



# RINTAMAMIESTALON SALAOJA- JA SADE- VESIJÄRJESTELMÄN RAKENTAMINEN

Kahden eri menetelmän vertailu

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Mika Korkalainen	
Työn nimi Rintamamiestalon sadevesijärjestelmän rakentaminen	
Päiväys 28.2.2016	Sivumäärä 28
Ohjaaja(t) tuntiopettaja Juha Pakarinen, tuntiopettaja Mervi Heiskanen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rintamamiestalon omistajat	
Tiivistelmä <p>Nykypäivän rakentamisessa sadevesijärjestelmä tulee toteuttaa kullekin rakennukselle määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Kuntotarkastusten ja tutkimusten perusteella noin 60 prosentissa omakotitaloista on sadevesien ohjaamisessa puutteita tai asiaa ei ole hoidettu ollenkaan. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sadevesijärjestelmän rakennussuunnitelma Kuopiossa Lönnrotinkadulla sijaitsevaan rintamamiestaloon. Opinnäytetyön tarkoituksena oli esitellä sekä perinteinen sadevesijärjestelmän toteuttaminen että Fuktisol-menetelmän avulla toteutettu sadevesijärjestelmän rakentaminen.</p> <p>Opinnäytetyön tilaajina olivat Lönnrotinkadun asunnon haltijat, asunto on rakennettu vuonna 1954, eikä asunnossa ole sadevesijärjestelmää aikaisemmin rakennettu. Sadevesijärjestelmän suunnittelutyöhön tehtiin tilaajan pyynnöstä esittely kahdesta eri sadevesijärjestelmän toteuttamistavasta ja vertailtiin lisäksi näiden kahden menetelmän hintaa. Sadevesijärjestelmän rakentaminen vaatii ennakkoselvittelyjä, näitä ovat mm. pohjatutkimustiedot, tiedot kallion pinnan vaihteluista ja asuinympäristössä olevista putkistoista. Edellä mainitut asiat selvitettiin Kuopion kaupungilta. Opinnäytetyön tuloksena saatiin laskelmat perinteiselle- ja Fuktisol-salaojitusmenetelmälle. Fuktisol-menetelmä oli hieman edullisempi kuin perinteinen menetelmä. Hintatiedot ovat suuntaa antavia, lopullinen hinta selviää sadevesijärjestelmän rakentamisen päätyttyä. Hintatietojen oikeellisuuden ja siten luotettavuuden parantamiseksi alan ammattilaisilta tarkistettiin hintatietoja, ja heidän apuaan käytettiin materiaalilaskennassa.</p>	
Avainsanat rintamamiestalo, sadevesijärjestelmä, salaojitus, Fuktisol, kapillaarikatko, kaivanto	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Mika Korkalainen			
Title of Thesis Construction of the rainwater system for an old single-family house			
Date	28 March 2016	Pages	28
Supervisor(s) Mr Juha Pakarinen, Lecturer and Ms Mervi Heiskanen, Lecturer			
Client Organisation /Partners The owners of the veteran ´s house			
<p>Abstract</p> <p>In today's construction the rainwater system will be built for each building with regulations. Based on investigations about 60 per cent of the single-family houses have problems with storm water management or the rainwater systems have not been built at all.</p> <p>The goal of this thesis was to make a plan for the construction of a rainwater system for a single-family house in Kuopio city. The house was built in 1954 and it did not have a rainwater system. The purpose of this study was to introduce two different ways of building the rainwater system; the traditional way of building the rainwater system and by using draining Fuctisol heat insulation materials. Another purpose of this study was to introduce and compare the costs of these two different ways of building the rainwater system.</p> <p>In order to get reliable information for this study the material was gathered from construction literature, by interviewing Kuopio city officials and by interviewing construction experts. The costs shown in this study about building the rainwater system in two different ways may not be useful after a few years because the costs are based on today ´s information and directives.</p> <p>As a result of the study, the construction costs appeared to be a little smaller when using the Fuctisol heat insulation materials compared to building the rainwater system in the traditional way.</p>			
<p>Keywords veteran ´s house, rainwater system, draining heat insulation material, Fuktisol, capillary break, excavation,</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	RINTAMAMIESTALON ESITTELY JA OPINNÄYTETYÖN TARPEEN MÄÄRITTELY .....	6
3	KAIVANTOTURVALLISUUS RAKENNUSPROSESSISSA .....	8
3.1	Rakennuksen turvallisuuden varmistaminen .....	8
3.2	Työntekijöiden turvallisuuden varmistaminen .....	9
4	RAKENNUSLUVAN HANKKIMINEN JA POHJATUTKIMUKSET .....	10
5	FUKTISOL-MENETELMÄ .....	12
5.1	Fuktisolien käyttö- kaivanto ja Fuktisolien asennus .....	13
5.2	Fuktisolien käyttö- salaojaputki, kaivannon täyttö ja perusmuuriin liittyvät muurit .....	14
6	PERINTEINEN SALAOJAJÄRJESTELMÄ .....	16
6.1	Salaojien mitoitus, sijainti ja korkeusasema .....	16
6.2	Suodatinkerros .....	17
6.3	Salaojaputket ja kaivot .....	18
6.4	Pumppaamo .....	19
7	PERINTEISEN- JA FUKTISOL- SALAOJITUSMENETELMÄN HINTAVERTAILU .....	21
8	POHDINTA .....	25
	LÄHTEET .....	27

## 1 JOHDANTO

Työterveyslaitoksen julkaisun (Holmijoki 2013, 19) mukaan Suomen asuntokanta oli vuonna 2010 2,81 milj. asuntoa, joista omakotitaloja oli 1 135 736, ennen vuotta 1980 rakennettuja omakotitaloja oli noin 648 400. Nykyisin jokaiselle rakennukselle on rakennettava salaojitus. Määräysten ja ohjeiden tavoitteena on hyvän rakentamistavan toteutuminen. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 11.)

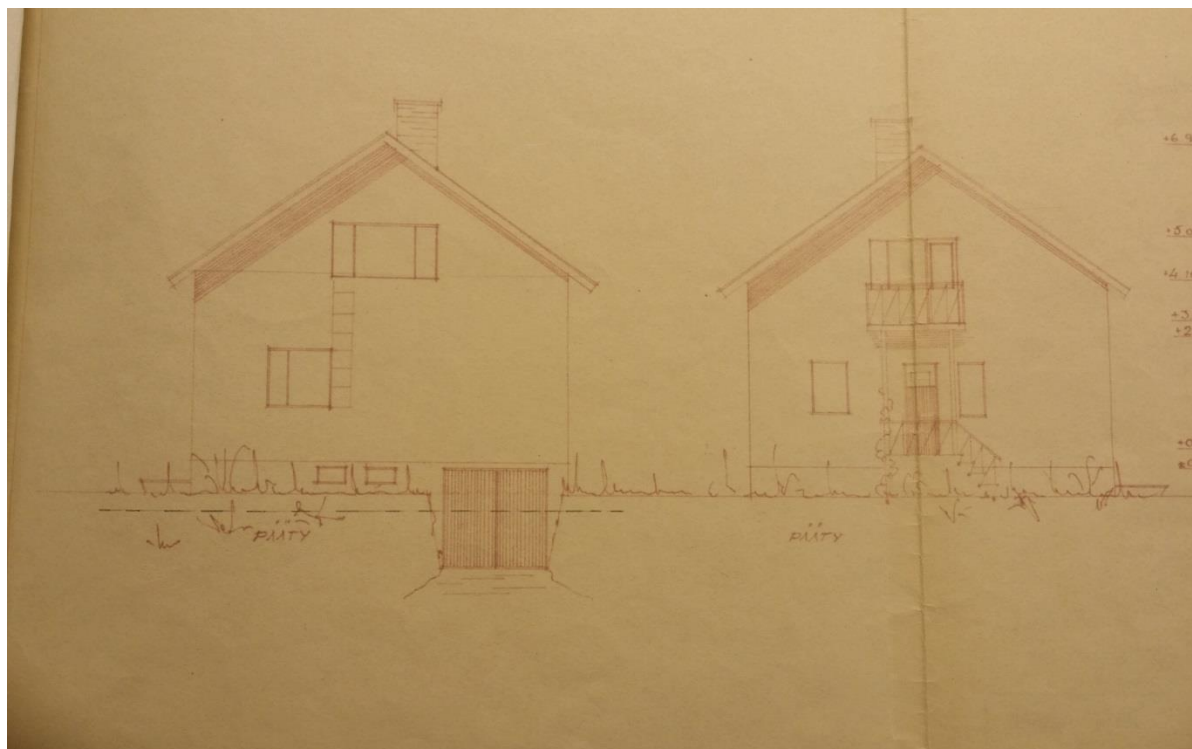
Kosteissa tiloissa esiintyy mikrobikasvustoa ja lattiasientä, ja niistä aiheutuvia hajuhaittoja. Kosteus edistää lattiasienen kehittymistä ja näissä tiloissa olevien puuosien lahoamista. Rakennuspohjan tehokkaalla kuivatuksella ja kosteuseristyksellä estetään rakennuksen käytölle, rakenteille ja pinnoitteille aiheutuvat haitat ja vauriot. Rakennuspohjan kuivatus käsittää pohjaveden kapillaarisen nousun katkaisemisen salaojituskerroksien avulla ja rakennuspohjan alueelle kertyvien pohja- ja vajovesien keräämisen ja johtamisen salaojien avulla pois rakennuksen alueelta. Vesien poistaminen voi tapahtua joko viettoviemäröintinä tai pumpaamalla sadevesiviemäriverkostoon tai maastoon. Rakennuspohjan tehokkaalla kuivatuksella ja kosteuseristyksellä estetään myös vesipitoisen maan muodostuminen ja jäätyminen kiinni perustusten ulkopintaan, perustusten liikkumisen ja rapautumisen välttämiseksi. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 11.)

Sadevesijärjestelmän rakentamisen tarve kohdistuu moniin suomalaisiin omakotitaloihin. Insinööritoimisto Raksystems Oy:n tekemien kuntotarkastusten ja tutkimusten perusteella noin 60 prosentissa omakotitaloista on sadevesien ohjaamisessa puutteita tai asiaa ei ole hoidettu ollenkaan. Jos talon sadevedet on ohjattu väärin, ohjautuu kesän rankan sadekuuron aikana jopa tuhansia litroja vettä suoraan talon perustuksiin. Sadevesi erityisesti kaatosateiden aikana aiheuttaa rajuja pintavesivirtauksia ja vajovesiä, jotka joko työntyvät suoraan rakenteita kohti tai muuttuvat pohjavedeksi ja nostattavat pohjaveden pintaa, sama vaikutus ilmenee lumen sulaessa. (Malmivaara 2015–4–5.)

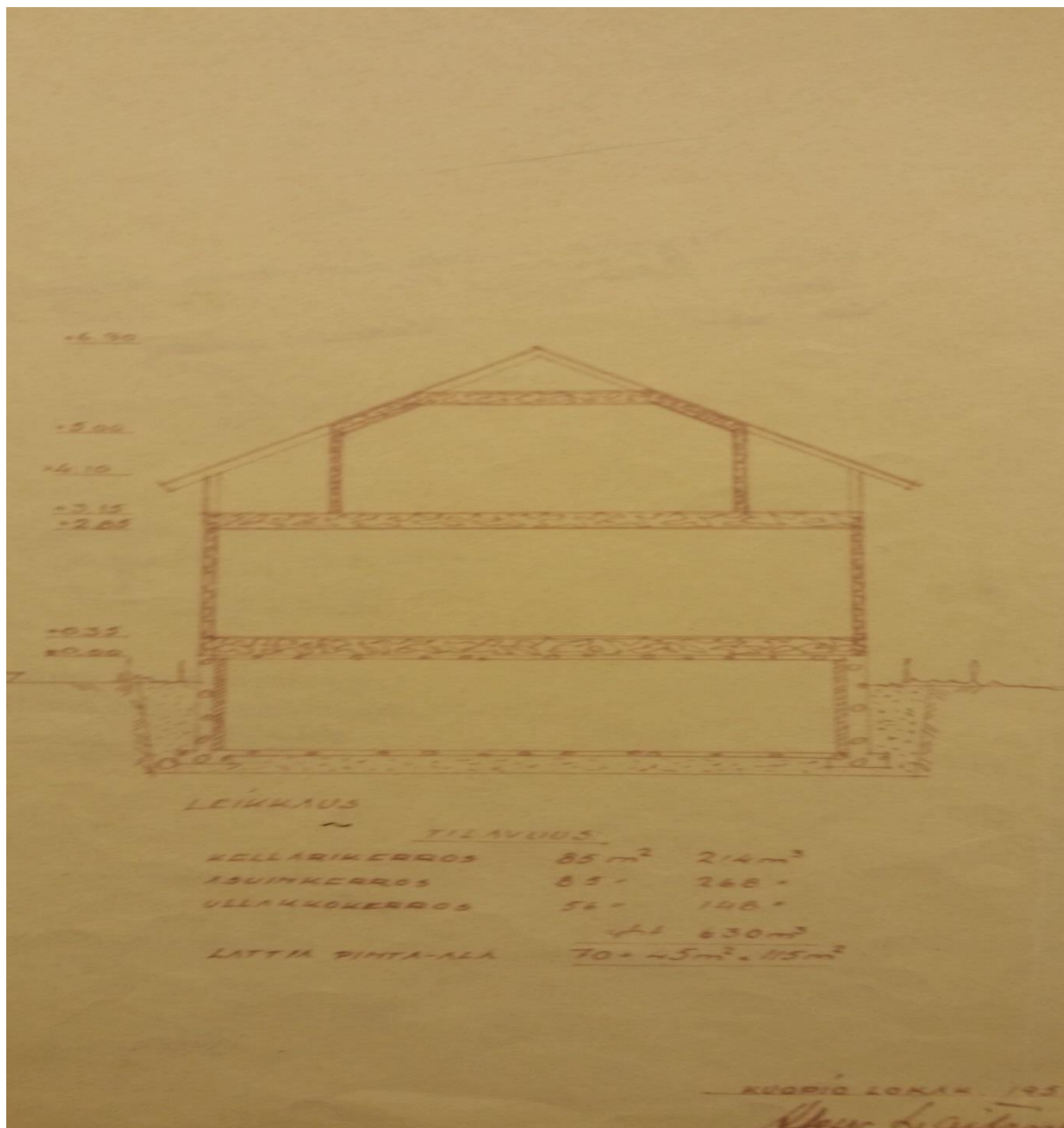
Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä sadevesijärjestelmän rakennussuunnitelma Kuopiossa Lönnrotinkadulla sijaitsevaan rintamamiestaloon. Opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä sekä perinteinen sadevesijärjestelmän toteuttaminen että Fuktisol-menetelmän avulla toteutettu sadevesijärjestelmän rakentaminen. Lisäksi opinnäytetyössä toteutetaan kohteen sadevesijärjestelmän rakentamisen kustannusarvio ja siten hintavertailu edellä mainittujen menetelmien välillä.

## 2 RINTAMAMIESTALON ESITTELY JA OPINNÄYTETYÖN TARPEEN MÄÄRITTELY

Opinnäytetyön kohteena oleva rintamamiestalo on rakennettu vuonna 1954 (kuva 1), sadevesijärjestelmää ei ole tuolloin rakennettu, kaikki tuleva vesi imeytyy maahan ja rakenteisiin. Talo sijaitsee Kuopiossa, Lönnrotinkadulla, omalla tontilla. Tontin koko on 660 m<sup>2</sup>, asunnon koko on 8.6 m–10.0 m. Asunto on kolmikerroksinen, alimmainen kerros on osittain maan alla (kuva 2), alimmassa kerroksessa on sauna, kylpyhuone, takahuone, kodinhoituhuone, tekninen tila, varasto ja autotalli. Rintamamiestalot ovat tyypillisesti alkuperäiseltä rakenteeltaan niin sanotusti sisäänpäin kuivuvia. Sisäänpäin kuivuvalla tarkoitetaan maassa olevan kosteuden nousua anturoitten kautta ulkoseiniin kapillaarisesti, mikä haihtuu pinnoittamattomista ja eristämättömistä seinistä sisätilaan aiheuttamatta vauriota rakenteille. Sokkelin ulkopinnoilla on pikisively, ja sitä ympäröi tiivis maa. Tontti on tasainen. Rakennuksen perustus on maanvarainen, lattiarakenteissa ei ole ilmennyt kosteusvaurioita aistinvaraisin havainnoin. Kolme vuotta sitten talon vierestä kaadettiin kolme puuta. Poistettujen puiden viereisen kylpyhuoneseinän sisäpinnalla havaittiin kahden vuoden kuluttua maalin irtoamista ja laattasaumojen halkeamista, samalla havaittiin se, että vesi ei imeytynyt maaperään kuten kolme vuotta sitten, ennen puiden kaatoa. Näin asunnon haltijoille heräsi tarve sadevesijärjestelmän rakentamisesta, opinnäytetyön avulla kohteen salaojitukselta tehdään suunnitelma.



Kuva 1. Vasemmalla puolella on kuva Lönnrotinkadun rintamamiestalon tienpuoleisesta julkisivusta, oikeanpuoleinen kuva on talon vastakkaiselta puolelta, sisäänkäynnin puolelta.



Kuva 2. Rintamamiestalon alin kerros on osittain maan alla.

### 3 KAIVANTOTURVALLISUUS RAKENNUSPROSESSISSA

*Rakennuttajan on huolehdittava siitä, että jo rakennushanketta suunniteltaessa otetaan huomioon rakennustyön toteuttaminen siten, että työ voidaan tehdä turvallisesti, työntekijöiden terveyttä vaarantamatta. Keskeisimpinä rakentamista koskevinä turvallisuussäädäntöinä ovat VNa 205/2009 Rakennustyön turvallisuudesta ja Työturvallisuuslaki 738/2002. (VNa 205/2009, 1 §; Työturvallisuuslaki 738/2002, 1 §.)*

#### 3.1 Rakennuksen turvallisuuden varmistaminen

Kaivannot on luokiteltu kolmeen eri työluokkaan RIL–1992 Putkikaivanto-ohjeen mukaan. Työluokat kuvaavat vaatimuksia työn edellyttämästä asiantuntijuudesta. Kolmannen työluokan hyvin vaativissa kohteissa suositellaan tehtäväksi valvonta- ja mittausohjelma ennen kaivutyön käynnistymistä ja edellytetään, että työt tehdään yhteistyössä geoteknisen asiantuntemuksen omaavan henkilön kanssa. Toisen työluokan vaativissa kohteissa edellytetään työnjohdolta hyvää käytännön kokemusta kaivantotöistä. Ensimmäisen työluokan helpoissa kohteissa katsotaan sen riittävän, että työ tehdään työnjohdon valvonnan alaisena. (Rantanen ym. 2013, 24.) Opinnäytetyön kohde luokitellaan ensimmäiseen eli helppoon työluokkaan.

Rakennustyön turvallisuutta koskevassa Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 on useita kaivantojen turvallisuutta koskevia säädöksiä.

*Asetus velvoittaa tekemään kaivannon ensisijaisesti tuettuna, jos sen sortuma aiheuttaa tapaturman. Asetus velvoittaa ottamaan selvää maan ja kallioperän geoteknisistä ominaisuuksista ennen maa- ja vesirakennustyön aloittamista. Kaivantoja tehtäessä on arvioitava sortuman vaara ja maamassojen kantavuus. (VNa 205/2009, 34 §.)*

Kolmetasoisien vaativuusluokan toiseen vaativuusluokkaan, eli vaativaksi kaivannoksi, luokitellaan kaivannot, jotka ovat yli 2 m syvyydessä, sijaitsevat naapurirakennusten tai rakenteiden vieressä, ulottuvat pohjaveden pinnan alapuolelle tai ulottuvat yli 2 m syvien maakerrosten läpi kallioon. (Rakennuskaivanto-ohje: RIL 181–1989,10.)

Opinnäytetyön kohteena oleva rintamamiestalo sijaitsee tontilla siten, että rakennuksen välittömässä läheisyydessä ei ole puita tai muita rakennuksia jotka tulisi huomioida kaivantoa tehtäessä (katso sivu 8, kuva 3, karttakuva korjauskohteena olevan asunnon ympäristöstä), lisäksi kaivannon syvyys tulee olemaan alle 2 m, näistä syistä kaivanto voidaan luokitella vaativuustasoltaan helpoksi. Kohteessa kaivanto pyritään kaivamaan luiskattuna, oletuksena on, että kaivantoja ei kohteessa tarvitse tukea. Sadevesijärjestelmää rakennettaessa,



ja siihen liittyvää kaivantoa tehtäessä on varottava talon kantavia rakenteita. Vaarallisimpia rakenteille ovat vaaka- ja pystysiirtymät sekä rakenteisiin kohdistuva värinä (Rakennus-kaivanto-ohje: RIL 181–1989,18).

### 3.2 Työntekijöiden turvallisuuden varmistaminen

*Rakentajan tulee ennen rakennustyön alkua tehdä ennakoilmoitus työsuojeluviranomaiselle työmaasta, joka on tarkoitettu kestämään kauemmin kuin kuukauden, ja jolla on itsenäiset työsuorittajat mukaan lukien yhteensä vähintään 10 työntekijää sekä työmaasta, jolla työn määräksi arvioidaan yli 500 henkilötyöpäivää ( VNa 205/209, 4 §).*

Opinnäytetyön kohteen sadevesijärjestelmärakentaminen tulee arviolta kestämään noin kahdesta kolmeen viikkoa maanrakennusurakoitsijalta saadun työaika- ja hinta-arvion perusteella, joten ilmoitusta työsuojeluviranomaiselle ei tarvita.

*Työmaa-alueen käytön suunnitteluun liittyvässä riskienarvioinnissa on kaivutöiden osalta kiinnitettävä erityistä huomiota kaivu- ja täyttömassojen, koneiden ja rakennustarvikkeiden sijoittamiseen sekä kulku- ja nousuteihin ja työmaaliikenteeseen. Työssä saadaan käyttää vain sellaisia koneita ja työvälineitä, jotka ovat säännösten mukaisia sekä kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopivia ja tarkoituksenmukaisia. Koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttö ei saa aiheuttaa haittaa tai vaaraa niillä työskenteleville työntekijöille tai muille työpaikalla oleville henkilöille. (VNa 205/2009, 10 § ja 41 §.)*

Sadevesijärjestelmää rakennettaessa työkoneena tulee olemaan kaivinkone, tästä syystä työmaalla tulee olla asianmukaiset turva- ja muut merkinnät, tästä ohjeistetaan Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009, 32 §.

Työntekijöiden henkilökohtaisten suojaimien käyttö on merkittävä osa työturvallisuutta. Valtioneuvoston päätöksessä (1407/1993) on säädökset rakennustyössä käytettävistä henkilösuojaimista ja niiden käytöstä. Rakennusalaa koskevan asetuksen mukaan rakennustyömaalla on käytettävä varoitusvaatteita, polvisuojaimia, suojakypärää, suojalaseja ja turvajalkineita. (VNa 205/2009, 71§.)

#### 4 RAKENNUSLUVAN HANKKIMINEN JA POHJATUTKIMUKSET

Rakennushankkeen kuivatuksen suunnittelijalla on oltava tietoa geotekniikasta, talonrakennuksen rakenteista ja laitteista sekä rakennustyösuorituksesta. Kuivatuksen suunnittelijalla tulee olla kohteen vaativuuden edellyttämä pätevyys kuivatussuunnitelman laatimiseen. Tavanomaisissa kohteissa suunnittelijana voi toimia esimerkiksi suunnitteluryhmään kuuluva rakenne- tai pohjarakennesuunnittelija. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 14.) Opinnäytetyön kohteena on ns. tavanomainen kohde, joten opinnäytetyöntekijän on tarkoitus toimia kohteen suunnittelijana ja valvojana.

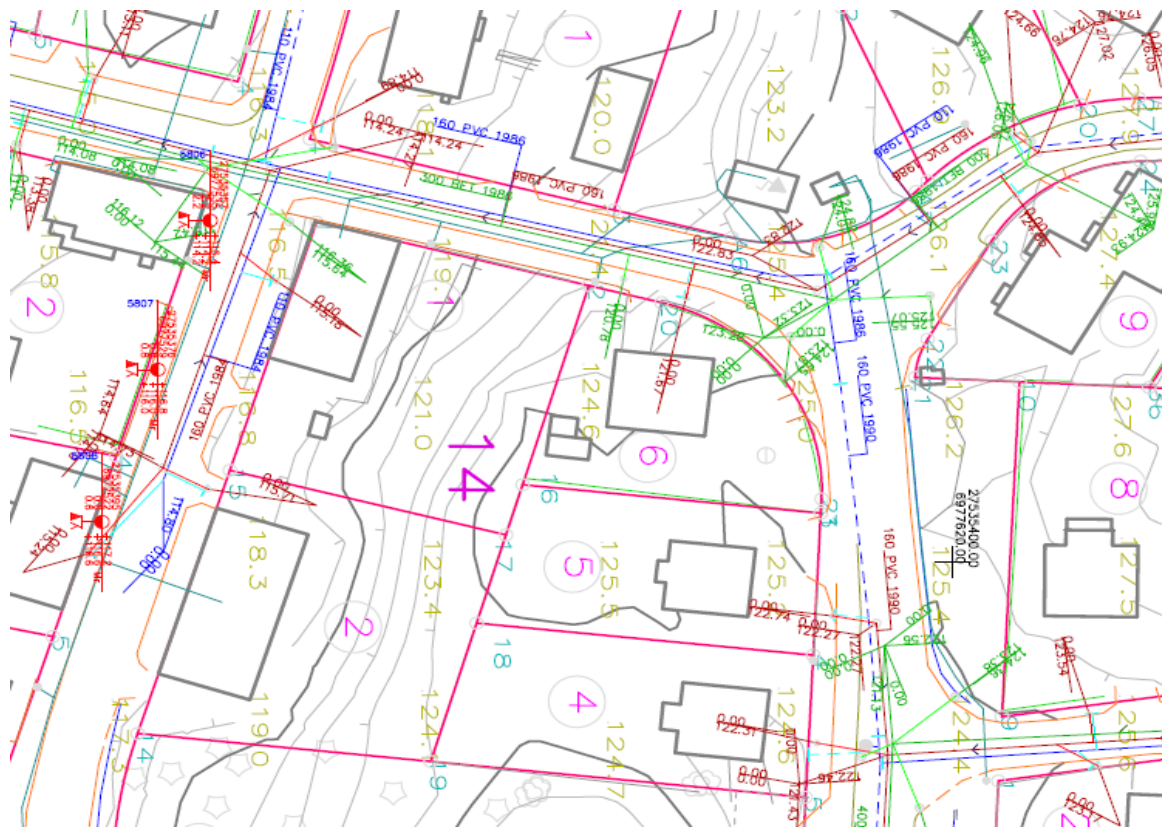
Kuopion kaupungin sivuilla kerrotaan erilaisten kohteiden tarvittavista lupa-asioista. Lupa-hakemuksen voi tehdä sähköisesti. Kuopion Kaupungin toiveena on, että hankkeen suunnittelija hoitaa pääosin Lupapisteessä asioinnin. (kuopio.fi.)

Pohjatutkimuksilla selvitetään kuivatussuunnittelua varten maaperän kerrosten ominaisuudet, pohjavedenpinnan keskimääräinen korkeus ja vaihtelurajat tutkimushetkellä ja tarvittaessa voidaan tutkia pohjaveden pinnanvaihtelu pohjavesiputkella pidemmän ajan kuluessa sekä pohjavedenlaatu. Mikäli alueella esiintyy sekä orsivettä että pohjavettä, on selvitettävä molempien korkeus. Pohjavesialtaan laajuus ja pohjaveden korvautuvuus on selvitettävä, koska pohjaveden korkeuden muutoksista voi aiheutua haittaa rakenteille. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 17.) Kapillaarinousu nostaa vettä pohjavesipinnan yläpuolelle, sitä korkeammalle, mitä hienojakoisempaa maaperä on (Jääskeläinen 2009, 121).

Pohjatutkimus tulee yleensä aina tehdä, vain helpoissa pohjarakennuskohteissa voi riittää pelkkä maastokatselmus, mutta tällöinkin maastokatselmuksen perusteella tehdyt päätelmät rakennuspaikan pohjasuhteista on aina esitettävä kirjallisesti ja liitettävä rakennuskohteen suunnitelma-asiakirjoihin. (Jääskeläinen 2009, 13.)

Kuopion kaupungin maaperäinsinööri M. Martikkalalta (2016–3–8) saadun tiedon mukaan opinnäytetyötä käsittelevän tontin alueelta, Lönnrotinkadulta, ei ole kaupungin toimesta tehty pohjatutkimuksia. Lähimmät pohjatutkimuspisteet ovat Kalevalankadulta, läheltä Juhani Ahon kadun risteysaluetta. Näissä kolmessa pisteessä maaperä on hiekkamoreenia ja kallion pinta vaihtelee 0,6–2,2 m:n syvyydessä. Karttakuvassa (kuva 3) ovat nähtävissä opinnäytetyönkohteena oleva tontti numero viisi, edellä mainitut kairapisteen, laserkeila-aineiston mukaiset korkolukemat ja olemassa olevat putkistot. Kartassa näkyy myös hulevesiverkoston korkotietoja. Kuopion kaupunki on 1.11.2012 siirtynyt käyttämään ETRS-GK27-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää (Martikkala 2016–3–8). Hule-

vesiverkoston osalta Kuopion Veden liitospaikkasuunnittelija E. Peiponen kertoi, että tontin eteen ei voida rakentaa hulevesiverkostoa kaukolämpöputkien vuoksi. Peiponen kertoi myös, että opinnäytetyön kohteen osalta tontille on rakennettava pumppaamo (Peiponen 2016–3–29).

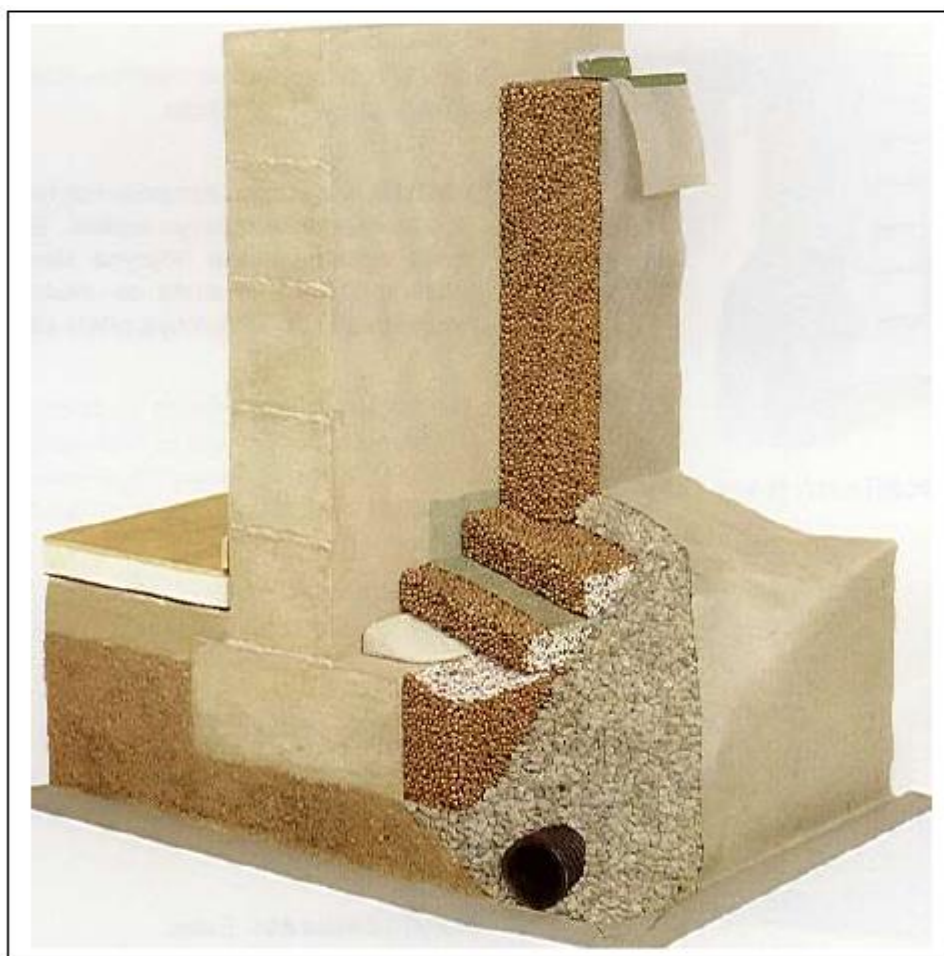


Kuva 3. Karttakuva korjauskohteena olevan asunnon ympäristöstä, tontti numero 5 on opinnäytetyön kohteena. (Martikkala 2016–3–8)

## 5 FUKTISOL

Fuktisol salaojittavan lämmöneristeen tuotemerkin omistaa M. Alander Oy, ja sen valmistaa Ruotsin suurin salaojittavien lämmöneristeiden valmistaja Pordrän Sverige Ab. Suomessa tuotteesta on kokemusta parinkymmenen vuoden ajalta. Kyseisellä tekniikalla rakennetut kohteet ovat olleet pääasiassa pientaloja, joista rintamamiestalot edustavat lukumääräisesti suurinta osaa. (Malander 2016–03–08.)

Fuktisol on perusmuodossaan salaojittava lämmöneriste, joka on valmistettu solupolystyreenistä liimaamalla valumuotissa 1 200 × 750 mm levyiksi. Lisäksi on olemassa salaojitusmoduuli, jossa on yhdistetty tuplaseinämainen salaojaputki ja Fuktisol-eriste. Fuktisol-levyä valmistetaan kolmea eri läpimittaa 50, 70 ja 100 mm eri käyttökohteita varten. (Fuktisol RT 38151). Fuktisol-materiaali on kauttaaltaan kosteussuojattu bitumilateksiliimalla (Malander 2016–03–08). Alla oleva kuva havainnollistaa Fuktisol-materiaalia, ja sitä, kuinka se sijoitetaan perusmuurin viereen (kuva 4).



Kuva 4. Fuktisol, salaojittavat lämmöneristeet (Malander 2016–3–08)

Salaojittava Fuktisol-eriste eristää lämpöä, toimii kosteuseristeenä, höyryn läpäisijänä, hoi-  
taa salaojituksen, ja estää kapillaarisen nousun. Eristeellä pystytään estämään ulkoa tule-  
van veden kulkeutumista rakenteisiin, samalla eriste mahdollistaa lämpötilaeroista johtu-  
van, sisältäpäin ulos pyrkivän vesihöyryn poistumisen. (Malander 2016–03–08.)

## 5.1 Fuktisolin käyttö; kaivanto, Fuktisolin asennus

Sadevesijärjestelmää varten tehtävä kaivanto suositellaan kaivamaan koneella heti oikeaan korkeuteen, jotta vältetään raskaalta käsityöltä. Kaivumassat sijoitetaan mahdollisimman kauas kaivannon sortumien välttämiseksi, tarvittaessa kaivanto tuetaan ponteilla. Kaivuu aloitetaan salaojituksen purkuaukosta, jotta mahdollinen kaivantoon tuleva vesi voi virrata pois. Salaojaputken taso pyritään saamaan 20–30 cm anturapinnan alapuolelle ja mikäli ra-  
kennuksen alla on sepeli- tai sorapatja sijoitetaan salaojitustaso patjan alapintaan. Perus-  
tukkien alla olevan maan ollessa helposti häiriintyvää, jätetään anturan viereen 30 cm pen-  
ger tai salaojitustasoa ei viedä merkittävästi anturan alapinnan alapuolelle. Salaojaputki si-  
joitetaan seinästä n. 30 cm etäisyydelle ja kaivannon pohja luiskataan ulospäin. (Malander 2016–03–08.) Opinnäytetyön kohteena olevan rintamamiestalon piirustuksista ei selviä an-  
turan alapinnan korko, joten se selviää perusmuurin esiin kaivuun yhteydessä, samalla sel-  
viää salaojaputken sijoituskorko.

Fuktisol asetetaan seinän valettua pintaa vasten, tuolloin vanha bitumi tai maali on poistet-  
tava betonin pinnasta. Perusmuurin ulkopuolelta on poistettava pikeys, mikä on 0,2 mm  
paksumpi. Työ voidaan suorittaa painepesurilla, jyrsimällä tai hiekkapuhaltimella, näin  
mahdollistetaan betonin höyrynläpäisykyky. Betonin kautta purkautuva höyry siirtyy Fuk-  
tisoliin, sen mahdollistama höyrynläpäisykyky on yksi tuotteen tärkeimmistä ominaisuuksis-  
ta, rakenteissa oleva kosteus pyrkii kulkeutumaan lämpötilaeroista johtuen eristekerrosten  
läpi matalamman lämpötilan suuntaan. Eristeen hengittäessä vettyneetkin rakenteet pysty-  
vät kuivumaan. (Malander 2016–03–08.)

Jos kaivannon pohja on liettynyt tai pehmeä asennetaan pohjalle suodatinkangas ja sala-  
ojaputken alle 5 cm:n kerros sepeliä 6–12 mm. Suodatinkankaan on oltava termisesti sidot-  
tua ja vahvuudeltaan vähintään 136 g/m<sup>2</sup>, suodatinkankaan on oltava käyttöluokaltaan N1  
tai N2. Tärkeää on huomioida suodatinkankaaseen tehtävä liikuntasäily, jottei kangas  
maamassojen painuessa liikkuessaan rikkoudu. Suodatinkangasverhoukseen on syytä jättää  
rakennukseen päin vähintään 10 cm:n aukko, josta pohjavesi pääsee esteettä salaojaput-  
keen. (Malander 2016–03–08.)

## 5.2 Fuktisoloin käyttö; salaojaputki, kaivannon täyttö ja perusmuuriin liittyvät muurit

Salaojaputkeksi suositellaan valittavaksi halkaisijaltaan vähintään 100 mm tuplaseinämäinen putki, luokkaa T 8. Kaivannon pohja tasataan 6–12 mm sepelillä tai singelillä. Tasauserroksen päälle rakennetaan salaojaputken kaato 0,5 cm/m. Salaojaputkiston, kaivojen ja mahdollisen tarkastusputken asentamisen jälkeen, kaivanto täytetään sepelillä tai singelillä 6–12 mm, riittävän ylös, jotta Fuktisol-levystä vesi pääsee salaojaputkistoon. Lopuksi salaojituskerros verhoillaan suodatinkankaalla huolellisesti n. 30 cm limittäen. (Malander 2016–03–08.)

Oikean vahvuisen Fuktisol-levyn määrittämiseksi on otettava huomioon lämmöneristysnormit, salaojitusvahvuuden tarve, sekä vallitseva kosteuskuormitus. Tyypillisimmin 100 mm/19kg/m<sup>3</sup> Fuktisol-levy täyttää lämmöneristysvaatimukset, lämmöneristyskyky on tuolloin 0,037. Pystysalaojituksen vedenpaineen välttämiseksi riittää 70 mm levy. (Malander 2016–03–08.)

Levyt asennetaan limittäin siten, että pystysuorat saumat tulevat eri kohtaan. Levyt on kooltaan 75 cm x 100 cm, jotta levyjä kääntelemällä voidaan välttää turhaa leikkaamista. Mikäli levyjä joudutaan leikkaamaan, leikkuupinnat suositellaan sijoittamaan alaspäin. Levyt kiinnitetään betoniseinään muovisilla levykiinnikkeillä, ja lekaseinään 6 tuuman nauloilla. Alimpia levyjä ei yleensä tarvitse kiinnittää, ne pysyvät paikallaan ympärystytön sepelikerroksen avulla. Betoniluiskattavan anturan levyn palasten kiinnittämisessä käytetään betoniin upotettavia 6 tuuman nauloja, joihin palaset voi keihästä. Muovisen suojalistan kiinnitykseen käytetään muovisia tai haponkestäviä lyöntitulppia. Rakennuksen kulmissa on syytä käyttää valmiita hitsattuja kulmakappaleita parhaan tiiviyyden aikaansaamiseksi. (Malander 2016–03–08.)

Kallio ei saa viettää perustuksia päin. Kallion ja perustuksien väli tiivistetään betonilla ja pikisivelyllä. Alarinteen puolelle porataan kallion rajaan sokkeliin aukkoja, joista rakennuksen alle päässyt vesi pääsee virtaamaan pois. Mikäli rakennuksen takaosaan muodostuu vesitaskuja, voidaan niitä täyttää tai vesi voidaan johtaa putkia pitkin rakennuksen ali alarinteseen. Mikäli rakennuksen ympärillä tarvitaan routasuojaa, asennetaan se tavanomaista alemmaksi, niin lähelle salaojaputkea kuin mahdollista. Mitä kylmempi maa verrattuna seinään, sitä suurempi on höyrynpaine-ero ja sitä tehokkaampi on kuivuminen. (Malander 2016–03–08.)

Levyn, suodatinkankaan ja suojalistan asennuksen jälkeen kaivannon täyttö suoritetaan alkuperäisillä kaivumassoilla tai hienojakoisella maalla. Liikennealueilla kaivanto täytetään painumattomilla maalajeilla ja huolehditaan riittävästä tiivistyksestä. Ylin täyttökerros 30 cm korkeudelta rakennetaan tiiveistä maalajeista ja luiskataan ulospäin 1:50 kolmen metrin matkalla. Suojalista jää maan alle 30–40 mm. Levyä vasten ei saa asentaa yli 100 mm halkaisijaltaan olevia kiviä tai jäätynyttä maata, levyn rikkoutumisen välttämiseksi. (Malander 2016–03–08.)

Rappujen, autotallien, sisäänajoluiskien muurit, jotka liittyvät varsinaiseen rakennukseen, imevät usein kosteutta perusmuuriin. Muurit on eristettävä vähintään 1 m päähän ja suojattava suojalistalla, samoin on meneteltävä, mikäli vain osa seinästä eristetään. (Malander 2016–03–08.)

## 6 PERINTEINEN SALAOJAJÄRJESTELMÄ

Perinteisellä salaojajärjestelmällä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä menetelmää, jolla salaojajärjestelmät tyypillisimmin toteutetaan. Salaoja- sadevesijärjestelmässä vanha maaines poistetaan rakennuksen rungon ympäriltä, alue salaojitetaan, ja korvattavaksi maaineeksi valitaan joko kalliosta tai sorasta valmistettua karkeaa kiviainesta. Katolta tuleva vesi johdetaan rännejä pitkin sadevesikaivoon ja sieltä kokoojakaivoon.

### 6.1 Salaojien mitoitus, sijainti ja korkeusasema

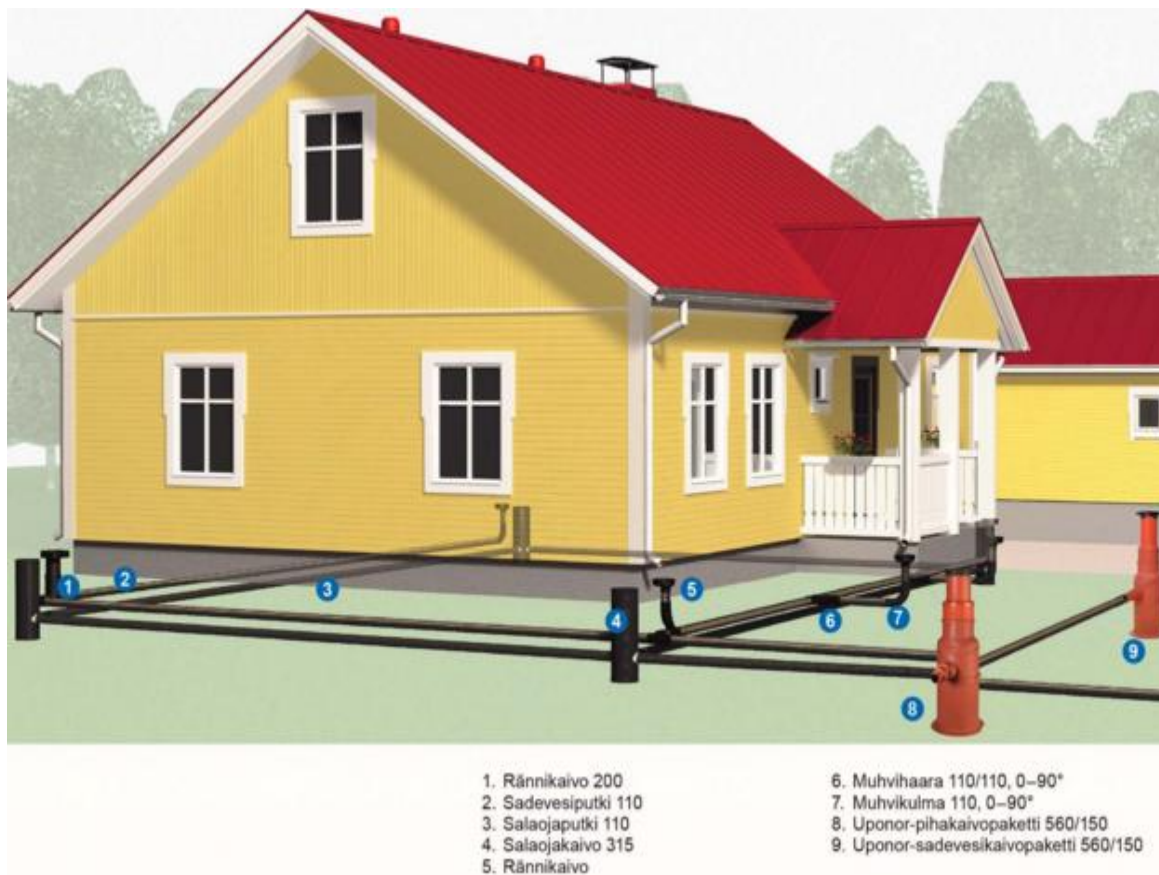
Rakennusten salaojien minimikoko on DN 100 mm, joka määräytyy hoito- ja huoltotarpeiden perusteella (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 31). Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusoppaan mukaan salaojaputkien vähimmäishalkaisija tulee huoltonäkökohtien vuoksi olla 90 mm (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas: MaKu 2001, 40). DN 100 mm putkikoon kapasiteetti riittää laajankin rakennuspohjan salaojavesien johtamiseen. Salaojien vedenotto-kyky riippuu sekä sitä ympäröivän salaojituskerroksen vedenläpäisevyydestä että putken virtauskapasiteetista, näin ollen vaativassa kohteessa ei ole syytä tinkiä salaojakerroksen rakeisuusvaatimuksesta. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 31.)

Salaojat pyritään sijoittamaan kaivu- ja louhintatöiden vähentämiseksi mahdollisimman ylös ja mahdollisimman lähelle anturoita. Rakennusta ympäröivän ulkopuolisen salaojan laen tulee sijaita matalaperustuksen vieressä joka kohdassa anturan alapintaa alempana. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 31.) Tämän ohjeistuksen mukaan voidaan toimia opinnäytetyökohteen salaojituksessa.

Salaoja sijoitetaan mahdollisimman lähelle anturaa siten, että se sijaitsee kaltevuuden 1:2–1:3 yläpuolella maanvaraisen anturan ulkoreunaan nähden, jotta maapohjan kantavuutta ei heikennetä anturan alla. Mikäli salaojat menevät syvälle ja siten kauas anturoista, muutetaan salaojien virtaamasuuntia ja reittejä tai lisätään purkupisteitä. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 31.) Salaojaputken sivuille tulee jäädä tilaa vähintään 100 mm ja yläpuolelle vähintään 200 mm salaojituskerrosta varten. Suositeltava tapa on asentaa salaojaputki suodatinkankaalla vuoratun, tasatun pohjamaan päälle, jolloin kaivannon pohjalla oleva vesi pääsee salaojaputkeen. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 35.)



Kuva 5 havainnollistaa pihan kuivatusjärjestelmää. Sadevesijärjestelmä rakennetaan alla kuvatulla tavalla sekä perinteisellä menetelmällä toteutettavasta salaojituksessa että Fuk-tisol- materiaalia hyödynnettäessä.



Kuva 5. Sadevesijärjestelmä (rakentaja.fi)

## 6.2 Suodatinkerros

Perusmuuria tai kellarinseinää vasten tulee olla vähintään 200 mm levyinen pystysuora kerros salaojituserroksen materiaalia (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 35). Kiviainekset (taulukko 1) luokitellaan raaka-aineen ja valmistusprosessin perusteella (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas: MaKu 2001, 55). Salaojituserroksen materiaalina käytetään tasarakeista, seulottua ja pestyä soraa tai kalliomursketta kuivatuskohteen vaatimusten mukaisesti. Hienorakeisen pohjamaan eli luonnonmaan ja karkearakeisen salaojituserroksen väliin asennetaan suodatinkangas estämään maa-ainesten sekoittuminen keskenään. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 36.) Kuitukankaat luokitellaan viiteen luokkaan, kangas valitaan kohteen vaatimusten perusteella. (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas: MaKu 2001, 60). Täyttömaana pyritään käyttämään alkuperäistä kaivumaata, näin maaperä saatetaan mahdollisimman lähelle alkuperäistä tilaa ja vähennetään epätasaista routimista.

(Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas: MaKu 2001, 57). Alkuperäisen maa-aineksen uudelleen käyttö on myös kustannustehokasta.

Taulukko 1. Tyypillisiä maalajien vedenläpäisevyyden ja kapillaarisen nousukorkeuden suuruusluokka-arvoja (Uponor- yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 147)

<b>Maalaji</b>	<b>Vedenläpäisevyys m/s</b>	<b>Kapillaarinen nousukorkeus, m</b>
<b><i>Hyvin vettä läpäisevät:</i></b>		
Sora	19 (-2)...10 (-4)	<0,05
Karkea hiekka	10 (-3)...10 (-4)	0,03...0,3
Soramoreeni	0 (-4)...10 (-5)	1...2
<b><i>Kohtalaisesti läpäisevät:</i></b>		
Hieno hiekka	10 (-4)...10 (-5)	0,3...3
Karkea siltti	10 (-4)...10 (-6)	0,3...4
Hiekkamoreeni	10 (-5)...10 (-8)	1...6
Silttimoreeni	10 (-6)...10 (-8)	2...6
<b><i>Läpäisemättömät:</i></b>		
Hieno siltti	10 (-6)...10 (-9)	3...10
Savi	>10 (-9)	>10

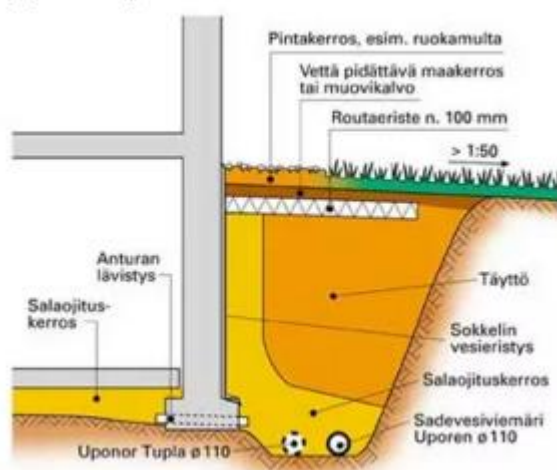
### 6.3 Salaojaputket ja kaivot

Rakennusten salaojaputkina käytetään kaksinkertaisia ulkopinnaltaan aallotettuja putkia ja sisäpinnaltaan sileitä, asennusluokaltaan SN8 PE- tai PP- muoviputkia ns. tuplaputkia (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 38). Salaojaputket ovat ympäröityjä, yksinkertaiset aaltoputket on tarkoitettu matala-asennuksen, esimerkiksi nurmikkoalueilla. Suurempaan asennussyvyyteen tai suurempaa lujuuutta vaativaan käyttöön soveltuvat sileällä sisäputkella varustetut tuplaputket. Lisäksi valmistetaan vain osittain rei'itettyjä salaojaputkia, nämä toimivat reiät ylöspäin asennettuina sekä salaojaputkena että sadevesiviemärinä. Erilaisiin salaojaputkityyppeihin on olemassa erilaisia liittämiseen ja haaroitukseen tarkoitettuja haara- ja liitosyhteitä, muotokappaleita, laskuaukkoja jne. (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas: MaKu 2001, 64.) Esimerkiksi Uponorin tuplarakenteisen 110/95 salaojaputken reikäpinta-ala on 80 cm<sup>3</sup>/m, kun se on PVC- salaojaputkessa 10–30 cm<sup>3</sup>/m. Tuplaputken virtauskapasiteetti on noin 20 % suu-

remppi kuin kooltaan vastaavan PVC:n salaojaputken, kun veden virtausnopeus on suurempi, sakkautuminen vähenee. (Uponor- yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 141.)

Salaojakaivoina käytetään muovikaivoja niiden helpon käsiteltävyyden ja asennuksen vuoksi. Kaivojen läpimitta on yleensä 315–560 mm. Muovikaivoja on monentyyppisiä putkivalmistajista riippuen. Tarkastusputken läpimitta on yleensä 200 mm (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 38.) Maanrakennus ja piha-alueiden maanrakennus ja kuivatusoppaan mukaan tarkastuskaivon halkaisijan tulee olla vähintään 400 mm (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maanrakennus- ja kuivatusopas: MaKu 2001, 64). Salaojakaivoina käytetään myös betonikaivoja, tuolloin läpimitta on 600–1 000 mm. Perusvesi- tai kokoojakaivoina käytetään yleensä samoja kaivotyyppejä kuin tarkastuskaivoinakin, joihin asennetaan tarvittaessa padotusventtiili. Muovikaivon valmistajilla on joku kaivotyyppi usein nimetty perusvesikaivoksi. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 38.) Kuvassa 6 on havainnollistava poikkileikkaus salaojituksesta.

#### Salaojaputket ja asennus



Kuva 6. Salaojaputket ja asennus (Uponor- yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 145)

## 6.4 Pumppaamo

Mikäli salaojavesiä ei voida purkaa painovoimaisesti viettoviemärin avulla, joudutaan vedet pumppaamaan. Salaojavedet kerätään samalla kokoojakaivona toimivaan pumppukaivoon tai pumppaamoon (kuva 7). Pumppukaivo mitoitetaan arvioitujen vesimäärien mukaan siten, että pumpun käyntitaajuus on sopiva. Pumppuna käytetään yleensä automaattisesti rajapintatunnistimien avulla käynnistyvää ja pysähtyvää uppopumppua. Pumppaamo yhdistetään normaalisti kiinteistön hälytysjärjestelmään, joka hälyttää, mikäli pumppu ei syystä tai toisesta käynnisty. (Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus: RIL 126–2–2009, 42.)

Pumppaamo suunnitellaan yleensä kohteen LVI- suunnittelijan kanssa (Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas: MaKu 2001, 46).



Kuva 7. Kiinteistöpumppaamo perusvesille. (Talokaivo.fi)

Opinnäytetyökohteen, eli rintamamiestalon edessä ei ole hulevesiverkkoa. Tontin edessä kulkevat kaukolämpöputket siinä korossa, että hulevesiverkostoa ei voida siihen rakentaa, tämä tieto perustuu Kuopion Veden Esko Peiposen antamaan lausuntoon. (Peiponen 2016–3–29)

## 7 PERINTEISEN SALAOJITUKSEN JA FUKTISOL- MENETELMÄN HINTAVERTAILU

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää 10 m x 8,6 m rintamamiestalon salaojituksen kustannusarvio. Alla oleviin taulukoihin on kerätty hintatietoja perinteisellä menetelmällä toteutettavasta (taulukko 2) salaojituksesta ja Fuktisol-menetelmällä (taulukko 3) toteutettavasta salaojituksesta. Hintatiedot ovat suuntaa antavia arvioita. Perinteisen menetelmän hintaselvitykset on tehty tietoa netistä etsien, kyseisen päivän hintatiedoilla, toisinaan myös tarjoushinnalla. Hintoja on selvitetty mm. K-raudan-, netrauta.fi- ja taloon.com- sivuilta. Fuktisol-menetelmän hintalaskelmat perustuvat M. Alanderilta saatuihin hintatietoihin.

Rintamamiestalon sadevesijärjestelmän putkityön suunnittelun ja tarvikelaskennan toteutti LVI- Laakkosen yrittäjä ja työnjohtaja Harri Laakkonen (Laakkonen 2016–3–16). Sadevesijärjestelmää suunniteltaessa käytettiin apuna Uponor- kuvastoa, mistä selviää tarvikemikkeistö (Uponor- yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009). Sadevesijärjestelmän putkijärjestelmän tuotteet ovat määrältään ja laadultaan samat niin perinteisellä- kuin Fuktisol-menetelmällä toteutetussa sadevesijärjestelmän rakentamisessa. Maankaivuu- ja siirtotöihin liittyvät hintatiedot on saatu alan yrittäjänä toimivalta Tatu Räsäseltä (Räsänen 2016–3–30). Räsänen on tehnyt sadevesijärjestelmiä niin perinteisellä kuin Fuktisol-menetelmällä.

Taulukko 2. Hinta-arvio perinteisen salaojituksen kustannuksista

<b>Perinteinen salaojitus</b>	
Salaojakaivo 315, 5kpl	277,50€
Salaojaputki tupla SN 8, halkaisija 110, 10kpl	189,00€
Sadevesiputki 110 x 6000 Tupla SN 8, 8kpl	143,20€
Muovikulma, taipuisa SN 8, 110.0–90 astetta, 2kpl	25,00€
Y-haara, taipuisa SN8 110, 0–90 astetta, 4kpl	118,00€
Rännikaivo, epäkeskeinen, 110/315mm, 4kpl	43,60€
Pihakaivo 560, 1kpl	382,00€
Pallopadotusventtiili, 1kpl	115,00€
Salaojakaivon korotusosa, 315x500, 5kpl	98,50€
Kansi 315, 5kpl	44,50€
Tiiviste, halkaisija 110, 8 kpl	16,80€
Kaksoismuhvi 110mm, 8 kpl	64,80€
Suodatinkangas N2, 220 m2	149,00€
Valmisbetonia S 100, 15 säkkiä	105,00€
Konetyö kaivu 40h x 75€	1500,00€
Konetyö peitto 40h x 75€	3000,00€
Miestyötä 100h x 40€	4000,00€
Siirrot 2 x 150€	300,00€
Kuorma-auto 30h x 75€	1500,00€
Maa-ainekset/sepeli 6–16 mm	2000,00€
Finnfoam 300/50, 2 kerrosta	1000,00€
Laittevuokrat	1000,00€
Maa-aineksen poisviennit/kaatopaikkamaksut	200,00€
Pumppaamo Varma 800/560, korkeus 2,5 m, 1 pumppu	1990,00€
<b>Hinta yhteensä</b>	<b>18 261,90€</b>
<b>Hinta 24 % alv:n kera</b>	<b>21 549,90€</b>

Taulukko 3. Hinta-arvio Fuktisol-menetelmällä toteutetun salaojituksen kustannuksista

<b>Fuktisol-menetelmä</b>	
Fuktisol 100 mm/19 kg/m <sup>3</sup> /60 kpa, 72 m <sup>2</sup>	1440,00€
Salaojakaivo 315, 5kpl	277,50€
Salaojaputki tupla SN 8, halkaisija 110, 10kpl	189,00€
Sadevesiputki 110 x 6000 Tupla SN 8, 8kpl	143,20€
Muovikulma, taipuisa SN 8, 110.0–90 astetta, 2kpl	25,00€
Y-haara, taipuisa SN8 110, 0–90 astetta, 4kpl	118,00€
Rännikaivo, epäkeskeinen, 110/315mm, 4kpl	43.60€
Pihakaivo 560, 1kpl	382,00€
Pallopadotusventtiili, 1kpl	115,00€
Salaojakaivon korotusosa, 315x500, 5kpl	98.50€
Kansi 315, 5kpl	44.50€
Tiiviste, halkaisija 110, 8kpl	16.80€
Kaksoismuhvi 110mm, 8kpl	64.80€
Suodatinkangas N1, 1 rulla, 200 m <sup>2</sup>	100.00€
Levykiinnikkeitä 8 x 150, muovi 100 kpl	46,00€
Suojalista 105 mm, muovi 40 m	160.00€
Listakiinnikkeet 6 x 40 mm RST, 250 kpl	132.00€
Asennusliima listan ja seinän väliin, a 290 ml, 6kpl	72.00€
Fuktisol Gore anturakaista, 1 rulla, 40 m	60.00€
Valmisbetonia S 100, 15 säkkiä	105.00€
Konetyö kaivu 40h x 75€	1500,00€
Konetyö peitto 40h x 75€	3000,00€
Miestyötä 100h x 40€	4000,00€
Siirrot 2 x 150€	300,00€
Kuorma-auto 30h x 75€	1500,00€
Finfoam 300/50	200,00€
Laitevuokrat	1000,00€
Maa-aineksen poisviennit/kaatopaikkamaksut	200,00€
Pumppaamo Varma 800/560, korkeus 2,5 m, 1 pumppu	1990,00€
<b>Hinta yhteensä</b>	<b>17 322,90€</b>
<b>Hinta 24 % alv:n kera</b>	<b>20 610,90€</b>

Nykyisillä hintatiedoilla ja siten hinta-arviolla perinteisen salaoitusmenetelmän hinnaksi tulee noin 18 262 €, 24 % alv:n kanssa kokonaishinta on noin 21 550 €. Vastaavasti Fuktisol-menetelmän hinnan kokonaisarvio on noin 17 323 €, 24 % alv:n kanssa kokonaishinnaksi muodostuu noin 20 611 €. Fuktisol-menetelmä on yllä mainittujen laskelmien mukaan hieman edullisempi kuin perinteinen salaoitus, hintaero on noin 1 000 €. Fuktisol-menetelmällä tehdyn salaoituksen kokonaishinta voi hieman laskea, mikäli alkuperäinen maa-aines on laadultaan sellaista, että se soveltuu uudelleen käytettäväksi täyttömaana. Tällöin Fuktisol-menetelmää hyödyntäen säästetään maa-aineskuluissa ja niihin liittyvissä kuljetuksissa. Huomionarvoinen asia on se, että opinnäytetyökohteen osalta kaupungin sadevesijärjestelmä ei mahdollistanut viettoviemäröintiä, joten opinnäytetyökohteen hintaa nosti pumppaamon rakentamisen tarve, tämän kustannus on samansuuruinen molempia salaoitusmenetelmiä ajatellen.



## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata perinteinen- ja Fuktisol-salaojitusmenetelmä sekä tehdä hintavertailu menetelmien välillä. Opinnäytetyössä ilmenee asiat, jotka tulee selvittää ennen sadevesijärjestelmän rakentamista, tällä tarkoitetaan mm. kaupungilta saatavien tietojen merkityksellisyyttä työn suunnittelussa. Fuktisol-menetelmä osoittautui 1 000 € halvemmaksi tavaksi toteuttaa sadevesijärjestelmä. Fuktisolin lähdeaineiston mukaan alkuperäistä maa-ainesta voidaan käyttää täyttömaana suuremmassa määrin kuin perinteisessä menetelmässä, mikäli maa-aines soveltuu laadultaan täyttömaaksi, tällöin Fuktisol-menetelmä tulee nykyisiä laskelmia edullisemmaksi.

Opinnäytetyön hintalaskennassa huomioitiin aina halvin mahdollinen hinta, huomionarvoista on se, että hinnat ja tarjoukset vaihtelevat, joten hintatietoja ei voi suoraan hyödyntää muissa kohteessa. Sekä perinteisen- että Fuktisol-menetelmän osalta salaojituksen kokonaishinnan suuruus yllätti suuruudellaan, tämä tarkoittaa sitä, että korjaustyöstä riippumatta tilaajan olisi hyvä selvittää kokonaisvaltaisesti kaikki korjaus- ja kunnostustyöhön liittyvät asiat ennen työn tilausta, jotta työn tilaaja osaa varautua kustannuksiin taloudellisella pääomalla. Työn tilaajan on hyvä huomioida kotitalousvähennyksen mahdollisuus.

Tulosten hyödynnettävyys muiden kuin opinnäytetyön kohteena olevien rintamamiestalojen ja vanhojen omakotitalojen sadevesijärjestelmää suunniteltaessa on mahdollinen, kun kyseessä on suunnilleen samankokoinen asunto. Tuloksia voidaan hyödyntää materiaaliarpeen näkökulmasta, todelliset hintatiedot varmistuvat niin opinnäytetyön kohteena olevan asunnon kuin muun asunnon osalta vasta urakan päätyttyä. Projekteja suunniteltaessa rakennuttajan tavoitteena on tyypillisimmin hyvä hinta-laatusuhde. Rakentamisessa ja korjausrakentamisessa on kuitenkin aina varauduttava mahdollisiin muuttujiin, jotka muuttavat alkuperäistä rakennussuunnitelmaa ja vaikuttavat siten myös lopulliseen hintaan. Opinnäytetyön kohteena olevan asunnon osalta esimerkiksi pumppaamon tarve tuli tilaajille yllätyksenä. Yksi merkittävä ja mahdollinen muuttuja kokonaishintaa nostavana tekijänä voi olla kallion louhinnan tarve.

Opinnäytetyön tulosten luotettavuuden parantamiseksi selvitettiin materiaalitietoja ja hintatietoja alan toimijoilta; M. Alander (Fuktisol-hinnat), H. Laakkonen (LVI-materiaalin tarvelaskenta). T. Räsäseltä (maankaivuu- ja siirtotöihin liittyvät hintatiedot).

Fuktisolia markkinoidaan laadukkaana tuotteena ja tuotekuvauksessa ilmenee Fuktisolin hyviä ominaisuuksia, jos oletusarvona on se, että Fuktisol on perustusten kuivumisen kannalta perinteistä menetelmää ajatellen parempi vaihtoehto, on tämäkin asia syytä huomioida.

da sadevesijärjestelmän hintaa arvioitaessa. Fuktisol-menetelmään perehtyminen herätti mielenkiinnon kokeilla kyseistä tuotetta, tosin opinnäytetyön tilaajat, asunnon omistajat, päättävät itse, kumman menetelmän valitsevat, perinteisen salaojituksen vai Fuktisol-menetelmän. Mielenkiintoista olisi kuulla tutkimustuloksia siitä, onko Fuktisol materiaaliltaan lupaustensa mukainen.

## LÄHTEET

ALANDER, Matti 2016–03–08. Fuktisol aiheeseen liittyvää materiaalia [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Mika Korkalainen. [Tulostettu 2016–17–3].

HOLMIJOKI, Olavi. 2013. Korjausrakentaminen Suomessa. Työterveyslaitos, Helsinki. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/Documents/Korjausrakentaminen\\_Suomessa.pdf](http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/Documents/Korjausrakentaminen_Suomessa.pdf)

Rakentaja.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016–3–26] Saatavissa: [http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8585/terveella\\_talolla\\_on.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8585/terveella_talolla_on.htm)

JÄÄSKELÄINEN, Raimo. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. 1. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

LAAKKONEN, Harri 2016–3–16. LVI-yrittäjä. [haastattelu]. Kuopio: LVI- Laakkonen Oy.

Kuopio.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016–3–26] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/web/tontit-ja-rakentaminen/rakentamisen-sahkoiset-lupapalvelut>  
Polku: kuopio.fi. Asuminen ja ympäristö. Rakennusvalvonta. Rakennusvalvonnan lomakkeet.

MALMIVAARA, Kim. 2015–4–5. Joka toisen omakotitalon sadevedet on ohjattu väärin – suoraan talon perustuksiin. Lehdistötiedote 4.5.2015. Saatavissa: <http://www.raksystems.fi/fi/ajankohtaista/joka-toisen-omakotitalon-sadevedet-on-ohjattu-vaarin-suoraan-talon-perustuksiin>

MARTIKKALA, Marja 2016–3–8. Kuopion kaupungin toimesta tehdyt pohjatutkimukset, kaivaripisteet, maanpinnan korkolukemat ja olemassa olevat putkistot. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Mika Korkalainen. [tulostettu 2016–17–3.] Saatavissa: Kuopion kaupunki, Kunnallistekninen suunnittelu.

PEIPONEN, Esko 2016–3–29. Kuopion Vesi. Liitospaikkasuunnittelija. [puhelinhaastattelu].

RAKENNUSPOHJAN JA TONTTIALUEEN KUIVATUS: RIL 126–2–2009. Hansaprint: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

RAKENNUSKAIVANTO-OHJE: RIL 181–1989. Vammalan Kirjapaino Oy: Suomen Rakennusinsinöörien Liitti RIL r.y.

RAKENNUSPOHJIEN JA PIHA-ALUEIDEN MAARAKENNE- JA KUIVATUSOPAS: MaKu 2001. Vammalan kirjapaino Oy: Rakennustieto Oy

RANTANEN, Eeva, HARJU, Mervi, NOROKORPI, Loviisa ja UUSITALO Juha. 2013. Vaara vaanii kaivannossa – tutkimushanke kaivantojen turvallisuudesta. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2013-9. Helsinki: Liikennevirasto. [verkkoaineisto] Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts\\_2013-09\\_vaara\\_vaanii\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-09_vaara_vaanii_web.pdf)

RÄSÄNEN, Tatu 2016–3–30. Koneurakoitsija. [haastattelu.] Kuopio: Urakoitsija Jyrki Räsänen.

Talokaivo.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016–4–16] Saatavissa: <http://www.talokaivo.fi/tuote-kategoriat/pumppaamot/perusvesi/> Polku: Talokaivo.fi. Tuotteet. Pumppaamot. Perusvesi. Varma 800/560-1 (yhdeällä pumpulla).

TYÖTURVALLISUUSLAKI 738/2002, 1 § [verkkoaineisto].

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

UPONOR- yhdyskuntatekniikan käsikirja. 2009. Uponor Suomi Oy. 1. painos. Nastola: Esa Print Oy.

VNa 205/2009, 1§ [verkkoaineisto].

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

VNp 1407/1993, 2§-8§ [verkkoaineisto]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931407>