



**SUOMEN ORTODOKSISEN KIRKOLLISHALLITUKSEN
KESKUSTALO, HANKE 1, VAIHE 1**

Opinnäytetyö

Tomi Penttinen

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Yhdyskuntatuotantotekniikka

Hyväksytty __.__.____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Tomi Penttinen

Työn nimi

Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalo, hanke 1, vaihe 1

Työn laji

Päiväys

Sivumäärä

Insinöörityö

21.4.2010

59

Työn valvoja

Yrityksen yhdyshenkilö

lehtori Raimo Lehtiniemi

Insinööri Keijo Räsänen

Yritys

Maanrakennus Leskinen Oy

Tiivistelmä

Tämän insinöörityön aiheena oli selvittää Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalon ongelmia ja rakennusvirheitä rakennusurakan edetessä, sekä ymmärtää niiden vaikutukset rakenteisiin. Lisäksi tavoitteena oli tutkia ja kehittää Maanrakennus Leskinen Oy:n työskentelytapoja ja menetelmiä salaojituksen ja ulkopuolisen vedeneristyksen saneeraustyön osalta. Maanrakennus Leskinen Oy:n toiminta-alueena on Itä-Suomen talousalue. Yrityksen päätoimialoja ovat tie- ja katurakentaminen, kunnallistekniikka, maa- ja pohjarakentaminen, perustustyöt, sekä kunnallistekniset saneeraustyöt.

Rakennuskohteena oli Karjalankatu 1:ssä Kuopiossa sijaitseva Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalo. Keskustalo on rakennettu v. 1949 ja se on perustettu kallion varaan. Rakennuksen kellarikerros sijaitsee ympäröivän maanpinnan alapuolella. Kohteessa on ollut merkittäviä sisäilmaongelmia ja kosteusvaurioita. Kohteeseen on tehty kuntoselvitys, jonka perusteella on esitetty vaadittavat korjaustoimenpiteet. Maanrakennus Leskinen Oy valittiin hanke 1:n, vaihe 1:een urakoitsijaksi tarjouskyselyn perusteella.

Urakkaan kuului uuden salaojaverkoston rakentaminen, perusmuurin ulkopuolisen vedeneristyksen rakentaminen, sade- ja jätevesiviemärin uusiminen rakennuksen ulkopuolisilta osilta. Maanrakennus Leskinen Oy teetti lisäksi urakkaan kuuluvan salaojituksen padotusjärjestelmän ylärajahälyttimien asennuksen ja sähköistyksen aliurakkana 100-Sähkö Oy:llä. Urakan edistymistä hidasti huomattavasti lisätyönä tehdyt louhinnat. Louhinnat Maanrakennus Leskinen Oy teetti Louhintaliike M. Huovisella. Louhinnat suoritettiin tarjouksen liitteenä olleen yksikköhintaluettelon perusteella. Vaikeuksia aiheuttivat myös talvirakentaminen ja ahtaat tilat perusmuurin ja kallion välissä.

Rakennuksen salaojitusverkosto oli selvästi elinkaarensa lopussa. Salaojituksen toimimattomuus oli pääsyy rakennuksen sisäilmaongelmiin ja kosteusvaurioihin. Lisäksi rakenteissa oli muitakin vikoja, jotka saatiin korjattua rakennusurakan yhteydessä lisätyönä.

Avainsanat

salaojitus, vedeneristys

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Construction Engineering

Author

Tomi Penttinen

Title of Project

Central Building of Finnish Orthodox Church, Construction Contract

Type of Project

Final Project

Date

21 April 2010

Pages

59

Academic Supervisor

Mr Raimo Lehtiniemi, Principal Lecturer

Company Supervisor

Mr Keijo Räsänen, Engineer.

Company

Maanrakennus Leskinen Ltd.

Abstract

The aim of this thesis was to study the problems and construction defects in the central building of the Finnish orthodox church as the renovation progressed. Another aim of this thesis was to improve Maanrakennus Leskinen Oy's working procedures and working methods in drainage and waterproofing. Maanrakennus Leskinen Oy's working area is mainly in Eastern Finland. The main branches of activities are civil engineering, groundworks, foundations and road building.

This thesis dealt with the central building of the Finnish orthodox church which is located at Karjalankatu 1. The central building was built in 1949. The building lies on rock foundation and the lowest floor is below the ground level. There have been some major problems with indoor air and structural dampness. The condition of the central building was inspected. Repairing actions were decided by the result of the inspection. Maanrakennus Leskinen Oy was chosen as the main contractor due to the lowest price.

The contract included building new drainage systems, waterproofing basement walls and renovating rain pipes and sewage pipes outside the building. 100-Sähkö Oy was chosen as the subcontractor to do the electric work of the drainage blocking system.

As a result of this thesis it can be concluded that most of the problems were caused by mining which was not included in the contract. Mining caused delays and contracting time was lengthened. Problems were also caused by doing some of the contract work in winter and lack of space between basement walls and rock.

Keywords

drainage, water proofment

Confidentiality

public

ALKUSANAT

Työn kohteena oli Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalo, hanke 1, vaihe 1. Työssä tutkittiin kohteen ongelmia ja rakennusvirheitä. Lisäksi työssä tutkittiin ja kehitettiin Maanrakennus Leskinen Oy:n työskentelytapoja ja menetelmiä salaojitus- ja vedeneristyssaneeraustöissä.

Kiitos Maanrakennus Leskinen Oy:lle ja ohjaajalleni työpäällikkö Keijo Räsäselle avusta ja tuesta, joka helpotti työn valmistumista. Kiitän myös ohjaavaa opettajaani Raimo Lehtiniemeä.

Tomi Penttinen

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	7
2	RAKENNUSKOHTEEN ESITTELY	8
2.1	Kohteen perustiedot	8
2.1.1	Osa I.....	8
2.1.2	Osa II	11
2.1.3	Osa III.....	11
3	RAKENTEIDEN KUIVATUS	13
3.1	Perusteet.....	13
3.2	Kosteuden lähteet ja siirtyminen.....	14
3.3	Rakennuspohjan kuivatuksen suunnittelu.....	15
3.4	Kapillaarisen nousun katkaiseminen.....	16
3.4.1	Salaojitus	17
3.4.2	Salaojien mitoitus	20
3.4.3	Salaojien sijainti	20
3.5	Kaivannot ja salaojituskerrokset.....	22
3.6	Salaojaputket, kaivot ja muut varusteet	24
4	RAKENTEIDEN KOSTEUSERISTYS.....	26
4.1	Yleiset vaatimukset.....	26
4.2	Kosteuden aiheuttamat haitat	26
4.2.1	Fysikaaliset haitat	27
4.2.2	Biologiset haitat.....	27
4.2.3	Kemialliset haitat.....	28
4.2.4	Esteettiset haitat.....	28
4.3	Ulkoseinien kosteuseristys.....	28
4.4	Vedeneristystarvikkeet	31
4.4.1	Yleistä vedeneristystarvikkeista	31
4.4.2	Nestemäisenä levitettävät vedeneristystarvikkeet	31
4.4.3	Eristyskermit.....	33
5	URAKAN ESITTELY	35
6	KUNTOSELVITYKSEN ESITTELY	37
6.1	Kuntoselvitys raportti 1	37
6.2	Kuntoselvitys raportti 2	38
6.3	Kuntoselvityksen tutkimusosa raportit 3 ja 4	40
6.4	Tutkimusten tulos.....	42
7	Töiden kulku.....	43
7.1	Pääsisäänkäynnin edusta.....	43

7.2	E-rapun edusta	44
7.3	D-rapun edusta	50
7.4	Osa III:n yksikerroksinen osa	52
7.5	Rakennuksen takapiha	55
7.6	Arkkipiispan asunnon ympäryys	55
7.7	Johtopäätökset.....	57

LÄHTEET

1 JOHDANTO

Maanrakennus Leskinen Oy on Itä-Suomen talousalueella toimiva maanrakennusliike. Sen päätoimialoja ovat urakointi, maan- ja pohjarakentaminen, salaojitus, tie- ja katurakentaminen, kunnallistekniikka, louhinta, betonointityöt ja konevuokraus. Maanrakennus Leskisen on perustanut Eino Leskinen vuonna 1945. Yritys erikoistui maanrakentamiseen vuonna 1954. Maanrakennustoiminta laajeni vuonna 1982 nykyiseen osakeyhtiömuotoon. [1.] Samana vuonna yhtiölle rakennettiin myös toimitilat Kuopion Saarijärvelle, jotka ovat edelleenkin käytössä. Vuonna 2003 tapahtui iso omistajamuutos, kun toimitusjohtaja Timo Penttinen osti Maanrakennus Leskinen Oy:n osakekannan. Yrityksessä työskentelee keskimäärin n. 18 henkilöä ja sen 2008–2009 tilikauden liikevaihto oli n. 2,7 milj. euroa.

Työn tavoitteena on selvittää rakennustyön edetessä Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalon rakennusvirheet ja ongelmat nykyisessä salaojituksessa ja kosteuseristyksessä. Rakennuksessa on ollut vakavia sisäilmaongelmia ja kosteusvauriota. Lisäksi tavoitteena on seurata ja kehittää Maanrakennus Leskinen Oy:n toimintatapoja, sekä menetelmiä salaojitus- ja vedeneristyssaneeraustöissä.

Työn kohteena on Karjalankatu 1:ssä sijaitseva 1949 rakennettu Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalo, hanke 1, vaihe 1. Maanrakennus Leskiselä kuuluva hanke 1, vaihe 1 käsittää ulkopuoliset salaojituksen ja vedeneristuksen saneeraustyöt, sekä osittain alueen sade- ja jätevesiviemäröintien saneeraustyöt. Urakka sisältää työn kaivuineen, louhintoineen, asennuksineen ja täyttöineen. Maanrakennus Leskinen Oy toimii urakassa pääurakoitsijana. Rakennuksessa on merkittäviä sisäilmaongelmia ja Maanrakennus Leskinen Oy:n tekemä salaojituksen ja vedeneristuksen saneeraustyö on ensimmäinen vaihe koko peruskorjaushankkeessa.

Opinnäytetyötä tehtiin rakennusurakan edetessä havainnoimalla työmaan tapahtumia ja dokumentoimalla havainnoidut asiat. Dokumentointi tapahtui valokuvaamalla ja kirjaamalla asioita työmaapäiväkirjaan. Itse toimin Maanrakennus Leskinen Oy:n puolelta urakan vastaavana mestarina.

2 RAKENNUSKOHTEN ESITTELY

2.1 Kohteen perustiedot

Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalo on rakennettu vuonna 1949. Sen tiloissa toimii Ortodoksinen kirkkomuseo ja ortodoksisen kirkollishallituksen keskusrekisteri, arkistoinen ja hallintoineen. Rakennus koostuu kolmesta osasta, osista I, II ja III. Rakennus on rakennettu Suomen rakennussäätiön valvonnassa. Rakennus on lähes koko alaltaan perustettu kalliolle ja sen rakennuspohja on louhittu. Rakennus on suurimmalta osaltaan kaksikerroksinen ja alempi kerros sijaitsee suurimmaksi osaksi ympäröivän maanpinnan alapuolella. Rakennuksen rakennusmateriaali on maanalaiselta osaltaan paikalla valettua betonia, ja maanpäälliseltä osaltaan betonielementtiä ja/tai puurunko, jossa lautaverhous. Seuraavassa esittelen rakennuksen jokaisen osan 1–3 ja niiden rakenteet kuivatuksen ja salaojituksen osalta.

2.1.1 Osa I

Rakennuksen koko osa I on tarkoitettu arkkipiispan asuinhuoneistoksi ja edustustiloiksi. Yläkerrassa sijaitsevat neuvottelutilat, olohuone, keittiö, makuuhuoneet, sekä takkahuone. Alakerrassa sijaitsee saunatilat ja kirkollishallituksen arkistointihuone.

Arkkipiispa Leo on viimeinen arkkipiispa, joka on asunut tässä huoneistossa. Hän joutui muuttamaan huoneistosta pois vuonna 2008 vakavien sisäilmaongelmien takia. Tämän jälkeen huoneistoa on käytetty vain kokoustilana ja arkkipiispa on järjestänyt huoneistossa kutsuja, sekä edustustilaisuuksia.

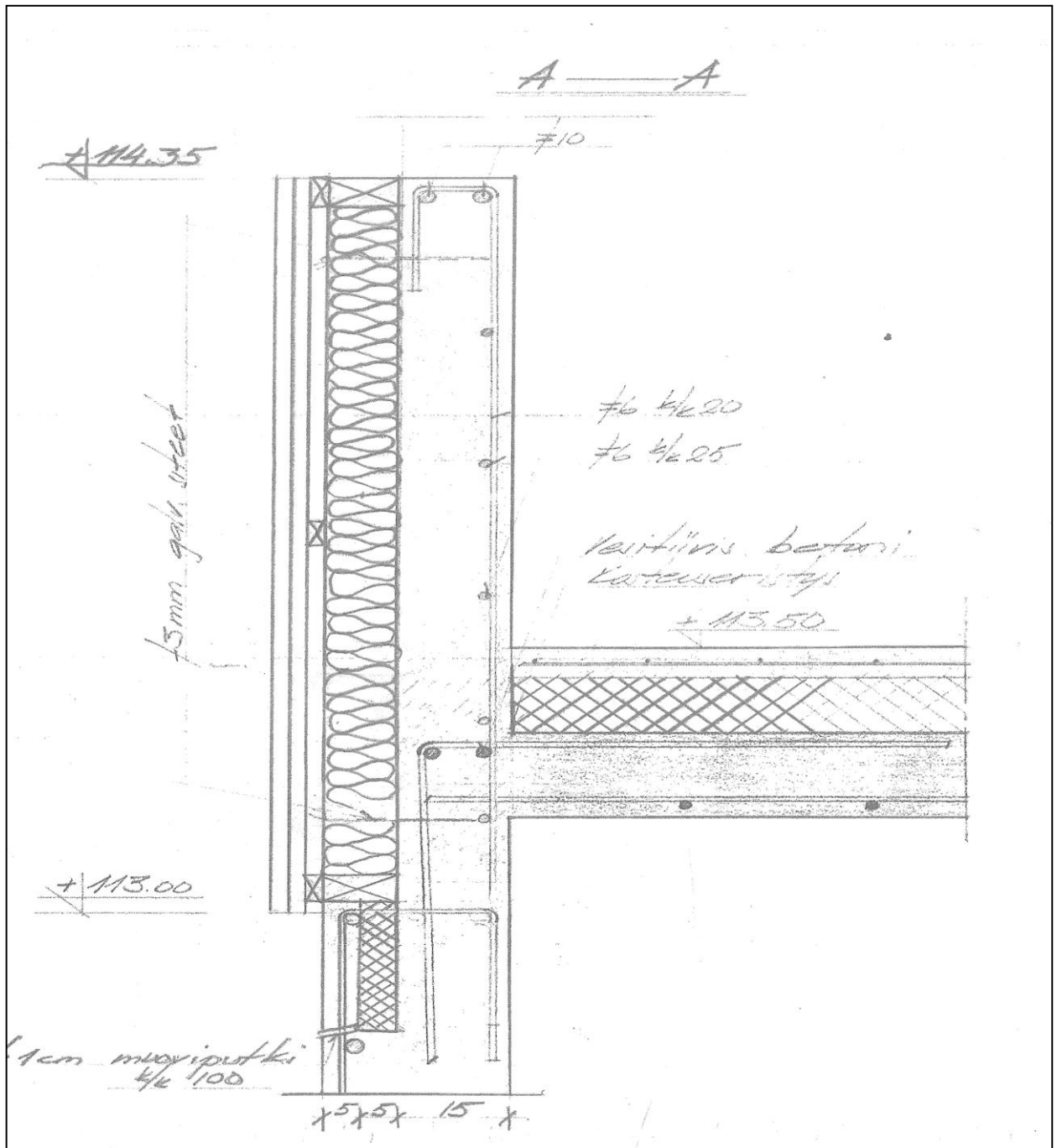
Osa I on kalliolle perustettu kaksikerroksinen osa. Rakennuspohja on kokonaisuudessaan louhittu perustustasoon. Alakerran rakennusmateriaalina on paikalla valettu betoni. Seinän rakenne on seuraava:

- betonivalu 230 mm
- eristevilla 100 mm
- kosteuseriste
- tiiliverhous 130 mm.

Kosteuseristeenä on bitumi. Seinän maanvastaisella osalla ei näin ollen ole laisinkaan kosteuseristettä, vaan kosteuseristys on vasta lämpöeristeen ja tiiliverhouksen välissä. Kellarinseinän vastaiset täytöt ovat hiekkaa ja hiekkamoreenia. Kallio on louhittu todella lähelle seinä- ja anturalinjoja.

Rakennuksen salaojat kulkevat osittain rakennuksen sisäpuolella, heti lattian alapuolella. Todennäköisesti se johtuu siitä, että louhinnoissa ei ole tehty tarpeeksi työvaroja, jotta salaojat mahtuisivat kulkemaan ulkopuolella. Osittain salaojat kulkevat myös ulkopuolella, mikäli ne vain sinne ovat mahtuneet ilman lisälouhintoja. Salaojana toimii bitumikermisaumattu tiilisalaoja, $d=100$ mm. Salaojien ympärystäytöt on tehty hiekillä. Kaikki salaojat laskevat rakennuksen sisälle liitoskaivoihin, joista ne puretaan sadevesijärjestelmään. Salaojitusverkostossa ei ole toimivaa padotusjärjestelmää, jolla mahdollinen tulviminen saataisiin estettyä.

Osa I:n 2. kerros on runkorakenteeltaan betonia. Julkisivussa on käytetty osin lautaverhousta ja osin betonielementtiverhousta. Näiden rakenteiden erot ovat merkittäviä, erityisesti liitososaltaan alakerran seinään. Lautaverhouksessa rakenne on seuraava: lautaverhous, ilmarako 20 mm, tuulensuojalevy, eristevilla 100 mm ja betoni 150 mm. Lautaverhouksen alapuolella on liitosrakenne alakerran seinään. Rakenteessa on raudoitettu betoninen kuorivalu 50 mm, lämpöeristeenä on korkkieriste 50 mm, ja kosteuseriste ja betoninen sisäkuorivalu 150 mm. Kosteuseristeenä toimii valettu bitumiseos korkkieristeen sisäpinnassa. Liitosrakenne on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. 1 ja 2 kerroksien liitosrakenteen rakenneleikkaus

Betonielementtien osalla rakenne on seuraava:

- betonielementti 150 mm
- ilmarako 20 mm
- eristevilla 100 mm
- kosteuseriste
- betoninen sisäkuoren valu
- Liitosrakenteen alakerran seinään on muuten samanlainen kuin lautaverhoilulla osalla, mutta ulkokuoren betonivalu on 100 mm, 50 mm:n sijaan.

2.1.2 Osa II

Osa II:ssa toimii museo ja sen näyttelytilat. Lisäksi siellä toimii kotikirkko, kirkollishallitus, ja museonhallitus. Osa II:ssa on myös rakennuksen pääsisäänkäynti. Osa II:n pääsisäänkäynti on rakennettu jälkikäteen. Rakennuksen salaoja-, jätevesi- ja sadevesiverkoston liitos- ja purkukaivot sijaitsevat osan II edustalla Karjalankadun puolella.

2.1.3 Osa III

Osa III:ssa toimii ortodoksisen kirkollishallituksen keskusrekisteri. Siellä sijaitsevat myös rakennuksen pääkeittiö ja ruokailutilat. Osa III:n alakerrassa on rakennuksen väestönsuoja. Osa III on osin yksikerroksinen ja osin kaksikerroksinen. Yksikerroksinen osa on perustettu kalliolle ja sen koko rakennuspohja on louhittu perustustasoon. Kallio on louhittu noin 1 m lattiapinnan alapuolelle.

Rakenteessa on 200 mm paksu sokkeli. Julkisivuverhouksena on lautaverhous. Rakenne on seuraava:

- lautaverhous
- ilmarako 20 mm
- tuulensuojalevy
- eristevilla 100 mm
- kosteuseriste (bitumi)
- sisäkuoren betonivalu 160 mm.

Seinärakenteen ja sokkelin liitosrakenne lautaverhouksen alapuolella on seuraava:

- betoninen ulkokuori 50 mm
- lämpöeriste 50 mm
- kosteuseriste
- betoninen sisäkuori 160 mm.

Lämpöeristeenä rakenteessa on käytetty korkkieristettä ja kosteuseristeenä bitumia.

Osa III:n 1 kerroksisen osan salaojitukset kulkevat sokkelilinjan sisäpuolella, heti lattian alapuolella. Sokkelissa ei ole liitosrakenteen alapuolella minkäänlaista kosteuseristystä.

3 RAKENTEIDEN KUIVATUS

3.1 Perusteet

Rakennuspohjan kuivatustoimenpiteiden tavoitteena on estää rakennuksen käytölle ja rakenteille aiheutuvat haitat ja vauriot. Huonosti hoidetussa kuivatuksessa maaperästä rakenteisiin siirtyvä vesi vaurioittaa rakenteita ja pinnoitteita. Kosteissa tiloissa kasvaa lattiasientä ja hometta ja siitä seuraa hajuhaittoja, sekä sisäilmaongelmia. [2, s. 11.] Ulkopuolisen kosteuden siirtyminen sisätiloihin ja kosteudelle arkoihin rakenteisiin voidaan estää alapohja- ja seinärakenteiden huolellisella suojaamisella ja toimivalla veden poistolla. [3, s. 83.]

Rakennuspohjan tehokkaaseen kuivatukseen kuuluu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseminen salaojituskerroksien avulla. Myös rakennuspohjan alueelle kertyvät pohja- ja vajovedet kerätään salaojitusjärjestelmällä talteen ja johdetaan sadevesiviemärijärjestelmään tai mahdollisuuksien mukaan ympäröivään maastoon. Vedet on mahdollista poistaa joko viettoviemärillä tai pumppaamalla. [2, s.11.]

Rakennusten kosteusvauriota torjutaan myös oikeanlaisella suunnittelulla. Rakennuksen oikean korkeusaseman määrittäminen ja ympäröivän piha-alueen tasaus ja oikeanlainen toimiva kuivatus edesauttavat kosteusvaurioiden ehkäisemistä. Rakennuksen korkeusasema ja piha-alueiden tasaus tulee suunnitella ja toteuttaa siten, ettei pihalle tulevista rakennuksen kattovesistä ja piha-alueen muista pintavesistä aiheutu haittaa ja vaurioita rakennuksen julkisivuille ja perustusrakenteille. [2, s. 11.]

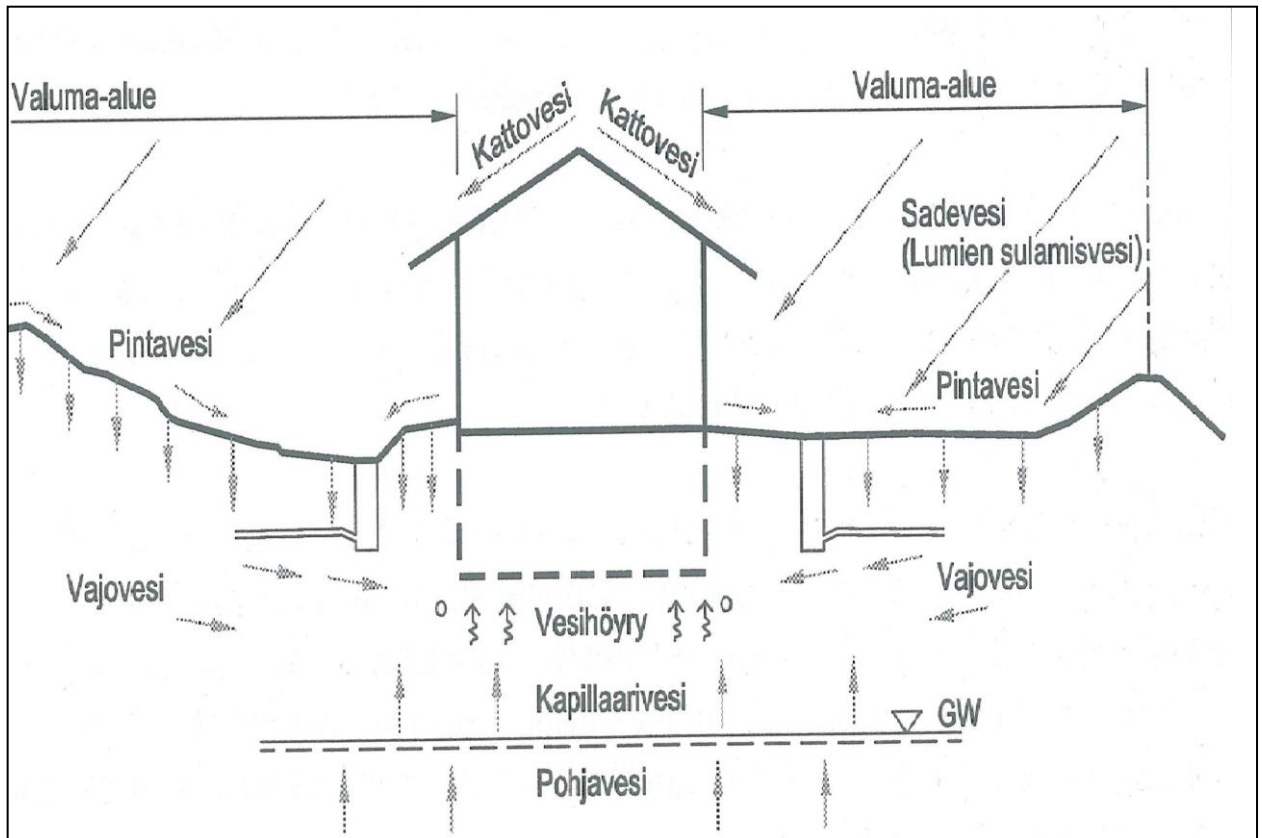
Perustusten liikkumista ja rapautumista pyritään estämään tehokkaalla perusmuurin kosteuseristämällä, sillä estetään vesipitoisen maa-aineksen muodostuminen ja jäätyminen perustusten ulkopintaan.[2, s. 11.]

3.2 Kosteuden lähteet ja siirtyminen

Maanpinnalle tulevasta lumi- tai vesisadannasta osa haihtuu takaisin ilmaan, osa virtaa maaston muotojen mukaan ojiin ja vesistöihin ja osa imeytyy maaperään. Pohjavettä muodostuu, kun vajovesi imeytyy maahan ja täyttää maan huokokset. Painovoima liikuttaa pohjavettä. Pohjavedenpinnalla paine on sama kuin ilmanpaine. [2, s. 12.]

Kapillaarivesi on vettä, joka nousee maa-aineksen ja vesimolekyylien välisen vetovoiman, sekä veden pintajännityksen vaikutuksesta pohjavedestä yläpuolisiin maakerroksiin. Kapillaarista nousukorkeutta voi arvioida rakeisuuskäyrän avulla, nousu on sitä korkeampi, mitä hienorakeisempaa maa-aines on. Kapillaarinen nousukorkeus voi olla esimerkiksi savimaassa jopa 30 m. Kapillaarivettä ei voida kuivattaa painovoiman avulla, kuten pinta-, vajo- ja pohjavesiä, koska se on ns. sidottua vettä. [2, s. 12.]

Lisäksi perustuksille ja alapohjiin syntyy kosteusrasitusta pohjavedenpinnan yläpuolisessa maakerroksessa olevasta huokostilan vesihöyrystä. Tämä kosteus siirtyy korkeammasta osapaineesta kohti pienempää osapainetta. Maaperän ja rakenneosien lämpötila, sekä suhteellinen kosteus määräävät vesihöyryn kulkusuunnan. Tavallisesti vesihöyryn kulkusuunta on alapohjan lämpimästä maaperästä alapohjan läpi sisätilaan päin. Vaikka rakennuspohjan kuivatus on tehokas, on silti syytä tarkastella alapohjarakenteiden kosteustekninen toimivuus. [2, s. 12.]



Kuva 2. Rakennuksen kosteuden lähteet [2, s.12].

3.3 Rakennuspohjan kuivatuksen suunnittelu

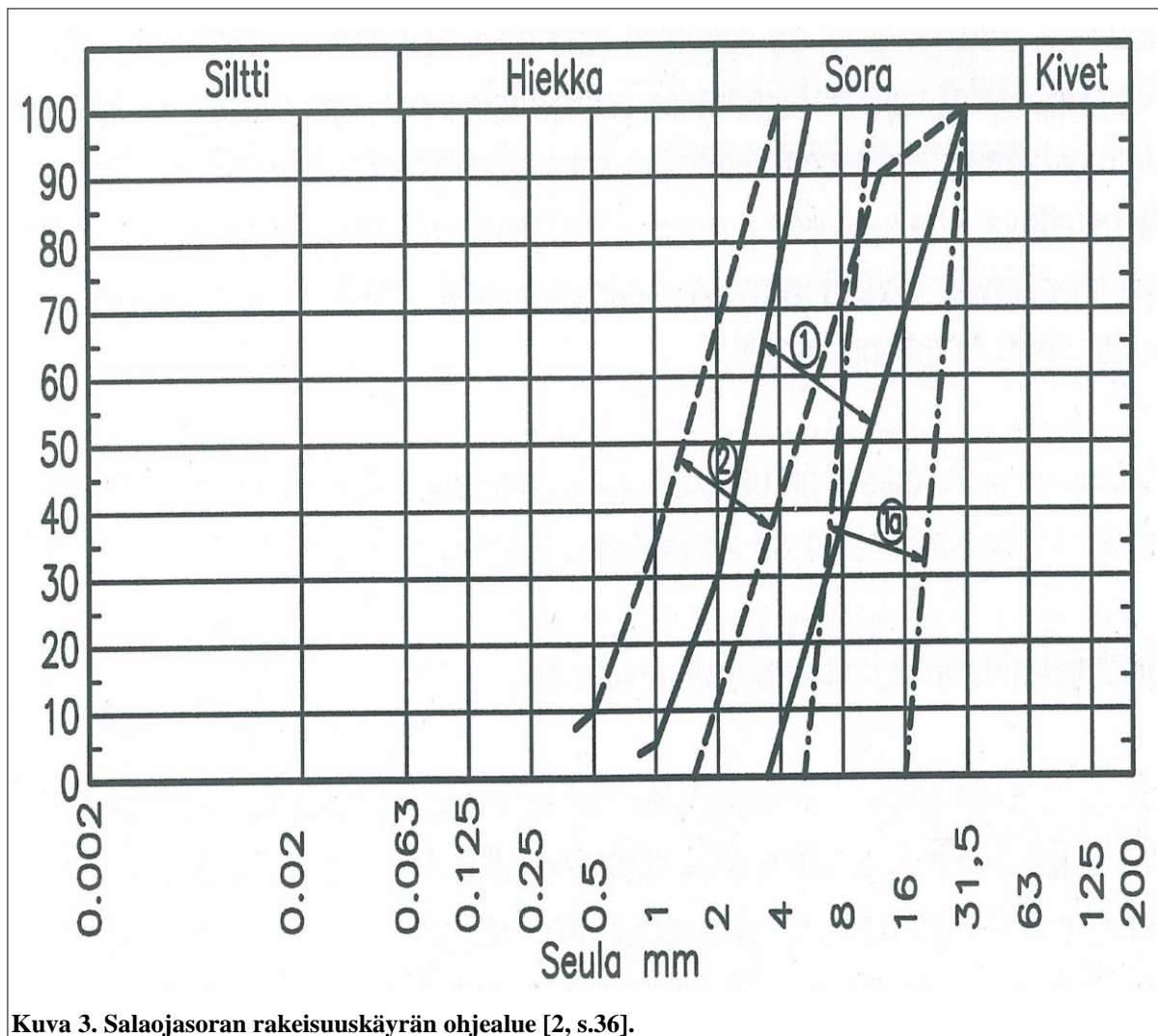
Kuivatussuunnittelussa on pystyttävä määrittämään rakennuspaikan ns. valuma-alue eli se alue, jolta vedet virtaavat rakennuspaikalle. Veden tulo saadaan määritettyä valuma-alueen koon, kaltevuuden ja pintakerrosten laadun perusteella. Lisäksi on selvitettävä maaperän laatu, koska sillä on iso merkitys veden virtauksien kannalta. Tiiviit ja hienorakenteiset maalajit, kuten savi, siltti ja moreeni hidastavat vesivirtauksia. Karkeissa maalajeissa, kuten hiekka, pienikin pohjaveden alentaminen voi aiheuttaa voimakkaat vesivirtaukset maakerroksissa. [3, s. 85.]

Rakennusten alapohjan ja perustusten kuivatustarve määräytyy perusmaan laadusta ja rakenteiden sijainnista alkuperäiseen tai suunniteltuun pohjavedenpintaan ja maanpintaan nähden. Kuivatus on käytännössä aina tarpeellinen, kun kyseessä on maanpinnan alapuoliset ja kosteudelle arat rakenteet. [2, s. 28.]

3.4 Kapillaarisen nousun katkaiseminen

Mikäli alapohjan ja perustusrakenteiden alla oleva perusmaa on hienorakeista ja näin ollen kapillaarinen veden nousu on mahdollista, niin alapohjan alapuolelle ja sokkelin ympärille on rakennettava salaojitus- eli kapillaarikatkokerros. [2, s. 29]. Rakennuspohjan salaojituksen tarkoituksena on pitää pohjavedenpinta tarpeeksi etäällä lattiasta tai ryömintätilan maanpinnasta ja veden kapillaarisen nousun katkaiseminen. Myös maahan imeytyneet pintavedet ohjataan salaojituksen avulla pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta.

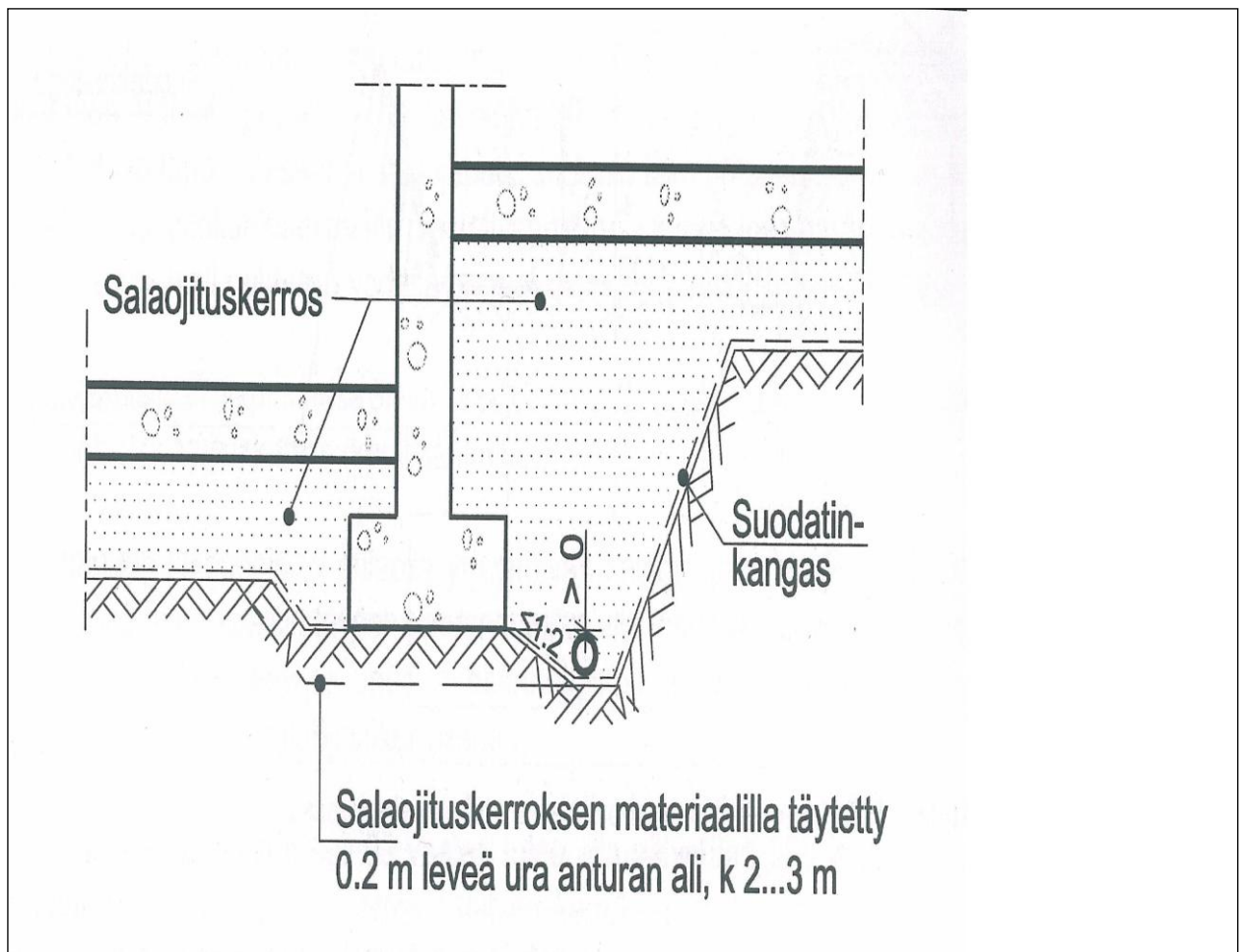
Maavaraisen lattian tai ryömintätilan alla salaojituksen täyttöpaksuus tulee olla suurempi kuin kiviaineksen tunnettu kapillaarinen nousukorkeus, kuitenkin vähintään 200 mm, jotta veden kapillaarinen nousu saadaan katkaistuksi. Veden kapillaarisen nousun katkaisemiseen tarkoitettun kiviaineksen rakeisuuskäyrä on esitetty kuvassa 3.



3.4.1 Salaojitus

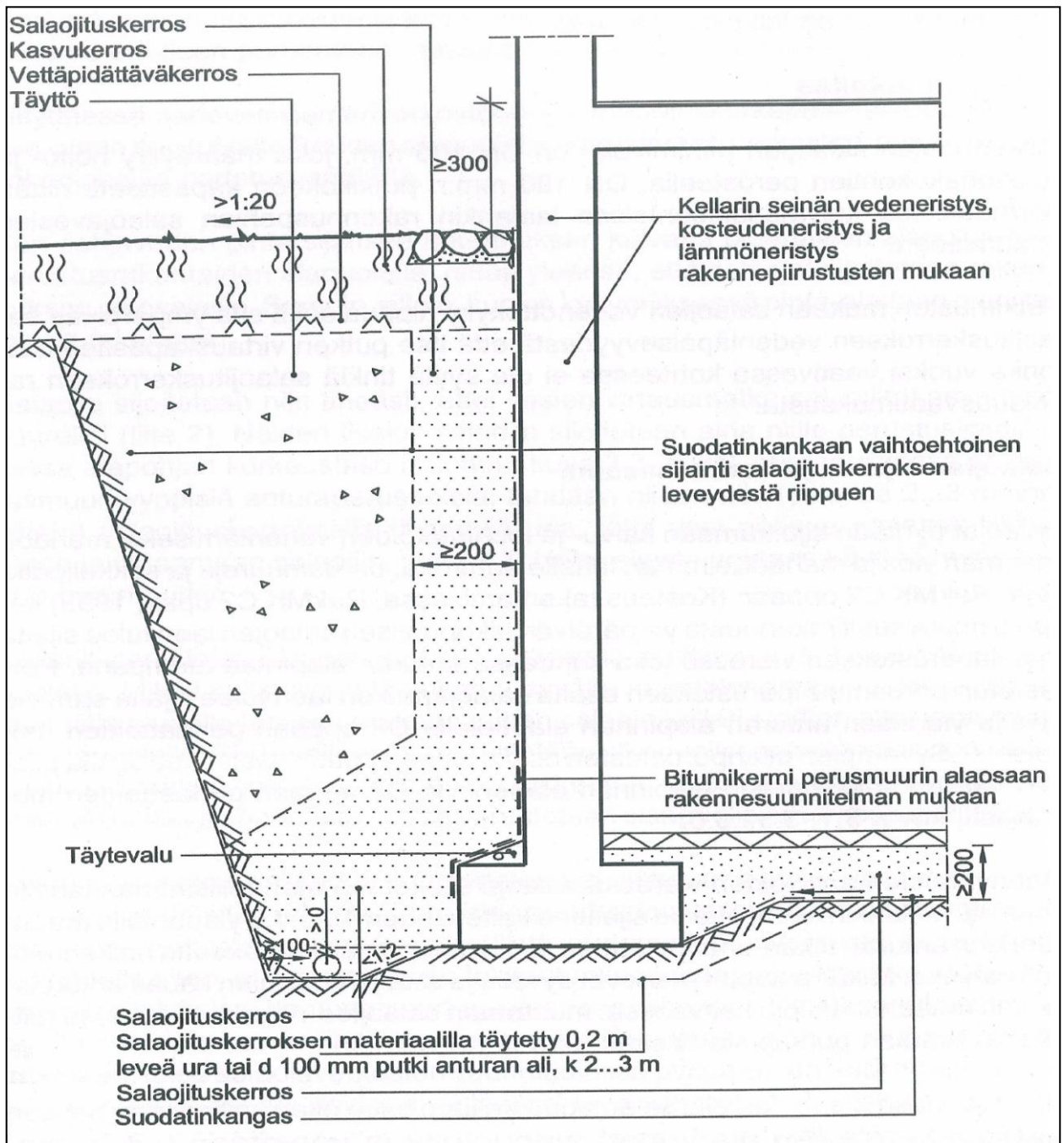
Mikäli pelkkä kapillaarisen nousun katkaiseminen ei riitä on suunniteltava salaojat ja niitä ympäröivät salaojituskerrokset. Rakennuksen korkeusasemalla voidaan vaikuttaa salaojavesien purkutapaan. Rakennuspohjalta salaojiin kerätyt vedet pyritään ensisijaisesti purkamaan viettoviemärillä painovoimaisesti, joko ympäröivään maastoon tai sadevesiviemärijärjestelmään. Vaihtoehtona on salaojavesien kerääminen pumppaamoon, josta ne edelleen pumpataan ympäröivään maastoon tai sadevesiviemärijärjestelmään. Verkoston kokooja- tai perusvesikaivo varustetaan padotusventtiilillä, mikäli liitytään alueen sadevesiviemäriverkostoon, sen padotuskorkeuden alapuolelle tai avo-ojaan, sen tulvakorkeuden alapuolelle. [2, s. 30.]

Mikäli pohjaveden pinta sijaitsee rakennuksen kuivana pidettävien alapohja- ja perustusrakenteiden alapuolella tai rakennus on pitkä ja kapea, niin riittää yleensä, että salaojat sijoitetaan rakennuksen ulkoseinille. Suuremmissa rakennuksissa salaojia on sijoitettava tarpeeksi tiheästi, jotta vesien virtaamismatka ei kasva liian suureksi. Lisäksi salaojia laitetaan aina, mikäli alapohjan korkeustaso muuttuu, kuva 4.



Kuva 4. Salaojan sijoitus lattiataason muuttuessa [2, s.33].

Mikäli rakennuksessa on perusmuurityyppisiä anturaperustuksia, huolehditaan veden vapaasta virtaamisesta salaojiin, tekemällä anturan alle salaojituskerroksella varustettuja uria (yleensä 2...3 m:n välein), kts. kuva 5. Urat voidaan myös korvata $d = 100$ mm:n putkilla.[2, s. 30].



Kuva 5. Perusmuurityyppinen perustus [2, s. 32].

Kellarillisten tilojen salaojitukset pyritään aina sijoittamaan perusmuuriseinän ulkopuolelle. Mikäli kellaritilat ulottuvat syvälle maanpinnan alapuolelle, on mahdollista sijoittaa toinen salaoja lattian alapuolelle perusmuuriseinän sisäpuolelle. Sisä- ja ulkopuolinen salaoja yhdistetään keskenään, näin ollen toinen toimii varareittinä, mikäli toinen tukkeutuu.

Salaojaverkoston kulmakohtiin asennetaan yleensä tarkastuskaivot tai tarkastusputket. On mahdollista käyttää myös muotokappaleita kaivojen tilalla, mikäli kaivojen lukumäärä ja tiheys kasvaa kovin suureksi monimutkaisissa rakennuksissa. Tällöin hyvin lähekkäin olevista kaivoista toinen voidaan korvata muotokappaleella. Täytyy kuitenkin varmistua siitä, että mutka voidaan huuhdella molemmista suunnista tarkastuskaivoista käsin, mahdollisten tukkeutumien ja salaojan huoltamisen takia. Tarkastusputkia voidaan käyttää suorilla, yli 15 m pitkillä johto-osuuksilla ja matalassa sijaitsevissa ja helposti huolettavissa verkoston kulmapisteissä.[2 s. 31.]

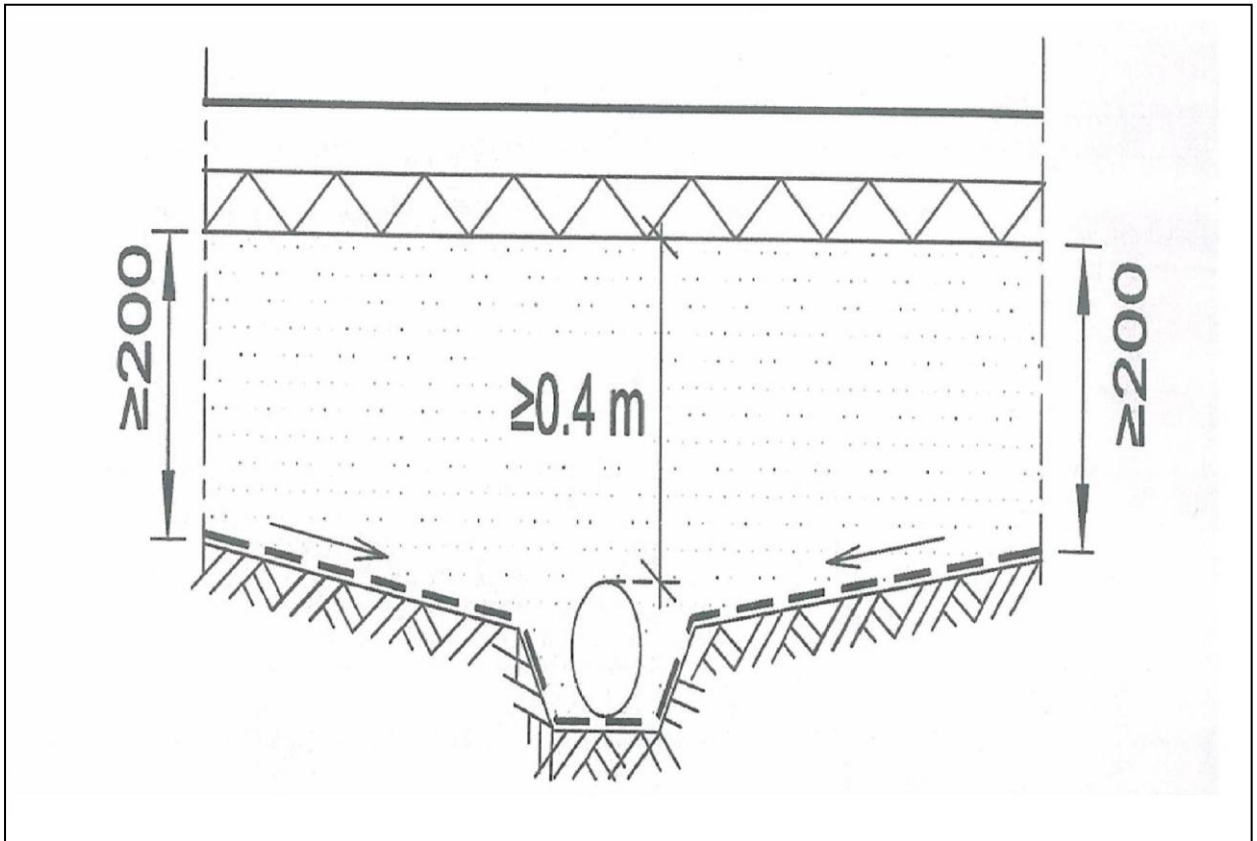
3.4.2 Salaojien mitoitus

Salaojan mitoitetaan ja suunnitellaan siten, että se kuivattaa mitoitusvaluman. Salaojan vedenjohtokyky saadaan selville tarkastelemalla putkikokoa ja -rakennetta, viettokaltevuuatta, huolettavuutta, sekä salaojan suodatinkerroksen rakeisuutta ja mittoja. [4, s. 73.]

Salaojaputken huolto- ja hoitotoimenpiteiden takia rakennusten salaojien minimiputkikoko on DN 100 mm. Normaaleissa kuivatusolosuhteissa DN 100 mm:n putkikokoon kapasiteetti riittää suurenkin rakennuspohjan salaojavesien johtamiseen. [2, s. 31.]

3.4.3 Salaojien sijainti

Salaojat on edullista sijoittaa mahdollisimman ylös ja lähelle anturoita, perusmuureja ja sokkelipalkkeja, jotta säästetään kaivu- ja louhintatöissä.[2, s. 31.] Salaojaputken laen tulisi aina olla vähintään 400 mm maanvaraisen lattian alapinnan alapuolella (kts kuva 6). [3, s. 93.]



Kuva 6. Salaojan sijoitus maanvaraisen lattian alla [2, s. 33].

Maanvaraisten anturoiden yhteydessä salaojat pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle anturaa, kuitenkin siten, että se sijaitsee kaltevuuteen 1:2...1:3 maanvaraisen anturan ulkoreunaan nähden, jotta maanpohjan kantavuus säilyy anturan alapuolella kts. **Kuva 5**. Salaojien virtaamissuuntia ja reittejä on syytä muuttaa, mikäli salaojat menevät syvälle ja näin ollen liian kauaksi anturasta, jotta säästetään kaivukustannuksissa. [2, s. 31.]

Tuuletetun alapohjan alustilassa salaojan on sijaittava maanpinnalla olevan salaojituskerroksen alapuolella. Matalaperustaisella rakennuksella ulkopuolisen salaojaputken laen tulee sijaita joka puolella viereisen anturan alapinnantason alapuolella. Myös porrastetun perusmuuriperustuksen osalta salaojaputken laen tulee sijaita viereisen anturan alapinnantason alapuolella. Syvemmillä pilariperustuksilla salaojaputken laen tulee sijaita pilarien välisen sokkelipalkin alapinnan alapuolella. [2, s.31.]

Salaojissa käytettävät minimiviettokaltevuudet ovat perusmuurin ulkopuolisella osalla 0,5 %, mutta poikkeustapauksissa se voi olla 0,3...0,4 %, perusmuurin sisäpuolella olevien ja alapohjan alapuolelle jäävien salaojien miniviettokaltevuus on 0,8..1,0 %. [2, s. 33].

Salaojien peitesyvyyttä tarkasteltaessa on otettava huomioon salaojaputkien mahdollinen jäätyminen. Salaojat pyritään sijoittamaan rakennuksen vaakasuuntaisen eristeen tai sokkeleiden vieressä sokkelipalkin viereen eristeen alle, jolloin salaojien syvyys määräytyy kuivatusnäkökohtien mukaan. Pohjois-Suomessa salaojien peitesyvyyden tulee olla vähintään 1 200 mm. Mikäli salaojitettavat alueet pidetään lumettomina, tai ne pysyvät lumettomina on peitesyvyyteen lisättävä vähintään 500 mm. Aina on kuitenkin arvioitava tapauskohtaisesti ovatko syvyydet riittäviä takaamaan putken toiminnan kyseisissä olosuhteissa. On myös mahdollista, että salaojitusputkia joudutaan erikseen routaeristämään. On myös huomioitava, että salaojituksen purku toimii moitteettomasti kyseisissä olosuhteissa, eikä aiheuta toiminnallisia ongelmia ja että jäätyminen ei tuki putkia. [2, s. 35.]

3.5 Kaivannot ja salaojituskerrokset

Salaojakaivannon tulee olla kooltaan sellainen, että putken sivuille jää tilaa vähintään 100 mm ja putken päälle vähintään 200 mm salaojituskerrosta varten. Salaojaputki on suositeltavaa asentaa suoraan tiiviille ja tasatulle perusmaalle levitetyn suodatinkankaan päälle (vastoin oppaan C2 kuvia), jolloin vähäisetkin vedet kaivannon pohjalla kulkeutuvat salaojaputkeen.

Kapillaarikatko saadaan aikaan, kun asennetaan alapohjan tai sen alapinnassa olevan eristeen alle vähintään 200 mm:n salaojituskerros ja sen tulee olla muotoiltu viettämään kohti salaojia. Alapohjan alapuolelle tehtävän salaojituskerroksen tulee olla yhteydessä perusmuurin tai sokkelipalkin ulkopuolelle rakennettuun salaojituskerrokseen. Yhteys voidaan rakentaa anturan alitse joko tekemällä uria salaojituskerroksella tai sitten asentamalla anturan ali/läpi meneviä putkia. Perusmuuria tai kellarin seinää vasten tulee olla vähintään 200 mm paksu kerros salaojitusmateriaalia. Perusmuurin vastainen salaojituskerros on tehtävä kiviaineksesta, eikä sitä voida korvata ns. perusmuurilevyllä. Salaojituskerroksien paksuudet ja sijainti on esitetty kuvissa 4 ja 5. Muutoin kaivannon lopputyöt voidaan tehdä kohteeseen sopivilla kaivumailla tai alueen päällysrakennemateriaalilla. [2, s.35.]

Salaojituskerroksen materiaalina käytetään mahdollisesti pestyä tasarakeista sepeliä tai soraa kuivatuskohteen vaatimusten mukaisesti. Salaojitusmateriaalin rakeisuudelle esitetyt vaatimuksen näkyvät kuvassa 3. [2, s. 35.]

Salaojakerros on tiivistettävä vaadittuun tiiviyteen. Tiiviyden nostaminen 90 %:sta yli 95 %:iin tiiviysasteeseen määritettynä parannetulla Proctor-kokeella heikentää virtausominaisuuksia salaojituskerroksessa n. 50 %. Mikäli suunnitelmissa vaadittu tiiviyys ylittää 95 % tulee salaojakerroksen kerrospaksuutta lisätä tai käyttää karkeampaa paremman vedenläpäisyn omaavaa materiaalia. [6, s.46.]

Salaojat ja kaivot perustetaan normaalitilanteissa suoraan perusmaan varaan, suodatinkankaan päälle, poikkeustapauksissa kaivoille ja putkilinjoilla voidaan joutua rakentamaan erillisiä arinoita, tasoittamaan pohjamaan epätasaisuuksia ja painautumia. Mahdollisiin painumiin voidaan myös varautua suuremmilla viettokallistuksilla kyseisellä putkilinjalla. [2, s. 35.]

Suodatinkerroksia käytetään salaojituskerroksien ympärillä, jotta vältetään hienorakenteisen perusmaan ja karkearakenteisen salaojituskerroksen sekoittuminen keskenään. Hienorakenteista maa-ainesta estetään tukkimasta salaojituskerrosta ja salaojitusputkia. Suodatinrakenteena käytetään usein suodatinkangasta, mutta siinä voidaan käyttää myös laatuvaatimukset täyttävää suodatinhiekkää. Suodatin hiekan laatua arvioidaan sen suodattavuuden perusteella.[2, s. 37.]

Suodattimen tarpeellisuus määritetään salaojituskerroksen rakeisuuden ja perusmaan rakeisuuden suhteesta. Salaojituskerroksen rakeisuus määrittää, kuinka karkea perusmaa tarvitsee suodattimen. Jos $D_{15}/d_{85} > 5$ on suodatin tarpeen. D_{15} tarkoittaa salaojituskerroksen seulontakäyrän raekokoa 15 % läpäisyn kohdalla ja d_{85} perusmaan rakeisuutta 85 % läpäisyn kohdalla. Suodatinkankaan käyttöluokka riippuu kiviainesmateriaaleista. Mikäli käytetään luonnon salaojasoraa riittää käyttöluokaltaan N2:sta oleva suodatinkangas, kalliomurskeilla ja sepelillä on oltava N3 käyttöluokan kangasta.[2, s.38.]

3.6 Salaojaputket, kaivot ja muut varusteet

Nykyisin rakennuksien salaojituksessa käytetään kaksinkertaisia ulkopinnaltaan aallotettuja ja sisäpinnaltaan sileitä, asennusluokan SN8 PE- tai PP-muoviputkia. Salaojaputkissa eri valmistajien putkityyppeihin liittyy muotokappaleita, haara- ja liitosyhteitä, laskuaukkoja, huuhteluvälineitä jne.

Salaojiin asennettavina kaivoina käytetään nykyään lähes poikkeuksetta muovikaivoja, koska niitä on helppo käsitellä ja asentaa. Muovikaivoja on paljon erilaisia, koska jokaisella putkivalmistajalla on omanlaisensa kaivotyyppinsä. Kaivojen koko vaihtelee yleensä $d = 315 - 560$. On myös mahdollista, että käytetään läpimitaltaan suurempia betonikaivoja, mikäli ne ovat huollon kannalta vaativia kohteita. Betonikaivojen läpimitta vaihtelee 600...1000 mm. Salaojakaivossa tarvitaan yleensä olla lietepesää, sen syvyys voi vaihdella 200 mm ja 500 mm välillä, riippuen kohteen olosuhteista.

Perusvesi- tai kokoojakaivot ovat usein tyypiltään samanlaisia, kuin tarkastuskaivotkin, ne varustetaan tarvittaessa padotusventtiilillä. Kaivovalmistajalla on usein jokin kaivotyyppi nimetty perusvesikaivoksi.

Muovikaivoissa kansistoina käytetään joko suoraan kaivoon asennettuja muovi- tai peltikansistoja, tai säädettävään teleskooppiin asennettuja valurautakansistoja. Betonikaivoissa käytetään joko betonikansia, valurautakansistoja tai betonikanteen asennettavia teleskoopillisia muovikansistoja. Kaivojen kansistotyypin valintaan vaikuttaa alueen liikenne- tai muu kuormitus tai käyttötarkoitus. [2, s.38].

Putkia käsiteltäessä tulee olla huolellinen ja varovainen. Ne voivat vaurioitua niitä heitettäessä tai pudottaessa. Putkien raahaamista maata pitkin on vältettävä, koska putkien pinnalle saattaa tulla haitallisia naarmuja. Putkia kuljettaessa ja säilytettäessä tulee huolehtia, että niihin ei synny pysyviä haitallisia taivutussäteitä. Varastoitaessa on myös huolehdittava, että putken muhvien kohdalle ei synny liian suuria kuormia, jotta muhveihin ei pääse tulemaan haitallisia muodonmuutoksia. Putkia asennettaessa tulee varmistua, että mahdollinen taivutus ei kohdistu putken muhviin.

Putket tulee kuljettaa suoralla kuljetusalustalla, jossa putket eivät ole kosketuksissa teräviin särmiin tai muihin putkia vahingoittaviin esineisiin. Putkien liikkuminen on estettävä kuljetuksen aikana esimerkiksi verkkoa käyttämällä. Jos putkia käsitellään mekaanisilla nostolaitteilla, tulee huolehtia siitä, että käytetään asianmukaisia nostolaitteita ja -liinoja, jotka eivät vahingoita putkia.

Mikäli putkia joudutaan säilyttämään pitkäaikaisvarastossa, tulee huolehtia siitä, että varastointi alusta on tasainen. Pitkäaikaisvarastoinnissa putket on myös suojattava auringon valolta. On suositeltavaa, että putket säilytetään kuljetuspakkauksissaan. Mikäli muoviputkia joudutaan kuljettamaan alle -15 °C :n lämpötilassa, on noudatettava valmistajien ohjeita, koska muoviputkien iskulujuus heikkenee lämpötilan laskiessa.[5, s. 11].

4 RAKENTEIDEN KOSTEUSERISTYS

4.1 Yleiset vaatimukset

”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei siitä aiheudu rakennuksen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveysriskiä kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinnoille. Rakennuksen näiden ominaisuuksien tulee normaalilla kunnossapidolla säilyä koko taloudellisen käyttöiän ajan.”

Rakennuksen on kyettävä ylläpitämään käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto. Suomen RakMK:n osassa C2 ”Kosteus” on esitetty vaatimukset rakennuksien kosteustekniselle suunnittelulle ja toteutukselle. Kosteusteknisten vaatimusten ohella otetaan huomioon käyttötarkoituksesta johdettavissa olevat vaatimukset, jotka koskevat mm. viihtyvyyttä, turvallisuutta, rakenteiden kestävyyttä ja energiataloudellisuutta.

Rakennuksen ja siinä olevien kosteuden torjunta järjestelmien tulee suojata sekä sisätiloja että rakenteita ja rakennusaineita ulko- ja sisäpuolisista lähteistä peräisin olevan kosteuden haitallisilta vaikutuksilta. [7, s.21].

4.2 Kosteuden aiheuttamat haitat

Kosteus voi aiheuttaa erilaisia fysikaalisia, kemiallisia, biologisia ja esteettisiä haittoja joutuessaan rakenteisiin. [7, s.29.]

4.2.1 Fysikaaliset haitat

Kosteus voi aiheuttaa muodonmuutoksia joutuessaan rakenteisiin. Rakennetta suunniteltaessa mahdolliset muodonmuutokset on otettava huomioon. Rakennustarvikkeiden kiinnitykseen ja yhteensopivuuteen on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Rakenteessa oleva kosteus voi aiheuttaa rakenteiden tiiviiden pintojen tai muiden rakennekerrosten pintojen irtoamisen. Rakennustarvikkeiden lujuus voi myös heikentyä kosteuden vaikutuksesta. Myös rakenteen lämmönvastus on selkeästi heikompi kosteana. Myös rakenteiden tai materiaalien kuivuminen aiheuttaa muodonmuutoksia. Erityisesti puurakenteissa, kuivumisesta seuraa kutistuminen, joka on otettava huomioon rakenteita suunniteltaessa. [7, s.30].

4.2.2 Biologiset haitat

”Liiallinen kosteus suosii mikro-organismeja”. Mikro-organismien kasvun mahdollisuus otetaan huomioon kaikissa rakenteissa, vaikka rakennusaineissa itsessään ei minkäänlaisia ravinteita olisikaan. Kasvavalle organismille riittää kumminkin ravinnoksi pelkkä rakenteisiin kertyvä lika ja pöly, jota rakenteisiin kertyy.

Puun lahoaminen on riippuvainen puun kosteudesta ja ympäröivästä lämpötilasta. Mikäli puun kosteus on yli 20 % kuivapainosta ja lämpötila yli + 0 °C lahoaminen alkaa. Lahoaminen voi jatkua vielä puun kosteuden ylittäessä 17 % kuivapainosta.

Homeen kasvu kuusi- ja mäntypuun pinnalla saattaa alkaa muutamassa viikossa, kun lämpötila on yli + 0 °C ja ympäristön suhteellinen kosteus on yli 80 %. Home itsessään ei vaurioita puuta, mutta voi aiheuttaa terveydellisiä- ja hajuhaittoja, mikäli kiinteät tai kaasumaiset homeperäiset emissiot pääsevät sisäilmaan. Homeen kasvun aiheuttaa syysaikainen ulkoilman korkea suhteellinen kosteus. [7, s. 30].

4.2.3 Kemialliset haitat

Rakenteiden kosteus vaikuttaa rakenteessa tapahtuvien kemiallisten reaktioiden määrään ja nopeuteen sekä aiheuttaa huuhtoutumista ja aineiden siirtymistä.

Metallien sähkökemiallisessa korroosiossa vesi toimii elektrolyytinä. Korroosiolle riittää ohut, ilmasta metallin pinnalle tiivistynyt vesikalvo.

Vesi on osa tekijä aineiden kemiallisessa vanhenemisreaktiossa. Vesi liuottaa aineiden liukenevia ainesosia ja kuljettaa niitä rakenteesta mukanaan. Esimerkkinä käy veden vaikutus betoniin. Myös veden sisältämät ainesosat ja epäpuhtaudet voivat vaikuttaa syövyttävästi (esim. emäksisen veden vaikutus metalleihin).

Kosteudesta johtuvat kemialliset reaktiot ja aineensiirtymiset voivat suurentaa emissioita, jotka ovat peräisin rakennusaineista. [7,s. 31].

4.2.4 Esteettiset haitat

Kosteus vaikuttaa myös rakenteiden ulkonäköön. Tyypillisimpiä vaikutuksia ovat kosteudesta johtuva likaantuminen, epätasainen lian huuhtoutuminen sekä värinmuutokset. [7,s.31].

4.3 Ulkoseinien kosteuseristys

Ulkoseinärakenteen tehtävänä on suojata sisätiloja ulkopuolisen kosteuden ja veden haitallisilta vaikutuksilta ja mahdollistaa vaaditun sisäilmaston laadun ylläpitäminen. Ulkoseinä rakenteen tulee olla sellainen, ettei kosteus pääse tunkeutumaan rakenteen läpi sisäpuolelle, eikä myöskään pääse kerääntymään rakenteisiin haittaavissa määrin. Seinärakenteen toimivuus ja kestävyys eivät saa kärsiä kosteuden takia.

Ulkoseinärakenteen suunnittelussa oletetaan, että ulkoverhousrakenteen taakse pääsee aina vähäisiä vesi määriä. Veden poistuminen pyritään toteuttamaan vaakasuuntaisissa rakenneliitoksissa, kuten ikkunoiden ja ovien päällä, sekä ulkoseinän ja perusmuurin liitoksissa. Maanpinnalle ja tasopinnoille, kuten katoksille ja parvekkeille kertyvien vesien joutuminen ulkoseinäpinnalle tulee estää. [7, s.105].

Sokkelin ja perusmuurin kosteusteknisen toiminnan takaamiseksi on huolehdittava riittävästä salaojituksista ja maanpinnan kallistuksista sekä lattian rakentamisesta 300 mm viereisen maanpinnan yläpuolelle. Kevytsoraharkoista rakennettu sokkeli on slammattava ja pinnoitettava käyttötarkoitukseen sopivilla laasteilla, sekä näkyvältä että maan alla olevalta osaltaan. Kevytsoraharkoista ja betonista tehdyt matalaperustukset voidaan jättää kosteuseristämättä ulkopuolelta, mikäli huolehditaan rakenteellisesti hallitusta vedenpoistosta perustuksien vieressä. Mikäli maanvastainen lattia on lähempänä, kuin 300 mm maanpintaa on huolehdittava myös rakenteiden ulkopuolisesta vedeneristämisestä. [7, s. 123].

Kellarillisessa rakennuksessa on kellarin maanvastaisella ulkoseinän osalla käytettävä vedeneristystä tai vedenpaine-eristystä. Tällöin vedeneristys laitetaan ulkopuolelle ulkoseinän lämmöneristeen sisäpuolelle. Vedeneristyksellä estetään maan kosteuden ja pinta- sekä sulamisveden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen. Vaativissa pohjavesi- ja maaperäoloissa, joissa rakenteet joutuvat alttiiksi vedenpaineelle käytetään jatkuvia vedeneristeitä (vedenpaineen eristys), jotka estävät ulkopuolisen veden haitallisen tunkeutumisen rakenteeseen. [7, s. 123].

Esimerkiksi perusmuurilevyä käytetään epäjatkuvana vedeneristeenä, jolloin pohjavesi- ja maaperäolosuhteiden tulee olla normaalit, eli rakenteisiin ei kohdistu vedenpainetta.. Veden ja vedenpaineeneristykseen on esitetty taulukossa 1. [7, s. 123.]

Taulukko 1: Maanvastaisten seinien veden- ja vedenpaineeneristeiden tyyppiratkaisujen valinta pohjavedenpinnan ja maaperän mukaan

Pohjaveden pinnan taso	Maaperän kuivumis-ominaisuudet	Voidaanko rakennuksen ympäristö kuivattaa/salaojittaa tehokkaasti?	Vedeneristyksen vaatimukset, jos maaperässä ei ole haitallisia kaasuja	Vedeneristyksen vaatimukset, jos maaperässä on haitallisia kaasuja
Vedenpinta jatkuvasti selvästi perustamistason alapuolella	Erinomaiset Hyvät Hyvästä huonoon	Kyllä	Epäjatkuva vedeneriste mahdollinen	Vedeneristeen tulee olla jatkuva
Vedenpinnan taso nousee välillä perustamistasolle	Mikä tahansa	Ei	Vedeneristeen tulee olla jatkuva	
Vedenpinta jatkuvasti perustamistason yläpuolella				

Mikäli käytetään jatkuvia vedeneristeitä, tulee varmistua siitä että eriste saadaan tarttumaan alustaa luotettavasti. Seinässä olevat epäpuhtaudet ja muut tartuntaa heikentävät kerrokset poistetaan. Alustan on oltava tartunnan kannalta tarpeeksi kuiva. [7, s. 124].

Kellarin maanvastainen osa suositellaan usein lämpöeristämään ulkopuolisella maanvastaisella lämpöeristeellä, jotta rakenteesta saadaan riittävän lämmin ja rakenteen kosteuspiitoisuus riittävän alas, ellei rakenne itsessään ole riittävän lämmin. [7, s. 124].

Kellarin seinän maanpäällisestä osasta tehdään riittävän tiivis, jotta ulkopuolinen kosteus ei pääse tunkeutumaan rakenteeseen. Kellarin seinässä kosteuseristys suositellaan nostamaan 300 mm maanpinnan yläpuolelle. Maanpinnan yläpuolisella osalla voidaan käyttää vedeneristyslaasteja. Erityisesti kevytsoraharkkorakenteissa tulee huolehtia harkkojen pinnan slammauksesta ja tarkoituksen mukaisten laastien käytöstä. [7, s. 124].

4.4 Vedeneristystarvikkeet

4.4.1 Yleistä vedeneristystarvikkeista

Eristystarvikkeita valittaessa tulee ottaa huomioon rasitukset, joita eristeisiin kohdistuu rakentamisen ja käytön eri vaiheissa. Rasitukset eivät saa häiritä haittaavissa määrin eristeiden toimintakykyä niiden suunnitellun käyttöiän ja kunnossapitovälin aikana. Eristystarvikkeiden pakkauksissa ja tuote-esitteissä on oltava seloste, josta ilmenevät mm. pakkauksen sisältö ja käyttötarkoitus, kiinnitys- tai liimaustapa, varastointiolosuhteet sekä viimeinen käyttöpäivä. Tuotteista on myös tarvittaessa laadittava käyttöturvallisuustiedotteet. [7, s. 153].

4.4.2 Nestemäisenä levitettävät vedeneristystarvikkeet

Tähän ryhmään kuuluvat bitumi-, muovi- tai elastomeeripohjaiset tarvikkeet, tai tarvikkeet jotka sisältävät vesitiiviyyden varmistavia, yleensä orgaanisia, komponentteja sellaisen määrän, että vesitiiviys saavutetaan. [7, s.155].

Vedeneristystarvikkeena käytettäessä tuotteista tulee ilmoittaa seuraavat ominaisuudet:

- vesitiiviys
- vesihöyryläpäisy
- vetolujuus
- murtovenymä käyttölämpötilassa (ei ohuista kalvoista)
- halkeamakestävyys
- tartunta alustaan
- pitkäaikaiskestävyys

Testausmenetelmät valitaan suunnitelluissa käyttökohteissa esiintyvien rasitusten mukaan. [7, s. 155].

Nestemäisenä levitettävänä vedeneristeinä käytetään bitumipohjaisia tuotteita, muovi- ja elastomeerimassoja ja pinnoitteita, tai polymeerisementtipohjaisia massoja, eli laasteja. [7, s. 155].

Bitumitarvikkeissa bitumi on joko sellaisenaan tai bitumiliuksena tai bitumiemulsiona. Bitumiliuksen kuivatessa liuote haihtuu ja bitumi kiinnittyy alustaan. Bitumiemulsion murtuessa sen sisältämä vesi imeytyy alustaan ja haihtuu ja bitumihiukkaset liittyvät yhteen ja tarttuvat alustaan. Bitumiemulsiot voivat olla joko savi emulsioita tai kemiallisia emulsioita. Pakkauksessa on ilmoitettu bitumiemulsiolle sen valmistuspäivämäärä, varastointilämpötila ja varastointiaika. [7, s. 155].

Bitumin ja bitumiemulsion tartunta kosteaan pintaan on huono. Tartuntaa voidaan parantaa käyttämällä liuokseen lisättävillä tartukkeilla. Bitumiemulsio voidaan levittää kostealle alustalle, jossa ei kuitenkaan saa olla irtovettä. [7, s. 156].

Muovimassat ja pinnoitteet koostuvat yleensä sideaineesta ja täyteaineesta. Sideaine koostuu yhdestä tai useammasta komponentista. Mikäli komponentteja on kaksi tai enemmän massa kovettuu komponenttien kemiallisen reaktion seurauksena. Massa voi sisältää myös

kuitulajitteita. Yleisimmin käytetyt muovilaadut ovat epoksi EP, polyuretaani PUR, akryyli PMMA ja sen sekä polymeerit, sekä polyesteri UP. [7, s. 156.]

Elastomeerimassat sisältävät yleensä muovimassoja vähemmän täyteaineita. Yleisiä elastomeerilaatuja ovat polyuretaani PUR, kloorisulfonoitu polyeteeni CSM (esim. hypalon), kloropreenikumi CR (esim. neopren) ja silikonikumi Q. [7, s. 156.]

Polymeerisementtipohjaiset massat koostuvat sementistä, polymeeristä ja täyteaineista. Siinä sementti toimii varsinaisena sideaineena. Polymeeri parantaa seoksen vesitiiviyyttä, kemiallista kestävyyttä, sekä halkeamankestävyyttä. [7, s. 156.]

4.4.3 Eristyskermit

Tähän ryhmään kuuluvat tarvikkeet voivat olla joko bitumi-, modifioitu bitumi-, muovi- tai elastomeerituotteita. [7, s. 157].

Perusmuurilevynä käytettäviä tuotteita ovat mm. Isolan valmistama Platon Xtra, joka on valmistettu mustasta polypropeenista (PP). Tuote on vettä hylkivä, diffuusiotiivis ja kestää normaalioloissa esiintyvät kemialliset rasitukset. Tuotteen pääkäyttökohteena on perusmuurin ulkopuolinen vedeneristys. Levyn toiselle pinnalle on muotoiltu neliskulmaisia nystyröitä. Nystyröiden etäisyys toisiinsa on n. 25 mm ja nystyröiden välissä on pystysuuntainen ura. Syvät pystysuuntaiset urat parantavat merkittävästi Platon Xtra:n salaojittavia ominaisuuksia. Levyn nystyrät muodostavat laajan yhtenäisen ilmatilan koko kellarinseinän alueelle, jolloin kosteat maamassat eivät pääse kosketukseen perusmuurin kanssa. Ilmatilan tilavuus on 4,5 l/m². Rakenteissa oleva kosteus puolestaan pääsee kondensoitumaan Platon-levyn sisäpintaan ja valuu pisaroina salaojiin. Platon Xtra-levyn asentaminen on helppoa, eikä erikoistyökaluja tarvita. Levy asennetaan nystyrät kellarin seinää vasten. Pitkäaikaiset testitulokset kertovat erittäin hyvästä maanpaineen kestosta. Reunalista, tulppanaulat, bitumikermisuojaus ja toimiva salaojitus varmistavat Platon Xtra-järjestelmän toiminnan. [8].

Vaihtoehtoisena tuotteena voi olla Lemminkäisen valmistama Kerabit Patolevy, joka on toiminta ominaisuuksiltaan hyvin samankaltainen kuin Platon Xtra-levy. Se on valmistettu mustasta profiloidusta HD- polyeteenilevystä. Levyn muodostama ilmatila perusmuuria tai kellarin seinää vasten on 5,3 l/m². [9].



Kuva 7: Perusmuurilevyn asennus [9.]

5 URAKAN ESITTELY

Urakan esittelyosiossa käsitellään opinnäytetyön kohteena ollutta rakennusurakkaa. Kohde on Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalon Hanke 1, Vaihe 1. Tarjouspyynnössä oli kaksi eri tarjouspyyntöä, rakennusurakka (salaojitus) omana työnään ja putkiurakka erikseen, joka sisälsi sadevesi-, ja jätevesiviemärijärjestelmien putkitustyöt ja asennustyöt materiaaleineen. Maanrakennus Leskinen Oy tarjosi sekä salaojitusurakkaa, että myös kokonaisurakkaa.

Maanrakennus Leskinen Oy:lle jäi Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalon rakennusurakka (salaojitus) ja putkiurakka kokonaisuudessaan. Urakka toteutetaan kokonaishintaurakkana. Urakka käsittää Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalon ulkopuolisten salaoja- ja sadevesijärjestelmien uusimisen kokonaisuudessaan. Urakka on kokonaishinta urakka, lukuun ottamatta louhinnasta syntyviä kustannuksia. Urakka-alueella suoritettavat louhinnat toteutetaan tarjouksen liitteenä olevan yksikköhintaluettelon perusteella.

Urakkarajoina toimivat:

- jätevesiviemäröinti kokonaisuudessaan n. 108 m ja 19 kpl tarkastuskaivoja
- sadevesiviemäröinti kokonaisuudessaan n. 372 m ja 38 kpl sadevesi- ja sadevesitarkastuskaivoja
- salaojitusjärjestelmän uusimisen n. 600 m padotusjärjestelmineen ja purkuineen kokonaisuudessaan ja 48 kpl tarkastuskaivoja
- ulkopuolisen vedeneristämisen rakentamisen perusmuurilevyllä n. 380 m
- sadevesiviemäröintiin liittyvien sähköasennuksien ja järjestelmien rakentamisen kokonaisuudessaan.

Ulkopuoliseen vedeneristämiseen käytetään perusmuurilevyä, joka naulataan kellarinseinään tai perusmuuriin kiinni Hilti-naulauspyssyillä. Vedeneristämisen yhteydessä perusmuuriin tehdään lattianalustilaan reikiä $d=100$ mm kolmen (3) m:n välein, jotta lattian alla mahdollisesti oleva vesi pääsee kulkeutumaan rakennettavaan salaojitusjärjestelmään.

Lisäksi urakkaan kuuluu huoneistojen raitisilmaputkien purku kolme (3) kpl ja uusien raitisilmaputkien asentaminen neljä (4) kpl. Uusittavat raitisilmaputket varustetaan raitisilmasuodatinpatruunalla.

Sähkölaitteet sisältävät perusvesikaivojen ylärajahälyttimet viisi (5) kpl ja niiden syöttökaapeleiden asentamisen, sekä n. 81 m sähkösulatuskaapelin asentamista sadevesiviemäroinnin yhteyteen, syöksytorville ja runkolinjaan, sekä niiden syöttökaapeleiden asentamisen.

6 KUNTOSELVITYKSEN ESITTELY

6.1 Kuntoselvitys raportti 1

Keskustalon ongelmia on aloitettu kartoittamaan vuonna 2008. Kiinteistössä on tehty peruskuntoarvio v. 1998, selvitys sisäilmaongelmista v. 2005, sisäilman mikrobinäytteet on otettu v. 2006.

Rakennuttajatoimisto Martti Rönkkö aloitti kohteen kuntoselvityksen 16.9.2008, jolloin Martti Rönkkö on suorittanut kohteen tarkastuksen pistokokein ja silmämääräisesti. Tarkastuksessa on todettu, että perusmuurien vesieristykset ovat pääsääntöisesti rakenteiden sisäpinnassa. Salaojitus on sijoitettu osittain anturan ulkopuolelle ja osittain anturan sisäpuolelle. Salaojitus on, lähinnä toimivuuden kannalta elinkaarensa lopussa. Silmämääräisesti kosteusvaurioita on havaittu vain vierashuoneen (Karjalankadulta katsottuna pääsisäänkäynnin vas. puolella) kohdalla olevassa perusmuurissa.

Huonetilat, joissa sisäilmaongelmia on havaittu, ovat pääosin sellaisia, joissa on käytössä koneellinen poistoilmanvaihto. Tästä seuraa, että ensisijainen syy on siinä, että korvausilma ei ole puhdasta. Martti Rönkön arvion mukaan korvausilman likaisuus johtuu seuraavista syistä:

1. Korvausilmakanavat ja säleiköt ovat likaisia.
2. Osa korvausilmasta tulee ao. huonetilaa ympäröivien rakenteiden läpi, pääosin rakenneosien liittymien kautta. Rakenteissa on, varsinkin maanvaraisissa alapohjissa, vaihtelevassa määrin epäpuhtauksia.

Toissijainen syy sisäilmaongelmiin on siinä, että ilmanvaihto ei ole määrältään riittävä.

Lisäksi Rakennuttajatoimisto Martti Rönkkö on ilmoittanut tarvitsevansa tarkennuksia seuraaviin asioihin:

1. ilmamäärän riittävyys (miten todettu)
2. ilmamäärien suunnitelmien mukaisuus
3. korvaus- ja tuloilmakanavien puhtaus ja kunto (miten todettu, laajuus)
4. tuloilmakoneiden suodattimien ja kammioiden puhtaus (miten todettu)
5. rakenneosien liittymien tiiviys (onko tutkittu)
6. rakennuksen sisäpuolella olevien viemäri- ja salaojaverkoston tarkastuskaivojen kansien tiiviys
7. maata vasten olevien rakenteiden kosteuspitoisuudet.

Nämä tarkastukset on myöhemmin selvitetty haastattelemalla niitä henkilöitä, jotka ovat olleet aikaisemmissa tutkimuksissa mukana.

6.2 Kuntoselvitys raportti 2

Seuraavassa vaiheessa 3.10.2008 Rakennuttajatoimisto Martti Rönkkö haastatteli Suomen ortodoksisen kirkollishallituksen keskustalon ongelmien osalta 6 henkilöä, joilla on joko vakituinen työn tekemisaikana kiinteistössä tai ovat muuten osallistuneet kiinteistön hoitoon tai huoltoon.

Haastattelujen perusteella ilmeni mm. seuraavia asioita:

- epämiellyttävä haju
- homeen haju
- huono ilma
- kosteusvaurio seinien alaosissa, korjattu
- tarkastuskaivojen kannet vuotaneet

- ilma ei vaihdu, kesällä kuuma, talvella kylmä
- iho-oireita
- voimakasta homeen hajua
- katossa ollut kosteusvaurio aikaisemmin
- ulkokulmien alaosasta irronnut maali
- vesivuoto katossa
- hirveä haju, varsinkin kostealla ilmalla
- maakellarin haju
- hirveä haju, varsinkin maanantaisin.

Haastattelujen perusteella on todettu myös että:

- radon tutkimusta ei ole tehty
- asbestikartoitusta ei ole tehty
- iv-suunnitelmien tarkastusta ilmamäärien riittävyyden osalta ei ole tehty
- ilmamäärien mittaus ja säätö osittain puutteellinen
- iv-kanavien vaurioita ei ole korjattu
- korvausilmakanavien ja ritilöiden puhtautta ja kuntoa ei ole todennäköisesti tarkastettu
- rakennusosien liittymien tiiviyyttä on tutkittu ainoastaan vierashuoneen osalta
- maata vasten olevien rakenteiden (perusmuurit, alapohjat) kosteuspitoisuuksia on mitattu vain muutamasta kohdasta
- viemäri ja salaojaverkoston tarkastuskaivojen kansien tiiviyyttä korjattu.

Seuraavassa vaiheessa Martti Rönkkö suoritti yllämainittujen puuttuvien tutkimuksien ja tarkastuksien lisäksi seuraavat tutkimukset:

- yläpohjassa olevien iv-kanavien lämmöneristyksen tarkastus
- ilmanvaihtokanavien rakenteiden tarkastus arkkipiispan huoneiston ja kirkkomuseon kohdalla
- perusmuurirakenteiden kuntotutkimus
- salaojien kuntotutkimus
- tarvittavat mikrobitutkimukset (tarve ilmenee tutkimusten edetessä)

Näillä toimenpiteillä ja tutkimuksilla saatiin todellinen käsitys siitä, mitkä eri tekijät aiheuttivat sisäilmaongelmia ja miten niitä ruvetaan korjaamaan.

6.3 Kuntoselvityksen tutkimusosa raportit 3 ja 4

Rakennuttajatoimisto Martti Rönkkö sai tutkimusvaiheen valmiiksi 28.5.2009, jolloin 12.1.2009 päivätyn tutkimusohjeen mukaisista tutkimuksista oli saatu suoritettua seuraavat osiot:

1. radon tutkimus
2. rakennusosien liittymien tiiviiden tutkiminen
3. kosteusmittaus perusmuuri, alapohja, pystyrakenteet
4. sisäpuolisten viemäri- ja salaojaverkoston tarkastuskaivojen kansien tiiviiden tarkastus
5. rakenteiden kuntotutkimuksen 1. vaihe
6. korvausilmakanavien ”puhtaustutkimus”
7. alapohjan alussoran rakeisuus ja kapillaarisuus
8. salaojaverkoston kuntotutkimus.

Osioiden 1-6 tutkimukset on suorittanut I.Tanninen Oy, osion 7 Savonia-ammattikorkeakoulu ja osion 8 SanMat Kunnossapito Oy.

Tutkimuksissa ei ollut sallittujen arvojen ylittäviä pitoisuuksia radon-kaasuja.

Rakennusosien liittymissä ja itse rakenteissa oli tutkimuksien mukaan ilmavuotoja ulkoa sisälle 18:ssa eri huonetilassa. Eri huonetilojen välisiä ilmavuotoja havaittiin 4:ssa eri tilassa. Rakenteissa, joiden läpi tapahtui ilmavuotoja, oli havaittavissa merkkejä tiivistyneestä kosteudesta (mikrobikasvustoa).

Alapohjassa, perusmuurissa ja pystyrakenteissa havaittiin kohonneita kosteuspitoisuuksia 12 eri tilassa. Alakerran käytäviltä alapohjan alussorasta mitattu suhteelliset kosteudet olivat poikkeuksellisen korkeat. 16.2.2009 mittauksessa (95–98 %) ja 14.5.2009 suoritetussa mittauksessa vielä korkeampi (96–100 %).

Viemäri- ja salaojaverkoston tarkastuskaivojen kannet eivät olleet tiiviit, vaan sisäilmaan pääsi ilmavuotojen kautta ilmaa verkostoista.

Kaikki korvausilmakanavat ovat likaisia, osa korvausilmakanavista oli rikkoutunut. Korvausilmaventtiilien suodattimet, sekä osa tuloilmakanavista oli likaisia ja rikkonaisia. Arkkipiispan huoneiston keittiön alta ja portaikon alustilasta löytyi runsaasti puutavaraa (muottilaudoitusta, soratäytön tukia yms.), joista lähti voimakas ummehtunut haju.

Alapohjan alussoran rakeisuus ja kapillaarisuus oli tutkittavana Savonia-ammattikorkeakoulussa. Soran hienoaines määrä oli RIL 126 ohjealueen ulkopuolella ja soran kapillaarinen nousukorkeus oli 46 cm.

Salaojaverkossa oli tutkimuksien mukaan riittävä määrä tarkistuskaivoja, mutta osassa näissä oli vielä muottilaudoitukset paikoillaan. Suurimmassa osassa salaojaverkosta oli ”vakava vika”, eli putki poikki tai rikki.

6.4 Tutkimusten tulos

Tutkimusentulokset vahvistivat selvitysvaiheen loppuraportissa esitetyt selvityksen tulokset, eli:

1. Salaojaputkiston ”vakava vika” johtuu putkiston iästä, eli putkisto on elinkaarensa lopussa.
2. Alapohjan, perusmuurien ja pystyrakenteiden alaosien kohonneet kosteuspitoisuudet johtuvat pääosin salaojaputkiston ”vakavasta viasta”. Alussoran rakeisuuden hienojakoisuudella on ainoastaan vähäinen merkitys ko. kosteuspitoisuuksiin.
3. Em. kosteudet aiheuttavat sen, että päällysteiden liimaus haisee ja päällysteet irtoavat.
4. Korvaus- ja tuloilma ei ole puhdasta, koska
 - kanavat ja suodattimet ovat likaisia
 - korvausilmaa tulee rakenteiden läpi
 - korvausilmaa tulee viemäri- ja salaojaverkoston tarkastuskaivoista.
5. Vuotokohtien läheisyydessä olevista kosteusvaurioituneista rakenteista erittyy haitallisia päästöjä sisäilmaan.
6. Ilmanvaihto ei toimi suunnitelmien mukaisesti.

Rakennuttajatoimisto Martti Rönkön ehdotuksen pohjalta Suomen ortodoksinen kirkollishallitus päätti vaiheistaa tarvittavat korjaustyöt kahteen eri hankkeeseen, eli hanke 1 ja hanke 2.

Tarjouskilpailun jälkeen hanke 1:en vaihe 1:een, valittiin urakoitsijaksi Maanrakennus Leskinen Oy. Urakkaan kuului salaojaverkoston korjaus, perusmuurin ja kellarinseinän ulkopuolinen kosteudeneristäminen, rikkoutuneiden korvaus- ja tuloilmakanavien uusiminen korvausilmaventtiileineen.

7 Töiden kulku

7.1 Pääsisäänkäynnin edusta

Työt aloitettiin 15.10.2009. Rakennustyöt aloitettiin yhdellä työryhmällä:

- KKHp 17 tn
- RAM x 2
- Ka
- Työnjohto

KKHp 17 tn tarkoittaa pyöräalustaista kaivinkonetta, jonka työpaino on n. 17 000 kg. RAM tarkoittaa rakennusammattimestä ja Ka tarkoittaa kuorma-autoa.

Työ aloitettiin osa II:n kohdalla olevien sadeveden ja jäteveden liittymäkaivojen kohdalta, koska viemäroinnit täytyi rakentaa purkukohdasta aloittaen. Liittymäkaivojen esille kaivun jälkeen todettiin olla asentamatta uusia kaivoja vanhojen tilalle, koska kaivot oli uusittu v. 2000 suoritettuna pysäköintialueen saneerauksen yhteydessä. Niinpä vanhoihin kaivoihin rakennettiin uudet liittymät. Betoniseen sadevesikaivoon tehtiin reiät uusia putkia varten ja putkien asennuksen jälkeen reunat valettiin umpeen ja laitettiin alkutäyttö suojaksi päälle. Jätevesikaivoon tuli jo ennestään niin monta linjaa, että uudet linjat liitettiin aivan kaivon vieressä y-haaraliitoskappaleella vanhoihin, mutta yhä käyttöön jääviin linjoihin.

Salaojituksen ja seinän ulkopuolisen vedeneristämisen aloitimme rakentamaan osa II:n yhteydessä olevan pääsisäänkäynnin vierestä. Seinän vierustaa kaivaessa paljastui, että sokkelin valuun käytetyt muottilaudat oli jätetty purkamatta ja ne olivat paikallaan sekä sisä-, että ulkopuolella sokkelia. Muottilaudoitukset purettiin ulkopuolelta tasoon n. 1,5 m pohjavedenpinnan alapuolelle ja loput jätettiin paikoilleen, koska niistä ei enää pohjavedenpinnan alapuolella ole haittaa. Rakenteen sisäpuoliset muottilaudoitukset jätettiin paikoilleen, koska niiden purkaminen olisi aiheuttanut kohtuuttomia kustannuksia tämän urakan yhteydessä.

Kaivaessa paljastui, että osan II arkistohuoneen perustukset eivät menneet suunnitelmien mukaisesti kallioon, vaan siinä kohdin sivuseinien perusmuurit oli valettu kallioon asti, mutta päätyseinän nurkissa oli pilarit. Kantavat pilarit oli paalutettu pohjavedenpinnan alapuolelle kantavaan kerrokseen asti ja arkistohuoneen päädyssä oli kantava palkki pilareiden välillä. Sokkelia oli rakennettu vain n. 0,6 m maanpinnan alapuolelle.

Aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa arkistohuoneen betonirakenteissa oli havaittu vähäisiä määriä kosteutta. Nyt pystyimme toteamaan, että kosteus on todennäköisesti noussut kapillaarisesti betonista pilarirakennetta pitkin ylös pohjavedestä. Havainto ei aiheuttanut tämän urakan osalta toimenpiteitä, vaan jatkotoimenpiteitä suoritetaan hankkeen seuraavissa vaiheissa.

7.2 E-rapun edusta

Kun liittymäkaivot ja uusien linjojen liitostyöt oli suoritettu ja aloitettu molempiin suuntiin, niin työmaan kone- ja henkilökapasiteetti tuplattiin. Toinen työryhmä, joka sisälsi telalustaisen kaivinkoneen (16 tn) alkoi kaivamaan E-rapun edustan seinän vierustoja perustustasoon asti.

E-rapun edustan kaivu ja putkitustyöt olivat poikkeuksellisen hankalia, koska kallio oli joka puolella vain n. 0,5 metriä maanpinnan alapuolella. Rakennuksen rakennusvaiheessa ei ole louhittu tarvittavia työvaroja. Kallio oli n. 30 cm:n päässä seinästä ja viimeiset 1,5 metriä ennen perustustasoa täytyi kaivaa lapiolla miesvoimin, (ks. kuva 8.)



Kuva 8. Maankaivu perustustasoon kallion ja perusmuurin välistä

E-rapun edustalla kalliota ”purettiin” sade-, ja jätevesilinjojen kohdalta kaivinkoneeseen laitettavalla iskuvasaralla, maakiilalla ja paineilmatyökaluilla, kuten kallioporalla ja iskuvasaralla. Näin välttyttiin louhintatöiltä, katso kuva 9.



Kuva 9. Kallion piikkausta kaivinkoneeseen kiinnitettävällä iskuvasaralla

Viemäroinnin liitoskorkoa jouduttiin laskemaan 10 cm, korosta + 110,50 korkoon 110,40, koska rakennuksen sisällä menevä viemäri oli suunnitelmätietoja alempana todellisuudessa. Koron laskemisen seurauksena viemäriässä oleva viettokaltevuus jouduttiin pudottamaan aivan

minimiin, jotta saadaan koko matkalle ”laskua”. Lisäksi viemärit jouduttiin viemään todella lähellä kallion pintaa.

Kallion louhintaa jouduttiin suorittamaan sadevesikaivojen ja perusvesikaivon kohdalla, koska kaivoissa on isot sakkapesät (halkaisija 800 mm ja korkeus 600 mm), vesijuoksujen alapuolella. Kallion takia suoritettavat työt olivat lisätöitä ja niitä suoritettiin yksikköhintataulukon mukaisilla hinnoilla.

E-rapun edustalla rakennus on perustettu kalliolle ja vaadittavat veden poistoreiät $d = 100$ mm on tehty, mutta niiden kohdalla sokkelin sisä- ja ulkopuolella oli muottilauδοitukset paikoillaan. Muottilauδοitukset saatiin purettua ulkopuolelta kokonaisuudessaan, mutta sisäpuoliset muottilauδοitukset jäivät paikoilleen. Vedenpoistoreiät puhdistettiin, jotta veden esteetön kulkeminen lattianalustilasta salaojiin saatiin varmistettua. Vedenpoistoreikien puhdistaminen oli hankalaa, koska sisäpuolen muottilauδοitukset olivat paikoillaan ja koska reiät olivat pieniä, vain $100 * 100$ mm.



Kuva 10. Puhdistamaton vedenpoistoreikä



Kuva 11. Puhdistettu vedenpoistoreikä

Rakennusvaiheessa suoritettavat louhintatyöt on tehty huolimattomasti, koska ulkopuolelle ei ole jätetty riittävästi tilaa. Lisäksi kallio on jätetty paikoitellen liian korkealle ja se nousee ulkopuoliselta osaltaan sokkeliin tai kellarinseinään asti. Rakennuksen tulisi olla perustettu

anturan varaan kallion päälle, mutta nyt ei paikoitellun ollut anturaa ollenkaan. Vanhat salaojaputket olivat tiiliputkea ja ne laskivat rakennuksen sisään liitoskaivoihin. Salaojat olivat paikoitellen rikki ja tukossa. Näin ollen on helppoa todeta, että salaojitus ei ole kuivattanut perusmuurin alaosaa ja perustuksia.

Seinän vierustat täytettiin kokonaan sepelillä, koska kallio oli niin lähellä seinää.

7.3 D-rapun edusta

D-rapun edustalla rakennusta rakennettaessa ei ole louhittu salaojitukselle ja ulkopuoliselle viemäröinnille tarvittavaa tilaa. Näin ollen jouduimme ko. kohdalla louhimaan kalliota kauemmaksi seinästä ja samalla syventämään kalliotasoa, jotta pystyimme asentamaan tarvittavat salaoja- ja sadevesiputket, sekä tarvittavat kaivot niiden oikeaan korkoon. Louhittavaa kalliota kertyi D-rapun edustalla n. 20 m matkalla yhteensä 78,6 m³ltr. Louhinnan suoritti Louhintaliike M.Huovinen. I.Tanninen Oy suoritti keskustaloon tarvittavat louhintatyökatselmukset ennen töiden aloittamista.

Seinän vierustan salaojittava kerros sepelistä, paksuus 400 mm, asennettiin vanerilevyjen avulla. Vanerilevyn ja seinän väliin laitettiin sepeli, vanerilevyn ulkopuolelle levitettiin suodatinkangas ja täytettiin alueen kaivumailla. Vanerilevyjen käyttäminen sepelitäyttöä tehdessä vähentää huomattavasti kiviaineksen hukkamäärää. Näin ollen vaikka työtapa itsessään on hitaampi, niin urakoitsija saa suuremman taloudellisen hyödyn kiviaineskustannussäästön ansiosta. Työtapa selviää kuvasta 12.



Kuva 12. Vanerilevyn käyttö seinän vierustan täytössä

D-rapun edustalle rakennuksen ulkopuolelle oli asennettu osan III yksikerroksisen osan sade- ja jätevesiviemärit. Normaalisti rakennuksen kyseiset viemäroinnit kulkevat anturalinjan

sisäpuolella, mutta D-rapun edustalla viemäreillä oli kierretty sisällä oleva väestönsuoja. Ko. viemäreiden ulkopuoliset putket korvattiin vastaavan kokoisilla muoviputkilla lisätyönä. Salaojitukset ja viemäröinnit saimme tehtyä suunnitellusti oikeaan korkoon ja viettokaltevuuteen.

7.4 Osa III:n yksikerroksinen osa

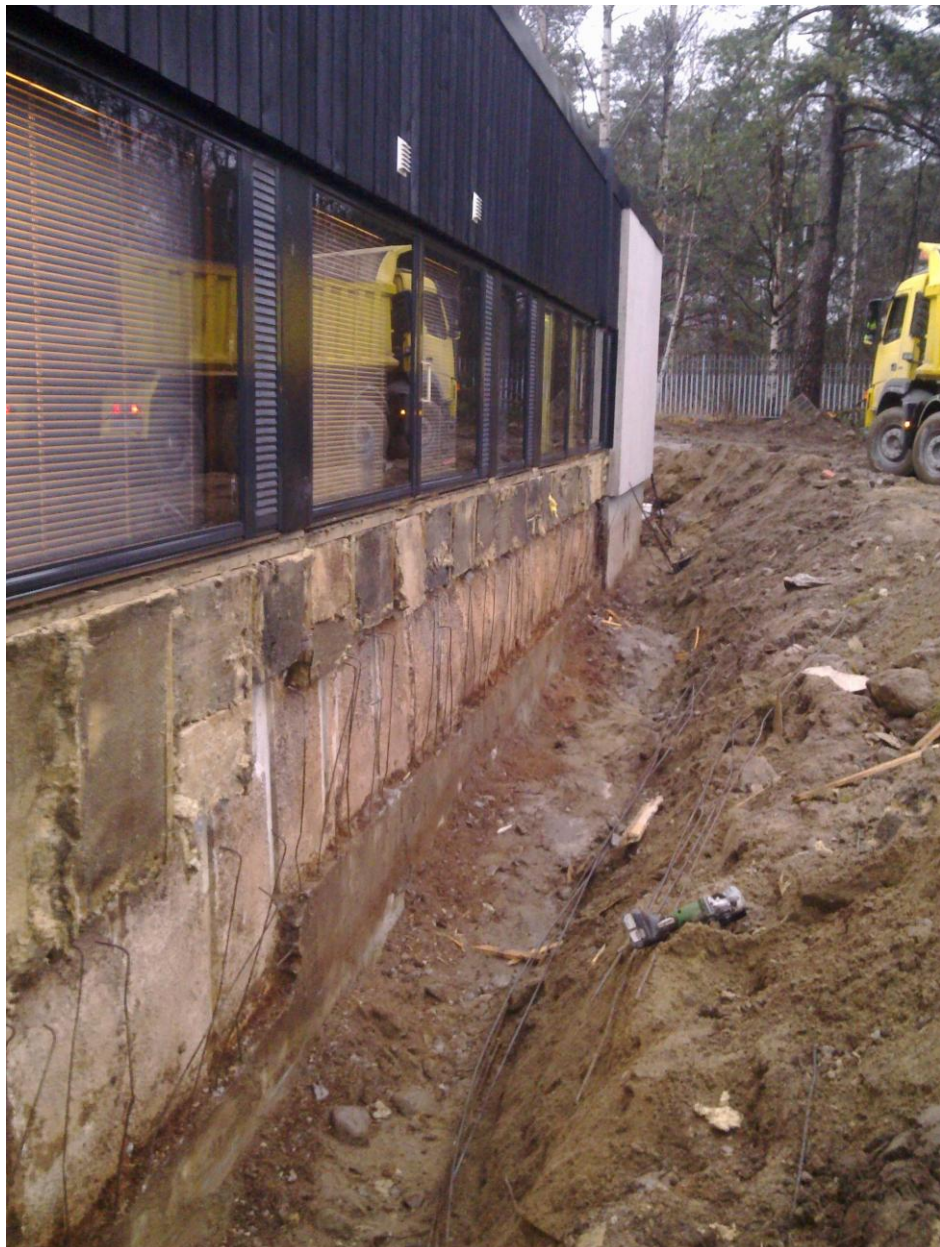
Osa III:n yksikerroksisen osan perusmuuri oli pahasti vaurioitunut. Sokkelin rakenne oli seuraava:

- sisäkuorivalu
- kosteuseriste
- lämpöeriste
- ulkokuorivalu.



Kuva 13. Pahasti vaurioitunut sokkeli

Rakenteen ulkokuoren valu oli pahasti vaurioitunut. Rakenteen raudoituksista suuri osa oli näkyvässä, ilman suojabetonikerrosta. Lisäksi rakenteessa oli runsaasti reikiä ja rakenteen lämpöeriste oli kastunut ja näin ollen pilalla. Ko. lämpöeriste on ns. korkkieriste. Korkkieriste on orgaaninen eli se on luonnon oma tuote, joten se on hajonnut kastuessaan. Näin ollen eriste on myös menettänyt eristävyytensä ja rakenne on kylmä. Yksikerroksiselta osalta purettiin kaikki ikkunoiden alapuoleiset vuorilaudoitukset, sekä tuulensuojalevyt ja villoitukset. Lisäksi sokkelin ulkokuorivalu purettiin halkaisun pohjaan asti ja vanha lämpöeriste poistettiin. Halkaisun pohjalla tarkoitetaan rakenteen liitoskohtaa, jossa perusmuurin yhtenäinen betonirakenne liittyy perusmuurin lämpöeristettyyn rakenteeseen. Vioittunutta ja purettavaa rakennetta kertyi n. 26 m. Rakenne näkyy purettuna kuvassa 14.



Kuva 14. Purettua sokkelia, kuvassa vanhat villat on vielä paikallaan

Poistetun lämpöeristeen tilalle laitettiin 50 mm finnfoam-lämpöeriste, jonka taakse valettiin juotosbetonista tasoitevalu. Tasoitevalu jouduttiin tekemään, koska sisäkuorivalu oli paikoitellen pullistunut ja lämpöeriste täytyi saada koko alaltaan kosketuksiin lämpimän rakenteen kanssa. Mikäli lämpimän rakenteen ja eristeen väliin jää ilmatilaa, niin se kylmettyy ja sinne voi muodostua kosteutta. Finnfoam-eriste on kova ja taipumaton levy, joten sitä ei olisi saanut muotoiltua tasovaihteluiden mukaiseksi. Eristämisen jälkeen asennettiin tarvittavat tartunnat ja ulkokuorivalun raudoitukset, jotta ulkokuorivalu saatiin tarttumaan sisäkuorivaluun. Tämän jälkeen asennettiin muottilaudat ja valettiin uusi ulkokuorivalu rakenteeseen. Tällaisilla toimenpiteillä vioittunut rakenne saatiin korjattua. Uusi sokkeli näkyy kuvassa 15.



Kuva 15. Korjattu sokkeli

Sokkelin yläpuolelle ja ikkunoiden alapuolelle asennettiin uudet villat, sekä uudet tuulensuojalevyt. Lisäksi ikkunoiden karmit oli tiivistetyt villalla, mikä aiheutti ilmavuotoja

sisäilmaan (vetoa). Vuodoista oli selviä merkkejä, koska villoitukset olivat paikoitellen tummuneet, katso kuva 14. Vanhat villat ikkunakarmien välistä poistettiin ja tilalle laitettiin uretaania, jolloin ilmavuodot saatiin tukittua.

7.5 Rakennuksen takapiha

Rakennuksen takapihalle rakennettiin tuplasalaojitus, eli kaivantoon asennettiin samaan korkoon kaksi salaojaputkea vierekkäin. Takapihalla ei tarvinnut louhia putkilinjoja, koska kalliopinnat oli louhittu riittävän alas salaojitusta ja viemäröintiä vasten. Viisi kaivopaikkaa jouduttiin kuitenkin louhimaan, koska louhittu tila seinän vieressä ei ollut riittävän leveä, myös kolmen kaivon sakkapesät tulivat olevan kalliopinnan alapuolelle.

Takapihalle kaivettiin ja louhittiin laajennusvaraus lisätyönä. Laajennusvarauksen kohdalta jouduttiin louhimaan kalliota 161 m³ltr. Lisäksi laajennuksen pohjalla suoritettiin maaleikkausta n. 80 m³ltr. Kallio ja maa-aines kuljetettiin maankaatopaikalle. Laajennusvarauksen pohjan tekemisestä annettiin erillinen tarjous, jonka rakennuttaja hyväksyi.

Rakennuksen takana kulkevat salaojat ja viemärit vietiin rakennuksen alitse etupuolella kulkeviin verkostoihin ja edelleen sitä kautta liitos- ja purkukaivoihin. Rakennuksen alitukset tehtiin poraamalla reiät timanttiporalla sokkeliin käytävien kohdalla ja kaivamalla käytävien lattiat auki alituksien kohdalta. Alituksien kohdalla liitettiin myös vanhat rakennuksen sisäpuolella kulkevat jäte- ja sadevesilinjat uusiin linjoihin. Alituksia tuli kaksi kappaletta.

7.6 Arkkipiispan asunnon ympärys

Arkkipiispan asunto sijaitsee pohjoispuolella rakennuksen päädyssä. Yläkerrassa on arkkipiispan asunto ja alakerta on osin rakentamatonta tyhjää tilaa ja osin arkisto ja osin autotalli.

Alakerran rakentamattomassa tilassa oli kaikki muottilaudoitukset paikoillaan niin seinissä, kuin katossakin. Laidoituksista erittyi voimakasta hajua. Haju ja mahdolliset mikrobit ovat päässeet sisäilmaan hormiston välipohjan läpivientien kautta. Läpivienneissä ei ollut tiivisteitä ollenkaan, vaan ilmaa pääsi kulkeutumaan esteittä sisäilmaan.



Kuva 16. Ns. rakentamattomassa tilassa paikoillaan olevat muottilaudoitukset

Jouduimme tekemään reiän (1,5 m * 0.5 m) alakerran perusmuuriin, koska rakentamattomaan tilaan ei ollut varsinaista kulkuaukkoa rakennuksen sisällä. Perusmuurin tehdyn reiän kautta siirsimme purkamamme muottilaudoitukset ulkopuolelle ja edelleen kaatopaikalle.

Arkkipiispan asunnosta jouduttiin myös korjaamaan sokkeliä n. 7 m:n matkalla. Sokkelin ulkokuorivalu oli osittain rikkoutunut ja näin ollen kuoren takana ollut lämpöeriste oli kastunut ja menettänyt eristävyytensä. Sokkeliä purettiin halkaisun alareunaan asti ja vanhat

lämpöeristeet poistettiin. Rakenne korjattiin samalla tavalla, kuin rakennuksen toisessa päädyssä, osan III yksikerroksisella osalla.

7.7 Johtopäätökset

Töiden edetessä oli selkeästi havaittavissa ne syyt ja vialliset rakenteet, minkä takia kyseinen rakennusurakka oli tehtävä. Kuntoselvityksen perusteella tehtäväksi esitetyt korjaustyöt olivat kaikki tarvittavia töitä.

Salaojitusverkosto oli lukuisista kohdista joko poikki tai tukkeutunut. Näin ollen salaojituksen tehtävä kerätä ja kuljettaa vesi ja kosteus perustustasolta pois ei ole voinut täytyä. Salaojituksen ympärillä ei myöskään ollut minkäänlaista salaojituskerrosta, joten veden virtaaminen salaojiin on ollut hyvin hidasta ja perusmuuri on ollut kosteana kauttaaltaan. Salaojituksen rikkonaisuudesta johtuen alapohjat ja perusmuurien alaosat ovat olleet poikkeuksellisen kosteat ja näin ollen aiheuttaneet päällystevaurioita alakerran lattioissa.

Korjausselvityksessä ei sen sijaan selvinnyt yksikerroksisten osien rakenteiden vauriot, vaan ne paljastuivat työn edetessä. Yksikerroksisten osien perusmuurien lämpöeriste sijaitsee vesieristeen ulkopuolella ja näin ollen lämmöneriste on päässyt kosteudelle alttiiksi. Lämmöneriste on menettänyt eristävyytensä. Myös kyseisten rakenteiden ulkokuorivalut olivat rikkiäisiä ja reikäisiä, mikä on myös aiheuttanut kosteudet ja kylmyyden pääsemisen rakenteen läpi. Tällaista rakennetta saimme korjattua lisätyönä urakan edetessä.

Kuntoselvityksessä esitetyt raitisilmaputket ja niiden suodattimet saimme uusittua suunnitelmien mukaisesti ja näin ollen rakennukseen virtaa paremmin puhdasta korvausilmaa.

Myös arkkipiispan asunnon alakerran rakentamattomasta tilasta löytyneet muottilaudoitukset saatiin poistettua ja näin ollen eliminointua laudoituksesta aiheutuneen pahan hajun ja mahdollisten mikrobien kulkeutuminen sisäilmaan.

Rakennustyön osalta urakka oli pahasti myöhässä suunnitellusta aikataulusta. Tämä johtui pääosin siitä, että alkuperäisessä aikataulussa ei ole huomioitu kallioulouhintoja lainkaan, vaan ne jatkoivat alkuperäistä urakka-aikaa. Myös töiden venyminen talvelle aiheutti aikataulun venymistä, koska täytyi tehdä paljon lumitöitä ja välillä jouduttiin pitämään pakkaspäiviä liian kovan kylmyyden takia. Myös kiviaineksien kanssa meni ylimääräistä aikaa, koska esimerkiksi mursketta ei voitu varastoida työmaalle jäätyksen takia, vaan kiviaines jouduttiin aina ottamaan suoraan kuorma-auton lavalta.

Kaivutyö jouduttiin tekemään poikkeuksellisen lyhyissä osissa, koska välillä jouduttiin louhimaan kalliota. Työvaiheiden katkonaisuus vähentää koko työn tehoa merkittävästi, koska työvaiheesta toiseen siirtyminen vie ylimääräistä aikaa.

Tässä urakassa työtehoa saatiin lisättyä hankkimalla työhön sopivaa kalustoa aliurakoitsijoilta. Maanrakennus Leskinen Oy:n oma kalusto on liian suurikokoista ja työn tekeminen omalla kalustolla olisi ollut hitaampaa ahtauden takia.

Kiviainesmenekkiä saimme pudotettua käyttämällä vanerimuotteja perusmuurin viereisen sepelitäytön tekemiseen. Vaikka työtapa on hitaampi, niin kiviainessäästö on niin merkittävä, että vanerimuotteja kannattaa käyttää. Myös kallion läheisyys helpotti paikoitellen sepelitäytön tekemistä, koska kallion ja perusmuurin väliin laitettiin pelkästään sepeliä, eli ei tarvinnut erotella kaivumaita ja sepeliä.

LÄHTEET

1. Maanrakennus Leskinen Oy 2004. [verkkodokumentti] [viitattu 26.1.2010].
Saatavissa : www.maanrakennusleskinen.fi
2. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, RIL 126-2009. *Rakennuspohjan ja tonttiaalueen kuivatus*. Helsinki: Hansaprint 2009
3. Jääskeläinen, Raimo, *Pohjarakennuksen perusteet*. Tampere: Tammertekniikka 2005
4. Maa RYL 2000, *Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2000, Talonrakennuksen maatyöt*, Rakennustieto Oy, Hämeenlinna 1997
5. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, RIL 77-2005. *Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket*. Helsinki: Tummavuoren kirjapaino, 2005
6. INFRA RYL 2006. Rakennustieto Oy, Hämeenlinna 2006
7. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, RIL 107-2000, *Rakennuksen veden- ja kosteudeneristysohjeet*. Helsinki: Tummavuoren Kirjapaino Oy 2000
8. Isola Oy 2009. [verkkodokumentti] [viitattu 15.3.2010]. Saatavissa:
www.isola.fi/products/basement_construction/platon_xtra_grunmur
9. Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy 2010. [verkkodokumentti] [viitattu 23.3.2010]. Saatavissa:
www.lemminkainenkatto.fi/WebRoot/10005226/page.aspx?id=10005324