of a brick detached house built in the 1890s and looks for a cause that led to their formation. The study was commissioned by anonymous property owner to support the structural design of an upcoming base floor repair. Problems were mapped out by a functional testing of a storm water system, measuring and modelling of an outdoor area and by exploring the functioning of a crawlspace ventilation. In addition, information was sought on changes in the building environment and on the methods and regulations used in renovation construction.

It was discovered that there are deficiencies in the design and drying systems of the outdoor area and in the ventilation of the base floor. Damage due to these deficiencies was found in several places. When planning the repair work of the bottom floor, improving the efficiency of stormwater treatment needs to be considered. The most moisture-efficient result can be achieved by repairing the ground of the crawlspace and the design of the yard and adding a concealer system with a pump.

Keywords Ventilated ground floor, under draining of the building site, moisture damage repair, granite plinth

Pages 44 pages and appendices 3 pages

Sisälllys

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Tutkimusmenetelmät ja tietoperusta | 2 |
| 2.1 | Tutkimusmenetelmät..... | 2 |
| 2.2 | Kohde, todetut vauriot ja korjaussuunnitelma..... | 2 |
| 2.3 | Liiallinen kosteus alapohjassa ja siitä syntyvät haitat..... | 4 |
| 2.3.1 | Mikrobikasvustot..... | 4 |
| 2.3.2 | Lahovauriot | 7 |
| 2.3.3 | Routaliikkeet rakennuspohjassa ja routasuojaus | 8 |
| 2.3.4 | Kapillaarinen kosteuden nousu ja pakkasrapautuminen..... | 13 |
| 2.4 | Rakennuksen korkeusasema sekä alus ja vierustäytöt..... | 14 |
| 2.5 | Ryömintätilan maapohjan muotoilu, olosuhteet ja eristeet | 17 |
| 2.6 | Rakennuspohjan kuivatusmenetelmät | 17 |
| 2.7 | Rakennuksen kosteustekninen toimivuus korjausrakentamisessa | 18 |
| 3 | Talon vauriot ja niihin vaikuttavat olosuhteet | 19 |
| 3.1 | Pinnanmuodot | 20 |
| 3.2 | Peruskallio..... | 21 |
| 3.3 | Tulva..... | 22 |
| 3.4 | Hulevesijärjestelmän toimivuus..... | 23 |
| 3.5 | Muutokset rakennuksen ympäristössä..... | 24 |
| 3.6 | Alapohjan vauriot ja ryömintätilan tutkimus..... | 26 |
| 4 | Tutkimuksen tulokset | 31 |
| 4.1 | Talon vauriot ja niihin johtaneet rasitustekijät..... | 31 |
| 4.2 | Puutteet piha-alueen muotoilussa ja kuivatusjärjestelmissä | 35 |
| 4.3 | Korjausehdotukset | 38 |
| 4.3.1 | Pinnanmuodot ja hulevesijärjestelmät | 38 |
| 4.3.2 | Alapohjan kuivatus ja ilmanvaihto | 40 |
| 5 | Tulosten tarkastelu, pohdinta ja johtopäätökset..... | 42 |
| | Lähdeluettelo..... | 43 |

Kuvat ja taulukot

| | |
|---|----|
| Kuva 1, Homeindeksi suomalaisella homemallilla laskettuna..... | 7 |
| Kuva 2, Rakeisuuskäyrä | 9 |
| Kuva 3, Kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä | 10 |
| Kuva 4, Periaatekuva seinustojen pinnanmuotoilusta, sekä pintavesien ohjauksesta...15 | |
| Kuva 5, Piha-alueen kuivatusmuodot..... | 16 |
| Kuva 6, Piha-alueen pinnan vähimmäiskallistukset eri materiaaleilla | 16 |
| Kuva 7, Havainto kalliopinnasta 2016 viemäritöiden yhteydessä | 22 |
| Kuva 8, Rakennuksen korkeusasema sekä etäisyys vesirajasta | 23 |
| Kuva 9, Kasvillisuutta rakennuksen seinustoilla | 25 |
| Kuva 10, Kadun varsi viereisen talon kohdalla | 26 |
| Kuva 11, Katualue vuonna 2011 | 26 |
| Kuva 12, Kuntotarkastuksen 2015 maininnat sokkelikorosta ja pinnanmuotoilusta | 28 |
| Kuva 13, Työhuoneen seinustan tuuletusaukko on osittain maanpinnan alla. | 29 |
| Kuva 14, Rapautunut tiilimuuraus työhuoneen alapohjassa. | 30 |
| Kuva 15, Homekasvustoa olohuoneen alapohjarakenteen alapinnassa..... | 31 |
| Kuva 16, Olohuoneen sokkelinvierusta sekä kulkuluukku | 32 |
| Kuva 17, Sulamisvettä talon alla maaliskuussa 2021 | 32 |
| Kuva 18, Työhuoneen alapohjan painuneita kannattimia tuettuna. | 33 |
| Kuva 19, Työhuoneen etupihanpuoleisen tuuletusaukon korko | 34 |
| Kuva 20, Ryömintätilassa 5.12.2020 havaitut vauriot..... | 35 |
| Kuva 21, Puutteet tonttialueen muotoilussa | 37 |
| Kuva 22, Ehdotus piha-alueen ja hulevesijärjestelmien korjauksista | 39 |
| | |
| Taulukko 1, Homehtumisherkkyyssluokan määrittely..... | 5 |
| Taulukko 2, Homeen taantumislukat | 5 |
| Taulukko 3, Homeindeksiluokat | 6 |
| Taulukko 4, Lahottajasienten tavanomaisia kasvuolosuhteita | 8 |
| Taulukko 5, Lämpimän rakennuksen roudaton perustussyvyys routivalla maalla. | 10 |
| Taulukko 6, EPS eristeiden kuormituskestävyys. | 12 |
| Taulukko 7, XPS eristeiden kuormituskestävyys. | 12 |
| Taulukko 8, Kevytsoran lämpötekniset ominaisuudet. | 13 |
| Taulukko 9, Rakennuspohjan kuivatustapojen vertailua | 41 |

Liitteet

Liite 1 Korkomittauksen muistio

Liite 2 Pintavaaituksen korkolaskenta

Liite 3 Piha-alueen pintavaaituksen tuloksena saatu korkokuva

Määritelmät ja lyhenteet

| | |
|------------------------|---|
| Alapohja | Talon alimman kerroksen ja perusmaan välinen rakennekokonaisuus |
| EPS | Styreenimuovista valmistettu solueriste, kutsumanimenä usein styrox. |
| F ₅₀ | 50 vuoden välein toistuva pakkasmäärä, käytetään routamitoituksessa. |
| Hulevesi | Sade- ja kuivatusvettä, joka johdetaan usein pois tonttialueelta. |
| Homesienet | Kosteissa olosuhteissa kehittyvä kasvusto, joka usein aiheuttaa haju- ja terveyshaittaa kosteusvaurioituneissa rakennuksissa. |
| Kevytsora (Leca-sora) | Savesta vaahdottamalla valmistettu eriste ja rakennusmateriaali. käytetään irtonaisina papuina sekä harkkoina. |
| Lahottajasienet (laho) | Hometta hitaammin kehittyvä organismi, joka heikentää muun muassa puurakenteita pitkäaikaisessa kosteusrasituksessa. |
| Mittauslatta | Tasolaserin vastaanottimessa käytettävä mitta-asteikollinen sauva, jolla määritetään korkeuseroja. |
| Padotuskorkeus | Ylin taso, johon viemäriveresi voi verkostossa nousta. Padotuskorkeutta alemmaksi ei saa viemäröidä ilman padotusventtiiliä. |
| Padotusventtiili | Estää veden virtaamisen verkostosta taloon päin. |
| Perusvesikaivo (PVK) | Kaivo, jossa kootaan kiinteistön salaojavedet sekä sadevesi- ja rännikaivoilta tulevat vedet verkostoon liittymistä varten. |

| | |
|----------------------|--|
| Pohjavesi | Maanpinnan alapuolista vettä, joka on kertynyt läpäisemättömän maakerroksen päälle. |
| Reunaholkka | Esimerkiksi asfaltoidun ajoradan reunaan tehty valumavettä ohjaava muoto. |
| Ritilä- ja kupukansi | Piha-alueen valumavesiä kokoavan hulevesikaivon kansi, jossa suora tai keskeltä nostettu verkkomainen ritiläkansi. Käytetään myös nimitystä sadevesikaivo (SVK). |
| Rännikaivo | Ritiläkantinen sakkapesällinen kaivo, joka ohjaa kattovedet syöksytyrven alapäästä hulevesijärjestelmään. |
| Rännisuppilo | Ritiläkantinen suppilo, joka ohjaa kattovedet syöksytyrven alapäästä hulevesijärjestelmään. |
| Ryömintätila | Alapohjarakenteen alapuolinen tila, johon on järjestetty kulku huolto ja tarkastustoimia varten. |
| RH | Aineen suhteellinen kosteus prosentteina. RH: n ollessa sata kosteus tiivistyy. |
| Salaoja | Maan alle putkella, seulotulla soralla ja suodatinkankaalla tehtävä, vettä kokoava kuivatusrakenne. |
| Tuulettuva alapohja | Rakenne, jossa alimman kerroksen lattiarakenteen alle on järjestetty painovoimainen tai koneellinen ilmanvaihto. Tunnetaan myös nimellä rossipohja. |
| XPS | Polystyreenistä vaahdottamalla valmistettu eristemateriaali. Esimerkiksi tuotemerkki Finnfoam. |

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä perehdytään tiilirunkoisen omakotitalon, tuulettuvan alapohjan, kosteudesta johtuviin vaurioihin sekä niiden ehkäisemiseen rakennuspohjan ja piha-alueen kosteusteknistä toimivuutta parantamalla.

Kosteusvauriot aiheuttavat suuria haittoja asumisterveydelle sekä tuhoavat arvokasta rakennuskantaa. Tästä syystä kaikkien rakennustöiden parissa työskentelevien tulisi tuntee kosteusvaurioiden syntymisen mekanismit ja niistä johtuvat haitat. Kosteusvaurioitunut tuulettuva alapohja on vaativa korjattava, ja sellaisten parissa työskentelevän työnjohtajan on tunnettava vaurioitumisen osatekijät, jotta ne osataan ottaa huomioon korjausten kosteusteknisiä vaikutuksia arvioitaessa.

Työssä käsiteltävä kohde on 1890-luvulla valmistunut kaksikerroksinen omakotitalo, jonka puurakenteisessa alapohjassa on rakennuksen elinkaaren aikana syntyneitä vaurioita. Kohteessa on tarkoitus toteuttaa ryömintätilallisen alapohjarakenteen laajamittainen saneeraus, jossa uusitaan alapohjarakenteen lahonneet kannattimet sekä parannetaan rakenteen lämmöneristävyyttä.

Työssä käsiteltävät tutkimuskysymykset ovat:

1. Kuinka kosteus pääsee tutkimuskohteen alapohjaan ja millaisia vaurioita se aiheuttaa rakennukselle?
2. Kuinka vaurioitumiseen johtaneet olosuhteet saadaan korjattua?

Työn tarkoituksena on tunnistaa ongelmat sekä laatia selvitys ongelmista sekä toteutuskelpoisista menetelmistä, joilla voidaan estää uusittavan alapohjarakenteen vaurioituminen. Ongelmakohtia haetaan kohteen piha-alueen hulevesien käsittelystä, rakennuspohjan kuivatusjärjestelmistä sekä pinnanmuotoilun vaikutuksesta veden kulkeutumiseen ja alapohjarakenteen tuulettumiseen. Työn lopputuloksena syntyviä mittauksia, havaintoja sekä tutkimustuloksia voidaan hyödyntää lähtötietoina rakennusprojektin rakenne- ja työsuunnitelmissa sekä maanrakennustöiden urakan kilpailutuksessa. Tämän tutkimuksen tilannut taho on kiinteistön omistava yksityishenkilö.

2 Tutkimusmenetelmät ja tietoperusta

2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen tiedonhaussa hyödynnetään rakennusalan ammattikirjallisuutta ja oppaita, internetlähteitä sekä rakennustuotevalmistajien tarjoamaa suunnittelun ohjeistukseen tarkoitettua materiaalia ja tuotetietoja. Lisäksi tietoa on haettu arkistoista, Kouvolan kaupungin museolta, vesilaitokselta, kaavoitusosastolta sekä rakennusvalvonnasta.

Tutkimuskohteen pihan pinnanmuotoja tarkastellaan pintavaaituksella. Sokkeli- ja alapohjarakenteen kosteusteknistä toimivuutta tarkastellaan vertaamalla vaurioita olosuhteisiin, ympäristön muutoksiin sekä rakenteita ja rakentamistapaa voimassa oleviin asetuksiin ja ohjeisiin.

Hulevesien hallinnan toimivuutta tarkastellaan paikan päällä tutkien, kiinteistön omistajien antamista tiedoista sekä kohteesta eri vuodenaikoina otetuista valokuvista. Hulevesijärjestelmien toimivuus ja riittävyys tarkistetaan saatavilla olevista suunnitelmista sekä Kouvolan vesilaitoksen edustajaa haastatteleamalla. Kirjaus- ja käsittelymenetelmät on kuvattu tarkemmin kunkin tutkimusvaiheen luvuissa.

Tulosten pohjalta laaditaan alustavat korjausehdotukset, joissa otetaan huomioon tutkimuksessa esiin tulleet asiat, sekä huomioidaan rakenteen korjauksen vaikutus rasitustekijöiden muuttumisessa.

2.2 Kohde, todetut vauriot ja korjaussuunnitelma

Tutkimuskohde on 1890-luvulla valmistunut kaksikerroksinen omakotitalo, joka on aikanaan rakennettu Kymi-yhtiöiden työläisten asunnoiksi. Kouvolan Kuusankoskella sijaitseva talo on alun perin rakennettu neljälle perheelle ja siinä oli neljä ulko-ovea asuntoihin, joista kaksi on yläkerrassa ja kaksi alakerrassa. Talo on toiminut elinkaarensa aikana myös toimistotiloina, josta ne on palautettu asuinkäyttöön vuonna 2001. Nykyään talon neljästä ulko-ovesta vain yksi on käytössä ja sisätilat ovat yhtä asuntoa. Talon historiasta kerrotaan lisää luvussa 3.

Kaksikerroksinen talo on graniittisokkelin varaan perustettu. Alakerran seinät ovat punatiiltä, yläkerta on puurakenteinen. Talon ala-, väli-, sekä yläpohja ovat puurakenteisia ja purueristettyjä. Vesikatto on tyypiltään harjakatto ja verhottu betonikattotiilillä. Talon lämmitysjärjestelmä koostuu neljästä pystyuunista sekä kahdesta ilmalämpöpumpusta. Ilmanvaihtojärjestelmä toimii painovoimaisesti tiilihormeja hyödyntäen.

Aiemmin tehdyissä kuntotutkimuksissa sekä tilaajan havaintojen mukaan alapohjasta löytyi kosteuden aiheuttamia vaurioita, sekä lukuisia merkkejä liiallisen kosteuden esiintymisestä rakennuspohjassa. Uudemman kuntotutkimuksen mukaan olohuoneen lattiarakenteessa on alapuolella havaittavaa kasvustoa, sekä lahovauriota. Keittiön ja pienen makuuhuoneen lattiarakenteessa on vastaavaa kasvustoa sekä lahovauriota, joka on heikentänyt lattian kannattajia. Lattiarunkoon on tehty alapuolelle lisätuentoja sekä uusittu ylempiä kerroksia. Puolella välissä taloa sijaitsevan käytävän ryömintätilaan ei ole järjestetty kulkua, joten kuntoa ei ole voitu todentaa. (Kiinteistön kuntotutkimus 2015, Tehnyt RKM Pyykkö, K)

Kohteessa on suunnitteilla ryömintätilallisen alapohjarakenteen laajamittainen saneeraus, jossa uusitaan alapohjan runkorakenne, eristeet sekä tuennat. Keskellä taloa kulkevan käytävätilan lattiarakenteeseen tehdään kulkuluukku, josta pääsee huoltamaan ryömintätilaa. Samassa yhteydessä parannetaan rakenteiden lämmöneristävyyttä. Korjausten yhteydessä on myös suunniteltu tehtäväksi piha-alueella tarvittavia korjaustoimenpiteitä, joilla estetään pintavesien pääsy alapohjan ryömintätilaan.

2.3 Liiallinen kosteus alapohjassa ja siitä syntyvät haitat

Yleisiä alapohjarakenteiden kosteusvaurioiden syitä ovat puutteelliset salaojat, vialliset salaojituskerrokset, sadevesien imeytyminen rakennuksen alle puutteellisten pinnanmuotoiluiden vuoksi sekä sadevesijärjestelmien tukkeutumisesta tai puutteellisesta toteutuksesta johtuva tulviminen rakennuspohjaan. Kuivatusrakenteiden uusimiseen vaikuttavia syitä ovat rakennuspohjassa havaittavat kosteusvauriot, vanhojen kuvatusrakenteiden vaurioituminen esimerkiksi maanrakentamisen yhteydessä tai rakennuksen tilojen käyttötarkoituksen muutos. (Tuohimaa, 2001, ss. 77-78)

2.3.1 Mikrobikasvustot

Ryömintätilan suhteellinen ilmankosteus on suurimmillaan kesäaikana, koska lämmin ulkoilma kuljettaa rakennuksen alle kosteutta, joka tiivistyy ilmanalaltaan kylmemmässä ryömintätilassa. Ryömintätilan suhteellinen kosteus saattaakin olla kesäaikana useita viikkoja 85–100 % RH, joka on suureen lämpötilaan yhdistettynä ihanteellinen kasvuolosuhde monille homeille. Talviaikana tilanne on päinvastainen, kun kylmempi ulkoilma lämpiää alapohjassa ja suhteellinen kosteus pienenee. (Puuinfo Oy, 2020)

Homekasvuston kehittyminen vaatii sopivan lämpötilan, kosteutta sekä kasvualustana toimivan eloperäisen materiaalin. Materiaalien homehtumisherkkyttä kuvaamaan on olemassa homehtumisherkkyysluokat (Taulukko 1), joilla määritetään materiaalin homehtumisherkkyttä erilaisissa olosuhteissa. Homekasvuston kehittymisnopeus, maksimipeitto sekä taantuma on mahdollista arvioida, kun tiedetään vallitsevat olosuhteet sekä kasvualustana toimiva materiaali. Myös homekasvuston taantumiselle on olemassa omat luokkansa HTL2-HTL4 (Taulukko 2), jotka kuvaavat kasvun heikkenemistä epäsuotuisissa olosuhteissa. Homekasvuston kehittymistä kuvaa homeindeksiluku (Taulukko 3), joka kertoo havaittavan homekasvuston määrän materiaalin pinnalla. (TTY ja VTT, 2013)

Taulukko 1, Homehtumisherkkyyssluokan määrittely (TTY ja VTT, 2013)

| Homehtumisherkkyyssluokka | | Rakennusmateriaalit |
|---------------------------|--------------------|---|
| HHL1 | Hyvin herkkä | Karkeasahattu ja mitalistettu puutavara (mänty ja kuusi), höylätty mänty, käsittelemätön huokoinen puukuitulevy |
| HHL2 | Herkkä | Höylätty kuusi, paperipohjaiset tuotteet ja kalvot, kipsilevy, vaneri, lastulevy, bitumoidut/käsitellyt huokoiset kuitulevyt |
| HHL3 | Kohtalaisen herkkä | Mineraalivillat, muovipohjaiset materiaalit, kevytbetoni*, kevytsorabetoni, karbonatisoitunut vanha betoni, sementtipohjaiset tuotteet, tiili |
| HHL4 | Kestävä | Alkalinen uusi betoni, lasi ja metallit, tehokkaita homesuoja-aineita sisältävät materiaalit |

* Kevytbetoni kuuluu homehtumisominaisuuksiltaan kahteen eri homehtumisherkkyyssluokkaan. Homeen kasvunopeus vastaa homehtumisherkkyyssluokkaa HHL2, mutta homeindeksin maksimiarvo jää homehtumisherkkyyssluokan HHL3 tasolle.

Taulukko 2, Homeen taantumisloukat (TTY ja VTT, 2013)

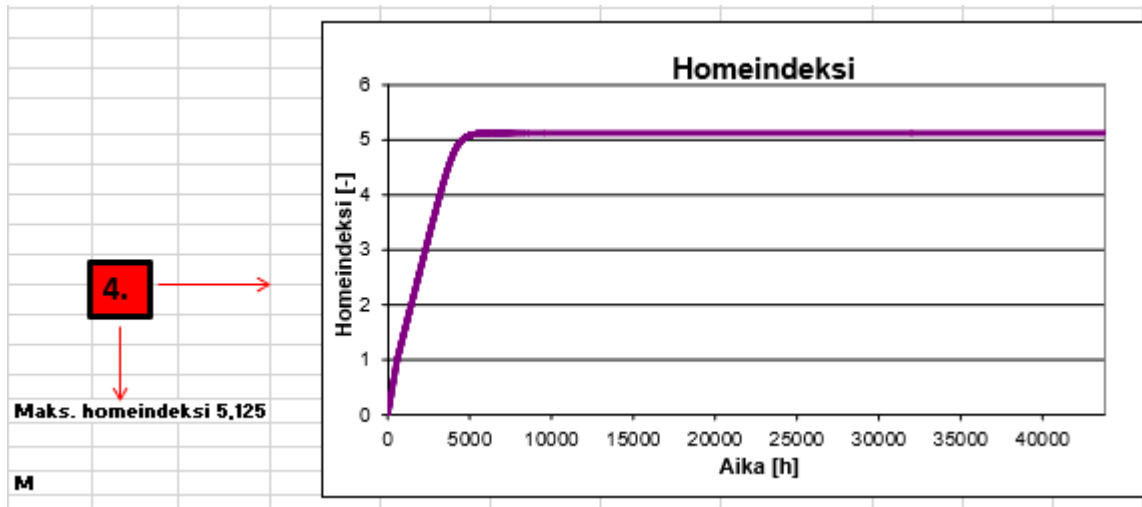
| Homehtumis-herkkyyssluokka | Homeen taantumaluokka |
|----------------------------|---------------------------|
| HHL1 | HTL2 Merkittävä taantuma |
| HHL2 | HTL3 Kohtalainen taantuma |
| HHL3 | HTL4 Vähäinen taantuma |
| HHL4 | HTL4 Vähäinen taantuma |

Taulukko 3, Homeindeksiluokat (TTY ja VTT, 2013)

| Home- indeksi M | Havaittu homeenkasvu | Huomautuksia |
|--------------------|---|---|
| 0 | Ei kasvua | Pinta puhdas |
| 1 | Mikroskoopilla havaittava kasvu | Paikoin alkavaa kasvua, muutama rihma |
| 2 | Selvä mikroskoopilla havaittava kasvu | Homerihmasto peittää 10 % tutkittavasta alasta (mikroskoopilla). Useita rihmastopesäkkeitä muodostunut. |
| 3 | Silmin havaittava kasvu Selvä mikroskoopilla havaittava kasvu | Alle 10 % peitto alasta (silmillä) Alle 50 % peitto alasta (mikroskoopilla) Uusia itiöitä alkaa muodostua |
| 4 | Selvä silmin havaittava kasvu Runsas mikroskoopilla havaittava kasvu | Yli 10 % peitto alasta (silmällä) Yli 50 % peitto alasta (mikroskoopilla) |
| 5 | Runsas silmin havaittava kasvu | Yli 50 % peitto alasta (silmillä) |
| 6 | Erittäin runsas kasvu | Lähes 100 % peitto, tiivis kasvusto |

Rakennusmateriaalien homehtumisen arvioimiseksi on olemassa ”Suomalainen homemalli”, jonka Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) ovat kehittäneet yhteistyössä. Homemallin laskentataulukkoon määritellään homehtumisherkkyysluokka sekä taantumakerroin. Tämän jälkeen taulukkoon syötetään tunnin välein mitattuja ilmankosteuksia ja lämpötiloja. Taulukko laskee homehtumisindeksiluvut sekä piirtää kuvaajan (Kuva 1) tilanteesta. Homeindeksiluku kuvaa homeen kasvua materiaalin pinnoilla ja huokosissa, mitä korkeampi luku sitä nopeammin kasvusto kehittyy. (TTY ja VTT, 2013)

Kuva 1, Homeindeksi suomalaisella homemallilla laskettuna. (TTY ja VTT, 2013)



Homeen kasvun raja-arvot riippuvat pinnasta, jolla se kasvaa: sisäpinnoilla ja sisätiloihin yhteydessä olevissa rakennusosissa home ei ole sallittua, mutta esimerkiksi rakennuksen ulkopinnoilla sekä ryömintätilallisen alapohjan ulkoilmaan rajoittuvassa alapinnassa pienimuotoinen homekasvusto on sallittua sillä ulkoilmassa ja maaperässä homeet esiintyvät luonnostaan. (RIL 250-2020, 2020, s. 116) (RIL 255-1-2014, 2014, s. 64)

2.3.2 Lahovauriot

Lahottajasienet kehittyvät rakenteissa, kun kosteuskuorma on riittävä ja lämpöolosuhteet ovat sopivat. Laho tuhoaa puun rakennetta, ja heikentää puisten rakenteiden kantavuutta ja aiheuttaa näin painumaa esimerkiksi lattiapalkeissa. Homeisiin verrattuna lahottajat kehittyvät hitaammin ja saattavat jäädä kosteusvauriokohdista tehtävissä viljelynäytteissä havaitsematta, sillä homekasvusto kehittyy huomattavasti nopeammin. (RT 08-11286, 2017, s. 13)

Lahottajasieniä on useampaa eri tyyppiä, joista ruskolaho on yleisin kosteusvauriokohteista löytyvä lahottajasienityyppi. Eri lahottajasienet alkavat kasvaa, kehittyvät ja myös kuolevat erilaisissa olosuhteissa (Taulukko 4). Lattiasieni on huomattavan vaikeasti hävitettävä ruskolahottajasienilaji. Se pystyy rauhasessa kehittyessään muodostamaan pitkiä rihmastoja, jotka pystyvät läpäisemään rakenteita ja kuljettamaan kasvussa vaadittavaa kosteutta kuiviinkin rakennusosiin. Lattiasieni vaatii vedottoman, noin 25-Celsius asteisen tilan, jossa ilmankosteus on riittävä. Lattiasieni kestää huonosti suurempia lämpötiloja, joten se ei menesty esimerkiksi

vesikattorakenteissa, jotka saattavat lämmitä kesäoloissa jopa yli 60 Celsius asteen lämpötilaan. Vastaavasti mm. saunakäppä kestää lyhytaikaisesti jopa 70 asteen lämpötiloja ja kuivuutta. (RT 08-11286, 2017, ss. 7-10)

Taulukko 4, Lahottajasienten tavanomaisia kasvuolosuhteita (RT 08-11286, 2017, s. 6)

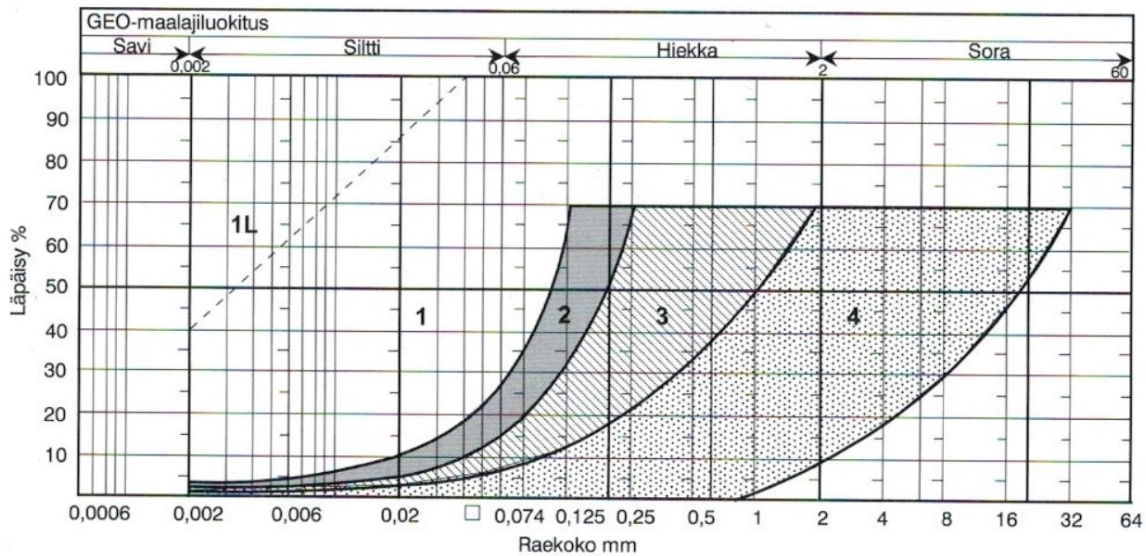
| | Puun kosteus (paino-%) | Lämpötila (°C) | Mikroilmaston kosteus (RH %) |
|-----------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Rihmasto | | | |
| kasvu alkaa | 25...30 | > 0 | 95...98 |
| voimakas kasvu | 30...80 | +15...25 | puu märkää |
| kasvu pysähtyy | 120...160 | +25...50 | – |
| lepotila | < 18 ja > 100...160 | < 0 | – |
| kuolee | – | +35...70 | – |
| Itiöt | | | |
| kuolevat | – | >+100 puolen tunnin ajan ja paineessa | |

2.3.3 Routaliikkeet rakennuspohjassa ja routasuojaus

Täysin vettynyt maa laajenee jäätyessään jopa 8–9 %, joka voi aiheuttaa muutoksia rakennuspohjassa sekä rakennuksen perustuksissa. Sokkelin vierustalla jäätyessään vettynyt maamassa aiheuttaa ulkopuolista painetta, joka saattaa liikuttaa sokkelikiviä. (Jormalainen, 1999, s. 34)

Maan lämpötilan laskiessa pakkasen puolelle sen huokosissa oleva vesi jäätyy, mikä aiheuttaa maan kovettumista sekä kasvattaa maan tilavuutta ja aiheuttaa näin liikkeitä. Routaliikkeitten suuruus riippuu maaperän lämpötilasta, maa-aineksen routivuudesta ja maahan sitoutuneesta vesimäärästä. Maa-aineksen routivuus määritetään yleensä maaperän rakeisuuden perusteella. Rakeisuus määritellään seulomalla maanäytteet eri silmäkokoisilla seuloilla, ja punnitaan sekä lasketaan seulasarjan eri silmäkokojen läpi mennyt maamassan osuus painoprosenteina. Tuloksista muodostettu kuvaaja, rakeisuuskäyrä (Kuva 2), kuvaa eri raekokojen määrän maa-aineksessa. Rakeisuuskäyrää tulkitsemalla voidaan nähdä, onko maa-aines routivaa vai routimatonta. (Kivikoski, 2007, ss. 11-12)

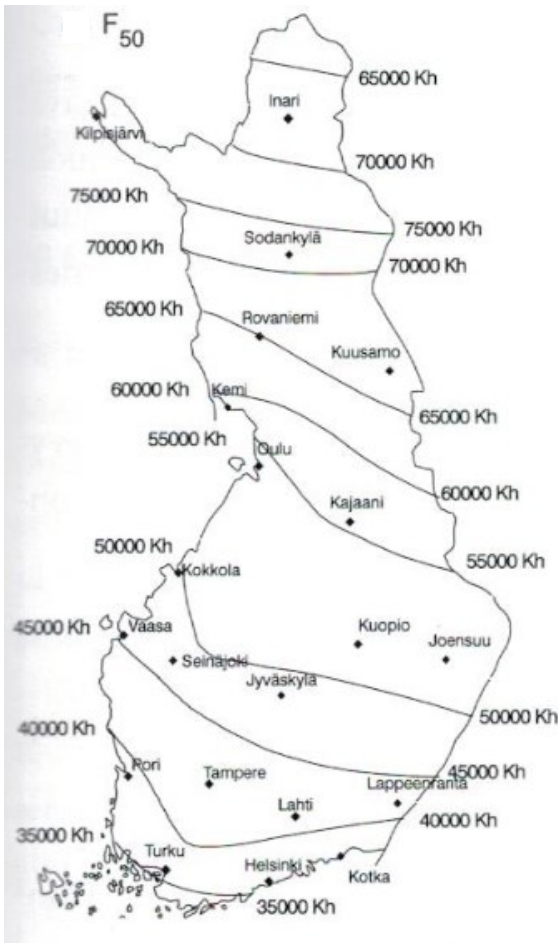
Kuva 2, Rakeisuuskäyrä, (Kivikoski, 2007, s. 12)



Routivuuden määrittäminen rakeisuuden perusteella. Maalajit, joiden rakeisuuskäyrät sijaitsevat alueella 1, ovat routivia. Maalajit, joiden rakeisuuskäyrät sijaitsevat alueella 2, 3 tai 4, ovat routimattomia elleivät käyrien alapäätt pääty vasemmanpuoleisen rajakäyrän yläpuolelle. Maalajit, joiden rakeisuuskäyrät sijaitsevat alueella 1L, ovat lievästi routivia /21/.

Roudan syvyydellä tarkoitetaan syvyyttä, johon asti pintamaa on jäähtynyt alle veden jäätymispisteen. Routasyvyyteen vaikuttavat maalajin lämmönjohtavuus ja vesipitoisuus, ulkoilman kylmyys ja pakkasmäärät, päällä olevat rakenteet ja kasvusto sekä maastonmuotojen ja kasvillisuuden vaikutus maan jäähtymiseen. Roudan syvyys voidaan määrittää rakennussuunnittelun kannalta riittävällä tarkkuudella, kun tiedetään maalaji sekä pakkasmäärä. Pakkasmäärien määrittämiseksi on olemassa kuvaaja (Kuva 3) josta voidaan katsoa maantieteelliseen sijaintiin perustuvat pakkasmäärät 50 vuoden tarkasteluajanjaksolta F50. 50 vuotta on mitoituksen oletusarvo, kun suunnitellaan asuintalon routasuojasta. Lämpimän rakennuksen roudaton perustussyvyys routivalla maalla on annettu taulukossa (Taulukko 5), josta on mahdollista katsoa syvyys, johon routaeristeetön perustus on vähintään kaivettava. Jos suunnittelukohteen pakkasmäärä osuu taulukkoarvojen väliin, tulos voidaan interpoloida eli olettaa että routiminen etenee lineaarisesti. (Kivikoski, 2007, ss. 13-27)

Kuva 3, Kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä. (Kivikoski, 2007, s. 27)



Taulukko 5, Lämpimän rakennuksen roudaton perustussyvyys routivalla maalla. (Kivikoski, 2007)

5. Lämpimien rakennusten perustusten roudaton perustussyvyys routivalla maalla. Rakennuksen leveys > 4 m ja sisälämpötila > 17 °C. Maan pinta rakennuksen vierellä on lumeton. Pienempää perustussyvyyttä käytetään hienorakeisissa maalajeissa, suurempaa perustussyvyyttä karkearakeisissa maalajeissa ja moreenissa. Taulukon pakkasmääräarvojen välillä syvyudet interpoloidaan.

| | | Roudaton perustussyvyys, m | | |
|--|-----------------|----------------------------|---------|---------|
| | | Pakkasmäärä F_{50} , Kh | | |
| Perustamistapa | Perustuksen osa | 35 000 | 50 000 | 65 000 |
| Maanvastainen alapohja, alapohjarakenteen lämmönvastus $\leq 5 \text{ m}^2\text{K/W}$, perusmuurin lämmöneristys ulkopinnassa | Seinälinja | 1,0/1,2 | 1,3/1,5 | 1,6/1,9 |
| | Nurkka | 1,3/1,6 | 1,6/2,0 | 2,0/2,3 |
| Ryömintätila, tuuletus ulkoa, tuuletusaukkojen yhteispinta-ala 4–8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohjarakenteen lämmönvastus $\leq 5,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ | Seinälinja | 1,2/1,5 | 1,5/1,9 | 1,9/2,3 |
| | Nurkka | 1,5/1,9 | 1,8/2,3 | 2,2/2,6 |

Perustusten kaivaminen routimattomaan syvyyteen ei ole aina järkevää, koska roudan etenemistä maakerroksissa voidaan rajoittaa routaeristyskerroksia käyttäen. Eristyksen tavoitteena on estää maaperän jäähtyminen alle 0 Celsius asteen lämpötilaan perustusten alapuolella ja sokkelin vierustoilla. (Jääskeläinen, 2009, ss. 151-156).

Routasuojaus mitoitetaan erikseen kylmille ja lämpimille perustusrakenteille, sekä talon piha- ja liikennealueelle. Rossipohjaisen talon alapohjan routasuojaukseen vaikuttavat rakennuksen alaisen maaperän kosteus ja routaherkkyys, perustusten kaivussyvyys, maaperän lämmönjohtavuus sekä maaperän lämpötila. Ryömintätilan maapohjan lämpötilaan vaikuttavat lämmöneristys, rakennuksen laajuus sekä ryömintätilan lämpötila. Alapohjarakenteen lämmöneristystä korjattaessa rakenteen läpi alapohjaan virtaava hukkalämpö vähenee, jolla on vaikutusta myös perusmaan lämpötilaan ja sitä kautta routimisherakkyys suurenee. (Sisäilmäyhdistys ry, n.d)

Routamitoituksen määrittäminen: Herkästi vaurioituvien rakenteiden kuten tiiliseiniä routasuojaus tulee mitoitaa F50 mukaan, kun taas paremmin liikettä sallivien tai toissijaisten rakenteiden, kuten pihan pintarakenteiden tai kevytrakenteisten piharakennusten routamitoituksessa riittää F10 tai F20. (Finnfoam Oy, 2008)

Routarajan alapuolelle perustettu rakennus ei tarvitse yleensä routasuojauksia. Luonnollisesti myöskään kallion varaan perustettaessa ei tarvita routaeristystä sillä kallioperusta ei roudi.

Lämpimän rakennuksen routaeristyksissä käytetään monia erilaisia eristysmateriaaleja, joista yleisimmät vaihtoehdot ovat: EPS- eristeet, XPS- eristeet, sekä kevytsora. Näiden lisäksi käytetään muun muassa vaahtolasia. (Jääskeläinen, 2009, ss. 158-159)

Eristysmateriaalit poikkeavat ominaisuuksiltaan ja käyttötarkoitukseltaan toisistaan.

1. EPS- eriste, kutsumanimeltään styrox on polystyreenisoluja paisuttamalla valmistettu eristemateriaali. EPS ei johda vettä kapillaarisesti mutta vettyy jonkin verran maaperän kosteuden vaikutuksesta. EPS levyjä on useampaa lujuuksia (Taulukko 6), EPS120 Routa on joustavinta ja soveltuu sokkelin vierustoille rasittamattomalla piha-alueella. EPS 200 soveltuu kuormitetuille piha-alueille sekä anturoiden alle. (Kivikoski, 2007, s. 76)

2. XPS eriste on valmistettu polystyreenivaahdosta suulakepuristamalla. Se on rakenteeltaan pienisoluisempaa ja sileämpää. XPS- eristeet kestävät suurempaa kuormitusta (Taulukko 7), ja ovat myös rakenteeltaan tiiviimpiä. (Kivikoski, 2007, s. 78)
3. Kevytsora, eli Leca-sora koostuu savesta paisuttamalla ja kuumentamalla valmistetuista rakeista. Paisuttaminen muodostaa rakeisiin paljon suljettuja ilmahuokosia, joten ne toimivat eristeenä. Leca-sora on keraamisena materiaalina lahoamatonta, mutta se vettyy maanalaisissa rakenteissa helpommin kuin muovieristeet EPS ja XPS. Leca-soraa on useampaa eri tyyppiä (Taulukko 8), erilaisiin käyttötarkoituksiin. (Kivikoski, 2007, s. 79)

Taulukko 6, EPS eristeiden kuormituskestävyys. (Kivikoski, 2007, s. 76)

! EPS-eristeiden pitkä- ja lyhytaikaisia kuormituskestävyysarvoja /34/.*

| Materiaali | Eristelaatu | Pitkäaikainen kuormituskestävyys (kokoonpuristuma 2 %) kPa | Lyhytaikainen kuormituskestävyys (kokoonpuristuma 10 %) kPa |
|------------|----------------|--|---|
| EPS | EPS 100 Lattia | 35 | ≥ 100 |
| | EPS 120 Routa | 35 | ≥ 120 |
| | EPS 200 Routa | 60 | ≥ 200 |
| | EPS 300 Routa | 90 | ≥ 300 |
| | EPS 400 Routa | 120 | ≥ 400 |

* Koskee EPS 2000 tuoteluokituksen mukaisia EPS-routaeristeitä, joiden valmistajia ovat esim. M-Plast Oy, Soklex Oy, Solupak Oy, ThermiSol Oy ja UK-Muovi Oy.

Taulukko 7, XPS eristeiden kuormituskestävyys. (Kivikoski, 2007, s. 78)

XPS-eristeiden pitkä- ja lyhytaikaisia kuormituskestävyysarvoja /35, 36/.*

| Materiaali | Eristelaatu | Pitkäaikainen kuormituskestävyys (kokoonpuristuma 2 % tai murtoraja) kPa | Lyhytaikainen kuormituskestävyys (kokoonpuristuma 5 %) kPa |
|------------|-------------|--|--|
| XPS | XPS300 | 140-150 | 300 |
| | XPS400 | 180-200 | 400 |
| | XPS500 | 225-250 | 500 |

* Koskee Dow Chemical Companyn ja Finnfoam Oy:n tuotteita.

Taulukko 8, Kevytsoran lämpötekniset ominaisuudet. (Kivikoski, 2007, s. 79)

Leca-soralle ja Leca-betonille määritetyt lämmönjohtavuuden suunnitteluarvot λ_n käyttökohteittain.*

| Käyttökohte | Lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo λ_n W/Km | | | |
|---|---|---------------|---------------|----------------|
| | KS820 W/Km | KS420 W/Km | KS432 W/Km | KSB400 W/Km |
| Perustusten routasuojaukset | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| Lämpimän ja kylmän tilan alapohja- ja lattiarakenteet | 0,13 | 0,13 | 0,13 | |
| Työnaikaiset routasuojaukset | 0,13 | 0,13 | 0,13 | |

* Koskee maxit Oy Ab:n tuotteita.

Kevytsorat poikkeavat toisistaan raekoon ja kuormituksen kestävyden osalta. Raekoko ilmenee tuotenimestä, Esimerkiksi KS820 on Ø8-20 mm raekoolla. KSB- tyyppinen Leca-sora on lisäksi vahvistettu betonilla, joten se kestää suurempaa kuormitusta. Myös Kevytsoraharkko toimii routa- ja lämmöneristeenä esimerkiksi sokkelirakenteissa. Sokkelin routaeristyksissä ja kaivantojen täyttönä toimiessaan kevytsora suojataan yleensä muovikalvolla, jolloin yläpuolelta valuvat hulevedet eivät pääse kastelemaan sitä vaan ohjautuvat salaojastoon. Asennettu kevytsorakerros on helposti avattavissa esimerkiksi putkiston muutostöiden yhteydessä sillä se vastaa kaivuominaisuuksiltaan hienoa hiekkaa. (Kivikoski, 2007, ss. 70-80)

2.3.4 Kapillaarinen kosteuden nousu ja pakkasrapautuminen

Monet huokoiset rakennusmateriaalit ovat kapillaarisia. Kapillaari-ilmiössä vettä läpäisevät materiaalit imevät itseensä vettä, joka etenee materiaalin pienissä huokosissa ja pyrkii täyttämään aineen pienet kapillaarihuokokset. Rakennusten perustuksissa ja alapohjarakenteissa käytettävistä materiaaleista muun muassa tiili ja betoni imevät itseensä suuriakin määriä vettä. Kapillaarinen veden imeytyminen tapahtuu kaikkiin suuntiin ja sitä rajoittaa pääasiassa veden haihtuminen sekä maan vetovoima ylöspäin mentäessä. Veden nousu on mahdollista katkaista vettä pitävillä rakennekerroksilla, materiaaleihin lisättävillä tiivistysaineilla sekä valitsemalla käyttöön huonosti vettä läpäiseviä rakennusmateriaaleja, kuten menneinä aikoina yleisesti käytetty sokkeligraniitti. Kapillaarisen ja hygroskooppisen kosteuden eron määrittää veden olomuoto aineessa. Kun vesi on nesteinä, ollaan kapillaarisella alueella ja taas hygroskooppisella alueella huokosissa on vain ilman kosteutta eli vesi esiintyy höyrynä. Hallittu veden imeytyminen on monesti hyväksyttävää, jos

rakenne on suunniteltu niin ettei se vaurioidu kosteuskuormasta ja pääsee kastuessaan kuivumaan. (Kaila, 1997, ss. 94–100)

Kun märkä tiilirakenne jäähtyy alle 0 C lämpötilaan, huokosissa oleva vesi alkaa muodostaa jääkiteitä, jolloin sen tilavuus kasvaa. Jäätyminen alkaa aineen suurista huokosista, jonne kiteytyvä vesi tunkeutuu laajentuessaan. Jos huokokset täyttyvät, vesi alkaa muodostaa hydraulista painetta, joka saattaa ylittää tiilen vetolujuuden. Tällöin tiili lohkeaa.

Edellä mainitun vaurioitumismekanismin välttämiseksi säänkestävyyttä vaativissa tiili- ja betonimateriaaleissa tulee olla tasaisesti jakautunutta, sopivan suuruista suojahuokosta, jonne jäätyvän veden paine pääsee tasaantumaan. Punatiilen valmistuksessa lisätään savimassaan sahanpurua, joka tiilen polttoprosessissa palaa pois ja jättää valmiiseen tiileen ilmakuplia, jotka parantavat jäätymisenkestoa. (Kaila, 1997, ss. 104-110)

Tiilirakenteeseen imeytyvä maakosteus kuljettaa helposti mukanaan veteen imeytyneitä suoloja, jotka ovat lähtöisin esimerkiksi maaperästä, merivedestä tai liikennealueilla käytettävästä tiesuolasta. Nämä suolat jäävät veden kuivaessa tiilen pinnalle sekä huokosten sisäpintoihin muodostaen kuivia kiteitä. Nämä suolakiteet ovat hygrooskooppisia, eli ne vetävät kosteutta puoleensa ja näin ollen edesauttavat materiaalin kastumista. Tämän lisäksi suolakiteet tukkivat suojahuokosia, sillä ne eivät pääse rakenteesta pois, kun niitä kuljettanut vesi haihtuu. Suojahuokosten tukkeutuessa jäätympaine kasvaa ja pakkasrapautumisen riski kasvaa sekä vaurioituminen nopeutuu. (Kaila, 1997, ss. 113-116)

2.4 Rakennuksen korkeusasema sekä alus ja vierustäytöt

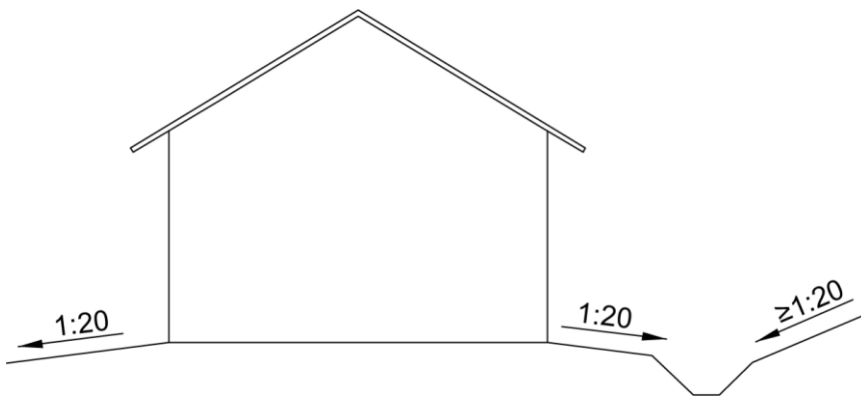
Rakennuksen suunnittelussa tulee aina ottaa huomioon rakennusalueella mahdollinen tulvariski, sekä ylimmät pinta- ja pohjaveden korkeudet. Rakennuksen korkeusasema sekä tarpeelliset suojaavat rakenteet valitaan näiden mukaisesti. (YM 782/2017, 8§)

”Rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava maanpinnan kuivatus ja hulevesien hallinta siten, että hulevedet johdetaan pois rakennuksen vierestä hulevesijärjestelmän avulla.” (YM 782/2017, 16§)

”Hulevesillä tarkoitetaan sade ja sulamisvesiä, jotka liikkuvat maan pinta- ja pintakerrosvaluntana”. Katoilta ja pihamaalta koottavia vesiä ei saa johtaa viemäriin vaan tontille on rakennettava hulevesijärjestelmä, joka imeyttää vedet tai johtaa ne kunnan hulevesijärjestelmään. (Kouvolan kaupunki, 2021 6.3§)

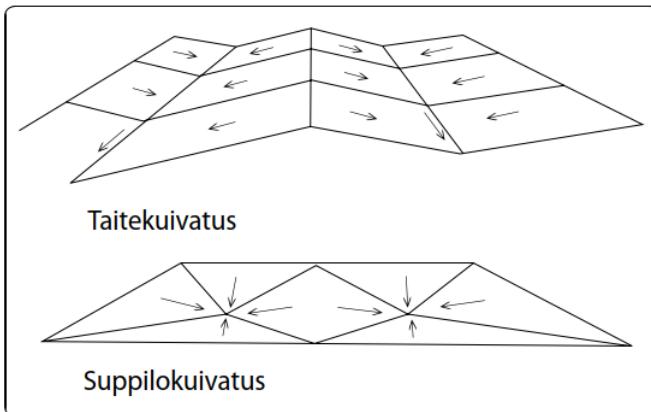
Yleisesti ohjeistetaan, että seinän vierustalta ulospäin pintamaan kaato olisi vähintään 1:20 ensimmäisen kolmen metrin matkalla. Rinnemaalla rakennuspaikan yläpuolisesta rinteestä valuvat vedet voidaan koota niskaojaan (Kuva 4), jolla ne ohjataan rakennuksen ohi kuivatuksen kannalta edullisempaan paikkaan. Riittävän kallistuksen lisäksi myös veden imeytymistä rakennuksen perustusten viereen tulee estää käyttäen vähemmän vettä läpäisevää kerrosta lähellä maanpintaa. Pihamaan pinnanmuotoja suunniteltaessa on oleellista huomioida vallitsevat maaston muodot sekä se, onko niiden riittävä muokkaaminen mahdollista, taloudellisesti kannattavaa ja tarkoituksenmukaista. (Ympäristöministeriö, 2020, ss. 25-26)

Kuva 4, Periaatekuva seinustojen pinnanmuotoilusta, sekä pintavesien ohjauksesta niskaojan avulla. (Ympäristöministeriö, 2020, s. 25)



Maan pinnanmuotojen lisäksi vesien valuntaa on mahdollista ohjata myös erilaisia kouruja, reunuksia ja painanteita käyttäen. Tarvittavan kallistuksen määrää on mahdollista vähentää, jos piha-alueelle toteutetaan kuivatus taite tai suppilokuivauksella (Kuva 5), joka kokoaa valumavedet hulevesiviemäriin. Tällöin selvittää pienemmällä kaltevuuden ja korkeusaseman muutoksilla. (Uponor Oy, 2019, s. 153)

Kuva 5, Piha-alueen kuivatusmuodot. (Uponor Oy, 2019, s. 153)



Piha-alueella käytettävä pinnan kallistus riippuu pintamateriaalin ominaisuuksista ja alueen käyttötarkoituksesta. Asfalttipinnoilla riittävä minimikaltevuus on 1–3 % kun taas sorapinnalla suositeltava kaltevuus on 2–4 %. Kävelyreiteille tulevien ramppien kaltevuus saa olla 8–10 %, tai rajoitetusti lyhyillä matkoilla 15 %. Liikuntaesteisille reittejä suunniteltaessa suurin sallittu kaltevuus on vain 5 %. Tonttiliittymässä ja pihan liikennealueella suositeltava maksimikallistus on 8 %. Kallistuksia suunniteltaessa on oleellista huomioida, että kulkureiteille kertyvät vedet pyritään poistamaan sivukallistuksella (Kuva 6) jolloin vedet eivät virtaa kulkureitin suuntaisesti. (Uponor Oy, 2019, ss. 153-154)

Kuva 6, Piha-alueen pinnan vähimmäiskallistukset eri materiaaleilla (Uponor Oy, 2019, s. 154)

| Päällyste | Sivu- kaltevuus | Vietto- kaltevuus |
|--------------------------|--------------------|----------------------|
| Asfaltti | | |
| Ajorata | 2,5-3 % | |
| Jalkakäytävä | 2,0-2,5 % | |
| Piha | | 1-3 % |
| Kiveys, laatoitus | | |
| Ajorata | 2-4 % | |
| Jalkakäytävä | 2-3 % | |
| Piha | | 1-4 % |
| Sora | | |
| Ajorata | 4-5 % | |
| Piha | | 2-4 % |

Jos pihamaa on routimisherkkää, on syytä huomioida, että routaliikkeet saattavat muuttaa pinnanmuotoja vuodenajan mukaan. (Ympäristöministeriön ohje, rakennusten kosteustekninen toimivuus, s.25–26) Routaliikkeiden sallittu suuruus ja maksimipainumat riippuvat piha-alueelle asetetusta vaatimustasosta, jonka määrittävinä tekijöinä toimivat pihalla käytettävät pintamateriaalit, liikennesäätö sekä alueelle asetetut esteettiset ja toiminnalliset vaatimukset. Myös pihan huolto- sekä rakennuskustannukset ovat suuressa roolissa, kun määritellään tarvittavien menetelmien mielekkyyttä ja kustannustehokkuutta. (Tuohimaa, 2001, s. 36)

Nykyohjeiden mukaisesti sokkeliin tehtävien tuuletusluukkujen korkeuden maan pinnasta tulee olla vähintään 150 mm. Tällöin matala kasvusto tai ohut lumikerros seinustalla ei tuki tuuletusta. Aukot voidaan varustaa säleiköillä ja hyönteisverkoilla mutta tällöin tulee huomioida säleikön kuristava vaikutus ilmanvaihtoaukon pinta-alaan, sekä verkon tukkeutumisen riski ilmavirtojen kuljettamien roskien tähden. Sokkeliin tehtävän huoltoluukun kynnyksen tulisi olla vähintään 100 mm maanpinnan yläpuolella, jotta pintavedet eivät pääse valumaan rakennuksen alle. (Puuinfo Oy, 2020)

2.5 Ryömintätilan maapohjan muotoilu, olosuhteet ja eristeet

Ryömintätilan maapohja tulee muotoilla niin, että maapohja kaataa keskeltä ulospäin, tai kohti kuivatusjärjestelmää (salaoja). Ohjeistuksen mukainen minimikaato on 1 % (Tuohimaa, 2001) Korjauskohteen maapohjaa muotoillessa on oleellista poistaa kaikki eloperäinen maa-aines sekä mahdollisesta homekasvustosta saastunut maa-aines. Maapohja kannattaa eristää kauttaaltaan esimerkiksi Leca-soralla tai XPS-eristeellä, rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Eristyskerroksella vähennetään alapuolisesta maaperästä nousevan kosteuden määrää sekä nopeutetaan tuulettuvan tilan lämpötilan nousua keliin lämmitessä ja vähennetään sitä kautta kosteuden tiivistymistä alapohjaan kesäaikana. (Ympäristöministeriö, 2020, s. 32)

2.6 Rakennuspohjan kuivatusmenetelmät

Rakennuspohjan kuivatustarve ja menetelmien valinta riippuu maaperän vedenläpäisevyysominaisuuksista sekä rakennusta ympäröivistä pinnanmuodoista ja maakerrosten vedenkuljetuskyvystä. Ryömintätilan maapohjan kuivatukseen on yleisesti kolme vaihtoehtoa. (Tuohimaa, 2001, s. 39)

1. Veden kapillaarisen nousun katkaiseminen salaojituskerroksen avulla. Tässä vaihtoehdossa ryömintätilan maapohjaan toteutetaan salaojasoralla tai muulla vastaavalla, hyvin vettä läpäisevällä kiviaineksella kerros, joka johtaa maasta nousevan veden salaojaputkistoon ja sitä kautta ulos rakennuksen alta. Salaojituskerroksen maa-aines tulee valikoida huolella, jotta riittävä vedenimukyky on taattu ja järjestelmä toimii tehokkaasti.
2. Ulkopuolinen salaojitus salaojakerroksineen, jossa rakennuksen ulkopuolelta sokkelin läheisyyteen valuvat vedet johdetaan salaojituskerrosten läpi kaivannon pohjalla sijaitsevaan salaojaputkeen.
3. Vesitiiviit rakenteet, jotka on saumattu vesitiiviisti ja estävät veden läpikäynnin.

Rakennuspohjan alapuolinen salaojasto tulee sijoittaa niin ettei veden virtausmatka putkistoon jää liian pitkäksi. Vähintään kohtalaisesti vettä läpäisevällä maa-aineksella putkien maksimivälinä pidetään 10 m, jolloin virtausmatkaksi muodostuu 5 metriä. Rakennuksen alla salaojien kaadon on oltava vähintään 1 %. (Tuohimaa, 2001, ss. 40-41)

Asuinrakennuksen salaojat toteutetaan yleensä sisähalkaisijaltaan 90 mm salaojaputkella, jonka tulee olla kaksiseinäistä kasaan painumisen estämiseksi. Salaoja ympäröidään salaojasoralla vähintään 10 cm putken sivuilla ja alla, päälle tulee 200 mm kerros varmistamaan salaojan toimivuus. Putki ja sorastus erotetaan tarvittaessa ympäröivästä maa-aineksesta suodatinkankaalla, jottei hieno maa-aines pääse tukkimaan salaojaa. (Tuohimaa, 2001, ss. 40-41)

2.7 Rakennuksen kosteustekninen toimivuus korjausrakentamisessa

”Ryömintätilaan ei saa kerääntyä vettä. Ryömintätilan on oltava tuulettuva. Ryömintätilan kosteus ei saa aiheuttaa haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle. (1, 19 §). Ryömintätilaan on oltava pääsy sen tarkastamista ja siellä sijaitsevien laitteiden ja järjestelmien huoltamista varten. (1, 20§).” (YM 782/2017, 19–20 §)

Asetuksen mukaan korjaus- tai muutostyössä ei tarvitse erikseen tehdä muutoksia rakennuksen kosteustekniseen toimivuuteen, jos alkuperäinen rakennustapa on toimiva eikä sen ominaisuuksia muuteta. Näin ollen säilytettäviä rakenteita ei tarvitse muuttaa ja rakenteen alkuperäistä

toimintatapaa voidaan mukailla myös muutettavissa rakenteissa. Jos rakennus on omiaan aiheuttamaan terveyshaittaa tai vaurioittamaan muita rakenteita, se tulee korjata.

Energiatehokkuuden parannusvaatimukset sekä asumismukavuus tulee arvioida erikseen. (YM 782/2017, 1.luku 4§)

3 Talon vauriot ja niihin vaikuttavat olosuhteet

Rakennuksen vaurioita käsittelevän aineiston kokoon saamista on haitannut talon korkea ikä, sillä se on valmistunut lähes kaksikymmentä vuotta ennen Suomen itsenäistymistä. Talon on rakennuttanut Kuusankoski-Yhtiö. Sen on luultavimmin suunnitellut yhtiön palveluksessa työskennellyt insinööri ja talo on rakennettu samaisen yhtiön suunnittelemaan kortteliin. Korttelin kunnallistekniset järjestelmät sekä katuverkosto ja alueen kaavoitus ovat olleet yhtiön vastuulla.

Alkuperäinen yhtiö on sulautettu useamman kerran. Kuusankoski-yhtiön materiaalit kuuluvat nykyään UPM-Kymmene Oy:lle, mutta sähköpostitse tehdyn tiedustelun perusteella Valkeakoskella sijaitsevasta keskusarkistosta ei löytynyt kohteesta muuta tietoa kuin rakennusvuosi 1898 ja arvaus rakennuksen suunnittelijasta.

Talon osoitteen määrittävän kadun nimi on vaihdettu 1930-luvulla, ja talon rakentamisen aikaan alue on kuulunut littiin, josta se erotettiin Kuusankoskeksi 1900 luvun alussa. Kuusankosken rakennusvalvonta on yhdistetty Kouvolan rakennusvalvontaan kuntaliitoksen yhteydessä. Rakennusvalvonnasta ei löytynyt rakennuksen historian ensimmäiseltä sadalta vuodelta tietoja. Myöskään kansallisarkiston digitietokannasta ei löytynyt piirustuksia tai asemakaavoja suunnittelijan, paperitehtaan tai kummallakaan kadunnimellä haettuna.

Vanhimmat rakennuksesta saadut suunnitelmat ajoittuvat vuoteen 2001, jolloin rakennus on remontoitu takaisin asuinkäyttöön.

Alueesta löytyi jonkin verran vanhoja valokuvia muun muassa ”Min Kuusas” blogista, joka käsittelee Kuusankosken aluetta ja historiaa. Tunnistettavia naapurirakennuksia esittävästä kuvista on mahdollista havainnoida mm. katualueen pinnankorkeutta kuvanottoajankohtana.

(Martikainen, n.d)

3.1 Pinnanmuodot

Tontin pinnanmuotoja on mahdollista tarkastella monellakin tapaa, mutta tässä työssä päätettiin suorittaa piha-alueelle pintavaaitus. Pintavaaituksen lopputuloksena syntynyt korkotiedoilla varustettu asemapiirros mahdollisti pihan kallistusten tarkastelun valuma-alueiden määrittämiseksi sekä toimii pinnantasaussuunnittelun ja pihasuunnittelun lähtötietoina. Näiden lisäksi korkotiedoilla varustettu kuva mahdollistaa maarakennustöissä tehtävän massalaskennan täyttö- ja kaivutöitä varten.

Vaaitus valmisteltiin ja toteutettiin Mittaus ja kartoitustekniikan perusteet- oppaan ohjeistusta mukaillen: tontin asemapiirustuksesta piirrettiin Cadmatic-sovelluksella vaaituskäyttöön tarkoitettu versio, jossa skannattu asemapiirustus kierrettiin niin että rakennuksen pitkät seinäseinälinjat saatiin vaakasuoraan. Tämän jälkeen koko tonttialueen päälle piirrettiin 5x5 metrin jaolla ruudukko. Rakennuksen seinustoille ruudukko tuplattiin, jolloin saatiin kuva, jossa seinustalta ulospäin on 2,5 m ruudukko joka 5 m jälkeen harvenee viiden metrin ruutujaolle sisäilmayhdistyksen pintavaaitusohjeistusta mukaillen. Valmis korkomittauskuva tulostettiin A3 kokoisena korkotietojen merkintää varten. (Laurila, 2010, ss. 191-216) (Sisäilmayhdistys ry, 2008)

Vaaituspiirustus pohjan mukainen nollalinja vedettiin talon vajan puoleisesta nurkasta ja mittalinjajako merkittiin merkkusmaalilla tontille, linjan molempiin päihin. Tämän jälkeen piha-alueelle pystytettiin vaaituskoje (tasolaser), joka asetettiin ensimmäiseen koneasemaan, joka on merkitty kuvaan K1. Korkopisteiden mittaus aloitettiin mittauslattiaa hyödyntäen ja saadut lukemat merkittiin ennalta piirretyn korkomittauskuvan mittausruudukon mittapisteisiin. Tonttialue käytiin läpi vaakalinja kerrallaan, mittauspisteet tontilla haettiin nollalinjasta lähtien rullamitalilla. Saadut korkolukemat merkittiin korkomittauskuvaan, samoin vaaituskoneen asema tontilla, talon lattiakorko sisällä, sokkelin yläpinnan korko sekä alapohjan tuuletusaukkojen korot. Ruutujaon ulkopuolelle jäävät, oleelliset mittapisteet kuten ojapainanne merkittiin kuvaan pistekorkoina.

Koneen asemapaikkaa siirrettiin kolmeen kertaan, jotta kaikki seinustat saatiin mitattua. Kaikki koneasemat on merkitty mittauksen aikana täydennettyyn korkomittauskuvaan (Liite 1), tunnuksin K1-K3. Koneaseman vaihdon yhteydessä tehtiin tarkistusmittaus aiemmin mitatusta pisteestä, jotta konekorkojen määrittäminen onnistuu myöhemmässä vaiheessa.

Tehdyn mittauksen jälkeen työnaikaiseen muistioon kirjatut mittaustulokset syötettiin Exceliin ja lukemat korjattiin niin, että talon lattiakoroksi asetettiin 10 m ja kaikki muut lukemat suhtautettiin siihen. Laseria siirrettäessä muuttunut konekorko korjattiin samalla. Laskennan tuloksena saadut korkolukemat (Liite 2), kirjattiin CADMATIC-ohjelmalla asemapiirrokseseen ja lopputuloksena syntyneitä korkotiedoilla varustettua asemapiirrosta, (Liite 3) käytetään hulevesien ja pinnanmuotojen korjausta käsittelevässä osiossa, luvussa 4.3.

Kuvaan on merkitty myös muita hankkeen kannalta oleellisia korkoja, kuten rakennuksen lattiakorko, kaupungin hulevesikaivon liittymäkorko sekä alapohjan tuuletusaukkojen korot. Ryömintätilaan ei tehty vaaitusta tilan ahtaudesta johtuen, vaan siellä tarkastelu tehdään purkutöiden jälkeen, suunnittelun ohessa vesivaakaa ja tasolaseria apuna käyttäen.

Kuvan helppolukuisuuden takaamiseksi korkoja ei sidottu viralliseen korkotietojärjestelmään, vaan kaikki tulokset on sidottu keksittyyn 10 m lattiakorkoon. Talon todellinen, Kouvolan vesilaitoksen verkostomestarin ilmoittamasta sadevesikaivon kannen korosta laskettu lattiakorko on 68,68 m merenpinnasta korkeusjärjestelmän N2000 mukaan ilmoitettuna.

3.2 Peruskallio

Geologian tutkimuskeskuksen maankamara-karttapalvelusta haetun maaperäkartan mukaan tontin maaperä vaihtuisi kallioperästä moreenimaaksi talon puolen välin kohdalla. Todellisuudessa kalliopinta löytyy ohuehkon pintamaakerroksen alta koko tontin alalla, eikä talon tiilirunko olisi säilynyt ehjänä näihin päiviin asti, jos talo olisi vain puoliksi routimattomalla perustalla. Kalliopinta on tullut esiin tontin läntisellä rajalla kulkevan kaupungin hulevesilinjan kaivutöiden yhteydessä (Kuva 7). Näin ollen kuntotutkimuksen 2015 maininta, jonka mukaan talo on perustettu kallion varaan pitää paikkansa. Kalliopinnan läheisyys on syytä huomioida myös salaojitusta, hulevesiputkistoja sekä valumavesiä tutkittaessa ja suunniteltaessa. (Geologian tutkimuskeskus, n.d)

Kuva 7, Havainto kalliopinnasta 2016 viemäritöiden yhteydessä (kuva saatu tilaajalta)

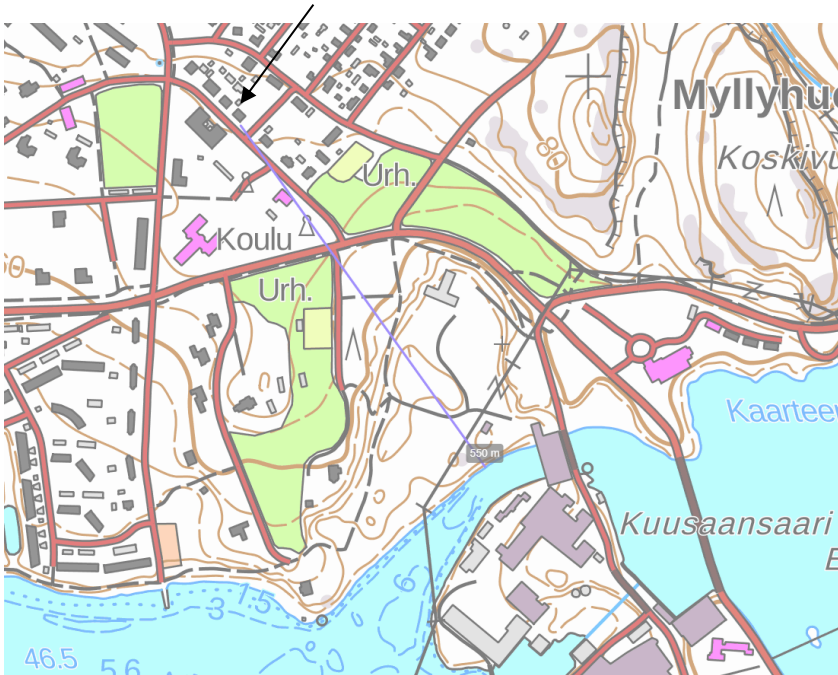


3.3 Tulva

Talo sijaitsee vain noin 550 metrin päässä Kymijoesta, joka on tunnettu tulvimisestaan. Suurin mitattu tulva Kymijoen historiassa ajoittuu vuoteen 1899, jolloin joen vedenpinta nousi virtaavilla osuuksilla kaksi metriä tavanomaista keskivedenpintaa ylemmäksi ja koskipaikoissa jopa neljä metriä. Tulva vei tuolloin paljon rakennuksia mennessään ja aiheutti laajasti tuhoja. (Pykälistö, 2017, s. 1)

Tulva ei kuitenkaan ole millään tavoin syyllisenä alapohjarakenteiden tilanteeseen, sillä alapohjarakenteen vauriot vaikuttavat myöhemmin syntyneiltä. Talon ja joen uoman välinen korkeusero on maastokartan korkokäyrästä (Kuva 8) luettuna yli 20 metriä.

Kuva 8, Kuvassa nuolella esitettyä rakennuksen sijainti, sekä etäisyys vesirajasta, 550 m (Maanmittauslaitos, n.d)



3.4 Hulevesijärjestelmän toimivuus

Talo on varustettu jälkikäteen asennetulla, muovisin rännikaivoin toteutetulla hulevesijärjestelmällä, joka johtaa katon syöksytorvilta valuvat sadevedet muovista 110 mm hulevesiputkea pitkin kaupungin hulevesijärjestelmän ritiläkantiseen kaivoon. Kaivo sijaitsee tontin oikeassa alakulmassa. Hulevesijärjestelmän putkilinjassa ei ole erillistä tarkastuskaivoa ja routaeristämätön putki on kaivettu routasuojauksen kannalta riittämättömään syvyyteen, maapeitteen ollessa paikoitellen vain 35 senttimetriä. Sakkapesälliset rännikaivot todettiin toimiviksi laskemalla niihin vettä, ja seuraamalla veden purkautumista kaupungin kaivoon.

Piharakennukselle ei ole olemassa rännikaivoa, vaan syöksytorven alla pidetään vedenkeruutyynyä, josta ylituleva vesi valuu rakennuksen seinustalle.

Piha- alueelta puuttuvat tonttialueen kuivatukseen tarvittavat, ritilä- tai kupukantiset hulevesikaivot, joilla sade ja sulamisvedet saataisi koottua pois painanteista ja johdettua kaupungin hulevesilinjaan.

Talo ja piharakennus on rakennettu 1800-luvun tyylin mukaisesti ilman salaojastoa, eikä niitä ole lisätty myöskään jälkikäteen, sillä uusitusta hulevesijärjestelmästä puuttuu perusvesikaivo, jossa salaojaston liittäminen olisi mahdollista.

Kouvolan vesilaitoksen edustajalta saadun henkilökohtaisen tiedonannon mukaan kiinteistö on liitetty kaupungin hulevesijärjestelmään ja liitoksesta on tehty asianmukaiset ilmoitukset. Kaupungin hallinnoima sadevesikaivo on vesilaitoksen ohjeistuksen vastaisesti ritiläkantinen, joten siinä on olemassa jäätymisriski. Hulevesiliittymän padotuskorkeus on niin ylhäällä, että kiinteistön salaojan liittäminen ei ole turvallista ilman pumppukaivoa ja padotusventtiiliä. Samassa yhteydessä saadut hulevesijärjestelmän liittymis- ja padotuskorkotiedot on lisätty vaaituskuvaan (liite 3).

3.5 Muutokset rakennuksen ympäristössä

Rakennuksen ympäristö on muuttunut rakennuksen elinkaaren aikana merkittävästi. Talon edustalla kulkevan kadun pintaa on nostettu alueelta otetun valokuvan (Kuva 10) jälkeen lähes puoli metriä (Kuva 11), mikä vaikeuttaa piha-alueen vesien poisohjaamista pihalta. Kuva 10 on autoista päätellen otettu 1970–1980 lukujen paikkeilla. Tontti rajautuu kahdelta sivustalta asvaltoituun tiehen, mutta pihaliittymän puoleinen katu on varustettu reunaholkalla, joka ohjaa pinnoitetun alueen valumavedet katualueen sadevesikaivoon. Vastaavasti isomman kadun varrella kulkeva, pinnoitettu kevyenliikenteenväylä on kallistettu ajoradan suuntaan eikä tästä syystä aiheuta pintavaluntaa tontin puolelle.

Talon ylärinteen puolella kulkenut vanha tie on katkaistu tontin rajan kohdalta, ja tien vierustoilla kulkeneet ojat on täytetty suurimmalta osin. Talon pihan maanpintaa on luultavimmin nostettu hiljalleen erilaisten pihatöiden ja istutusten, sekä esimerkiksi terassin teon yhteydessä. Talo on ollut istutusten ja pihapuiden tiiviisti ympäröimänä, mikä on voinut aiheuttaa haittaa alapohjan ilmankiertoon sekä kuljettaa kosteutta ja lehtiroskaa talon alle homekasvuston ravinnoksi. Uudemmassa kuntoarviosta (Kuva 9), näkee hyvin, kuinka talo on ollut myyntihetkellä monilta osin köynnösten peitossa, ja sisäpihan seinustoilla on ollut tuuheita havukasveja.

Kuva 9, Kasvillisuutta rakennuksen seinustoilla. (Kiinteistön kuntotutkimus 2015, RKM Pyykkö)



Vuonna 2005 rakennettu kuisti on osaltaan vaikuttanut rakennuksen pihan puoleisen seinustan pinnanmuotoiluun ja sokkelin vierustan maakerroksiin perustusten kaivutyön aikana.

(Rakennuslupakuvat, Kouvolan rakennusvalvonta)

Talon perusmuurin ali kaivettu viemäri linja on aiheuttanut kadun puoleisen, eteläisen kulman sokkelissa ja tiiliseinässä pienen painuman. Lisäksi kaivutyöstä on jäänyt ulkopuolen pihanurmikkoon näkyvä painanne.

Kuva 10, Kadun varsi viereisen talon kohdalla. (Jukka Airola)



Kuva 11, Katualue vuonna 2011, (Google, 2011)



3.6 Alapohjan vauriot ja ryömintätilan tutkimus

Talon alapohjasta on tehty kaksi kuntotutkimusta, 2001 ja 2015. Taloon on lisätty 2001 tehdyn tutkimuksen jälkeen rännit, rännikaivot sekä muovinen putkisto, joka kuljettaa katolta koottavan

veden tontin eteläisessä nurkassa sijaitsevaan kaupungin hulevesijärjestelmään liittyvään kaivoon. Piharakennuksen rännivesiä ei koota järjestelmään. Piha-alueella ei ole sadevesikaivoja, eikä tonttialueella ole niskaajaa tai muita avo-ojituksia vesien kokoamiseksi.

Vuoden 2015 kuntoarviossa tuodaan esiin huoli piha-alueen kaadoista, riittämättömästä sokkelikorkeudesta sekä tuuletusaukkojen sijainnista liian lähellä pihan maanpintaan (Kuva 12), kun taas 2001 tehdyssä kuntotutkimuksessa arvioidaan vaurioiden johtuvan asukkaan ilmoittaman vuotavan viemärin aiheuttamasta vesivahingosta välipohjarakenteessa. (Kuntotarkastusraportti 2015, RKM Pyykkö) (Kuntotutkimus 2001, RKM Kajander)

Näkemykseni mukaan 2015 tehty tutkimus on kattavampi, ja siinä tunnistetaan piha-alueen muotoilun ongelmat ja hulevesien vaikutukset vaurioiden osatekijänä, kun taas 2001 tehty kuntoarvio on suppeampi ja pitää sisällään enemmän ajalleen tyypillisiä, nykytietojen mukaan vajavaisia tulkintoja, kuten mikrobivaurioiden aiheuttajan rajaaminen pelkästään rakenteen sisäiseen viemärivuotoon. (Kosteus ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden korjaus., 2019, s. 43)

Kuva 12, Kuntotarkastuksen 2015 maininnat sokkelikorosta ja pihan pinnanmuotoilusta.
(Kuntotarkastusraportti 2015, RKM Pyykkö)

Tarkastuksen tulos:

Perustukset ja rakennuksen vierusta

Rakennus on perustettu massiivisten kiviperustusten varaan (kuva 1).

Edellisen kuntoarvioraportin mukaan rakennus on todennäköisesti perustettu suoraan kallion päälle. Asian varmistaminen edellyttäisi maan kaivua paikoin sokkeleiden vieriltä.

Sokkelin korkeuden tulisi olla maasta seinärakenteiden alaosaan vähintään n. 300 mm estämään osaltaan kosteuden pääsyä seinien alaosien ja alapohjan rakenteisiin.

Sokkelikorkeus on monin paikoin matala/matalahko (esim. kuva 2), mistä johtuen seinien alaosat ja alapohjan rakenteet seinien vierustoilla ovat alttiina kosteusvaurioille ja kyseessä on näillä osin ns. riskirakenne.

Maan pinnan kallistukset rakennuksen vierustoilla

Maan pinnan tulisi olla kallistettu rakennuksesta poispäin niin että pintavedet valuvat pois seinien vierustoilta.

Maan pinta on rakennuksen vierusalueilla ja tontilla lähes tasainen. Kallistusten tekeminen ei tontin olosuhteista ja tontin pintaa ylempänä olevasta Marskinkadusta johtuen ole mielekästä.

Aiemmin esiin tuodun mukaisesti vettä ei valu eikä lammikoidu seinien vierustoille, vaan vesi imeytyy maahan.

Alapohjarakenteessa on laho- ja kosteusvaurioita sisäänkäynnin puoleisella seinustalla, työhuoneessa ja keittiön alapohjassa, joiden kohdalla pihamaan pinta on jopa tuuletusaukkoja ylempänä (Kuva 13) ja sokkelikorkeus on vaaituksen mukaan matalampaa kuin muilla seinustoilla. Sade- ja sulamisvedet ovat valuneet talon alle ja kevätaikaan otetuissa kuvissa näkyy selvästi veden lammikoituminen seinustan lähellä. Ryömintätilan maapohja on koekuopan perusteella hiekkaista multamaata ja maapohjan pinta viettää pihan suuntaisesti.

Kuva 13, Työhuoneen seinustan tuuletusaukko on osittain maanpinnan alla.



Graniittisokkeli on kauttaaltaan ehjä, eikä siinä näy mitään liikkumisen merkkejä paitsi pieni painuma kadun puoleisella seinustalla, joka on tilaajalta saadun tiedon mukaan syntynyt jätevesiviemärin kaivutöiden yhteydessä. Tiiliväliseinien alapuoliset graniittisokkelit ovat ehjiä, mutta ryömintäaukkojen tueksi muuratut tiiliholvit ovat rapautuneet aikojen saatossa (Kuva 14).

Kuva 14, Rapautunut tiilimuuraus työhuoneen alapohjassa.



Jätevesiviemäriä on tilaajalta saadun tiedon mukaan korjattu 2016 jolloin talon alle vievä, käytöstä poistettu betoniviemäriputki tukittiin ja vanhan viemärijärjestelmän kaivo poistettiin pihalta. Tilaajan kertoman mukaan vanha järjestelmä kuljetti hulevettä talon alle, joka lammikoitui olohuoneen ryömintätilaan keväisin. Kaivutyön jäljiltä talon pihamaalla on näkyvissä painanne. Olohuoneen alapohjasta löytyi huoneen keskikohdalta vaaleaa kasvustoa. Kaikki alapohjan havainnot on käyty itse talon alla toteamassa ja valokuvaamassa. Havainnot on lisäksi koottu luvussa 4.1 esitettyyn pohjapiirrokseen (Kuva 20).

Vuoden 2015 kuntoarvion mukaisesti rakennuksen keskikohdalla on käytävätila, jonka ryömintätilaan ei ole pääsyä. Sokkelikiven raosta saatiin otettua valokuva, jossa näkyi maapohjan päälle pudonnutta puujätettä sekä sahanpurueristettä. (Kuntotarkastusraportti 2015, RKM Pyykkö)

4 Tutkimuksen tulokset

4.1 Talon vauriot ja niihin johtaneet rasitustekijät

Talon alapohjasta löytyi seuraavanlaisia vaurioita: home- ja lahovaurioita sekä lattiakannattajien painumaa.

Homekasvustoa havaittiin olohuoneen alapohjarakenteessa (Kuva 15). Homehtunut alue sijaitsee tuulettuvassa tilassa keskialueella, kulkuluukun kohdilla. Samanlaista kasvustoa oli keittiön ja työhuonetilan alapohjarakenteissa. Vauriomekanismi ei liity alapohjan tuuletukseen sillä kasvustoa on ainoastaan hyvin tuulettuvan tilan keskialueella. Olohuoneen sokkelin tuuletusaukot ovat molemmilla seinustoilla auki ja vapaita kasveista sekä muista esteistä (Kuva 16).

Vaurio on aiheutunut huleveden aiheuttamasta ilmankosteuden noususta, kun kulkuluukun aukosta on valunut vettä ryömintätilaan muun muassa lumien sulamisen aikaan (Kuva 17). Lisäksi vanhaa viemäriinjaa pitkin kulkeutunut keväinen sulamisvesi on päässyt muodostamaan olohuoneen alle lammikoita, jotka ovat useampana keväänä nostaneet ilmankosteutta homekasvuston kehittymisen edellyttämälle tasolle.

Kuva 15, Homekasvustoa olohuoneen alapohjarakenteen alapinnassa.



Kuva 16, Olohuoneen sokkelinvierusta sekä kulkuluukku. Kuva otettu maaliskuussa 2021



Kuva 17, Sulamisvettä talon alla maaliskuussa 2021. Kuva otettu sokkelin kulkuluukusta olohuoneen ryömintätilaan.



Lattiakannattimien painumaa, ja niihin tehtyjä korjauksia löytyi sisäpihan puoleisista tiloista, keittiön ja työhuoneen alapohjarakenteista (

Kuva 18). Molempien tilojen maapohjalla oli pieniä määriä puunlehtiä ja eloperäistä roskaa. Lisäksi piha-alueen korkoja tarkastellessa havaittiin, että koko seinustan maanpinta on liian korkealla ja häiritsee ilmankiertoa, sekä aiheuttaa veden valumista talon alle (Kuva 19). Näillä havainnoilla voidaan osoittaa, että liian korkea etupihan pinnantasoo ja puutteellinen kallistus ovat yhdessä puutteellisen tuuletuksen kanssa johtaneet homehtumisen lisäksi puurakenteiden pitkälle edenneeseen lahoamiseen ja siitä johtuvaan kantavuuden alentumiseen.

Kuva 18, Työhuoneen alapohjan painuneita kannattimia tuettuna.

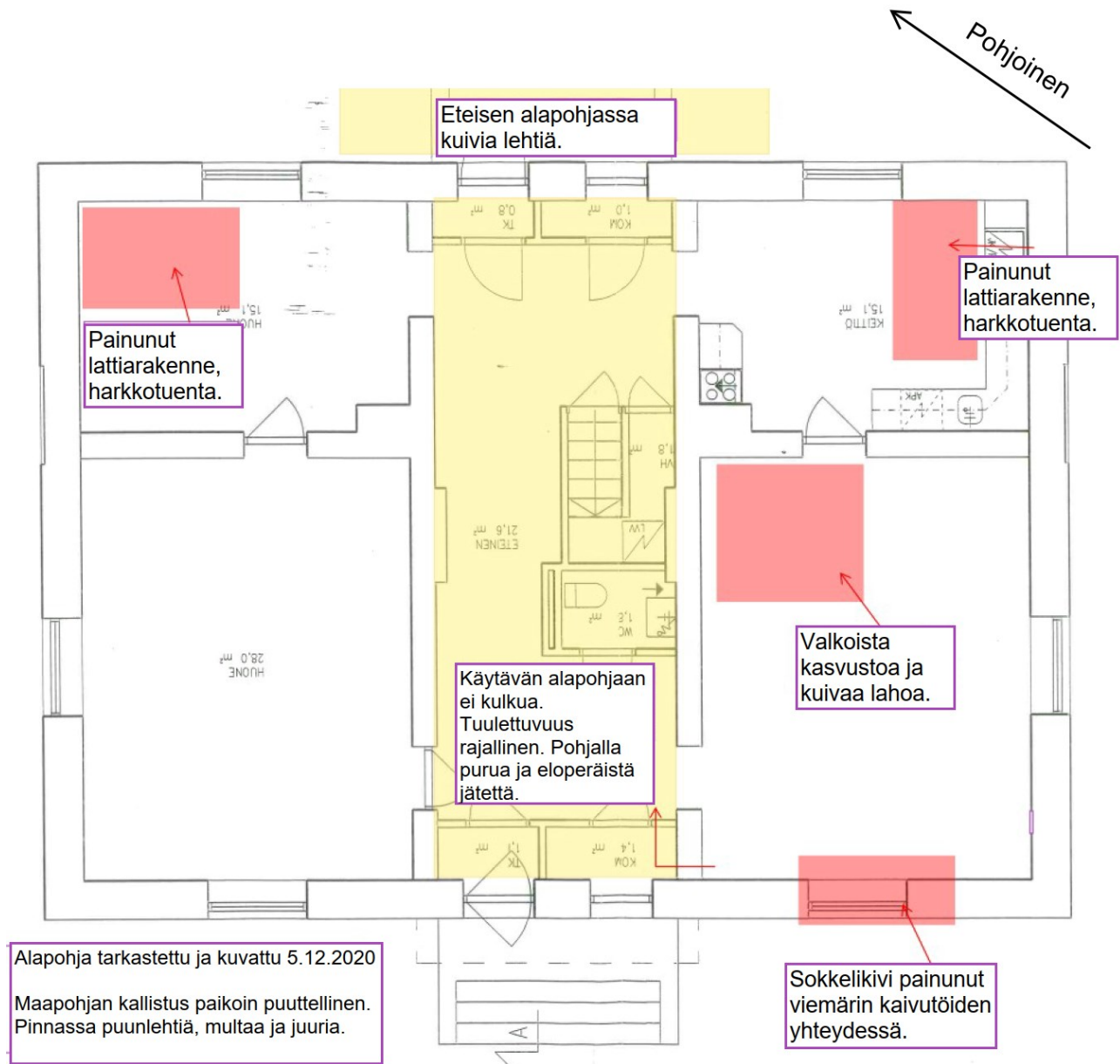


Kuva 19, Työhuoneen etupihanpuoleisen tuuletusaukon alareuna on pihan pinnan alapuolella ja sulamisvedet pääsevät aukon kautta valumaan talon alle. Kuva otettu maaliskuussa 2021.



Kaikki vauriot viittaavat liialliseen kosteuteen alapohjarakenteessa ja kosteuden pääsy talon alle on siksi estettävä ennen vaurioiden korjaamista. Vauriot on merkitty pohjapiirrokseen (Kuva 20).

Kuva 20, Ryömintätalissa 5.12.2020 havaitut vauriot.



4.2 Puutteet piha-alueen muotoilussa ja kuivatusjärjestelmissä

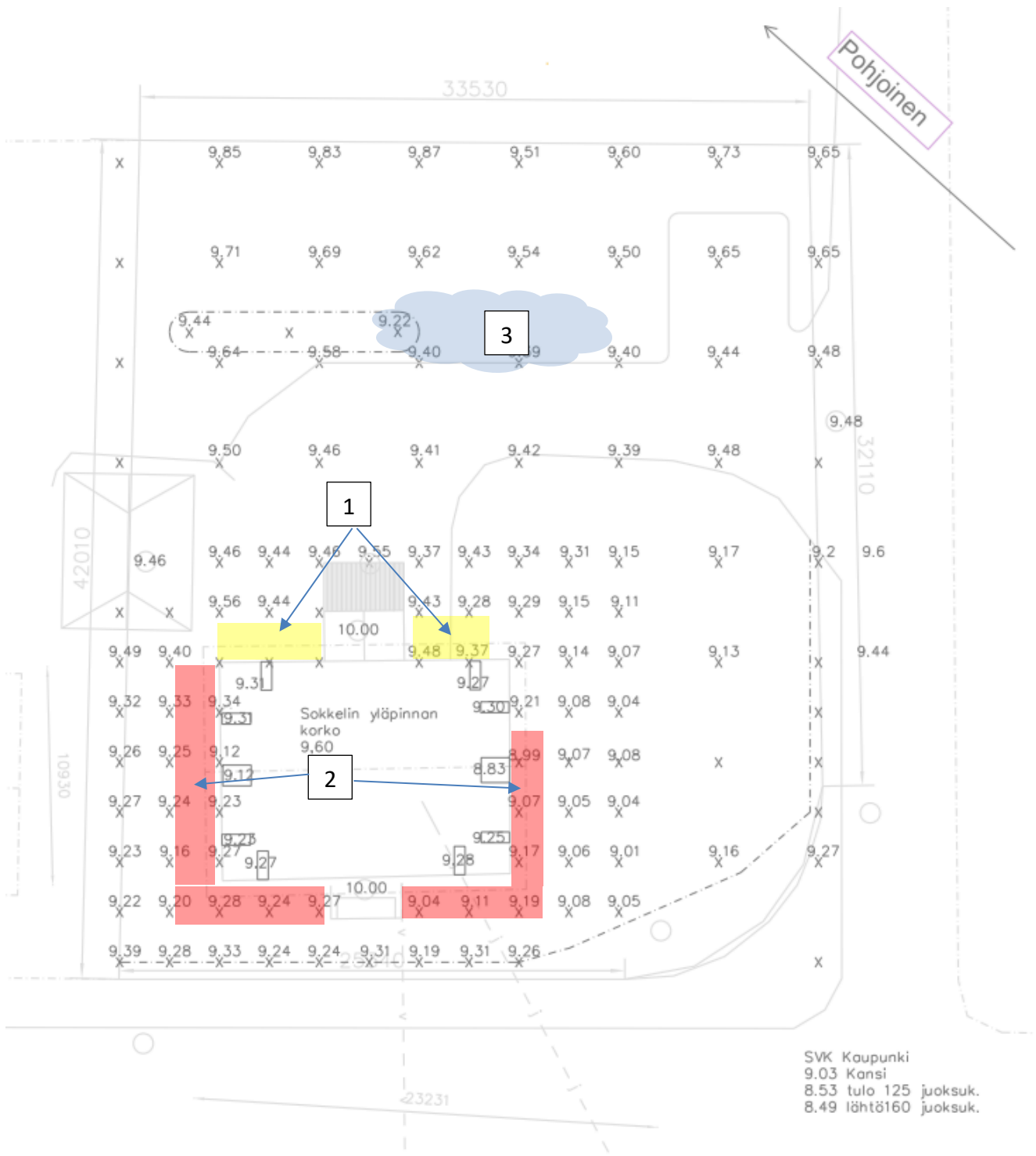
Piha-alueen pinnanmuotoilusta löytyi vaatusmittauksissa puutteita, joiden vaikutusta päästiin osin todentamaan paikan päällä, keväällä 2021 lumien sulaessa:

Sisäpihan puoleisella alueella pihan maanpinta on kukkapenkkien alueella niin korkealla, että sokkelikorko jää riittämättömäksi ja ryömintätilan tuuletusluukut jäävät maanpinnan tason alapuolelle. Puutteellinen kallistus ohjaa pintavesiä sokkelin läheisyydessä keittiön ja työhuoneen alapohjaan. Lisäksi maanpinnan kaato rakennuksesta pois päin on riittämätön. (merkintä 1, Kuva 21.)

Sokkelin vierustan kallistus on riittämätöntä molemmilla päätyseinillä, jossa varsinkin päätyseinustojen kulkuaukkojen kohdalta sadevedet pääsevät valumaan talon alle (merkintä 2, Kuva 21)

Pihatien pohjoispuolella oleva piha-alue kaataa taloa kohti ja ohjaa hulevesiä pihatien runkoon ja siitä edelleen kohti taloa. Keväällä 2021 tehdyssä tarkastelussa sulamisvedet pehmittivät pihamaata ja ojpainanteen pohjalla seisoivat vettä. (merkintä 3, Kuva 21) Tarkasteluissa havaittiin lisäksi, että tonttialueelta puuttuvat sadevesikaivot.

Kuva 21, Puutteet tonttialueen muotoilussa



4.3 Korjausehdotukset

4.3.1 Pinnanmuodot ja hulevesijärjestelmät

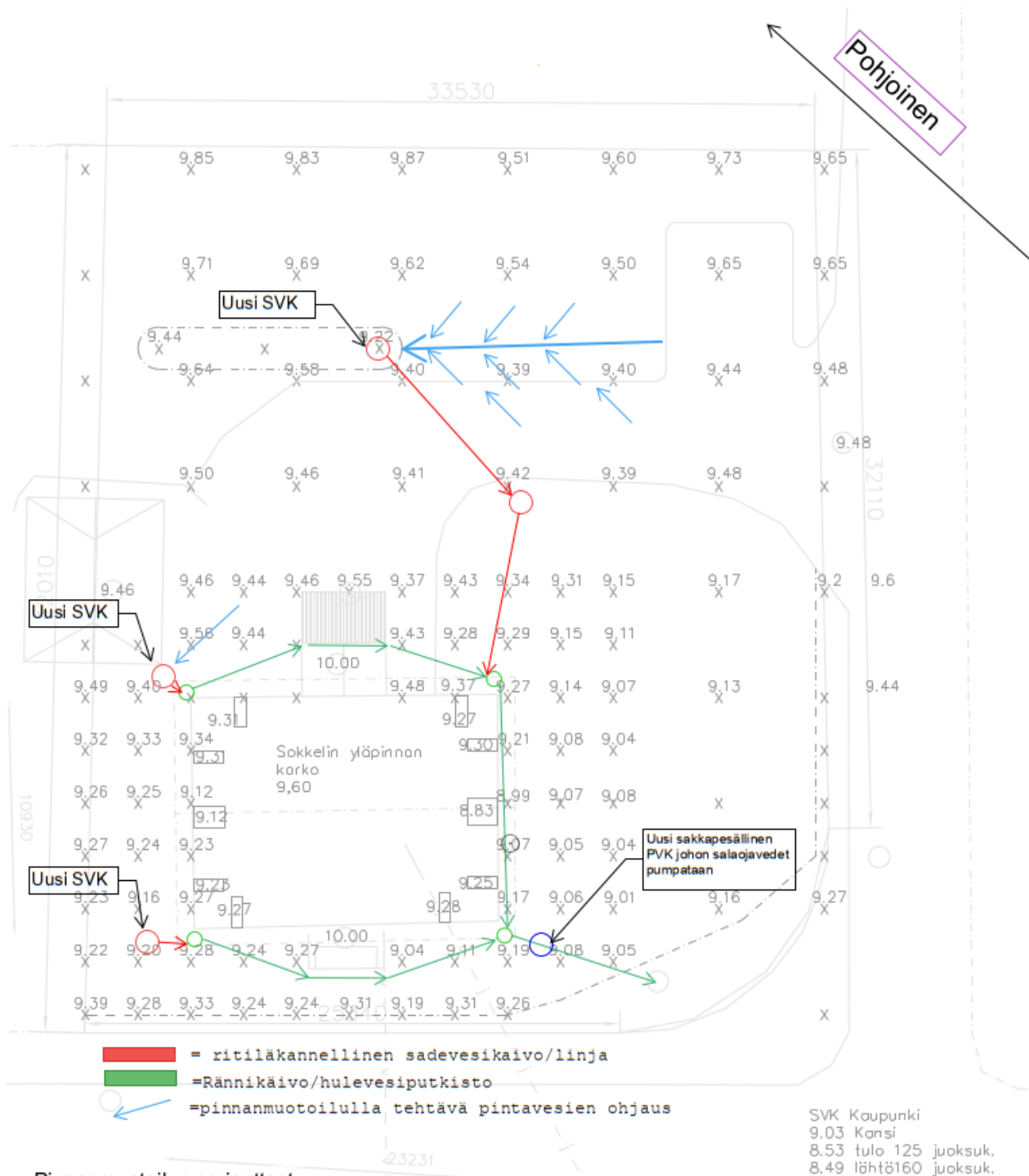
Vaaituksen ja piha-alueen kallistusten tarkastelun tuloksena todettiin, että rakennuksen seinän vierustojen kallistukset täytyisi korjata kauttaaltaan pintamaata poistamalla sekä kallistamalla maanpintaa pois päin talosta 1:20 kaadolla. Ohjeistuksen mukainen 3 m matka seinälinjasta ulospäin ei ole tontin koon, pinnanmuotojen ja muiden rakennusten takia mahdollista, mutta jo 1–2 m matkalla toteutettu kallistus auttaisi vähentämään vesien pintavaluntaa talon alle. Kaivutyön aikana tulee laskea maanpintaa etupihan puolella niin, että pinnantasoa saadaan tuuletusaukkojen alapuolelle ja tuulettavuus paranee.

Pihatien laidalla kulkevaa vanhaa ojalinjaa voisi jatkaa pihaliittymän suuntaan loivana taitteena, jolloin ylärinteen puoleiselta pihanurmelta sekä naapurin tontilta valuvat vedet saataisi koottua ojapainanteeseen. Painanteen pohjalle voitaisiin korkomaailman puolesta asentaa ritiläkantinen sakkapesällinen sadevesikaivo, josta vedet johdettaisi talon eteläpäädyn hulevesilinjan kautta kaupungin verkkoon.

Ulkovaraston talon puoleiselle nurkalle tulee lisätä ritiläkantinen sakkapesällinen hulevesikaivo sekä syöksytorven alle rännikaivo, joka yhdistyy sadevesikaivoon.

Tontilla sijaitsee useita käytöstä poistettuja betonikaivoja, joista on mennyt ainakin yksi betoniviemäriputki talon alle. Kaivutöiden yhteydessä ylimääräiset, talon suuntaan menevät putkitukset valetaan tukkoon ja kaivot puretaan, tai täytetään, Kouvolan vesilaitoksen ohjeiden mukaisesti. Näin estetään hulevesien kulkeutumisen talon alle putkia pitkin. Kaikki esitetyt korjaukset on osoitettu kuvassa (Kuva 22), jota voidaan käyttää maarakennus ja -pihatöiden suunnittelussa.

Kuva 22, Ehdotus piha-alueen ja hulevesijärjestelmien korjauksista

**Pinnanmuotoilun periaatteet:**

Etupihan puolelle muotoillaan 1:20 kaato rakennuksesta ulospäin ja pintaa madalletaan.

Valumavedet kerätään sadevesikaivoihin, joita lisätään 3kpl. Sadevesikaivot liitetään olemassa olevaan rännikäivojen purkuputkistoon jonka toimivuus tarkastetaan ja lisätään tarvittaessa sakkapesälliset kaivot sekä perusvesikaivo salaojaston kytkemiseksi..

4.3.2 Alapohjan kuivatus ja ilmanvaihto

Tutkimuksen perusteella olemassa olevaan linjaan on mahdollista liittää myös rakennuspohjan salaojasto hulevesipumppaamoä käyttäen (Kuva 22). Salaojitukseen on olemassa kaksi kohteeseen soveltuvaa vaihtoehtoa: sokkelin ulkopuolinen salaojitus tai ryömintätilan alapuolinen salaojitus. (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas, 2001, s. 39)

Ulkopuolen salaojaston kaivussyvyys jää huomattavasti lähemmäksi maanpintaa kuin uudisrakentamisessa käytettävä anturapinnan alapuolinen taso. Syvemmälle kaivaminen on riskialtista, sillä syvemmälle ulottuva ulkopuolinen kaivanto aiheuttaa riskin graniittisokkelin liikkumiseksi, kuten on tapahtunut viemäriä uusittaessa kadun puoleisella seinustalla. Lisäksi graniittisokkelin ulkopuolinen vesieristys vaatisi huomattavasti enemmän työtä, jotta karkea ja saumoistaan avonainen kivipinta saataisiin eristetyksi. Tämän lisäksi ryömintätilan maapohja täytyisi muotoilla kauttaaltaan ulospäin viettäväksi olemassa olevan rakennuksen sisällä/alla. Salaojavedet joudutaan pumppaamaan kaupungin järjestelmään riittämättömästä padotuskorkeudesta johtuen (Vesilaitoksen edustajan henkilökohtainen tiedonanto 29.3.2021).

Toinen vaihtoehto on sisäpuolinen salaoja, jolloin ryömintätilan maapohjaa poistetaan mikrobivauriokorjauksen vaatimat vähintään 15 cm. Jätettävään perusmaahan muotoillaan viistetyt kaivannot, joihin asennetaan salaojaputket 10 cm salaojasoralla ja suodatinkankaalla hienorakeisesta perusmaasta eristettynä. Perusmaan ja salaojakaivannon päälle levitetään vähintään 15 cm kerros leca-soraa, joka toimisi salaojittavana kapillaarikatkona ja routaeristeenä, sekä tasaa ryömintätilan ilmankosteutta ja parantaa kosteusolosuhteita. Salaojasto kokoaa veden kokoojakaivoon, josta vesi pumpataan kaupungin verkkoon riittämättömän padotuskorkeuden tähden. Pumppujärjestelmä toimii samalla padotusventtiilinä, jolloin vältetään riski salaojaston tulvimisesta esimerkiksi hulevesilinjan jäätyessä. Pumppukaivo tulee varustaa tulvimishälyttimellä.

Molempien menetelmien esiin tulleet hyvät ja huonot puolet on koottu taulukkoon (Taulukko 9). Sisäpuolinen kuivatus on toteutuksen ja kokonaiskustannusten kannalta suositeltavampi vaihtoehto.

Taulukko 9, Rakennuspohjan kuivatustapojen vertailua

| | + | - |
|---|--|--|
| Sokkelin ulkopuolinen salaojasto | Uudisrakentamisen ohjeistuksen mukainen, hyvän rakentamistavan mukainen ratkaisu | Riski rakennuksen rungon vaurioitumisesta sokkelin lähellä syvälle kaivettaessa |
| | | Lähemmäksi pintaa jätettynä tehottomampi kuivatus, sekä suurempi riski juurakoiden pääsystä putkistoon ja jäätymiseen. |
| | | Kokoaa suurempia määriä vettä, jolloin pumppaamo kuluttaa enemmän sähköä ja aiheuttaa huoltokustannuksia. |
| | | Vaatisi tehokkaasti toimiakseen ryömintätilan maapohjan uudelleenmuotoilun, graniittisokkelin vesieristyksen ja massiivisia kaivutöitä |
| Sisäpuolinen salaojasto | Poistaa ainoastaan rakennuksen alle päässeeseen veden joten pois pumpattavat vesimassat ovat pienempiä ja järjestelmän elinkaarikustannukset ovat pienemmät. | Tehtävä pääasiassa käsityökaluin, sillä kaivannot tehdään rakennuksen sisäpuolella. |
| | Vaatii pienemmät kaivutyöt piha-alueella ja on edullisempi toteuttaa, kun ryömintätalassa joudutaan joka tapauksessa tekemään kaivu- ja eristystöitä. | |
| | Pitää ryömintätilan maapohjan eristeet kuivana | |

Alapohjan ilmanvaihdon riittävyys vaihtelee rakennuksen eri osissa. Olemassa olevien alapohjan tuuletusaukkojen tehollinen pinta-ala vastaa mittauksen perusteella ohjeiden mukainen 4–8 promillea alapohjan pinta-alasta. Tuuletuksen jakautuminen on epätasaista, sillä rakennuksen keskialueella ei ole sokkelin läpi tehtyä tuuletusaukkoa. Rakenteiden kuntoa ei päästy tarkastamaan sillä alapohjaan ei ole kulkuaukkoa. Kun alapohja remontin aikana avataan ja päästään tarkastamaan puurakenteiden kunto, tulee konsultoida pää- ja erityisalojen suunnittelijoita ilman kierron tehostamisesta. Mahdollinen vaihtoehto on rakennuksen katolle viety keskikäytävän alapohjasta ilmaa imevä hormi, johon on mahdollista lisätä koneellinen tuuletus. Tuuletuksen mitoitus ja ohjauksen suunnittelu on rakenne- ja IV-suunnittelijan tehtävä työ, sillä vääränlainen tuuletuksen tehostaminen voi aiheuttaa haittaa alapohjalle. Tehostettu tuuletus saattaa lisätä alapohjan kosteuskuormaa talviaikaan ja voi aiheuttaa putkitusten sekä maapohjan jäätymistä. (Ympäristöministeriö, 2019, ss. 42-44)

Remontin aikana keskikäytävän alapohjaan tehdään ilmatiivis tarkastusluukku rakennuksen sisältä sekä maapohja puhdistetaan, salaojitetaan ja eristetään kuten muissa huoneissa.

5 Tulosten tarkastelu, pohdinta ja johtopäätökset

Tutkimuksessa saatiin kattavat vastaukset kaikkiin tutkimuskysymyksiin. Aiemmissa kuntotutkimuksissa esiin tuodut vauriot löydettiin ja vaurioille löytyi aiheuttajat, joita korjaamalla kosteuskuormaa saadaan pienennettyä.

Piha-alueen kuivatuksen ja muotoiluun liittyvät ongelmat löydettiin ja tuotiin esiin. Rännikaivojärjestelmä todettiin puutteellisesta routasuojauksestaan huolimatta toimivaksi ja korkojen puolesta siihen on mahdollista lisätä piha-aluetta kuivattavia sadevesikaivoja.

Tutkitun kohteen alapohjasaneerauksessa ryömintätilan maapohja kannattaa eristää maaperän kosteuden haihtumisen vähentämiseksi sekä alapohjan lämpötilan ja kosteusolojen parantamiseksi esimerkiksi kevytsoralla. Eristekerroksen vahvuus ja ryömintätilan ilmanvaihdon mitoitus ovat rakennesuunnittelijan määriteltäviä asioita. Rakennuspohja on järkevintä salaojittaa sokkelin sisäpuolelta käsin.

Oman kokemukseni mukaan korjausten onnistumisen tarkkailu on laadukkaan suunnittelun ja rakentamisen kanssa yhtä arvoisen tärkeää. Tutkimusta tehdessä vastaani tuli mielenkiintoisia tutkimusvälineitä, joilla pääsisi tarkemmin tutustumaan alapohjan olosuhteisiin: Langattomia, verkon kautta luettavia lämpö- ja kosteusmittausensoreita saa nykyään melko edullisesti. Esimerkiksi WeatherHub mittauslaitteelle on mahdollista antaa raja-arvot kosteuden ja lämpötilan suhteen. Samaan järjestelmään on mahdollista lisätä myös tulvimisen tunnistavia vuotovahteja, jotka antavat hälytyksen huleveden kertyessä talon alle.

Alapohjan kosteusolosuhteiden seuraaminen auttaisi havaitsemaan kriittisen ilmankosteuden ja lämpötilan alapohjassa. Tulosten säännöllinen seuranta auttaisi seuraamaan alapohjan kosteusteknistä toimintaa. Mittauslukemista voi päätellä onko ilmanvaihto riittävä ja toimivatko salaojat. Kattavin kuva korjauksen onnistumisesta saataisiin, jos olosuhteita olisi mitattu muutamana vuonna jo ennen korjausta. Tällöin kosteuden seurantatuloksia voisi verrata korjaamattomaan rakenteeseen. Mittausjärjestelmän vuotovahdin pystyy asentamaan maapohjaan kaivettuun, rei'itettyyn putkeen, josta laite tunnistaa pohja- tai tulvaveden pinnannousun.

Lähdeluettelo

- Finfoam Oy. (2008). Kylmien rakenteiden routasuojauksen mitoitus, Excel- taulukko. Noudettu osoitteesta: <https://www.finfoam.fi/kayttokohteet/perustukset/routaeristeen-mitoitus>
- Geologian tutkimuskeskus. (n.d). Maankamara-karttapalvelu. Noudettu 30.2.2021 osoitteesta: (<https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>)
- Google. (2011). Google Streetview, katunäkymä. Noudettu 29.3.2021 osoitteesta <https://www.google.fi/maps/@64.8929581,26.0218001,5z>
- Jormalainen, P. (1999). Korjaus ja rakennustyöt. Rakennusalan kustantajat RAK.
- Jääskeläinen, R. (2009). Pohjarakennuksen perusteet. AMK kustannus.
- Kaila, Panu. (1997). Talotohtori. Porvoo: WSOY.
- Kivikoski, H. (2007). Talonrakennuksen routasuojausohjeet. Rakennustieto Oy.
- Kouvolan kaupunki. (2021). Kouvolan kaupungin rakennusjärjestys, KV 08.02.2021 § 5.
- Laurila, P. (2010). mittaus ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulu.
- Maanmittauslaitos. (n.d). Karttapaikka. Noudettu 28.3.2021 osoitteesta: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>
- Martikainen, E. (n.d). Minkuusas blogi. Noudettu osoitteesta haettu 30.2.2021: <https://minkuusas.blogspot.com/2018/03/kuusaan-vanhoilla-vaylilla-uusittu.html>
- Puuinfo Oy. (15. kesäkuu 2020). Ulkoilmalla tuuletettu puualapohja, tekninen tiedote. Noudettu osoitteesta: <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/ulkoilmalla-tuuletettu-puualapohja/>
- Pykälistö, P. (2017). Valapaton tulva Kymenlaaksossa 1898-1910, paikallisyhteisö ja luonnonkatastrofi autonomian ajan lopulla. Pro gradu -työ, Helsingin yliopisto. Helsinki.
- RIL 250-2020. (2020). Kosteuden hallinta ja homavaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- RIL 255-1-2014 . (2014). Rakennusfysiikka 1. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- RT 08-11286. (2017). Puurakenteiden home- ja lahottajasienet sekä bakteerit. Rakennustietosäätiö.
- Sisäilmayhdistys ry. (2008). Ohjeet tonttialueen pintavaaitukseen. Noudettu osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Pihantasaus-ja-sadevedet/Pintavaaitus>

Sisäilmayhdistys ry. (n.d). Routavauriot ja routasuojauksen mitoitusperiaatteet. Noudettu osoitteesta: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Routavauriot>

Tampereen teknillinen yliopisto ja Valtion teknillinen tutkimuslaitos. (2013). Suomalainen homemalli; Homeindeksin määrittäminen. Noudettu osoitteesta: <https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/suomalainen-homemalli/>

Tampereen teknillinen yliopisto ja Valtion teknillinen tutkimuslaitos. (2013). Suomalainen Homemalli; Homeindeksin laskeminen eri rakennusmateriaaleille Excel-taulukko. Noudettu osoitteesta: <https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/suomalainen-homemalli/>

Tuohimaa, R. (2001). Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas. Gummerus kirjapaino Oy.

Uponor Oy. (huhtikuu 2019). Salaojajärjestelmä rakennusten ja maa-alueiden kuivattamiseen, 51013. Noudettu osoitteesta www.uponor.fi:
<https://www.uponor.fi/UponorInternet/DirectDownload?did=5576AECBD01B42418E1BEFC09C21F105>

Ympäristöministeriö. YM 782/2017, asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta.

Ympäristöministeriö. (2019). Kosteus ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden korjaus. Vantaa.

Ympäristöministeriö. (2020). Ympäristöministeriön ohje, rakennusten kosteustekninen toimivuus.

Liite3: Piha-alueen pintavaaituksen tuloksena saatu korkokuva

