Valtteri Perälahti

Kosteusongelmista kärsivän 1970-luvun betonielementtikerrostalon korjaussuunnittelu ja alapohjatilan korjaustyöt

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

17.11.2016

Metropolia

Tekijä	Valtteri Perälahti
Otsikko	Kosteusongelmista kärsivän 1970-luvun betonielementtikerrostalon korjaussuunnittelu ja alapohjatilan korjaustyöt
Sivumäärä	91 sivua + 12 liitettä
Aika	17.11.2016
Tutkinto	Insinööri (YAMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Korjausrakentaminen
Ohjaajat	Rakennesuunnittelija Lasse Kilpinen Insinööritoimisto Lasse Kilpinen Oy Lehtori Riikka Jääskeläinen

Tämä opinnäytetyö käsittelee 1970-luvulla rakennetun asuinkerrostalokiinteistön kosteusvauriokorjausten suunnittelua ja korjaustyötä. Suunnittelukohteena oleva kahden asuinkerrostalon kiinteistö kärsi kosteusongelmista, jotka aiheutuivat pääosin maaperän kosteudesta. Työ esittelee tutkimusten yhteydessä löydetyn alapohjatilan ongelmia sekä kiinteistöön tehtyjen korjaustöiden sisältöä. Työssä selvitetään esimerkkikohteessa käytettyjen tutkimusmenetelmien valintaa ja niiden merkitystä suunnittelu- ja korjaustyövaiheisiin. Työ pohjautuu esimerkkikohteesta saatuun käytännön tietoon ja alan kirjallisuuteen.

Työn teoriaosuudessa esitellään tutkimusmenetelmiä, suunnitelmien sisältöä ja esimerkkikohteessa toteutettuja alapohjatilan korjaustyövaiheita. Olemassa oleva lähtötieto on perustana tutkimusmenetelmien valinnassa, tutkimussuunnitelman laadinnassa ja suunnittelua varten tarvittavan aineiston hankinnassa. Vanhojen rakennusten rakennekuvat voivat olla puutteellisia, niitä ei ole päivitetty toteutuman mukaisiksi tai ne puuttuvat kokonaan. Alapohjatilojen ongelmat aiheutuvat suurelta osin epäedullisista lämpötila- ja kosteusolosuhteista, rakennusvirheistä ja myös rakentamisen aikaisesta välinpitämättömyydestä. Rakennuspaikan maaperä- ja pohjavesiolosuhteet voivat muuttua rakentamisen aikaisesta, aiheuttaen osaltaan ongelmia vanhoille rakenteille. Vanhojen rakenteiden korjaaminen täysin nykymääräysten mukaisiksi ei aina ole mahdollista. Suunnittelun lopputuloksena pyritään saavuttamaan mahdollisimman toimivia, määräysten mukaisia ja yksilöllisesti toimivia ratkaisuja vallitsevat olosuhteet huomioon ottaen.

Työssä esitellään esimerkkikohteena Kotkan Karhuvuoressa sijaitsevan asuinkerrostalokiinteistön tutkimus-, suunnittelu- ja korjaustyövaiheita. Kohteessa korjatun huonokuntoisen alapohjatilan olemassaolosta ei ollut tietoa ennen tutkimusvaihetta. Toimeksianto tutkimuksille syntyi kellarikerroksen lattiapinnoissa havaittujen kosteusongelmien, sisäilmanlaadun heikentymisen ja salaojitusten puuttumisen takia. Kiinteistön kallioisen piha-alueen pintavesien puutteellinen pois johtaminen aiheutti selvää kosteusrasitusta rakennusten perustuksille. Opinnäytetyön tavoitteena on koota tutkimus- ja suunnitteluohjeistusta vastaavanlaisia korjauskohteita varten.

Avainsanat	alapohjatila, salaojitus, kuivatus, kosteusvaurio

Author	Valtteri Perälahti
Title	Renovation plan for a 1970's precast concrete apartment building with moisture problems and renovation project for its base floor space.
Number of Pages	91 pages + 12 appendices
Date	17 November 2016
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Master's Degree Programme in Engineering (Civil Engineering)
Specialisation option	Renovation
Instructors	Lasse Kilpinen, Structural Designer Insinööritoimisto Lasse Kilpinen Oy Riikka Jääskeläinen, Senior Lecturer

This thesis deals with the planning of renovation work for a 1970's apartment building property that is damaged by moisture. The renovation target consists of two apartment buildings and the moisture problems were primarily caused by the moisture in soil. This study presents the problems found in base floor space during a survey as well as the scope of the renovation work. Selection of survey methods used in the case study, their effect on the planning and the different stages of the renovation work are explained. This study is based on practical knowledge gained during the case study and on related literature.

In the theoretical part of this study, the survey methods, content of the plans and the different stages of the base floor space renovation work are presented. The selection of the research methods, drawing up of a research plan and locating the necessary materials for the planning are based on the existing information. The construction drawings of old buildings may often be incomplete, they have not been updated in line with the final outturn of the building, or are missing altogether. The problems in base floor space are caused largely due to unfavorable temperature and humidity conditions, construction errors and also due to negligence during original building work. Soil and groundwater conditions at the building site may change after the construction is completed, causing problems in the old structures. The renovation of old structures fully in line with the modern regulations is not always possible. The goal of planning is to achieve uniquely functional solutions that also fulfill the requirements of the regulations and are in line with the prevailing circumstances.

This study describes the research, planning and renovation work stages of an example case – an apartment building property located in Karhuvuori, Kotka. The existence of the renovated base floor space was not known before the survey phase of the project. This project was commissioned because of moisture problems found in the floor surfaces of the basement, deterioration of the indoor air quality and the lack of subsurface drain system. Insufficient drain control of the surface water on the rocky courtyard of the property clearly caused moisture stress to the building foundation. The aim of this study was to compile information and quidelines for research and planning of similar renovation projects.

Keywords	base floor space, subsurface drain system, drainage, moisture damage

Sisällys

Lyhenteet

Käsitteet

1 Johdanto 1

2 Lait, asetukset ja ohjeet 3

2.1 Korjausrakentamiseen liittyvää lainsäädäntöä 3
2.2 Suunnittelutyössä ja toteutusvaiheessa noudatettavat asiakirjat 4
2.3 Rakennusvalvonta ja viranomaistoiminta 5

3 Tuulettuvien alapohjien ja perustusten kosteusvauriot 7

3.1 Mikrobit 7
3.2 Kosteusvaurioindikaattorit 8
3.3 Rakennusmateriaalien pilaantuminen 8
3.4 Perustusten ja alapohjan kosteusvaurioituminen 12

4 Kosteusvaurioiden korjaaminen 13

4.1 Pinnantasaus ja sadevesijärjestelmä 13
4.2 Salaojitus 15
4.2.1 Yleistä 15
4.2.2 Puutteellisesti toimivan salaojituksen seuraukset 16
4.2.3 Ohjeet ja määräykset 16
4.2.4 Korjausratkaisut erityistapauksissa 18
4.3 Ryömintätilojen korjaukset 20
4.3.1 Tiivistys, purku ja puhdistus 20
4.3.2 Maapohjan kunnostus 21
4.3.3 Pintakäsittelyt 22
4.3.4 Kapillaarikatko 22
4.3.5 Ilmanvaihto 22
4.3.6 Lämmöneristys 23
4.3.7 Putket 23

5 Tutkimusmenetelmät 24

5.1 Yleistä 24
5.2 Lähtöaineisto 24
5.3 Mittaus ja mallinnus 25

5.4 Maatutkaluotaus 26
5.5 Koekuoppatutkimus ja muut maaperätutkimusmenetelmät 29
5.6 Sisäilman tutkimukset 30
5.7 Radon 32
5.8 Pohjamaan routivuuden tutkiminen 33

6 Korjausrakennuskohde Kotkan Karhuvuoressa 35

6.1 Yleistä 35
6.2 Kohdekuvaus 36
6.3 Tehdyt tutkimukset 38
6.3.1 Yleistä 38
6.3.2 Lähtöaineisto 38
6.3.3 Mittaus, mallinnus ja lähtöaineiston täydennys 40
6.3.4 Koekuoppatutkimus 42
6.3.5 Pysäköintialueen routivuuden tutkiminen 63
6.3.6 Maatutkaluotaus 63
6.4 Suunnitelmat 66
6.4.1 Käytetyt ohjelmistot 66
6.4.2 Salaojitus ja kuivatussuunnitelmat 67
6.4.3 Alapohjatilan korjaussuunnitelma 72
6.4.4 Sähkösuunnitelmat 78
6.4.5 Muut vaadittavat selvitykset ja asiakirjat tarjouskilpailua varten 79
6.5 Korjaustyön toteutusvaihe 79
6.5.1 Toteutuneen korjaustyön laajuus 79
6.5.2 Työvaiheet 80
6.5.3 Rakennustekninen valvonta 81
6.5.4 Korjaustyön aikaiset ongelmakohdat 82
6.6 Lopputulos ja jälkiseuranta 84

7 Yhteenveto 86

Lähteet 88

Liitteet

Lyhenteet

Hk	Hiekka, maalaji
HkSr	Hiekkainen sora, maalaji
Hm	Humusmaa, maalaji
Ka	Kallio
KaM#8…16	Kalliomurske, jossa kiviaineksen raekoko 8-16 mm
Ki	Kivi
Lo	Lohkare
Sa	Savi, maalaji
Si	Siltti, maalaji
Sr	Sora, maalaji
SrM	Soramoreeni, maalaji
XPS	Öljypohjainen muovilämmöneristelevy. Suulakepuristettu polystyreenistä valmiiksi levymäiseen muotoon.

Käsitteet

Alapohjatila Alapohjatila on rakennuksen alapohjan, sokkelin ja perusmaan rajoittama tarkoituksellisesti järjestetty ilmatila eli rakennuksen alapuolinen ryömintätila.

GPS-mittalaite
Satelliittipaikannukseen perustuva mittalaite.

Kapillaarikatko
Kapillaarikatko on materiaalikerros, jolla estetään kosteuden vaaka- tai pystysuuntainen kapillaarinen siirtyminen rakenteeseen. Kapillaarinen nesteen siirtyminen huokoisessa materiaalissa aiheutuu huokosalipaine-eroista.

Kapillaarivirtaus
Huokosalipaineen paikallisten erojen aiheuttamaa nesteen siirtymistä huokoisessa aineessa.

Kevytsora Savesta polttamalla paisutettu rakeinen, pyöreänmuotoinen rakennusmateriaali. Kevytsorarakeet ovat halkaisijaltaan 4-16 mm. Kevytsoraa käytetään esimerkiksi kevytsoraharkoissa, mullan kuohkeuttajana, lämmöneristeenä, routasuojauksessa, kapillaarikatkona, täyttömateriaalina ja rakennuspohjien ja piha-alueiden kevennysmateriaalina.

Koekuoppa Maaperän ja maanalaisten rakenteiden tutkimista varten avattu pienikokoinen kaivanto. Kaivanto voidaan avata kaivinkonetyönä tai lapiokaivuna.

Kosteudeneristys
Ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen kosteuden siirtyminen kapillaarivirtauksena tai vesihöyryn diffuusiona rakenteeseen ja rakenteessa.

Kosteus Suure, joka ilmaisee veden tai vesihöyryn määrää aineessa.

Kylmäsilta Rakennusosassa oleva, viereisiin aineisiin verrattuna hyvin lämpöä johtavasta aineesta tehty rakenneosa, jonka kohdalla lämpötilaeron vaikutuksesta rakennusosan pintojen läpi kulkevan lämpövirran tiheys on jatkuvuustilassa viereiseen alueeseen verrattuna suurempi.

Laserkeilausaineisto

Laserkeilaimella mitattu pistepilvijoukko, jonka pisteille on määritetty XYZ-koordinaatit. Pisteitä voidaan käyttää esim. maanpinnan mallintamiseen. Mittaukset voidaan tehdä lentokoneeseen, autoon tai kiinteän jalustan päälle asennetulla mittalaitteella, laserkeilaimella.

Liittymiskohta

Paikka missä kiinteistön sadevesijärjestelmä, jätevesijärjestelmä tai vesijohto yhdistetään kaupungin vesihuoltolinjoihin.

Lämmöneristys

Yhdestä tai useammasta lämmöneristeestä rakennusosaan tehty eristekokonaisuus.

Maanpinnan mallinnus

Mitattujen maanpinnan hajakorkeuspisteiden 3D-mallinnus tietokoneohjelmiston avulla. Mallia voidaan käyttää apuna suunnittelussa ja suunnitelmien esityksissä, kuten leikkauspiirustuksissa. Mallinnuksessa luodaan kolmioverkkomalli, jossa jokaisen kolmion kulma sijaitsee mittauspisteessä. Mallinnuksen avulla saadaan katkeamaton pintamalli maanpinnasta. Mallin tarkkuus riippuu mittapisteiden määrästä/ mittaustiheydestä.

Maatutkaluotaus

Maaperän kaikuluotaustutkimusmenetelmä, jolla voidaan erottaa erilaisia kerroksia ja niiden syvyyksiä maaperästä. Toiminta perustuu sähkömagneettisten pulssien lähettämiseen ja vastaanottamiseen.

Mikrobi Yleisnimitys mikroskooppisen pienille eliöille, jotka eivät näy paljain silmin. Mikrobeja ovat bakteerit, arkit, homeet, hiivat, pienet viherlevät ja alkueliöt.

Orsivesi Varsinaisen pohjaveden yläpuolella vettä läpäisemättömän kerroksen päälle muodostunutta vettä.

Perusparannus

Korjausrakentamisen toiminto, jossa pyritään ylittämään rakennelman aiempi laatutaso ja tekemään toiminnallisuutta entistä paremmaksi.

Pesty sepeli Kalliomurskeesta seulomalla valmistettu raekooltaan esim. #8…16 mm sepeli, josta on vesihuuhtelun avulla poistettu hienoainesjäämät.

Pintavesi Maanpäällistä vettä, jota esiintyy joissa ja järvissä. Nimitystä käytetään myös maanpinnalle kertyneestä sadevedestä.

Pohjavesi Maanpinnan alapuolisista vesistä maaveden alapuolella sijaitsevaa vettä. Pohjavettä muodostuu huonosti vettä läpäisevien maakerrosten päälle. Pohjavesipinnan alapuolella maaperä on vedellä kyllästettyä.

Radon Hajuton, mauton ja väritön radioaktiivinen jalokaasu, jota syntyy maankuoressa. Radonia syntyy maaperän uraanin ja toriumin hajoamistuotteena.

Routa Routa on jäätynyttä maavettä.

Routiminen Ilmiö, jossa roudan kosteuden kasvu johtuu maaperän kapillaarisesta imusta. Karkeissa maa-aineksissa routiminen on vähäisempää kuin hienojakoisissa maa-aineksissa, kuten siltissä. Routiminen aiheuttaa tilavuuden muutoksia maaperässä.

Sadevesijärjestelmä

Sadevesijärjestelmäksi kutsutaan pintavesikaivojen, sadevesitarkastuskaivojen ja niihin liittyvien maanalaisten putkilinjojen muodostamaa kokonaisuutta. Järjestelmän tarkoitus on poistaa sadevedet kiinteistön alueelta hallitusti. Sadevesien purku voidaan toteuttaa pumppaamalla, painovoimaisesti tai imeyttämällä maaperään.

Salaojajärjestelmä

Salaojaputkien, salaojituskerrosten, salaojakaivojen, tarkastusputkien, ja kokoojakaivojen muodostama, sekä tarvittaessa padotusventtiilillä tai

pumppauksella varustettu järjestelmä rakennuksen pohjan tai vastaavan rakenteen kuivattamiseksi.

Salaojaputki

Salaojituskerroksessa käytettävä putki, johon vesi pääsee ympäristöstä putken seinämässä olevien reikien läpi.

Salaojituskerros

Maaperän kuivattamiseksi pintamaan alle tehty vettä johtava rakenne tai karkearakeinen maa-aineskerros, jota pitkin vesi voi siirtyä kuivatettavalta alueelta valumalla tai pumppaamalla.

Takymetri

Maanmittauksessa ja rakennusmittauksissa käytettävä mittalaite. Takymetrillä mitataan pisteiden sijainteja säteittäisesti kojeeseen nähden. Mitattaville pisteille saadaan koordinaattitiedot, kun mittalaite asemoidaan vähintään kahden tunnetun pisteen avulla.

Tuuletusaukko

Tuuletusaukko tarkoittaa ulkopuolelta rakenteen tuuletusväliin tai -tilaan johtavaa tuuletusilmavirran sisäänmeno- tai poistumisaukkoa.

Vesihöyry Veden kaasumainen olomuoto.

Vesihöyryn diffuusio

Kaasuseoksessa (esim. ilma) vakio kokonaispaineessa tapahtuva vesihöyrymolekyylien liike, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksen höyrypitoisuus- tai höyryn osapaine-eroja.

Vesihöyryn konvektio

Kaasuseoksen (esim. ilma) sisältämän vesihöyryn siirtymistä kaasuseoksen mukana sen liikkuessa kokonaispaine-eron vaikutuksesta.

1 Johdanto

Suomessa betonielementtikerrostalojen rakentaminen oli vilkasta 1960- ja 1970-luvuilla kaupungistumisen huippuvuosina. Elementtirakentamisen kehittyminen mahdollisti asuntojen nopean rakentamisen. Betonielementeistä rakennetut kerrostalot suunniteltiin alun perin asuinkelvollisiksi 30-40 vuodeksi, jonka jälkeen ne purettaisiin uuden tieltä. Erilaisten rakenteiden silloinen elinkaariarviointi perustui osittain intuitioon kokemusperän puuttumisen takia. Tämän ikäluokan betonielementtikerrostalojen korjausrakentaminen on erittäin ajankohtainen ja siitä käydään paljon keskustelua myös tiedotusvälineissä. Suomen kerrostaloista noin 40 prosenttia kuuluu näihin käyttöikänsä ylittäneisiin betonielementtirakenteisiin asuinkerrostaloihin. Rakennuksissa aiheutuu ongelmia huonokuntoisista julkisivuista, kattorakenteiden vaurioista, seinärakenteiden toimimattomuudesta kylmissä sääolosuhteissa sekä perustusten osalta muun muassa salaojituksen puuttumisesta. Rakennusten nykykuntoa heikentää myös se, ettei niistä ole pidetty kunnolla huolta. (Huuhka 2012; Mäkiö 1994; Betonista kallis lasku 2011.)

Taloyhtiömuotoisessa asumisessa osakkaiden maksettavaksi tulee kerralla monen tyyppisiä korjausrakennustöitä, mikäli rakennus on päässyt kokonaisvaltaisesti huonoon kuntoon. Vielä toimivaa ei ole katsottu tarpeelliseksi kunnostaa ennakoivasti. On haastavaa priorisoida ja ennakoida korjattavia töitä, jotta talon kunto säilyy hyvänä. Lähtökohtana on asuinkelpoisuuden säilyttäminen rahoituksen rajallisuus huomioiden. Joissakin tapauksissa alkuperäinen ratkaisu purkaa käyttöikänsä päähän tullut rakennus uuden tieltä on taloudellisesti kannattavampaa kuin vanhan korjaaminen. Korjausrakennustoimenpiteiden kohdistamisessa ja päätöksenteossa on käytettävä eri alojen asiantuntijoita oikeiden ratkaisuiden aikaan saamiseksi.

Rakennusvuosina noudatettavat rakennusmääräykset voivat olla nykypäivän tietämyksen valossa hyvinkin puutteellisia. Myös kiireisen rakennustyylin takia on saatettu jättää tärkeitä teknisiä yksityiskohtia toteuttamatta, vaikka ne suunnitelmissa olisikin esitetty. Tässä insinöörityössä käsitellään maaperään ja rakennusten perustuksiin liittyviä ongelmia. Salaojituksen, perusmuurin suojausrakenteiden sekä kapillaarikatkomaa-aineksen puuttuminen perustusten ympäriltä aiheuttavat usein ongelmia perustus ja alapohjarakenteisiin. Kosteuden siirtyminen perustuksiin, betonielementtiseiniin ja alimman kerroksen lattiarakenteisiin aiheuttaa perustusten rapautumista, rakennusmateriaalien mikrobivaurioita, jäätymishalkeamia, puurakenteiden lahoamista, metallirakenteiden korroosiota ja pinnoitteiden kiinnitysten irtoamista. Rakennusmateriaalien kosteusvaurioista voi aiheutua laajoja sisäilmaongelmia mikrobivaurioiden tai rakennusmateriaalien hajoamisen seurauksena. Ongelmat ovat usein havaittavissa rakennuksen alimmassa kerroksessa tai avoimessa alapohjatilassa. Ilmastoinnin ja porraskäytävien kautta sisäilmaongelma leviää helposti myös ylempiin kerroksiin.

Työssä tarkastellaan Kotkassa sijaitsevan esimerkkikohteen tutkimus-, suunnittelu- ja toteutusvaiheita. Kohteen tarkempi tutkiminen ja korjausrakennussuunnittelu lähtivät liikkeelle rakennusten alimmissa kerroksissa havaittujen kosteusvaurioiden takia. Rakennuksista ei löytynyt vanhoissa suunnitelmapiirustuksissa esitettyä salaojitusta, alimman kerroksen lattioista irtosi maali ja lattiasaumoissa oli runsaasti halkeamia. Myös piha-alueen pintavedet aiheuttivat ilmiselvää kosteusrasitusta rakennusten seinustoilla. Rankkasateiden aikana vedet kulkeutuivat pintavaluntana rakennusten seinustoille ja olemassa oleva sadevesijärjestelmä oli riittämätön. Työn tutkimusosuudessa selvitetään kohteeseen sopivat tutkimusmenetelmät, rakenteiden nykytila, kiinteistön alueen maaperäolosuhteet ja korjaustöiden tarve.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään esimerkkityön kaltaisiin kohteisiin sopivien tutkimusmenetelmien valintaa ja korjausrakennussuunnittelun ohjeistusta. Tutkimuskohteeseen tehtävien tutkimus- ja suunnittelutöiden tarkoituksena on selvittää havaittujen kosteus- ja sisäilmaongelmien syyt, ja suunnitella toimiva korjausrakennustyökokonaisuus kohteeseen. Opinnäytetyön tavoitteena on koota tutkimus- ja suunnitteluohjeistusta vastaavanlaisia korjauskohteita varten.

2 Lait, asetukset ja ohjeet

2.1 Korjausrakentamiseen liittyvää lainsäädäntöä

Rakennustoimintaa ja rakennussuunnittelua varten on olemassa paljon noudatettavia määräyksiä, ohjeita ja säädöksiä. Korjausrakentamisessa on pitkään noudatettu uudisrakentamiseen annettuja määräyksiä, asetuksia ja ohjeita soveltavasti. Maankäyttö- ja rakennuslakiin tehtiin muutoksia vuosina 2012 ja 2014. Muutoksissa huomioitiin perustuslaista tulevat vaatimukset. Asetuksenantovaltuudet eivät vastanneet perustuslain vaatimuksia. Laissa säädetään rakennuksen olennaisista teknisistä vaatimuksista ja niihin liittyvistä asetuksenantovaltuuksista. Rakennuksen olennaisia teknisiä vaatimuksia täsmennettiin ja ne siirrettiin maankäyttö- ja rakennusasetuksesta lakiin. Lain nojalla annetaan valtioneuvoston asetuksia (VNa) ja ympäristöministeriön asetuksia (YMa). Korjausrakentamisesta annettavien säädösten siirtymäaikana jatketaan nykyistä käytäntöä rakentamismääräysten joustavasta soveltamisesta rakennuksen korjaus- ja muutostöissä. Siirtymäaika loppuu, kun uusi asetus on annettu tai viimeistään 1.1.2018. Nykyinen Suomen rakennusmääräyskokoelman osa C2 Kosteus, määräykset ja ohjeet tuli voimaan 1.1.1999. Tavoitteena on ollut kosteudesta johtuvien vaurioiden ja haittojen välttäminen rakentamisessa. Määräykset ovat olleet luonteeltaan pääosin toiminnallisia, eikä ne ole sitoneet suunnittelijaa ja rakentajaa tiettyyn tuotteeseen tai ratkaisuun. Uusia ratkaisuita on ollut vapaus käyttää, kunhan ne ovat täyttäneet asetetun toiminnallisen vaatimuksen. Kosteusmääräyksiä on päivitetty maankäyttö- ja rakennuslain muutosten, rakennustuoteasetuksen voimaantulon ja eduskunnan kannanoton rakennusten kosteus- ja homeongelmiin (EK 5/2013 vp) johdosta. (Outinen 2014.) Suunnittelua ja rakentamista ohjaa myös valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) tutkimusjulkaisut.

Rakennustieto Oy:n julkaisemassa RYL -kirjasarjassa - Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset, on määritetty työn lopputuloksen teknisiä laatuvaatimuksia. Kirjasarjaan on tekeillä uusi osa – KorjausRYL. Siinä esitetään korjausrakennustöihin liittyvää laatuohjeistusta. Hankkeessa luodaan koko kiinteistö- ja rakentamisalaa palveleva, korjausrakentamisen yleiset laatuvaatimukset määrittävä työkalu. Laatuvaatimusten selkeyttäminen ja yhtenäistäminen auttavat kiinteistöomaisuuden arvon ylläpitämisessä ja kehittämisessä sekä turvallisten ja toimivien tilojen luomisessa. Sopimusasiakirjoissa voidaan viitata RYLin yksilöityyn kohtaan, jolloin hankkeen eri osapuolet tietävät sovitut rakennus- ja kiinteistönpitotavat. (KorjausRYL-esite. 2016.)

Työtuvallisuutta koskevat säädökset ja määräykset ovat yleisesti hyvin velvoittavia. Tällaisia rakennustöiden turvallisuutta koskevia säädöksiä ja päätöksiä ovat:

- Työturvallisuuslaki 738/2002
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009)
- Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (VNa 403/2008)
- Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä (1407/1993)
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
- Työministeriön päätös rakennustyömaiden henkilöstötiloista (977/1994)
- Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta (VNa 644/2011)
- Panostajalaki (423/2016)
- Valtioneuvoston asetus panostajien pätevyyskirjoista (VNa 458/2016)
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus panostajan pätevyyskirjan myöntävästä viranomaisesta ja pätevyyskirjan saamiseksi vaadittavasta koulutuksesta (124/2002) (60/2010)
- Sosiaali- ja terveysministeriö asetus räjähdysaineen työmaavalmistuksen turvallisuudesta (125/2002).

(Hietavirta ym. 2015.)

Muita opinnäytetyön korjausrakennuskohteessa huomioitavia lakeja, ohjeita ja säädöksiä:

- Verohallinnon päätös rakentamiseen liittyvästä tiedonantovelvollisuudesta (171/2016)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma C2, Kosteus
- Suomen rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot
- Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto
- Suomen rakentamismääräyskokoelma E1, Rakennusten paloturvallisuus
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999)
- Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaa (VTT, Putusa-tutkimushanke)
- RT-kortiston ohjeet (Rakennustieto Oy)
- Ratu-kortisto (Rakennustieto Oy).

2.2 Suunnittelutyössä ja toteutusvaiheessa noudatettavat asiakirjat

Rakennustöissä noudatetaan kaikkia voimassa olevia lakeja, asetuksia, valtioneuvoston ja ministeriöiden päätöksiä sekä kaikkia työturvallisuusmääräyksiä. Töissä noudatetaan myös kunnan rakennusjärjestyksen määräyksiä, lainvoimaisia kaavoja, rakennuttajan ohjeita, kyseistä työtä varten

laadittuja piirustuksia, työselityksiä ja ohjeita sekä rakennustöiden yleisiä laatumääräyksiä, rakentamiskokoelman määräyksiä, RT-kortiston asiaa koskevia ohjeita ja RIL:n normeja.

Rakennustarvikkeiden tulee olla asiakirjojen ja virallisten standardien, määräysten ja ohjeiden mukaisia. Rakennusmateriaalien säilytyksessä, työstössä ja asennuksessa on noudatettava materiaalivalmistajien ohjeita ja tuoteselosteita.

Esimerkkikohteen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitiin muun muassa seuraavien asiakirjojen ohjeita ja normeja:

- Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus (RIL 126, 2009)
- Talonrakennuksen maarakenteet (RIL 132, 2000)
- Talonrakennuksen routasuojausohjeet (Rakennustieto Oy, 2007)
- Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset (TIEL)
- Pohjarakennusohjeet 2004 (RIL121)
- Pohjarakennuspiirustusohjeet PRP-84 (SGY)
- Pohjarakennustöiden valvontaohjeet PRV-84 (SGY)
- Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket (RIL 77-2013)
- Pihojen pohja- ja päällysrakenteet (RIL 234-2007)
- Rakentamisen aiheuttamat tärinät (RIL 253-2010)
- Vesihuoltoverkkojen suunnittelu (RIL237-2-2010)
- Työsuojeluviranomaisten määräykset
- Materiaalitoimittajien asettamat materiaalia, varastointia ja asennustöitä koskevat ohjeet ja määräykset
- Sähköturvallisuusmääräykset
- RIL 181-1989: Rakennuskaivanto-ohje
- RIL 194-1992: Putkikaivanto-ohje
- Työsuojeluohje: Kapeat kaivannot. 2010. Työsuojeluhallinto.
- RIL 107-2000: Rakennusten veden- ja kosteudeneristämisohjeet
- RATU 82-0239: Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutyö.

2.3 Rakennusvalvonta ja viranomaistoiminta

Maankäyttö- ja rakennuslaissa ja sen nojalla annetut säännökset sisältävät pääosan rakennusvalvontaviranomaiselle säädetyistä viranomaistehtävistä. Rakennusvalvonta ohjaa ja neuvoo rakentamista ja sen vaikutusta ympäristöön, ohjeistaa suunnittelua ja päättää rakentamisen lupa-asioista. Rakennusvalvontaviranomainen valvoo laadittujen kaavojen noudattamista, luvatonta raken-

tamista ja meneillä olevia rakennushankkeita. Rakennusvalvontaviranomaiselle kuuluu rakennustyön valvontaan liittyvät katselmukset ja tarkastukset. Rakennusvalvonta on tiiviisti mukana myös rakennuslupien valmistelussa ja suunnittelun ohjauksessa. Tehtävissä joudutaan usein soveltamaan myös muissa laeissa rakentamiselle asetettuja vaatimuksia (esim. pelastuslaki, asetus talousjätevesistä jne.). (Rakennusvalvontaviranomaisen tehtävät 2007.)

Rakennustarkastaja valvoo, että rakennushankkeessa toimivilla pääsuunnittelijoilla, muilla suunnittelijoilla ja vastaavalla työnjohtajalla on riittävä koulutus ja kokemus siten kuin laissa, asetuksissa ja rakentamismääräyksissä edellytetään.

Opinnäytetyön korjausrakennuskohdetta varten ei tarvittu rakennus- tai toimenpidelupaa. Julkisivuun tehty uusi oviaukko sovittiin piirrettäväksi vanhoihin julkisivukuviin. Uusi päivitetty julkisivukuva toimitettiin rakennusvalvontaan arkistoitavaksi. Rakennuksiin ei tehty rakennemuutoksia ja työ piti sisällään pääosin perusparannustöitä. Salaojituksen rakentaminen, alapohjatilan puhdistus, tuuletuksen parantaminen ja lämpö- ja routaeristysten parantaminen eivät edellyttäneet rakennusluvan hakemista. Pihan toimintoihin ei suunniteltu luvanvaraisia muutoksia ja pysäköintialueella autopaikkojen määrä pidettiin entisen mukaisena. Kohteen sadevesien johtamisesta kaupungin metsäalueelle sovittiin katselmuksissa viranomaisten kanssa. Rakennus- tai toimenpideluvan tarve tulee selvittää paikalliselta rakennusvalvontaviranomaiselta hyvissä ajoin, heti suunnitteluvaiheessa.

3 Tuulettuvien alapohjien ja perustusten kosteusvauriot

3.1 Mikrobit

Mikrobeihin kuuluvat virukset, bakteeri, sienet, levät ja alkueläimet. Mikrobeja esiintyy luonnostaan kaikkialla, koska niillä on kyky sopeutua erilaisiin olosuhteisiin. Mikrobit ovat yksittäisenä silmälle näkymättömiä, mutta ne on nähtävissä suurina joukkoina esimerkiksi sienirihmastoina ja materiaalien lahoamisena. Bakteerit ja sienet pystyvät elämään ilman isäntäsolua, kun niillä on riittävästi ravintoa, kosteutta ja sopiva lämpötila. Virukset tarvitsevat elävän isäntäsolun. (Salkinoja-Salonen 2002.)

Terveissä rakenteissa ei ole sopivia olosuhteita mikrobien kasvulle, johtuen pääosin materiaalien liian vähäisestä kosteudesta. Ulkoilmasta kulkeutuu mikrobeja ilman mukana rakennuksen sisäilmaan ilmanvaihtokanavien, tuuletusaukkojen, ovien ja ikkunoiden kautta sekä vaatteissa ja jalkineissa. Rakennuksen pitoihin kertyy ajan mittaan erilaisia pieniä mikrobikasvustoja, jotka ovat rakennuksen luontaista mikrobikuormitusta. Jos materiaaleihin ja rakenteisiin pääsee liiallista kosteutta, voi muodostua suotuisa kasvualusta mikrobeille ja rakenteisiin voi tietyissä lämpötiloissa ja ajan myötä syntyä terveydelle haitallisia mikrobikasvustoja. Tällöin puhutaan kosteus-, mikrobi-, home- tai lahovioista tai -vaurioista riippuen ongelmien luonteesta, laajuudesta ja vakavuudesta. Lähes kaikissa rakenteissa ja materiaalipinnoilla on riittävästi ravintoa ja otolliset lämpötilaolosuhteet mikrobien kasvulle, mutta ilman riittävää kosteutta mikrobien kasvu estyy. Mikrobikasvuston esiintyminen rakenteessa onkin merkki rakenteen liiallisesta kostumisesta. Sienet lisääntyvät ja leviävät ilman mukana kulkeutuvien itiöiden avulla. Sienet kasvavat sienirihmastoina ja yksi sienirihmasto voi tuottaa ilmaan satoja tuhansia itiöitä. (Viitanen ym. 2010; Salkinoja-Salonen 2002.)

Mikrobikasvustot aiheuttavat suuren riskin sisäilman laadun heikkenemiseen. Mykotoksiinit eli homemyrkyt ovat joidenkin sienilajien myrkyllisiä aineenvaihduntatuotteita, jotka purkautuvat kasvustoista ympäröivään ilmaan. Mykotoksiineja voi olla itiöissä, sinirihmastoissa ja kasvualustassa. Ne kulkeutuvat helposti ilmavirtausten mukana rakennusosista muualle rakennukseen aiheuttaen terveysriskin. Kulkureitteinä toimivat läpivientien raot, halkeamat, ilmastointijärjestelmän kanavat, tuuletusaukot, porraskäytävät ja muut rakenteissa olevat ilmaraot. Rakennuksen ilmanvaihdon aiheuttama rakennuksen sisällä vallitseva alipaine aiheuttaa ilmavirtoja pienimpienkin rakojen kautta. Mykotoksiinit aiheuttavat tavallisimmin iho- ja hengitystieoireita sekä moninaisia yleisoireita. (Viitanen ym. 2010; Salkinoja-Salonen 2002.)

Homeet ovat suvuttomasti itiöiden avulla lisääntyviä rihmasieniä. Homeet kasvavat rakennusmateriaalien pinnoilla heikentämättä materiaalien lujuusominaisuuksia. Homeet toimivat usein alkuvaiheen hajottajina ennen lahottajasienten toimintaa. Lahottajasienet käyttävät ravinnokseen puumateriaalin selluloosaa ja ligniiniä, syöden puuta. Lahottajasienten vaikutuksista puun rakenne heikentyy ja puu lahoaa. (Salkinoja-Salonen 2002.)

3.2 Kosteusvaurioindikaattorit

Kosteusvaurio tai liiallinen kosteus rakenteessa tai materiaalissa mahdollistaa mikrobikasvuston kehittymisen. Liiallinen kosteus voi aiheuttaa mikrobikasvuston ja siitä aiheutuvien aineenvaihduntatuotteiden ja hiukkasten päästön sisäilmaan. Mikrobilajeista on laadittu laboratoriokokeiden ja käytännön kokemusten perusteella erilaisia indikaattorilistoja, joissa on lueteltu tyypillisesti kosteusvaurioissa esiintyviä mikrobeja. Vaurioituneista rakenteista voidaan ottaa materiaali tai sienirihmastonäytteitä, joiden mikrobilajit voidaan tunnistaa laboratoriokokeiden avulla. Näytteissä kosteusvaurioindikaattorien vähäinenkin esiintyminen tai muiden tavallisten mikrobien esiintyminen suurina pitoisuuksina viittaa kosteusvaurioon ja siitä johtuvaan homekasvustoon. Homekasvusto on aina terveyshaitta, jos voidaan olettaa kasvustosta joutuvan epäpuhtauksia sisäilmaan. (Ympäristöopas 28 1997.)

Ryömintätilaisten alapohjien ongelmat voidaan havaita alapohjarakenteen puuosien home- ja lahovaurioista, homeen hajusta sisätiloissa, seinien alaosien sisäpuolisista vaurioista sekä ryömintätilassa olevasta homeen hajusta, silminnähtävistä mikrobikasvustoista, kosteasta maanpinnasta, vesivalumajäljistä ja orgaanisista jätteistä. (Viitanen ym. 2010.)

3.3 Rakennusmateriaalien pilaantuminen

Orgaaniset materiaalit

Puun kosteussisältö, kosteanaoloaika, puun ominaisuudet ja vallitseva lämpötila vaikuttavat lahoamisen alkamiseen. Lahottajasienet aiheuttavat kostuneen puun lahoamisen hajottamalla ravinnokseen puun ainesosia: selluloosaa, hemiselluloosaa ja ligniiniä. Kostuneeseen puuhun ilmestyvät ensin bakteerit, sitten homeet ja viimeisenä lahottajasienet (sinistäjät). Homeet kasvavat hyvin nopeasti ja vaativat huomattavasti kuivemmat olosuhteet kuin lahottajasienet. Lahoaminen vaatii yli 0 °C lämpötilan ja yli 20 % kosteuden puun kuivapainosta. Lahoaminen ja homeiden kasvu pysähtyvät, mikäli lämpötila tai kosteus laskee riittävän alhaalle. Sienirihmastot ja itiöt pysyvät kuitenkin elinvoimaisina useita vuosia aktivoituen uudestaan olosuhteiden muuttuessa taas sopiviksi. Ala-

pohjatiloissa esiintyvä orgaaninen materiaali kuten vanha purkamaton muottilaudoitus ja maaperällä lepäävä orgaaninen jäte ovat otollisia kasvupaikkoja mikrobeille (kuva 1). (Viitanen ym. 2010.)

Kuva 1. Opinnäytetyön esimerkkikohteessa maapohjan päälle jätetty lautatavara oli pahoin homehtunut ja lahoutunut.

Betonirakenteet

Betonielementtikerrostalojen seinärakenteissa on käytetty eristettyjä ja eristämättömiä betonielementtejä. Perustukset ovat useimmiten paikallavalettuja teräsbetonirakenteita, joiden päältä elementtiasennukset on aloitettu. 1970-luvun alkuun saakka yleisin välipohjarakenne oli massiivinen teräsbetonilaatta. 1970-luvun puolivälistä lähtien välipohjia alettiin tehdä enemmän myös esijännitetyistä ontelo- ja U-laatoista. Myös massiivisia välipohjaelementtejä ja paikallavalettuja kuorilaattoja on käytetty saman aikakauden elementtitaloissa. Betoniset perustusrakenteet ja muut alapohjan betonirakenteet voivat vaurioitua epäedullisten lämpötila- ja kosteusolosuhteiden takia (kuva 2). Maaperän kosteus siirtyy betonissa kapillaarivirtauksena. Ilmankosteus siirtyy betonirakenteisiin diffuusion avulla. Ilmankosteus voi myös tiivistyä kylmille betonipinnoille, kun kastepisteraja ylittyy. Kosteus aiheuttaa betonin karbonatisoitumisen nopeutumista ja pakkasrapautumista. Myös paikallisia mikrobikasvustoja voi esiintyä betonipinnoilla, mikäli betoni on hyvin kosteaa ja pinnalla on orgaanista ainetta. Puhtaassa betonipinnassa ei ole mikrobikasvustoja. Betonin kosteus siirtyy rakennusten betoni- ja puumateriaalien rajapinnoilla puurakenteisiin kapillaarikatkon tai kosteus-

eristyksen puuttuessa. Betonirakenteiden kautta syntyvät kylmäsillat voivat aiheuttaa kosteusvaurioita rakennuksen kellarikerroksen puurakenteisiin riittämättömän lämmöneristyksen takia. Lämpötilaerot ja kasvanut materiaalien kosteus aiheuttavat usein lattiapinnoitteiden vauriota. (Viitanen 2004; Neuvonen 2015.)

Kuva 2. Betonirakenteisiin kohdistuu ilmankosteudesta ja maaperästä johtuvaa kosteusrasitusta. Kuva on opinnäytetyön korjauskohteen alapohjatilasta ennen korjaustöitä.

Lämmöneristeet

Alapohjatilan katossa eli kellarikerroksen lattiassa voidaan käyttää lämmöneristeenä esim. mineraalivillaa, EPS-, XPS- tai polyuretaanieristelevyä. Eristemateriaalien ominaisuudet eroavat toisistaan melko paljon. Mineraalivilla on hyvin ilmaa läpäisevä, kun taas kovat muovieristeet ovat hyvinkin ilmaa läpäisemättömiä. Ilmanläpäisevyyden takia mineraalivillan käyttö edellyttää rakenteen sisäpinnan riittävää ilmantiiveyttä, jotta sisäilman kosteus ei pääsisi tunkeutumaan rakenteisiin ja aiheuttamaan kosteuden tiivistymistä. Villalevyt voivat sitovat enemmän kosteutta itseensä muihin mainittuihin eristetyyppeihin verrattuna. Eristeiden lämmöneristävyys vähenee eristemateriaalin kostuessa. Kastuneet mineraalivillalevyt pääsevät kuivumaan alapohjatilan katossa, mikäli niiden alapinta on auki ilmatilan suuntaan ja tilan tuuletus on riittävää. 1970-luvulla alapohjatilan betonirakenteisten kattojen alapinnassa käytettiin yleisimmin mineraalivillaeristeitä. EPS-levyeristettä käytettiin lähinnä betonielementtien sisällä. VTT:n tekemän tutkimuksen mukaan (Viitanen 2004.) puhtaat eristemateriaalit eivät homehdu, ellei niiden suhteellinen kosteus säily pitkän aikaa yli RH 97-98%. Villojen kanssa kosketuksissa olevat orgaaniset aineet alkavat homehtua jo huomattavasti

aikaisemmin. Taulukossa 1 on esitetty eri rakennusmateriaalien jaottelu kestävyys- ja herkkyysluokkiin homeen kasvun riskin suhteen. Kosteutta imeneet mineraalivillat luovat kestävyydestään huolimatta otolliset olosuhteet homehtumiselle orgaanisen aineen puolella ja varsinkin rakenteiden sisällä, joissa villa säilyy kosteana pitkän vaikutusajan.

Taulukko 1. Rakennusmateriaalien jako kestävyys- ja herkkyysluokkiin homeen kasvun riskin suhteen. (RIL250-2011)

Homehtumisherkkyys/ kestävyysluokka	Materiaali
hyvin herkkä	käsittelemätön, runsaasti ravinteita sisältävä puu
herkkä	höylätty puu, paperipintaiset tuotteet ja kalvot, puupohjaiset levyt
kohtalaisen kestävä	sementtipohjaiset materiaalit, muovipohjaiset materiaalit, mineraalivillat
kestävä	lasi- ja metallimateriaalit, tehokkaita suoja-aineita sisältävät tuotteet

Alapohjatilan katon betonipintaan asennetut villaeristeet kestävät vaihtelevia kosteusolosuhteita, mikäli pääsevät välillä kuivumaan. Villan hengittävyys on etu katon betonirakenteiden kuivumisen kannalta. Mineraalivillan kuituverkkoon voi ajan mittaan kertyä muualta ympäristöstä tulleita partikkeleita ja likaa. Myös alapohjatilan muualle syntyneestä mikrobivauriosta voi levitä eristeisiin itiöitä ja sienirihmastoja. Nämä mahdollistavat uusien mikrobikasvustojen syntymisen myös villoissa, liiallisen kostumisen seurauksena. Jos eristeisiin lisätään mikrobien kasvua estäviä aineita, toimivat eristeet aktiivisesti mikrobikasvua estävästi. (Viitanen ym. 2010; Ympäristöopas 28 1997.)

Kuva 3. Alapohjatilan vanhoihin kattoeristeisiin oli tiivistynyt runsaasti kosteutta tuuletuksen puuttumisen ja epäedullisten lämpötila- ja kosteusolosuhteiden takia. Katossa oli paikoin runsaasti vesipisaroita. Kuva on otettu opinnäytetyön korjauskohteesta tutkimusvaiheessa.

3.4 Perustusten ja alapohjan kosteusvaurioituminen

Kosteuden seurauksena rakenteisiin voi syntyä mikrobiologisia vaurioita ja kemiallisia/ fysikaalisia vaurioita. Mikrobiologisia vaurioita ovat lahoaminen ja homeiden kasvu. Kemiallisia ja fysikaalisia vaurioita ovat aineiden hajoaminen, emissiot, ruostuminen sekä muodonmuutokset. Rakenteiden kosteuspitoisuuteen vaikuttaa tuleva kosteusvirta, poistuva kosteusvirta sekä rakenteen kyky sitoa kosteutta. Rakenteen kosteuspitoisuus alkaa nousta, mikäli siihen tulee enemmän kosteutta kuin sieltä ehtii poistumaan. Jos rakenteella on suuri kosteudensitomiskyky, kestää rakenteen vaurioitumiseen johtava kosteuspitoisuuden nousu kauemmin. Kosteusvirtaa aiheuttaa veden painovoimainen ja kapillaarinen siirtyminen sekä vesihöyryn siirtyminen konvektion ja diffuusion avulla. (Ympäristöopas 2016.)

Seuraavat riskitekijät lisäävät maaperästä aiheutuvaa kosteusrasitusta alapohjatilaan:

- Ryömintätilan pohjalta puuttuu haihtumista vähentävä kapillaarikatkokerros.
- Maa- tai kalliopohjalla on vettä kerääviä painanteita ja niihin syntyy avoimia lammikoita.
- Ryömintätilan tuuletus on riittämätön tai se puuttuu kokonaan.
- Ryömintätilan maanpinta on ympäröivää maanpintaa alempana, jolloin painovoimainen tuuletus ei toimi kunnolla.
- Tuuletusaukkoja on liian vähän tai ne on tukittu.

- Tuuletuskatvealueiden syntyminen nurkkiin ja väliseinien rajoittamiin osastoihin.
- Koneellisen ilmanvaihdon rikkoontuminen.
- Liian vähäinen tuuletus ja tuuletusaukkojen tai venttiilien väärä/ epätasainen sijoittuminen.
- Ryömintätila on liian matala.
- Ryömintätilaa jakavat palkit ja perusmuurit
- Ryömintätilan liiallinen kylmyys kesällä, aiheuttaen tuuletusilman kosteuden tiivistymisen kylmille pinnoille.
- Maapohjan lämmöneristyksen puuttuminen muuten hyvin eristetyssä alapohjatilassa.
- Alapohjarakenteessa tai ryömintätilassa tapahtuvat putkivuodot.

Perustus- ja alapohjarakenteet ovat rakennuksen voimakkaimmin kosteusrasitettuja rakennusosia. Maaperä ja pohjavesi aiheuttavat jatkuvaa kosteusrasitusta rakenteille. Kosteus siirtyy maakerroksissa kapillaarisesti sivu- ja pystysuunnissa perustusten ympärille. Perustus- ja alapohjarakenteita rasittaa myös pintavalunta- ja vajovedet sekä ilmankosteus. Yleisimpiä kosteus- ja homevaurioiden syitä ovat pintavesien valuminen rakennukseen, puutteellinen sadevesijärjestelmä, pintavesien tunkeutuminen ryömintätilaan ja muihin rakenteisiin, pohjavedenpinnan nousu ja veden kapillaarinen nousu rakenteisiin, salaojituksen puutteet, ryömintätilan korkea kosteustuotto, kosteuden siirtyminen diffuusion ja konvektion avulla, putkivuodot, ryömintätilan puutteellinen tuuletus sekä rakennusjätteet ryömintätilassa. Lisäksi kosteusvaurioita aiheuttaa rakenteiden kylmäsillat ja kosteuden tiivistyminen ympäristöään kylmempiin pintoihin sekä kellarikerroksen märkätilojen vesivuodot. (Ympäristöopas 2016; RIL250 2011.)

4 Kosteusvaurioiden korjaaminen

4.1 Pinnantasaus ja sadevesijärjestelmä

Piha-alueen maanpinnan pinnantasauksella huolehditaan siitä, että pintavedet johdetaan hallitusti pois rakennusten viereltä. Suunnitteluohjeistuksen mukaan maanpinta tulisi muotoilla poispäin rakennuksesta 5 % kaltevuuteen kolmen metrin etäisyydelle rakennuksen seinästä. Korjausrakennuskohteessa olemassa oleva rakennus on usein rakennettu ympäristö huomioiden liian alhaiselle korkeustasolle, eikä kallistuksen toteuttaminen ole mahdollista. Tällöin toimivan kuivatusjärjestelmän saavuttamiseksi pintavesiä ohjataan uusien rakennettavien pintavesikaivojen, niskaojien tai pintakourujen avulla pois rakennuksen ympäriltä. Pinnantasauksen ja uuden sadevesijärjestelmän tarkoituksena on vähentää pintavesien aiheuttamaa kosteusrasitusta rakennuksen perustuksiin ja muihin rakenteisiin. Pinnantasauksen suunnittelussa on otettava huomioon pihan käytön ja hoidon asettamat vaatimukset eri vuodenaikoina. Suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon,

että rakennuksen vierelle tehdyt paksut täyttökerrokset painuvat vuosien saatossa enemmän verrattuna pihan muihin ohuempiin täyttöihin. Pinnankallistusten tulee toimia koko rakennuksen käyttöiän ajan. Piha-alueilla voidaan käyttää suunnitteluohjeiden suositeltuja minimikallistuksia eri pintamateriaaleille (ks. Taulukko 2). (RIL126 2009.)

Taulukko 2. Pintojen vähimmäiskaltevuudet eri päällysteillä (RIL 234 2007)

Päällyste	Sivukaltevuus	Viettokaltevuus
Asfaltti		
- ajorata	0.025…0.030	
- piha		0.010…0.030
- jalkakäytävä	0.020…0.025	
Kiveys, laatoitus		
- ajorata	0.030…0.040	
- piha		0.020…0.040
- jalkakäytävä	0.025…0.030	
Sora, murske		
- ajorata	0.040…0.050	
- piha		0.020…0.040

Rinnetalossa yläpuolelta valuvat sade- ja sulamisvedet ohjataan riittävien vastakallistusten avulla rakennuksen sivujen kautta alarinteeseen. Sade- ja pintavesiä ei tule tarpeettomasti päästää rakennuksen salaojajärjestelmään, vaan niiden imeytyminen estetään rakennuksen vieressä piha-alueen päällysteellä tai pintamaan alla olevalla huonosti vettä läpäisevällä ainekerroksella kuten muovikalvolla tai eristeellä. Asfalttialueilla seinän ja asfaltin väli tiivistetään, jotta pintavaluntavedet eivät pääse perusmuurin viereen tulvatilanteessakaan. Rakennusten vierelle ei tule istuttaa mitään. Rakennuksen seinustalle on jätettävä vähintään 0,5 m leveä kivetys tai sepelikaistale. (RIL126 2009.)

Kattovedet johdetaan syöksytorvien kohdalle sijoitettavien rännikaivojen avulla umpiputkissa sadevesiviemäriin tai koururakenteiden avulla pois rakennuksen vierestä. Pintakouruja käytetään vain erityistapauksissa, kun muita menetelmiä ei voida käyttää. Sadevesikourujen käyttö ja erityisesti syöksytorvien vauriot saattavat aiheuttaa nopeasti vakavia vaurioita seinärakenteissa ja perustuksissa. Rännikaivoja ei myöskään käytetä pintavesikaivoina, vaan pintavesikaivot tehdään erikseen kauemmaksi rakennuksesta. Rännivesikaivojen tukkeutumisen varalta ympäröivä maanpinta muotoillaan siten, että rännikaivon tukkeutuessa vedet ohjautuvat rakennuksesta poispäin sadevesikaivoon. Mikäli kattovedet johdetaan syöksytorvilla yhtenäisellä putkella (ilman rännikaivoa) suoraan sadevesikaivoon, tulee putkeen aiheutuva hormivaikutus huomioida. Syöksytorveen ja liitoskaivoon voidaan asentaa jäätymissuojaus. Tarvittaessa voidaan käyttää lisäksi padotusventtiiliä putkiyhteessä. (RIL126 2009.)

Kiinteistön alueen sadevesiä ei saa ohjata naapurikiinteistön puolelle, vaan vedet tulee keräillä sadevesijärjestelmän avulla talteen ja johtaa sadevesiviemärin purkujärjestelmään. Sadevesijärjestelmän linjat johdetaan tarkastuskaivosta toiseen, ei ritiläkaivosta toiseen. Ritiläkaivojen vedet tulee johtaa suoraan tarkastuskaivoihin. Hiekka-alueilla sadevesikaivon ympärille on rakennettava vähintään metrin leveä kivetetty alue. Kiinteistön sadevedet johdetaan yleisiin seka- tai sadevesiviemäreihin, sovittuun purkupaikkaan ympäröivään maastoon tai vesilaitoksen ylläpitämään ojaan. Jätevesiviemäriin ei saa koskaan johtaa sadevesiä, kuormittamaan jätevedenpuhdistusta. Kiinteistön tulee huolehtia siitä, että luonnollisen vedenjuoksun muuttamisesta ei aiheudu haittaa naapurikiinteistöille. Mikäli sadevesijärjestelmää ei ole käytettävissä, voidaan pintavesiä imeyttää tontille. Maaperän on tällöin oltava hyvin vettä läpäisevää, eikä imeytyksestä saa aiheutua haittaa rakennuksille, naapurikiinteistölle ja muulle ympäristölle. Maaperän vedenläpäisevyys on todennettava pohjatutkimusten avulla. Imeytyskaivossa on oltava ylivuotomahdollisuus. Imeytysjärjestelmän sadevesiputket tulee routaeristää, mikäli putket jäävät lähelle maanpintaa. Putkien sulana pito voidaan varmistaa sähkövastuksilla toimiva saattolämmityksen avulla. (Rantamäki & Tammirinne 1979; RIL126 2009.)

Piha-alueiden pinnantasauksen ja sadevesiviemärijärjestelmän korjaustarpeet ilmenevät yleensä kuntotutkimuksen teon yhteydessä. Tutkimuksissa voidaan tehdä putkistojärjestelmien huuhtelu ja kuvaus, pihan pintavaaitusmittaus, putkien korkojen vaaitus, kalliopinnan sijainnin määritys sekä pohjatutkimus maaperän vedenläpäisevyyden selvittämiseksi. Puutteet ja niistä aiheutuvat haitat ovat useimmiten kuitenkin niin selvästi havaittavissa, ettei erillistä kuntotutkimusta tarvita. Suunnittelua varten tulee tehdä tarpeelliset tutkimukset.

4.2 Salaojitus

4.2.1 Yleistä

Salaojituksen tarkoitus on johtaa rakennuksen tai muun rakenteen lähellä liikkuva vesi hallitusti pois estäen kosteuden pääsy rakenteisiin ja tiloihin. Salaojituksella alennetaan joissakin tapauksissa myös luonnollista pohjaveden pintaa alueellisesti. Pohjaveden alentamiseen tulee pyytää lupa kunnan rakennusvalvonnasta ja Ely-keskukselta. Salaojitus on nykymääräysten mukaan pakollinen rakentaa. Salaojitus koostuu salaojaputkista ja niitä ympäröivistä kapillaarikatkokiviaineksista. Kapillaarikatko estää veden siirtymisen kapillaarisesti rakenteisiin sivu- ja pystysuuntaisesti. Ympäryssalaojitus voidaan tehdä rakennuksen ulkopuolelle tai erityistapauksissa myös rakennuksen alapuolelle. Perusmaa ja muut rakennuksen alapuoliset tiiviit täytöt tulee muotoilla siten, ettei rakennuksen alle jää vettä kerääviä painanteita. Kapillaarikatkokerroksessa vedet kulkeutuvat rakennusta kiertävään salaojitukseen, josta ne ohjataan sadevesien purkujärjestelmään perusvesi-

kaivon kautta. Perusvesikaivoissa salaojien tuloyhteessä käytetään pallopadotusventtiiliä, joka estää tulvatilanteissa veden pääsyn väärään suuntaan, eli salaojiin päin. Salaojitustaso on aina rakennuksen perustusten alimman pinnan tason alapuolella. Kallioalueilla ohjetta joudutaan soveltamaan tapauskohtaisesti, mikäli salaojittavaa kanaalia ei ole mahdollista louhia kallioon. (Rantamäki & Tammirinne 1979; RIL126 2009.)

Salaojituksen korjaukseen on ryhdyttävä mahdollisimman pikaisesti, mikäli rakennuspohjan kuivatuksessa havaitaan puutteita. Huonosti toimiva tai puuttuva salaojitus on merkittävät riskitekijä asumisterveyttä vaarantavien kosteusvaurioiden syntymiseen.

4.2.2 Puutteellisesti toimivan salaojituksen seuraukset

Puutteellisesti toimiva salaojitus tai sen puuttuminen kokonaan voi johtaa pohjavedenpinnan tason ajoittaiseen nousuun. Pohjavedenpinta voi nousta rankkasateiden vaikutuksesta jopa sisätiloihin. Pohjaveden vapaan vesipinnan nousu perustus- ja lattiarakenteisiin tai niiden alapuolisiin maarakennekerroksiin voi aiheuttaa laajoja ja vaikeasti korjattavia kosteusvaurioita. Pohjaveden tai orsivedenpinnan nousu ryömintätilaan aiheuttaa kosteusvaurioita tilaan rajoittuvissa rakenteissa ja mikrobien kasvun käynnistymisen maan pinnalla ja tilassa mahdollisesti olevissa rakennusjätteissä. Myös kastuvan maanvaraisen lattiarakenteen sisään tai päälle rakennetut seinärakenteet kosteusvaurioituvat. Seinien alaosien kastuneissa puurakenteissa alkaa syntyä mikrobikasvustoja riittävän vaikutusajan jälkeen. (RIL126 2009; Ympäristöopas 28 1997.)

4.2.3 Ohjeet ja määräykset

Uudisrakentamisen ohjeistusta käytetään soveltaen korjausrakennuskohteissa. Seuraavassa on esitetty perusperiaatteita salaojien suunnitteluun ja rakentamiseen:

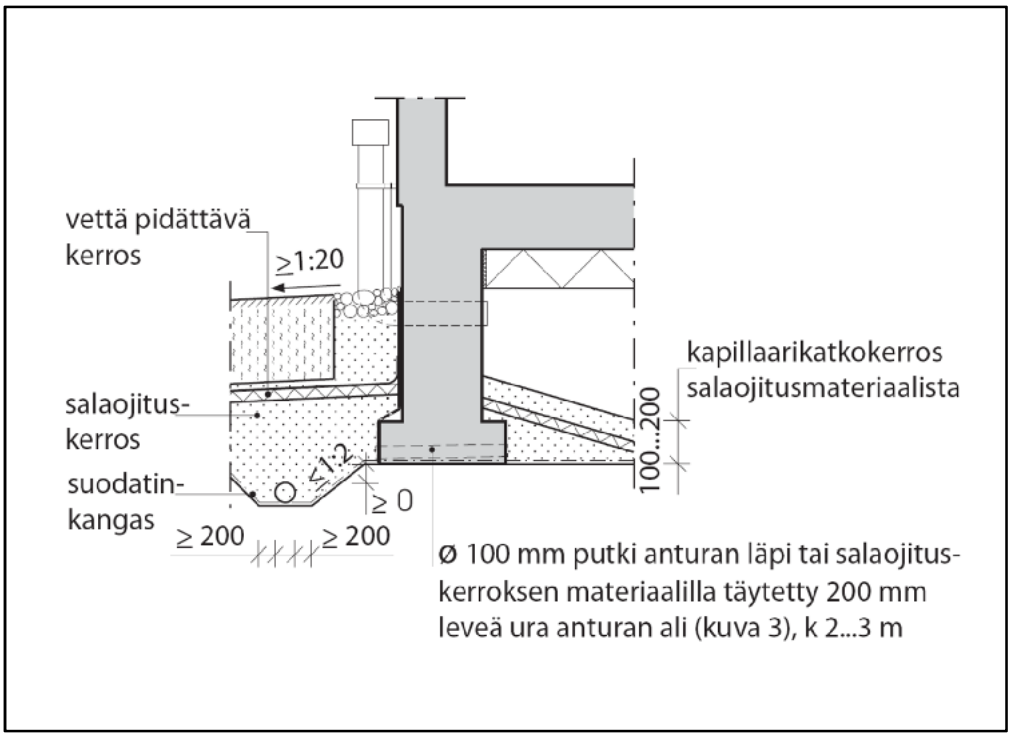
- Rakennuspohja tulee salaojittaa maapohjan kapillaarivirtauksen katkaisemiseksi ja pohjavedenpinnan pitämiseksi riittävän alhaisella tasolla.
- Rakennusten salaojitusjärjestelmään ei saa johtaa pintavesiä ja kattovesiä
- Rakennuksen kaikki rakennusosat tulee salaojittaa, lukuun ottamatta vesitiiviiksi suunniteltut rakennusosat, joiden salaojittaminen ei onnistu normaalein toimenpitein.
- Salaojitus rakennetaan rakennuksen ympärille ja tarvittaessa myös alle. Salaojaputkien korkein kohta tulee olla vähintään 400 mm viereisen tai yläpuolisen maanvastaisen lattian alapinnan alapuolella.
- Salaojaputken tulee olla viereisen seinäanturan tai matalaan perustetun perusmuurin anturan alapinnan alapuolella.
- Mikäli rakennuksessa on syvälle ulottuvat pilari- tai perusmuuriperustukset, tulee ulkopuolinen salaojitus rakentaa pilarien välisen sokkelipalkin alapuolelle tai perusmuuriperustuksissa riittävän syvälle perusmuurin yläosan suojaamiseksi alapuolella olevalta kosteudelta.

Sokkelipalkin alapuolelle tulee rakentaa vähintään 200 mm paksu kapillaarikatkokiviaineskerros, joka yhdistyy muuhun salaojitukseen.

- Salaojat on routaeristettävä jäätymiseltä.
- Salaojaputken ympärille rakennetaan täytöt hyvin vettä läpäisevästä tasarakeisesta seulotusta kiviaineksesta, sepelistä, pestystä singelistä tai muusta vastaavat vedenläpäisyominaisuudet omaavasta materiaalista. Salaojituskerrokset on erotettava suodatinkankaalla joka suunnasta muista hienorakeisemmista täytöistä ja perusmaasta.
- Salaojittava kapillaarikatkokerros tulee olla vähintään 300 mm paksu ja kuitenkin vähintään kolme kertaa materiaalin kapillaarisen nousun paksuinen.
- Rakennuksen alapuolinen salaojitus yhdistetään ulkopuoliseen salaojitukseen ja veden kulku ulkopuoliseen salaojitukseen on varmistettava riittävillä kulkureiteillä. Kohteissa joissa perustukset on tehty suoraan kallion tai vettä pidättävän perusmaan varaan, on yhtenäisiin anturoihin ja perusmuureihin porattava riittävästi reikiä vesien kulkureiteiksi.
- Salaojien ympärystäytöksi asennettavan kapillaarikatkomaa-aineksen paksuus on oltava salaojaputken alla ja sivuilla vähintään 100 mm ja päällä vähintään 200 mm. Perusmuuria vasten oleva pystysuuntainen salaojituskerros tulee olla vähintään 200 mm paksu.
- Jos maanvastaisen lattian yläpinta on alle 300 mm ympäröivästä maanpinnasta, perusmuuri ja sokkelipalkki suojataan vedeneristyksellä. Vedeneristys voidaan toteuttaa perustusten ulkopintaan asennetavalla patolevyllä.
- Sade- ja pintavesien pääsy salaojiin estetään piha-alueen päällysteillä tai huonosti vettä läpäisevällä materiaalikerroksella (esim. muovikalvo tai eristelevykerros)
- Salaojitusjärjestelmässä tulee olla vähintään yksi lietepesällinen kokoojakaivo, sekä riittävä määrä tarkastuskaivoja, joista järjestelmä voidaan tarkastaa ja puhdistaa.
- Salaojaputkien tulee viettää purkusuuntaan. Minimikallistuksena tulee olla vähintään 5 promillea.
- Salaojitus ei saa missään olosuhteissa esim. osittaisen tukkeuman tai tulvimisen takia, alkaa toimia rakennuksen alapuolta kastelevana järjestelmänä.
- Mikäli salaojitus joudutaan johtaa rakennuksen läpi, tulee ohitus tehdä umpiputkia käyttäen.
- Rakennuksen alapuolisten salaojien tulee aina johtaa ulos päin ja liittyä rakennusta kiertävään salaojitukseen.
- Rakennuksen alapuolisissa salaojissa putkien minimiviettokaltevuus on 1 %.
- Routasuojaamattomien salaojien peitesyvyys tulee olla vähintään
    - Etelä-Suomessa 0,8 m
    - Keski-Suomessa 1,0 m
    - Pohjois-Suomessa 1,2 m
    - Lumettomina pidettävillä alueilla syvyyksiin lisätään 500 mm
- Salaojavedet johdetaan sadevesiviemäriin, maastoon, ojaan tai vesistöön. Purkuputkien ja -reittien sulana pysyminen on varmistettava. Maastoon, ojaan tai vesistöön päättyvä purkuputken pää jätetään näkyville noin 300 mm matkalta.
- Purkuputken vesijuoksun on oltava vesistön keskivedenpinnan yläpuolella tai vähintään 200 mm ojan pohjan yläpuolella.

Tuuletetun alapohjan salaojituksen periaatepiirustus on esitetty kuvassa 4.

(RIL126 2009; SRMK C2 1998, RT81-11000.)



Kuva 4. Periaatekuva tuuletetun alapohjan salaojituksesta (RT81-11000)

4.2.4 Korjausratkaisut erityistapauksissa

Seuraavassa luettelossa on esitetty kosteusvaurioita ennaltaehkäiseviä korjaus- ja huoltotoimenpiteitä sekä mahdollisia ratkaisuja erilaisissa erityistapauksissa.

- Vaurioiden ennaltaehkäisy ennen kunnollista salaojasaneerausta:
  - Jäätyneen laskuaukon sulatus
  - Padotusventtiilin korjaus/ uusinta
  - Salaojatarkastuskaivojen esiin kaivu ja korotus maanpinnalle
  - Salaojitukseen kulkeutuvien sadevesien ohjaus sadevesikaivoihin
  - Ylhäällä olevan vesipinnan pumppaus pois tarkastuskaivojen kautta
  - Jäätyneiden salaojajärjestelmän osien routasuojauksen parantaminen ja aukaisu höyryttämällä
  - Rikkoutuneen putken korjaus ja routaeristyksen parantaminen
  - Salaojituksen puuttuessa rakennetaan tilapäinen perusvesipumppaamo kellarin lattian alapuolelle. Pumppaamon ympärystäytöt rakennetaan salaojasepelistä. Paikallisesti havaittu kostunut kohta voidaan salaojittaa asentamalla sepelitäyttö ja salaojaputki kostuneen rakenteen lähelle. Putki yhdistetään pumppukaivoon.
  - Rakennuksen vierelle rakennetaan pumppaamokaivo pohjavedenpinnan alentamiseksi. Pumppaamon ympärystäytöt tehdään salaojasepelistä, joka erotetaan muista maa-aineksista suodatinkankaalla joka suunnasta.
- Vesien kulkeutuminen rakennuksen läpi kalliopintaa pitkin tai kalliohalkeamissa:

  - Suunnitellaan tapauskohtaisesti toimivia ratkaisuita
  - Haihtumisen estäminen ryömintätilassa
  - Vesien ohjaaminen poiston mahdollistavaan paikkaan rakennuksen alapuolelta
  - Kalliossa olevan veden pinnan alentaminen pumppausjärjestelyin
  - Ylärinteen puolelle louhittava kanaali
  - Kiilaamalla tai timanttileikkauksella toteutetut salaojittavat kanaalit ja ohjausurat
  - Ohjataan vedet rakennuksen ohi ylärinteen puolelle toteutettujen patorakenteiden avulla.
- Pohjavedenpinnan paikallinen alentaminen
- Löyhän maapohjan alueelle rakennetun salaojituksen putkien korjaus. Vaihtoehtoina painuvan maapohjan stabilointi, arinarakenneratkaisut, paalutus ja pintarakennekerrosten keventäminen kevennystäytöillä (kevytsora ja eristekevennykset)
- Rakennekerrokset on kuivatettava salaojituksella, kun alueen pohjavesi on korkealla tai rakennekerrokseen pääsee virtaamaan pohjavettä alueen sivulta.
- Laaja-alaisissa ja monimutkaisissa rakennusten salaojajärjestelmissä tulisi olla kaksi erillistä purkupistettä. Järjestelmä tulisi suunnitella siten, että purku voi häiriötilanteessa tapahtua kumpaan tahansa purkupaikkaan ilman tulvimista.

4.3 Ryömintätilojen korjaukset

Huonokuntoinen ryömintätila voi aiheuttaa rakennuksen muihin tiloihin sisäilmaongelmia. Ongelmat voivat ilmentyä kellarikerroksen lattia- ja seinärakenteissa, rakenteiden ja pintamateriaalien vaurioina. Home- ja lahovaurioituneista materiaaleista voi levitä rakennuksen muihin kerroksiin homeitiöitä, homekasvustojen ihmiselle myrkyllisiä aineenvaihduntatuotteita (mykotoksiineja) ja epämiellyttävää hajuhaittaa. Alapohjatilojen korjaustöiden suunnittelussa ja toteutuksessa voidaan soveltaa uudisrakentamiseen laadittuja ohjeita ja määräyksiä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi.

4.3.1 Tiivistys, purku ja puhdistus

Ennen purkutöiden aloittamista tulee kaikki alapohjatilan muihin rakennuksen osiin rajoittuvat luukut, aukot, putkikanaalit ja läpiviennit tiivistää huolellisesti. Tiivistysten tulee olla ilmatiiviitä ja niiden tulee täyttää viranomaisten määräykset palonkestävyyden osalta. Alapohjatila varustetaan lukittavalla EI60 paloluukulla, jonka kulkuaukko tulee olla vähintään 600X600 mm. Kaikkiin alapohjatilan osastoihin tulee olla kulkumahdollisuus. Luukut tulee lämpöeristää asianmukaisesti. Eristykseen voidaan soveltaa kaksoisluukkuja. Lävistysten tiivistykset tarkastetaan myös alapohjan yläpuolisista tiloista ja korjataan tarvittaessa elastisella massalla. Myös kotelointien sisälle jäävät lävistykset käydään huolellisesti läpi. Liikuntasaumojen vauriot korjataan ja saumat tiivistetään ylä- ja alapuolelta. Putkikanaaleissa ja alustilassa olevissa kaivoissa on oltava asianmukaiset ilmatiiviit kannet. Tiivistysten teon jälkeen tila alipaineistetaan purkutyötä varten. Purkutyön aikana tila pidetään alipaineisena, estäen työn aikaisen pölyn leviäminen rakennuksen muihin tiloihin. (Ratu 82-0383 2011.)

Kaikki maapohjalla oleva rakennusjäte, puutavara ja muut alapohjatilaan kuulumattomat tavarat poistetaan. Purkamaton muottilaudoitus ja muut puuainekset irrotetaan ja poistetaan tilasta. Betonijätteitä ei tarvitse poistaa, ellei niiden jättämisestä aiheudu haittaa korjaustyön toteuttamiseen tai myöhempään huoltotyöhön. Läpivientien tiivistysvalumuotit, juutti- ja paperisäkkitiivistykset sekä betonivaluihin jääneet koroke- ja tukipuupalat poistetaan. Ryömintätilaan ei saa jättää rakennusjätettä eikä lahoavaa orgaanista ainesta. Lahot ja mikrobivaurioituneet jätettävät puupinnat lastutaan terveeseen pintaan saakka. Pinnat voidaan tarvittaessa käsitellä homeenestoliuoksella. Rakennesuunnittelija varmistaa kantaville puurakenteille sopivan lastuamissyvyyden. Puumateriaali mitä ei voida poistaa alapohjatilasta, ei saa olla kosketuksissa maahan tai betonipintoihin. Kaikki työturvallisuutta ja tiloissa liikkumista vaarantavat materiaalit kuten betonipinnoista esiin tulevat muottisidelangat on poistettava tai tehtävä muuten vaarattomiksi. Eristemateriaalien purkamisessa tulee ottaa huomioon asbestin esiintyminen. Lämmitysverkoston putkien aaltopahvieristeiden alla on ollut pakollista käyttää asbestipahvia. Asbestiosien purkutyöt tulee hoitaa asbestipurkuna. Kaikkiin

umpinaisiin epäilyksen alaisiin avoimiin tiloihin avataan tarkastusaukot ja havaitut puutteet ja vauriot korjataan. Myös koteloinnit avataan tarkastusta varten. Purkutöiden jälkeen betonipinnat teräsharjataan puhtaaksi näkyvästä purkujätteestä ja kasvustoista. Erityistapauksessa pinnat käsitellään homeenestoliuoksella. Tarvittaessa pinnat puhdistetaan suurtehoimurilla. Vaurioituneet, irronneet ja kosteusvaurioituneet lämmöneristeet poistetaan ja uusitaan ellei ole erikseen sovittu kaikkien eristeiden uusimisesta. (Ratu 82-0383 2011; SRMK C2 1998)

Purkutöiden jälkeen kohteessa pidetään hyväksymiskatselmus, jossa tarkastetaan purku- ja puhdistustöiden onnistuminen. Katselmuksessa on tuotava ilmi mahdollisesti tilaan jätettävät riskimateriaalit. Hyväksyttyjen puhdistustoimenpiteiden jälkeen voidaan jatkaa suunnitelmien mukaisesti kunnostustoimenpiteitä.

4.3.2 Maapohjan kunnostus

Ryömintätilan maapohjasta poistetaan saastunutta pintamaata 50…100 mm. Kaikki humusmaa sekä kosteuden vaikutuksesta hajoavat, homehtuvat tai lahoavat orgaaniset aineet ja rakennusjätteet poistetaan maapohjalta. Kallion päällä oleva ohut maakerros voidaan poistaa kokonaan ja kalliopinta puhdistaa. Näin puhdistetulle alueelle ei ole välttämätöntä rakentaa kapillaarikatkoa. Alapohjatilasta poistetaan ylimääräiset maa-ainekset, jotta suunnitellut uudet rakennekerrokset voidaan toteuttaa. Myös tilassa myöhemmin suoritettavien toimenpiteiden, kuten putkikorjausten ja purkutöiden vaatimukset tulee ottaa huomioon lopullisen korkeuden määrittämisessä. Huollettavien putkien tapauksessa tulisi ryömintätilan olla vähintään 1,2 m korkea. (SRMK C2 1998, RIL250 2011.)

Mikäli maapohjalle on kertynyt vettä tai veden nousemisesta alapohjatilan tasolle voidaan tehdä havaintoja, tulee syy tähän selvittää ennen pintarakenteiden tekoa. Ryömintätilan maapohjan perusmaa pyritään muotoilemaan viettämään rakennuksen ulkopuolisiin salaojiin päin. Vanhoja mikrobikasvustoja sisältävää maa-ainesta ei saa hyödyntää pintakallistusten tekoon ilman erityisselvitystä. Ryömintätilassa vettä keräävät kalliopainanteet pyritään kuivattamaan painovoimaisesti rakennuksen ulkopuolisiin salaojiin. Purkuväyläksi voidaan tehdä ura timanttisahauksen avulla tai painanteet voidaan valaa umpeen betonoimalla. Valmistellun maapohjan päälle asennetaan maasuodatinkangas ennen uusien täyttöjen tekoa. Tapauksessa, jossa pohjavedenpinta on hyvin ylhäällä ja salaojitustasoa ei voida laskea, voidaan ryömintätilan maanpintaa nostaa sepelillä tai kevytsoralla. Kevytsoraa käytettäessä on huomioitava, että se kelluu vapaalla vedenpinnalla. (RIL126 2009; Ympäristöopas 29 1997.)

4.3.3 Pintakäsittelyt

Pintojen käsittelyssä on noudatettava suunnittelijan ohjeita. Tarpeetonta käsittelyä tulee välttää. Käytettävien kemikaalien turvallisuusohjeet on tunnettava hyvin ja niitä on noudatettava. Mahdolliset haittavaikutukset muille materiaaleille on myös huomioitava. Vaurioituneet puupinnat voidaan käsitellä homeenestoaineella. Käsittely suoritetaan 0,5…1,0 metriä havaittua vauriopintaa laajemmalle alueelle. Teräsbetonirakenteissa ruostuneet rakenneteräkset voidaan puhdistaa ja käsitellä korroosionsuojakemikaaleilla suunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Hajun poistoon voidaan käyttää vetyperoksidikäsittelyä tai otsonointia. Käsittelyt eivät poista mikrobikasvustoja, mutta niistä materiaaleihin tarttuneen hajun.

4.3.4 Kapillaarikatko

Ryömintätilan pohjalle levitetään kapillaarikatkokerrokseksi vähintään 200 mm paksu pintakerros. Kapillaarikatkomateriaalina voidaan käyttää pestyä sepeliä KaM# 8…16 mm tai kevytsoraa. Uusi pintakerros tulee ulottaa vähintään 200 mm salaojitustason yläpuolelle. (RIL 126 2009)

Kevytsoraa on helppo siirtää ja tasoittaa korjausrakennuskohteissa vaikeapääsyiseen alapohjatilaan. Sillä on lisäksi hyvä lämmöneristysominaisuus. Vapaan vesipinnan alapuolelle täytettäessä on varmistuttava, että kevytsora pysyy paikallaan nosteen takia. Pinnalle voidaan levittää painoksi suodatinkankaan päälle asennettu sepelikerros.

Ryömintätilan alapohjan maanpinta muotoillaan viettämään rakennuksen ympäryssalaojitukseen. Alapohjatilan läpi kalliopintaa pitkin valuvat vajovedet ohjataan sepelikerroksen avulla tilan läpi ulkopuoliseen salaojitukseen. Sokkelilinjoilta kaivetaan auki vettä pidättävät maakerrokset vesien kulkureitin takaamiseksi. Vesien kulku alapohjatilasta ulkopuolisiin salaojiin varmistetaan myös väliseinien ja ulkoseinäperustusten alapintaan porattavien reikien avulla. Kallioon perustetun väestönsuojan ympärysrakenteiden läpimenokohdissa on käytettävä laipalla varustettua sekä paineenkestävyydeltään ja tiiviysasteeltaan väestönsuojan suojausastetta vastaavaa metalliputkea. Lävistysputki on varustettava suojan sisäpuolelta käytettävällä sulkuventtiilillä. Mikäli alapohjatilaan kertyvää vettä ei voida poistaa painovoimaisesti, käytetään pumppausta. Pumppujärjestelmät tulee varustaa hälyttimillä. Ulkopuolisen salaojituksen toiminta on tarkastettava ja siinä havaitut puutteet tulee korjata. (RIL 126 2009.)

4.3.5 Ilmanvaihto

Ryömintätilojen ilman suhteellisen kosteuden tavoitetaso on RH 70%. Ryömintätilaan rakennetaan muusta rakennuksesta erillinen ilmanvaihtojärjestelmä. Ryömintätila tuuletetaan yleensä sokkelin

tuuletusaukkojen tai -putkien kautta ulkoilmaan. Ryömintätila voidaan tuulettaa myös koneellisesti tai painovoimaisesti esimerkiksi katolle vietävien tuuletusputkien kautta. Ryömintätilaan ei saa muodostua umpinaisia, väliseinien tai palkkien erottamia tuulettumattomia tiloja (SRMk C2 1998.)

Painovoimaisessa tuuletuksessa tulee ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteispinta-alan olla vähintään 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Tuuletusaukot sijoitetaan tasaisesti, jotta koko ryömintätila tuulettuu. Aukkojen alareuna on oltava vähintään 150 mm ulkopuolisen maanpinnan yläpuolella. Tuuletusaukkojen vähimmäiskoko on 150 cm^2 ja niiden enimmäisväli on 6 m. Tilaa osastoiviin väliseiniin ja palkkeihin tehdään vähintään kaksi kertaa suuremmat aukot kuin samalla virtausreitillä olevat ulkoilmaan avautuvat aukot ovat. (RT 83-11009 2010.)

Koneellisessa ilmanvaihdossa poistokanava viedään omana kanavana vesikatolle saakka. Korjausrakennuskohteissa voidaan koneellinen poisto toteuttaa myös suoraan ulos raitisilmaputkella. Putkea ei saa sijoittaa ulko-oleskelutilojen, tuuletusikkunoiden tai muiden korvausilmareittien vaikutusalueelle. Poistoilmakanavan puhallin tulee varustaa hälyttimellä.

4.3.6 Lämmöneristys

Ryömintätilan katon eristys uusitaan joko kokonaan tai vaurioituneiden eristeiden osalta. Eristystä voidaan parantaa palokuormaa lisäämättä. Eristeiden tulee olla itsestään sammuvia. Eristeet kiinnitetään mekaanisesti kiinni alustaan. Eristelevyjen väliset raot tiivistetään teippaamalla tai tiivistesaumanauhalla. Kantavien palkkien ja sokkeleiden pinnat voidaan lämmöneristää yläosastaan kylmäsiltojen katkaisemiseksi. Sokkeli tulisi eristää ensisijaisesti ulkopuolelta. (Ratu 82-0383 2011; RIL 127 2012.)

4.3.7 Putket

Rikkoutuneet ja vuotavat putket korjataan. Putkivuotojen jäljet puhdistetaan ja desinfioidaan tarvittaessa. Likaantuneet putkieristeet uusitaan. Putkien kannakointi korjataan tarvittaessa. Putket tarkastetaan vuotokohtien löytämiseksi ja kaikki vialliset putkiliitokset, kannakkeet ja venttiilit uusitaan. Kylmävesiputkien lämmöneristämättömät osat eristetään kosteuden tiivistymisen estämiseksi. Eristykseen käytetään diffuusiotiiviitä eristeratkaisuita kuten umpisolumuovia. (Terveelliset tilat. 2008.)

5 Tutkimusmenetelmät

5.1 Yleistä

Tutkimussuunnitelmaa varten korjausrakennuskohteesta tulee selvittää oleelliset perustiedot, rakennuksen olemassa olevat rakenteet, huolto- ja korjaushistoriatiedot ja kaikki suunnittelun kannalta oleelliset jo olemassa olevat tiedot. Tutkimuskohteessa tehdään aloituskatselmus, jossa ongelmakohdat käydään läpi, valokuvataan vauriot ja kirjataan havainnot muistiin. Kaikki havainnot rakennusten ongelmista ja erityispiirteistä ovat oleellisen tärkeää tietoa tutkimusten kohdentamisen kannalta. Pitkään kiinteistössä asuneiden tai jo rakennusvaiheen nähneiden vanhempien asukkaiden, talonmiesten tai isännöitsijöiden ”perimätieto” voi olla suurena apuna etsittäessä ongelmien todellista syytä.

Löydettyjen lähtötietojen perusteella luodaan kokonaiskuva korjausta vaativasta ongelmasta ja muista sivuavista samalla tutkittavista asioista kiinteistön yleiskunto huomioiden. Myös saman ikäpolven naapurikiinteistöjen korjaushistoriatieto voi auttaa tutkimustöiden oikeanlaisessa kohdentamisessa. Vanhoja rakennekuvia tutkimalla arvioidaan ongelmien syntyperää ja rakennekuvia verrataan toteutuneisiin rakenteisiin. Vanhat suunnitelmakuvat voivat poiketa toteutumasta paljonkin. Vanhojen kiinteistöjen rakennus- ja rakennekuvat ovat usein hukkuneet vuosien varrella, eikä materiaalia löydy kaupungin arkistoistakaan. On myös otettava huomioon, että aikaisemmissa korjauksissa on voitu muuttaa rakenteita hyvinkin paljon. Kerättyjen lähtöaineistotietojen perusteella tehdään tutkimussuunnitelma, jossa määritetään tarvittavien tutkimusten laajuus ja käytettävät tutkimusmenetelmät. Tutkimusmenetelmät valitaan suunnittelun tarpeisiin kohteeseen sopivaksi, ja niistä saatua tietoa täydennetään tarvittaessa lisätutkimuksilla.

5.2 Lähtöaineisto

Kiinteistöstä löytyvät perustiedot, vanhat rakennuskuvat, korjaushistoriatiedot ja kaikki vanhat tutkimusraportit tulee käydä läpi korjaussuunnittelutyön lähtötiedoksi. Vanhoja tutkimuksia voi olla tehty aikaisempien korjaustöiden yhteydessä tai jo rakennusaikana. Tällaisia tutkimuksia ovat esimerkiksi maaperätutkimukset, putkistokuvaukset, koekuoppatutkimukset, sisäilmatutkimukset, julkisivun kopokartoitukset ynnä muut eri rakenteisiin kohdistuvat tutkimukset. Myös havaittujen ongelmakohtien mahdollinen aikaisempi korjaushistoriatieto tulee tarkastaa. Suunnittelijalle ennestään tuntemattomasta kohteesta saa hyvän kokonaistilannekäsityksen haastattelemalla kiinteistön hallituksen jäseniä, pitkäaikaisia asukkaita ja isännöitsijöitä. Aloituskatselmuksessa käydään läpi kiinteistöstä saatavilla olevat tiedot, jolloin selviää mitkä tiedot ovat puutteellisia. Vanhaa kuva- ja piirustusaineistoa voi etsiä kiinteistön omasta arkistohuoneesta, kaupungin rakennusvalvonnasta

ja kaupungin keskusarkistosta. Tutkimusten valmistelussa ja tutkimussuunnitelman laadinnassa tulee ottaa huomioon jo olemassa oleva tieto, jotta ei tehdä turhia tutkimuksia. Ongelmien syy ja laajuus eivät useinkaan ole kiinteistön edustajille selvillä ja tutkimusten tarve tulee arvioida kokeneen asiantuntijan toimesta. Jo ennen tutkimusten toteuttamista kannattaa pohtia yhdessä omistajien kanssa, kuinka laajaan remonttiin olisi mahdollista kerralla ryhtyä. Esimerkiksi pihan saneeraustöissä voi tulla aiheelliseksi uudistaa maanalaisia putkia ja johtoja kaivutöiden yhteydessä. Tutkimuksetkin tulee edullisemmaksi kohdentaa samalla kertaa kaikkiin korjattavaksi ajateltuihin alueisiin, vaikka kaikkia korjauksia ei heti toteutettaisikaan. Suunnittelukokonaisuuteen kohdennettuja tutkimustöitä voidaan tutkimustulosten selvittyä täydentää lisätutkimuksilla.

5.3 Mittaus ja mallinnus

Olemassa olevien rakenteiden ja maanpinnan tarkemittauksia tehdään suunnittelua ja rakentamista varten. Suunnitelmien korkojärjestelmän ja koordinaattijärjestelmän on hyvä olla yhdenmukainen kaupungin käyttämien järjestelmien kanssa. Erilliskoordinaatistoja käytettäessä koordinaatiston sidospisteet on kirjattava tarkasti muistiin, jotta samaa koordinaatistoa voidaan hyödyntää jatkossakin. Oikeassa koordinaatistossa ja korkeusjärjestelmässä toimiminen palvelee sekä suunnittelu- että toteuttamisvaihetta. Suunnitelmia voi tällöin verrata esimerkiksi kaupungin vesihuoltolinjojen korkeuksiin ja vanhoihin samassa järjestelmässä oleviin rakennekuviin. Rakennusvaiheessa urakoitsija voi pyytää kaupungin mittausyksikköä tarkastamaan työmaakorkeuden, mikäli työmaalle merkitty lähtökorkeus häviää työmaan edetessä. Kun suunnitelmat on sidottu korkeusjärjestelmään, voidaan työt aloittaa mistä kohdasta tahansa tai vaikkapa useasta kohdasta samanaikaisesti. Olevien korkeustasojen mittaus tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Kun suunnitelmat on tehty realistisesti todellisessa korkeusjärjestelmässä, voidaan helposti todeta ongelmakohdat jo suunnitteluvaiheessa. Käytetty koordinaattijärjestelmä oli opinnäytetyön esimerkkikohteessa ETRS-GK27 ja korkeusjärjestelmä N43. Kotkan kaupunki vaihtoi vuoden 2016 alussa korkeusjärjestelmään N2000.

GPS-mittauksessa mittalaite hyödyntää satelliittipaikannusta tarkan sijainti ja korkeusaseman mittauksissa. Mittausten korkeustiedon paikallinen paikkansapitävyys on hyvä tarkastaa tunnetusta korkeuskiintopisteestä. Takymetrimittausten lähtöpisteet mitataan joko tunnetuista kaupungin kiintopisteistä tai GPS-mittalaitteella mitatuista apupisteistä. Takymetrimittalaitteen asemointiin tarvitaan vähintään kaksi tunnettua pistettä, joista toisessa on myös tunnettu korkeustieto.

Maanpinnan mallinnuksessa voidaan hyödyntää mitattuja maanpinnan ja kalliopinnan hajakorkeuspiteitä. Maanmittauslaitokselta löytyy lentokoneesta tehtyä laserkeilausmittausaineistoa avoi-

mesta maastotietokannasta. Aineiston avulla voidaan tehdä maanpinnan korkeusmallinnuksia hyvin laajalta alueelta hyvin kustannustehokkaasti. Aineiston mallintamiseen tarvitaan siihen soveltuva tietokoneohjelmisto. Tällöin paikalla tehty mittaustyön tarve vähenee huomattavasti.

5.4 Maatutkaluotaus

Maatutkaluotain on radiotaajuusaluetta käyttävä sähkömagneettinen luotauslaite. Luotaimen toiminta perustuu lähetinantennin väliaineeseen lähettämän sähkömagneettisen pulssin heijastumiseen väliaineen sähköisiltä rajapinnoilta. Vastaanotinantennilla rekisteröidään takaisinheijastuneet aallot. Luotaus voidaan tehdä joko tutkittavan väliaineen pinnalta tai väliaineen sisältä. Ensimmäinen tapa on yleisimmin käytetty ja siinä mittauslaitteiston ei tarvitse olla kosketuksissa tutkittavaan väliaineeseen. Jälkimmäistä tapaa käytetään reikätutkassa. Maatutkan kehitys on seurannut läheisesti muiden tutkamenetelmien teknistä ja tulkinnallista kehitystä. Pulssitutka kehitettiin 1920-luvun lopulla, mutta vasta 1950-luvun vaihteessa tehtiin ensimmäiset onnistuneet mittaukset. 1970-luvun alussa tutkaluotausta sovellettiin maassa olevien kaapeleiden, putkien ja esineiden paikannukseen. Tämän jälkeen mittalaitteiden kehitys on jatkunut ja sovellukset ovat lisääntyneet. Tutkaa sovelletaan geologisten kohteiden lisäksi muun muassa tie- ja betonirakenteiden tutkimiseen sekä vesistö- ympäristö- ja arkeologisissa tutkimuksissa. Kivitutkimukset ovat maatutkan uusimpia sovelluskohteita. (Koponen 2016.)

Maatutkaluotaimen teoreettiset perusteet

Maatutkaluotauksen toimintaperiaate on melko yksinkertainen. Tutkalaitteen antenni lähettää väliaineeseen lyhytkestoisen sähkömagneettisen pulssin radiotaajuudella. Kun pulssi kohtaa väliaineessa sähköisen rajapinnan, osa aaltoenergiasta heijastuu takaisin osan jatkaessa etenemistään. Tutka-antennilla mitataan takaisin heijastuneen aallon lähtöhetkestä paluuhetkeen kulunutta aikaa ja amplitudia. Tutkan liikkuessa tätä toistetaan nopeassa tahdissa ja muodostettavat tulostussignaalit eli pyyhkäisyt piirretään intensiteettipiirturilla tiheästi peräkkäin, jolloin tuloksena saadaan jatkuva profiili väliaineessa olevista sähköisistä rajapinnoista. (Hänninen 1991.)

Sähkömagneettisen aallon käyttäytyminen väliaineessa on esitetty monissa tutkaluotaukseen liittyvissä julkaisuissa. Yleistäen voidaan todeta, että aallon etenemisnopeuteen ja heijastumiseen vaikuttavat väliaineen dielektrisyys ja suskeptibiliteetti. Väliaineen sähkönjohtavuus vaikuttaa aallon vaimenemiseen ja sillä on vähäinen vaikutus heijastumiseen. Jos suskeptibiliteetin ja dielektrisyyden yhteisvaikutusta kuvataan suureella e, voidaan käytännön maatutkaluotauksessa soveltaa seuraavia yksinkertaisia kaavoja. (Hänninen 1991.)

Aallon etenemisnopeus $$v = \frac{c}{\sqrt{e}}$$

Rajapinnan syvyys $$s = v \cdot \frac{t}{2}$$

Heijastuskerroin $$K = \frac{\sqrt{e_2} - \sqrt{e_1}}{\sqrt{e_2} + \sqrt{e_1}}$$

Läpäisykerroin $$R = 1 - K$$

Vaimeneminen väliaineessa $$A = \frac{1635 \cdot \delta}{\sqrt{e}}$$

Aallonpituus $$l = \frac{1000 \cdot c}{f \cdot \sqrt{e}}$$

c=valon nopeus tyhjiössä (0,3 m/ns)
e= aallon etenemisnopeuteen vaikuttava suure
t= kulkuaika väliaineessa (ns=10E-9 s)
A= vaimeneminen väliaineessa (dB)
δ= väliaineen sähkönjohtavuus (S/m)
f= taajuus (MHz)

Aallonpituus vaikuttaa ohuiden kerrosten erotuskykyyn. Maatutkaluotauksessa lähetetään puolitoista jaksoa sinimuotoista pulssia. Korkeataajuisilla antenneilla, 500 MHz:stä alkaen, saadaan hyvä ohuiden kerrosten erottelukyky. Toisaalta tällöin syvyysulottuvuus pienenee myös merkittävästi. Matalataajuisilla antenneilla erottelukyky on karkeampi, mutta syvyysulottuvuus on huomattavasti parempi kuin korkeataajuisilla antenneilla. (Hänninen 1991.)

Jos oletetaan väliaineen magnetoitumiskyky eli suskeptibiliteetti pieneksi, eli väliaineessa ei ole magnetoituvia ainesosia, edellä mainitut kaavat riippuvat pelkästään dielektrisyydestä. Kuivien aineiden dielektrisyys on noin 4. Ilman dielektrisyys on 1 ja veden 81. Veden ja ilman määrän vaihtelu huokoisessa väliaineessa vaikuttavat siis ratkaisevasti sähkömagneettisen aallon etenemisnopeuteen ja rajapinnalla tapahtuvaan aallon heijastumiseen. (Hänninen 1991.)

Sähkömagneettisen aallon vaimeneminen väliaineessa on suoraan verrannollinen väliaineen sähkönjohtavuuteen. Jokaisella sähköisellä rajapinnalla tapahtuu sen luonteesta riippuva jakautuminen heijastuvan ja läpäisevän aallon osiin. Lisäksi aalto edetessään leviää suuremmalle alalle, joten energia pinta-alayksikköä kohden pienenee. (Hänninen 1991.)

Sähköä hyvin johtavissa väliaineissa (johtavuus yli 10 nS/m) on vaimeneminen väliaineessa merkittävää. Jos väliaineen johtavuus on pieni, mutta sähköisiä rajapintoja on runsaasti, vähentävät moninkertaiset heijastukset maatutkauksen tunkeutumissyvyyttä. Kun johtavuus on pieni ja heijastavia rajapintoja vähän (esim. ehjä kallio), aalto vaimenee antennin ja heijastavan rajapinnan etäisyyden funktiona. Sähkömagneettinen aalto heijastuu ja läpäisee jokaisen rajapinnan myös ylöspäin saapuessaan. (Hänninen 1991.)

Koska antennien keilakulma on noin 45 astetta, antenni rekisteröi linjalla olevat heijastavat kappaleet ennen ja jälkeen niiden todellista paikkaa ja havaitsee myös sivulla olevat kohteet. Suoraan mittauslinjalla oleva aallonpituuteen nähden suuri kappale vaikuttaa alla olevien rajapintojen muotoon. Esimerkiksi järven pohjalla oleva kivi aiheuttaa tutkakuvassa järven pohjan "hyppäämisen ylös". Mittauslinjan sivulla oleva heijastava kohde näkyy tutkaprofiilissa yhdessä antennin alta saapuvien heijastuksien kanssa. Useimmiten sivuheijasteiden merkitys on mitätön. (Hänninen 1991.)

Jos välikerros on paksuudeltaan alle puolitoista aallonpituutta, vaikuttavat peräkkäiset heijastukset toisiinsa. Heijastuksen taajuus muuttuu ja peräkkäiset heijastukset saattavat vaimentaa toisensa. Ilmiö riippuu sähkömagneettisen aallon rajapintojen välissä kuluttamasta ajasta sekä rajapinnoilla tapahtuvasta vaihekulmien muutoksista. (Hänninen 1991.)

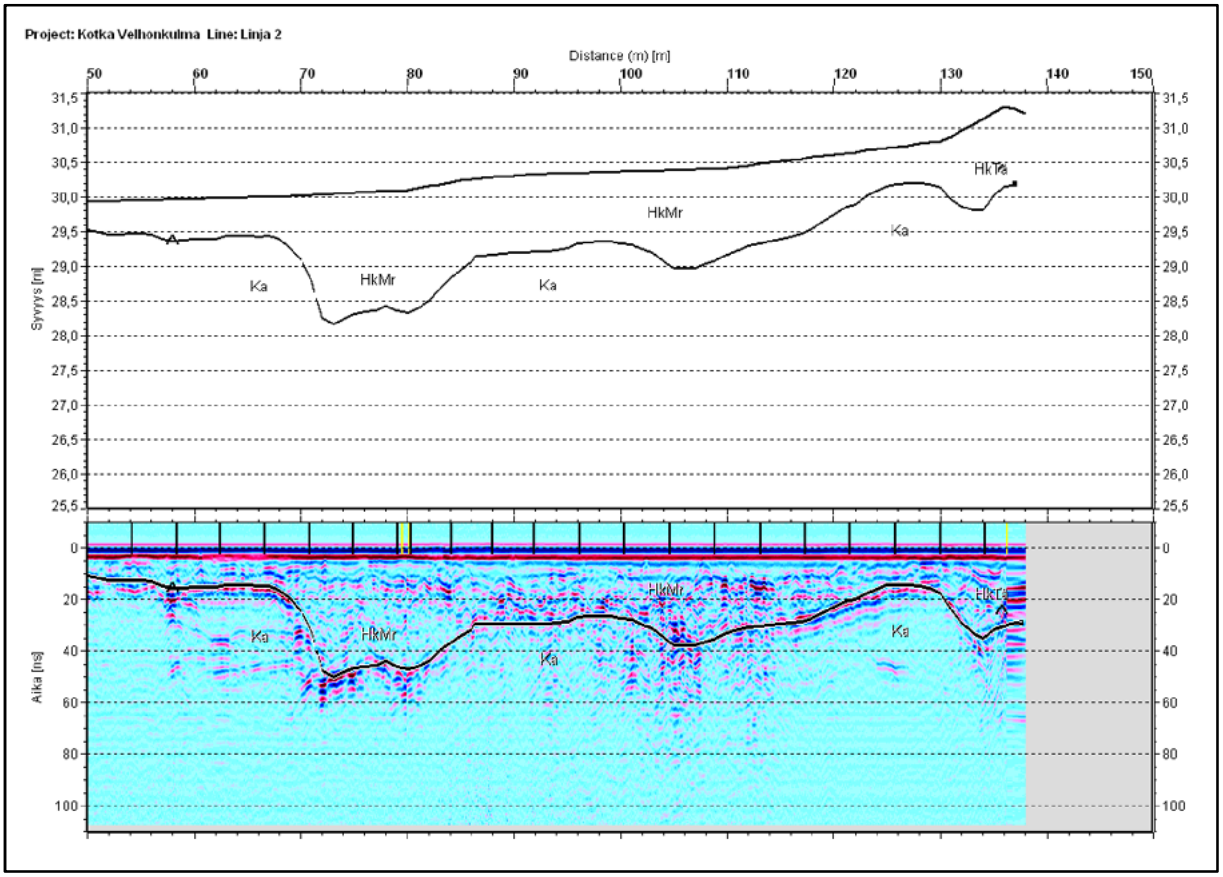
Kohdatessaan sähköisen rajapinnan korkeataajuinen sähkömagneettinen aalto taittuu ja heijastuu optiikan lakien mukaan. Koska aaltoa heijastavalla pinnalla täytyy olla myös tietty laajuus (pinta-ala), maatutkalla ei voida havaita pystyjä tai lähes pystyjä kapeita rakenteita, jos mittaus tehdään väliaineen pinnalta. Tämä koskee kuitenkin lähinnä tavanomaista maatutkaluotausta, jolloin mittaus tapahtuu tasolta ja lisäksi mittausnopeus on hyvin suuri pystyrakenteen kokoon nähden. (Hänninen 1991.)

Yleistä tulkinnasta

Savi ja silttialueilla saadaan selville kovan maan tai kallion pinta n. 3 - 6 m syvyyteen saakka. Tätä syvyyttä pienentää jonkin verran maa-aineksen johtavuus. Moreenialueilla maapeitteen paksuuden määrittäminen onnistuu vaihtelevasti. Moreenin ja kallion rajapinnan erottaminen riippuu moreenin laadusta ja kallion pinnan rikkonaisuudesta. Mitä lohkareisempi moreeni on rikkonaisen kallion päällä, sitä vaikeampi on rajapintaa erottaa tutkaprofiilista. Ohutpeitteisillä alueilla saattaa rikkonaisen kallionpinnan tulkita moreeniksi ja päinvastoin. Lajittuneet hiekka- ja sorakerrokset erottuvat hyvin muista maakerroksista. (Koponen 2016.)

Referenssikairauksilla ja koekuopilla voidaan varmistaa maatutkan antama tulos ja samalla voidaan määritellä tarkasti maa-aineksen laatua kohteittain. Esimerkkikohteessa koekuoppatutkimus

oli tehty ennen maatutkaluotausta. Luotaustulosten tulkinnassa käytettiin hyväksi saatuja tutkimustuloksia. Luotaustyötä ennen tutkalaitteiston parametreja säädettiin paikallisen kalliopinnan laadulle sopivaksi. Tutkalla tarkasteltiin avokallioaluetta ja viereisiä rajapintoja koetutkausten avulla. Kuvassa 5 on työn esimerkkikohteesta saatua maatutkaluotausprofiilia luotauslinjalta 2.



Kuva 5. Kuvan alaosassa on maatutkaluotausten graafista tutkaprofiilia. Yläosassa on maalajitulkinnan leikkauskuva, jossa ylempi käyrä on maanpinta ja alempi arvioitu kalliopinta.

5.5 Koekuoppatutkimus ja muut maaperätutkimusmenetelmät

Koekuoppatutkimus on luotettavin tapa tutkia maan pintakerroksia. Koekuopasta voidaan tehdä tarkkoja havaintoja maakerroksista, maalajeista, kivisyydestä, mahdollisesta pilaantuneisuudesta, kivisyydestä ja lohkareisuudesta, maan kaivuominaisuuksista, tiiveydestä, kuopan reunojen pysyvyydestä, pohjavedenpinnan korkeustasosta, kalliopinnasta ja sen kaltevuudesta. Koekuopasta voidaan ottaa myös kerroksittaisia maanäytteitä tarkempia tutkimuksia varten. Koekuoppa antaa viitteitä kaivuolosuhteista rakentamistöitä silmällä pitäen. Rakennuksen vierelle tehdystä koekuopasta voidaan selvittää rakennuksen perustustapaa ja niiden korkeustasoa. Samalla saadaan tietoa täyttöjen laadusta, salaojituksesta, perusmuurin kunnosta ja mahdollisesti rakennuksen alapuolisista täytöistä. Koekuopan kaivu on erittäin huomionarvoinen pohjatutkimusmenetelmä varsinkin kivisissä ja muissa kairauksilla huonosti läpäistävissä pintakerroksissa. Koekuopan pohjalta

voidaan jatkaa tutkimuksia syvempiin maakerroksiin muilla pohjatutkimusmenetelmillä. (Rantamäki ym. 1979.)

Muita menetelmiä maaperän tutkimiseen:

- Kairaustutkimusmenetelmät
    - Painokairaus – maan tiiveyden tutkiminen syvistä maakerroksista
    - Siipikairaus – löyhän saven leikkauslujuuden selvittäminen
    - Porakonekairaus – Irtomaakerrosten paksuuden selvittäminen, kalliotutkimukset, näytteenotto, louheisten alueiden tutkiminen/ läpäisy muita tutkimusmenetelmiä varten
    - Lyöntikairaus – saadaan likimääräistä tietoa maakerrosrakenteiden tiiveydenvaihtelusta
    - Tärykairaus – Irtomaakerrosten paksuuden likimääräinen selvittäminen, nopea tutkimustapa
    - Heijarikairaus – Kairausvastus kertoo maan tiiveydestä ja kivisyydestä. Tiiviin pohjakerroksen sijainnin selvitys. Sovelluksena esim. paalupituuksien määrittäminen.
    - Puristinkairaus – Saadaan kairausvastuskuvaajat tiiveyden arviointiin. Voidaan tehdä päätelmiä maalajeista, kitkamaan kitkakulmasta ja kokoonpuristuvuusmoduulista sekä koheesiomaan leikkauslujuudesta.
- Pohjavesiputkien asennus. Porakonekairakalustolla avataan maakerroksia suojaputkia käyttäen. Maa-aines poistuu suojaputkista paineilmaa tai vesihuutelua käyttäen. Muovinen tai metallinen pohjavesiputki asennetaan suunniteltuun syvyyteen suojaputkien sisällä. Suojaputket nostetaan ylös asennuksen loppuvaiheessa.
- Levykuormituskoe – Voidaan mitata maan pintakerrosten tiiveyttä ja tiivistyksen onnistumista. Laadunvalvontamenetelmä.

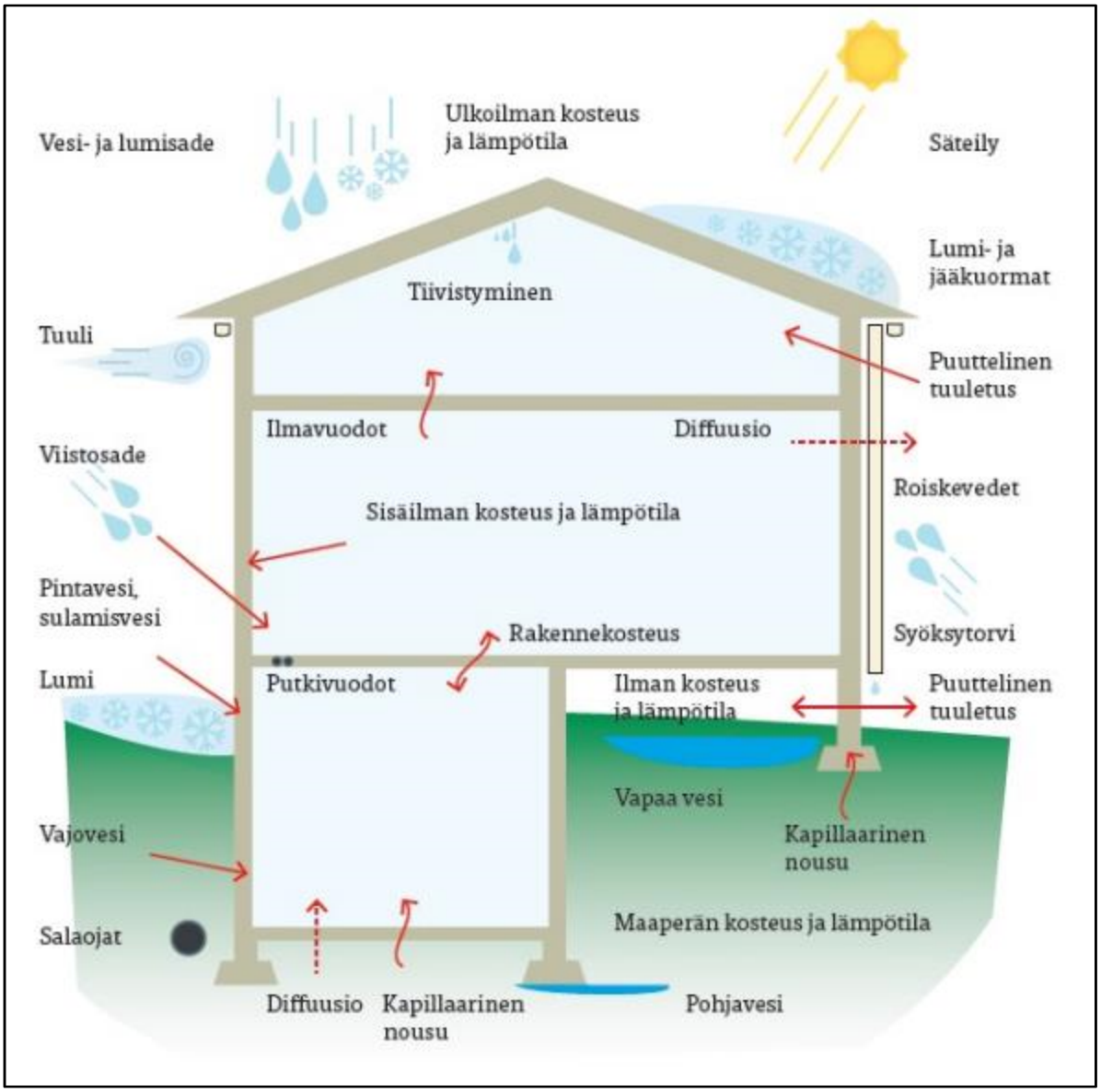
(Rantamäki ym. 1979.)

5.6 Sisäilman tutkimukset

Sisäilmaongelmat voivat johtua puutteellisesta ilmanvaihdosta, rakennus- ja sisustusmateriaalien pöly- ja kemikaalipäästöstä, puutteellisesta siivouksesta, rakenteiden kosteus- ja homevaurioista, epäpuhtauksia tuottavista toiminnoista, epämiellyttävinä koetuista lämpöolosuhteista ja meluhaitoista. Ongelmat voivat olla monen tekijän yhdistelmiä. Sisäilmaongelman tutkimuksissa huomioidaan sekä ihminen että rakennus. Tutkimuksissa selvitetään haastatteluiden avulla mahdollisia sisäilmaongelmaan liittyviä havaintoja sekä terveydentilan muutoksia. Sisäilma-asiantuntijan aistinvaraiset havainnot ja selvitykset antavat usein suuntaa ongelman paikannukseen. Kiinteistössä tehdään ensimmäisessä vaiheessa lämpötilojen, ilmavirtauksien ja pintakosteuden mittauksia. Sisäilmamittaukset toteutetaan vakiintuneilla menetelmillä, joihin on olemassa vertailuarvot. Rakenteiden toimintaa ja kuntoa tarkastellaan katselmuksissa vanhoihin rakennepiirustuksiin vertaamalla. Ilmanvaihto- ja lämmityslaitteiden toiminta tarkastetaan. Tutkimuskohteesta etsitään myös

mahdollisia epäpuhtauslähteitä (pöly, haju ja muut epäpuhtauslähteet) sekä melulähteitä. (Ympäristöopas 2016, Ympäristöopas 28.)

Kosteus- ja homevauriotutkimuksissa tutkimukset kohdistetaan riskianalyysin perusteella valittuihin kohteisiin. Kosteus- ja homevauriot ovat usein hankalasti rakenteiden sisällä piilevinä vaurioina. Rakennuksen vanhojen teknisten asiakirjojen perusteella voidaan tarkastella rakennuksen riskirakenteita, joissa vaurioita tyypillisesti voisi esiintyä. Myös muut mahdolliset kosteuslähteet tulee selvittää (ks. kuva 6). Havaintojen perusteella laaditaan tutkimussuunnitelma. Kosteusvaurioituneita rakenteita voidaan kartoittaa pintakosteusmittauksilla, porareikämittauksilla, lämpökuvauksilla ja ilmavuotoreittien tutkimuksella. Talon rakenteita avataan tarvittava määrä riittävän tutkimustiedon saamiseksi. Selvistä mikrobikasvustoista ei yleensä ole tarvetta määrittää mikrobipitoisuutta tai tehdä lajitunnistusta. Mikrobeita tutkitaan materiaali- ja pintanäytteiden avulla vasta tutkimusten loppuvaiheessa, koska johtopäätösten teko niiden perusteella on usein hankalaa. Mikrobinäytteiden tuloksia tulkitaan aina yksioikoisesti. Rakennuksessa on yleensä homeongelma, mikäli näytteessä on mikrobeja yli sallittujen viitearvojen. Mittaukset toteutetaan vakiintuneilla menetelmillä, joihin on olemassa vertailuarvot. Mikrobeille ei kuitenkaan ole olemassa terveysperusteisia rajaarvoja. Mikrobinäytteiden tuloksista ei voi vetää suoria johtopäätöksiä ihmisten terveydentilasta. Sisäilmanäytteisiin turvaudutaan vain, jos ongelman lähde ei ole muuten havaittavissa. Ilmanäytteiden tuloksia on vaikea tulkita. Ilmanäytteistä saatu negatiivinen tulos ei sulje pois homeongelman mahdollisuutta, koska epäpuhtauksien pitoisuus ilmassa vaihtelee ajan, paikan ja olosuhteiden mukaan. Tutkimuksista kirjoitettavassa raportissa esitetään kosteusvaurion aiheuttaja sekä korjaustapaehdotus, joka toimii korjaussuunnittelun pohjana. (Terveelliset tilat 2008.)



Kuva 6. Talon rakenteisiin kohdistuvia kosteuslähteitä (Sisäilmaopas 2016)

5.7 Radon

Radon on väritön ja hajuton radioaktiivinen kaasu, jota syntyy maaperässä. Radonia syntyy maaperässä ja kalliossa uraanin hajoamistuotteena. Myös muualta tuodussa täytemaissa syntyy radonia. Radon on ihmiselle vaarallista ja aiheuttaa suurina pitoisuuksina ja pitkän altistusajan myötä suuren keuhkosyöpäriskin. Radonkaasu kulkeutuu talon sisäilmaan alapohjassa olevien rakojen kautta rakennuksen sisäpuolen alipaineisuuden takia. Maaperän huokosilmassa voi olla hyvin suuria radonpitoisuuksia. Huoneilman pitoisuus riippuu monesta tekijästä. Maaperän radonpitoisuus vaihtelee alueellisesti voimakkaasti. Radonpitoisuudesta huoneilmassa on annettu ohjearvoja sekä uudisrakennuksiin, että vanhoihin rakennuksiin. Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen 944/92 mukaan asunnon huoneilman radonpitoisuuden ei tulisi ylittää 400 becquereliä kuutiomet-

rissä (Bq/m^3). Päätöksen mukaan uudet asunnot tulee suunnitella ja rakentaa siten, että radonpitoisuus ei ylitä 200 Bq/m^3. Radonin pitoisuutta voidaan tutkia helpoiten radonmittauspurkkien avulla. Mittauksista tehdään arvio radonpitoisuuden vuosikeskiarvosta. Mittausten perusteella voidaan todeta rakennuksen radonpitoisuuden määrä mittausajanjaksolla. Mittaukset tehdään talvikuukausien aikana, jolloin radonin pitoisuus on tyypillisesti suurimmillaan. Rakennuksen ilmanvaihto on tällöin päällä (alipaine huoneilmassa) ja rakennusta ympäröivät jäätyneet maakerrokset pidättävät radonin purkautumista maaperästä maanpinnalle. Korjaustoimenpiteinä radonpitoisuutta voidaan pienentää parantamalla rakennuksen ilmanvaihtoa, tiivistämällä alapohjan rakenteita, maapohjaisen lattialaatan alapuolelta imevän radonimurin avulla, lisäämällä ryömintätilan tuuletusta tai rakentamalla radonkaivo kiinteistön ulkopuolelle. (STUK 2016) Radonin torjuntaan on koottu suunnitteluohjeistusta Säteilyturvakeskuksen www-sivustolle ja Rakennustieto Oy:n ohjekorttiin RT 81-11099, Radonin torjunta.

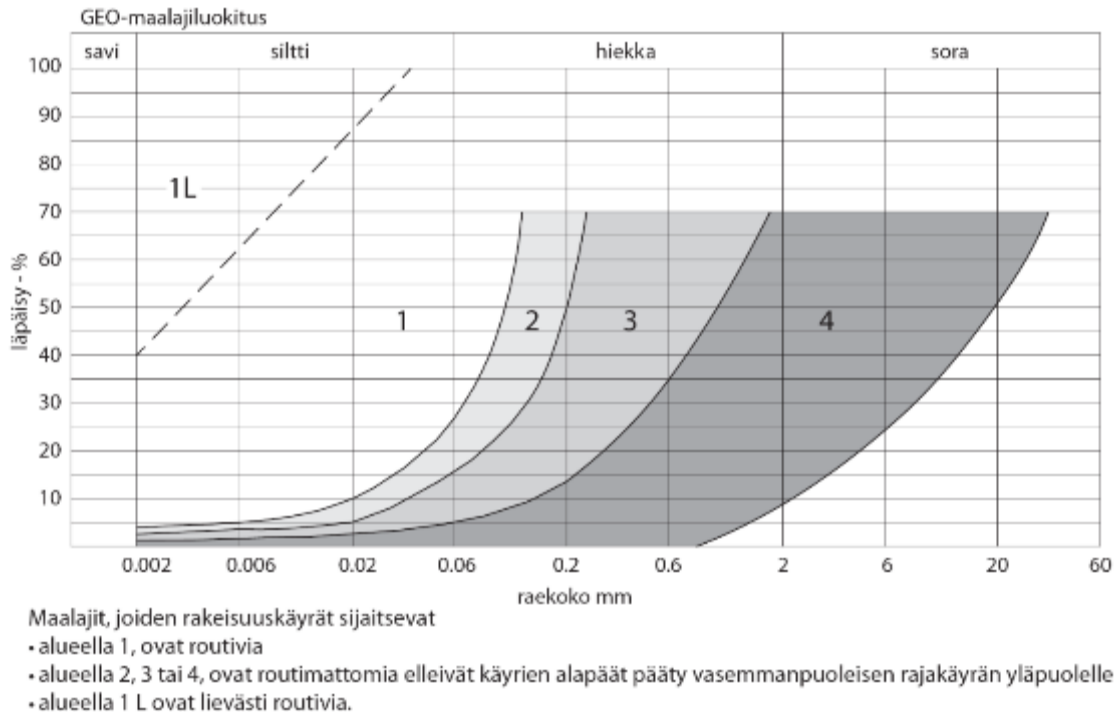
5.8 Pohjamaan routivuuden tutkiminen

Roudan syntyyn johtaa maassa olevan veden jäätyminen. Routaantuminen on ilmiö, jossa maaperässä oleva vesi jäätyy ja maakerroksen tilavuus kasvaa. Maapohjan routiminen aiheuttaa päällysrakenteiden vaurioitumista. Pohjamaan routivuus tulee varmistaa ennen rakenne- ja päällyskerrosten suunnittelua. Oikein mitoitetut rakennekerrokset ja routasuojaus estävät liiallisen routanousun alueella. Epätasainen routanousu voi rikkoa päällysrakenteen tai aiheuttaa siihen muodonmuutoksia. Asfalttipinnoitteisiin voi syntyä halkeamia ja muutoksia pinnan kaltevuuksiin aiheuttaen veden lammikoitumista ja kunnossapitohaittaa. (Rantamäki ym. 1979.)

Routasuojaukset ja rakennekerrokset suunnitellaan aina tapauskohtaisesti valitun laatuluokan mukaisesti. Suunnittelussa otetaan huomioon paikkakuntakohtainen pakkasmäärä, paikalliset maaperäolosuhteet, esiintyvät maalajit, alueen oletettu lumipeitteisyys, sekä maaperän kosteusolosuhteet. Routimista voidaan ehkäistä oikealla routaeristemitoituksella, routimattomien rakennekerrosten massanvaihdolla ja alueen salaojittamisella. Mikäli pohjamaa on routivaa, pyritään sen lämpöhäviötä pienentämään routaeristyksellä riittävän alhaiselle tasolle, jotta routanousu jää hyväksyttävän pieneksi. Routaeristyksen alapuolelle on suunniteltava riittävän paksut rakennekerrokset, ettei routiva pohjamaa aiheuta liiallista routanousua. (RT89-11002 2010; RIL 234-2007.)

Maan ja kiviainesten routivuutta voidaan arvioida kahdella tavalla - maa-aineksen rakeisuuteen perustuvalla kriteerillä tai maa-aineksen kapillaarisuuteen perustuvalla kriteerillä. Rakeisuuden perusteella maalajit voidaan luokitella routiviin ja routimattomiin. (Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset 1993.) Esimerkkikohteessa arvioitiin asfaltoitavaksi suunnitellun pysäköintialueen nykyisten maakerrosten routivuutta maanäytteistä tehtyjen rakeisuuskäyrien avulla.

Näytteiden rakeisuuskäyriä verrattiin kuvan 7 mukaisiin vertailukäyriin. Tutkittujen näytteiden perusteella maapohja oli 1 m syvyyteen saakka routimatonta hiekka ja soratäyttöä. Kalliopinnan läheisyyden takia syvempiä maakerroksia ei ollut tarvetta tutkia päällystyssuunnittelua varten.



Kuva 7. Maalajien routivuuden määrittäminen rakeisuuden perusteella. (RT89-11002 2010)

6 Korjausrakennuskohde Kotkan Karhuvuoressa

6.1 Yleistä

Opinnäytetyön tutkimus-, suunnittelu- ja rakennuskohteena oli kahden kerrostalon asunto-osakeyhtiö Kotkan Karhuvuoressa, osoitteessa Velhontie 4. Rakennukset on rakennettu 1970-luvun puolessa välissä. Rakennukset sijaitsevat korttelin 18 tontilla 9. Kiinteistön korjausrakennussuunnittelu ja lähtöaineistoa täydentävä tutkimustyö käynnistyi rakennuksissa ja kiinteistön piha-alueilla todettujen kosteusongelmien takia. Tutkimuksia käytiin tekemään salaoja- ja pihasaneeraussuunnittelua varten. Tutkimusten aikana löydettiin pohjoisemman rakennuksen (Talo 2) kellarikerroksen alapuolelta korkeahko alapohjatila (ks. kuva 8), joka oli löytöhetkellä erittäin huonokuntoinen. Myös alapohjatilan korjaaminen suunniteltiin samaan kokonaisuuteen. Tutkimusten suunnittelua varten kohteessa tehtiin ensimmäinen katselmus 12.6.2013 isännöitsijän johdolla. Tutkimustyöt tehtiin ajalla 15.-20.8.2013 (mittaustyöt ja koekuoppatutkimus) 12.11.2013 (alapohjatilan mittaustyöt) sekä 19.3.2014 (maatutkaluotaukset). Suunnitelmat valmistuivat keväällä 2014. Korjaustyöt kilpailutettiin keväällä 2014, jossa tarjouksia pyydettiin kokonaispakettina kaikista kiinteistön alueen korjaustöistä. Tarjousten perusteella tehtiin päätös toteuttaa korjauksia ositettuna. Uudet tarjoukset pyydettiin Talon 2 alapohjatilan korjauksesta ja rakennuksen pohjoisseinustan salaojittamisesta, keväällä 2015. Tämä alapohjatilan korjaustyö toteutettiin kesällä 2015. Muut korjaustyöt päätettiin tehdä myöhemmässä vaiheessa.

Kuva 8. Talon 2 alapohjatila löytöhetkellä.

Tutkimussuunnitelman teosta, tutkimusten ohjaamisesta, aineistojen jatkokäsittelystä ja kohteen pääsuunnittelijan tehtävistä vastasi opinnäytetyön tekijä Valtteri Perälahti, Insinööritoimisto Waltec. Maastotöissä käytettiin alihankintaa maatutkaluotauksissa, kaivinkonetöissä ja mittaustöissä. Insinööritoimisto Waltec laati suunnitelmat koskien sadevesiviemäröintiä, salaojitusta, louhintatöitä, asfaltointeja sekä maanrakennustöitä. Alapohjatilan korjaustöiden suunnitelmat tehtiin yhteistyössä Insinööritoimisto Lasse Kilpinen Oy:n kanssa. Kohteen sähkösuunnittelun teki Sähkökuva Oy.

6.2 Kohdekuvaus

Tontin alueella maanpinta viettää pohjoisen suuntaan. Maanpinnan korkeustasot vaihtelevat tontin piha-alueilla likimain välillä +26.5…+31.0, ollen ylimmillään tontin eteläosassa sijaitsevalla pysäköintialueella ja alimmillaan Talon 2 pohjoispuolella. Maanpinta laskee jyrkästi tontin pohjoisrajalta pohjoiseen, kaupungin metsäalueelle mentäessä. Tontti rajoittuu pohjoisessa kaupungin omistamaan metsäalueeseen ja muissa suunnissa naapurikiinteistöihin. Rakennusten alimmassa kerroksessa on sisäänkäynnit, varasto-, harraste- ja saunatiloja. Lisäksi molemmissa rakennuksissa on samalla tavoin väestönsuojatiloja toisessa päädyssä. Alimman kerroksen lattiatasot porrastuvat väestönsuojien kohdalla alemmalle tasolle. Pihan kulkuväylät ovat asfalttipintaisia ja rakennusten muut seinustat ovat sora-/ nurmipintaisia. Asfaltoiduilla alueilla asfaltti ulottuu rakennuksen perusmuuriin saakka. Tontin eteläosassa sijaitseva pysäköintialue on sorapintainen. Sisäpihan puolella on laaja avokallioesiintymä. Kalliopinta laskee tehdyn koekuoppatutkimuksen ja maatutkaluotausten perusteella sisäpihalta loivasti rakennusten suuntaan. Rakennusten perustukset ulottuvat vanhojen rakennekuvien perusteella ehjään kalliopintaan saakka. Tämä on havaittavissa Talon 2 (pohjoisempi rakennus) alapohjatilassa, minne on kulku rakennuksen kellarikerroksen keskikäytävällä sijaitsevan luukun kautta. Etelänpuoleisemman rakennuksen (Talo 1) pitkällä länsiseinustalla ja Talon 2 eteläseinustalla (parvekkeiden puolella) seinänvierustäytöt on tehty pääosin louheesta ja lohkareista. Louhetäytöt estävät maa-ainesten pääsyn sokkelipalkkien alta rakennusten alapuolelle. Talossa 1 ei tehtyjen tutkimusten perusteella ole samanlaista ryömintätilaa kuin Talossa 2.

Työn tavoitteena oli parantaa alueen vesien ohjausta ja kuivatusta, sekä estää pintavalunta-, vajo- ja kattovesien rakennuksiin aiheuttamaa kosteusrasitusta. Tutkimus- ja suunnittelualueena olivat rakennusten ulkoseinustat, piha-alueiden kulkuväylät sekä etelänpuoleinen parkkialue. Kuvassa 9 on esitetty rakennusten, pysäköintialueen, sadevesipurkuputkien, katualueen ja sisäpihan avokallioalueen sijainnit sekä alueen kiinteistörajat ilmakuvapohjalla.

Kuva 9. Ilmakuva korjauskohteesta. (Kuvalähde: MML avoin maastotietokanta 2016)

Talon 2 kattovedet laskevat vanhojen LVI-piirustusten mukaan pääosin kaupungin sadevesiviemäriin. Talon 1 kattovedet on johdettu pohjoispuolella sijaitsevalle metsäalueelle. Parvekkeiden kattovedet laskevat molemmissa taloissa rännien syöksytorvissa rakennusten vierelle asfalttipintauksen päälle. Asfaltoidulla alueella on sadevesiritiläkaivoja, joihin pääosa pintavesistä ohjautuu. Kulkuväylille on rakennettu asfaltista muotoiltuja kouruja pintavesien ohjaamiseksi kaivojen suuntaan. Putket ovat osin melko lähellä maanpintaa. Rakennuksissa ei ole salaojitusta. Rakennusten alimmassa kerroksessa on nähtävissä kosteusrasituksen aiheuttamia vaurioita muun muassa lattiapinnoitteissa. Talon 1 eteläpäädyssä sijaitsevan väestönsuojatilan poistumisreitissä havaittiin vapaa vesipinta tutkimusten yhteydessä. Tontin pohjoispuolella on jyrkkä metsäinen rinne, mistä löytyi mittaustöiden yhteydessä kiinteistön sadevesien purkuputkia (2 kpl). Kiinteistön alueen pintavedet on johdettu pohjoisen suuntaan metsäalueen reunaan. Vedet ohjautuvat metsäalueella ojiin. Kiinteistön sadevesien uudet mahdolliset purkupaikat selvitettiin yhdessä Kymen Vesi Oy:n kanssa ennen suunnittelutyön aloittamista.

Pihan kulkuväylillä sijaitsee sähkö ja puhelinkaapeleita. Lisäksi Talon 1 pohjois- ja itäpuolen seinän vieressä kulkee sähkön pääsyöttökaapeli kulkien paikoitusalueen läpi (itäreunalla). Talojen välissä sijaitsee putkijohtokanaali, jossa kulkee ainakin viemäriputket, vesijohdot ja lämpöputket.

6.3 Tehdyt tutkimukset

6.3.1 Yleistä

Opinnäytetyön esimerkkikohteeseen tehtiin maaperätutkimuksia maatutkaluotauksin ja koekuoppatutkimuksena. Maatutkaluotausten tulosten tulkinnalla määritettiin irtomaakerrosten paksuutta ja laatua sekä kalliopinnan korkeustasoa. Koekuoppatutkimuksen yhteydessä otettiin maanäytteitä kiinteistön pysäköintialueelta pohjamaan routivuuden selvittämiseksi. Routivuutta arvioitiin laboratoriotulosten perusteella maanäytteiden rakeisuuskäyrätuloksista. Tontin alueen maanpinta mallinnettiin suunnittelua varten Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoa hyödyntäen. Tontin alueella tehtiin lisäksi maanpinnan pintavaaitus GPS- ja takymetrimittauksin. Mittauksissa kartoitettiin kuviorajat kuten asfaltin ja kivetysten reunat, rakennusten alimman kerroksen lattiakorkeudet, koekuoppien sijainti, avokallioalueet, sadevesijärjestelmän kaivojen kannet ja putkien vesijuoksukorkeudet, rännien syöksytorvien sijainti sekä muita yksittäisiä elementtejä, kuten sähkö- ja valaisinpylväitä.

Talon 2 tutkimusvaiheessa löydetty alapohjatilan väli- ja ulkoseinärakenteet, väliseinien aukot sekä huonekorkeudet mitattiin laseretäisyysmittarin avulla ja mittausten perusteella laadittiin pohjapiirustusaineisto suunnittelun tarpeisiin. Pohjapiirustukseen lisättiin näkyviin putki- ja kaapelilinjat, sekä eteläseinustalla sijaitseva louhepenger. Pohjapiirustusta käytettiin urakkalaskentavaiheessa apuna työmäärien arvioinnissa, koska tila oli vaikea hahmottaa pelkästään katselmuksen perusteella monimuotoisuutensa takia.

6.3.2 Lähtöaineisto

Työtä varten selvitettiin kiinteistön perustietoja ensin isännöitsijältä löytyvien dokumenttien avulla. Perustietoina saatiin selville perustietolomakkeessa esitetyt tiedot: väestönsuojien lukumäärä, pääasiallinen rakennusmateriaali (betoni), kattotyyppi (tasakatto), ilmanvaihtojärjestelmä (koneellinen poisto), asuntojen lukumäärä (54 kpl) ja autopaikkojen lukumäärä (34 kpl). Lisäksi löytyi kiinteistön vanha asemapiirustus sekä pohjapiirustukset rakennusten kellarikerrosten vesi- ja viemärilaitteista. Kiinteistön arkistosta, kaupungin keskusarkistosta ja kaupungin rakennusvalvonnasta käytiin etsimässä rakennuslupakuvia ja rakennepiirustuksia. Vanhoja kuvia löytyi huonosti, ja lähinnä vain julkisivupiirustuksia. Perustuksista ei löytynyt rakennepiirustuksia.

Tutkimus- ja suunnittelutöitä varten tilattiin kaupungin mittausosastolta kaupungin sähköinen pohjakartta, ajantasainen kaavakartta, vesihuoltolinjakartta ja kaupungin järjestelmään taltioidut tiedot kiinteistön ympäristössä sijaitsevista kaapeleista ja putkista. Yleisiltä johdonomistajilta pyydettiin kaapeli- ja putkikarttoja koekuoppatutkimusta varten.

Kymen Vesi Oy:ltä pyydettiin liityntäkohtalausunto sadevesiviemäriä varten. Kiinteistö ei tiettävästi ollut aikaisemmin liittynyt sadevesiviemäriin, vaan hulevedet oli pääosin ohjattu pohjoispuolella sijaitsevan metsäalueen laitaan. Tutkimusvaiheessa selvisi, että Talon 2 kattovedet oli osittain johdettu joko jätevesiviemäriin tai linjastokartoista puuttuvaan sadevesiviemäriin rakennuksen länsipäätyyn. Sadevesiviemärin olemassaoloa ei tutkimusten yhteydessä käyty selvittämään. Lausunnossa Kymen Vesi Oy antoi kaksi mahdollista liityntäpaikkaa Velhontieltä ja yhden liityntäpaikan naapurikiinteistön puolelta. Korkotarkastelun perusteella kiinteistön sadevesiä ei voitu liittää painovoimaisesti mihinkään annetuista liityntäpaikoista. Velhontielle ei kiinteistön kohdalle oltu rakennettu koskaan sadevesi- ja jätevesiviemärin runkolinjaa kalliopinnan läheisyyden takia. Kunnallistekniikan rakentamisessa on vältetty kallion louhintatöitä. Kiinteistön jätevedet on ohjattu lännenpuoleisen naapurikiinteistön puolelle tonttirunkolinjaan. Vesijohto tulee tontille samassa kaivannossa. Hulevesien purkamisesta koko kiinteistön alueelta metsään tuli pyytää lupa kaupungin ympäristöosastolta. Ehtona vesien maastoon johtamiselle oli, että pysäköintialueen hulevesille tulisi rakentaa hiekan- ja öljynerotusjärjestelmä. Kohteeseen tehtiin katselmus Kymen Vesi Oy:n putkistomestarin ja kaupungin rakennusvalvonnan LVI-tarkastajan kanssa. Sadevesiviemärien purkupaikaksi sovittiin ennestäänkin käytetty, eli purku metsäalueen reunaan. Ennen lopullista päästöstä tuli uusia suunniteltavia sadevesijärjestelmiä varten mitata metsäalueella sijaitsevien lähiojien sijainti- ja korkotiedot, sekä selvittää ojien kulkureitit. Ojien todettiin johtavan samoihin purkuojiin, joihin Velhontien kaupungin sadevesirunkolinjatkin laskevat. Purkuojat päätyvät Suomenlahteen Ruonalanrannassa, noin kilometrin etäisyydellä korjauskohteen eteläpuolella.

Mittaustöitä varten pyydettiin kaupungin mittausosastolta korkeusjärjestelmään N43 kuuluvien korkeuskiintopisteiden pistekortit. Kiinteistön läheltä löytyi yksi korkeustiedon sisältävä kiintopiste, jota käytettiin mittausten korkeuskiintopisteenä koko työn ajan. Kiinteistön sisäpihan avokallioon merkittyä korkeuskiintopistettä N:o 178 ei löytynyt.

Maanpinnan mallinnusta varten ladattiin Maanmittauslaitoksen avoimesta maastotietokannasta alueen laserkeilaus- ja ilmakuvamateriaali. Aineiston maanpintatietoja käytettiin kiinteistön ja sen lähiympäristön maanpinnan pintamallin luomiseen. Virheelliset pisteet poistettiin karttatarkastelun, tehtyjen maastomittausten ja valokuvien perusteella pistejoukosta.

Suunnittelutyön edetessä huomioitiin louhintatöistä johtuvien meluilmoitusten ja räjäytyslupien ohjeet. Lähtöaineistoksi saatiin kaupungin käyttämä meluilmoituslomake.

Vanhojen sähköpääkeskusten mallit, olemassa olevat syöttökaapelireitit ja sulakepaikkojen riittävyys selvitettiin sähkösuunnitelmien lähtötiedoiksi karttatarkasteluna ja katselmoimalla. Sähköpää-

keskuksista löytyi perustiedot kiinteistön pääsähköjärjestelmistä. Sähkösuunnittelijan kanssa katselmoitiin kiinteistön sähkölaitteita suunnittelun tarpeisiin. Sähkösuunnitelmien teknistä sisältöä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

6.3.3 Mittaus, mallinnus ja lähtöaineiston täydennys

Kiinteistön piha-alueelle tehtiin maanpinnan pintavaaitus GPS- ja takymetrimittauksin. Mittauksissa käytettiin vanhaa hyväksi koettua VID 2.0 maastomallin taso- ja symbolikooditusta. Koodien avulla mittauspisteisiin yhdistettiin tieto jo mittausvaiheessa siitä, mistä elementistä/ mitatusta asiasta on kyse. Koodituksen avulla mittausten piirtäminen kuvalle nopeutui ja koodeja vastaavat piirtosäännöt oli ennakkoon määritetty käyttäjän toimesta mittausdatan käsittelyohjelmaan (Terra Survey). Mittausten sisäänlukuvaiheessa, piirto-ohjelma piirtää jokaisen mittapisteen koodikirjaston mukaisilla piirtosäännöillä. Seuraavassa on esitetty mahdollisia sääntöjä, joita piirtosääntökirjastoon voidaan määrätä eri koodeille:

- Mille kuvan tasolle elementti piirretään.
- Onko elementti ketjussa edellisen tai seuraavan mittapisteen kanssa.
- Käytetäänkö mittapistettä jollakin pinnalla mallinnuksessa (esim. maanpinta, kalliopinta, suunnitelmapinta jne.)
- Tulostuuko mittapiste korkotasona, muuna tekstinä, viiteviivatekstinä, ympyränä, solukirjaston soluna, pistemäisenä viivana, rakennekuviona, lineaarisena viivana yhdistyen muiden mittapisteiden kanssa, monipistesoluna tai pintaelementtinä.
- Piirtosäännön origopiste, esim. hajakorkeuspisteen mitattu sijainti sijaitsee karttakuvassa korkotasotekstin desimaalipisteessä. (+15.48)

Mittauspisteeseen voidaan asettaa myös useampia piirtosääntöjä, jolloin voidaan luoda havainnollisia esityksiä tutkimuskuviin. Esimerkiksi maatutkaluotausten tutkimuskuvassa voidaan esittää pistenumero, tulkinnasta saadut kalliopinnan korkeustasot sekä kallion syvyys maanpinnasta mitattuna. Kaivojen piirustussymbolin lisäksi voidaan luoda piirtosääntö, jossa esitetään tekstimuodossa kaivon tyyppi ja kaivon kannen korkeustaso (Esim. Piirretään ritiläkannen solu ja viiteviivateksti ”SVK +16.20” = sadevesikaivo, jonka kansi on korkeudella +16.20).

Esimerkkikoodeja ja niissä käytetyt piirtosäännöt:

1101 Maanpinnan hajakorkeuspiste.

Mittausten sisään luvussa kuvalle piirtyy korkeustasoteksti esim. +14.26, jossa desimaalipiste sijoittuu mitattuun kohtaan.

2305 Sadevesiritiläkaivo.

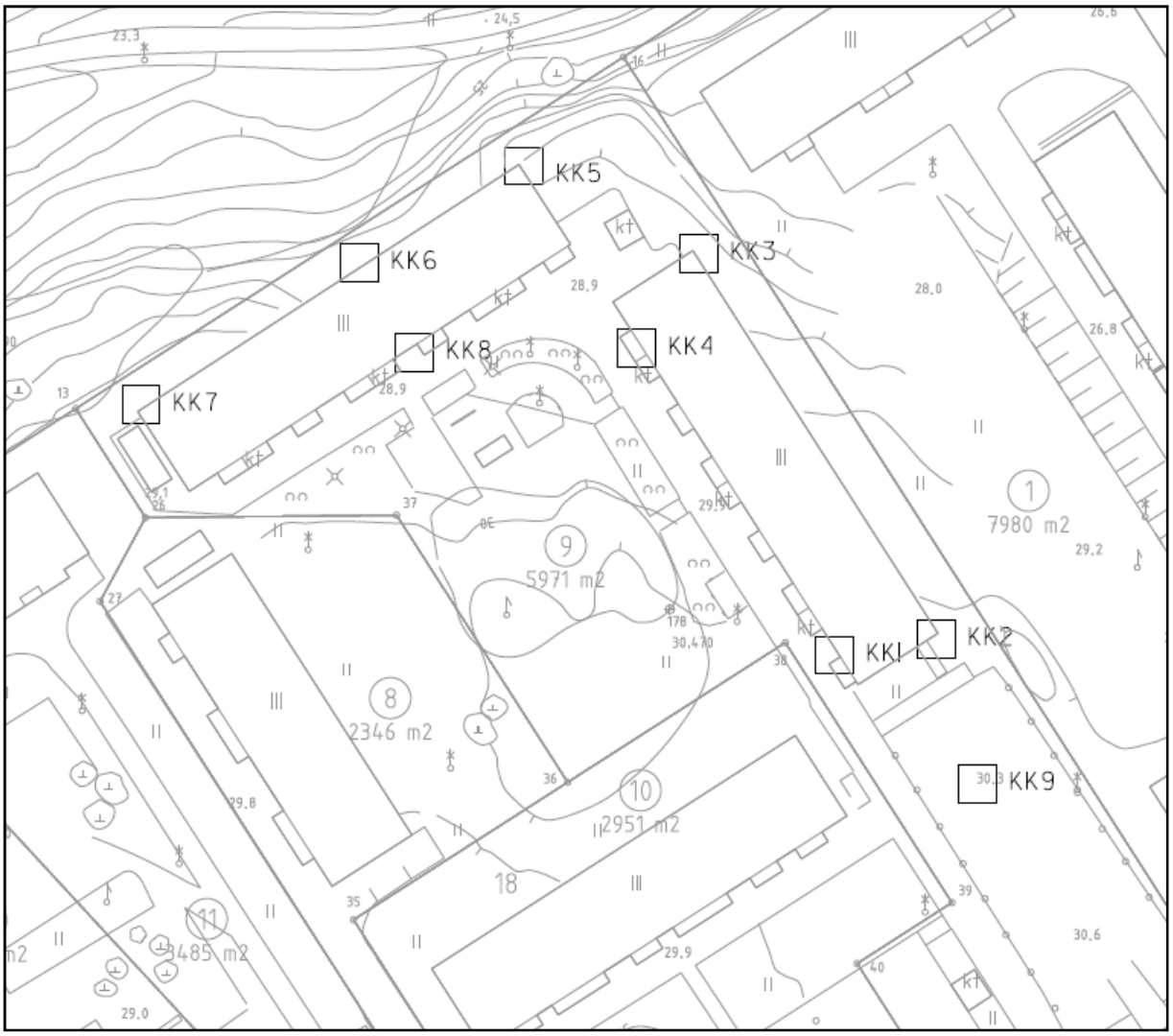
Kuvalle piirtyy sadevesiritiläkaivon symboli (solukirjastosta), viiteviivateksti SVK + kaivon kannen korkeuslukema.

Mittauksista piirrettiin tutkimuskartta kiinteistön alueelta. Saatuja mittaustietoja verrattiin Maanmittauslaitoksen laserkeilausmateriaalin tietoihin. Laserkeilausaineiston korkotaso ja mittaukset täsmäsivät hyvin keskenään. Myös ortoilmakuvan RGB-väritiedot liitettiin laserkeilauksen pistepilven pisteisiin osana mittausaineistojen koordinaatistomuunnosten tarkastelua. Karttatarkastelun perusteella koordinaatistomuunnokset olivat onnistuneet hyvin. Rakennusten ja muiden selväpiirteisten elementtien väri ja korkeustiedot täsmäsivät pohjakartta-aineiston ja tehtyjen mittausten kanssa. Laserkeilausaineiston koordinaatiston muunnos tehtiin Bentleyn Microstation ja Terra Scan -suunnitteluohjelmistojen valmiilla muunnoskaavoilla. Maanmittauslaitoksen materiaali muutettiin koordinaattijärjestelmästä ETRS-TM35FIN Kotkan kaupungin käyttämään järjestelmään ETRS-GK27. Laserkeilausmateriaalin korkeustaso muunnettiin korkeusjärjestelmästä N2000 järjestelmään N43. Mittausten lähtökorkeuskiintopisteenä käytettiin tontin länsipuolella sijaitsevaa pistettä N:o 2890, jonka tunnettu korkeustaso oli +26.85 (N43).

Mittausten avulla täydennettiin laserkeilausaineistoa. Takymetrillä mitattiin rakennusten kellarikerroksen lattiapintojen korkeustasoa, piha-alueen kuviorajoja (asfaltti ja kivetykset), sähkö- ja valaisinpylväät sekä avokallioalueen rajat. Samalla tehtiin kallioalueen ja muiden maanpintojen pintavaaitus vertailutiedoksi pistepilvestä muodostetulle mallille. Yhtenäistä maanpinnan mallia käytettiin suunnitelmien ja maatutkaluotausten käsittelyssä. Mittaustyöhön sisältyi myös kaivojen kansien kartoitus sekä sadevesiviemäreiden putkien vesijuoksukorkeuksien mittaus kaivoista.

6.3.4 Koekuoppatutkimus

Koekuoppatutkimuksessa tehtiin yhteensä 9 tutkimuspistettä. Kuopat kaivettiin kumitela-alustaisella pienellä kaivinkoneella. Tutkimuspisteet tehtiin rakennusten seinän viereen sekä eteläpuolella sijaitsevalle pysäköintialueelle. Koekuoppien sijainti on esitetty tutkimuspisteiden sijaintikartassa (ks. kuva 10). Koekuoppatutkimuksen tarkoitus oli selvittää rakennusten perustamistavat, -tasot, mahdollinen pohja-/ orsivesipinnan taso, kalliopinnan taso sekä perusmuurin ympärystäyttöjen laatu. Pysäköintialueelle tehdystä koekuopasta tutkittiin täyttömaakerrosten laatua ja mahdollisen kalliopinnan ja pohjavesipinnan korkeustasoa. Pysäköintialueen koekuopasta otettiin maanäytteitä pohjamaan routivuuden arviointia varten. Seuraavassa on esitetty koekuoppatutkimuksessa tehdyt havainnot ja kenttämuistiinpanot.



Kuva 10. Tutkimuspisteiden sijaintikartta

Koekuoppa 1

(kuva 11)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,1 [m]	Asfaltti
0,1-1,0	SrM
1,0-1,8	Sr, Si, Ki
1,8	Ka (Kallio)

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Perusmuuri oli hyvin kostea alhaalta ylös asti. Pohjavettä kertyi kaivannon pohjalle.
- Vanhoja muottilautoja oli kiinni sokkelissa (paikalla valettu perusmuuri).
- Ei anturalevennystä vaan sokkelivalu alkaa suoraan ehjän kallion päältä.
- Valumuotin alalaudoitus ja kallioon kiinnitetty alatukipuu olivat levennyksenä perustamistasossa
- Salaojitusta ei havaittu.
- Parvekkeen ja talon perusmuurit alkoivat samalta korkeustasolta (kallion päältä).

Kuva 11. Koekuoppa 1. Pohjaveden pinta oli perustamistason yläpuolella. Purkamattomia muottilautoja oli kiinni perusmuurin pinnassa.

Koekuoppa 2

(kuva 12)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,5 [m]	Sepeli
0,5-0,9	Hk, Sr
0,9-1,05	Sa, Si
1,05	Ka (sileä kalliopinta)

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Koekuoppa avattiin Talon 1 eteläpäätyyn väestönsuojan poistumisreitin viereen
- Perusmuuri ulottuu koko matkalta kalliopintaan (ei erillistä anturaa)
- Patolevy ulottuu maanpinnasta 0,5 m syvyydelle
- Perusmuurin alaosassa on vesieristyksenä bitumivalelu
- Kaivannon kohdalla oli pysäköintialueen autolämmitystolppien sähkönsyöttökaapeli ja puhelinkaapeli.
- Puhelinkaapelissa oli 3 jakorasioilla toteutettua jatkokohtaa.
- Pohjavettä ei havaittu. Väestönsuojan poistumistie on louhittu kallioon korkotasotarkastelun perusteella.

Kuva 12. Koekuoppa 2. Perustukset alkavat suoraan louhimattoman kallion päältä.

Koekuoppa 3

(kuva 13)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,5 [m]	Sepeli (ohut kaistale rakennettu seinän viereen)
0,5-1,6	Hk

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Sokkelin 0,5 m korkea patolevykaistale ei ulotu sokkelin alapintaan saakka.
- Sokkelissa bitumivaleluliuos patolevyn kohdalla (ei ulotu sokkelin alareunaan saakka)
- Sokkelipalkki lepää erillisten betonipilarien päällä.
- Sokkelin pinta oli kostea.
- Sokkelin alareuna oli noin 0,7 m syvyydellä maanpinnasta mitattuna.
- Sokkelin alta avautui näköyhteys rakennuksen alle. Rakennuksen kellarikerroksen lattian alustäytöt olivat painuneet rakennuksen pohjalaatan alla noin 5-10 cm.
- Kaivu lopetettiin alustäyttöjen sortumisriskin takia. Seinän vieressä kulki myös kiinteistön sähkön pääsyöttökaapeli. Kaapeli sijaitsi noin 0,9 m etäisyydellä rakennuksen seinästä. Kaapelinäyttäjät olivat merkanneet kaapelin sijainnin merkintämaalilla maastoon ennen kaivutöitä.

Kuva 13. Koekuoppa 3. Sokkelielementti lepää erillisten pilariperustusten varassa.

Koekuoppa 4

(kuva 14)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,1 [m]	Asfaltti
0,1-1,3	Hk, Lohkareita/louhetta
1,3	Kalliopinta

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Koekuoppa tehtiin Talon 1 pohjoispäätyyn parvekesyvennyksen kohdalle
- Tutkimuspisteen kohdalta avattiin asfalttipintaus timanttisahaamalla ja kaivinkonekaivuna.
- Salaojitusta ja perusmuurilevyä ei ollut.
- Parvekkeen perusmuuri ulottuu kalliopintaan saakka (hieman maakosteutta pinnassa)
- Rakennuksen sokkelipalkki/alin elementti lepää poikittain rakennukseen nähden kulkevien perustuslinjojen varassa.
- Rakennuksen sokkelin alta valui kaivantoon kuivaa alustäyttöhiekkaa. Täyttöjen seassa oli pala vanhaa raudoitusverkkoa. Muuta rakennusjätettä ei havaittu.
- Rakennuksen ympärystäytöt olivat pääosin suuria lohkareita ja väleissä oli hienoa hiekkaa
- Rakennuksen seinäelementin alareuna oli 32 cm syvyydellä maanpinnasta.

Kuva 14. Koekuoppa 4. Perustukset alkavat suoraan kallion päältä. Maatäytöt olivat verrattain kuivia.

Pohjavesi ja pintavaluntavedet

Koekuoppien KK1-KK4 perusteella Talo 1:n eteläpäädyssä on kalliopainanne, joka kerää vajovesiä pohjavedeksi rakennuksen alle. Rakennuksen eteläpuolella on laaja sorapintainen pysäköintialue, jossa ei ole pintavesikaivoja. Kaikki sadevesi imeytyy sorakentältä vajovesiksi, jotka kulkeutuvat rakennusta kohden ja sen läpi pohjoisen suuntaan. Pysäköintialueen eteläpuolella oleva Velhontie kulkee pysäköintialuetta ylemmällä tasolla. Tontin alueella maanpinta ja samoin kalliopinta viettävät pohjoisen suuntaan. Talon 1 itäpuolella on nurmipintaus, joka viettää tontin rajalle. Pintavedet on ohjattu itärajalla betonikourun avulla koko matkan tontin pohjoisrajan tuntumaan, purkaen pohjoisen puoleiselle metsäalueelle. Talon 1 sisäpihan puolella on asfalttipintainen kulkuväylä, jota pitkin pintavedet ohjautuvat Talon 2 rappukäytävien edessä sijaitseviin pintavesikaivoihin. Pohjaveden pinta oli rakennuksen perustuksia ylemmällä tasolla koekuopassa 1 (ks. kuva 11). Koekuopissa 2–4 ei havaittu pohjaveden pintaa.

Perustukset ja ympärystäytöt

Talo 1 on tehdyn koekuoppatutkimuksen perusteella perustettu suoraan kallion päältä alkavien sokkelilinjojen ja erillisten pilarien varaan. Betonielementit on tuettu paikallavalettujen rakennuksen suuntaan poikittaisten perustuslinjojen varaan. Kellarin betonilattiat on rakennettu soratäyttöjen varaan. Avatuissa koekuopissa täyttömaat olivat pääosin hiekka- ja soramaita. Koekuopassa KK4 esiintyi suuria lohkareita ja pienempää louhetta, jotka hidastivat kaivutyötä huomattavasti.

Muut havainnot

Rakennuksen (Talo 1) pohjoispäädyssä sijaitsevan kellarikerroksen kerhohuoneen kohdalla lattian alustäytöt olivat painuneet koko talon leveydeltä. Sisäpuolelta tarkasteltuna lattian ja seinien rajassa oli nähtävissä painumaa ja halkeamia. Asia tuotiin tiedoksi taloyhtiön edustajille. Lattian painumavaurion korjaustyötä ei sisällytetty sovittuun suunnittelukokonaisuuteen. Koekuoppa 2 avattiin rakennuksen väestönsuojatilan poistumistunnelin viereen (ks. kuva 12). Poistumistunnelin pohja on alemmalla korkeustasolla kuin koekuopasta 2 mitattu kalliopinta. Myöhemmin tehdyssä sisätilojen katselmuksessa havaittiin, että poistumistunnelin pohjalle oli kertynyt vapaa vesipinta. Poistumistunneli ja osa väestönsuojan pohjaa on todennäköisimmin louhittu kallioon. Vanhoissa lähtöaineistoksi saaduissa kellarikerrosten vesi- ja viemärilaitekuvissa oli esitetty rakennuksia ympäröivä salaojitus, jota ei kuitenkaan tutkimusten perusteella ole rakennusaikana toteutettu. Tehtyjen tutkimusten yhteydessä ei havaittu salaojittavia rakenteita.

Koekuoppa 5

(kuva 15)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,2 [m]	Hm (sepeli seinän vieressä)
0,2-2,00	Hk, Sr, Ki, Lo
2,00-2,05	Sa, Hk

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Sokkelia kaivettu esiin 2,05 m syvyydelle lapiokaivuna (kalliopintaa ei havaittu) -> ei päästy syvemmälle lohkareiden takia ja osin sadevesiviemäriputken romahtamisvaaran takia.
- SV-purkuputki (M160) sijaitsee noin 0,9 m etäisyydellä seinästä. Putken vesijuoksukorkeus oli 0,6-0,7 m maanpinnasta mitattuna
- Tähän sadevesien purkuputkeen on johdettu Talon 1 kattovedet ja yhden sisäpihalla sijaitsevan pintavesikaivon vedet.
- Perusmuurilevy ulottui noin 40 cm syvyydelle maanpinnasta. Sokkelin pinta oli hyvin kostea.

Kuva 15. Koekuoppa 5. Sadevesijärjestelmän purkuputki sijaitsee lähellä maanpintaa seinän vieressä.

Koekuoppa 6

(kuva 16)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,1 [m]	Hm (sepeli seinän vieressä)
0,1-0,6	Sa, Si, Sr
0,6-0,95	HkSr
0,95	Kallio (sileä louhimaton pinta)

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Sokkelin alareuna oli noin 55 cm syvyydellä maanpinnasta.
- Sokkelin alapuolelta näkyy rakennuksen alapuoliseen korkeaan tilaan.
- Patolevykaistale ulottuu noin 35 cm syvyydelle maanpinnasta. Seinustalle on tehty sepelikaistale ilmeisesti rikkaruohojen/nurmikon kasvun estämiseksi.
- Sokkelin pinta ja hienojakoiset maatäytöt olivat hyvin kosteita.

Kuva 16. Koekuoppa 6. Betonielementin alta avautui näköyhteys rakennuksen alapuoliseen tilaan.

Koekuoppa 7

(kuva 17)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,1 [m]	Hm (sepeli seinän vieressä)
0,1-0,45	Hk, Hm, Si
0,45	Kallio (mahdollisesti louhittua)

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Pilarin/anturan alapinta alkaa suoraan kallion päällä, noin 45 cm syvyydeltä maanpinnasta
- Sokkelin alapinta oli 20 cm syvyydellä maanpinnasta
- Patolevy asennettu sokkelin päälle.
- Rakennuksen alustäytöt hiekkaa, humusmaata ja silttiä

Kuva 17. Koekuoppa 7. Talon 2 luoteiskulmalla kalliopinta oli hyvin lähellä maanpintaa.

Koekuoppa 8

(kuva 18)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-0,1 [m]	Asfaltti
0,1-0,2	KaM/SrM
0,2-1,4	Hk, Louhe, Sr

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Kuopan kaivu keskeytetty, kun löydetty reitti rakennuksen alapuoliseen tilaan.
- Löydetty pääsy alapohjatilaan rakennuksen kellarikerroksen keskikäytävältä kaivon kannen alta.
- Rakennuksen alapuolisessa tilassa oli kalliopinta näkyvissä ja todettiin, että louhetäyttö tukee maakerroksia etelänpuoleisella seinustalla.
- Perutukset alkavat suoraan ehjän kallion päältä (havainto tehty sisäpuolelta)
- Rakennuksen sokkelipalkin alareuna oli 46 cm syvyydellä maanpinnasta mitattuna.

Kuva 18. Koekuoppa 8. Talon 2 eteläseinustalle tehdystä koekuopasta kaivettiin näköyhteys alapohjatilaan.

Koekuoppa 9

(kuva 19)

Maalajikerrokset ja syvyystiedot maanpinnasta mitattuna:

0-1,0 [m] SrM, Hk (kiviä)

Kenttämuistiinpanot tehdyistä havainnoista:

- Koekuoppa tehty etelänpuoleiselle parkkialueelle asfalttipintauksen suunnittelun takia.
- Pinnalla ohut eri värinen kantava murskekerros
- Sorakerrokset hyvin tiiviitä kitkamaalajeja, seassa hyvin ohuita savisia silttikerroksia
- Kalliopintaa ei tavoitettu. Kaivantoa ei haluttu syventää syntyvän tiivistystarpeen takia. Tiivistyskalusto ei ollut käytettävissä.
- Otettu maanäytteet syvyyksiltä 0-0,5 m ja 0,5-1,0 m.

Kuva 19. Koekuoppa 9. Pysäköintialueelle tehtiin koekuoppa rakennekerrosten selvittämiseksi.

Talon 2 alapohjatilan löytyminen koekuoppatutkimuksen yhteydessä

Talon 2 ympärille tehdyt koekuopat paljastivat huonokuntoisen alapohjatilan. Rakennekuvien puuttumisen takia Talon 2 perustamistapa ja alapohjan rakenteet eivät olleet ennakkoon tiedossa. Koekuoppien sijoittelussa pyrittiin siihen, että saataisiin mahdollisimman kattava otos rakennuksen eri puolilta, perustamistavasta ja maaperäolosuhteista. Lähtökohtana oli kerätä tietoa salaojasaneerauksen suunnittelua varten. Asfalttipintausta jouduttiin avaamaan suunnitellusti kahden koekuopan kohdalta. Koekuoppien avulla selvitettiin rakennuksen ympärystäyttöjen laatua, perustamistapaa sekä perustamissyvyyttä eri puolelta rakennusta. Talon 2 ympärille tehtiin koekuopat KK5-KK8. Koekuoppien ansiosta talon alapuolella oleva tuntematon huonokuntoinen alapohjatila löydettiin. Koekuopasta KK6 avautui kapea näköyhteys alapohjatilaan. Maatäytöt olivat hyvin vettä pidättäviä, ja padottivat rakennuksen alla pohjoisen suuntaan liikkuvia vajovesiä pohjoisseinän puolelta. Alapohjatilan mikrobivaurioituneet rakennusaikaiset rakennusjätteet aiheuttivat huomattavan riskin sisäilmaongelmien syntymiselle rakennuksessa. Tilassa oli huomattavan suuri ilmankosteus ja maapohja oli hyvin märkä. Seinäpinnat ja kiinni kalliossa olevat perustukset olivat löytöhetkellä silmin nähden märkiä. Kattoeristeet olivat hyvin märkiä ja niiden eristävyys oli kosteuden ansiosta heikentynyt. Alapohjatilassa näkyi rakennuksen itäpäädyssä sijaitsevan väestönsuojatilan perustukset. Perustukset alkoivat suoraan kallion päältä.

Kuva 20. Alapohjatilaan johtava kulkuaukko kellarin keskikäytävän lattialla.

Alapohjan kattorakenteena toimii ontelolaatasto, jonka alapintaan oli liimattu 50 mm paksua mineraalivillalevyä. Alapohjatilan eteläseinustalle on rakennettu louhepenger estämään maa-ainesten pääsyn sisäpihan puolelta alapohjatilaan. Koekuoppatutkimuksen jälkeen alapohjatilassa tehtiin mittauksia ja tarkempia muistiinpanoja havaituista ongelmakohdista korjaussuunnittelua varten. Tilassa olevat kantavat väliseinärakenteet, oviaukotukset, putkien läpivientireiät ja muut suunnittelun kannalta oleelliset putki- ja johtolinjat mitattiin kuvalle.

Alun perin suunniteltuun salaoja- ja pihasaneeraussuunnittelutyöhön lisättiin lennosta myös huonokuntoisen alapohjatilan korjaussuunnittelu. Suunnitteluun pyydettiin avuksi korjausrakentamiseen erikoistunut rakennesuunnittelija Lasse Kilpinen, Insinööritoimisto Lasse Kilpinen Oy.

Kenttämuistiinpanot koekuoppatutkimuksen yhteydessä löydetystä alapohjatilasta (Talo 2):

- Alapohjatilan olemassa olosta ei ollut aikaisempaa tietoa. Sitä ei ollut merkitty mihinkään löytyneeseen rakennepiirustukseen, eikä isännöitsijällä tai taloyhtiön hallituksella ollut siitä tietoa.
- Alapohjatila havaittiin koekuopan nro. 6 kaivutyön yhteydessä.
- Alapohjatilaan löydettiin kulkureitti koekuopan 8 kaivutyön edetessä rakennuksen keskikäytävältä. Tilaan pääsi kapean aukon kautta. Aukko oli peitetty kaivon kannella, joka näytti tyypilliseltä vesihuoltolinjan tarkastuskaivolta.
- Tilaan johtava kulkuaukko sijaitsee rappujen D ja E välisellä käytävällä.
- Alapohjassa oli korkea tila, jonka maapohjana oli sileä pohjoisen suuntaan viettävä kalliopinta. Kalliota peitti paikoin vaihtelevan paksuinen maakerros.
- Tilassa ei ollut tuuletusaukkoja.
- Vajovedet virtasivat kalliopintaa pitkin pohjoisen suuntaan rakennuksen läpi.
- Alapohjaan oli rakennettu louheinen maapenger etelänpuoleiselle seinustalle, estämään sisäpihan puoleisia maatäyttöjä sortumasta rakennuksen alle.
- Alapohjassa oli runsaasti rakennusjätettä (eristeitä, muovia ja puuta).
- Kalliopinnassa oli vettä keräämiä painanteita -> pohjoisseinustalle oli muodostunut suuria lammikoita.
- Pääsähkönsyöttökaapelien kannakointi puuttui ja johdot kulkivat maan päällä sähköpääkeskukselta sisäpihan suuntaan. Viemäriputket oli kannakoitu reikänauhalla tilan kattoon. Putkieristeissä havaittiin mahdollisia vuotokohtia.
- Alapohjan katon eristeet (lasivilla tai kivivilla) olivat paikoin hyvin kosteita ja osa eristeistä oli pudonnut maapohjalle liimauksistaan.

Seuraavissa kuvissa 21–36 on esitelty alapohjatilaa ja sen yleiskuntoa löytöhetkellä. Kuvatekstei-hin on kirjattu ensikatselmuksessa havaittuja ongelmia.

Kuva 21. Alapohjatilan kallioisen maapohjan päälle oli kertynyt suuria vesilammikoita.

Kuva 22. Vanhan sadevesiviemärin eristys ja kannakointi oli erittäin puutteellista.

Kuva 23. Märkä pohjoisulkoseinän betonielementti.

Kuva 24. Ulkoseinäelementtien sisäpinta oli hyvin kostea. Perustamistason porrastuskohdassa oli pieni aukko, josta oli päässyt tilaan pieneläimiä. Maapohjalla oli pieneläinten vanhoja raatoja.

Kuva 25. Tilaan oli jätetty paljon rakennusaikaisia roskia kostean maapohjan päälle. Rakennusvaiheen loppusiivous oli jätetty kokonaan tekemättä. Osa kattoeristeistä oli irronnut kiinnityksistään ja pudonnut alas.

Kuva 26. Alapohjatilaan oli jätetty lautatavaraa ja muuta puumateriaalia. Kosteus on aiheuttanut ajan saatossa puumateriaalien lahoamista ja homehtumista.

Kuva 27. Katon eristeiden pintaan oli kondensoitunut vesipisaroita elokuussa 2013.

Kuva 28. Tiiviit maatäytöt rakennuksen pohjoisseinän kohdalla estivät vesien pääsyn pois rakennuksen alta. Vesilammikoissa lojui sekalaista rakennusjätettä. Paikallavalettujen poikittaisperustusten alaosat olivat märkiä.

Kuva 29. Talon sähköpääsyöttökaapelit roikkuivat sähköpääkeskuksen alapuolella ilman kannakointia. Kattoon kiinnitettyjen sade- ja jätevesiviemärien kannakointi oli myös puutteellista. Putkieristeissä havaittiin liitosten vuotokohtia ruskeina valumajälkinä. Johto- ja putkiläpivientien tiivistys oli tehty juuttipaperista ja osa tiivistyksistä puuttui kokonaan.

Kuva 30. Eteläseinän puolelle tehdystä koekuopasta nro 8 kaivettiin yhteys alapohjatilaan louhetäytön läpi.

Kuva 31. Eteläseinustan louhetäyttöä. Rakennuksen länsiosassa ei ollut avointa alapohjatilaa, vaan perustamistaso nousee jyrkästi lännen suuntaan kalliopintaa myötäillen.

Kuva 32. Pohjoisen puoleisella seinällä perustamistason porraskohdassa maatäytöt oli valuneet alapohjatilan sisään. Pieneläimet ovat päässeet alapohjatilaan maatäyttöihin syntyneestä raosta.

Kuva 33. Louhetäyttömateriaali oli hyvin sekalaista. Pinnalla oli myös rakennusjätteitä.

Kuva 34. Louhetäyttö oli paikoin hyvin kostea etelän suunnasta valuvien vajovesien ansiosta. Veden virtausreittejä oli nähtävissä maapohjalla.

Kuva 35. Sähkönsyöttökaapelit lojuivat louhetäytön päällä ilman kannakointia.

Kuva 36. Tilan maapohjalla oli hyvin paljon lämmöneristeitä, muovipakkauksia, puuta ja muuta rakennusjätettä. Tila oli tuulettumaton ja erittäin kostea.

Koekuoppatutkimuksen yhteydessä löydetty alapohjatila oli niin huonossa kunnossa, että sen siivous ja korjaustyö katsottiin kiinteistön kiireellisimmäksi korjaustyöksi. Alapohjatilan korjaustyösuunnitelma laadittiin samanaikaisesti salaoja- ja pihasaneeraussuunnittelun kanssa.

6.3.5 Pysäköintialueen routivuuden tutkiminen

Tontin eteläosassa sijaitsevalle pysäköintialueelle tehtiin koekuoppa KK9 (ks. kuva 19). Koekuopasta otettiin kaksi maanäytettä, joista tutkittiin raekokojakaumaa seulontalajittelun avulla. Tutkimus tehtiin maakerrosten routivuuden arviointia varten. Pysäköintialue oli aikomuksena asfaltoida muiden pihatöiden yhteydessä. Pohjamaan routivuus haluttiin selvittää uusien rakennekerrosten suunnittelua varten. Näytteet tutkittiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun rakennustekniikan osaston betoni- ja maanäytelaboratoriossa. Näytteiden tutkimuksen teki Insinööritoimisto Ky-AMK OSK:n opiskelijatyöntekijät. Ylempi näyte otettiin 0,0…0,5 m syvyydeltä. Näytteen aistinvarainen maalajiarvio oli hiekka/ sora ja määritetty maalaji oli sora. Vesipitoisuus oli 3,51 %. Toinen näyte otettiin 0,5…1,0 m syvyydeltä. Siinä aistinvaraisena maalajiarviona oli hiekka/ sora ja rakeisuuskäyrän mukainen määritetty maalaji oli hiekka. Näytteen vesipitoisuus oli 6,35 %. Näytteiden seulontakokeesta saadut rakeisuuskäyrät piirrettiin vertailun vuoksi routivuusalueiden rakeisuuskäyrätaulukkoon. Määritettyjen rakeisuuskäyrien perusteella tutkitut maakerrokset eivät olleet routivia.

6.3.6 Maatutkaluotaus

Yleistä

Lisätutkimuksena päätettiin tehdä kalliopinnan korkeustason selvitys ennen urakkatarjouspyyntöjä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää urakkaan sisältyvän louhinnan määrää, jotta urakoitsijoilta saataisiin yhdenvertaisina tarjouksia myös louhintatöiden osalta. Maatutkaluotausten tarkoituksena oli selvittää kalliopinnan korkeustasoa kiinteistön piha-alueilla ja suunnitelluilla putkilinjoilla. Kalliopinnan syvyydestä rakennusten seinustoilla oli aikaisemmin saatu tietoa tehdyn koekuoppatutkimuksen yhteydessä. Kiinteistön sisäpihan laajan avokallioesiintymän ja koekuoppatutkimuksen perusteella kalliopinnan syvyyttä oli arvioitu luonnossuunnitteluvaiheessa putkilinjoja varten. Kalliopinnan todettiin olevan pääosin hyvin lähellä maanpintaa eikä putkilinjojen toteutuksessa voitaisi välttää louhintatöitä. Koekuoppatutkimuksessa kuoppia kaivettiin rakennusten ympärille sekä tontin eteläosassa sijaitsevalle sorapintaiselle pysäköintialueelle. Luonnossuunnitelmien valmistuttua tilaajalle esitettiin mahdollisuutta tarkentaa louhittavien putkikanaalien määrää maatutkaluotaustutkimuksen avulla. Kalliopintaa päätettiin tutkia maatutkaluotauksin suunnitelluilla sadevesiputkilinjoilla tontin eteläosan pysäköintialueella ja sisäpihan asfaltoiduilla kulkuväylillä. Tutkimustulosten

perusteella voitiin laskea louhittavien kanaalien määriä ja selvittää tasolouhinnan tarve urakkatarjouspyyntöjä varten. Luotaustulosten perusteella tehtiin pieniä linja- ja korkotasomuutoksia suunniteltuihin putkilinjoihin. Myös kaivojen sijoituksiin tehtiin muutoksia. Louhintamäärien tuntemus ennakkoon vähensi urakan aikaista lisätyöriskiä ja mahdollisti yhdenvertaisten tarjousten saamisen urakoitsijoilta. Ennakkoon lasketut louhintatyömäärät ilmoitettiin tarjouspyyntöasiakirjoissa ja tarjoukset pohjautuivat louhinnan osalta sidottuihin määriin. Lisälouhinnoille pyydettiin erillistä yksikköhintaa. Velhonkulman luotaukset tehtiin amerikkalaisen Geophysical Survey System Inc:n (GSSI) valmistamalla SIR-3000 maatutkalla. Antennina käytettiin GSSI:n 270 MHz:n taajuista antennia. Aika-asteikkona käytettiin 120 ns:n asteikkoa.

Maatutkaluotausten maastotyöt

Maatutkaluotaukset tehtiin 19.3.2014 Velhontie 4 kiinteistön alueella. Maatutkaluotaukset teki Geo-Work Oy, joka on erikoistunut maatutkaluotaukseen (kuva 37). Luotaustyöhön liittyvät muut työt kuten linjojen pääpisteiden merkinnän, maastomittaukset, lähtöaineiston laadinnan ja tulosten muokkaukset teki kohteen pääsuunnittelusta vastaava Insinööritoimisto Waltec. Maastotyöt valmistuivat noin kahdessa tunnissa.

Kuva 37. Maatutkaluotauslaitteistoon kuuluu perässä vedettävä tutka-antenni ja kannettava maastotallennin. Laitteistoon kuuluu myös mittapyörä, jonka avulla saadaan talteen kuljetun matkan etäisyys.

Tehtyjen luotauslinjojen yhteispituus oli 272 m ja luotauksia tehtiin yhteensä kolmena linjauksena. Linjat sijoitettiin ennakkosuunnitelman mukaisesti tulevien sadevesiputkilinjojen kohdalle. Luotauslinjojen pääpisteet merkittiin maastoon maalimerkinnöin ennen luotauksia. Luotauksessa antennikelkkaa vedettiin luotauslinjaa pitkin ja reitti tallennettiin jatkuvana profiilina maastotallentimeen. Antennikelkassa oli etäisyysmittapyörä, jonka tiedot tallentuivat luotausaineistoon. Pääpisteet merkittiin linjojen alku- ja loppupäähän, taitekohtiin sekä kolmeen pidempään suoraan luotausosuuteen. Pääpisteiden sijainnit sidottiin laseretäisyysmittauksin kiinteistön rakennuksiin ja kirjattiin kenttämuistiinpanoihin luotaustöiden edetessä. Luotaaja merkitsi samat pääpisteet maastotallentimeen tulkintavaiheen etäisyyskorjauksia varten. Ennen luotauslinjojen tallentamista tarkasteltiin tontin alueella esiintyvien maakerrosten ja kallion laatua luotauslaitteiston oikeanlaisten asetusten määrittämiseksi. Kohteessa maapeitteen paksuuden tutkimuksissa käytettiin dielektrisyysvakion arvona 16. Tehtävän tavoitteena oli kalliopinnan korkeustason ja irtomaakerrosten paksuuden selvittäminen jatkuvana profiilina louhintamäärien laskentaa varten.

Lähtötiedot luotaustulosten tulkintaan ja tulosten jatkokäsittely

Rakennuksista mitattujen pääpisteiden X ja Y -koordinaatit määritettiin kaupungin sähköisen pohjakartta-aineiston avulla MicroStation -suunnitteluohjelmistossa. Alueen maanpinta mallinnettiin Maanmittauslaitoksen avoimen maastotietokannan laserkeilausaineistosta. Maanmittauslaitoksen aineistolle tehtiin korkeustasomuunnos korkeusjärjestelmästä N2000 järjestelmään N43, jossa takymetrimittaukset ja luonnossuunnittelu oli tehty. Maanpinnan mallia tarkennettiin aikaisemmin tehtyjen takymetrimittausten maanpintatietojen avulla. Pisteitä lisättiin malliin kaivojen kohdalle ja kasvillisuuspeitteiselle metsäosuudelle. Mallinnus tehtiin Terrasolid Oy:n TerraScan ja TerraModeler-ohjelmistoilla. Luotauslinjojen koordinaatti ja korkeustiedot yhdistettiin luotaustulosten kanssa. Korkeustaso määritettiin linjoille metrin välein. Ilman koordinaatti ja korkeustietoja luotauksista voitaisiin lukea vain kalliopinnan syvyystietoa. Maatutkaluotauksista piirrettiin erillinen tutkimuskartta, jossa esitettiin kalliopinnan korkeustaso, syvyys maanpinnasta ja irtomaakerrosten paksuus 5 metrin välein.

Luotaustulosten kaikki kalliopintatiedot yhdistettiin pintamalliksi avokallioalueiden ja koekuopista saatujen kalliopintatietojen kanssa. Yhtenäinen kalliopinnan pintamalli helpotti putkilinjojen suunnittelua, louhinnan määrälaskentoja ja pihan rakennekerrosten paksuuden määrittämistä. Tutkitun kalliopinnan pintamallia hyödynnettiin erilaisina esityksinä leikkauskuvissa ja kanaalilouhinta-alueiden piirrossa.

6.4 Suunnitelmat

6.4.1 Käytetyt ohjelmistot

Kuivatussuunnittelu ja tutkimusaineistojen käsittely tehtiin Bentleyn Microstation pohjaisella suunnitteluohjelmistolla, Bentley PowerCivil for Finland. Kaikki suunnittelun kannalta oleellinen lähtömateriaali tallennettiin ja muunnettiin sähköiseen muotoon suunnitteluohjelmistossa käytettäväksi. Kaikki tutkimuskuvat ja suunnitelmat toteutettiin saman suunnittelutiedoston sisällä eri kuvamalleja hyödyntäen. Malleja voitiin käyttää tiedoston sisällä sujuvasti myös toistensa referenssitiedostoina. Tutkimus- ja suunnittelumateriaalin hallinnointi samassa tiedostossa paransi työn tehokkuutta, koska aineistoa voitiin kopioida ja yhdistää nopeasti ilman erillisten tiedostojen avaamista. Lisäsovelluksina käytettiin seuraavia Microstation-ympäristössä toimivia suomalaisen ohjelmistovalmistajan, Terra Solid Oy:n ohjelmistoja.

TerraSurvey	Mittaus- ja maatutkaluotausaineistojen käsittely ja piirto.
TerraModeler	Mittaus- ja laserkeilausaineiston mallinnus ja mallien muokkaus. Leikkauskuvien teko, massalaskennat
TerraScan	Laserkeilausaineiston sisään luku, luokittelu, koordinaattimuunnokset
TerraPhoto	Ortoilmakuva-aineiston sisään luku ja rgb-väritietojen liitos laserkeilausaineistoon
TerraPipe	Putkistojen suunnittelu

Alapohjatilan pohjapiirustus ja sähkösuunnitelmakuvat tehtiin Cad-pohjaisilla suunnitteluohjelmilla. Kuvatiedostoina käytettiin DGN ja DWG -kuvatiedostoja. Kaikki valmiit piirustukset koottiin lopulta mittakaavaan tulostettuina PDF-tiedostoina.

6.4.2 Salaojitus ja kuivatussuunnitelmat

Yleistä

Opinnäytetyössä laaditut salaoja- ja pihasaneeraussuunnitelmat sisälsivät kiinteistön kahden asuinkerrostalorakennuksen salaojitusjärjestelmän, perusmuurirakenteiden, pihan kulkuväylien ja tontin eteläosan pysäköintialueen pinnantasauksen, uusien sadevesijärjestelmien, louhintatöiden, maatöiden ja asfaltointien suunnittelun. Suunnittelutyön yhteydessä laadittiin myös urakkakilpailua ja toteutusta varten tarvittavat asiakirjat ja selostukset. Kohteeseen suunniteltu perusvesien hallinnan parantaminen käsitti asuinkerrostalojen ympäryssalaojituksen uusine perusmuurirakenteineen, sekä hulevesien johtamisen hallitusti sadevesikaivoihin. Lisäksi tontin eteläosassa sijaitseva parkkialue haluttiin asfaltoida työn yhteydessä. Pysäköintialueen asemapiirustukseksi laadittiin asemapiirustus, jossa esitettiin autopaikkojen mitoitus ja pinnantasaus. Suunnitelmat sisälsivät myös asfaltoitavien alueiden rakennekerrosten suunnittelun. Rakennettavalla salaojituksella, sadevesiputkistorakenteilla ja maanpinnan uudelleenmuotoilulla haettiin parannusta sade- ja valumavesien keräilyyn ja ohjaukseen. Salaojitus ja sadevesien purkujärjestelmä suunniteltiin toteutettavaksi painovoimaisesti laskemaan pohjoisen suuntaan ja purkamaan metsäalueen reunaan, tontin pohjoisrajalla. Rakennuksissa ei ollut aikaisempaa salaojitusta. Vanhassa järjestelmässä katto- ja pintavaluntavedet oli johdettu maastoon, kahteen purkupaikkaan. Kiinteistöllä ei ollut liittymää kaupungin sadevesiviemäriin. Suunnitteluvaiheessa havaittiin, että putkilinjojen toteuttaminen vaatisi louhintatöitä kalliopinnan läheisyyden takia. Suunnitelmakuvissa esitettiin arvioidut kanaalilouhittavat alueet. Louhittavien salaojituskanaalien tarkoituksena oli katkaista vajovesien pääsyä rakennusten alle sekä kuivattaa Talon 1 eteläpäätyyn kerääntynyt pohjavesi. Kanaalit mahdollistaisivat myös suunnitellun pintavesikaivojärjestelmän rakentamisen.

Alustavat työt

Työalueiden ja kaivantojen ympärille on rakennettava suoja-aidat ja työmaasta varoittavat kyltit. Kiinteistön kaukolämpö-, vesi- ja jätevesiputkien sekä tele- ja sähkökaapeleiden sijainti on selvitettävä ennen töiden aloitusta. Johdonomistajilta on pyydettävä tarvittavat kaapelinäytöt kaivutöitä varten. Myös kiinteistön sisäiset putki- ja kaapelilinjat on selvitettävä yhdessä kiinteistön omistajan kanssa. Louhintatöitä varten on hoidettava tarvittavat katselmukset, luvat, ilmoitukset ja työnaikaiset tärinämittaukset.

Salaoja- ja sadevesiputket

Salaoja- ja sadevesiputket asennetaan suunnitelmapiirustusten T1004-/2-3 mukaisesti (liitteet 3–4). Putkilinjat routaeristetään niiltä osin kuin niiden peittosyvyys on alle 1,5 m. Routaeris-

teenä käytetään EPS- (100 mm) tai XPS- (70 mm) eristelevyä ja eristys toteutetaan 1,2 m levyisenä. Routaeristeet asennetaan alkutäyttökerroksen yläpintaan. Salaojaputket voidaan asentaa perustusten suojelemiseksi suunnitelmakuvassa esitettyä kauemmaksi rakennuksen seinästä. Sepelitäytön on kuitenkin ulotuttava perustuksilta/sokkelipalkin alapinnasta salaojaputkelle katkeamattomana. Perusmaa muotoillaan viettämään sokkelipalkin alapinnasta salaojien suuntaan. Sokkelipalkin alapinnan alapuolella olevia louhetäyttöjä ei tule tarpeettomasti häiritä kaivutyössä.

Seinän vieressä sadevesiputket asennetaan sepelitäytön sisälle. Muualla sadevesiputkille rakennetaan tiivistetty arinalle (KaM#0...16, 150mm). Alkutäytöiksi tehdään tällöin 300 mm putken laen yläpuolelle ulottuva täyttökerros esimerkiksi SrM #0...8mm tai KaM #0...16mm. Putken sivuilla oleva alkutäyttömateriaali on tiivistettävä kevyesti täryttämällä, jotta putken sivuttaistuenta on riittävää, estäen lopputäytön tiivistysvaiheessa putken muodonmuutokset. Alkutäyttö tiivistetään putken päältä koneellisesti vasta kun maakerros on vähintään 300 mm:n paksuinen.

Salaojaputkena käytetään 110M tuplaseinämäistä ympärirei´itettyä jäykkää SN8 –putkea. Sadevesiputkiksi asennetaan tuplaseinämäistä SN8 -putkea. Putkikoot vaihtelevat suunnitelmapiirustuksen mukaisesti M110–M315.

Kaivot

Sadevesikaivojen materiaalit on esitetty suunnitelmapiirustuksessa T1004-2_rev_A (Liite 3). Sadevesiritiläkaivoihin rakennetaan 150 litran sakkapesät. Kaivojen putkiliitokset on oltava tiivistettyjä. Työmaalla tehdyissä lisäyhteissä käytetään jälkiliitossatuloita tai kiinnivalettuja holkkeja. Liikennöidyillä alueilla muovikaivot varustetaan teleskooppiputkilla. Sadevesikaivoissa käytetään valurautaisia kansia, joiden kuormituskestävyys tulee olla vähintään 250 kN (25 t).

Salaojatarkastuskaivoina voidaan käyttää valmiskaivoja tai rumpuputkesta (M315) tehtyjä kaivoja. Kaivoissa tulee olla tiivistetty pohjaosa ja noin 150 mm syvä sakkapesä. Kaivoihin asennetaan liikennöidyillä, asfaltoitavilla (ja lumiaurattavilla) alueilla valurautaiset kansistot lopullisen maanpinnan tasoon. Muualla kansiksi voidaan valita kiinniruuvatut muovikannet. Kannet ruuvataan kiinni heti asennuksen jälkeen. Muovikannet jäävät näkyville noin 50-100 mm lopullisen maanpinnan yläpuolelle siten, että ne on myöhemmin ruuvattavissa auki ilman kaivutöitä. Viimeisen salaojien tarkastuskaivon ja perusvesikaivon välinen putki tulee olla umpinaista sadevesiputkea.

Rännien syöksytorvien alle rakennetaan rännikaivot, joista vedet johdetaan tiivistetyissä sadevesiputkissa suunnitelmapiirustuksen T1004-2_rev_A mukaisesti sadevesien purkujärjestelmään (katso liite 3). Rännikaivoilta tulevat SV 110M putkihaarat yhdistetään suoraan runkoputkeen T-

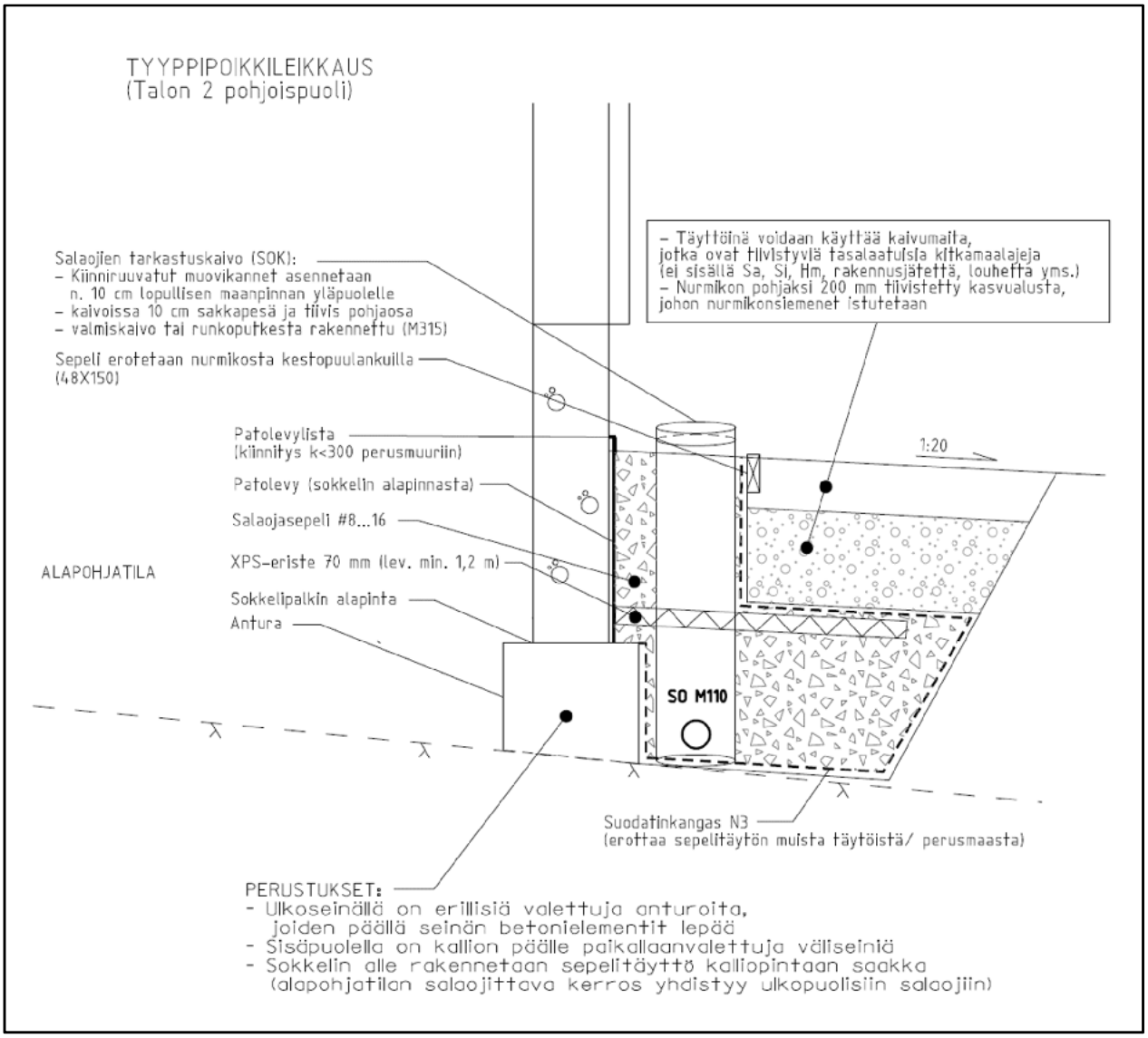
haaroilla tai lähellä sijaitsevaan SV-tarkastuskaivoon. Maanpintaa ei saa tarpeettomasti nostaa rännikaivon kohdalla, vaan nykyiset syöksytorvet jatketaan huolellisesti rännikaivoille saakka suunnitelmakuvan T1004-2_rev_A pinnantasaussuunnitelmaa noudattaen.

Perusvesikaivoiksi asennetaan suunnitelmakuvan mukaisesti betonikaivot (B800). Liitokset tiivistetään huolellisesti ja salaojien tuloyhteeseen asennetaan pallopadotusventtiili ja huuhteluyhde. Padotusventtiilin toiminnan vaativa korkeusero purkuputkeen nähden on huomioitava asennuksessa.

(RIL77-2005.)

Perusmuurirakenteet

Perusmuurit puhdistetaan kaivannon avaamisen ja kuivumisen jälkeen maa-aineksista harjaamalla. Vanhat patolevyt ja bitumikaistat tulee poistaa. Perusmuurin pintaan asennetaan perusmuurilevy. Patolevyn yläpäähän asennetaan patolevylista, keskimäärin noin 5 cm lopullisen maanpinnan yläpuolelle. Listat asennetaan mahdollisimman suorina linjoina. Seinänvierustäytöksi rakennetaan vähintään 300 mm leveä sepelikaista (#8…16mm). Nurmikkoalueilla näkyville jääväksi pinnaksi rakennetaan 30 cm leveä sepelikaistale, joka rajataan nurmikoista kestopuulankuilla. Asfaltoitavilla alueilla sepelitäyttö erotetaan N3 suodatinkankaalla asfaltin kantavasta murskekerroksesta. Asfaltointi viedään patolevyyn saakka pienellä reunakorotuksella. Mikäli seinänvieruskaivannoissa esiintyy perustusten anturoita, tehdään anturoiden yläpintaan viistovalu, jonka pinnalle asennetaan kumibitumikermi ulottuen anturan alapinnasta 200 mm sokkelille. Salaojien ympärystäyttönä käytetään raekooltaan #8–16 mm sepeliä. Sepelitäytöt erotetaan muista täytöistä ja perusmaasta N3 sovellusluokan kuitukankaalla. Ympärystäyttö ulotetaan vähintään 200 mm salaojaputkien päälle ja sivuille, sekä 100 mm niiden alapuolelle. Myös parvekkeiden puoleisilla seinustoilla sepelitäyttöjen on ulotuttava rakennusten seinältä salaojiin katkeamattomana, vaikka salaoja rakennettaisiin kauemmas rakennuksen seinästä. Kuvassa 38 on esitetty suunnitelmakuva alapohjatilan ulkoseinän perusmuurirakenteista. (RIL 127-2012.)



Kuva 38. Suunnitellut perusmuurirakenteet alapohjatilan ulkoseinustalla.

Kaivannot ja louhinta

Putkikaivannoissa on kiinnitettävä erityistä huomiota asennusalustojen tiivistykseen ja tasaukseen pienien putkiviettojen takia. Sadevesiputkilinjojen asennusalusta ja alkutäyttö tehdään InfraRYL:n mukaisesti murskeesta #0…16 mm ja tiivistetään vähintään 90% (Proctor) tiiveysasteeseen. Salaojakaivannoissa sadevesiputket voidaan vaihtoehtoisesti asentaa sepelitäytön sisälle.

Salaojaputkikaivannoissa kaivannot luiskataan seinän puolelta siten, että perustukset eivät vaurioidu. Kaivutyössä on varottava sorruttamasta perustusten alapuolisia täyttöjä. Syvissä kaivannoissa täytyy huomioida tapauskohtaisesti kaivannon tukemistarve ja luiskakaltevuus työturvallisuus huomioon ottaen.

Suunniteltujen putkilinjojen toteutuksessa joudutaan suorittamaan kanaalilouhintaa rakennusten sisäpihan puoleisilla linjoilla. Suunnitelmakuvassa T1004-2_rev_A on esitetty arvioidut louhittavat alueet kaivoja ja sadevesiputkistoja varten. Pääurakoitsija hoitaa tarvittavat louhintasuunnitelmat kohteeseen. Louhitun kanaalin pohja on kiilattava sulkeutuneeksi pienlouheella tai murskeella. Putkikaivantojen pohjalle tiivistetään asennusalusta murskeesta.

Louhintaa varten on laadittava louhintasuunnitelma, jossa esitetään kenttäkohtainen panostussuunnitelma sekä louhintaa koskeva turvallisuussuunnitelma. Louhintoja ennen on suoritettava julkisten tilojen ja asuntojen sisäpuoleiset katselmukset kohdekiinteistön rakennuksissa ja lähimmissä naapurikiinteistöissä (2 kpl). Louhintojen aikana esiintyvää tärinää seurataan jatkuvatoimisilla tärinämittareilla, jotka kiinnitetään kiinteistön ja lähimpien naapurikiinteistöjen rakennusten perustuksiin (vähintään 2 mittaria). Louhintatärinöiden hallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kohteen tärinään liittyvien tehtävien yleispiirteinen vaativuusluokka on 2. Mahdollinen tärinäherkkien laitteiden ja rakenteiden läheisyys täytyy varmistaa ennen töihin ryhtymistä. (RIL 253-2010, Rakentamisen aiheuttamat tärinät 2010.)

Muut rakenteet

Autojen pysäköintialueen ja Talon 1 välillä oleva betonikivetysalue säilytetään. Kivetyksen ennestään ja työn aikana hajonneet kivet korjataan työn viimeistelyvaiheessa. Talon 1 kohdalla nykyinen asfaltin reunakivi poistetaan ja korvataan asfaltoinnin yhteydessä asfaltista tehdyllä reunakorotuksella. Autojen lämmitystolppia ja uutta pihavalaistusta varten rakennetaan uudet sähkökaapeloinnit laadittujen sähkösuunnitelmien mukaisesti. Autolämmitystolpat siirretään uusiin sijainteihin suunnitelmapiirustuksen mukaisesti. Parkkialueen asfalttiin tehdään autopaikkojen maalaukset suunnitelmapiirustuksen mukaisella mitoituksella.

Pinnantasaus ja kerrosrakenteet

Pinnantasaus toteutetaan suunnitelmapiirustuksen T1004-2_rev_A mukaisesti. Kulkuväylille ja parkkialueelle rakennetaan asfalttipinnoite AB16/125 ja kantavaksi kerrokseksi KaM#0…32, 250 mm. Parkkialueen asfaltointi yhdistetään pihan tulotien nykyiseen asfaltointiin.

Käytettävät materiaalit

Suunnitelmaselostuksessa on määritetty kohteessa käytettävät materiaalit. Urakoitsija voi halutessaan käyttää suunnitelma-asiakirjoissa mainittujen rakennusmateriaalien asemesta muita vastaavia tuotteita. Urakoitsijan on hankittava vaihdolle rakennuttajan hyväksyminen ennen töiden aloittamista. Selvitys käytettävistä vaihtoehtoisista materiaaleista/tuotteista ja niiden soveltuvuuden

osoittavat testitulokset tulee toimittaa rakennuttajalle tarkasteltavaksi kolme viikkoa ennen töiden aloittamista.

Viimeistelytyöt ja mittaukset toteutumapiirustusta varten

Kaivutöiden aikana esiintyvä rakennusjäte, purkujäte ja vanhat asfaltit toimitetaan asianmukaisiin vastaanottopaikkoihin. Myös ylijäämämaat toimitetaan asianmukaisesti maankaatopaikalle urakoitsijan toimesta. Alueen pinnantasaus toteutetaan suunnitelmien mukaisesti. Poikkeuksista on neuvoteltava rakennuttajan määräämän valvojan kanssa suunnittelukokonaisuuden toimivuuden varmistamiseksi. Tasauksen toteuttamiseksi tehdään tarvittavat täytöt ja leikkaukset. Leikkauspohjat ja täytöt tiivistetään huolellisesti ennen kantavan kerroksen rakentamista. Kaivupohjalle asennetaan tarvittaessa suodatinkangas. Työalueet siistitään ja kunnostetaan entistä vastaavaan kuntoon. Kaikki rakennusjätteet ja tilapäisiksi tarkoitetut rakenteet poistetaan. Tilapäisesti siirretyt rakenteet, laitteet, kasvit, aidat yms. siirretään entisille paikoilleen. Työstä vaurioituneet nurmikkoalueet uusitaan entisen mukaisiksi. Korjattavilla nurmikkoalueilla lopputäytöksi tehdään tiivistetty 200 mm paksuinen kasvualusta, jonka päälle nurmikko istutetaan.

Työn toteuttamisen vaatimat rakenteiden korkeusaseman ja sijainnin mittaustehtävät tehdään suunnitelman mukaisesti. Suunnitelmakuvassa korkeustasot on ilmoitettu korkeusjärjestelmässä N43. Tilaaja merkitsee työmaalle lähtökorkeuden.

Rakennetuista putkista ja kaivoista tehdään tarkemittaukset toteutumakuvaa varten. Tarkemittauspiirustusta varten mitataan rakennettujen putkilinjojen sijainti- ja korkeusasematiedot työn edetessä ennen rakenteiden peittämistä. Tarkemittaukseen sisältyy asennettujen kaivojen sijainti, kansien korot sekä putkien vesijuoksukorot. Mittauksista tehdään maanalaisten putkirakenteiden kartta, josta selviää myös käytetyt putkikoot ja materiaalit. Tarkepiirustukset tulee toimittaa suunnittelijalle, joka näiden perusteella korjaa alkuperäispiirustuksensa toteutumaa vastaavaksi.

6.4.3 Alapohjatilan korjaussuunnitelma

Alapohjatilan korjaus- ja perusparannustöiden suunnittelun tavoitteena oli tilojen saattaminen sellaiseen kuntoon, ettei niistä aiheudu terveydellistä haittaa talossa asumiselle. Alapohjatilassa oli kalliopohja, jonka päällä oli paikoin ohut maakerros. Seuraavassa on käyty läpi alapohjatilan korjauksista laaditut suunnitelmat.

Purku- ja siivoustyöt

Työmaata ja myöhempää huoltotarvetta varten rakennuksen alapohjatilaan avataan uusi kulkuyhteys pohjoisseinustalle. Betonielementtiin tehdään oviaukko, johon rakennetaan palo-ovi. Rakennuksen alapuolinen tila siivotaan kaikesta rakennusjätteestä. Maapohja puhdistetaan kaikesta eloperäisestä materiaalista ja kallion päältä poistetaan ohut hienojakoinen maa-aines. Rakennuksen pohjoisenpuoleinen seinusta kaivetaan auki kallioon saakka ja kaikki veden kulkua estävät hienojakoiset materiaalit poistetaan. Katon vanha eristys poistetaan. Tiloissa olevien viemärien ja muiden putkien lämpöeristykset poistetaan. Putkilinjat tarkastetaan vuotojen varalta. Rakennuksen viemäröinti tulee voida olla toiminnassa koko työn ajan. Mahdollisista putkivuotojen korjauksista aiheutuvista käyttökatkoista sovitaan tapauskohtaisesti. Vanhat läpivientitiivisteet poistetaan ennen uusien tiivistysten tekoa. Vanhat purkamattomat muottilaudoitukset ja muu puuaines poistetaan alapohjatilasta. Lävistysten tiivistysvalumuotit, juutti- ja paperisäkkitiivistykset poistetaan. Betonivaluihin jätetyt tuki- ja korokepalat poistetaan. Laudoitusten purkamisen jälkeen betonipinnat harjataan tarvittaessa puhtaaksi teräsharjalla. Mikäli betonisilla seinä- tai kattopinnoilla esiintyy mikrobikasvustoja, tulee pinnat desinfioida homepesuliuoksella. Alustilaan ei saa jäädä mitään ylimääräistä materiaalia, joka voi toimia terveydelle haitallisten yhdisteiden lähteenä tai mikrobien kasvualustana. Kaikki rakennusjäte, purkujäte ja pilaantunut maa-aines toimitetaan asianmukaisesti kaatopaikalle tai kierrätykseen. Purkujätteet välivarastoidaan kiinteistön alueella suojatussa kontissa. Työn luonteen takia purkutyö etenee hitaassa tahdissa ja jätettä saadaan tilasta pois käsin kuljettamalla.

Alapohjatilassa työskentelevien on käytettävä tarvittavia henkilösuojaimia. Tutkimusten yhteydessä havaittiin kosteudesta aiheutuneita mikrobivaurioita alapohjatilaan rakennusajalta jääneissä orgaanisissa materiaaleissa, kuten vanhoissa muottilaudoissa. Työterveyslaitoksen suosituksen mukaan työntekijöiden hengityssuojaimeksi tulee valita kokopäivätyöskentelyssä moottoroitu hengityssuojain, joka on varustettu P3/A2 –luokan suodattimella. P3/A2 –luokan suodatin poistaa mahdollisen homepölyn ja homeenhajun. Moottoroidussa hengityssuojaimessa on kasvot peittävä maskiosa, joka suojaa myös silmät ja kasvojen ihon.

Alapohjatila ei saa tuulettua rakennuksen sisäilmaan kellarikäytävän luukusta tai tiivistämättömistä läpivienneistä, vaan tila on alipaineistettava ulkoilmaan puhalluksella. *Pelkkä osastointi on yleensä riittämätön pölyntorjuntakeino, minkä vuoksi osastoitu, korjattava tila alipaineistetaan ympäröiviin tiloihin verrattuna* (Koski 2013).

Korjaustyöt on suunniteltu tehtäväksi pohjoisseinustalle avattavan uuden oviaukon kautta. Työmaan kulku tapahtuu oman tontin puolelta. Urakoitsija huolehtii tarvittavista liikennejärjestelyistä kustannuksellaan turvallisen työmaaliikenteen varmistamiseksi, asukkaat huomioiden.

Maa-/ kalliopohjan puhdistaminen ja kuivatus

Kaikki hienojakoinen maa-aines poistetaan kallion päältä. Mikäli maakerrokset on jossakin kohdassa syvempiä, riittää pilaantuneen liejuisen pintamaan poisto. Mahdollista näkyvää mikrobikasvustoa sisältävät pintamaat poistetaan 50-100 mm syvyydeltä. Vettä keräävät painanteet betonoidaan kalliosta ja vesien kulkureitti ulkopuoliseen salaojitukseen varmistetaan koko avoimen rakennuspohjan alalta ennen uusien rakennekerrosten tekemistä. Alapohjatilasta kaivettuja pilaantuneita pintamaita ei saa käyttää pintojen tasausmaina. Alapohjatilassa on todennäköisesti melko tasainen pohjoisen suuntaan viettävä kalliopinta. Kuvassa 39 on opinnäytetyön esimerkkikohteessa puhdistettu kalliopohja.

Kuva 39. Esimerkkikohteessa kalliopinta vietti ulkopuolisen salaojituksen suuntaan. Kalliopinta puhdistettiin purku- ja siivoustöiden jälkeen painepesurilla.

Täyttökerrokset

Maapohjalle rakennetaan kapillaarikatko. Kerros voidaan toteuttaa vesipestyllä sepelillä tai kevytsoralla. Materiaalivalinnassa on huomioitava, että kevytsoraa ei voi ilman erityistoimenpiteitä käyttää vapaan vedenpinnan eli yleensä salaojitustason alapuolella, koska se kelluu.

Suunnitelmissa annetut rakennekerrosvaihtoehdot (rakenteet ylhäältä lukien):

Vaihtoehto 1 (levyeristys)

- Pesty sepeli # 8 - 16 mm, 100 mm
- Suulakepuristettu polystyreenilevy, Finnfoam tai vastaava, 50 mm
- Kapillaarikatkona pesty sepeli # 8 - 16 mm > 200 mm
- Kalliopinta tai hienon maa-aineksen päällä suodatinkangas

Vaihtoehto 2 (kevytsoraeristys)

- Pesty sepeli # 8 - 16 mm, 100 mm
- Rei'itetty muovikalvo 0,2 mm, polyeteeniä
- Kapillaarikatkona ja lämpöeristeenä kevytsora, > 200 mm
- Kalliopinta tai hienon maa-aineksen päällä suodatinkangas

Kallion ja siivotun maapohjan päälle asennettu ja eteläsivulla sijaitsevan louhepenkereen päälle nostetun suodatinkankaan tarkoituksena on erottaa kapillaarikatkon täyttömateriaali perusmaasta ja louhepenkasta. Työohjeena annettiin suodatinkankaan nosto louhepengertä vasten niin ylös, että se on uusien rakennekerrosten yläpuolella. Tällöin etelänsuunnasta valuvien vajovesien mukana ei pääse kulkeutumaan hienoainesta pihan täytöistä alapohjatilan suuntaan.

Eristekerros eristää lämpöä kalliopohjan ja alapohjatilan ilmatilan välillä. Eristekerros tai kevytsoraeristyksen tapauksessa muovikalvo estää samalla vajovesien haihtumista tilan huoneilmaan. Kapillaarikerroksessa vajovedet pääsevät valumaan pohjoisenpuoleiseen salaojitukseen. Karkea pintasepelöinti lisää ylemmän täyttökerroksen haihtumispinta-alaa ja kerros pysyy kuivana.

Tiivistykset ja katon kunnostaminen

Alapohjatilasta kellarikerrokseen katon läpi kulkevat putki ja johtoläpiviennit tiivistetään palosuojaainetta sisältävällä polyuretaanivaahdolla. Tiivistysvaahdon palonkestovaatimus on 120 minuuttia (EI 120). Kellaritilan puolelta tarkastetaan rakojen ja läpivientien tiivistykset. Havaitut raot ja halkeamat korjataan elastisella massalla. Vanhojen purettujen kattoeristeiden tilalle asennetaan uusi eristys. Uudet eristeet kiinnitetään ensisijaisesti mekaanisesti ja toissijaisesti liimaamalla. Kattorakenteena on ontelolaatasto, jonka onteloiden sisällä saattaa olla kondensoitunutta kosteutta. Asennustyössä on varottava alkalisen kondenssiveden roiskeita. Alkuperäisen suunnitelman mukaisesti kattoeristeet uusitaan irronneiden ja muuten puuttuvien osalta. Rakennuskohteen urakkaneuvotteluvaiheessa sovittiin, että kaikki katon eristeet uusitaan lisätyönä. Kuvassa 40 on korjauskohteessa toteutunut uusi kattoeristys.

Kuva 40. Uudet kattoeristeet kiinnitettiin mekaanisesti ontelolaattojen pohjaan.

Viemäreiden kunnostustyöt

Kattoon kannakoitujen viemäreiden ja muiden putkien lämpöeristykset poistetaan purkuvaiheessa. Putkilinjojen kunto tarkastetaan ja mahdolliset putkivuodot korjataan. Korjaukset tehdään tapauskohtaisesti uusia putkia ja liitoksia käyttäen. Putket ovat ennakkotietojen mukaan muoviputkia. Kaikkien liitoskohtien tiivistykset tarkastetaan ja uusitaan tarvittaessa. Putkien korjaustyöt tehdään lisätyönä, mikäli vaurioita havaitaan. Putkien kuntotarkastuksessa ja korjauksessa käydään läpi seuraavat asiat:

- Rikkoutuneet tai vuotavat putket ja venttiilit korjataan
- Vuotokohdat puhdistetaan ja desinfioidaan
- Putkien kannakointi tarkastetaan ja tarvittaessa tehdään nykymääräysten mukaiseksi
- Mahdolliset lämmöneristämättömät tai paperilla verhotut kylmävesiputket eristetään. Eristeeksi asennetaan kosteuden tiivistymisen estämiseksi diffuusiotiivistä alumiinilla tai muovilla pinnoitettua lämmöneristettä tai umpisoluputkieristettä.

Putkilinjat eristetään uudelleen tarkastusten ja korjausten jälkeen. Eristeeksi asennetaan kivivillakourueriste, joka on päällystetty alumiinilaminaatilla. Alumiinipinnasta tehdään yhtenäisellä liitoskohtien teippauksella. Eristeiden kiinnipysyvyys varmistetaan 0,9 mm teräslangalla (K300).

Ilmanvaihtotyöt

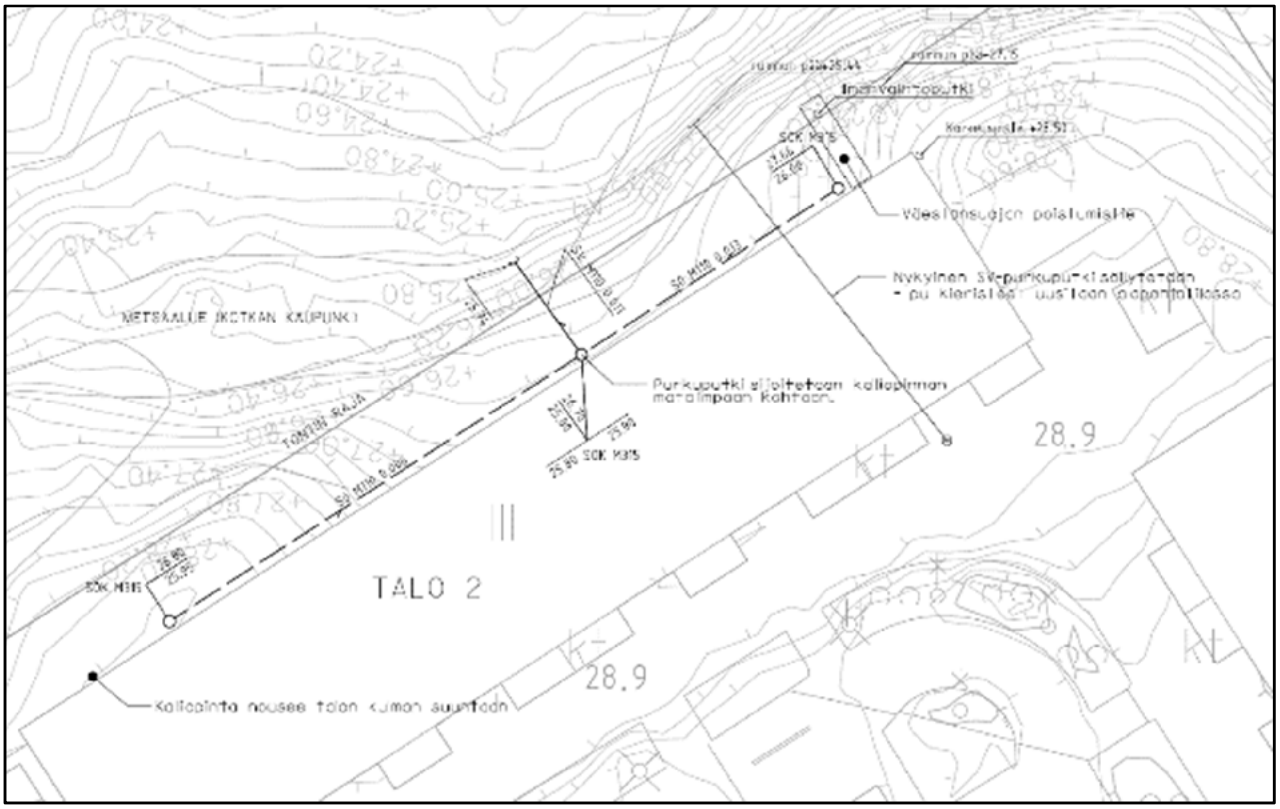
Alapohjatilaan rakennetaan painovoimaisesti toimiva ilmanvaihto. Riittävä ilmanvaihto toteutetaan rakennuksen molemmille pitkille sivuille avattavien ilmanvaihtoventtiilien avulla. Ilmanvaihtoaukotusten kokonaispinta-ala on oltava vähintään 3 promillea koko tilan pinta-alasta. Rakennuksen eteläsivu on pohjoissivua ylemmällä tasolla. Ilmanvaihtoaukot toteutetaan sisäpihan puolella louhetäytön läpi kulkevien ilmastointiputkien avulla. Pohjoissivulle tehdään tuloventtiileillä varustetut tuuletusaukot alemmalle tasolle. Ilmanvaihtoaukkojen ja putkien määrä on esitetty suunnitelmapohjapiirustuksessa (ks. liite 8). Pohjoisseinustan tuuletusaukkoihin asennetaan alumiiniset ilmanvaihtosäleiköt. Porattavien aukkojen sijainti katselmoidaan rakennusvaiheessa. Aukkojen alareunat on oltava vähintään 150 mm maanpinnan yläpuolella, mutta mahdollisuuksien mukaan tätä ylemmällä tasolla. Aukkojen vähimmäiskoko on 150 cm^2 ja enimmäisväli 6 m. Aukko varustetaan seinän läpi menevällä kanavalla ja sisäpuolisella säädettävällä lautasventtiilillä. Sisäpihan puolelle asennetaan ilmanvaihtoputket. Putket sijoitetaan pääosin parvekelinjojen syvennykseen. Niiden tarkempi sijainti katselmoidaan rakennusvaiheessa.

Sähkötyöt

Korjaustyön yhteydessä alapohjatilan jokaiseen erilliseen väliseinien rajoittamaan tilaan asennetaan valaisin ja pistorasiapari tämän yhteyteen. Sähkötyöt tehdään heti purkutöiden jälkeen, jolloin niitä voidaan hyödyntää jo rakentamisen aikana. Kiinteistön sähköpääsyöttökaapelit ja telekaapelit kannakoidaan seinälle asennettavaan hyllyyn. Kannakointitapa valitaan sen mukaisesti, miten kaapelit saadaan taivutettua parhaiten ylös maasta.

Ulkopuoliset työt

Rakennuksen pohjoisen puoleinen seinusta salaojitetaan Insinööritoimisto Waltec:n suunnitelmien mukaisesti. Salaojitus yhdistetään alapohjatilan salaojittavaan kerrokseen koko alapohjan matkalta. Perusmuurin ulkopuoliset rakenteet ja seinien viereisen täytön rakennekerrokset tehdään siten, että maaperään kulkeutuneet sade- ja valumavedet johdetaan uuteen seinän viereen asennettavaan salaojitukseen. Ulkopuolisen salaojituksen putkistosuunnitelmakartta on esitetty kuvassa 41.



Kuva 41. Talon 2 pohjoisseinustalle suunniteltu salaojitus. (Insinööritoimisto Waltec)

Rakennuksen eteläpuolen sivulla olevia louhetäyttöjä ei saa siirtää tarpeettomasti, jotta ei aiheudu vaaraa ulkopuolisten maakerrosten valumisesta tilaan. Maapohjaiseen tilaan rakennetaan uusi kulkuyhteys pohjoisjulkisivuun. Oviaukon paikka katselmoidaan yhdessä urakoitsijan ja rakennuttajan kesken. Aukko tehdään timanttisahaamalla ja piikkaamalla. Oven alareuna tuetaan kalliopohjasta saakka mikäli aukon alareunaan ei jää riittävää tukiosaa (500 mm). Uudeksi oveksi asennetaan M10X16 kokoinen teräspalo-ovi. Työhön kuuluu tarvittavat Steniverhouksen muutostyöt, verhouksen purku ja oviaukon reunojen viimeistely.

6.4.4 Sähkösuunnitelmat

Suunnitellut sähkötyöt sisälsivät:

- Talon 2 alapohjatilan valaistuksen ja pistorasiat
- Alapohjatilassa roikkuvien kaapeleiden kannakoinnin kaapelihyllylle
- Lisämaadoituskuparit sähköpääkeskuksesta salaojakaivantoihin
- Pysäköintialueen sähkönsyöttökaapeloinnit
- Autolämmitystolppien ja pysäköintialueen valaistuksen

6.4.5 Muut vaadittavat selvitykset ja asiakirjat tarjouskilpailua varten

Suunnittelutoimeksiantoon sisältyi myös urakkatarjouskilpailuun tarvittavien asiakirjojen laadinta. Asiakirjoiksi tehtiin tilaajan oma urakkaa koskeva työturvallisuusasiakirja, urakkaohjelma, tarjouspyyntökirje, tarjouslomake, yksikköhintaluettelo sekä suunnitelmaselostukset.

Ennen urakkatarjousten pyytämistä käytiin läpi Kotkan rakennusvalvonnan kanssa läpi suunnitelmat ja niihin tarvittavat luvat. Korjaustyö ei vaatinut rakennuslupaa korjaustyön luonteen vuoksi. Uusi rakennettava oviaukko sovittiin piirrettäväksi rakennuksen julkisivukuvaan, kun oviaukon paikka on selvinnyt.

6.5 Korjaustyön toteutusvaihe

6.5.1 Toteutuneen korjaustyön laajuus

Korjaustöistä pyydettiin urakoitsijoiden tarjouksia keväällä 2014. Tarjouksiin pyydettiin erottelemaan seuraavat työkokonaisuudet mahdollisen vaiheittaisen/ osittaisen korjausrakentamisen varalta.

- Salaojituksen ja sadevesiviemäröinnin rakentaminen, sekä aluerakentaminen. Työkokonaisuus sisälsi rakennuksen ympäryssalaojituksen sekä piha-alueiden sadevesiviemäröintityöt asfaltointeineen.
- Pysäköintialueen rakentaminen
    - Maatyöt
    - Asfaltointi
    - Sadevesijärjestelmä Talon 1 etelänurkan tarkastuskaivoon saakka
- Kellarin alapuolisen tilan korjaustyöt
- Sähkötyöt. Urakan toteutuessa ositettuna käytäisiin sähkötöiden laajuus ja kustannukset läpi urakkaneuvotteluvaiheessa.

Ensimmäisen urakkatarjouskilpailun ja käytyjen urakkaneuvottelujen jälkeen työtilausta ei tehty taloyhtiön päätöksestä. Tarjouksia pyydettiin uudestaan keväällä 2015. Toisella tarjouspyyntökerralla korjaustyön sisältö rajattiin Talon 2 alapohjatilan korjaustöihin, siihen liittyviin sähkötöihin ja rakennuksen pohjoisen puoleisen seinän salaojitukseen. Tarjouskilpailun urakkaneuvottelut johtivat työtilaukseen ja urakka toteutettiin kesällä 2015.

6.5.2 Työvaiheet

Alapohjatilan korjaustyön korjausvaiheet:

- Työmaan perustaminen
    - Suoja-aitojen rakentaminen ja ulkopuolisten pääsyn estäminen työmaa-alueelle.
    - Jätekonttien sijoittelu piha-alueelle
    - Aloitusilmoitukset asukkaille
    - Aloituskokous
- Oviaukon avaaminen alapohjatilaan
- Läpivientien tiivistykset
- Purkutyöt ja siivoukset
    - Katto- ja putkieristeiden poisto
    - Rakennusjätteiden siivous
    - Purkamattomien muottilautojen poisto
- Ulkopuolisen kaivannon avaus salaojitusrakenteita varten
- Maapohjan puhdistus kalliopintaan saakka suurtehoimuroinnilla
- Maapohjan vesipesu painepesurilla
- Vesien kulkureitin avaus osastoivien veden virtaukseen nähden poikittaisten väliseinien ala-reunaan poraamalla
- Suodatinkankaan asennus kallion päälle ja nosto eteläseinän louhepenkalle
- Vesipestyn sepelin puhallus kapillaarikatkokerrokseksi
- Eristekerroksen asennus kapillaarikatkokerroksen yläpintaan
- Pintakerroksen rakennus vesipestystä sepelistä
- Uusien putki- ja kattoeristeiden asennus
- Ulkopuolisen salaojituksen rakentaminen
- Palo-oven asennus
- Sähkötyöt
    - Valaistuksen ja pistorasioiden rakentaminen jokaiseen tilaan
    - Vanhojen sähkökaapeleiden kannakointi seinälle
- Lisätyöt:
    - Eteläpuolella sijaitsevan pintavesikaivon purkuputken rakentaminen alapohjatilan kautta purkupaikkaan metsän laitaan
    - Kaikkien kattoeristeiden uusinta
    - Vettä keräävien painanteiden täyttö betonoimalla
    - Kallion timanttiurien sahaus vesien kulkureitiksi ulkopuolisessa kaivannossa
    - Putkien kannakoinnin uusinta
    - Vuotavien viemäriliitosten korjaukset

6.5.3 Rakennustekninen valvonta

Rakennusteknisestä työmaavalvonnasta vastasi opinnäytetyön tekijä Valtteri Perälahti. Kohteessa pidettiin työmaakokouksia sovitusti yhteensä 2 kpl. Lisäksi työn päätyttyä pidettiin vastaanottotarkastus. Työn aikana tehtiin valvontakäyntejä lähes päivittäin työvaiheista riippuen. Urakoitsija oli myös oma-aloitteisesti yhteydessä kohteen valvojaan kaikissa ongelmatapauksissa. Ongelmat hoidettiin hyvässä yhteishengessä ja rakennustyö eteni suunnitellussa aikataulussa. Kohteeseen esitetyt lisätyöt hyväksyttiin yhteiskatselmuksissa taloyhtiön edustajien läsnä ollessa. Lisätöihin oli osattu varautua ennakkoon ja työn edistyminen oli kaikkien osapuolten edun mukaista. Lisätöistä päättäminen sujui tehokkaasti ennalta sovittujen periaatteiden mukaisesti. Valvojalla oli oikeus päättää pienistä lisätöistä työn sujuvuuden varmistamiseksi. Taloyhtiön edustajat tekivät yhdessä taloyhtiön hallituksen kanssa päätökset suurempien lisätöiden tilaamisesta.

Valvontatyö sisälsi työmaakokousten valmistelun, esityslistojen ja pöytäkirjojen laadinnan. Työmaavalvontakäynneillä varmistettiin, että rakennustyö tehdään teknisesti, laadullisesti ja kustannuksiltaan urakkasopimuksen ja tarjouspyyntöasiakirjojen mukaisesti. Lisäksi valvontatyön tehtäviin kuului tilaajalle tiedottaminen häiriöistä, aikataulusta ja lisätöistä, työturvallisuuskoordinaattorin tehtävät, urakoitsijan laskujen tarkastus, vastaanottotarkastuskokous ja taloudellisen loppuselvityksen valmistelu. Rakennusurakoitsijalla oli nimettynä oma työnjohto, joka vastasi urakan työnohjauksesta, työsuorituksista ja työturvallisuudesta.

Pidetyistä työmaakokouksista laadittiin pöytäkirjat, jotka lähetettiin tarkastettavaksi sähköpostitse kaikille osapuolille. Pöytäkirjat hyväksyttiin aina seuraavassa työmaakokouksessa. Vastaanottotarkastuksessa käytiin läpi taloudellinen loppuselvitys, joka oli ennakkoon valmisteltu työmaan aikaisen huolellisen kustannuskirjanpidon avulla.

Työmaalla tehtiin työturvallisuusmittauksia viikoittain ja työmaalla pidettiin erinomaisesti huolta työntekijöiden työturvallisuudesta. Työntekijöillä oli asianmukaiset henkilösuojaimet ja kaivannot oli asianmukaisesti suojattu koko työmaan ajan. Yhtään tapaturmaa ei sattunut korjaustyön aikana.

Työmaasta pidettiin työmaapäiväkirjaa työn edetessä. Kohteen työvaiheista otettiin runsaasti valokuvia myöhempää tarkastelua varten. Sisäpuoliset rakenteet toteutettiin hyvin säntillisesti suunnitelmien mukaan. Purkuputkien linjauksiin tehtiin muutoksia kalliopinnan syvimmän kohdan mukaan. Kohteeseen asennetuista kaivoista ja putkista tehtiin urakoitsijan tekemien mittausten perusteella ”As Built” -toteutumakuva. Pohjoisseinään avattu oviaukko piirrettiin rakennuksen julkisivukuvaan, ja kuva toimitettiin Kotkan rakennusvalvontaan arkistoitavaksi.

6.5.4 Korjaustyön aikaiset ongelmakohdat

Kohteen rakennustyöt sujuivat verrattain hyvin työn vaativuus huomioon ottaen. Oviaukon avaaminen eristettyyn betonielementtiseinään oli haasteellista. Raudoitusverkot ja kaksikerroksinen rakenne oli paksu, eikä timanttileikkauksella päästy suoraan elementin läpi. Aukon avaamisessa turvauduttiin betonikerrosten piikkaamiseen (kuva 42).

Kuva 42. Uuden oviaukon avaus alapohjatilaan pohjoisseinälle.

Alapohjatilan kosteat ja lämpimät olosuhteet olivat erittäin haasteellisia purkutyöntekijöille. Kaikki purku- ja siivousjäte oli kuljetettava miestyövoiman avulla pois alapohjatilasta. Henkilösuojainten käyttö oli välttämätöntä pölyn ja mikrobikasvustojen aiheuttaman terveysriskin takia. Katon eristeiden poistaminen oli fyysisesti erittäin rankkaa. Kattoeristeiden kiinnitysliiman irti saaminen ontelolaattojen alapinnasta osoittautui erittäin vaativaksi. Urakoitsija poisti kokeeksi liimaa paineilmatoimisella petkeleellä, mutta työ osoittautui erittäin hitaaksi ja raskaaksi. Liiman poisto päätettiin jättää tekemättä. Kuvassa 43 näkyy kattoeristeiden paikalleen jätettyjä liimakohtia.

Alapohjatilaan suunniteltua vesipestyä sepeliä ei ollut saatavilla Kotkan seudulta. Sepelit tilattiin sopivissa erissä kasettirekka-autokuljetuksilla Helsingin seudulta. Sepeli välivarastoitiin taloyhtiön sisäpihan asfalttipintaukselle (kuva 44), josta se imettiin suurtehoimuriauton säiliöön puhallusta varten.

Kuva 43. Sisäpuolen kunnostustöissä katto- ja putkieristeet poistettiin muiden siivoustöiden yhteydessä. Kattoeristeiden liimaa yritettiin poistaa paineilmapetkeleen avulla. Liima päätettiin jättää ontelolaattojen alapintaan suuren työmäärän takia.

Kuva 44. Vesipesty sepeli välivarastoitiin piha-alueelle. Sepeli imettiin kasalta suurteho imu-/puhallusauton säiliöön ja puhallettiin alapohjatilaan tuuletusputkien aukoista.

Kalliopinnassa esiintyvät vettä keräävät painanteet puhdistettiin maa-aineksista ja kolot betonoitiin lisätyönä. Rakennuksen ulkopuolisen salaojakaivannon pohjalla kalliota leikattiin timanttisahauksen avulla ja vesiurat lohkottiin vesien pois johtamiseksi painanteista (ks. kuva 45). Timanttisahaus hidasti ulkopuolisen salaojituksen toteuttamista.

Kuva 45. Ulkopuolisen salaojakanaalin vettä padottavat kalliomuodot leikattiin auki timanttisahauksen avulla.

Vanhojen kattoon kannakoitujen viemäriputkien uudelleenkannakointi ja eristäminen olivat työläitä putkilinjojen määrän takia. Putkien tiivisteiden vuotokohdat korjattiin uusimalla putkiyhteitä. Vanhanaikaisiin putkiliitoksiin vaihdettiin tiivisteitä, joita piti tilata erikoistilauksena.

6.6 Lopputulos ja jälkiseuranta

Kaikki osapuolet olivat tyytyväisiä työn lopputulokseen ja korjaustyön etenemiseen ennalta sovitussa aikataulussa. Kohteen vastaanottotarkastuksessa ei havaittu mitään virheitä tai puutteita työn suorituksessa. Kohteessa tehtiin vuositarkastuskatselmus yhdessä urakoitsijan, tilaajan edustajien ja kohteen valvojan kesken syyskuussa 2016. Alapohjatilan olosuhteet oli aistinvaraisesti erittäin hyvät ja todettiin, ettei alapohjatila aiheuta enää sisäilmaongelmariskiä rakennuksen muihin tiloihin. Korjaustyön takuutarkastus pidetään kesän 2017 lopulla.

Piha- ja pysäköintialueille suunnitellut muut korjaustyöt jäävät vielä odottamaan toteutusta. Taloudellisista syistä kaikkia suunniteltuja korjaus- ja saneeraustöitä ei tehty kerralla. Suunnitelmat ovat valmiina toteutusta varten ja korjausten tarve on tiedossa. Taloyhtiö voi laatia pitkän tähtäimen suunnitelman huolto- ja korjaustöiden toteuttamisesta. Pinta- ja vajovesien aiheuttama kosteusrasitus on siis edelleen jatkuvaa. Alapohjatilan korjaus oli kiinteistön korjaustöistä kuitenkin selvästi kiireellisin ja se toteutettiin hyvin tuloksin.

Korjaustyön eri työvaiheiden valokuvat on esitetty tämän opinnäytetyön valokuvaliitteessä. (liite 1, kuvat 46–107)

7 Yhteenveto

Asuinkerrostalokiinteistöiden korjaustöiden tarve ilmenee usein vasta asukkaita häiritsevien ongelmien ilmettyä. Esimerkkikohteessa asuinviihtyvyyttä häiritsi huono sisäilman laatu sekä kellarikerroksessa havaitut halkeamavauriot ja irronneet pinnoitemateriaalit. Myös piha-alueilla rankkasateiden aikana esiintynyt vesien lammikoituminen antoi aihetta ongelmien selvittämiseen. Ongelmat aiheutuivat maaperän kosteudesta, puutteista pintavesien ohjaamisessa, salaojituksen puuttumisesta, alapohjatilan tuuletuksen puuttumisesta ja rakennusaikaisesta välinpitämättömyydestä. Korjauskohteen kallioinen tontti aiheutti erityisiä haasteita toimivien rakenteiden suunnitteluun. Työn tutkimusvaiheessa selvisi huonokuntoisen alapohjatilan olemassaolo. Suunnitellut tutkimukset antoivat riittävät lähtötiedot suunnittelua varten ja suunnitelmien kokonaissisältö sovittiin taloyhtiön edustajien kanssa hyvässä yhteisymmärryksessä. Tutkimus- ja suunnittelutyöt etenivät ennalta sovitussa aikataulussa. Suunnitelmat ja tutkimusten perusteella esiin nousseet ongelmat esiteltiin koko laajuudessaan taloyhtiön yhtiökokouksessa. Tiedonkulku ja asioiden ymmärtäminen ovat oleellisen tärkeitä oikeiden päätösten teossa. Taloyhtiöiden korjausrakennustöitä varten asiantuntijat ohjaavat päätöksentekoa oikeaan suuntaan, mutta eivät ole tekemässä lopullista päätöstä korjaustöihin ryhtymisestä. Päätöksen tekijöillä tulee olla käytössään riittävät tiedot tutkimustuloksista, rakenteiden nykytilasta, havaituista ongelmista ja suositeltavista korjaustöistä sisältäen kuvauksen korjaustöiden vaikutuksesta kiinteistön elinkaareen. Tulevien korjaustöiden kustannukset ovat merkittävässä roolissa päätettäessä, mihin korjaustyöhön ryhdytään ja missä laajuudessa. Vanhojen rakennusten korjaamista tulisikin suunnitella vuosia eteenpäin, jotta korjaustöiden kustannukset eivät nousisi kerralla liian suuriksi.

Tuulettuvien alapohjien ongelmat aiheutuvat pääosin riittämättömästä tuuletuksesta, salaojituksen puuttumisesta, maapohjan ja ympäröivien pintavesien aiheuttamasta kosteusrasituksesta sekä orgaanisten materiaalien mikrobikasvustoista. Liiallinen kosteus on pääsyyllinen ongelmien syntymiseen. Alapohjatilan olosuhteita voidaan parantaa: tehostamalla tilan tuuletusta, huolehtimalla salaojituksen toimivuudesta, estämällä kapillaarinen veden nousu rakenteisiin, poistamalla orgaaniset materiaalit tilasta, estämällä maakosteuden haihtuminen tilaan sekä lämpöeristämällä kylmä maapohja tuuletustilasta. Kaikki läpivientireiät ja muut ilman kulkureitit rakennuksen muihin tiloihin tulee tiivistää.

Opinnäytetyöhön kootut tutkimus-, suunnittelu- ja toteutusvaiheiden monipuoliset ohjeistukset toimivat hyvänä rakenteena vastaavanlaisten kohteiden tutkimus- ja suunnittelutöissä. Korjausrakennustöiden suunnittelijan kokemus karttuu jokaisen erilaisen suunnittelukohteen ansiosta. Jokaisesta tehdystä työstä oppii jotakin uutta. Tutkimusvaiheessa tulee olla riittävän utelias, jotta kaikki oleelliset tiedot saadaan selville. Vallitsevia olosuhteita ja tutkimusten avulla saatuja tietoja on tar-

kasteltava kokonaisuutena oikeiden korjaustoimenpiteiden arvioimiseksi. Korjaustöiden suunnitelmissa on hyvä esittää työkokonaisuus mahdollisimman perusteellisesti, jotta toteutusvaiheen lisätöihin osataan varautua jo ennalta. Työn esimerkkikohteessa lisätöihin osattiin varautua hyvin jo suunnitteluvaiheessa. Tutkimustöistä saatiin riittävät lähtötiedot urakan suunnittelua ja toteuttamista varten. Kaikki tarpeelliset lisätyöt tehtiin asianmukaisesti korjaustyön aikana ja päätöksenteko niiden toteuttamisesta oli helppoa.

Alapohjatilan korjaustyössä toteutettu kokonaisuus noudatti nykyrakentamiselle annettuja ohjeita ja laatumääräyksiä. Työn lopputuloksena rakennuksen alapohjatilasta ei enää ole aiheutunut ongelmia rakennukselle tai kiinteistössä asumiselle. Korjaustyö lisäsi rakennuksen käyttöikää ja oli hyvä alku taistelussa kiinteistössä havaittuja ongelmia vastaan.

Lähteet

Hietavirta, Jukka, Hokkanen, Janne, Niskanen, Toivo, Patrikainen, Harri & Päivärinta, Keijo. 2015. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2015. Helsinki: Rakennusalan Kustantajat.

Hänninen, Pekka. 1991. Maatutkaluotaus maaperägeologisissa tutkimuksissa. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.

Betonista kallis lasku. 2011. Kotimaan uutinen 7.8.2011. Sanomalehti Kaleva. <http://www.kaleva.fi/uutiset/kotimaa/betonista-kallis-lasku/428143/>

Koponen, Leevi. 2014. Maatutkaluotaaja, Geo-Work Oy, Helsinki. Keskustelu 19.3.2014.

KorjausRYL-esite. 2016. Verkkodokumentti. Rakennustieto Oy. <https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5duD2RhbP/0B5t4X4Af/KorjausRYL_esite.pdf>. Luettu 13.10.2016.

Koski, Hannu. 2013. Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan. Verkkodokumentti, Putusa-tutkimushanke. VTT, Itä-Suomen yliopisto & Työterveyslaitos. <http://www.strong.fi/upload/esiteet/ohjeita-korjausrakentamisen-polyntorjuntaan--putusa---laaja.pdf>. Luettu 15.10.2016

Mäkiö, Erkki, Malinen, Maarit, Neuvonen, Petri, Vikström, Kari, Mäenpää, Risto, Saarenpää, Jukka & Tähti, Esko. 1994. Kerrostalot 1960-1975. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Neuvonen, Petri & Hieta-Wilkman, Sinikka. 2015. Kerrostalot 1975-2000. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Outinen, Katja. 2014. Esitysmateriaali. Kosteusmääräysten uudistuminen, Rakennusaikainen kosteudenhallinta -seminaari. Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto 9.10.2014.

Rakennusvalvontaviranomaisen tehtävät. 2007. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

Rantamäki, Martti & Tammirinne, Markku. 1979. Pohjarakennus 465. Helsinki: Otatieto

Rantamäki, Martti, Jääskeläinen, Raimo & Tammirinne, Markku. 1979. Geotekniikka 464. Helsinki: Otatieto.

Ratu 82-0383. 2011. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Helsinki: Rakennustieto Oy

RIL 126-2009. 2009. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 127-2012. 2012. Rakennusten veden ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 234-2007. 2007. Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 250-2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 253-2010. 2010. Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 77-2005. 2005. Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Salkinoja-Salonen, Mirja. 2002. Mikrobiologian perusteita. Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos, Helsingin yliopisto.

RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Rakennustieto Oy

RT 83-11009. 2010. Alapohjarakenteita. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmaopas. 2016. Verkkodokumentti. Allergia- ja Astmaliitto ry ja Hengitysliitto ry <http://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/oppaat/sisailmaopas.pdf>.

SRMK C2. 1998. Kosteus, määräykset ja ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö.

STUK. 2016. Radon. Säteilyturvakeskuksen verkkosivusto. <http://www.stuk.fi/aiheet/radon>. Luettu 20.10.2016.

Terveelliset tilat. 2008. Terveelliset tilat -tietojärjestelmä. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat>

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. 1993. Helsinki: Tielaitos, Kehittämiskeskus.

Huuhka, Satu. 2012. Verkkoartikkeli. Kestävä lähiökorjaaminen, Osittainen purkaminen keinoksi lähiöiden muodonmuutokseen. Tampereen teknillinen yliopisto. <http://www.ara.fi/fi-FI/ARAtietopankki/Lahiokehittamisen_tietopankki/Kestava_lahiokorjaaminen/TTYn_verkkoartikkelit/Osittainen_purkaminen_keinoksi_lahioiden(381)>

Viitanen, Hannu. 2004. Betonin ja siihen liittyvien materiaalien homehtumisen kriittiset olosuhteet – betonin homeenkesto. VTT, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

Viitanen, Hannu, Vinha, Juha, Salminen, Kati, Ojanen, Tuomo, Peuhkuri, Ruut, Paajanen, Leena & Lähdesmäki, Kimmo. 2010. Tieteellinen artikkeli. Moisture and Bio-deterioration risk of building materials and structures. Journal of Building Physics.

Ympäristöopas 2016. 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. toim. Pitkäranta, Miia. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Ympäristöopas 28. 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöopas 29. 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Liitteet

Liite 1 Valokuvaliite: Valokuvat alapohjatilan korjaustyön vaiheista

Suunnitelma- ja tutkimuspiirustukset:

Liite 2 T1004-1 Tutkimuskartta
Liite 3 T1004-2_rev_A Pinnantasaus ja kuivatus
Liite 4 T1004-3 Perusmuurirakenteet
Liite 5 T1004-4 Maatutkaluotaukset
Liite 6 T1004-5 Ulkopuolinen salaojitus, Talon 2 alapohjatilan kunnostustyö
Liite 7 T1004-6 Perusmuurirakenteet, Talon 2 alapohjatilan kunnostustyö
Liite 8 Pohjapiirustus, Kellarin alapuolinen tila
Liite 9 Sähköpiirustus, SK1437-02 Asemakuva, maadoitus, autolämmitys ja pihavalaistus
Liite 10 Sähköpiirustus, SK1437-03 Maadoituskaavio
Liite 11 Sähköpiirustus, SK1437-04 Alapohja, Talo 2

Laboratoriotulokset:

Liite 12 Maanäytteiden laboratoriotulokset, rakeisuuskäyrät näytteistä:
KK9(0-0,5) ja KK9(0,5-1,0)

Valokuvaliite

Valokuvat alapohjatilan korjaustyön vaiheista.

Kuva 46. Työmaa-alue rajattiin suoja-aidoin ja suojattu jätekontti tuotiin työalueen lähelle.

Kuva 47. Uusi kulkuyhteys alapohjatilaan avattiin rakennuksen pohjoisseinälle.

Kuva 48. Tila alipaineistettiin ennen purku- ja siivoustöiden aloittamista.

Kuva 49. Purkutyö eteni käsityönä. Purkujätteet poistettiin tilasta uuden oviaukon kautta.

Kuva 50. Purkujätteet välivarastoitiin suojattuun jätekonttiin.

Kuva 51. Putkieristeiden poiston jälkeen vuotokohdat paikannettiin ja korjattiin.

Kuva 52. Vanhan sadevesien purkuputken kannakointi oli puutteellinen. Putki uusittiin korjaustöiden yhteydessä lisätyönä. Uusi putki asennettiin sepelikerroksen ja lämmöneristekerroksen sisään.

Kuva 53. Märkää liejuista maa-ainesta alapohjatilassa.

Kuva 54. Rakennuksen ulkopuolen seinusta kaivettiin salaojitusta varten auki pääosin kallioon saakka.

Kuva 55. Salaojituksen purkupaikka katselmoitiin kaivannon avaamisen jälkeen. Purku toteutettiin kalliopinnan alimmassa paikassa.

Kuva 56. Alapohjatilasta oli riittävästi vesien kulkureittejä ulkopuoliseen salaojitukseen.

Kuva 57. Vettä kertyi ulkopuoliseen salaojakaivantoon kalliota pitkin valuvista vajovesistä aina sateiden jälkeen. Kaivantovedet päätettiin ohjata pois kaivannosta avaamalla purkuputken kaivanto työn keskivaiheilla.

Kuva 58. Salaojakaivannossa oli vettä kerääviä kalliopainanteita. Ympärysmaat oli huonosti vettä läpäiseviä savi- ja silttimaita.

Kuva 59. Kulkuyhteys alapohjatilasta ulkopuoliseen salaojitukseen aukesi jokaisesta alapohjatilan osastosta. Ilmastointiaukot porattiin seinäelementin läpi tuuletuksen parantamiseksi.

Kuva 60. Salaojituksen ja sadevesiviemärien purkukaivanto avattiin kalliopinnan alimmasta kohdasta.

Kuva 61. Rakennuksen länsiosassa ei ollut avointa alapohjatilaa ja perustukset porrastuivat ylemmälle tasolle. Kalliopinta nousi lännen suuntaan.

Kuva 62. Eteläseinällä sijaitsevan louhetäytön pinnasta imuroitiin rakennusjätteet ja pilaantunut pintamaa-aines pois. Muuten louhetäytöt jätettiin paikalleen tukemaan etelänpuoleisia maakerroksia.

Kuva 63. Tuuletusputkille avattuja aukkoja hyödynnettiin suurtehoimuroinnissa eri osastoissa.

Kuva 64. Painepesurilla pesty kalliopinta vietti pohjoisen suuntaan salaojitukseen päin.

Kuva 65. Vesien kulkuun nähden poikittaisten väliseinien alapintaan porattiin reikiä vesien kulkureitiksi.

Kuva 66. Louhetäyttö pintamaiden ja rakennusjätteiden poiston jälkeen.

Kuva 67. Tuuletusputken aukko avattu puhdistetun louhepenkan päälle etelän suuntaan.

Kuva 68. Vesien kulkureitti seinäelementin alapuolelta ulkopuoliseen salaojaan.

Kuva 69. Tilan sisäilmanlaatu oli hyvä puhdistustöiden valmistuttua. Tila tuulettui tehokkaasti kallion ja seinäelementtien välisistä aukoista.

Kuva 70. Viemäriputkien kannakointi oli riittämätön ja kannakointi päätettiin uusia kokonaan lisätyönä.

Kuva 71. Vettä kerääviä painanteita esiintyi kalliossa neljässä paikassa. Kohdat puhdistettiin maa-aineksista ennen betonointia.

Kuva 72. Vettä keräävän painanteen puhdistus betonointia varten.

Kuva 73. Maapohjan puhdistus eteni hitaasti osastoittain. Maa-ainekset poistettiin suurtehoimuroinnin avulla.

Kuva 74. Ulkopuolinen salaojakaivanto puhdistettiin viimeisenä.

Kuva 75. Patolevy asennettuna perusmuurin suojaksi.

Kuva 76. Purkuputkikaivannossa täytöt tehtiin salaojasepelistä, jotta kalliopohjainen kaivanto kuivattuisi mahdollisimman hyvin. Putket vietiin sepelitäytön sisällä purkupaikkaan kaupungin metsäalueen laitaan.

Kuva 77. Ulkopuolisen salaojituskaivannon pohjalle asennettiin N3 sovellusluokan kuitukangas.

Kuva 78. Salaojituksen alkupään tarkastus-/huoltokaivo ennen täyttöjä.

Kuva 79. Seinän vierelle asennettiin routaeristeet huolellisesti koko kaivannon matkalle.

Kuva 80. Ulkopuolinen salaojitus liittyi saumattomasti alapohjatilan kapillaarikatkokerrokseen.

Kuva 81. Kalliopohjan päälle asennettiin suodatinkangas ennen sepelitäyttöjen tekoa. Kangas nostettiin eteläseinän louhepenkan päälle, jotta hienorakeiset maa-ainekset eivät pääse liikkumaan vajovesien mukana.

Kuva 82. Vettä keräävän painanteen betonoinnilla ohjattiin pintavaluntavedet salaojitukseen.

Kuva 83. Suurtehopuhallus käynnissä sepelitäytön rakentamisvaiheessa.

Kuva 84. Vesipestyn sepelin puhallustyö käynnissä.

Kuva 85. Viemäriputkien tarkastuskannet jätettiin esiin eristyksestä.

Kuva 86. Uudessa putkien kannakoinnissa kannakkeita asennettiin jokaisen liitoksen ja mutkan molemmille puolille riittävän tiheästi.

Kuva 87. Kaikki putkieristeet uusittiin. Sepelitäytön sisälle menevä sadevesiviemäri uusittiin lisätyönä.

Kuva 88. Kapillaarikatkokerroksen päälle asennettiin Finnfoam -eristekerros kylmän kalliopohjan lämmöneristeeksi ja vajovesien haihtumisen estämiseksi.

Kuva 89. Lisätyönä rakennettu uusi sadevesiputki kannakoitiin alapohjatilan seinälle.

Kuva 90. Sadevesiputki eristettiin huolellisesti jäätymisen estämiseksi.

Kuva 91. Uudet ilmastointikanavat avattiin timanttiporauksen avulla eristettyyn betonielementtiseinään.

Kuva 92. Uusi ilmastointiaukko valmiina.

Kuva 93. Ilmastointiritilät ulkopuolen sokkelissa. Ritilät asennettiin yli 150 mm korkeuteen maanpinnasta.

Kuva 94. Ulkopuolen maanpinta muotoiltiin viettämään poispäin rakennuksesta.

Kuva 95. Osa takapihasta jätettiin mursketäytölle ja osa rakennettiin nurmipintaiseksi.

Kuva 96. Sähköasennukset tehtiin kattoon kiinnitettyihin metallisiin sähkökouruihin.

Kuva 97. Läpiviennit tiivistettiin palonkestävällä polyuretaanilla. Yläpuolelta tiivistys viimeisteltiin elastisella massalla.

Kuva 98. Tiivis kattoeristys valmiina.

Kuva 99. Alapohjatilaan rakennetut sähköt asennettiin sähkökourujen avulla katoon ja seinille.

Kuva 100. Eteläseinän puolelle rakennettiin uudet tuuletusputket.

Kuva 101. Talon pääsähkönsyöttö- ja telekaapelit kannakoitiin seinälle kaapelisillan päälle.

Kuva 102. Oven sisäpuoliset peitelistat valmiina. Valokytkin ja pistorasia asennettiin oven viereen.

Kuva 103. Palo-ovi tiivistettiin palonkestävällä polyuretaanivaahdolla ja lukko sarjoitettiin huoltoavaimeen sopivaksi.

Kuva 104. Valmis kattoeristys, putkieristys ja pintasepelöinti vanhan kulkuaukon kohdalla.

Kuva 105. Lisätyönä rakennetun sadevesiviemärin purkupaikka. Putki johtaa eteläpihan sadevesikaivosta pintavesiä pois rappukäytävien edestä. Kaivon aikaisempi purkuputki johti vesiä rakennuksen alle.

Kuva 106. Vuositarkastuksessa nurmipinnat olivat lähteneet kasvamaan ja tehdyt korjaukset todettiin toimiviksi.

Kuva 107. Purkupaikan kivivuoraus estää pintamaiden eroosion.

N6708400
E2749700
N6708400
E2749800
N6708300
E2749700
Monikulmiopiste+26.85
N:o2890
KK1
KK2
KK3
KK4
KK5
KK6
KK7
KK8
KK9
+28.55
+29.00
+29.73
+30.09
rummun pää+25.44
rummun pää+27.15
Ilmanvaihtoputki
Korkeuspiste +28.50
Korkeuspiste +29.50
Syöksytorvi
Lattiataso+29.02
Lattiataso+29.01
Lattiataso+29.00
Lattiataso+30.09
Lattiataso+30.10
svr+28.85
POHJA+27.72
W(6.8.2013)=+28.14
svr+28.79
POHJA+27.17
W(6.8.2013)=+27.76
svr+28.79
POHJA+28.51
W(6.8.2013)=+28.64
svr+28.91
Jv+28.92
VJ+28.75
VJ+28.64
VJ+28.55
VJ+28.14
Asfaltin reuna
Kallion reuna
Kourun pohja
Autolämmitystolppa
Kivetyksen reuna
AVOKALLIO
PYSÄKÖINTIALUE
VELHONTIE
7980 m2
597 m2
2346 m2
2951 m2
3298 m2
3485 m2
30.470
TUTKIMUSAIKA: 15.-20.8.2013
MAASTOTYÖNJOHTAJA: VALTTERI PERÄLAHTI
MITTAUSTYÖT: JUKKA BUDDAS, ELIMÄEN MITTAUSPALVELU
KAIVINKONETYÖT: PETTERI HOVI, Tmi A.P.Hovi
MITTAUSTAPA: TAKYMETRIMITTAUS
KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ: ETRS-GK27
KORKEUSJÄRJESTELMÄ: N43
KORKEUSKIINTOPISTE: N:o2890 (Kotkan kaupunki)

REV	TEKIJÄ	PVM	MUUTOS

Kaupunginosa/Kylä: 15 Karhuvuori	Kortteli/Tila: 18	Tontti/rno: 9
Viranomaisten merkintöjä		
Rakennustoimenpide: Kuivatussuunnittelu	Piirustuslaji: Tutkimuspiirustus	Juoks.no
Rakennuskohde: KOTKAN SEUDUN TALOKESKUS OY As Oy Velhonkulma, kuivatussuunnittelu Velhontie 4, Kotka	Piirustuksen sisältö: Tutkimuskartta	Mittakaavat: 1:200
WALTEC	Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero: MKT T1004-1	Muutos
Päiväys 23.8.2013 Suunn. VPe Hyv.	Piirt. VPe Yhteyshenkilö V.Perälahti Tiedosto	Insinööritoimisto Waltec Ylätalonpolku 11 48710 Kotka Puh. 0400 387 529

N6708400
E2749170O
N6708400
E2749180O
N6708300
E2749170O
TALO 2
TALO 1
Purkupalkille kivipesä (eroosion estämiseksi)
Kokoojak. B1000
Nykyinen kaivo
PVK B600 Palopoddotus sa-tuloyhteeseen
SVTK M400
SVK B600
SOK M315
SV M110 0.011
SO M110 0.013
SO M110 0.006
SO M110 0.008
SV M160 0.007
SV M160 0.055
SV M315 0.020
SO M110 0.022
SV M160 0.077
SV M200 0.066
SV M200 0.069
SO M110 0.021
SO M110 0.014
SV M160 0.015
SO M110 0.010
SV M200 0.010
SV M110 0.905
SV M160 0.102
SO M110 0.011
SV M160 0.030
SV M200 0.078
Rännikaivojen putkille rakennetaan kulkuväylä kalliosta timanttisahaamalla ja lohkomalla (mikäli kallio esiintyy putkilinjalla)
Kaivon paikka tarkentuu kaivun yhteydessä (putkikanaali rak.välissä)
Nykyinen SVK
Reunakiven tilalle muotoillaan korotusreuna asfaltista
Kivetys säilytetään - hajonnut reunakivikulma korjataan
Vanha betonikouru säilytetään entisen mukaisena pintavesiä varten
Väestönsuojan poistumistien reunojen aukikaivu - perusmuurirakenteet kuten muualla
Reunimmaisten palkkojen leveys 2.75m muut palkat 2.55m leveitä
Uudet pihavalaisimet (4 kpl) - sähköistys erillisen suunnitelman mukaan
Nykyisten autolämmitystolppien siirto uusien parkkiruutujen mukaisesti - uudet kaapeloinnit sähkösuunnitelman mukaan
Liittymä levennetään
1 7980 m2
2 5971 m2
8 2346 m2
9 2951 m2
10 3298 m2
11 3485 m2
12 3485 m2
13 3298 m2
VELHONTIE

MERKINNÄT:

Asfaltoitavat alueet

Arvioidut louhittavat putkikanaalit

REV	TEKIJÄ	PVM	MUUTOS
A	VPe	25.3.2014	Lisätty huomautuksia, louhinta-alueita tarkennettu

Kaupunginosa/Kylä: 15 Karhuvuori | Kortteli/Tila: 18 | Tontti/rno: 9

Rakennustoimenpide: Salaojasaneeraus

Rakennuskohde: KOTKAN SEUDUN TALOKESKUS OY
As Oy Velhonkulma, kuivatussuunnittelu
Velhontie 4, Kotka

Viranomaisten merkintöjä

Piirustuslaji: Suunnitelmapiirustus | Juoks.no

Piirustuksen sisältö: Pinnantasaus ja kuivatus | Mittakaavat: 1:200

WALTEC

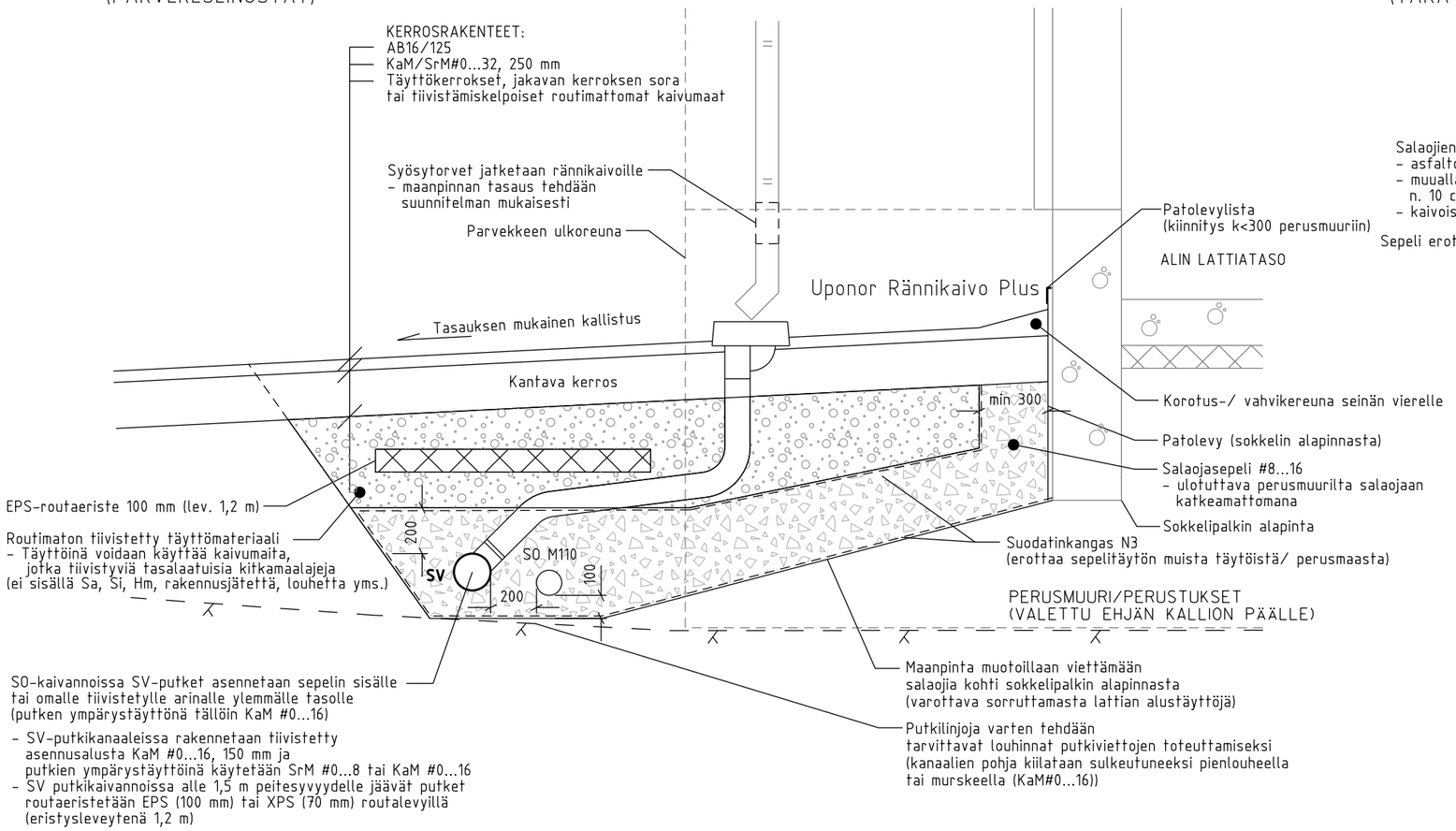
Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero: GEO T1004-2 | Muutos: A

Päiväys 23.10.2013
Suunn. VPe
Hyv.

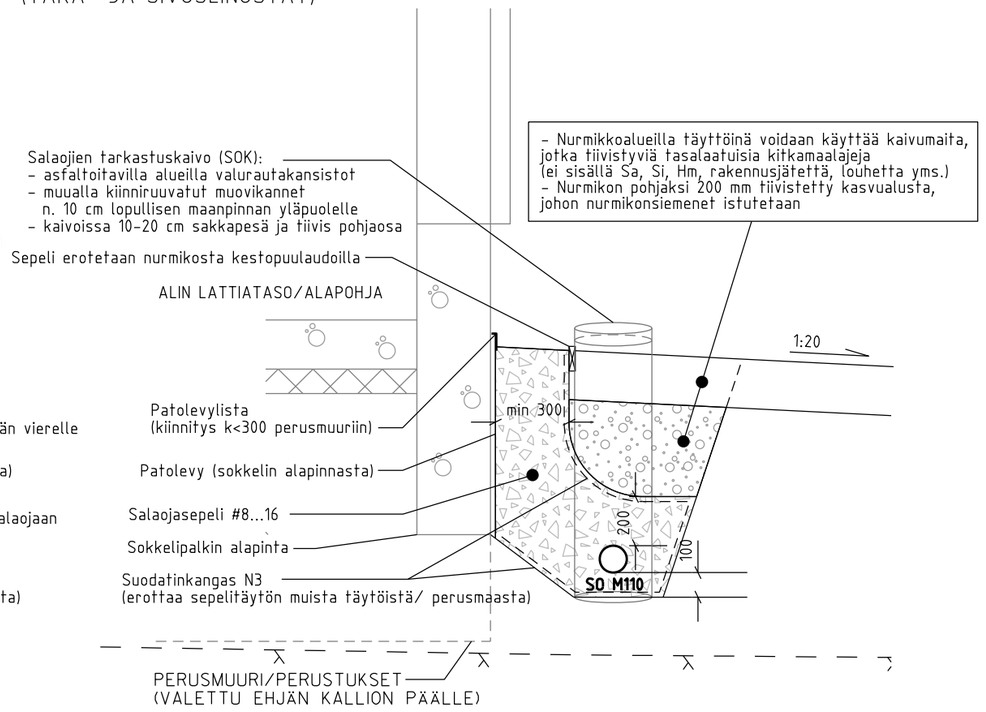
Piirt. VPe
Yhteyshenkilö V.Perälahti
Tiedosto

Insinööritoimisto Waltec
Ylätalonpolku 11
48710 Kotka
Puh. 0400 387 529

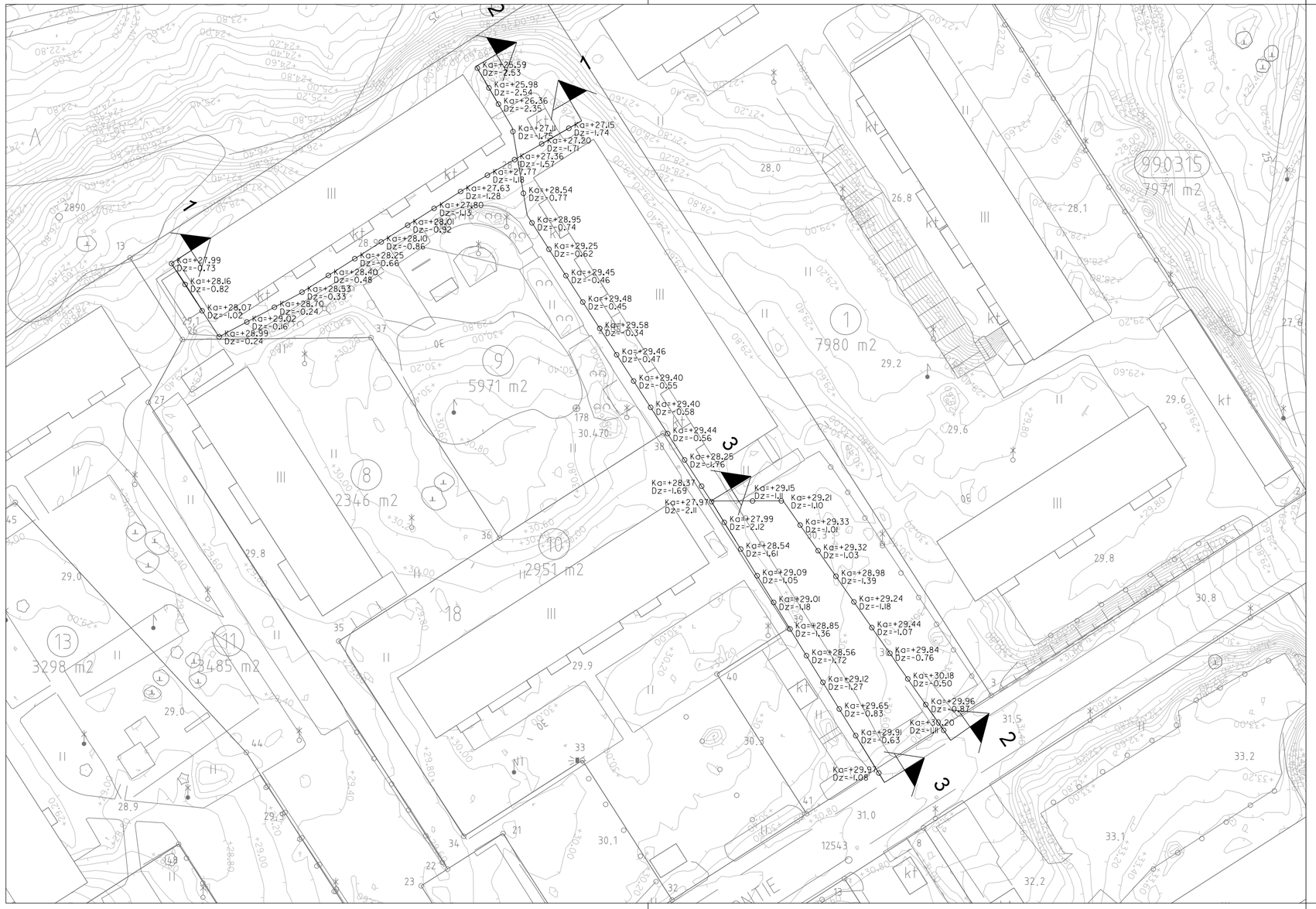
TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 1
(PARVEKESEINUSTAT)



TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 2
(TAKA- JA SIVUSEINUSTAT)



Kaupunginosa/Kylä 15 Karhuvauori	Kortteli/Tila 18	Tontti/rno 9	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide Salaojasaneeraus			Piirustuslaji Suunnitelmapiirustus Juoks.no
Rakennuskohde KOTKAN SEUDUN TALOKESKUS OY As Oy Velhonkulma, kuivatussuunnittelu Velhontie 4, Kotka			Piirustuksen sisältö Perusmuurirakenteet Mittakaavat 1:25
WALTEC			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero GEO T1004-3 Muutos
Päiväys 25.3.2014 Suunn. V.Perälahti Hyv.			Piirt. V.Perälahti Yhteyshenkilö V.Perälahti Tiedosto
			Insinööritoimisto Waltec Ylätalonpolku 11 48710 Kotka Puh. 0400 387 529



MERKINNÄT:

Ka=+29.24 Kalliopinnan korkeustaso (N43)
Dz=-1.18 Kallion syvyys kartoitetusta maanpinnasta
- Maanpinnan korkeuskäyrät (harmaalla)
(MML:n laserkeilausmateriaali)

TUTKIMUSAIKA: 19.3.2014
MAASTOTYÖNJOHTAJA: V.PERÄLAHTI
TUTKIMUSTAPA: MAATUTKALUOTAUS
MITTAUSTAPA: PÄÄPISTEET SIDOTTU RAKENNUKSIIN
KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ: ETRS-GK27 (Kotkan kaupunki)
KORKEUSJÄRJESTELMÄ: N43

Lisenssitiedot
Sisältää Maanmittauslaitoksen maastotietokannan 03/2014 aineistoa
Lisenssi: http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata lisenssi versio1 20120501

Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/rno
15 Karhuvuori	18	9

Viranomaisten merkintöjä

Rakennustoimenpide: Salaojasaneeraus

Piirustuslaji: Tutkimuspiirustus

Juoks.no

Rakennuskohde

KOTKAN SEUDUN TALOKESKUS OY
As Oy Velhonkulma
Velhontie 4, Kotka

Piirustuksen sisältö: Maatutkaluotaukset (kalliopinnan korkeustasot)

Mittakaavat: 1:500

WALTEC

Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero: GEO T1004-4

Muutos

Päiväys	25.3.2014	
Suunn.	V.Perälahti	
Hyv.		
Piirt.	V.Perälahti	
Yhteyshenkilö	V.Perälahti	
Tiedosto		

Insinööritoimisto Waltec
Ylätalonpolku 11
48710 Kotka
Puh. 0400 387 529

rummun pää+25.44

rummun pää+27.15

Ilmanvaihtoputki

SOK M315
27.66
26.00

Korkeuspiste +28.50

Väestönsuojan poistumistie

Nykyinen SV-purkuputki säilytetään
- putkieristeet uusitaan alapohjatilassa

SV M110 0.011

S0 M110 0.013

25.74

METSÄALUE (KOTKAN KAUPUNKI)

Purkuputki sijoitetaan kalliopinnan matalimpaan kohtaan.

26.70
25.80

25.80

25.80 SOK M315

TONTIN RAJA

S0 M110 0.006

28.80
25.95

SOK M315

TALO 2

Kalliopinta nousee talon kulman suuntaan

28.9

28.9

29,1
26

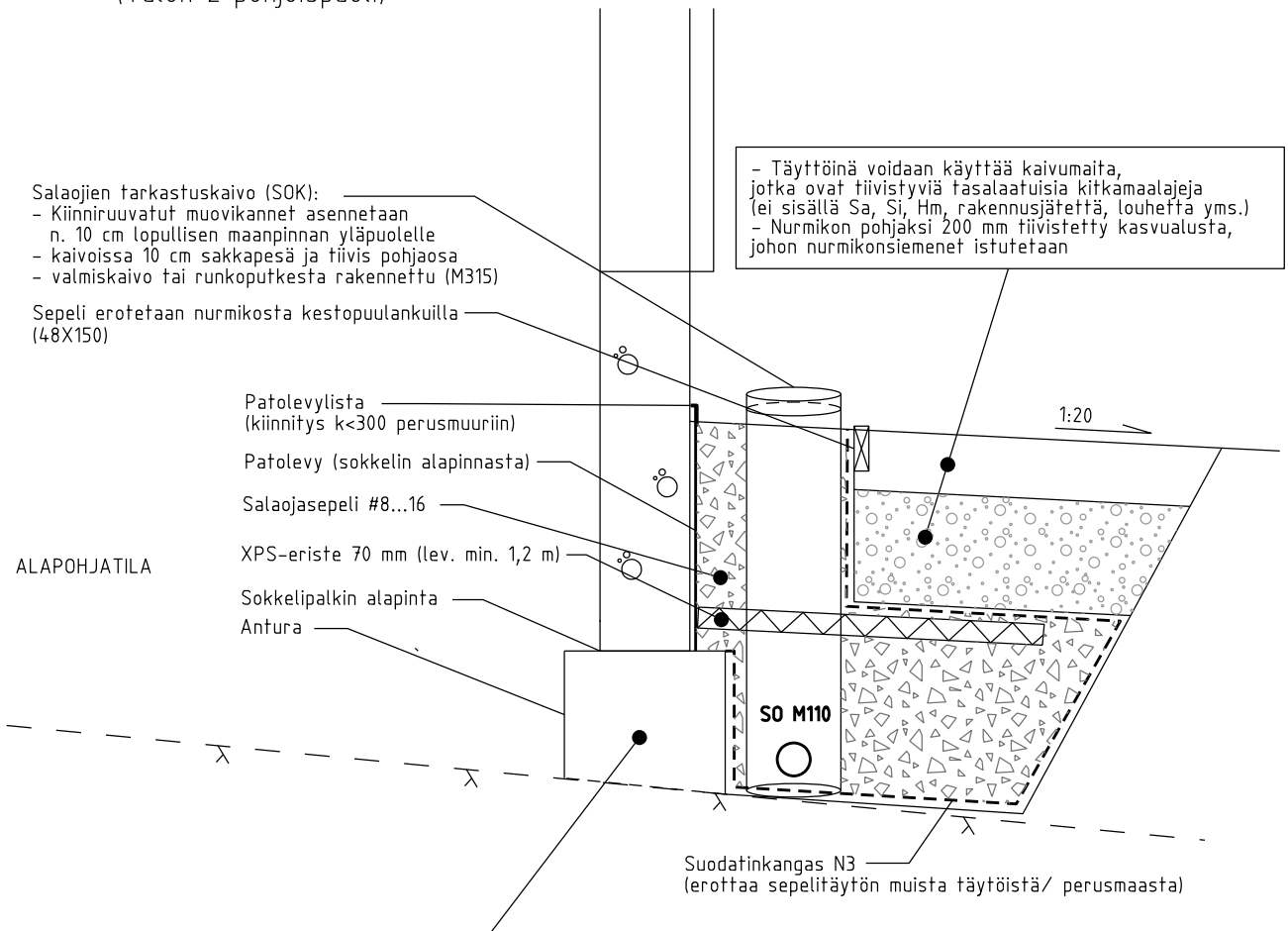
13

37

Kaupunginosa/Kylä 15 Karhuvuori	Kortteli/Tila 18	Tontti/rno 9	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide Ulkopuolinen salaojitus			Piirustuslaji Suunnitelmapiirustus Juoks.no
Rakennuskohde KOTKAN SEUDUN TALOKESKUS OY Asunto Oy Velhonkulma Velhontie 4, Kotka			Piirustuksen sisältö Ulkopuolinen salaojitus (Talon 2 alapohjatilan kunnostustyö) Mittakaavat 1:200
WALTEC			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero Muutos GEO T1004-5
Päiväys 20.2.2015 Suunn. V.Perälahti Hyv.			Piirt. V.Perälahti Yhteyshenkilö V.Perälahti Tiedosto

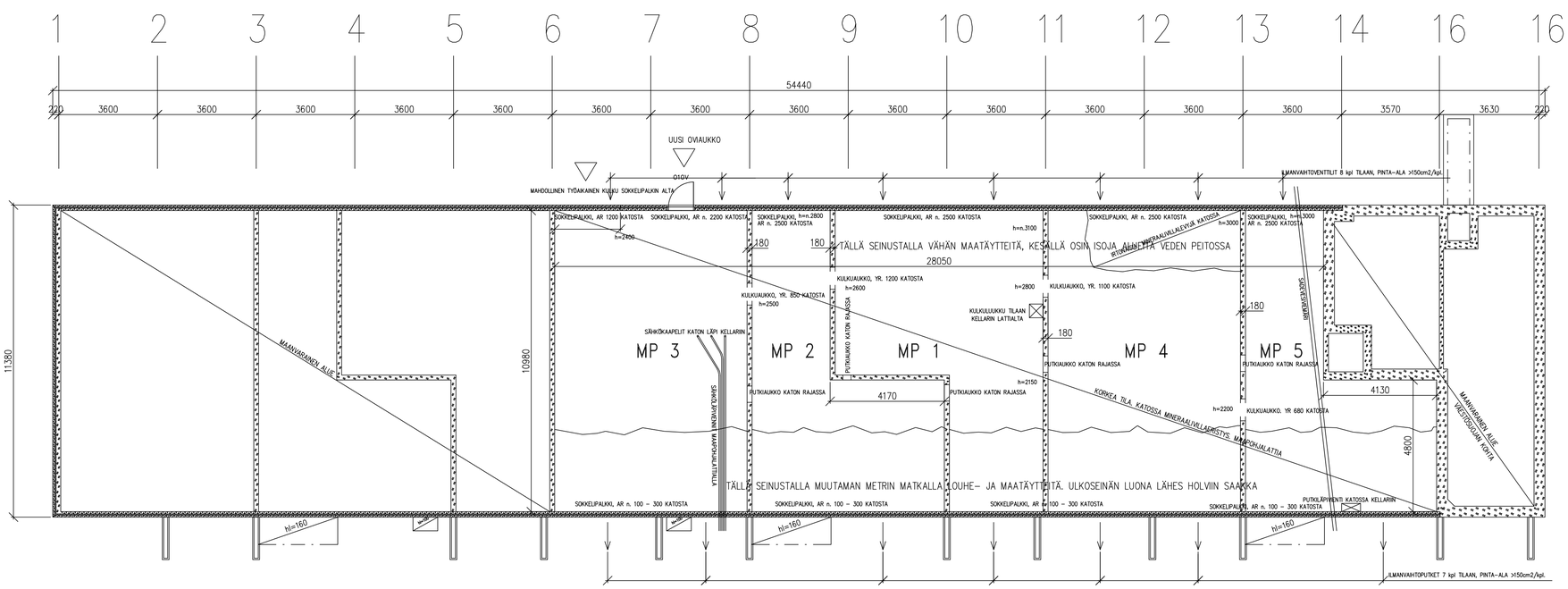
Insinööritoimisto Waltec
Ylätalonpolku 11
48710 Kotka
Puh. 0400 387 529

TYYPPIPOIKKILEIKKAUS
(Talon 2 pohjoispuoli)



PERUSTUKSET:
- Ulkoseinällä on erillisiä valettuja anturoita, joiden päällä seinän betonielementit lepää
- Sisäpuolella on kallion päälle paikallaanvalettuja väliseiniä
- Sokkelin alle rakennetaan sepelitäyttö kalliopintaan saakka (alapohjatilan salaojittava kerros yhdistyy ulkopuolisiin salaojiin)

Kaupunginosa/Kylä 15 Karhuvuori	Kortteli/Tila 18	Tontti/rno 9	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide Ulkopuolinen salaojitus			Piirustuslaji Suunnitelmapiirustus Juoks.no
Rakennuskohde KOTKAN SEUDUN TALOKESKUS OY Asunto Oy Velhonkulma Velhontie 4, Kotka			Piirustuksen sisältö Perusmuurirakenteet Mittakaavat 1:25
WALTEC			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero GEO T1004-6 Muutos
Päiväys 20.2.2015 Suunn. V.Perälahti Hyv.			Piirt. V.Perälahti Yhteyshenkilö V.Perälahti Tiedosto
			Insinööritoimisto Waltec Ylätalonpolku 11 48710 Kotka Puh. 0400 387 529



MAAPOHJAISELLA LATTIALLA ON RUNSAASTI PUUTAVARAA, JOKA ON OSITTAIN PAHOIN LAHONNUTTA.
TILASSA ON MYÖS RUNSAASTI IRRALLAAN OLEVIA MINERAALIVILLALEVYJÄ, VILLAPAKETTIEN MUOVEJA, VANHOJA RAKENNUSTARVIKKEITA, MUOTTILAUTOJA JA MUUTA ROSKAA.

TILASTA PUUTTUU TÄLLÄ HETKELLÄ ILMANVAIHTO. TILA ON ERITTÄIN KOSTEA RINNETTÄ MYÖTEN VALUVISTA SADEVESISTÄ JOHTUEN. SADEVESISTÄ MUODOSTUU TILAAN KESÄAIKANA SUURIA LAMMIKOITA, KOSKA VEDET EIVÄT PÄÄSE POISTUMAAN RIITTÄVÄN NOPEASTI RAKENNUKSEN TAKASIVUN TIIVIIN MAATÄYTTEEN AIHEUTTAMASTA HUONOSTA VEDENLÄPÄISYKYVYSTÄ JOHTUEN.

TILAN PINTA-ALA VÄLISEINÄT SISÄLTÄEN: 328 m2.
TILAN PINTA-ALA VÄLISEINÄT VÄHENNETTYNÄ: 319 m2.

TILAN TUULETUKSEN (ILMANVAIHDON) RAKENTAMINEN

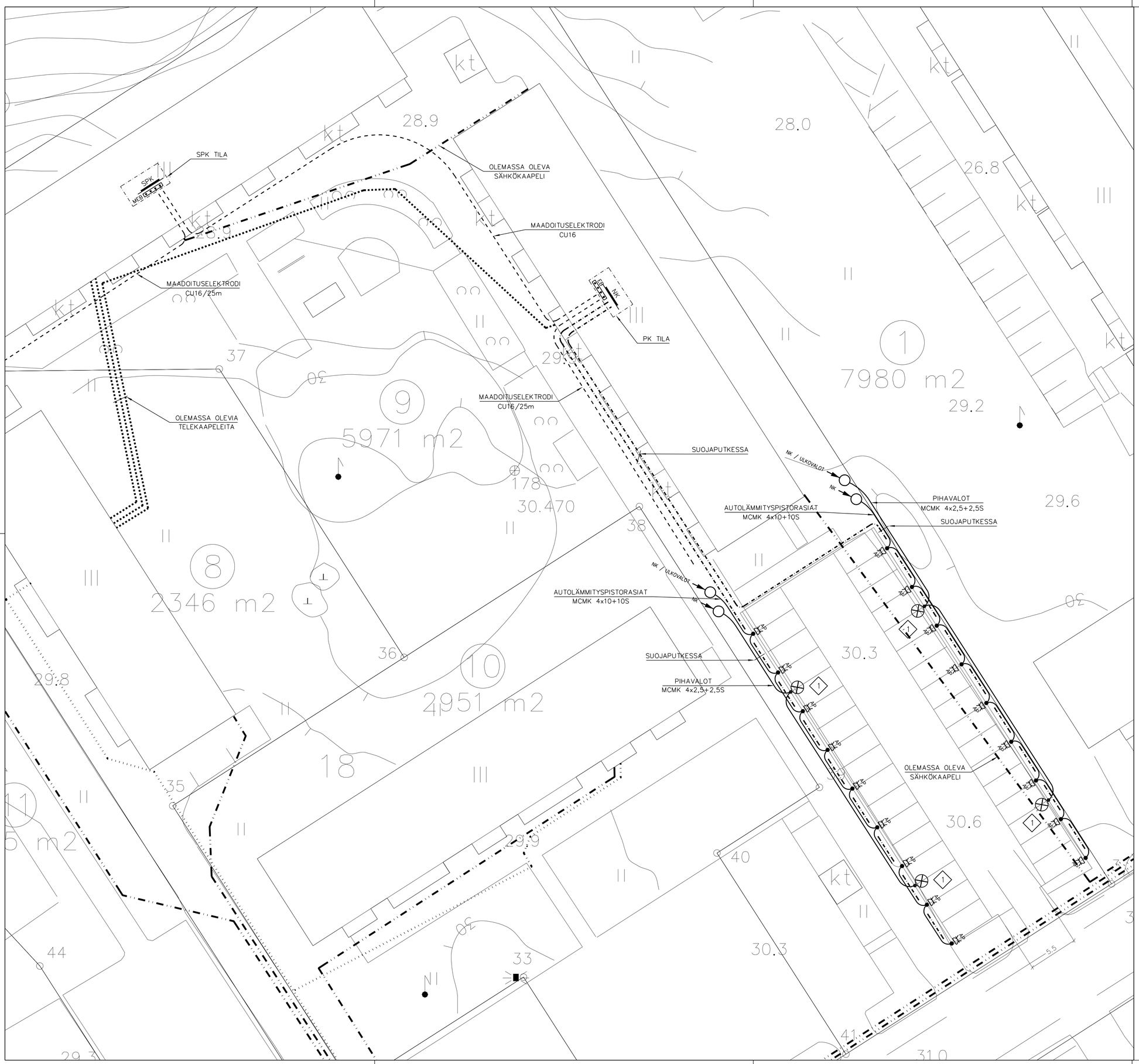
IV-VENTTIILIT:
Säleikkö US-AV 160, alumiinivalua. LVI-8813324

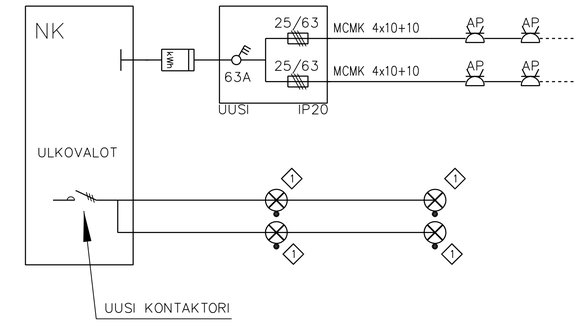
IV-PUTKET:
Vilpe Ross-tuletuspaaluja, tyyppi Ross-160

TAKAPIHAN PUOLEISEEN SOKKELIIN TEHDÄÄN AUKKO JA ASENNETAAN KULKUOVEKSI TILAAN UUSI TERÄSOVI LINJOJEN 7 JA 8 VÄLILLE.

TUNN. LUKUM. MUUTOS NIMIM. PVM

Kaupunginosa / Kortteli/tila / Tontti/nro: 15 KARHUVUORI 18 / 5	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide: PERUSKORJAUS	Piirustuslaji: TYÖPIIRUSTUS / Juoksu no
Rakennuskohde: ASUNTO OY VELHONKULMA Velhontie 4 48350 KOTKA	Piirustuksen sisältö: TALO 2 KELLARIN ALAPUOLINEN TILA POHJAPIIRUSTUS / Mittakaavat 1:100
Insinööritoimisto Lasse Kilpinen Oy Kallionlaki 3 48310 Kotka puhelin 0400 770 6654 lassekilpinen@kymp.net	Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero Muutos ARK 1 /
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja kouluttus: 8.4.2014 Lasse Kilpinen, RI	Yhteyshenkilö: Lasse Kilpinen / Tiedosto





4kpl
= EASYLED BOLL 400
ASENNUS UUTEEN 4m PYLVÄÄSEEN JA PERUSTUKSEEN
PYLVÄS JA PERUSTUKSET SU

18kpl
= NYKYINEN, SIIRRETTÄVÄ AUTOLÄMMITYSRASIA
UUSI TOLPPA JA JALUSTA SU

RU = RAKENNUSURAKOITSIJA
SU = SÄHKÖURAKOITSIJA
UUSI KAAPELINSUOJAPUTKITUS
UUSI KAAPELOINTI
UUSI MAADOITUSKAAPELOINTI

PIHA-ALUEEN NYKYISET KAAPELOINNIT RU TUTKAA
JA MERKITSEE ASEMAPIIRROKSEEN
NYKYISTEN KAAPELEIDEN SUOJAUS MAANRAKENNUSTÖIDEN
AJAKSI KUULUU RAKENNUSURAKKAAN
MAAKAAPELOINNIN SUOJAKOURUT HANKKII JA ASENTAA SU
MAAKAAPELOINNIN MERKKINAUHAN HANKKII JA ASENTAA SU

TELE / SÄHKÖ — SÄHKÖLAITOKSEN/PUHELINOPERAATTORIN TALOKAAPELIT (PIIRRETTY KAAPELIKARTOISTA, KAAPELINÄYTTÖ ENNEN MAANRAKENNUSTÖITÄ)

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Pvm

K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä
MUUTOS				SÄHKÖPIIRUSTUS

AS OY VELHONKULMA
VELHONTIE 4
48350 KOTKA

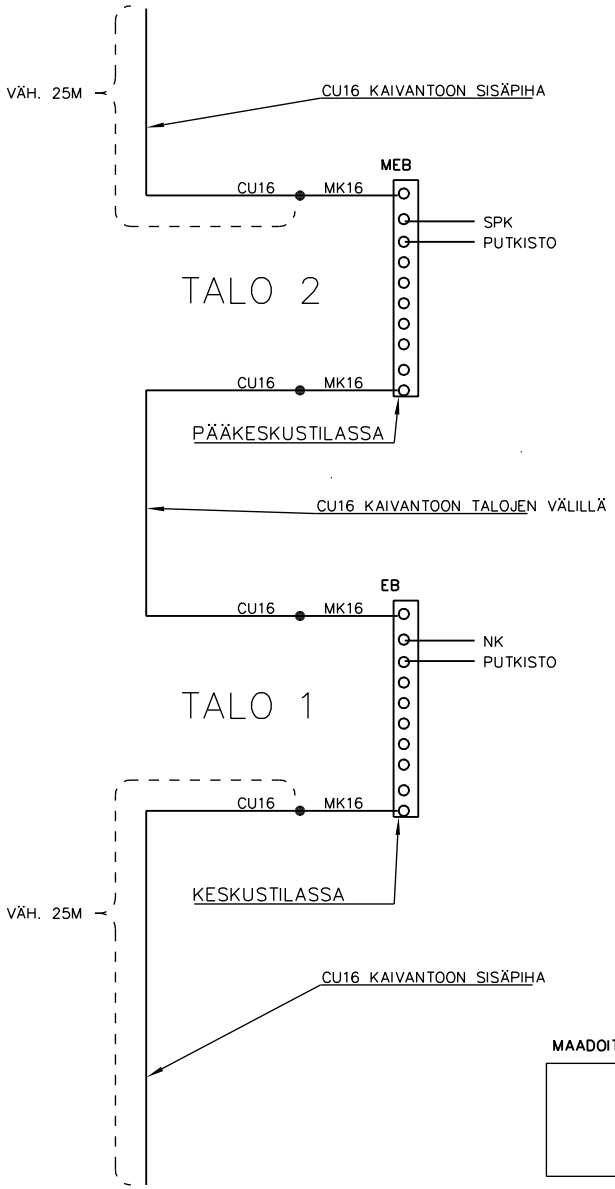
ASEMAKUVA
– MAADOITUS
– AUTOLÄMMITYS JA PIHAVALAISTUS

MK: 1:200

sähkökuva oy
Matkakuja 6 A
48600 KOTKA
Puh. (05) 2110 800

Pvm	2.4.2014
Piirt.	PÄh
Suunn.	JHärn
Tark.	
Yht.hlö	
Lehti	

Työnumero: SK1437
Tilaajan numero:
Piirustusnumero: SÄH SK1437-02
Muutos



MAADOITUSKISKOJEN KILVET:

MEB

KILVEN KOKO: 40 x 100
TEKSTI: KORKEUS 20 mm
VÄRIT: POHJA VALKEA
TEKSTI MUSTA

MAADOITUSKISKOJEN LIITINPAIKAT MERKITÄÄN "STANSSAAMALLA" LIITINNUMERO KISKOON
MAADOITUSKISKOT MERKITÄÄN KAIVERRETULLA KILVELLÄ
MAADOITUSKISKON LÄHEISYYTEEN LAMINOITU MAADOITUSKAAVIO

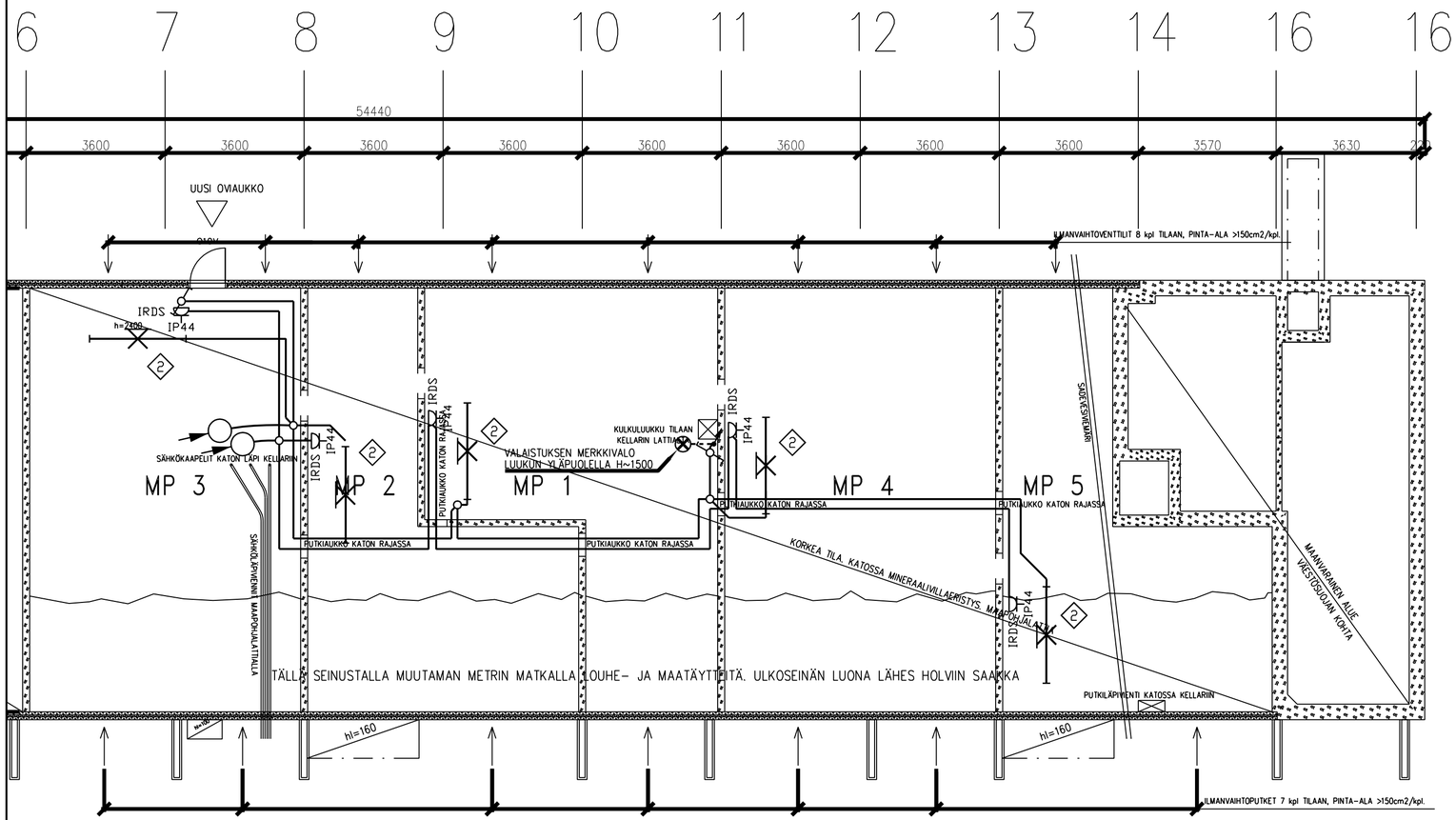
D muutos
E muutos
F muutos
A muutos
B muutos
C muutos
9.4.2014
SK1437-MAA

sähkökuva oy
Matkakuja 6 A
48600 KARHULA
Puh. (05) 2110 800
Fax (05) 2110 801

AS.OY VELHONKULMA
VELHONTIE 4
48350 KOTKA

MAADOITUSKAAVIO

Suunn.	Piiritunnus	Keskus	Työnro
/			SK1437
Piirt.	Lehti	Piirustus n:o	
Tark.	/	SK1437.03	



TILAN PINTA-ALA VÄLISEINÄT SISÄLTÄEN: 328 m2.
TILAN PINTA-ALA VÄLISEINÄT VÄHENNETTYNÄ: 319 m2.

IV-VENTTIILIT:
Säleikkö US-AV 160, alumiinivalua. LVI-8813324

IV-PUTKET:
Vilpe Ross-tuletuspaaluja, tyyppi Ross-160

TAKAPIHAN PUOLEISEEN SOKKELIIN TEHDÄÄN AUKKO JA ASENNETAAN KULKUOVEKSI TILAAN UUSI TERÄSOVI LINJOJEN 7 JA 8 VÄLILLE.

KÄYTÄVÄLLÄ LUUKUN YLÄPUOLELLA MERKKIVALO
ILMAISEMAAN SISÄLLÄ OLEVAN VALOT PÄÄLLÄ
h=1500

IRDS
IP44
1 OS. VIKAVIRTASUOJATTU PISTORASIA PINTA IP44

2
SULJETTU LOISTEVALAISIN
EUROPROOF 2 IP65 T8 1X36W AC

IP44 PINTAKYTKIN

Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä		Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä	
MUUTOS					SÄHKÖPIIRUSTUS	
AS OY VELHONKULMA VELHONTIE 4 48350 KOTKA					SÄHKÖPIIRUSTUS ALAPOHJA TALO 2	MK: 1:100
sähkökuva oy Matkakuja 6 A 48600 KOTKA Puh.(05) 2110 800	Pvm 2.4.2014 Piirt. PAh Suunn. JHäm Tark. Yht.hlö Lehti				Työnumero SK1437	Tilaajan numero
					Piirustusnumero SÄH SK1437-04	Muutos

insinööritoimisto KyAMK

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

TUTKIMUSLOMAKE

LÄHTÖTIEDOT:

GEO-2013-3

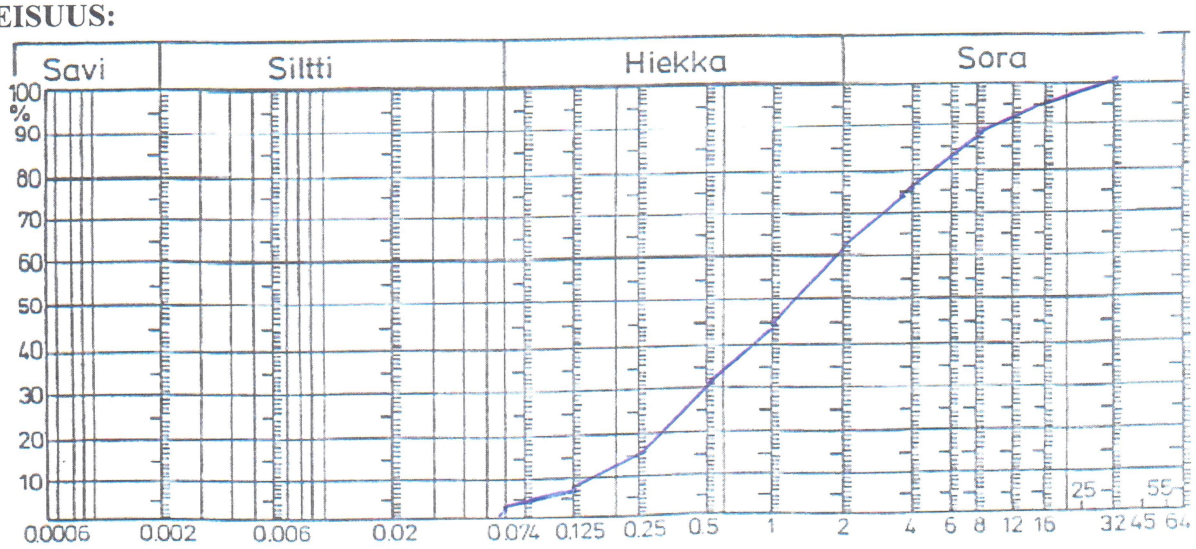
Projekti	**TI004**
Tilaaja	**Insinööritoimisto Waltec / Valtteri Perälahti**

Näytteet toimitti	**Valtteri Perälahti**	Päiväys	**21.8.2013**
Lisätiedot			

TUTKIMUSTULOKSET:

Piste / Näyte N:o	**KK9**				
Ottosyvyys / korkeustaso	**0,5…1,0m**				
Maalaji aistinvarainen	**hiekka/sora**				
Maalaji määritetty	**Hk**				
Vesipitoisuus	**6,35 %**				
Humuspitoisuus					
Tilavuuspaino					
	Ei routivaa				

RAKEISUUS:



ALLEKIRJOITUS:

Näytteet tutki	**Pasi Tikka, ins (amk)**	Päiväys	**27.8.2013**

insinööritoimisto KyAMK

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

TUTKIMUSLOMAKE

LÄHTÖTIEDOT:

GEO-2013-3b

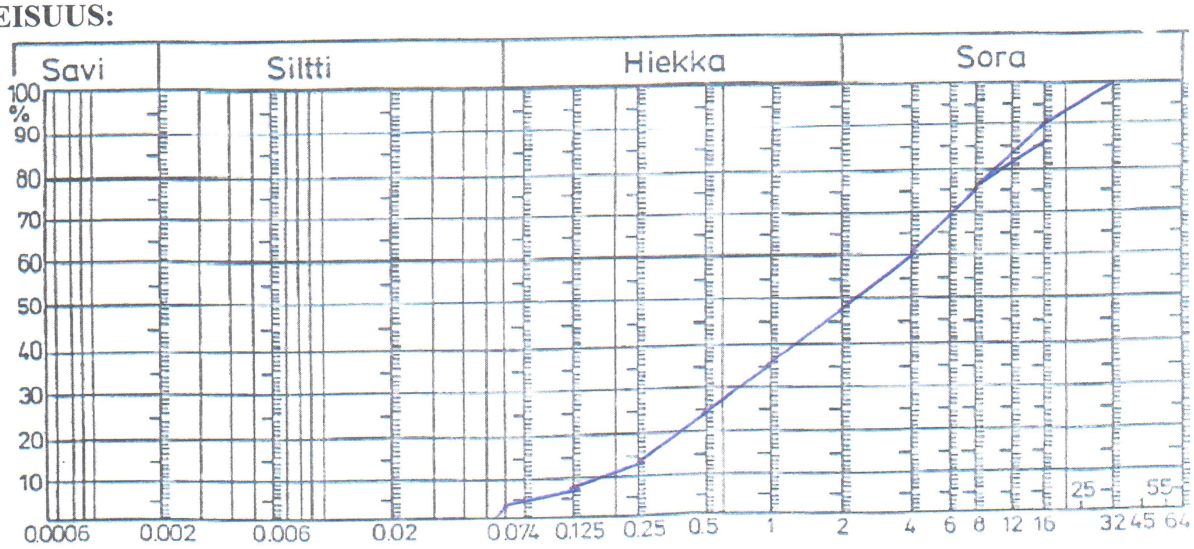
Projekti	**TI004**
Tilaaja	**Insinööritoimisto Waltec / Valtteri Perälahti**

Näytteet toimitti	**Valtteri Perälahti**	Päiväys	**21.8.2013**
Lisätiedot			

TUTKIMUSTULOKSET:

Piste / Näyte N:o	**KK9**				
Ottosyvyys / korkeustaso	**0…0,5m**				
Maalaji aistinvarainen	**hiekka/sora**				
Maalaji määritetty	**Sr**				
Vesipitoisuus	**3,51 %**				
Humuspitoisuus					
Tilavuuspaino					
	E. routivaa				

RAKEISUUS:



ALLEKIRJOITUS:

Näytteet tutki	Pasi Tikka, ins (amk)	Päiväys	**27.8.2013**