



# Salaojien suunnitteluprosessi

Teemu Simola

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2022

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

SIMOLA, TEEMU:  
Salaojien suunnitteluprosessi

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Toukokuu 2022

---

Tämän opinnäytetyön taustana toimii tarjouslaskennan eri vaiheet salaojaprojekteissa, joista on koottu salaojaprojektien suunnittelun havainnollistamiseksi tämä raportti. Opinnäytetyössä tuodaan esiin yleisesti salaojaprojektien suunnittelun vaiheet perinpohjaisesti selitettynä. Ongelmana suunnittelussa on sen monimuotoisuus ja se, että missään kohtaa suunnitteluprosessia ei saa laskea väärin. Käytetyt menetelmät: JCAD -ohjelma, Excel ja aloituskatselmukset, tuovat haastetta ja tarkkaavaisuuden tarvetta prosessiin. Myös töiden laskenta salaojaprojektin tarjouslaskennassa vaatii runsaasti kokemusta ja ammattitaitoa.

Opinnäytetyössä perehdytään perinpohjaisesti tonttialueen kuivatukseen ja sen eri menetelmiin, jonka jälkeen siirrytään tarkemmin salaojien suunnitteluprosessiin. Salaojien toimintaperiaate on raportissa pääroolissa, joten se pitää selittää salaojien historiaakin kertoen. JCAD -ohjelma antaa tarkkuutta ja laskee itsestään materiaalilaskut sille annettuiden ohjeiden mukaan, joka nopeuttaa prosessia huomattavasti.

Salaojien suunnittelu on erittäin tarkkaa työtä, eikä virheisiin ole varaa. Suunnittelun eri vaiheet koostavat suurehkon kokonaisuuden ja siinä vaaditaan täsmällisyyttä, jotta lopputuloksena oleva tarjous olisi sopusuhtainen asiakkaan sekä yrityksen mielestä. Suunnitteluprosessissa käytettävän Excel taulukoiden hintaa voisi päivittää esimerkiksi neljännesvuosittain, koska laskennan aikana hinnat täytyy aina erikseen tarkistaa, joka vie aikaa prosessista. Aloituskatselmuksilla voisi kertoa asiakkaalle tarkempia arvioita neljännesvuosittain päivitetyn taulukon mukaan. Opinnäytetyössä on salassa pidettäviä asioita, jotka ovat poistettu julkisesta raportista.

---

Asiasanat: salaojat, kuivatus, laskenta, suunnittelu

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree program in construction management

SIMOLA, TEEMU:  
The Design Process for Drains

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 3 pages  
May 2022

---

This bachelor's thesis is based on demonstrating all of the drains design process's bid countings different stages from which has been compiled this report. In this bachelor's thesis the stages are thoroughly explained and visualized. The problem of the design process is its diversity and the fact that there is no place to count wrong on bid countings or the whole process will distort. The used methods: JCAD -program, Excel and initial reviews brings difficulty and the need to pay deep attention on the process. Also the job accounting on bid countings requires lots of experience and craftsmanship.

This bachelor's thesis orientates throughly in land areas drainage and its methods before going more specifically into the design process. The drains principle plays the main role on this report so it must be explained all the way by telling also the history of drains. JCAD -program brings accuracy on the process and counts the material invoices by itself which quickens the process significantly.

The design process of drains is really precise work and there is no place for mistakes. Design process's different stages puts together a rather large entirety and it demands punctuality so the result of the offer would be well-proportioned according to the customer and the company which makes the offer. Excel -program used in the bid countings could be updated quarterly because the prices of the offer must be verified separately during bid counting which slows down the process. Therefore on initial reviews there could tell the updated prices to the customer. This bachelor's thesis includes confidential information which has been removed from the report.

---

Key words: drains, land area drainage, countings, design process

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	RAKENNUSPOHJAN JA TONTTIALUEEN KUIVATUS .....	6
	2.1 Yleistä .....	6
	2.2 Salaojat tonttialueen kuivatuksessa .....	7
	2.3 Salaojat rakennuspohjan kuivatuksessa.....	8
3	SALAOJAJÄRJESTELMÄN KEHITYS SUOMESSA .....	11
	3.1 Alkukantaisista salaojista putkistojärjestelmään .....	11
4	SALAOJITUKSEN VAIHEET PIENTALOJEN KORJAUSRAKENTAMISESSA .....	12
	4.1 Kaivuutyöt .....	12
	4.2 Perusmuurin vedeneristys.....	13
	4.2.1 Patolevyt.....	13
	4.2.2 Bitumikermit.....	14
	4.3 Routasuojaus .....	15
	4.4 Salaojaputkien asennus .....	17
5	SALAOJIEN SUUNNITTELU VAIHEITTAIN .....	18
	5.1 Aloituskatselmukset .....	18
	5.1.1 Yleistä .....	18
	5.1.2 Aloituskatselmukset salaojaprojekteissa .....	21
	5.2 Tarjouslaskenta .....	21
	5.3 JCAD MÄÄRÄT 2021 -ohjelma laskennan tukena .....	21
	5.4 Excel -laskenta tarjouksiin .....	23
6	PUTKISTOKAMERAN KUVANTAMISET .....	27
7	POHDINTA .....	28
	LÄHTEET .....	29
	LIITTEET .....	30
	Liite 1. Otsikko .....	30
	Liite 2. Otsikko .....	31
	Liite 3. Otsikko .....	32

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön taustana toimii salaojaprojektien tarjouslaskenta ja erilaisten ohjelmien käyttö tarjouslaskennan tukena. Opinnäytetyössä perehdytään salaojien toimintaperiaatteeseen, historiaan sekä pääasiana niiden suunnitteluun. Suunnitteluprosessin raportointia tukevat salaojaprojekteissa käytetyt työmenetelmät, selkeät ja havainnollistavat kuvat sekä tarjouslaskentojen etenemisen kerronta vaiheittain.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selittää lukijalle perinpohjaisesti salaojaprojektin toiminta ja sen suunnitteluun liittyvät asiat järjestyksessä alusta loppuun. Opinnäytetyö sisältää runsaasti kuvia esimerkkikohteista ja niiden tarjouslaskentojen eri vaiheista. Myös salaojien asennukseen liittyviä opastavia kuvia on runsaasti. Raportin sisällön järjestys on seuraava: kansilehti, tiivistelmä, abstrakti, sisällysluettelo, johdanto, asian käsittely, pohdinta, lähteet ja liitteet. Tämä opinnäytetyö on rajattu melko laajasti, jotta kokonaiskuva salaojien toiminnasta ja suunnittelusta tulisi ilmi. Opinnäytetyöstä on rajattu yleisesti salaojien asennuksen yhteydessä asennettavat sadevesiviemärit ja -kaivot.

Ongelmana salaojaprojektien suunnittelussa on sen oikeaoppisuuden toteuttaminen järjestyksessä vaihe vaiheelta. Jos jossakin vaiheessa ilmenee väärää informaatiota, se kostahtuu lopputulemassa. Esimerkiksi tarjouslaskennat ovat erittäin tärkeä osa suunnittelua, koska tarjousten loppusumman suhteellisuus tulevaan työhön ratkaisee, hyväksytäänkö tarjousta. Tarjouslaskennassa käytettyjä menetelmiä ja ohjelmia tulee osata käyttää huolellisesti ja tarkasti, eikä mitään välivaihetta voi jättää tekemättä.

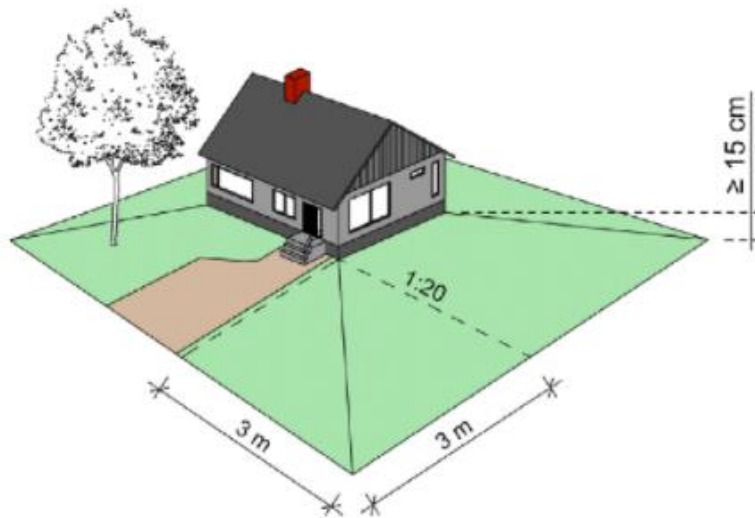
## 2 RAKENNUSPOHJAN JA TONTTIALUEEN KUIVATUS

### 2.1 Yleistä

Rakennuspohjan kunnollisella kuivattamisella sekä kosteuden-, sekä vedeneristyksillä estetään vedestä tai kosteudesta rakennukselle tai rakenteille aiheutuvat haitat. Kosteus saattaa vahingoittaa maalipintoja, lattianpäällysteitä tai niiden liimoja, aiheuttaa homehtumista ja hajuhaittoja sekä edistää lattiasienen kehittymistä ja nopeuttaa puuosien lahoamista. Tonttialueen kuivatuksella estetään alueen käyttöä, kasvillisuutta ja ulkonäköä haittaavan veden lammikoituminen tai jäätyminen. Liikennealueilla päällysrakenteen oikeaoppinen kuivatus on edellytys sille, että rakenteen suunniteltu kantavuus saavutetaan ja rakenteen routiminen pysyy hallittuna. Tontin kuivatuksen suunnitteluun kuuluu olennaisena osana rakennusten salaojasuunnittelu, sekä piha-alueiden tasauksen ja kuivatusjärjestelmien suunnittelu. (RT-81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010.)

Tonttialueen kuivatus muodostuu yhdestä tai useammasta osa-alueesta, jotka ovat pintojen päällysteet ja tasaus, hulevesien ohjailu- ja kokoojarakenteet, vesien johtamiseksi tarvittavat avo-ojat ja putkirakenteet, sekä salaojat ja salaojituksen maarakenteet. Tonttialueella kuivatustarpeeseen vaikuttaa ensisijaisesti tontin käyttötarkoitus. Muita kuivatustarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. päällysteet, pinnanmuodostus, rakennusten sijainti tontilla, kattovesien poisjohtamistapa, maa-ainesten vedenläpäisevyys sekä pohjaveden pinnan korkeus ja sen vaihtelut. Liikenne- ja jalankulkualueilla ja varastokentillä kuivatus tarkoittaa yleensä pintakuivatusta. Kuivatuksen laatutaso ja tehokkuus määritetään alueen käyttötarkoituksen perusteella. Minimivaatimuksena on, että tulvimis- ja ympäristöhaitat ehkäistään ja liikenneturvallisuuskysymykset otetaan huomioon. Päällysrakennekerroksia kuivatetaan salaojituksella esimerkiksi silloin, kun pohjavesi sijaitsee korkealla tai se virtaa sivulta rakennekerrokseen, pohjamaan kantavuus on huono tai se on voimakkaasti routivaa. (RT-81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010.)

Kuvassa 1 havainnollistetaan pihan kallistusten ja veden poisjohtamisen peruseriaate.



Kuva 1. Tonttialueen kallistukset ja vesien poisjohtaminen.  
(Kosteudenhallinta.fi, 2022)

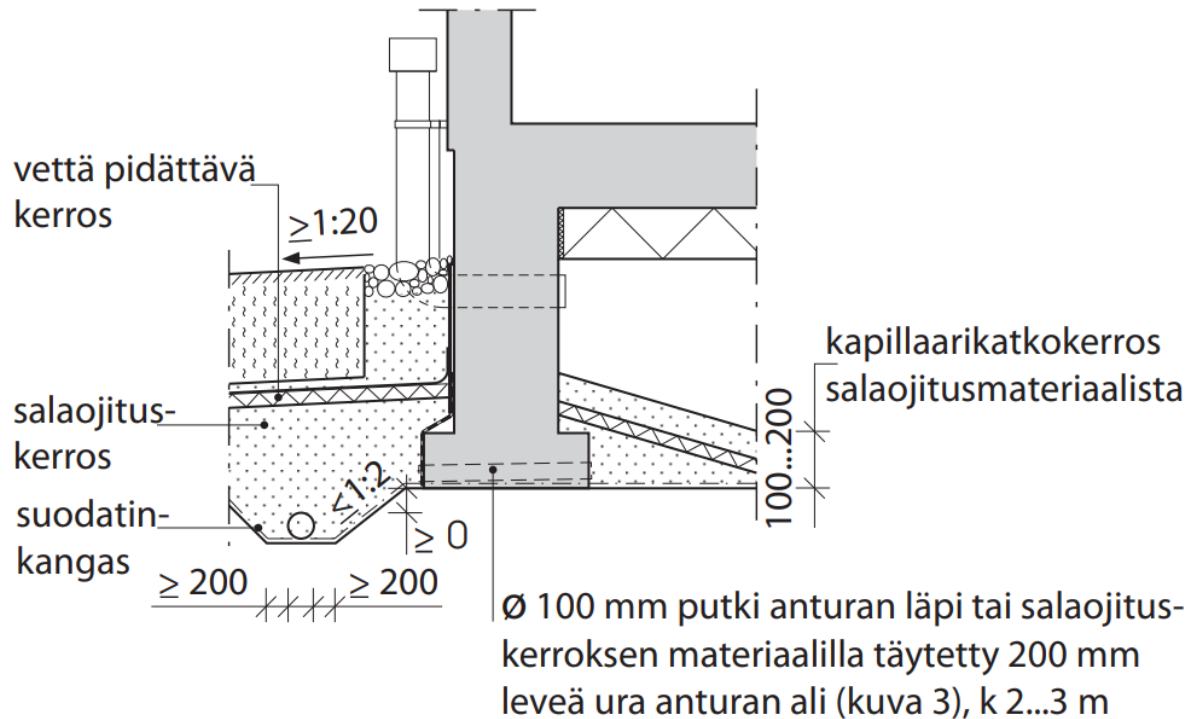
## 2.2 Salaojat tonttialueen kuivatuksessa

Päällysrakennekerrosten kuivattamiseksi salaojat sijoitetaan esimerkiksi notkopaikkoihin ja päällysrakennearueiden reunoihin. Laajoilla piha-alueilla salaojat sijoitetaan tasavälein koko alueelle. Imuojat sijoitetaan vinosti tai kohtisuoraan alueen pääkaltevuuteen tai vesien virtaussuuntaan nähden. Mikäli vedentulo on suurta, suunnitellaan tarvittaessa erillinen salaojituskerros. Tonttialaojituksessa suositellaan käytettäväksi 10..30 m ojavälejä virtaamasta, maanpinnan kaltevuudesta ja maan vedenläpäisevyydestä riippuen. Jäätymiselle aroissa paikoissa voidaan käyttää lämmöneristeitä. Tällöin routakiilojen tarve on tarkistettava. Jos alueella on kunnallinen sadevesiviemäriverkosto, salaojaverkosto liitetään tavallisesti siihen. Salaojaverkosto voidaan myös purkaa suoraan maastoon, avo-ojaan, puroon tms. (RT-81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010.)

### **2.3 Salaojat rakennuspohjan kuivatuksessa**

Alapohjan alapuolella olevan kapillaarikatkokerroksen tulee olla välittömässä yhteydessä anturoiden, perusmuurien ja sokkeleiden ulkopuolella tai alapohjien alla oleviin, salaojia ympäröiviin salaojituskerroksiin. Perusmuurien ulkopuolella tulee perusmuuria vasten olla vähintään 200 mm paksu salaojituskerros.

Salaojavedet pyritään johtamaan painovoimaisesti kunnan sadevesiviemäriverkostoon tai maastoon. Maastoon purettaessa tulee huolehtia, ettei purkuputki tai sen suu pääse jäätymään. Kun lattiatasot suunnitellaan riittävän korkealle, ei tarvitse rakentaa pumppaamoja. (RT-81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010.)



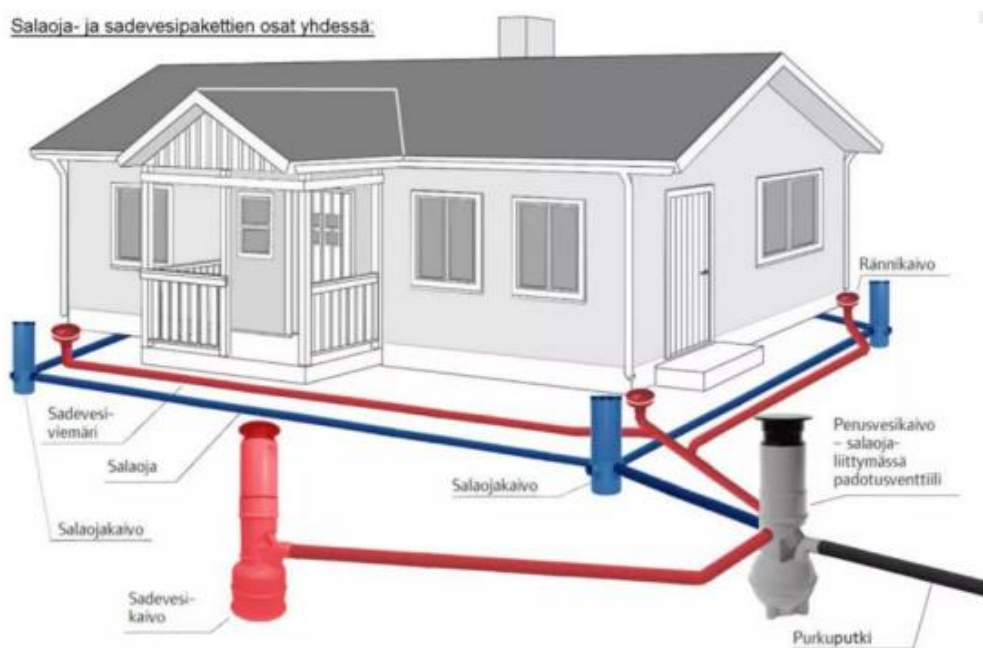
Kuva 2. Tuuletetun alapohjan salaojitus. (RT 81-11000, 2010)

Salaojat pyritään sijoittamaan kaivu- ja louhintatöiden vähentämiseksi mahdollisimman lähelle anturoita, perusmuureja ja sokkelipalkkeja. Anturan alapuolisen pohjamaan kantavuuden huonontumisen takia salaojakaivannot eivät saa ulottua liian syväälle anturoiden vieressä, vaan salaoja on vietävä riittävän kauas anturan alakulmasta lähtevän luiskan yläpuolelle, tai reittiä on muutettava. (RT-81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010.)

”Jos pohjaveden pinta on kuivatettavien rakenteiden alapuolella, riittää yleensä, että rakennus ympäröidään salaojilla. Jos pohjaveden pinta sijaitsee kuivatettavan tason yläpuolella, on salaojia sijoitettava myös alapohjien alle niin tiheästi, ettei veden virtausmatka salaojituskerrosta pitkin tule liian pitkäksi.” (RT-81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010.)

Oikea tapa on asentaa salaojaputki suoraan tasatun pohjamaan varaan levitetyn suodatinkankaan päälle. Salaojaputken ympärillä on salaojituskerros, joka ulottuu vähintään 200 mm putken sivuille ja yläpuolelle.

Salaojituskerroksen täytyy olla yhteydessä alapohjan alla olevaan kapillaarikatkerrokseen. Kapillaarikatko- ja salaojituskerrokset erotetaan tarpeen vaatiessa pohjamaasta suodatinrakenteella. Suodatinrakenteen tarkoituksena on eristää pohjamaan pienempää raekokoa olevien kiviainesten ja salaojituskerroksen karkeajakoisten kiviainesten sekoittuminen. Jos on epäily siitä, että pohjamaa on liian hienorakeista, on käytettävä suodatinrakennetta joka kohteessa. Yleensä salaojat sijaitsevat rakennuksen ulkopuolisen vaakasuoran routaeristeen alla, jolloin asennussyvyys määräytyy kuivatusnäkökohtien perusteella. Kuvassa 3 havainnollistetaan miten salaoja- ja sadevesiputket esiintyvät pientalon ympärillä.



Kuva 3. Salaoja- ja sadevesipakettien osat yhdessä. (Taloon Yhtiöt Oy, 2019)

### 3 SALAOJAJÄRJESTELMÄN KEHITYS SUOMESSA

#### 3.1 Alkukantaisista salaojista putkistorjestelmään

Suomessa jo varhain 1700-luvulla oli keksitty tehdä pelloille avo-ojia, jotka johdattivat vettä pois maanviljelyksen mahdollistamiseksi. Näitä ojia tutkijat ovat kutsuneet myös varhaiskantaisiksi salaojiksi. Englannissa oli kuitenkin keksitty jo tällöin tiilisalaojaputkia, mutta Suomeen ne rantautuivat vasta 1800-luvun puolivälissä, kun ensimmäisiä putkentelekkoneita alettiin valmistamaan Suomessa. Tiilisalaojien teollinen valmistaminen alkoi kuitenkin vasta 1900-luvun alussa. Suomen sodat ja talousongelmat hidastivat salaojaputkien kehitystä, minkä vuoksi tiilisalaojat alkoivat yleistyä vasta sotien jälkeen 1900-luvun puolivälissä. 1960-luvulla kehitettiin ensimmäinen salaojan kaivukone, joka helpotti ja nopeutti salaojien asennusta pelloille runsaasti. 1960-luvulla kehitettiin myös tiilisalaojaputkelle korvaava muovinauha, joka edisti ojan vedenjohtokyvyn jopa puolet nopeammaksi saman kokoiseen tiilisalaojaan verrattuna. Samoin se myös puhdistui nopeammin lieteaineista, kuin karkeapintainen tiilisalaoja. Muoviputket eivät lyöneet läpi heti niiden keksittyä hintaluokan vuoksi, mutta myöhemmin tiilisalaojat korvattiin kokonaan PVC-muovista tehdyillä putkilla. (Heikki Aarrevaara, Suomen salaojituksen historia, 2014.)

Rintamamiestaloissa 1940-1960 -luvuilla tiilisalaojat olivat rakennettu anturan viereen tai osittain sen alle. Vesi johdettiin kivipesiin, sen aikaisiin kerääjäkaivoihin, tai avo-ojiin. 1960-luvun alkupuolella kehitettyjä muovisalaojaputkia alettiin myös hyödyntämään sen ajan pientaloissa. Kun talo rakennettiin maanvastaiselle betonilaatalle, rakennettiin talon kulmiin betoniset kerääjäkaivot ja niihin yhdistettiin muoviset salaojaputket. (Ollila, K. Historia kiusasi suomalaista salaojitusta, 2018.)

## 4 SALAOJITUKSEN VAIHEET PIENTALOJEN KORJAUSRAKENTAMISESSA

### 4.1 Kaivuutyöt

Salaojaverkoston rakentaminen aloitetaan kaivuutöillä. Ensin poistetaan pintamaa kaivinkoneella varovasti varmistaen, että mahdollisia vesi- tai sähköjohtoja ei rikota. Sähköjohdot voidaan paikantaa karkeasti kaapelinpaikantimella, mutta pintamaata on poistettava pieni kerros kerrallaan, jotta kaivinkoneen kauha ei riko johtoja. Kaivinkonekuskin perämies katsoo aina tarkasti kauhan taakse ja ilmoittaa heti kuskillle, jos näkee johtoja. Kun mahdolliset johdot tulevat näkyviin, perämies kaivaa lapiolla ne kunnolla esiin, jotta voidaan jatkaa kaivuutöitä kaivinkoneella turvallisesti johtojen ympäriltä. Kaivuut salaojitusta varten tulee ylettyä pientalon anturan alapuolelle, johon salaojaputket asennetaan. Kaivuutöiden loppuksi montun pohjalle asennetaan suodatinkangas, jotta tuleva salaojasora ei sekoitu maa-aineksen kanssa.

Kaivuutöissä tärkeää on myös saada pientalon perusmuurin vanhat patolevyt esiin varoen osumasta kauhalla perusmuuriin. Perämies antaa kaivinkonekuskillle jatkuvasti ohjeita, koska kuski ei luonnollisesti näe kauhan taakse. Etenkin ahtaissa paikoissa, tai pientalon kulmalla kaivaminen tuottaa hankaluuksia kuskillle, koska on paljon tilanteita, jossa kauhalla voidaan aiheuttaa suurta vahinkoa ja ylimääräistä työtä.

Kaivuutöissä työturvallisuus ja sen suunnittelu on ensiarvoisen tärkeää. Hyvä kommunikointi perämiehen ja kuskin välillä edesauttaa työturvallisuutta. Esimerkiksi aktiivikuulonsuojaimilla voidaan tuottaa helppoa ja nopeaa kommunikointia työntekijöiden välillä. Myös maa-aineksen läjittäminen kuuluu tehdä siten, ettei löyhät maa-ainekset pääse sortumaan kaivettuun monttuun, jossa perämies voi työskennellä. Pahimmassa tapauksessa kaivinkonekin voi kaatua tai vajota monttuun huonon läjityksen seurauksena. Turvallisin vaihtoehto on kuormata maa-ainekset suoraan kuljetusvälineeseen, esimerkiksi kuorma-autoon. Luonnollisesti kaikilla työmailla tulee käyttää asianmukaisia suojarusteita kaiken aikaa. Työturvallisuuden laiminlyömisestä voi koitua

yrittäjälle suuriakin tappioita ei pelkästään työntekijöiden loukkaantumisen vuoksi, vaan myös sakkorangaistusten nimissä.

## 4.2 Perusmuurin vedeneristys

### 4.2.1 Patolevyt

Vanhat patolevyt tulee poistaa kaivuutöiden jälkeen. Patolevyt asennetaan ensimmäiseksi talon nurkasta alkaen anturaviisteen yläreunan korkeudelle. Patolevyt naulataan perusmuuriin kiinni niille spesifioituilla nautoilla tuotteen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Levyt limitetään sivu- ja pystysuunnassa toistensa päälle, jotta vesi ei pääse kondensoitumaan perusmuuriin. Patolevyissä on nystyröitä, jotka asennetaan rakennuksen sokkeliä kohti. Patolevyn yläreunaan asennetaan lista, joka estää veden pääsyn patolevyn ja perusmuurin väliin ylhäältäpäin. Levy tulisi asentaa siten, ettei listan yläreuna jää täyttöjen jälkeen näkyviin, vaan juuri maan tasalle. Kuvassa 4 patolevy omakotitalon salaojituksen korjauksessa. (Ratu F1-0368, Perustusten vedeneristysten... 2010)



Kuva 4. Patolevy asennettuna perusmuuriin. ([www.suomela.fi](http://www.suomela.fi) 2022)

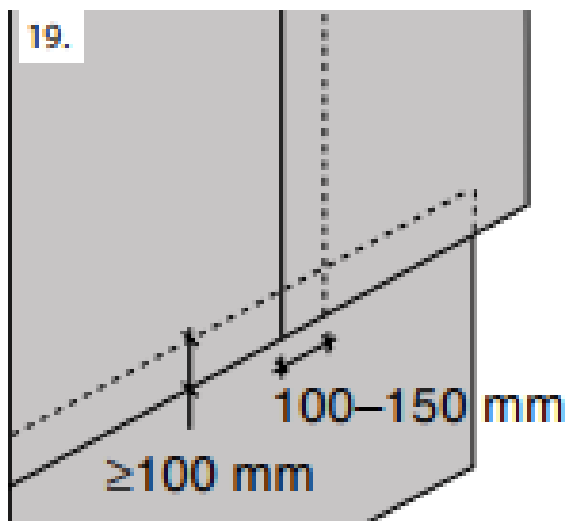
#### 4.2.2 Bitumikermit

Vaihtoehtoinen vedeneristysmenetelmä patolevylle on bitumikermieristys. Vedeneristysmenetelmä valitaan kohteen ja suunnitelmien mukaisesti. Eristys suunnitellaan siten, että uusi ja mahdollinen vanha vedeneriste toimivat yhdessä. Vedeneristettävä pinta puhdistetaan esimerkiksi harjaamalla tai paineilmalla. Eristettävän pinnan tulee olla kuiva, jäätön ja lumeton. (Ratu F1-0368, Perustusten vedeneristysten... 2010)

Ennen kermin levitystä pinta käsitellään bitumiliuoskäsittelyllä (Kuva 5). Käsittelyssä varmistetaan, että huokoiset kohdat täyttyvät bitumiliuksella. Pinnan annetaan kuivua ennen varsinaista vedeneristystä. Kermi hitsataan tai liimataan kauttaaltaan perustusten pintaan ja se limitetään noin 100 mm sokkelin ja anturan liittymäkohdan kermin päälle (Kuva 6). Kermin päälle voidaan tehdä vielä bitumisively. (Ratu F1-0368, Perustusten vedeneristysten... 2010)



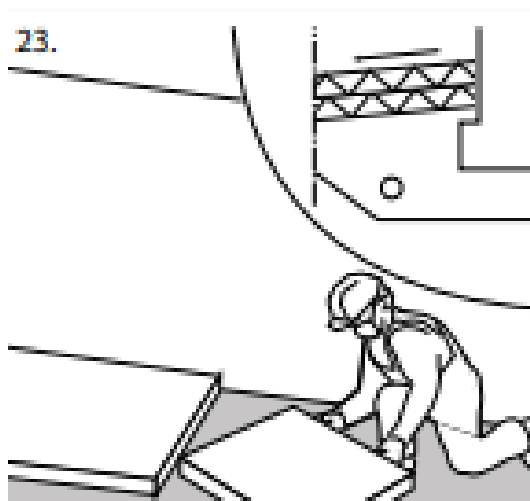
Kuva 5. Bitumiliuoskäsittely perusmuuriin. (Ratu F1-0368, 2022)



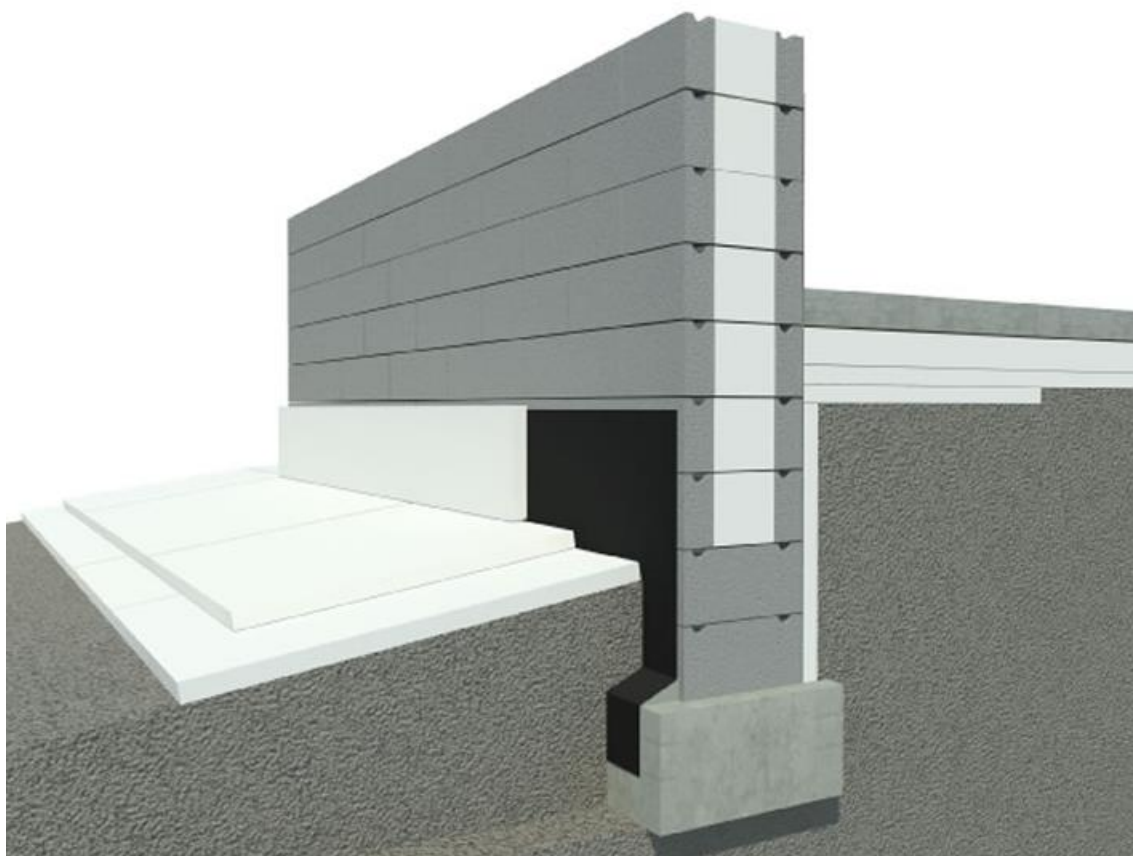
Kuva 6. Bitumikermin limitys. (Ratu F1-0368, 2022)

### 4.3 Routasuojaus

Ennen routasuojauksen asennusta maapohja tulee tiivistää ja tasata. Routasuojaus suunnitellaan salaojaputkien asennussyvyyden perusteella, jonka valintaan vaikuttavat ilmasto, pohjamaan lämpötekniset ominaisuudet, mahdollisen sisälämmön hyödyntäminen putkistossa virtaavasta vedestä, mahdollisten käyttökeskeytysten riskit ja lämmöneristämisen toteutustapa. Routivilla pohjamailla käytetään vaakasuoraa eristystä, sillä putkien jäätyminen estämisen lisäksi eristyksen alapuolisen maan pitää pysyä sulana. Putkilinjan liikkuminen roudan seurauksena voi johtaa putkirikkoihin. Routasuojauslevyt tulee asentaa tiukasti kiinni toisiinsa niihin suunniteltujen ponttien avulla. Kuva 7 esittää, kuinka routasuojauslevyt tulee asentaa. Suunnitelmien mukaiset levyt asennetaan siten, että pintavesien kulkeutuminen ohjataan rakennuksesta pois. (Ratu F1-0368, Perustusten vedeneristyksen... 2010.) Kuva 8 näyttää routasuojauslevyt asennettuna havainnekuvassa.



Kuva 7. Routasuojauslevyjen asennus oikeaoppisesti. (Ratu F1-0368, 2022)



Kuva 8. Routasuojauslevyt asennettuna. (eps-eriste.fi, 2022)

#### 4.4 Salaojaputkien asennus

Vaurioituneet salaojaputket poistetaan suunnitelmien mukaisesti. Uuden salaojaputken alle asennetaan salaojasoraa, kuten myös putken alle ja sivuille salaojitussoratäyttö. Salaojaputket asennetaan salaojasoran päälle huomioiden oikea kallistus, tavallinen kaltevuus 1:100, mutta perusmuurin ulkopuolisten ja tonttialojien vähimmäiskaltevuus on 1:200. Salaojaputken päälle asennetaan myös salaojasoraa vähintään 200 mm paksu kerros, tarvittaessa enemmän. Vaakaroutaeriste asennetaan noin 0,5 metrin syvyyteen ja se ulottuu 1,2 metrin päähän perustuslinjasta. Näin ollen routa ei pääse liikuttamaan perustusta. Routaeristeen päälle tulee vielä pystysuuntainen kapillaarisepele. Salaojien tarkistuskaivot sijoitetaan pientalon kulmille ja salaojaputket liitetään loppuksi niihin. Tarkistuskaivoista voidaan tarkistaa salaojien toimivuus, sekä tarvittaessa huoltaa putkistoa. (Ratu F1-0368, Perustusten vedeneristyksen... 2010)

## 5 SALAOJIEN SUUNNITTELU VAIHEITTAIN

### 5.1 Aloituskatselmukset

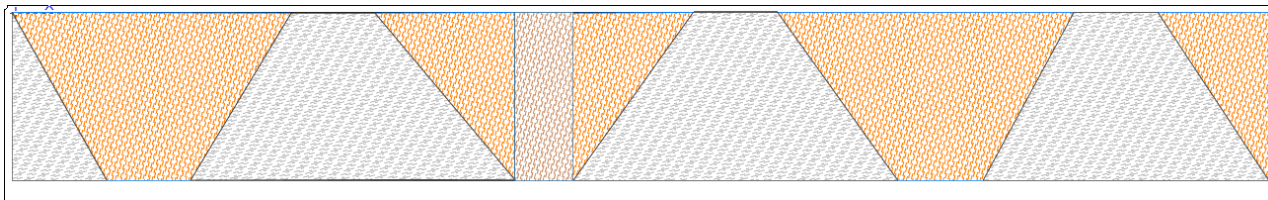
#### 5.1.1 Yleistä

Aloituskatselmuksella käydään asiakkaan luona kartoittamassa mahdollisen työmaan maanrakennukselliset tekniset tiedot asiakkaiden toivomuksien ja näkemyksien mukaan. Aloituskatselmuksella otetaan kuvat kohteesta ja ne ladataan yrityksen pilvipalveluun. Pilvipalvelussa ne ovat tallennettuina kohteen osoitteen ja asiakkaan nimen kanssa ja ovat sieltä helposti katsottavissa. Katselmuksella otettavissa kuvissa pyritään saamaan mahdollisen laaja kuva alueesta, jotta niistä olisi helpompi katsoa tarjouslaskentavaiheessa tarvittavia tietoja. Kuva 9 on aloituskatselmuskuva esimerkkikohteesta.



Kuva 9. Aloituskatselmuskuva esimerkkikohteesta. (PMP-Asennus Oy, 2022)

Kyseisessä esimerkkitilanteessa on tarkoituksena tehdä piharemontti pientalon takapihalla sijaitsevaan rinteeseen. Asiakas haluaa rinteeseen sommitelman seulanpääkivistä ja kuorikatteesta, sekä puurappuset kuvan 10 mukaisesti. Asiakkaan tarkoituksena on tehdä kuorikatealueelle istutuksia, jonka vuoksi kuorikatteen alle tulee laittaa multaa. Seulanpääkivien alle puolestaan tarvitaan murskettä ja maakostea betonia, jotta kivet pysyisivät paikallaan suhteellisen jyrkässä rinteessä.



Kuva 10. JCAD Määrät -ohjelmalla piirretty mallintava kuva rinteestä. (PMP-Asennus Oy, 2022)

Kuvassa 10 kuorikatealue on havainnollistettu oranssilla, seulanpääkivialue harmaalla ja puurappuset ruskealla.

Katselmuksella yleensä piirretään alustava pohjakuva, joka havainnollistaa tulevan tarjouksen tekemistä. Pohjakuvassa on merkittynä kohteen mitat, jotka mitattiin mittapyörällä tai rullamitalla. Joissain kohteissa voi olla pihasuunnittelijan valmiiksi tekemä piirros. Kuvassa 11 käsin piirretty alustava pohjakuva toisesta esimerkkitilanteesta, josta piilotettu kohteen osoite.



riippuen annetaan myös optioita eli vaihtoehtoisia töitä, joissa hintaluokka vaihtelee töiden suuruuden perusteella. Yleensä aloituskatselmuksella lopuksi täytyy arvioida myös mahdollisen työn hinta riippuen siitä, kysyykö asiakas sitä itse. Alustavien hintojen määrittely on tärkeä saada oikeaan hintaluokkaan, sillä asiakas ei todennäköisesti halua ottaa tarjousta vastaan jos loppusumma on paljon yli arvioidun summan.

### **5.1.2 Aloituskatselmukset salaojaprojekteissa**

Jo ennen aloituskatselmusta asiakas voi selvittää, kuinka vanha nykyinen salaojaputkisto on, mihin salaojaputket johtavat ja onko alueella kunnallista hulevesijärjestelmää. Aloituskatselmuksella salaojaprojektissa käydään läpi materiaalien varastointipaikat (esim. salaojasepeli) ja kaivinkoneen kulkureitit. Esteiden purusta, kuten terasseista tai laatoituksista sovitaan myös aloituskatselmuksella. Tärkeä osa aloituskatselmusta on myös käydä aikataulut läpi, koska työt aloitetaan ja kauan ne kestävät. Lisäksi työvaiheet tyypillisesti käydään läpi katselmuksella.

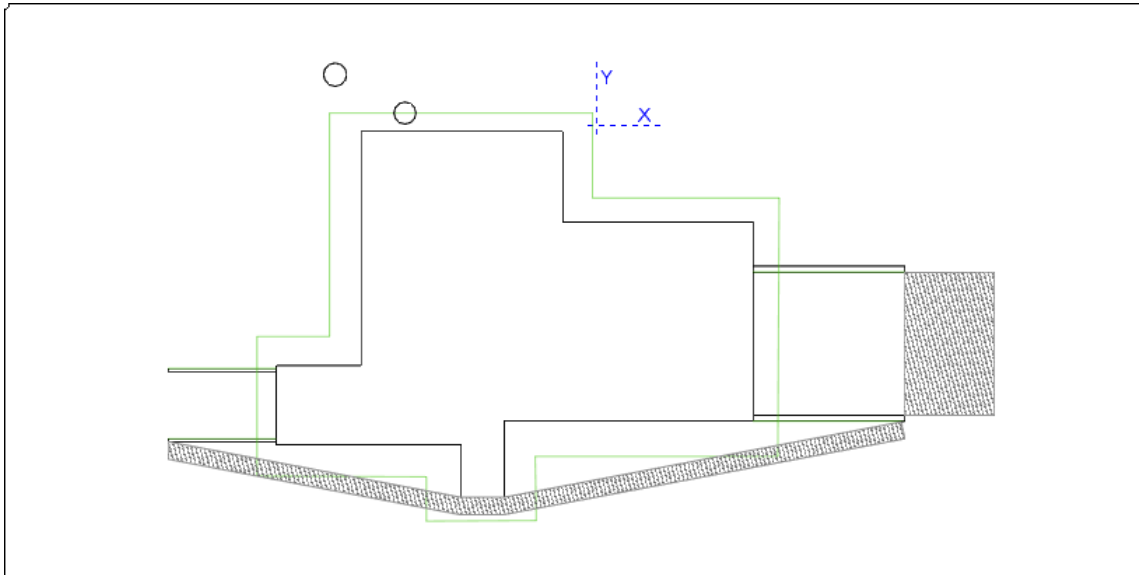
## **5.2 Tarjouslaskenta**

Tarjouslaskenta on olennainen osa yrityksen ylläpitämistä ja kasvattamista. Ilman tarjouksia yritys ei saa töitä, koska ei ole asiakkaita. Tästä syystä luonnollisesti yrityksellä ei olisi tuloja. Mitä enemmän kyetään suorittamaan aloituskatselmuksia, sitä todennäköisemmin yritys saa työmaita. Tässä vaarana on myös se, että tarjouksia voidaan hyväksyä liikaa ja aikataulut käyvät liian tiukoiksi. Olennainen osa tarjouslaskentaa on saada tehtyä asiakkaan budjettiin sopiva tarjous, josta mahdollisesti on jo annettu osviittaa aloituskatselmuksella.

## **5.3 JCAD MÄÄRÄT 2021 -ohjelma laskennan tukena**

JCAD MÄÄRÄT 2021 -ohjelma on tehty rakennusalan materiaalien määrälaskelmia varten. Ohjelmalla piirretään yleensä jonkinlainen pohjakuva tai otetaan valmis pohjakuva ja liitetään se ohjelmaan, jonka avulla piirretään

kuvan päälle esimerkiksi salaojien tekemiseen vaadittavia teknisiä tietoja. Ohjelma laskee piirrettyjen kuvien ja annettujen teknisten tietojen mukaisesti määrälaskelmat, jotka voidaan suoraan kopioida Exceliin tarjouslaskentaa varten.



Kuva 12. Esimerkkikohteen salaojaremontista havainnollistava kuva. (PMP-Asennus Oy, 2022)

Kuvassa 12 JCAD -ohjelmalla piirretty pohjakuva salaojaremonttia varten esimerkkikohteesta. Kuva 12 sisältää vihreällä viivalla talon ympäri piirretyt salaojat. Viivojen kulmiin tulee salaojien tarkistuskaivot ja laskelmat voidaan tehdä piirretyn viivan mukaan kanaalikaivuun poikkileikkauksen kautta (Kuva 13).



Kuva 13. Kanaalikaivuun poikkileikkaus JCAD -ohjelmasta. (PMP-Asennus Oy, 2022)

Kuvassa 12 on piirretty kanaalikaivuun poikkileikkaus, jossa voidaan kunkin osan pinta-alan ja kanaalikaivuun pituuden mukaan laskea salaojasepelin ja kaivettavan maa-aineksen kuutiot, sekä massa tonneina. Kuva on erittäin karkeasti piirretty, eikä siitä ole tarkoitus havainnollistaa anturaa, salaojaputkea, eikä muutenkaan poikkileikkauksen kokonaiskuvaa. Kuva on tarkoitettu laskentaa varten ja siihen se on riittävän tarkka. Kuvassa eri maa-ainesten (salaojasepeli ja kaivettava maa-aines) pinta-alat ovat lukuina ilman yksikköjä.

Kuvassa 14 JCAD -ohjelman pohjakuvan perusteella laskemat materiaalit, jotka seuraavassa tarjouslaskennan vaiheessa liitetään Exceliin.

Toiminnot	Tunnus	Nimi	Määrä	Yksikkö	Lkm
+ / ✎	1620	Perusmuurin KaS 8-16 t...	90,75	t	1
+ / ✎	1260	Kanaalikaivu ( m3 ) löyhä	267,87	m <sup>3</sup>	1
+ / ✎	1510	Salaojat	63,55	m	1
+ / ✎	1651	Finfoam 100mm	63,55	m <sup>2</sup>	1
+ / ✎	1260	Kanaalikaivu ( m3 )	178,58	m <sup>3</sup>	1
+ / ✎	1620	Perusmuurin KaS 8-16	53,38	m <sup>3</sup>	1

Kuva 14. Esimerkkikohteen materiaalit. (PMP-Asennus Oy 2022)

#### 5.4 Excel -laskenta tarjouksiin

Excel -ohjelmalla voi tehdä tiedostopohjan, johon tarvitsee syöttää helposti ja nopeasti JCAD -ohjelmasta materiaalitiedot sekä töiden osuus tarjouksen loppusummasta. Lisäksi Exceliin tarvitsee selostaa muistiksi tiedot, miten materiaalien ja töiden hinnat muodostuu, jotta tarjouksia voidaan käsitellä myös jälkikäteen. Yleensä tarjouksien materiaalien hintojen laskennassa käytetään vakioitoimittajia, joiden päivitetty hinnat voi tarkistaa toimittajien kotisivuilta. Töiden osuuksien laskemiseen tarvitsee paljon kokemusta rakennusalalta, jotta voi päätellä, kauanko missäkin työvaiheessa kuluu aikaa. Työt ovat myös erittäin suuri prosentuaalinen osa tarjousta, joten ne pitää miettiä tarkkaan ja mahdollisimman realistisesti.

Exceliin luodaan tiedostopohja, johon tarjousta laskettaessa merkitään alkuun materiaalitietoja. Ensimmäisen sivun ensimmäisessä sarakkeessa kiviainesten raekoot (kuva 15), toisessa sarakkeessa niiden hinnat, kolmannessa kuutioista lasketut tonnit (kuva 16), neljännessä Excelin laskema yhteishinta materiaaleille ja viidennessä mihin kohteen alueista materiaalit tulisi (kuva 17). Kuvat ovat tehty erääseen esimerkkikohteeseen. Kuvissa havainnollistetaan kohteen kiviainesten määriä.

0-3
0-8
0-11
0-16
0-32
0-56
0-90
0-150
Hiekka
<b>SEPELIT</b>
3-8
8-16
16-31

Kuva 15. Exceliin ilmoitetut raekoot. (PMP-Asennus Oy 2022)





## 6 PUTKISTOKAMERAN KUVANTAMISET

Suurimpana ongelmana salaojissa on niiden tukkeutuminen. PVC-putkesta tehdyt salaojaputket ovat suhteellisen helposti hajoavia tuotteita, joita esimerkiksi puun juuret voivat tuhota. Siten salaojaputkiin pääsee maa-aineksia, jotka lopulta tukkivat putken ja sinne alkaa kertymään vettä. Myös liian hienon maa-aineksen käyttäminen salaojaputkien kaivuun täytössä aiheuttaa tukkeutumisia, kun maa-aines pääsee putkeen sen rei'istä. Tukkeutuneen salaojaputken oireita ovat muun muassa tummentumat sokkelissa, veden ja lammikoiden kertyminen seinien vierustoille, sokkelin hilseily sekä mahdollinen kasvusto. Oireet viestivät siis kosteudesta talon kivijalassa. Salaojaputkien ollessa tukossa vesi ei ohjaudu muualle, vaan kerääntyy kivijalkaa vasten. Tukoksia voi korjata huuhtelemalla, mutta monesti salaojat joudutaan uusimaan korjausrakentamisena. Liitteenä putkistokameran kuvantamisraportista kuvia tukoksista.

## POHDINTA

Opinnäytetyössä tutkittiin salaojien peruseriaatteita ja historiaa, jotta lukija saisi käsityksen tontin kuivatuksesta ennen salaojien suunnitteluprosessin alkua. Käytettyjen menetelmien ja ohjelmien käyttö selitettiin mahdollisimman yksinkertaistetusti ja perusteellisesti. Työssä käytettiin paljon havainnollistavia kuvia tekstin tukena. Opinnäytetyössä on hyödynnetty tietolähteenä PMP-Asennus Oy:n tarjouslaskentaa maanrakennusalalta eritoten salaojaprojekteissa.

Opinnäytetyön tuloksia suunnitteluprosessista voi käyttää apunaan mikä tahansa maanrakennusyritys, joka tekee salaojatöitä. Myös yksityiset salaojaremonttia aloittelevat tahot voivat ottaa tietoa opinnäytetyön teoriaosuudesta. Itse suunnitteluprosessia yksityiset toimijat eivät voi tehdä ilman suunnittelussa käytettäviä ohjelmia ja menetelmiä, mutta teoriaosuudessa on selkeästi selitetty salaojia tehdessä huomioon otettavia asioita.

Putkistokameralla voi tutkia salaojien hajonneita osia ja tukkeutumisia, mikä helpottaa korjaustoimenpiteitä huomattavasti. Putkistokamera kertoo tarkalleen metreinä, kuinka kaukana kuvantamisen aloitettavasta tarkistuskaivosta tukokseen on matkaa. Täten on helpompi kaivaa tietystä kohtaa putki auki, eikä tarvitse uusia välttämättä koko putkistojärjestelmää.

## LÄHTEET

RT 81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010

Haettu 3.3.2022.

<https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/6748#page=1>

Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2020, sivu 25, kuva 5.

Haettu 15.3.2022

<http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/alapohjat/rakennuspohjan-kuivatus>

Aarrevaara, H., Suomen salaojituksen historia, 2014.

Haettu 25.3.2022

[https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2021/02/Historia-0291\\_001.pdf](https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2021/02/Historia-0291_001.pdf)

Ollila, K., Historia kiusasi suomalaista salaojitusta, 2018

Haettu 2.4.2022

<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/historia-kiusasi-suomalaista-salaojitusta-%20ensimmainen-tiiliputki-esiteltiin-1850-luvulla/7d338123-a6f0-3f5a-b508-81fa8f411ce1>

Ratu F1-0368, Perustusten vedeneristyksen, salaojituksen ja routasuojauksen korjaaminen, 2010

Haettu 13.4.2022

<https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/17838#page=1>

Kaijomaa, M. Pientalohtori – kostea perustus voi pilata koko talon. Haettu 13.4.2022

<https://www.suomela.fi/pientalohtori-kostea-perustus-voi-pilata-talon/>

## LIITTEET

Tarkastuskaivon alussa tukkeutunut putki.

1 (3)



1. TK - PVK, tukossa heti tarkistuskaivolla, ei pystynyt kuvaamaan.

Tukos 8 metrin päässä tarkastuskaivosta.

2 (3)



2. Kuvaus kohti tarkistukaivoa 8m päässä.

Kiviainesta salaojaputkessa.

3 (3)



3. Kuvaus joka meni 25m kohti perusvesikaivoa.