



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Marko Tuisku

# LAADUNVARMISTUSSUUNNITELMA

Vaasan kaupunki, Kuntatekniikka

Tekniikan yksikkö  
2015

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Marko Tuisku
Opinnäytetyön nimi	Laadunvarmistussuunnitelma
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	67+1
Ohjaaja	Riitta Niemelä

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Vaasan kaupungin kuntatekniikan kadunrakennukselle. Opinnäytetyössä käsitellään kadunrakennustyömaiden yleisiä laatuvaatimuksia, jotka koskevat Vaasan kaupungin kadunrakennustyömaita. Työn tarkoituksena on laatuvaatimusten aukikirjoitus, jolla pyritään siihen, että kaikkien eri työvaiheiden laatuvaatimukset saataisiin konkretisoitua työn tekijöille.

Opinnäytetyön tärkeimpänä tiedon lähteenä on käytetty Rakennustietosäätiön InfraRYL2010 julkaisua, jossa määritellään infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Muita lähdeaineistoja olivat eri asiantuntijoiden julkaisemat tutkimukset, sekä infrarakentamiseen erikoistuneiden yritysten verkkosivut.

Laadunvarmistussuunnitelman liitteeksi tehtiin Vaasan kaupungin kadunrakennustyömaiden työmaavalvontaan tarkoitettu työmaakohtainen tarkistuskortti. Tarkistuskortin tarkoituksena on parantaa työmaiden laadunvarmistusta ja sen dokumentointia.

## ABSTRACT

Author	Marko Tuisku
Title	Quality Assurance Plan
Year	2015
Language	Finnish
Pages	67+1
Name of Supervisor	Riitta Niemelä

---

This thesis was made for the Municipal Engineering Department of the City of Vaasa. The thesis deals with the general quality requirements of street construction that, are relevant in the street construction sites in the City of Vaasa. The purpose of this thesis was to clarify all the relevant quality requirements of each stage of construction for all the employees who are involved in the construction sites.

The most significant source of information for this thesis was the publication by The Building Information Foundation called InfraRYL2010, which sets out the general quality standards for infrastructure construction. Other source materials were studies published by various experts and many different websites related with infrastructure construction.

As an appendix for this quality assurance plan a site-specific quality verification card was made for the street construction sites of the City of Vaasa. The quality verification card was designed for construction site supervision. The purpose of the quality verification card is to improve on-site quality assurance and documentation.

---

Keywords                      Quality requirements, infrastructure construction, quality assurance, construction site supervision

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	11
2	LAATU YLEISESTI.....	12
	2.1 Laatu .....	12
	2.2 Rakentamisen laatu .....	12
	2.3 Laadun dokumentointi .....	13
	2.4 Laadunvarmistus .....	14
3	LAADUNVARMISTUS KADUNRAKENTAMISESSA.....	15
	3.1 Viranomaisten edellyttämä laadunvarmistus .....	15
	3.1.1 Aloituskokous .....	15
	3.1.2 Rakennushankkeen tarkastusasiakirja.....	15
	3.2 Rakennuttajan laadunvarmistus .....	16
	3.2.1 Myötävaikuttamisvelvollisuus .....	16
	3.2.2 Työmaavalvonta.....	17
	3.3 Laadunvarmistussuunnitelma .....	17
4	YLEISET LAATUVAATIMUKSET .....	19
	4.1 Poistettavat rakenteet .....	19
	4.1.1 Poistettavat pintamaat .....	19
	4.1.2 Pilaantuneet maat .....	21
	4.2 Perustusrakenteet .....	22
	4.2.1 Paaluperustukset.....	22
	4.2.2 Arinarakenteet .....	25
	4.3 Pohjarakenteet.....	29
	4.3.1 Vahvistetut maarakenteet .....	29
	4.3.2 Lujitetut maarakenteet.....	31
	4.3.3 Roudaneristykset .....	31
	4.3.4 Kuivatusrakenteet.....	32
	4.4 Maaleikkaukset- ja kaivannot .....	34

4.4.1	Maaleikkaukset .....	34
4.4.2	Maakaivannot .....	36
4.4.3	Kaivannon tukirakenteet .....	37
4.5	Kallioleikkaukset- ja kaivannot .....	38
4.5.1	Kallioavoleikkaukset .....	38
4.5.2	Kalliokanaalit .....	39
4.6	Penkereet .....	40
4.6.1	Maapenkereet .....	40
4.6.2	Louhepenkereet .....	41
4.6.3	Kevennetyt penkereet .....	42
4.6.4	Kaivantojen täytöt .....	42
4.7	Päällys- ja pintarakenteet .....	44
4.7.1	Suodatinrakenteet .....	44
4.7.2	Jakavat kerrokset .....	45
4.7.3	Kantavat kerrokset .....	46
4.7.4	Asfalttipäällysteet .....	48
4.7.5	Siirtymäkiilat .....	49
4.8	Kivityöt .....	50
4.8.1	Betoniset pintarakenteet .....	50
4.8.2	Luonnonkiviset pintarakenteet .....	51
4.8.3	Reunatuet .....	52
4.8.4	Muurit .....	58
4.8.5	Verhoukset .....	58
4.9	Kasvillisuusrakenteet .....	59
4.9.1	Kasvialustat .....	59
4.9.2	Nurmikot .....	60
4.9.3	Istutukset .....	61
5	KADUNRAKENTAMISEN LAADUNRAMISTUSSUUNNITELMA .....	63
5.1	Katurakenteet .....	63
5.1.1	Poistettavat pintamaat .....	63

5.1.2	Maaleikkaukset ja – kaivannot.....	63
5.1.3	Päällys- ja pintarakenteet .....	63
5.2	Putki- ja johtokaivannot.....	64
5.2.1	Kartoitustiedot.....	64
5.2.2	Kaivanto .....	64
5.2.3	Täyttömateriaali .....	64
5.3	Kaapelikaivannot .....	64
5.3.1	Kartoitustiedot.....	65
5.4	Kivityöt .....	65
5.5	Viimeistelyt.....	65
6	YHTEENVETO .....	66
	LÄHTEET.....	67
	LIITTEET	

**KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

<b>Kuva 1.</b> Laadunvarmistuksen osatekijät rakentamisessa.	s.16
<b>Kuva 2.</b> Pintamaan poisto routimattomalla alueella.	s.20
<b>Kuva 3.</b> Pintamaan poisto routivalla alueella.	s.20
<b>Kuva 4.</b> Pintamaiden poistossa syntyneiden epätasaisuuksien käsittely kaivualueella.	s. 21
<b>Kuva 5.</b> Pilaantuneen maan kunnostustyön vaiheet.	s.22
<b>Kuva 6.</b> Teräslevyarinä.	s.25
<b>Kuva 7.</b> Teräslevyarinän asentaminen kaivannon pohjalle.	s.26
<b>Kuva 8.</b> Salaojaputken ympärystäyttö.	s.32
<b>Kuva 9.</b> Maaleikkauksen mittatarkkuusvaatimukset.	s.34
<b>Kuva 10.</b> Johtojen vähimmäisetäisyydet tukemattomassa maakaivannossa.	s.36
<b>Kuva 11.</b> Johtojen vähimmäisetäisyydet kaivojen kohdalla.	s.37
<b>Kuva 12.</b> Tuetun kaivannon vähimmäismitat.	s.38
<b>Kuva 13.</b> Kalliokanaalin vesihuoltokaivannon vähimmäismitat.	s.40
<b>Kuva 14.</b> Kadun pengertäyttö.	s.41
<b>Kuva 15.</b> Esimerkki massanvaihdon toteuttamisesta kuivaan kaivantoon.	s.44
<b>Kuva 16.</b> Upotetun reunakiven mittatarkkuusvaatimukset tonttiliittymän kohdalla.	s.53
<b>Kuva 17.</b> Liimattavan betonisen reunatuen mittatarkkuusvaatimukset tonttiliittymien kohdalla	s.54
<b>Kuva 18.</b> Upotettavan reunatuen mittatarkkuusvaatimukset suojateillä.	s.55

- Kuva 19.** Liimattavan betonisen reunatuen mittatarkkuusvaatimukset suojaiteilla. s.56
- Taulukko 1.** Yksittäisten teräsbetonipaalujen korkeimmat sallitut sijaintipoikkeamat. s.23
- Taulukko 2.** Yksittäisten teräsmaalujen korkeimmat sallitut sijaintipoikkeamat. s.23
- Taulukko 3.** Yksittäisten puupaalujen korkeimmat sallitut sijaintipoikkeamat. s.24
- Taulukko 4.** Arinan tiivistäminen tärylevyllä. s.28
- Taulukko 5.** Pilaristabiloinnin lujuusvaatimukset pengerkohteissa. s.29
- Taulukko 6.** Kallioavoleikkauksen seinämien tasaisuusvaatimukset luokittain. s.38
- Taulukko 7.** Kallioavoleikkauksen pohjan tasaisuusvaatimukset luokittain. s.39
- Taulukko 8.** Jakavan kerroksen mittatarkkuusvaatimukset. s.45
- Taulukko 9.** Kantavuus- ja tiiviysvaatimukset jakavalle kerrokselle. s.46
- Taulukko 10.** Kevyen pudotuspainolaitteen ja parannetun Proctor-kokeen ohjeelliset mittaustulosten arvot jakavassa kerroksessa. s.46
- Taulukko 11.** Mittatarkkuusvaatimukset kantavassa kerroksessa. s.47
- Taulukko 12.** Tiiviyssuhde vaatimukset levykuormituslaitteella mitattuna sitomattoman kantavan kerroksen päältä. s.47
- Taulukko 13.** Tiiviyssuhde vaatimukset pudotuspainolaitteella mitattuna sitomattomassa kantavassa kerroksessa. s.48
- Taulukko 14.** Uuden asfalttipäällysteen tasoon nostettavien kansistojen vaaditut korkeusasemat mitattuna kolmen metrin oikolaudalla. s.49



- Taulukko 15.** Siirtymäkiilojen kaltevuuden katuluokan mukaan. s.50
- Taulukko 16.** Tiivistetyn betonikivi ja laatta rakenteen sallitut poikkeamat. s.51
- Taulukko 17.** Upotettavien reunatukien mittatarkkuusvaatimukset ja etureunan asennuskorkeus. s.52
- Taulukko 18.** Vierekkäisten luonnonkivien sallitut tasoerot reunatuissa asennuskohteen mukaan. s.57
- Taulukko 19.** Kasvualustojen vähimmäispaksuudet- ja tilavuudet. s.60
- Taulukko 20.** Kylvö- ja siirtonurmikon kasvualustan tasaisuusvaatimukset hoitoluokittain. s.61
- Taulukko 21.** Siemenen kylvömäärät hoitoluokittain. s.61

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Laadunvarmistuslomake

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Vaasan kaupungin teknisen toimen kuntatekniikan kadunrakennus. Työssä käsitellään niitä infrarakentamisen laatuvaatimuksia, jotka koskevat Vaasan kaupungin kadunrakennus työmaita. Kunnallisteknisessä rakentamisessa laatuvaatimuksia on hurja määrä ja niiden selvittäminen on usein työllästä, koska mukana on paljon viittauksia ja asiat ovat hankalasti esitetty. Työn tarkoituksena on koota Vaasan kaupungin kadunrakennustyömaita koskevat laatuvaatimukset yhteen asiakirjaan ja tuoda ne esille siten, että ne olisivat selkeästi esitetty ja helposti löydettävissä. Kun rakentamisen laatuvaatimukset saadaan tuotua selvästi kaikkien tietoisuuteen, voidaan parhaimmassa tapauksessa säästyä rakentamisessa havaittujen puutteiden aiheuttamilta kustannuksilta.

Työssä on ensin käsitelty laatua käsitteenä yleisesti. Yleisen osion jälkeen perustellaan laadunhallinnan tärkeys kadunrakentamisessa ja laadunvarmistussuunnitelman merkittävyys laadunvarmistuksessa, sekä esitetään laadunvarmistuksen lakisääteisyys ja mitkä asiat laadunvarmistussuunnitelmassa ovat tärkeitä rakennuttajan näkökulmasta.

Lopuksi esitetään johdonmukaisessa järjestyksessä kaikki ne laatuvaatimukset, jotka koskevat Vaasan kaupungin kadunrakennustyömaita. Laatuvaatimuksissa keskitytään pääasiassa mittatarkkuusvaatimuksiin, sekä valmiin työn ulkonäkövaatimuksiin. Opinnäytetyön päätteeksi perustellaan miksi Vaasan kaupungin kuntatekniikka haluaa edellä mainitut asiat laadunvarmistussuunnitelmaansa. Työn liitteeksi tehtiin yhteistyössä opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa Vaasan kaupungin kadunrakennustyömaille suunniteltu laadunvarmistuskortti, jonka tarkoituksena on parantaa työmaiden laadunvarmistusta ja dokumentointia.

## **2 LAATU YLEISESTI**

### **2.1 Laatu**

Laatu on moniselitteinen asia, jota on vaikea selittää lyhyesti. Tuotteen laatuun vaikuttavia tekijöitä saattaa olla lukuisia, jonka vuoksi niiden koottu esille tuonti voi olla hankalaa. Teollisuudessa tuotteen laadun merkitys on todella suuri ja yritykset panostavatkin tuotekehittelyyn ja laadunvarmistukseen mittavia investointeja, jotta tuotteiden positiivinen maine, tai yrityksen suosio saataisiin säilytettyä. Laatuvaatimukset ovat pääasiassa valmiin työn ulkonäkövaatimuksia, mittoja, toleransseja ja ominaisuuksia.

Kaksi olennaisinta seikkaa laadussa ovat tilaajan tarpeiden täyttyminen ja tuotteelle asetettujen vaatimuksien saavuttaminen. Laatuvaatimuksien täytyy olla yksiselitteisiä ja ne on tuotava esille kaikille työntekijöille. On mahdotonta tehdä oikein, jos laatuvaatimuksia ei tiedetä. /1/

Suunnittelun laatu kertoo, kuinka hyvin suunniteltu tuote täyttää tilaajan tarpeet, sekä millaisia ominaisuuksia tuotteella on. Valmistuksen laatu kuvaa, miten hyvin tuote täyttää sille suunnittelussa asetetut ominaisuudet. Suunnittelijoiden ja valmistajien on ehdottomasti tiedettävä asiakkaan vaatimukset. Tuotteen laatu on silloin kohdallaan, kun se täyttää tilaajan odotukset. /1/

### **2.2 Rakentamisen laatu**

Varsinkin rakentamisessa on taloudellisesti tärkeää, että hanke etenee jouhevasti, eikä turhia työn seisahduksia pääsisi sattumaan. Laadunvarmistuksessa on siis tärkeää, että sitä tehdään määrätietoisesti työn edetessä, jolloin mahdolliset puutteet huomattaisiin jo rakentamisen yhteydessä. Rakentamisen aikana huomattavat poikkeamat on myös korjattavissa huomattavasti nopeammin silloin, kun kaikki työvoima on valmiiksi paikalla. Rakentaminen on laadukasta, kun laadunvarmistus on määrätietoista ja suunniteltua.

Laadukas rakentaminen koostuu tasokkaasta rakentamisesta eli koko rakennusprosessista ja rakennettavan kohteen lopputuloksesta. Laadukas rakennusprosessi on loistavan lopputuloksen kannalta tärkeää. Erinomainen lopputulos saavutetaan varmemmin ja taloudellisemmin, kun valmistusprosessi on ohjattu rakentamisen laadunvarmistussuunnitelmalla. Asetettuihin vaatimuksiin ja tavoitteisiin pyritään pääsemään kerralla oikein -periaatteella, jolloin mahdollisten virheiden korjaustyöt vähenevät ja rakentaminen on sujuvampaa. /2/

Hankkeen johtajien rooli rakentamisen laadun varmistamisessa on keskeinen. Johdon tehtävä on tuoda laatuvaatimukset selkeästi esille koko yrityksen henkilöstölle, urakoitsijoille ja aliurakoitsijoille. Laatuvaatimukset tulee selvittää ennen työn aloittamista ja ne pitää käydä läpi työntekijöiden kanssa. Rakennushankkeen aikana toimintaa seurataan ja työn edetessä laatua voidaan mitata erilaisilla pistokokeilla sekä katselmuksilla. /2/

Hankkeen rakennusprosessin tavoitteena on toteuttaa työ sopimusasiakirjojen mukaisesti. Tilaajan ja rakennuttajan kannalta on tärkeää, että kustannustavoitteet pystytään saavuttamaan ja hanke etenee aikataulussa. Valmiin työn asiakirjojen mukainen mittatarkkuus ja ulkonäkö sekä toiminnallisuus vaikuttavat rakennustuotannon laatuun. Laadukkaassa rakentamisessa merkittävään osaan nousee myös työturvallisuus ja luonto. Työturvallisuusasiat tulee tiedottaa kaikille työmaalla toimiville henkilöille ja se on osa laadunvarmistussuunnitelmaa. /2/

### **2.3 Laadun dokumentointi**

Kaikista tarkemittauksista ja laadunvalvontakokeista, sekä katselmuksista täytetään pöytäkirja. Rakennuttajan hyväksymissä tuotantolaitoksissa tuotetut materiaalien ja rakenneosien laatusertifikaatit, tai laatutodistukset myös dokumentoidaan. Laadun dokumentoinnissa ilmenee aina tarkasteltavan kohteen laadun vertaaminen haluttuihin laatuvaatimuksiin ja mahdollisten poikkeaminen toteaminen. Laadunvarmis-

tuslomakkeet tulisi laatia siten, että tarkasteltavan kohteen laatuvaatimukset ja laadun tarkastuksen tulokset näkyisivät samalla lomakkeella (katso kohta 3.1.2. sivulla 11.). /6/

## 2.4 Laadunvarmistus

Laadunvarmistamisella pyritään työn lopputuloksen kannalta mahdollisimman yhtenevään tulokseen suunnitelma-asiakirjojen kanssa. Käytännössä laadunvarmistaminen on edellytys hankkeen laatuvaatimusten täyttymiseen. Laadunvarmistustoimenpiteiden tulee olla täsmällisiä ja laatuvaatimukset on oltava kaikkien työtä tekevien osapuolten tiedossa, jotta saadaan riittävä varmuus siitä, että valmis tuote täyttää asiakirjoissa asetetut vaatimukset. Laadunhallinnassa työnaikainen laadunvarmistus raportoidaan työmaan laatukorttiin, johon rakennuttaja merkkää tärkeimpien laatuvaatimusten täyttymisen ja mahdolliset puutteet. /1/

Hyvin toimivassa laadunvarmistuksessa informaation kulku ja jakaminen on keskeisessä roolissa. Laatuvaatimuksien ja muun olennaisen tiedon sujuva kulku rakennuttajan ja urakoitsijoiden sekä suunnittelijoiden välillä on yksi laadunvarmistuksen tavoitteista. Kattavalla tiedonvälityksellä pyritään torjumaan tietämättömyydestä ja väärinkäsityksistä johtuvia puutteita. Rakennuttajan ja urakoitsijoiden välinen vuorovaikutus on laadunvarmistuksen kannalta edullista, kun hankkeen osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat kaikkien tiedossa. Laadunvalvonnassa on tarkkailtava erityisesti niitä työn vaiheita tai osia, joissa havaitaan usein puutteita. /1/

Hanketta rakentava urakoitsija noudattaa rakennuttajan vaatimia laadunvarmistusmenetelmiä, jotka esitetään tilaajan laatimassa laadunvarmistussuunnitelmassa. Työnaikaiseen laadunvarmistukseen kuuluu myös tilaajan ja urakoitsijoiden väliset yhteistyömenettelyt, kuten suunnitelmien tarkistukset, työmaakatselmukset ja erilaiset mittaukset sekä urakan vastaanotto. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot edellyttävät osapuolten väliset yhteistyömenettelyt ja urakoitsijan velvollisuuden noudattaa sopimusasiakirjoihin kirjattua laadunvarmistusta YSE 10.1 §./3/

### **3 LAADUNVARMISTUS KADUNRAKENTAMISESSA**

#### **3.1 Viranomaisten edellyttämä laadunvarmistus**

Yleistä ohjausta rakentamisessa luodaan määräyksillä, lailla ja asetuksilla. Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää, että rakennushanke on toteutettava siten, että se noudattaa lakia ja lain nojalla asetettujen ehtojen sekä hyvälle rakentamiselle tyyppilliset vaatimukset. Maankäyttö- ja rakennuslaissa annetaan määräyksiä kaikille rakennushankkeen osapuolille, kuten suunnittelijoille, urakoitsijoille ja rakennuttajalle. Oleellinen osa maanrakennustöiden yleisten laatuvaatimusten lähteenä toimii Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL). Merkittävimmät laadunvarmistukseen liittyvät toimenpiteet, jotka viranomaiset edellyttävät ovat, työmaan aloituskokous, rakennustyön tarkastusasiakirja, sekä laadunvarmistusselvitys. /5/

##### **3.1.1 Aloituskokous**

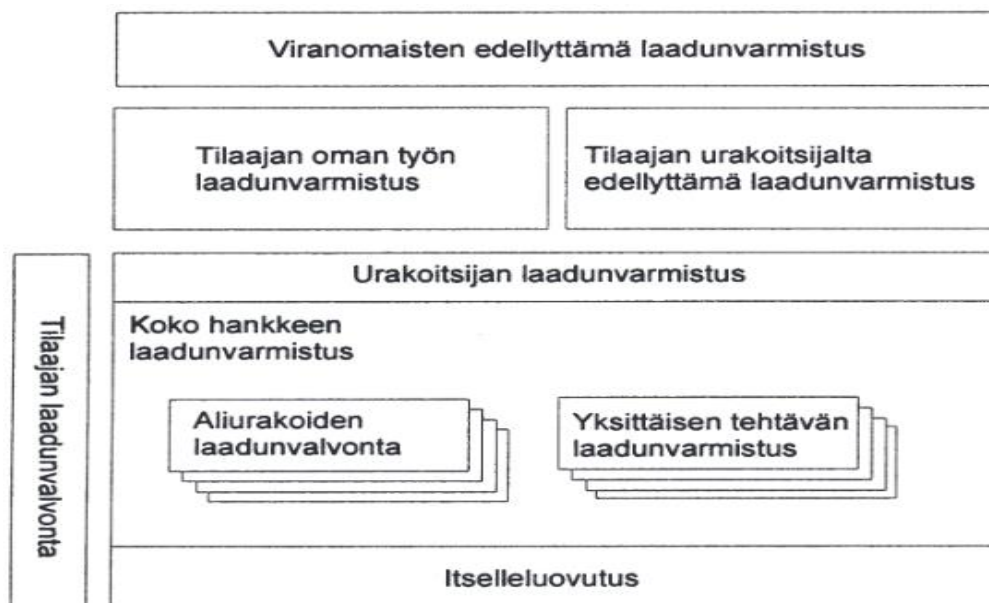
Rakennushankkeen aloituskokouksen tarkoituksena on täsmentää, mitä rakennuttajan tulee ottaa huomioon koko hankkeen aikana. Aloituskokouksessa pöytäkirjaan merkitään hankkeen rakennus- ja suunnittelutyön keskeiset osapuolet, eri rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt ja työmaavalvontaa suorittavat henkilöt sekä muut toimenpiteet ja selvitykset. Aloituskokouksen tarpeen päättää viranomainen. /5/

##### **3.1.2 Rakennushankkeen tarkastusasiakirja**

Rakennushankkeen tarkastusasiakirja sisältää ne asiat, joiden pohjalta voidaan todeta, että hanke on suoritettu määräysten, säännösten ja hyvälle rakentamiselle tyyppillisten vaatimusten mukaisesti. Tarkastusasiakirja voi olla esimerkiksi asiaan kuuluvat tarkistusmerkinnät sisältävä työmaan tarkistuslista. /5/

## 3.2 Rakennuttajan laadunvarmistus

Rakentamisvaiheen laadunvarmistukseen vaikuttaa rakennuttajan osalta laissa säädetyt velvoitteet ja rakennuttajan oma laadunvarmistussuunnitelma. Rakennuttajan oma laadunvarmistussuunnitelma voidaan liittää jo hankkeen alussa itse projekti-suunnitelmaan. Rakennuttajaa koskevat velvoitteet ennen rakentamisen aloittamista ja rakentamisen aikana ovat työmaavalvonta, sekä myötävaikuttamisvelvoitteita.



**Kuva 1.** Laadunvarmistuksen osatekijät rakentamisessa. /5/

### 3.2.1 Myötävaikuttamisvelvollisuus

Rakennuttajan myötävaikuttamisvelvollisuus tarkoittaa sitä, että rakennuttajan on luotava edellytyksen rakennustöiden aloittamiselle. Rakennuttajan omilla laadunvarmistusmenetelmillä pidetään huoli, että hänelle kuuluvat myötävaikutusvelvoitteet toteutuvat (YSE 1998 9 §). /5/



Tärkein myötävaikutusvelvollisuus rakennushankkeen laadunvarmistuksen näkökulmasta on suunnitelma-asiakirjojen luovuttaminen urakoitsijalle sovitun aikataulun mukaisesti. Ennen suunnitelma-asiakirjojen luovutusta urakoitsijan käyttöön tulee suunnitelmien olla myös sisällöllisesti tarkistettuna. /5/

### **3.2.2 Työmaavalvonta**

Rakentamisvaiheessa pääasiallinen laadunvarmistustoiminta rakennuttajan osalta on työmaavalvonta (YSE 1998 59 – 62 §). Rakentamisen aikaisella valvonnalla ja laadunvarmistamisella on tarkoituksena, että urakka toteutetaan suunnitelma-asiakirjojen ja sopimusten mukaisesti. Työmaavalvonnan toissijaisena tarkoituksena on myös antaa työn aikana suunnitelmia täydentäviä ohjeita, jotta mahdollisilta virheiltä, tai ongelmilta vältyttäisiin.

### **3.3 Laadunvarmistussuunnitelma**

Kadunrakentamisessa on monta erilaista työvaihetta ja kaikille erillisille rakenteille on omat laatuvaatimuksensa. Laatuvaatimukseen kuuluu mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimuksia, sekä erilaisin kokein todettavia laatuvaatimuksia. Se, että kuinka paljon ja millaisia laatuvaatimuksia on, riippuu täysin tarkkailtavasta työvaiheesta. Koska laatuvaatimuksia, mittatarkkuusvaatimuksia ja ulkonäkövaatimuksia kertyy yhden rakennustyömaan aikana niin mahdottoman suuri määrä, on laadunvarmistussuunnitelma olennainen osa työmaan laadunvarmistusta. Laadunvarmistussuunnitelman tarkoituksena on koota kaikki laadunvarmistamisessa keskeiset toimenpiteet jokaisesta rakennettavasta rakenteesta yhteen asiakirjaan, jonka avulla päästäisiin siihen, että laadunvarmistukseen ei jäisi puutteita.

Rakennustyömaakohtainen laadunvarmistussuunnitelma toimii toteuttajalle työkaluna ja toiminnan ohjaajana valmiin työn laatuvaatimusten täyttämiseen. Laadunvarmistussuunnitelman avulla toteuttaja pystyy myös osoittamaan tilaajalle, että on kyvykäs varmistamaan rakentamisen laatua ja osoittamaan valmiin rakenteen suunnitelmien mukaisuus. Laadunvarmistussuunnitelman tavoitteena on näyttää tuotteen

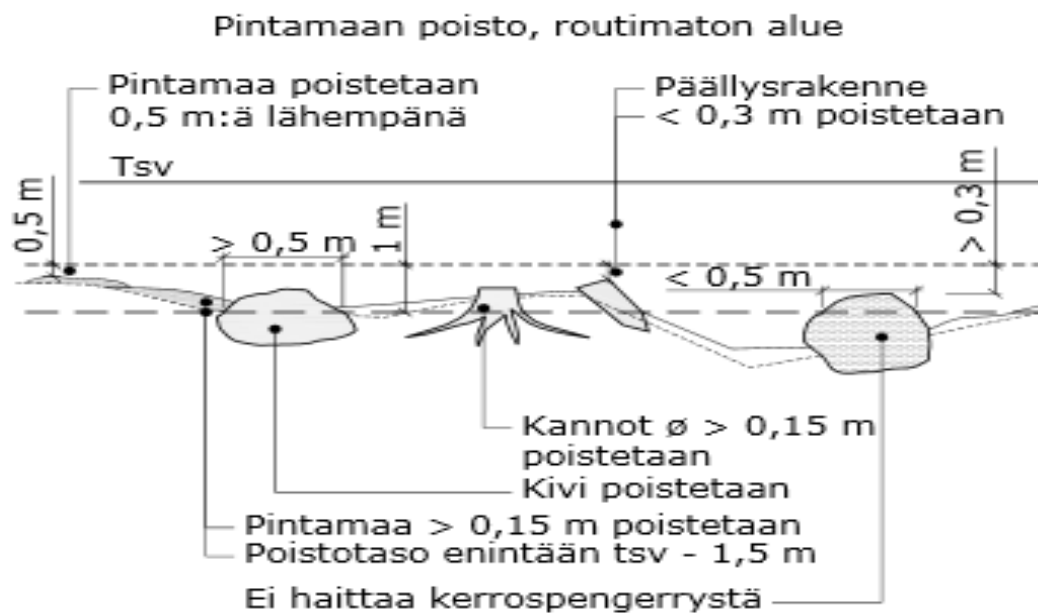
tilaajalle etukäteen menetelmät, jolla vaadittuun laatuun päästään, toteuttajan toimintatapa ja miten rakentaja osoittaa laadukkaan lopputuloksen työn luovutuksessa. /6/

## **4 YLEISET LAATUVAATIMUKSET**

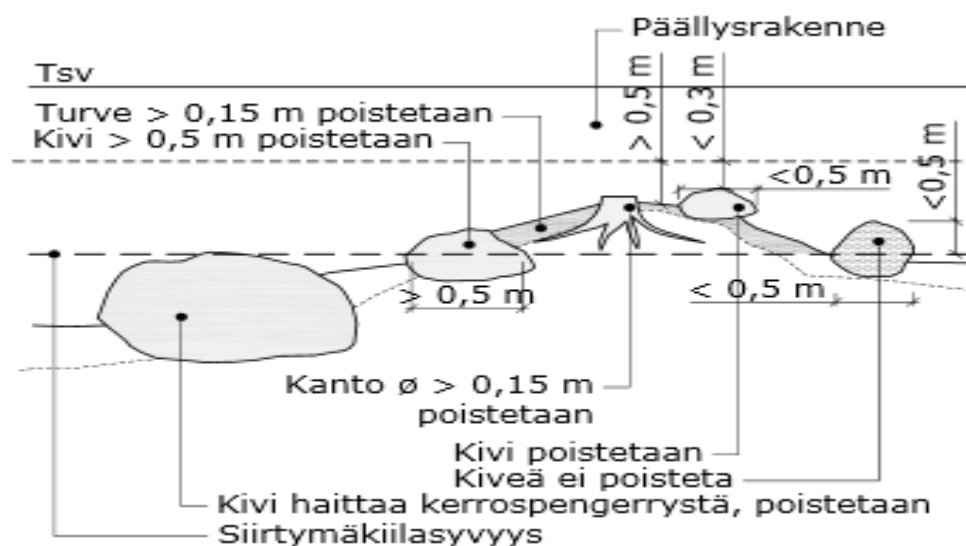
### **4.1 Poistettavat rakenteet**

#### **4.1.1 Poistettavat pintamaat**

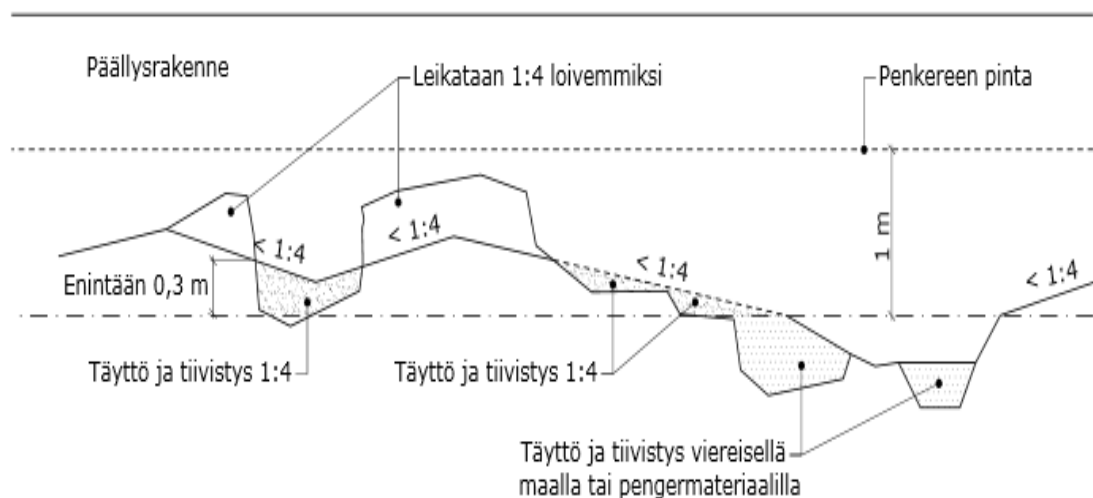
Kaikki kivet  $\leq 1.0 \text{ m}^3$ , mättäät, turve, humusmaa ja kannot raivataan koko rakennettavan väylän leveydeltä. /4/. Pintamaiden poiston mittatarkkuusvaatimukset on osoitettu kuvassa 2. ja kuvassa 3. sivulla 20. Pintamaan poiston aikana syntyneiden kuoppien ja kohoumat tasoitetaan kuvan 4. sivulla 21. osoittamien vaatimusten mukaisesti.



**Kuva 2.** Pintamaan poisto routimattomalla alueella. /4/



**Kuva 3.** Pintamaan poisto routivalla alueella. /4/



Pintamaan poistoalueilla kivien ja kantojen poistossa syntyneet kuopat ja alueella olevat kohoutumat, leikataan 1:4 kaltevuutta loivemmiksi tasausviivan suhteen. Syvennykset täytetään viereisellä maalla ja muotoillaan 1:4 loivemmiksi tasausviivan suhteen penkereen pinta - 1 m tasolle.

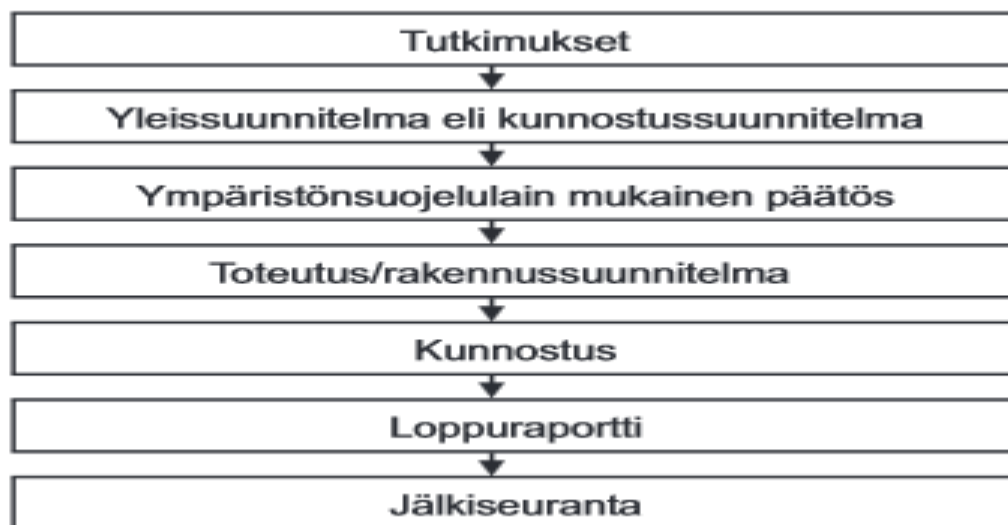
Pengermateriaalin ja perusmaan routiuuserot tasataan tarvittaessa siirtymäkiiloin

**Kuva 4.** Pintamaiden poistossa syntyneiden epätasaisuuksien käsittely kaivualueella. /4/

#### 4.1.2 Pilaantuneet maat

Pilaantuneen maan käsittelyssä on monta eri vaihetta ennen, kuin itse kunnostustyöt aloitetaan. Vastuu pilaantuneen maan kunnostamisesta on maa-alueen haltijalla, jonka tehtävänä on työn suunnittelu, viranomaislupien hankinta, kunnostustyön teettäminen sekä osoittaa viranomaisille työn toteutuminen. /3/. Kuvassa 4. hahmotelma pilaantuneiden maiden kunnostuksen eri vaiheista.

Pilaantuneiden maiden käsittelyssä ja työn laadunvarmistussuunnitelman tekemisessä noudatetaan ympäristöhallinnon julkaisua Ympäristöopas 110. /4/



**Kuva 5.** Pilaantuneen maan kunnostustyön vaiheet. /3/

#### 4.1.2.1 Kaivusuunnitelma

Pilaantuneiden maiden kaivuulle tehdään erillinen kaivusuunnitelma, jonka vaatimukset ovat riippuvaisia kunnostustöiden hankaluudesta. Kaivusuunnitelmassa esitetään selvästi pilaantuneen maakerroksen pinta-ala, sekä mahdollisen pohjaveden sijainnista. /3/

## 4.2 Perustusrakenteet

### 4.2.1 Paaluperustukset

#### 4.2.1.1 Teräsbetonipaalut

Yhden paalulaatan, paalun tai paaluhatturakenteen paalun korkein hyväksytty poikkeama suunniteltuun sijaintiin on taulukon 1. mukainen. Luokka 1. koskee suurta tarkkuutta vaativia paalutuksia ja luokka 2. on normaaliluokka. Suurin sallittu kaltevuus yksittäisessä paalussa on 4 mm yhden metrin matkalla ja yhdensuuntaisen paalujen ryhmässä 2 mm metrin matkalla. Pienin sallittu paalun pituus on 2 m. /4/

**Taulukko 1.** Yksittäisten teräsbetonipaalujen korkeimmat sallitut sijaintipoikkeamat. /4/

	<b>Suurin sallittu poikkeama teoreettisesta sijainnista</b>	
	<b>Luokka 1.</b>	<b>Luokka 2.</b>
Yksittäinen paalu	100 mm	200 mm
Paaluryhmän- tai rivin painopisteen poikkeama	50 mm	100 mm
Paalurivin yksittäinen paalu	150 mm	200 mm
Paaluryhmän yksittäinen paalu. Pieni paaluryhmä 4–8 paalua	150 mm	200 mm
Paalukentän yksittäinen paalu	200 mm	200 mm

#### 4.2.1.2 Teräspaalut

Yhden paalulaatan, paalun tai paaluhatturakenteen paalun korkein hyväksytty poikkeama suunniteltuun sijaintiin on taulukon 2. mukainen. Luokka 1. koskee suurta tarkkuutta vaativia paalutuksia ja luokka 2. on normaaliluokka. Suurin sallittu kaltevuus yksittäisessä paalussa on 4 mm yhden metrin matkalla ja yhdensuuntaisen paalujen ryhmässä 2 mm metrin matkalla. Pienin sallittu paalun pituus on 2 m. /4/

**Taulukko 2.** Yksittäisten teräspaalujen korkeimmat sallitut sijaintipoikkeamat. /4/

	<b>Suurin sallittu poikkeama teoreettisesta sijainnista</b>

	<b>Luokka 1.</b>	<b>Luokka 2.</b>
Yksittäinen paalu	100 mm	200 mm
Paaluryhmän- tai rivin painopisteen poikkeama	50 mm	100 mm
Paalurivin yksittäinen paalu	150 mm	200 mm
Paaluryhmän yksittäinen paalu. Pieni paaluryhmä 4–8 paalua	150 mm	200 mm
Paalukentän yksittäinen paalu	200 mm	200 mm

#### 4.2.1.3 Puupaalut

Yhden paalulaatan, paalun tai paaluhatturakenteen paalun korkein hyväksytty poikkeama suunniteltuun sijaintiin on taulukon 3. mukainen. Luokka 1. koskee suurta tarkkuutta vaativia paalutuksia ja luokka 2. on normaaliluokka. Suurin sallittu kaltevuus yksittäisessä paalussa on 4 mm yhden metrin matkalla ja yhdensuuntaisen paalujen ryhmässä 2 mm metrin matkalla. Pienin sallittu paalun pituus on 2 m. /4/

**Taulukko 3.** Yksittäisten puupaalujen korkeimmat sallitut sijaintipoikkeamat. /4/

	<b>Suurin sallittu poikkeama teoreettisesta sijainnista</b>	
	<b>Luokka 1.</b>	<b>Luokka 2.</b>
Yksittäinen paalu	200 mm	300 mm



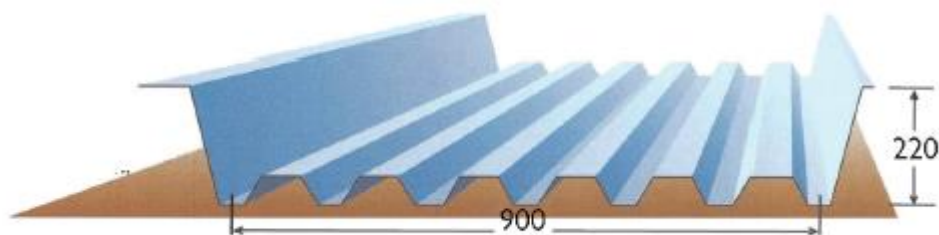
Paaluryhmän- tai rivin painopisteen poikkeama	100 mm	200 mm
Paalurivin yksittäinen paalu	200 mm	300 mm
Paaluryhmän yksittäinen paalu. Pieni paaluryhmä 4–8 paalua	200 mm	300 mm
Paalukentän yksittäinen paalu	200 mm	300 mm

## 4.2.2 Arinarakenteet

### 4.2.2.1 Teräslevyarina

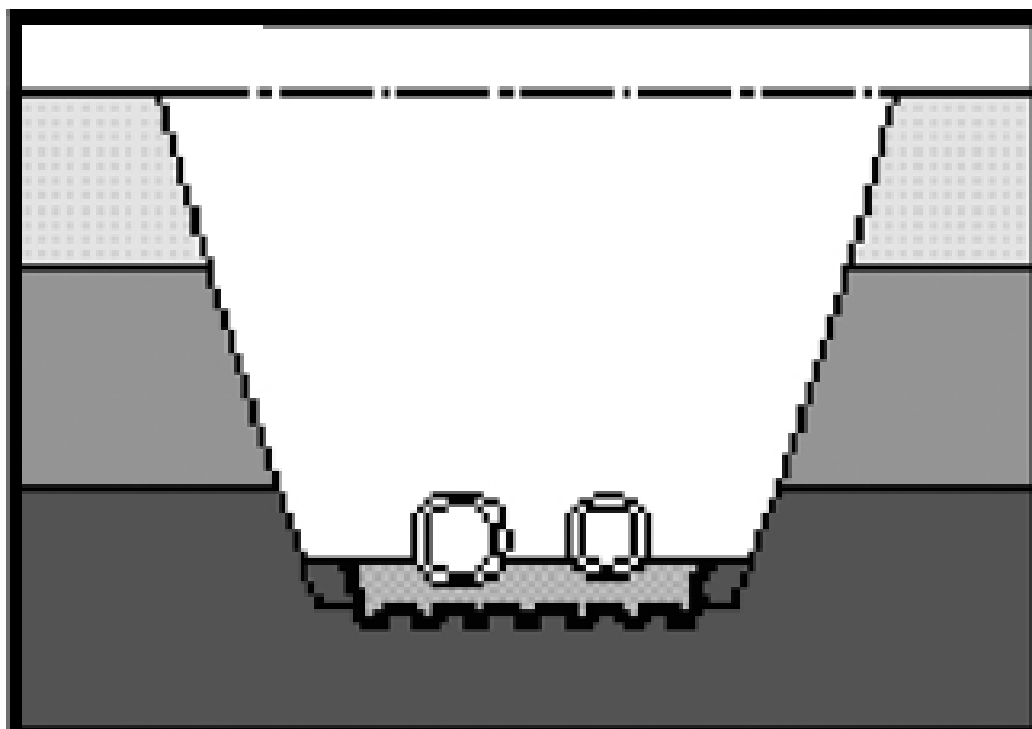
Arinarakenteiden vahvistamiseen kehitetyt teräsarinat soveltuvat erinomaisesti putkikaivantojen pohjan vahvistamiseen heikon kantavuuden omaavilla pohjamailla. Teräslevyarinat ovat kuumasinkittyjä 0,7 mm paksuisia poimulevyjä, kuva 3. Teräslevyt ehkäisevät ja suojaavat putkirakenteita maaperän muutoksista koituvilta rasituksilta vankistamalla putkiston asennuspohjaa ja tasaamalla maan routimista.

/4; 7/



**Kuva 6.** Teräslevyarina. /7/

Kaivannon pohja valmistellaan mahdollisimman tasaiseksi, noin 15 cm putkijohtojen asennustasoa syvemmäksi. Tasaisen asennuspohjan teko saviseen maahan onnistuu parhaiten käyttämällä kaivinkoneen kauhassa huulilevyä, jolloin tasaisilla vedoilla saadaan sileä pinta, eikä savi sekoitu. Teräslevyarina painetaan asennuspohjaan polkemalla, niin että levyn poimut täyttyvät alapuolelta. Levy peitetään kaukalon sisä- ja ulkopuolelta tasauserroksella ja tiivistetään tukevasti kaivannon pohjalle (kuva 7 sivulla 26.). Tasauserroksena käytetään kohteeseen valittujen putkien asennusohjeiden mukaista materiaalia. Seuraava arinaelementti asennetaan valmiin elementin päältä noin 50 cm limittämällä. Teräslevyarinan aseman suurin hyväksyttävä poikkeama on  $\pm 50$  mm. /7; 4/. Kuvassa 6. on esitetty tavanomaisen teräslevyarinan mitat.



**Kuva 7.** Teräslevyarinan asentaminen kaivannon pohjalle. /7/

#### 4.2.2.2 Kiviainesarina

Arinarakenteissa käytettävän murskeen, tai soran raekoko on  $0/32$  mm, tai enintään  $2/3$  koko arinan paksuudesta. Suurin sallittu raekoko arinarakenteissa on 150 mm. Kiviainesarinan rakentamisessa kaivanto ja alusta on pidettävä kuivana ja talviolosuhteissa jää ja lumi on poistettava ennen pohjan tasaamista ja tiivistämistä. Rakentamisen aikana arina tehdään vähintään sen paksuuden verran putken päiden ulkopuolelle. Arinan asennuspinta muokataan suunnitelmien määräämään korkeusasemaan ja määrättyyn kaltevuuteen. Arinaa tiivistetään enintään 300 mm:n kerroksissa ja rakenteen on oltava kuiva tiivistystyön aikana. /4, 77/

Kiviainesarinan paksuus routivalla alustalla on vähintään 300 mm. Mikäli pohjamaa on erittäin pehmeää ja routivaa, arinan paksuus on vähintään 500 mm. Pohjarakentamisessa laaditaan pohjanvahvistussuunnitelma, jos pohjan kantavuus, tai

tiivuus muuttuu hyvin kantavasta pohjasta pehmeäksi. Kiviainesarinan ja pohjaan väliin vaaditaan N3-käyttöluokan suodatinkangas seuraavissa tapauksissa:

- alustalla on silttiä, silttimoreenia, turvetta tai liejua ja arinan murskekerroksessa on kahden millimetrin seulan läpäiseviä rakeita 25 – 50 %
- kaikilla heikosti kantavilla routivilla pohjilla, jos arinan kiviaineksessa on 15 – 25 % kahden millimetrin seulan läpäiseviä rakeita
- kaikilla kiviainesarina alustoilla, jos murskeessa tai sepelissä on alle 15 % kahden millimetrin seulan läpäiseviä rakeita.

Arinan pinnan suurin hyväksyttävä epätasaisuus kolmen metrin matkalla on  $\pm 20$  mm. Arinan paksuus saa poiketa enintään + 10 cm ja leveys + 20 cm. /4/. Taulukossa 4. on esitetty ohjeelliset ylityskerrat, kun arinaa tiivistetään tärylevyllä.

**Taulukko 4.** Arinan tiivistäminen tärylevyllä. /4/

	Paino, kg	Ylityskertojen ohjearvo	
		< 0/31 mm	< 0/63 mm
<b>Raekoko</b>		< 0/31 mm	< 0/63 mm
<b>Kerrospaksuus enintään, m</b>		0,25	0,25
<b>Tärylevyt</b>	> 100	5	6
	> 200	4	5
	> 400	3	4

#### 4.2.2.3 Puuarinat

Puuarinan tekemisessä käytettävien lankkujen vähimmäismitat ovat 50 mm x 150 mm, ja pituussuunnassa asennettavien lankkujen vähimmäispituus on 3 m. Arinassa

käytettävän puutavaran tulee täyttää rakennesahatavaran T 200 -lujuusluokan vaatimukset kolmannessa kosteusluokassa. Poikittain asennettavat hirret tai lankut asennetaan metrin välein. Poikittaislankut upotetaan asennusaluustaan ja täytetään ympäriltään niin, että pitkittäislankkujen pohjat tukeutuvat pohjarakenteeseen koko pinta-alaltaan. Puuarinan suurin sallittu sijainnin poikkeama suunnitelma-asiakirjoissa esitetystä paikasta on  $\pm 50$  mm. /4/

### **4.3 Pohjarakenteet**

#### **4.3.1 Vahvistetut maarakenteet**

##### 4.3.1.1 Pilaristabiloidut maarakenteet

Valmiiden pilarikentän kulmien suurin hyväksytty eroavaisuus suunnitelmissa annettuun nurkkien sijaintiin on 0,1 m. Isoin hyväksytty poikkeama vaakasuuntaisessa sijainnissa on 0,2 m, mutta putkijohtorakenteiden alla se on 0,1 m. Kahden vierekäisen pilarin välinen etäisyyden suurin sallittu poikkeama suunnitelmiin on 0,2 m, jota tulee kuitenkin noudattaa kaikissa tilanteissa. Jos välimatkan poikkeama ylittyy, tehdään lisäpilari pilareiden väliin. Yhden pilarin kaltevuuden sallittava poikkeama suunnitelmiin on 20 mm/m. /4/

Seuraavat vaatimukset koskevat sideaineen syötön vaihtelua ja mittauksien tarkkuutta:

- mittauksen vähimmäistarkkuus on 5 %/pilarimetri
- yksittäinen ero kg/m on -10...+ 20 %
- keskimääräinen sideaineen kulutus yhdessä pilarissa saa poiketa suunnitelmista enintään 5 %. /4/

Pilaristabiloinnin kelpoisuutta arvioidaan pengerkohdeissa lujuustutkimuksien perusteella, joita tehdään suunnitelmissa osoitetussa laajuudessa. Taulukossa 5. sivulla 25. osoitetaan lujuustutkimuksien vaatimukset. /4/

**Taulukko 5.** Pilaristabiloinnin lujuusvaatimukset pengerkohteissa. /4/

<b>Yli 30 %:n lujuudenalitukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ei hyväksyttyä</li> </ul>
<b>10...30 %:n lujuudenalitukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hyväksytään 5 % tarkistettavien pilareiden yhteenlasketusta pituudesta</li> <li>• yksittäisissä pilareissa hyväksytään 10 % pilarin pituudesta, alitukset eivät kuitenkaan saa keskittyä jollekin tietylle syvyydelle</li> </ul>
<b>5...10 %:n lujuudenalitukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hyväksytään 15 % tarkistettavien pilareiden yhteenlasketusta pituudesta</li> <li>• yksittäisissä pilareissa hyväksytään 30 % pilarin pituudesta, alitukset eivät kuitenkaan saa keskittyä jollekin tietylle syvyydelle</li> </ul>
<b>Alle 5 %:n lujuudenalitukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hyväksytään yksittäisinä mittaushavaintoina</li> <li>• hyväksytään yksittäisen pilarin keskiarvolle</li> <li>• sellaiselle keskiarvolle ei hyväksyttyä, joka on laskettu mitattavien pilareiden yhteenlasketusta pituudesta.</li> </ul>

#### 4.3.1.2 Massastabiloidut rakenteet

Massastabiloinnissa käytettävän sideaineen määrä saa erota korkeintaan  $\pm 5 \text{ kg/m}^3$  suunnitelmien osoittamasta määrästä. Stabiloinnissa suunnitelmien osoittama sideaineen määrä täytyy saavuttaa lohkoittain. 14...30 vuorokautta vanhoille massastabilointilohkoille tehdään valvontakairauksen leikkauslujuuden määrittämiseksi.

Koetulosten keskiarvon tulee olla suunnitelmissa osoitetun tavoitteellisen keskiarvon mukainen. /4/

### **4.3.2 Lujitetut maarakenteet**

#### 4.3.2.1 Verkolla lujitetut maarakenteet

Lujiteverkot asennetaan tasaiselle alustalle. Ennen lujiteverkkojen levitystä maapohjasta poistetaan kannot ja kivet. Pohjassa olevat kuopat täytetään ja tarvittaessa maapohjan päälle levitetään suojahiekka ennen verkkojen asentamista. Teräsvahvisteet asennetaan valmistajan ohjeita noudattaen, sekä suunnitelma-asiakirjojen osoittamalla tavalla. Lujiteverkkojen materiaalitodistukset ja verkkojen saumauksen tarkistusmittaukset liitetään kelpoisuusasiakirjaan. Teräsverkkolujitteen asennus dokumentoidaan valokuvaamalla noin 40 m:n välein. Valokuvauksen tavoitteena on, että niistä voidaan havaita lujituksen suoruus, asennusalustan tasaisuus, sekä sijainti. /4/

#### 4.3.2.2 Kankaalla lujitetut maarakenteet

Kangaslujitus asennetaan tasaiselle alustalle ja tarvittaessa maan pinnalle levitetään suojahiekka pintamaiden poiston jälkeen. Lujitekankaan sijainnin sallitut poikkeamat suunnitelmiin ovat samat, kuin kohteen rakennekerroksen. /4/

### **4.3.3 Roudaneristykset**

#### 4.3.3.1 Solumuovinen roudaneristys

Roudaneristyslevyn yläpinnan korkeustason poikkeama suunnitelmissa osoitettuun syvyyteen on enintään 5 cm ja eristyksen sijainnin tarkkuus vaakasuunnassa on  $\pm 10$  cm. Roudaneristyslevyjen asennusalusta tasataan suunnitelmien osoittamaan tasoon ja 1:50 kaltevuuteen ulospäin. Tasaisuusvaatimus on  $\pm 15$  mm tarkistaen 3 m:n oikolaudalla. /4/

#### 4.3.4 Kuivatusrakenteet

Tässä luvussa käsitellään kadunrakentamisessa tehtävien kuivatusrakenteiden yleisiä laatuvaatimuksia. Katualueiden kuivatusrakenteiden tarkoitus on johtaa katualueella olevat hulevedet pois ja myös kuivattaa kadun rakennekerroksia. Kuivatusrakenteiden kelpoisuus todetaan tarkemittauksilla, joiden tulokset kirjataan työmaakohtaiseen laadunvarmistuspöytäkirjaan.

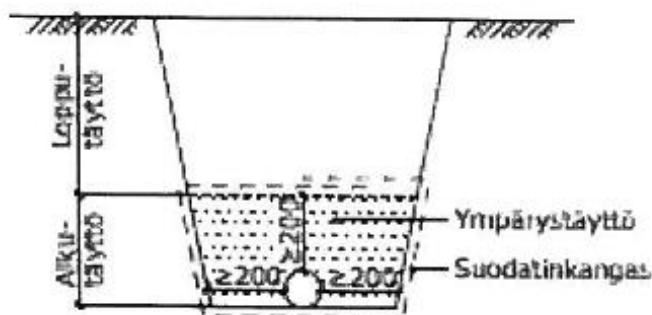
##### 4.3.4.1 Salaojat

Salaojaputken kaltevuuden suurin hyväksyttävä poikkeama on  $\pm 0,2$  x, suunnitelmissa määrättyyn kaltevuuteen, mutta salaojituksen vähimmäiskaltevuutta 0,4 % ei saa alittaa. Suurin sallittu poikkeama suunnitelmiin vaakasuorassa sijainnissa on  $\pm 200$  mm ja syvyydessä  $\pm 50$  mm. Salaojituksen kelpoisuus osoitetaan työn aikana suoritettavilla tarkemittauksilla, jonka tulokset dokumentoidaan työmaan laadunvalvonta asiakirjaan. /4/

Salaojituksen tarkistusputket, sekä kaivot asennetaan mahdollisimman pystysuoraan. Suurin sallittu poikkeama pystysuoruudessa metrin matkalla on  $\pm 10$  mm ja sivusuuntaisen poikkeaman suuruus enintään  $\pm 100$  mm. Salaojalinjan pituussuuntainen poikkeama katurakenteissa sallitaan  $\pm 300$  mm poikkeama, jos kaivoon ei tule muita liittymiä. /4/

Salaojakaivannon alkutäyttö tehdään siihen tarkoitettulla murskeella, jonka rakeisuus on 8/32. Salaojaputki peitetään kauttaaltaan vähintään 20 cm kerroksella (kuva 8. sivulla 28.) ja ympärystäyttö tiivistetään ympärillä olevien rakenteiden tiiveyteen. Ympärystäyttö materiaaliin ei saa sekoittua hienorakeista maata ja tarvittaessa voidaan ympärystäytön ympärille asentaa suodatinkangas. /4/





**Kuva 8.** Salaojaputken ympärystäyttö. /4/

#### 4.3.4.2 Avo-ojat

Avo-ojat muotoillaan suunnitelma-asiakirjoissa osoitettuihin paikkoihin ja noudattaen suunnitelmissa annettuja kallistuksia. Ojan kaivussa otettava huomioon mahdollisen multauksen vaatima lisäkaivu. Multaus ulotetaan kadun pientareen reunaan asti. Ojaan ei jätetä sen toimivuuteen, tai ulkonäköön vaikuttavia esteitä, tai poikkeamia, eikä sen pohjalle jää painaumia, joihin voisi vesi jäädä makaamaan. Ojat verhoillaan ruokamullalla, johon istutetaan nurmikkoa. Avo-ojan muoto, asema ja taitepisteet todetaan tarkemittauksilla, jonka tulokset dokumentoidaan laadunvarmistus pöytäkirjaan. /4/

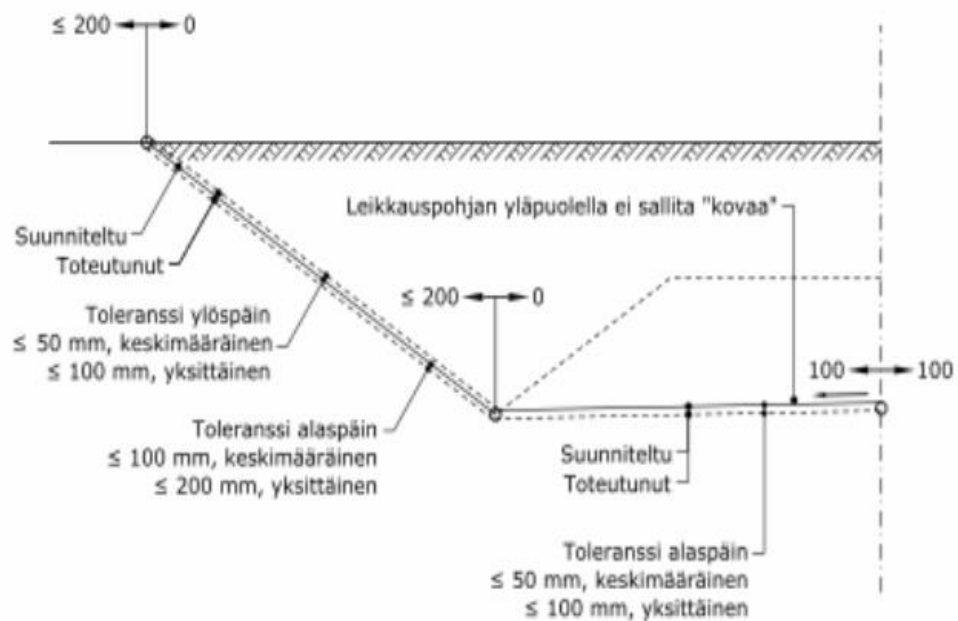
#### 4.3.4.3 Rummut

Kadun rummun asennustason sallittu poikkeama suunnitelma-asiakirjoihin on + 30... – 50 mm. Katu- ja sivuojarummun sijainnin sallittu poikkeama kadun leveys-suunnassa  $\pm 0,1$  m, mikäli se ei vaikuta heikentävästi rummun toimivuuteen. Korkeusero rummun päiden välillä saa poiketa enintään  $\pm 20$  mm suunnitelmissa annettusta korkeuserosta. Sivuojarummun asennustason tarkkuuden sallittu poikkeama + 0...- 50 mm. Rumpujen asennuksen kelpoisuus osoitetaan työn aikana tehtävillä korko- ja asemamittauksilla. /4/

## 4.4 Maaleikkaukset- ja kaivannot

### 4.4.1 Maaleikkaukset

Maaleikkaus ulotetaan suunnitelmissa annettuun rajaan asti leveys, pituus ja syvyysuunnassa. Maaleikkauksen pohjaan ei jätetä vettä kerääviä painanteita, tai löysiä maakerroksia. Maaleikkauksen mittatarkkuusvaatimukset on esitetty kuvassa 9. Taajama alueella tehtävän maaleikkauksen toleranssit ovat puolet kuvassa 9. esitetyistä arvoista. /4/



**Kuva 9.** Maaleikkauksen mittatarkkuusvaatimukset. /4/

Maaleikkauksen kelpoisuutta arvioidaan mittaamalla sen syvyys ja luiskien kaltevuus 20 m välein. Yleistä leikkauspinnan tasaisuutta valvotaan silmämääräisesti. Leikkaustyön edetessä tulee leikkausmassan rakeisuutta verrata suunnitelmissa esi-

tettyyn leikkausmassan rakeisuuteen noin 200 m:n välein sekä aina maalajin muuttuessa. Yleisesti maaperän laatua tarkkaillaan aina kaivannon pohjan sekä leikkausluiskien tekemisen aikana ja tarpeen vaatiessa maaperän laatu voidaan tutkia maanäytteillä. /4/

Työmaan laatukansioon tulee leikkauspinnan pohjasta ja luiskasta liittää seuraavat tiedot:

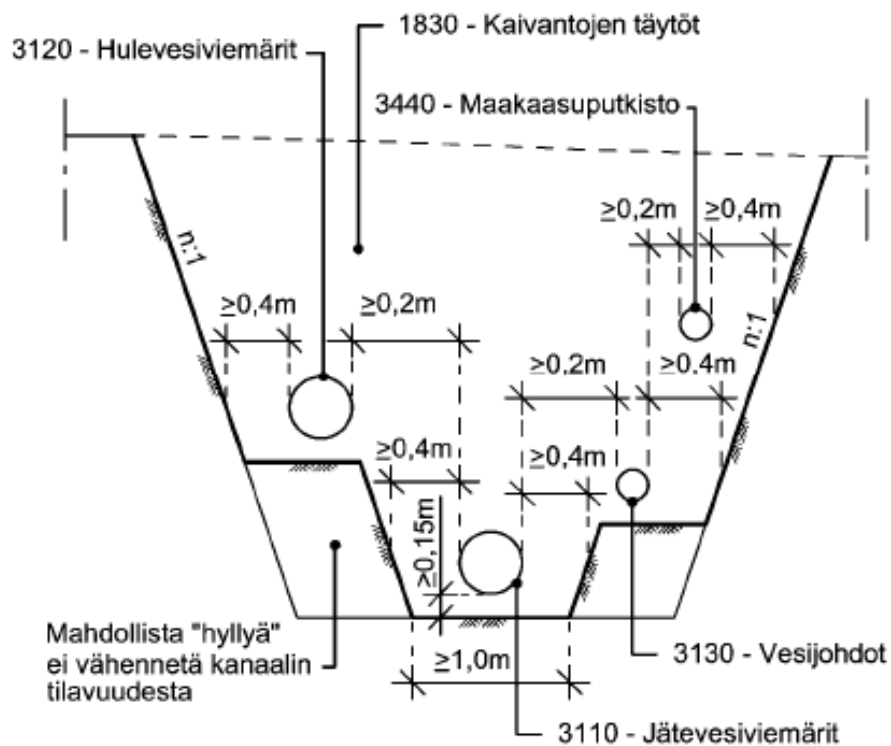
- Leikkauspohjan korkeusasema ja sijainti,
- pohjan kantavuusluokka ja pohjan rakeisuus,
- tiiviystutkimusten tulokset.
- Sen hetkinen leikkauspohjan olotila, kun rakennekerroksien teko aloitetaan esimerkiksi seuraavin kuvauksin:
  - Pohja on tasattu ja se on tiivis.
  - Leikkauspohja on tasainen, mutta vettymisen vuoksi sitä ei voitu tiivistää,
  - työkoneet painaneet syviä uria leikkauspohjaan.
- Piirustus, tai kuva, jossa maaleikkaus on esitetty, kuten se on toteutettu,
- tiedot suodatinkankaiden materiaaleista,
- sallittuja mittoja suuremmat poikkeamat ja niistä koituneet toimenpiteet.

Kaivutyön toimenpiteistä ja mittauksista mainitaan laatukansiossa vähintään:

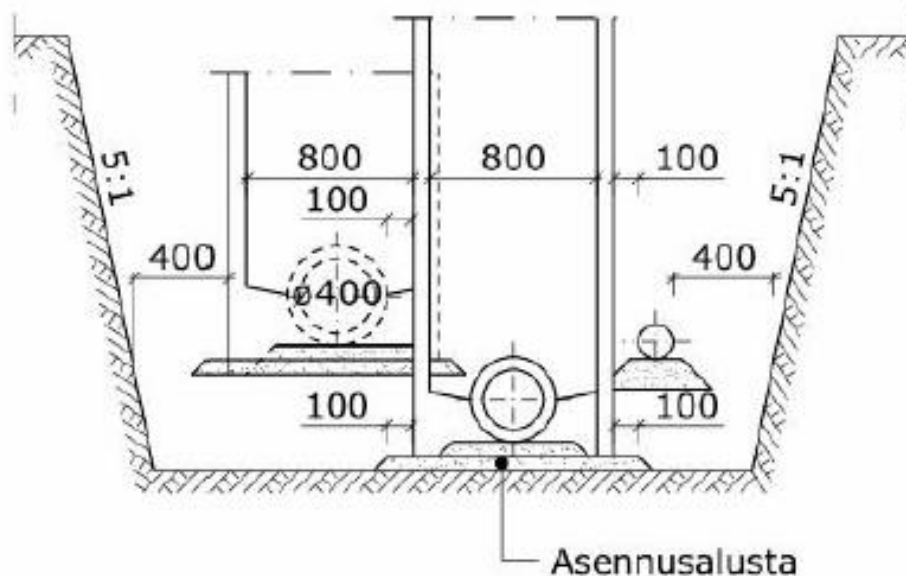
- mitä leikkausmassoille tehdään sekä sen materiaali,
- pohjavesiin liittyvät seurantamittaukset,
- katselmukset ja toteumapiirustukset,
- suunnitelmista poikkeavat seikat. /4/

#### 4.4.2 Maakaivannot

Putki- ja johtokaivantojen laaduntarkkailussa tärkeimmät rakennusteknilliset seikat ovat asennusalusta, alku- ja lopputäytöt, tiivistys. Asennuspohja pidetään rakentamisen aikana kuivana ja talviaikana lumi ja jää poistetaan kaivannosta ennen alustan rakentamista. Putkien asennuspohjan kaltevuus tehdään suunnitelma-asiakirjoissa annettujen kaatojen mukaan ja määrättyyn korkeusasemaan. Arinaa tiivistetään enintään 30 cm kerroksissa. Tukemattomassa maakaivannossa noudatetaan kuvassa 10. ja kuvassa 11. sivulla 25. osoitettuja vähimmäisetäisyyksiä. /4/



**Kuva 10.** Johtojen vähimmäisetäisyydet tukemattomassa maakaivannossa. /9/

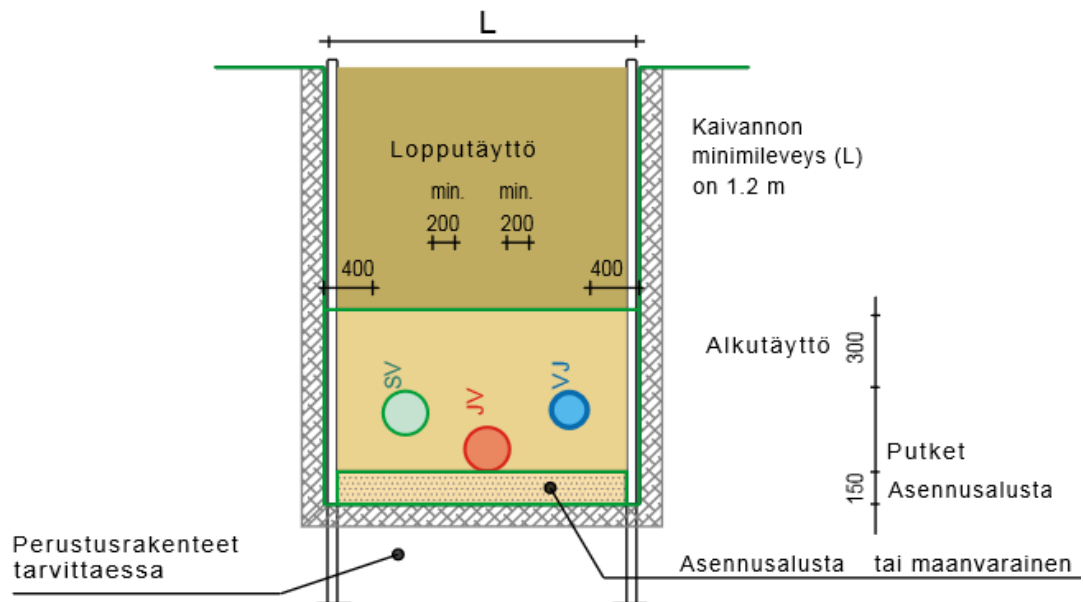


**Kuva 11.** Johtojen vähimmäisetäisyydet kaivojen kohdalla. /4/

Kaivojen asennuspohjasta kaivetaan epätasaisuudet, jonka jälkeen se tasataan hyvin tiivistävästä alkutäyttömateriaalista. Kaivannon pohja tiivistetään alusrakennetta vastaavaan tiiviyteen. Tarkastusputkia, sekä hulevesi- ja viemärikaivoja ei saa rakentaa jäätyneeseen maahan. /4/

#### 4.4.3 Kaivannon tukirakenteet

Lähtökohtaisesti kaikki kaivannot kaivetaan luiskaamalla, mutta mikäli luiskaamalla tehdyille kaivannoille ei ole tilaa, tehdään se tuettuna. Kaivannon tukemista-  
poja on monia ja se valitaan aina tapauskohtaisesti. Kaivannon tukemistavan valin-  
taa vaikuttavat kaivannon laajuus, kohteessa käytettävissä oleva työtila ja muut ym-  
päriillä olevat rakenteet. Tukirakenteiden tarkoituksena on turvata työskentely kai-  
vannon pohjalla estäen seinämien sortumisen ja murskeen valumisen kaivannon  
reunalta ja seinämiltä. Tuennan laatua valvotaan työmenetelmien tarkkailulla, sekä  
suunnitelmien noudattamisella. Tuetun maakaivannon vähimmäismitat näkyvät ku-  
vassa 12. sivulla 33. /4/



**Kuva 12.** Tuetun kaivannon vähimmäismat. /10/

## 4.5 Kallioleikkaukset- ja kaivannot

### 4.5.1 Kallioavoleikkaukset

Leikatun kallion ulkoreuna eivät saa ulottua suunnitellun kadun poikkileikkauksen sisäpuolelle missään kohtaa. Kallioavoleikkauksen seinämien tasaisuus tulee noudattaa taulukon 6. vaatimuksia. Leikkauspinnan pohjan tasaisuusvaatimukset on osoitettu taulukossa 7. sivulla 38. /4/

**Taulukko 6.** Kallioavoleikkauksen seinämien tasaisuusvaatimukset luokittain. /4/

Laatuluokka	Tarkkuusvaatimus
1. Luokka	0...200 mm

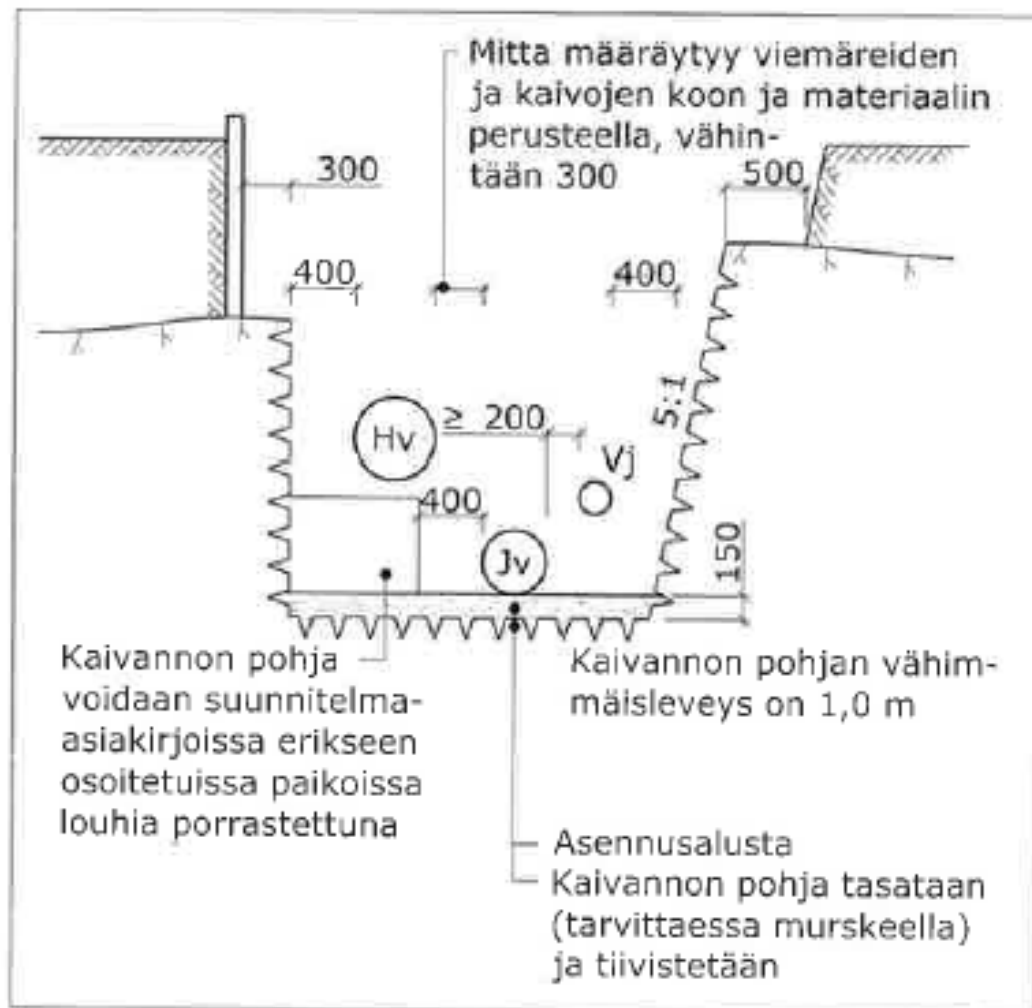
Kevyenliikenteen väylät	
<b>2. Luokka</b> Normaaliluokka, kadut	0...400 mm
<b>3. Luokka</b> Normaaliluokka, tielaukkaukset; kaivannot joille ei ole tehty louhintasuunnitelmaa	0...600 mm
<b>4. Luokka</b> Määritetään hankekohtaisesti	ei luokiteltu

**Taulukko 7.** Kallioavoleikkauksen pohjan tasaisuusvaatimukset luokittain. /4/

<b>Laatuluokka</b>	<b>Tarkkuusvaatimus</b>
<b>1. Luokka</b> Normaaliluokka, rataleikkaukset	0...400 mm
<b>2. Luokka</b> Normaaliluokka rakennuskaivannoissa	0...600 mm
<b>3. Luokka</b> Normaaliluokka, tielaukkaukset; sovitaan hankekohtaisesti	ei luokiteltu

#### 4.5.2 Kalliokanaalit

Kallioon louhitun vesihuoltokaivannon mittavaatimukset ovat kuvan 13. mukaiset. Kalliokanaalien- ja kuoppien pohjien ja seinämien tasaisuuden tarkkuusvaatimus on 0...400 mm. /4/



**Kuva 13.** Kalliokanaalin vesihuoltokaivannon vähimmäismitat. /4/

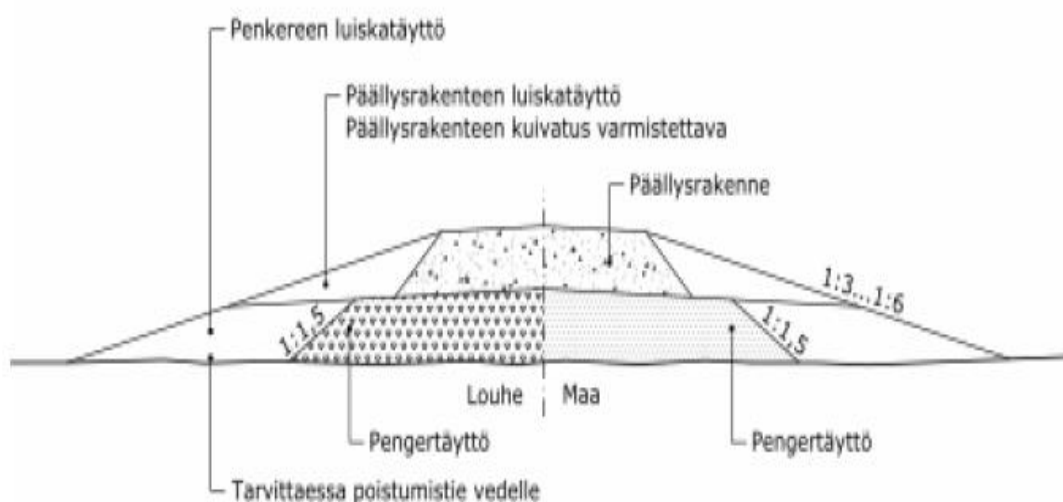
## 4.6 Penkereet

### 4.6.1 Maapenkereet

Maapenkereeseen käytettävä materiaalina käytetään hyvin tiivistyviä maalajeja kuten hiekkaa, tai sitä karkeampia maalajeja. Penkereeseen käytettävän materiaalin tulee olla puhdasta, eikä se sisällä jäätyneitä kokkareita, tai lunta. Pengermateriaa-



lista poistetaan kivet ja lohkareet, jotka ovat läpimitaltaan suurempia, kuin  $\frac{2}{3}$  yhdellä tiivistyskerralla tiivistettävän maakerroksen paksuudesta. Ennen penkereen täyttötöiden aloittamista tarkistetaan, että maapohja on suunnitelma-asiakirjoissa ilmenevien ominaisuuksien mukainen. Penkereen pituus, leveys, muoto ja korkeusasema ovat suunnitelma-asiakirjojen mukaiset. Valmiin penkereen yläpinta ei saa olla suunnitelmissa määrätyn korkeusaseman yläpuolella, eikä siihen saa jäädä vettä kerääviä painanteita. /4/. Katurakenteissa penkereen osat ovat kuvan 14. mukaiset.



**Kuva 14.** Kadun pengertäyttö. /4/

#### 4.6.2 Louhepenkereet

Maalle pengerrettävän louheen tulee olla sekarakeista, ettei penkereen sisään jää liian suuria koloja. Louheen mukana ei saa olla mitään routivaa maa-ainesta, eikä louhe saa olla rapautunutta. Samat laatuvaatimuksen koskevat myös kiilausmateriaalia. Louhepenkereen lohkareiden suurin sallittu halkaisija on  $\frac{2}{3}$  yhden tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Katualueilla suurin sallittu lohkarekoko, kun ollaan

alle 3 m penkereen yläpinnasta on 60 cm ja yli 3 m raja on 90 cm. Leikkausmateriaalin raekoko on 0/63, jos kiilataan louhetta, jonka maksimi lohkarekoko on 30 cm. Jos lohkarekoko on enintään 60 cm, käytetään murskettä, jonka raekoot ovat 0/90, tai 0/125. /4/

Louhepenkereen asemaa tulee tarkkailla työn aikana tehtävillä tarkemittauksilla, joiden avulla voidaan pitää silmällä meneekö pengerrys poikkileikkauksessa asetettujen mittojen mukaan. Tarkemittauksissa kiinnitetään huomiota penkereen asemaan, sekä muotoon. Lisäksi poikkileikkauksen taitepisteiden sijainnit ja niiden väliset poikkileikkauksessa annetut mitat tarkastetaan kohteella metrin välein. /4/

#### **4.6.3 Kevennetyt penkereet**

Kevennetyt penkereet rakennetaan tavanomaisia rakennusmateriaaleja kevyemmistä maa-aineksista, kuten kevytsorasta, tai solumuovista. Kevennetyn pengerrakenteen tarkoituksena on siirtää ylempien rakenteiden ja liikenteen aiheuttamaa kuormitusta kantavaan maapohjaan. Kevytsorapenkereen leveys tarkastetaan työmaalla vähintään 20 m välein, jotta työvaihe pysyy suunnitelmien mukaisena ja kerroksen tiiveys varmistetaan työmenetelmätarkkailulla. Penkereen tiiveys todetaan silmämääräisesti. /4; 11/

#### **4.6.4 Kaivantojen täytöt**

##### 4.6.4.1 Asennusalustat

Putkille ja kaapeleille tehdään kaivantoon aina erikseen niille tarkoitettu asennusalusta, joka tasataan ja tiivistetään huolellisesti. Putkien peittoon asennusalustalla käytetään aina sellaista materiaalia, joka täyttää kaikkien putkien vaatimukset. Ennen asennusalustan tekemistä kaivannon pohja tasataan ja tiivistetään asennusalustan tekoa varten ja putsataan kaikista kivistä, jotka saattaisivat vahingoittaa putkia. Valmiin asennusalustan tasaisuus tulisi olla yleisten laatuvaatimusten mukaisesti

vähintään  $\pm 15$  mm kolmen metrin matkalla. Alustan korkeustaso saa poiketa suunnitelmista enintään 30 mm. Tiiveysvaatimus on asennusalustoilla sama sen yläpuolelle rakennettavan rakennekerrosten kanssa. /4/

Asennusalustan kelpoisuus osoitetaan tarkistamalla sen tasaisuus ja taso ennen putkien asentamista ja tiiviyssaste mitataan noin 100 m:n välein, tai vähintään kerran. Tiiviyssuhde mitataan asennusalustalta 20 m:n välein. /4/

#### 4.6.4.2 Alkutäyttö

Alkutäyttöjen tiiviyssasteet katurakenteissa mitataan 50 m välein, tai vähintään kerran parannetulla Proctor-kokeella. Tiiviyysvaatimus parannetulla Proctor-kokeella on  $\geq 95\%$ . Tiiviyysuhteet tarkistetaan 20 m välein kannettavalla pudotuspainolaitteella. Tiiviyysuhteen tiiviyysvaatimus kannettavalla pudotuspainolaitteella on  $\leq 2,5$ . Yksittäisille mittaustuloksille on annettu pienimmät sallitut arvot. Pudotuspainolaitte kokeella tehdyn tiiviyysuhteen mittauksen pienin sallittu arvo on 2,8 ja Proctor-kokeen pienin sallittu tiiviyssuhde on 98 %. Alkutäytön tiiviyysmittaukset tehdään putken vierestä ja laen korkeudelta. /4/

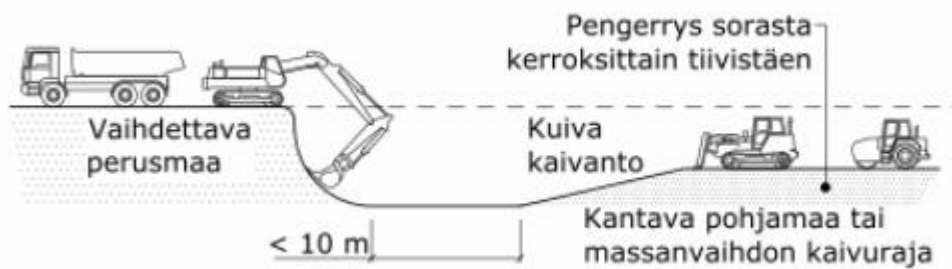
#### 4.6.4.3 Lopputäyttö

Lopputäyttö jyrätään päällysrakenteen tiiveysvaatimusten osoittamaan tiiveyteen ja se ulotetaan katualueen rakennekerrosten alapintaan saakka. Lopputäytön tiiveys todetaan kelpolliseksi, jos tiiveyssuhde on  $< 2,8$  kannettavalla pudotuspainolaitteella, tai tiiveysasteen keskiarvo on  $> 90\%$  parannetulla Proctor-kokeella. Tiiviyssastetta mitataan työkohteella 50 m välein ja vähintään yhden kerran työmaata kohden. Tiiviyssuhde mitataan kohteella 20 m välein. /4/

#### 4.6.4.4 Massanvaihtoon kuuluvat täytöt

Ennen massanvaihdon täyttövaiheen aloittamista suoritetaan maaleikkauskohteella tarvittavat katselmuksat ja täyttötöiden vaiheista laaditaan työ- ja laadunvarmistussuunnitelma. Suunnitelmissa tulee käydä ilmi työjärjestys ja, kuinka kaivu- ja täyt-

tötyöt vaiheistetaan sekä kaivu- ja täyttömenetelmät ja työturvallisuusasiat. Suunnitelmiin lisätään myös liitteenä täyttömateriaalin laatutodistus, tiivistystöiden aikaiset mittaukset ja kaivumassojen määrämittaukset. Jos kohteella on jotain työtä rajoittavia, tai estäviä rakenteita ne tuodaan niiden suojaamistapa suunnitelmissa esille. Täyttömateriaalin menekkiä seurataan koko täyttötöyön aikana kuormakirjanpidolla, joka annetaan tarkistettavaksi rakennuttajalle. /4/. Kuvassa 15. on esimerkki massanvaihdon toteuttamisesta kuivaan kaivantoon.



**Kuva 15.** Esimerkki massanvaihdon toteuttamisesta kuivaan kaivantoon. /4/

## 4.7 Päällys- ja pintarakenteet

### 4.7.1 Suodatinrakenteet

Suodatinkerroksen laatu varmistetaan työn aikana 20 m:n välein tehtävillä tarkemmittauksilla, joista voidaan todeta, että suodatinkerros noudattaa suunnitelman poikkileikkausta. Suodatinkerroksen tiiviyttä mitataan noin 100 metrin välein moolleman ajoradan puolelta. Laadun toteamiseksi lisätään laadunvarmistusasiakirjaan vähintään suodatinkerrosmateriaalin laatu ja raekoko, tiiviyden mittaustulokset ja toteumapiirustukset. /4/

#### 4.7.2 Jakavat kerrokset

Valmiin jakavan kerroksen kelpoisuus osoitetaan kantavuusmittauksin, sekä sen on täytettävä taulukossa 8. esitetyt mittatarkkuusvaatimukset. Kerroksen leveyttä ja korkeustasoa seurataan noin 20 metrin välein. Kantavuusmittausta tehdään molemman ajoradan puolelta keskimäärin 100 m:n välein levykuormituslaitteella, tai pudotuspainolaitteella. Jakavan kerroksen kantavuusvaatimukset on esitetty taulukossa 8. ja taulukossa 9. sivulla 41. Rakennustyömaan läheisyydessä olevien rakennusten kunto tulee tarkastaa ennen täryjyrien käyttöönottoa. /4/

**Taulukko 8.** Jakavan kerroksen mittatarkkuusvaatimukset. /4/

Ominaisuus	Sallittu poikkeama
Rakenteen yläpinnan tasosijainti <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ poikkeama vaakasuunnassa</li> <li>▪ em. poikkeaman muutos 20 m:n matkalla</li> </ul>	-0/+150 mm 100 mm
Rakenteen yläpinnan korkeustaso <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan <sup>1)</sup></li> <li>▪ yksittäisen poikkeaman muutos 20 m:n matkalla</li> <li>▪ keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan</li> </ul>	± 30 mm 30 mm ± 15 mm
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama	± 1,0 %-yksikköä
Tasaisuus 3 m:n oikolaudalla mitattuna	20 mm
<sup>1)</sup> Tähtäysmerkkien ja mittakepin avulla mitataan poikkeama kohtisuoraan pintaa vasten, mutta takymetrimittauksessa poikkeama pystysuuntaan.	

**Taulukko 9.** Kantavuus- ja tiiviysvaatimukset jakavalle kerrokselle. /12/

		<i>Laatuluokka</i>	
		<i>1*</i>	<i>2</i>
<i>Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste</i>	%	$\geq 92$	$\geq 90$
<i>Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo</i>	$MN/m^2$	$E_2 \geq 90$	$E_2 \geq 80$
<i>Tiiviyssuhde (levykuormituskoe)</i>	$E_2/E_1$	$\leq 2,2$	$\leq 2,2$
<i>Tiiviyssuhde (Loadman-pudotuspainolaite <math>\varnothing 300</math> mm)</i>	$E_{max}/E_1$	$\leq 1,9$	$\leq 2,0$

\*normaaliluokka

**Taulukko 10.** Kevyen pudotuspainolaitteen ja parannetun Proctor-kokeen ohjeelliset mittaustulosten arvot jakavassa kerroksessa. /4/

<b>Parannetun Proctor-kokeen arvo</b>	<b>Kevyen pudotuspainolaitteen kokeen arvo, kun pohjalevyn halkaisija on</b>		
	<b>300 mm</b>	<b>200 mm</b>	<b>132 mm</b>
95	1,7	2,1	2,5
92	1,9	2,3	2,8
90	2,0	2,4	2,9
87	2,1	2,5	3,0
	Kerros­paksuus: <sup>1)</sup>		
	350...400 mm	300...350 mm	200...300 mm

<sup>1)</sup> Vaikutussyvyys noin 1,5 x D, mutta kuormitus pienempi kuin esimerkiksi LKK:ssa.

### 4.7.3 Kantavat kerrokset

Kantavan kerroksen leveys todetaan noin 20 m:n välein ja valmiin kantavan kerroksen ulkonäkö- ja mittatarkkuusvaatimukset on esitetty taulukossa 11. sivulla 42. Jos kantavan kerroksen tiiviyttä mitataan pudotuspainolaitteella, tai levykuormituskokein, tulee tiiviyssuhteen arvojen noudattaa taulukossa 11. ja 12. sivulla 42. ja

43. annettuja minimiarvoja. Tiiviyttä mitataan kerroksen pinnalta noin 40 m:n välein molemman ajoradan puolelta. Ajoradan kantavuutta mitattaessa otetaan huomioon, että mittaus tehdään yli 1.5 m:n päästä pientareen reunalta. /4/

**Taulukko 11.** Mittatarkkuusvaatimukset kantavassa kerroksessa. /4/

Ominaisuus	Sallittu poikkeama
Rakenteen yläpinnan tasosijainti	
▪ poikkeama vaakasuunnassa, mm	-0/+150
▪ em. poikkeaman muutos 20 m matkalla, mm	100
Rakenteen yläpinnan korkeustaso	
▪ yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan <sup>1)</sup> , mm	± 20
▪ yksittäisen poikkeaman muutos 20 m:n matkalla, mm	20
▪ keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan, mm	± 10
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama, % yksikköä	± 0,5
Tasaisuus 3 m:n oikolaudalla mitattuna, mm	12

1) Tähtäysmerkkien ja mittakepin avulla mitataan poikkeama kohtisuoraan pintaa vasten, mutta takymetrimittauksessa poikkeama pystysuuntaan.

**Taulukko 12.** Tiiviyssuhde vaatimukset levykuormituslaitteella mitattuna sitomattoman kantavan kerroksen päältä. /4/

Kantavuus, MPa	Tiiviyssuhde $E_2/E_1$
< 145	$\leq 2,0$
145 ... 159	$\leq 2,1$
160 ... 174	$\leq 2,2$
175 ... 189	$\leq 2,3$
190 ... 204	$\leq 2,4$
205 ... 219	$\leq 2,5$
220 ... 234	$\leq 2,6$
$\geq 235$	$\leq 2,7$

**Taulukko 13.** Tiiviyssuhde vaatimukset pudotuspainolaitteella mitattuna sitomattomassa kantavassa kerroksessa. /4/

Kantavuus, MPa	Tiiviyssuhde $E_2/E_1$
< 145	$\leq 1,7$
145 - 159	$\leq 1,8$
160 - 174	$\leq 1,9$
175 - 189	$\leq 2,0$
190 - 204	$\leq 2,1$
205 - 219	$\leq 2,2$
220 - 234	$\leq 2,3$
$\geq 235$	$\leq 2,4$

Kantavan kerroksen tiivistystyön onnistuminen voidaan nopeimmin selvittää käytämällä jyrää, joka mittaa kohteen kantavuutta tiivistystyön kanssa samanaikaisesti. Tiivistystyön kelpoisuuden osoittamiseen silloin riittää, että jyräystä on jatkettu siihen pisteeseen, että jyrän mittaamat kantavuuden lukemat eivät ole enää parantuneet. Tällöin tiiviyssuhteet mitataan kahdesta kohdasta, mistä jyrämittari on antanut huonoimmat arvot ja osoitetaan, että nämä kohdat täyttävät tiiviyssuhteen vaatimukset. /4/

#### 4.7.4 Asfalttipäällysteet

Valmiin asfalttipäällysteen pinnassa ei saa olla halkeamia, sen tulee olla tasalaatuista, eikä siinä saa olla rakeisuuslajittumia. Asfalttipäällysteen sideainetta ei saa nousta pintaan. Asfalttipäällysteisillä kaduilla kaivojen kansistot pyritään asentamaan samaan kaltevuuteen, kuin ympäröivä kadun pinta. /4/. Taulukossa 14. sivulla 44. on esitetty asfalttipinnan pintaan nostettavien kansistojen mittatarkkuusvaatimukset oikolaudalla mitattuna.



**Taulukko 14.** Uuden asfalttipäällysteen tasoon nostettavien kansistojen vaaditut korkeusasemat mitattuna kolmen metrin oikolaudalla. /4/

	<b>Mittatarkkuusvaatimukset oikolaudan tasosta alapäin</b>		
	<b>Kulkuväylällä tai ajokaistalla</b>	<b>Ajoradalla reu- nakiven vieressä</b>	<b>Pihoilla tai park- kipaikalla</b>
Pinnan varassa makaava umpi- kansisto	5...10 mm	5...15 mm	5...20 mm
Pinnan varassa makaava huleve- sikaivon kansisto	5...10 mm	5...20 mm	5...30 mm
Portaittain nostet- tava umpikan- sisto, paloposti tai venttiilin hattu	5...15 mm	5...20 mm	5...30 mm
Portaittain nostet- tava hulevesikai- von kansi	5...15 mm	5...20 mm	5...30 mm

#### 4.7.5 Siirtymäkiilat

Katurakenteissa siirtymäkiilojen sivusuuntaisen sijainnin, sekä korkeusaseman mit-  
tatarckuus ovat samat, kuin ympäröivillä rakenteilla. Ennen siirtymäkiilan rakenta-  
misen aloittamista tarkistetaan työmaalla, että kiilan syvin kohta sijoitetaan siihen  
paikkaan, missä alusrakenne vaihtuu. Hiekkatäytteisen siirtymäkiilojen kaltevuudet  
määräytyvät katuluokan mukaan taulukossa 15. /4/

**Taulukko 15.** Siirtymäkiilojen kaltevuuden katuluokan mukaan. /4/

Katuluokka	Kaltevuus 1/k
1...2	1:20
3...4	1:10
5...6	1:5

Laadunvarmistuspöytäkirjassa esitetään vähintään siirtymäkiilassa käytetyt materiaalit, tarkemittausten tulokset ja toteumapiirustukset. Työn aikana tehdyillä tarkemittauksilla todetaan siirtymäkiilan sijainti, sivusuuntainen sijainti, sekä korkeusasema. Siirtymäkiilojen laadunvarmistus tehdään samalla lailla, kuin ympärillä olevien rakenteiden laadunvarmistus. /4/

## 4.8 Kivityöt

### 4.8.1 Betoniset pintarakenteet

#### 4.8.1.1 Betonikivi ja laattapäällysteet

Laattojen, tai kivien pinnat ovat puhtaita näkyvältä puolelta, eikä niissä ole halkeamia, tai muita laatua heikentäviä vaurioita. Kivien väliset saumat ja näkyvät katkaisupinnat ovat suoria ja hyvässä kunnossa. Katkaisujäljen hyväksyttävä epätasaisuus on  $\pm 3$  mm. Jos päällysterakenne liittyy johonkin muuhun rakenteeseen, raon tulee olla tasaleveä  $\leq 10$  mm. Korokkeilla ja kohdissa, joissa ei ole liikennettä rakenteen päällä rako voi olla 15 mm. Betonikivien, tai -laattojen väliset saumat ovat tehty ladontamallin mukaisesti, eikä saumoissa ole silmämääräisesti havaittavia poikkeamia. Kivien väliset raot ovat täynnä saumaushiekkaa. /4/ Valmiin ja tiivistetyn betonikivi ja -laattapäällysteen mittatarkkuusvaatimukset on osoitettu taulukossa 16.

**Taulukko 16.** Tiivistetyn betonikivi ja laattarakenteen sallitut poikkeamat. /4/

<b>Korkeusasema ja sijainti</b>	<b>Pinnan leveys poikkileikkauksissa ja rakenteosien välillä</b>	<b>Suurin hyväksytty tasaisuuspoikkema oikolaudalla mitattuna</b>  Betonilaatta- ja kivi
± 20 mm	± 50 mm	Kolmen metrin oikolaudalla mitattuna 4mm

#### 4.8.2 Luonnonkiviset pintarakenteet

##### 4.8.2.1 Luonnonkivilaatoitukset

Valmiin luonnonkivilaatoituksen ulkonäöstä tarkistetaan, että laatoissa ei ole lohkeamia, halkeamia, tai katsomalla havaittavia poikkeamia. Luonnonkivilaatoituksen saumaus tehdään suoriksi linjoiksi ladontamallin mukaan ja saumat täytetään saumaushiekalla niin, ettei saumaan jää tyhjiä rakoja. Liitoskohdissa laattojen katkaisujäljet ovat näkyvältä puoleltaan siistejä ja menevät liitoskohdan kanssa suoraviivaisesti. /4/

Laatoituksen osien korkeusaseman ja sijainnin mittatarkkuusvaatimus on ± 20 mm. Sallittu poikkeama pituus- ja sivuttaissuunnassa on 3 m:n matkalla 4 mm. Jos luonnonkivilaatoitusta tehdään jalkakäytävälle reunakiven viereen, tulee valmiin laatoituksen yläpinnan olla 5 mm reunatukea korkeammalla. Laatoitusrakenteen liityessä kaivojen kansistoon tulee laatoituksen olla 5 mm kaivon kannen yläpuolella, mutta syöksykaivoihin liityessä 5... 10 mm. Laatoitustyötä seurataan tarkemittauksilla noin 20 m:n välein, joissa todetaan laatoituksen poikkileikkaus ja mittatarkkuus. /4/

#### 4.8.2.2 Nupu- ja noppakiveykset

Valmiista kiveyksestä tarkistetaan, että kivissä ei ole halkeamia, tai suoraan nähtävissä olevia poikkeamia. Katsotaan, että kiveyksen saumat ovat ladontamallin mukaisia ja tasalevyisiä. Maksimi saumaleveys noppakiveyksen ja toisen rakenteen välillä on 10 mm. Kiveys saumataan saumaushiekalla siten, että saumaukseen ei jää tyhjiä rakoja. /4/

Noppakiveyksen rakenteen korkeusaseman ja sijainnin mittatarkkuus on  $\pm 20$  mm. Pituus- ja sivusuuntainen mittatarkkuus on 4 mm kolmen metrin matkalla. Jos noppakiveys liittyy reunatukeen, tulee kiveyksen yläpinta olla 5 mm reunakiven yläpuolella. Kaivoihin liityttäessä noppakiveys tehdään 0... 5 mm kannen yläpuolelle ja syöksykaivojen kohdalla 5... 10 mm. Kiveyksen ladontaa seurataan tarkemittauksilla noin 20 m:n välein, joissa todetaan laatoituksen poikkileikkaus ja mittatarkkuus. /4/

### 4.8.3 Reunatuet

#### 4.8.3.1 Upotettavat reunatuet

Reunatuki asennetaan betoniin siten, että se painautuu koko pituudeltaan ja leveydeltään betonin sisään. /4/. Taulukossa 17. esitetään upotettavien reunakivien mittatarkkuusvaatimukset ja asennuskorkeudet valmiin päällysteen pinnasta.

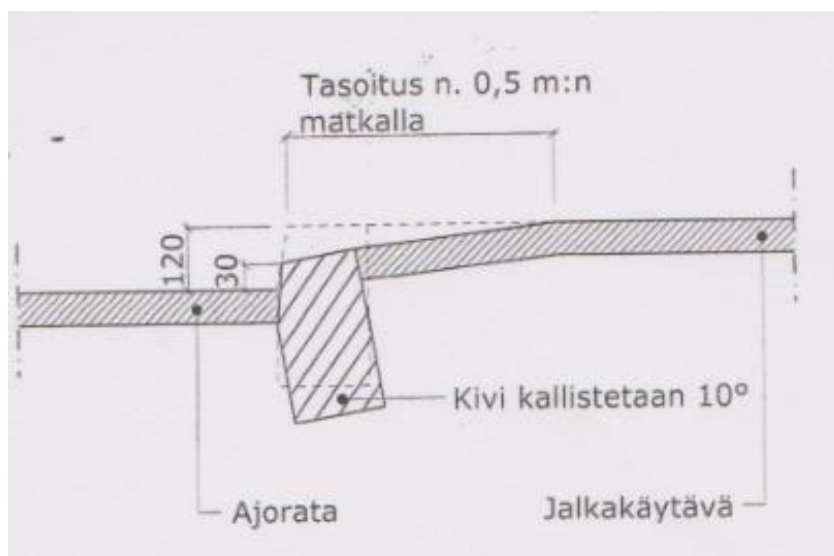
**Taulukko 17.** Upotettavien reunatukien mittatarkkuusvaatimukset ja etureunan asennuskorkeus. /4/

	Asennuskorkeus, mm	Sallittu poikkeama, mm
<b>Päällysteen reunassa</b>	120	$\pm 20$
<b>Tonttiliittymissä ja ajoluis-kissa</b>	$\leq 30$	$\pm 20$

Suojateillä		
• pyörätien etureuna	$\leq 30$	- 10
• jalkakäytävän etureuna	$\leq 10$	- 10
• yhdistetty jalankulku- ja pyörätie	$\leq 10$	- 10

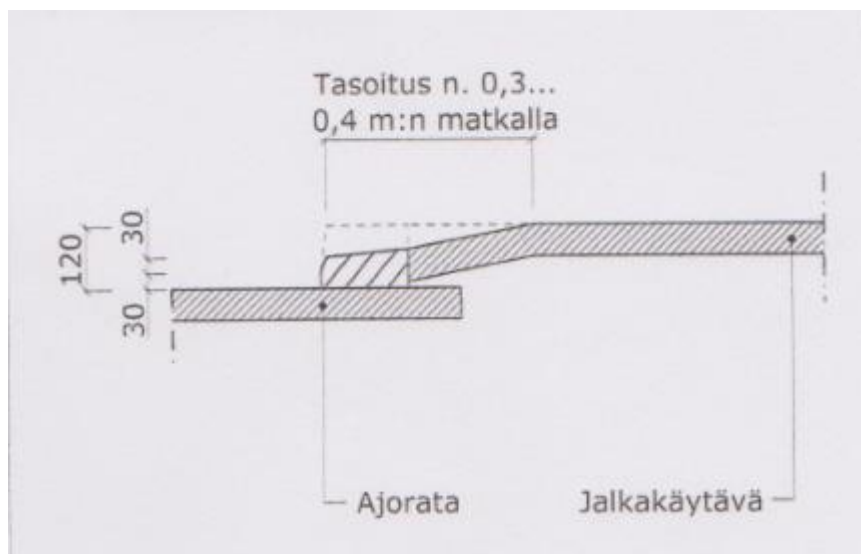
#### 4.8.3.2 Madalletut reunatuet

Reunatuen madallutetuilla osuuksilla pinnan korkeuden muutos jalkakäytävän puolelta aloitetaan vähintään 0,5 m:n matkalla reunatuen molemmilta puolilta. Madalluksen pituus kummassakin päässä tulee olla saman suuruinen. Tonttiliittymien kohdalla madaltaminen aloitetaan metriä aikaisemmin tonttiliittymän molemmilta puolilta. /4/. Tonttiliittymien kohdalla upotetun reunakiven madaltamisen mittatarkkuusvaatimukset on esitetty kuvassa 16. ja liimattavan reunakiven vaatimukset kuvassa 17. sivulla 49.



**Kuva 16.** Upotetun reunakiven mittatarkkuusvaatimukset tonttiliittymän kohdalla.

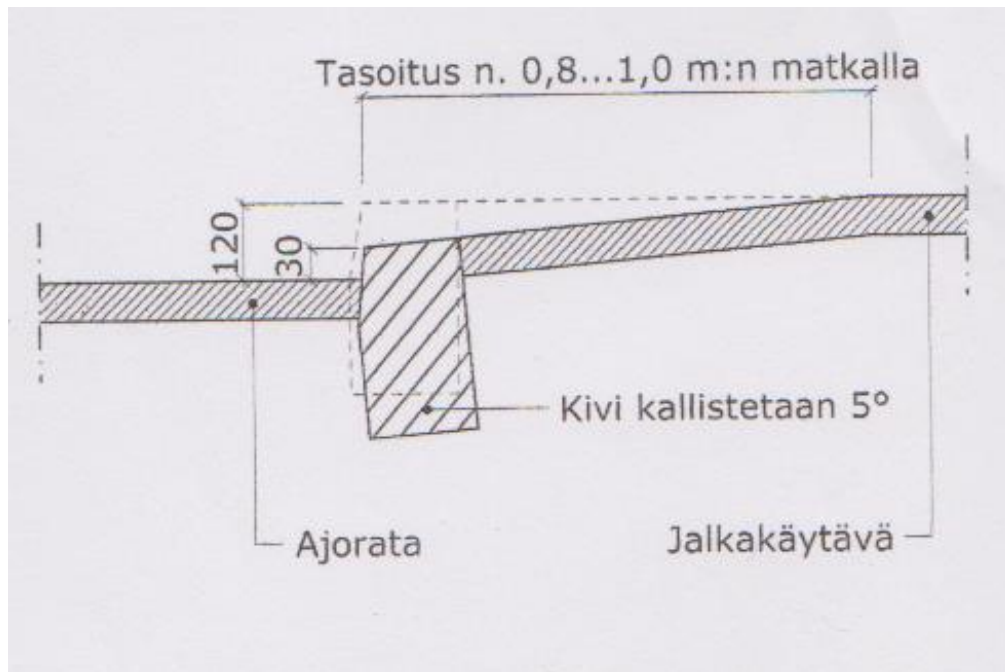
/4/



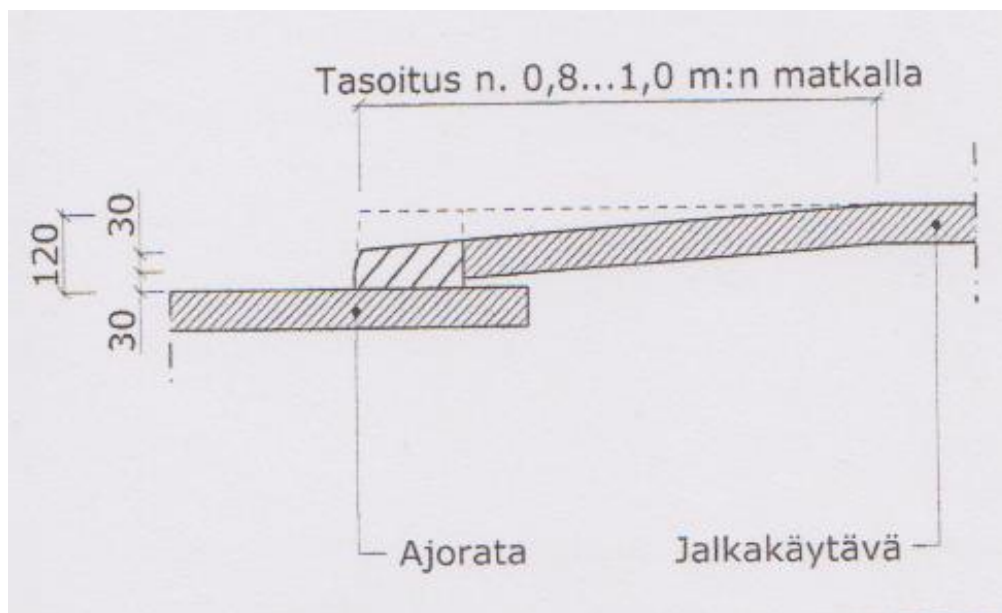
**Kuva 17.** Liimattavan betonisen reunatuen mittatarkkuusvaatimukset tonttiliittymien kohdalla. /4/

Mikäli tonttiliittymän leveys ei ole selvillä, käytetään yleisenä yliajoleveytenä 4 metriä. Tällöin jalkakäytävän madaltaminen aloitetaan 0,5...1,0 m:n yleisen leveysmitan ulkopuolelta. /4/

Ajoradan ja jalkakäytävän välistä korkeuseroa aloitetaan sovittamaan 1 m:n matkalla. Suojateiden keskikorokkeilla reunatuki asennetaan pystysuoraan ja 20...30 mm ajoradan pintaa korkeammalle. /4/



**Kuva 18.** Upotettavan reunatuen mittatarkkuusvaatimukset suojateillä. /4/



**Kuva 19.** Liimattavan betonisen reunatuen mittatarkkuusvaatimukset suojateillä.  
/4/

Vaakasunnassa reunatukilinjan suurin sallittu poikkeama suunnitelmiin on 50 mm ja pystysunnassa 20 mm. Ehtona on se, että poikkeamia ei silmämääräisesti pystytä havaitsemaan. Madalletussa reunatuessa hyväksytään enintään 10 mm:n poikkeama korkeusasemassa, mutta ainoastaan suunnitellusta korkeusasemasta alaspäin. /4/

#### 4.8.3.3 Luonnonkiviset reunatuet

Reunatukilinjan kaarevuussäteen ollessa alle 12 m käytetään kaarevia reunakiviä. Vierekkäisten reunakivet asennetaan siten, että päätypintojen väliin jää enintään 10 mm:n rako saumaukselle. Jos käytetään sahaamalla valmistettuja reunakiviä, jätetään kivien päätyjen väliin rako saumaukselle 2...4 mm. /4/. Vierekkäisten kivien hyväksytyt tasoerot on esitetty taulukossa 18 sivulla 56.



**Taulukko 18.** Vierekkäisten luonnonkivien sallitut tasoerot reunatuissa asennuskohteen mukaan. /4/

	<b>Torit / aukiot, mm</b>	<b>Kadut, mm</b>
<b>Karkea ja hieno pintakäsittely</b>	2	4
<b>Lohkottu</b>	5	ei vaikuta käyttöön

#### 4.8.3.4 Upotettavat betonireunatuet

Suorilla osuuksilla käytetään 1 m:n mittaisia betonireunatukia. Jos kaarteen säde on alle 6 m, käytetään kaarevia reunatukia. Jos kaarevuussäde on >12 m, käytetään suoria metrin mittaisia reunatukia. Suurin hyväksytty tasoero vierekkäisten betonireunatukien välillä on 2 mm. /4/

#### 4.8.3.5 Liimattavat reunatuet

Kohdissa, joissa ajetaan reunatuen yli käytetään 0,5 m mittaisia reunatukia ja suorilla linjoilla käytetään metrin mittaisia reunatukia. Mutkissa, joissa säde on alle 6 m käytetään kaarevia reunatukia. Suurin hyväksytty tasoero vierekkäisten liimattavien reunatukien välillä on 2 mm. /4/

Kuvassa 12. sivulla 41. on esitetty liimattavan betonisen reunatuen mittatarkkuusvaatimukset tonttiliittymien kohdalla. Kuvassa 14. sivulla 42. on esitetty liimattavan betonisen reunatuen mittatarkkuusvaatimukset suojateillä.

#### 4.8.3.6 Liukuvalettavat betonireunatuet

Liukuvalettavassa reunatukilinjassa suurin hyväksytty poikkeama suunnitelmiin vaakasuunnassa on 50 mm ja pystysuunnassa 20 mm. Ehtona on se, ettei poikkeamia pystytä silmämääräisesti huomaamaan. Liukuvalettavan betonireunatuen tasaisuus tulee olla asennusalustan mukainen. /4/

#### **4.8.4 Muurit**

##### 4.8.4.1 Luonnonkivimuurit

Valmiin luonnonkivimuurin sallittu sivu- ja pystysuuntainen poikkeama suunnitelmiin on 50 mm. Muurin liittyessä tarkkuutta vaativiin rakenteisiin sallittu poikkeama on 20 mm. Suurin sallittu poikkeama suunnitelmien osoittamasta muurin muodosta on 3 m:n matkalla 20 mm. Muurikivien saumaleveyden sallittu poikkeama on 5 mm, kun suunniteltu saumaleveys on enintään 40 mm. Jos saumaleveys on yli 40 mm, sallittu poikkeama on 10 mm. /4/

##### 4.8.4.2 Kivikorimuurit

Kivikorimuurin suurin hyväksytty poikkeama suunnitelmiin näkyviin jäävillä sivuilla on 50 mm. Päällekkäisten, tai limittäisten muurien välinen porrastus ei saa ylittää 50 mm ja muurin suurin sallittu poikkeama syvyys suunnassa on enintään 50 mm. Muurin asema ja sijainti mitataan 10 m:n välein, tai vähintään kaksi kertaa. Kaikki muurin taitepisteet tarkistetaan erikseen. /4/

##### 4.8.4.3 Betonikivimuurit

Valmiin betonikivimuurin sallittu sivu- ja pystysuuntainen poikkeama suunnitelmiin on 50 mm. Muurin liittyessä tarkkuutta vaativiin rakenteisiin sallittu poikkeama on 20 mm. Muurissa ei saa olla silmämääräisesti huomattavaa aaltoilua. Suurin sallittu poikkeama suunnitelmien osoittamasta muurin muodosta on 3 m:n matkalla 20 mm. Muurikivien saumaleveyden sallittu poikkeama on 5 mm, kun suunniteltu saumaleveys on enintään 40 mm. Jos saumaleveys on yli 40 mm, sallittu poikkeama on 10 mm. /4/

#### **4.8.5 Verhoukset**

##### 4.8.5.1 Luiskaverhoukset

Valmiin verhousrakenteen pinnan tasaisuuden suurin sallittu poikkeama valmiin pinnan tasaisuudesta on 50 mm 3 m:n oikolaudalla tarkistettuna. Verhouspinnan

tason poikkeama kohtisuorassa pintaa vastaan on suunnitelmissa osoitetusta tasosta  $\pm 50$  mm. Verhous tehdään sulaan ja ruotimattomaan alustaan. /4/

#### 4.8.5.2 Kenttäkiviverhoukset

Kenttäkiviverhous asennetaan routimattomalle alustalle, tai alustaan asennetaan roudaneristys. Jos suunnitelmissa ei esitetä kenttäkiviverhoukselle muuta alusrakennetta, tehdään kiviverhouksen tasaushiekan alle vähintään 200 mm:n paksuinen pohjakerros jakavan kerroksen sorasta. Pohjakerros tiivistetään 92 % tiivisyasteeseen. Valmiin verhousrakenteen pinnan tasaisuuden suurin sallittu poikkeama valmiin pinnan tasaisuudesta on 50 mm 3 m:n oikolaudalla tarkistettuna. /4/

### 4.9 Kasvillisuusrakenteet

#### 4.9.1 Kasvualustat

Kasvialustan pohja muokataan suunnitelmissa osoitettuun kasvialustan alapinnan tasoon. Kasvialustan pohja muotoillaan tasaiseksi, niin että siinä ei ole vettä kerääviä painanteita, tai suunnitelmista poikkeavaa kaltevuutta. Jos asennuspohja on erityisen vettä läpäisevää, asennetaan pohjan päälle huuhtoutumista hidastava kerros suodatinkankaasta, moreenista, tai savesta. Sitova rakenne ei pienennä kasvialustan paksuutta. Vähimmäiskasvialustapaksuudet näkyvät taulukossa 19. sivulla 55. /4/

Kasvialustan tasaisuuden vaatimukset määräytyvät niiden hoitoluokan mukaan. A1-hoitoluokassa pinnan sallittu poikkeama 3 m:n matkalla on  $\pm 10$  mm, hoitoluokassa A2  $\pm 30$  mm ja hoitoluokassa A3  $\pm 40$  mm. Kasvialusta muotoillaan siten, että siihen ei pääse muodostumaan vettä kerääviä painaumuksia. Alustojen pinnat kalistetaan vähintään 5 % seinistä poispäin ja muissa paikoissa vähintään 2%. /4/

**Taulukko 19.** Kasvualustojen vähimmäispaksuudet- ja tilavuudet. /8/

Kasvillisuustyyppi	Kasvualustakerrosten paksuus tiivistettynä, mm			Kasvualustan tilavuus, m <sup>3</sup>	Yksittäiskasvin kasvualustan mitat, mm
	Kylvö- ja istutusala	Perusmaa <sup>1)</sup>	Vettä pidättävä kerros (karkeilla alustoilla) <sup>2)</sup>		
Nurmikko A1	200	300	–		
Nurmikko A2	200	300	–		
Nurmikko A3	150	300	–		
Maisemanurmi 1	50	250	–		
Maisemanurmi 2	– <sup>3)</sup>	250	–		
Niitty	150...300 <sup>4)</sup>	250	–		
Ryhmäruusut	600	–	100...200		
Pienet perennat	200	–	100...200		
Keskisuuret perennat	400	–	100...200		
Suuret perennat	600	–	100...200		
Pienet mukula- ja sipulikasvit	200	–	100...200		
Suuret mukula- ja sipulikasvit	400	–	100...200		
Pensaat	400	–	100...200	0,3	ø 700, syvyys 600
Köynnökset	600	–	100...200	0,3	ø 700
Pienet puistopuut <sup>5)</sup>	600	–	100...200	1,5 <sup>8)</sup>	1500 x 1500 <sup>8)</sup>
Suuret puistopuut <sup>6)</sup>	800	–	100...200	3,2 <sup>8)</sup>	2000 x 2000 <sup>8)</sup>
Katupuut <sup>7)</sup>	800	–	100...200	7,2 <sup>8)</sup>	3000 x 3000 <sup>8)</sup>
Pienet puut rajoitetussa kasvialustassa	1000	–	–	15	
Suuret puut rajoitetussa kasvialustassa	1000	–	–	25	
Metsitykset	–	500	100...200		

## 4.9.2 Nurmikot

### 4.9.2.1 Kylvönurmikot

Kylvönurmikon kasvialustan pinnan tasaisuusvaatimukset määräytyvät hoitoluokittain taulukossa 20. sivulla 56. esitetyn mittatarkkuusvaatimuksin. Pensaiden ja puiden ympäriltä jätetään noin 1 m:n halkaisijalta kylvämättä, sekä nurmikon ja istutuksien välille jätetään 0.4 m:n kylvämätön rako. /4/. Siemenen kylvömäärät eri hoitoluokissa on osoitettu taulukossa 21 sivulla 56.

**Taulukko 20.** Kylvö- ja siirtonurmikon kasvualustan tasaisuusvaatimukset hoitoluokittain. /4/

Kasvualustan tasaisuus hoitoluokittain	A1, nurmikko	A2, nurmikko	A3, nurmikko	Maisemanurmi 1	Maisemanurmi 2
Pinnan tasaisuus 3 m:n matkalla	± 10	± 30	± 40	± 50	± 60

**Taulukko 21.** Siemenen kylvömäärät hoitoluokittain. /4/

Siemenen kylvömäärät hoitoluokittain	A1, nurmikko	A2, nurmikko	A3, nurmikko	Maisemanurmi 1	Maisemanurmi 2
Siemenen määrä / aari	3 kg	2,5 kg	2 kg	2 kg	0,5...1 kg

### 4.9.3 Istutukset

#### 4.9.3.1 Katupuut

Yksittäisten puiden istutuskuoppien tilavuudet ovat taulukon 16. sivulla 40. mukaiset. Istutuskuopan pohja ei saa painua istutuksen jälkeen. Istutettavat taimet ovat kooltaan, sekä tukevuudeltaan tasalaatuisia. Puiden tulee olla terveitä, puissa ei saa olla runkovaurioita, tai kasvituholaisia. Kevyen liikenteen alainen vapaakorkeus tulee vähintään olla 3 m ja ajoradan puolella vähintään 4,8 m. /4/

#### 4.9.3.2 Pensaat

Pensasrivin tulee olla tasakokoinen, eikä siinä saa olla tyhjiä välejä, tai aukkoja. Pensaiden tulee olla terveitä ja hyvässä kunnossa kunkin kasvukauden päättyessä, sekä takuuajan umpeutuessa. /4/

#### 4.9.3.3 Perennat

Valmis perennaistutus on tasalaatuinen, eikä siinä silmämääräisesti havaita poikkeamia, tai aukkoja. Istutuksen tulee olla terveitä ja hyvässä kunnossa kunkin kasvukauden päättyessä, sekä takuuajan umpeutuessa. Valmiissa perennassa ei saa olla vaurioituneita kasvinosia. /4/

## **5 KADUNRAKENTAMISEN LAADUNVARMISTUSSUUNNITELMA**

Tässä kappaleessa perustellaan laadunvarmistussuunnitelman tarpeellisuus, sekä miksi esille tuodut laatuvaatimukset on valittu laadunvarmistuslomakkeeseen.

### **5.1 Katurakenteet**

#### **5.1.1 Poistettavat pintamaat**

Pintamaiden raivaus on toimenpide, mitä uusilla kadunrakennustyömailla joudutaan poikkeuksetta tekemään. Erityisesti on ilmoitettava puiden kantojen toimituspaikka. Laadunvarmistuksen tarkistuskorttiin kirjataan raivausmateriaalin toimituskohteet.

#### **5.1.2 Maaleikkaukset ja – kaivannot**

Koska maaleikkauksia joudutaan tekemää lähes joka rakennustyömaalla, on sen sisällyttämiseen laadunvarmistussuunnitelman tarkistuslomakkeeseen hyvät perusteet. Maaleikkauksen lopputulos todetaan työmaalla tarkistamalla leikkauspohjan haluttu taso. Pohja tasalaatuistetaan yleensä kiviharauksella. Laadunvarmistuslomakkeeseen tulee merkintä pohjan tarkistuksesta ja liitteeksi otetaan valokuvat.

#### **5.1.3 Päällys- ja pintarakenteet**

Kadun kestävyys ja elinkaaren kannalta on tärkeää, että kadun rakennekerrokset tehdään huolellisesti. Hankkeen rakentamisen aikana, että rakennekerrokset tehdään suunnitelmien mukaisilla paksuuksilla ja rakennekerroksien kantavuudet noudattavat yleisissä laatuvaatimuksissa ilmoitettuja arvoja. Rakennekerrosten tarkistuksista dokumentoidaan laadunvarmistuslomakkeeseen tarkistettujen kohtien paalulukemat ja liitteeksi otetaan valokuvat. Kerrospaksuuksia tarkistetaan rakentamisen yhteydessä, tai kaivamalla koekuoppia. Kaikkien murskeiden tulee olla CE – merkittyjä.

## **5.2 Putki- ja johtokaivannot**

### **5.2.1 Kartoitustiedot**

Putki- ja johtorakenteiden rakentamisen yhteydessä on varmistettava, että tarvittavat rakennetut osat kartoitetaan. Kartoitustiedot ovat vesihuoltoverkostojen huollon ja saneerauksien kannalta erittäin tärkeitä. Rakentamisen aikana suoritettavan kartoittamisen pohjalta täydennetään jatkuvasti Vaasan Veden vesihuoltoverkoston kartoituksen tietokantaa. Tarkkojen sijaintimittauksien avulla tehdään putki- ja johdokarttoja, joiden avulla löydetään halutut rakenteet tarvittaessa uudelleen ja mahdollisimman vähäisellä kaivutyöllä.

### **5.2.2 Kaivanto**

Putki- ja johtorakenteiden rakentamisen aikana varmistetaan, että kaivanto on riittävän leveä putkirakenteiden kestävyiden kannalta vaadittavien jyräysten suorittamiseksi. Erityistä huomiota kiinnitetään putkirakenteiden sivuilta tehtävien jyräysten suorittamiseen, koska raskaat rakennekerrokset saattavat painaa asennetut putket lyttyyn, jos tiivistystä ei ole tehty huolellisesti putken molemmilta puolilta. Tu kemattoman putki- ja johtokaivannon yleisten vaatimuksien noudattaminen on myös työturvallisuuden kannalta tärkeää.

### **5.2.3 Täyttömateriaali**

Putki- ja johtokaivannon täytön aikana varmistetaan, että käytetään laatuvaatimusten mukaista täyttömateriaalia ja valvotaan, että työ suoritetaan hyvän rakennustavan mukaisesti. Kaivannon alkutäyttöjen ja lopputäyttöjen tiivistämistä valvotaan työtapatarkkailulla.

## **5.3 Kaapelikaivannot**

Kaapelitöiden laadunvarmistuksessa haluttiin ensisijaisesti kiinnittää huomiota kaapeleiden kartoittamiseen, kaivannon kokoon, sekä täyttömateriaaliin. Kaapelei-



den täyttötöiden suorittamien laatuvaatimusten mukaisesti varmistetaan työn aikana otettavilla valokuvilla. Kartoittaminen on pakollista hyvän ja ajan tasalla pidettävän laitosten johtokarttojen ylläpitämiseen.

### **5.3.1 Kartoitustiedot**

Asennettavien maanalaisten johtojen ja putkituksien sijainnin kartoitus tehdään rakentamisen aikana. Kaapelikartoittamisen avulla kootaan johtokarttaa laitosten kaapeliverkostosta. Laadunvarmistuksessa todetaan, että kaapeleiden kartoitus on niin tarkkaa, että putkituksien päät ja kaapelit voidaan täytön jälkeen paikantaa uudelleen mahdollisimman vähällä kaivutyöllä. Johtokarttojen tarkoituksena on myös ehkäistä kaivutöissä tapahtuvien vahinkojen syntymistä.

### **5.4 Kivityöt**

Koska kivitöitä sisältyy lähes jokaiseen hankkeeseen, on niiden laadunvarmistuksen kannalta luontevaa, että ne ovat oletuksena mukana laadunvarmistuslomakkeessa. Laadunvarmistuslomakkeen kivityöt – kohtaan merkataan kohteelle asennettavien kivitöiden nimikkeistö, jotta ne huomioitaisiin laadunvarmistuksessa tarkemmin. Kiveyksien laatuvaatimukset liittyvät valmiin työn ulkonäköön, sekä mitattarkkuuteen. Kiveykset edustavat valmiin kadun ulkonäköä, sekä siisteyttä ja ne korostavat myös kadun toimivuutta ohjaamalla kadulle tulevia hulevesiä.

### **5.5 Viimeistelyt**

Jokainen rakennustyömaa viimeistellään ja viimeistelyssä tehtäviä kasvillisuusrakenteita on monia erilaisia, joilla on monia eritasoisia laatuvaatimuksia. Laadunvarmistuslomakkeen viimeistelyt – kohtaan kirjoitetaan työkohteelle suunnitellut erityiset kasvillisuusrakenteet, jotta ne huomioitaisiin tarkemmin laadunvarmistuksessa. Katualueen viimeistelyn laadunvarmistuksessa kiinnitetään huomiota kasvillisuusrakenteiden kasvualustoihin, sekä itse kasvien ja puiden laatuun. Kasvillisuusrakenteiden kunto täytyy olla yleisten laatuvaatimusten mukaiset, kun niiden laatu tarkistetaan ennen takuuajan umpeutumista.

## 6 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö on laadunvarmistussuunnitelma Vaasan kaupungin kadunrakennustyömaille. Laadunvarmistussuunnitelma on tarkoitettu käytettäväksi hankkeissa, joissa Vaasan kaupungin kuntatekniikka toimii rakennuttajana, eli työn tilaajana. Suunnitelmaa voidaan soveltaa myös kaupungin itse rakentamalla työmailla. Työn tarkoituksena on pitää huoli, että Vaasan kadut rakennettaisiin hyvää rakennustapaa noudattaen, sekä parantaa laadun dokumentointia. Tavoitteena on myös saada laatuvaatimukset tuotua esille kaikille työmaalla työskenteleville selkeästi ja ilman ristiriitaisuuksia.

Opinnäytetyössä on tuotu esille Vaasan kaupungin kadunrakennustyömailta koskevat laatuvaatimukset ja kirjoitettu ne helposti luettavaan muotoon. Työmaan rakentamisen aikaisen laadunvalvonnan parantamiseksi suunniteltu laadunvarmistuslomake toimii työmaavalvonnan työkaluna. Laadunvarmistuslomake on konkreettinen tuotos, mikä jää työvälineeksi Vaasan kaupungin kuntatekniikalle. Lomakkeessa tuodaan esille työmaan laadunvarmistuksen kannalta tärkeimmät seikat, kuten valvottavat työvaiheet, litterat, työn tilaaja, sekä urakoitsijat.

Laadunvarmistuslomakkeen suunnittelussa keskityttiin niihin rakentamisen toimenpiteisiin, joita Vaasan kaupungin kadunrakennustyömailla useimmin tehdään. Kyseiset kohdat on sisällytetty laadunvarmistuslomakkeen pohjaksi. Harvemmin rakennettavia rakenteita varten on jätetty oma osionsa lomakkeen loppuun, johon kuuluu täydentää muut työmaakohtaiset laadunvarmistustoimenpiteet. Lomakkeessa on mahdollista kommentoida laadunmittauksissa saatuja tuloksia ja tehdä viittauksia muihin tiedostoihin.

Laadunvarmistussuunnitelma selkeyttää rakennuttajan ja urakoitsijan välistä kanssakäymistä. Laadunvarmistuslomakkeen avulla päästään siihen, että työmaan valmistuttua voidaan todeta, että työmaalla on suoritettu suunniteltua laadunvalvontaa. Laadunvarmistuslomake toimii myöhemmin myös konkreettisena todistuksena, josta nähdään milloin ja kenen toimesta laatua on mitattu.

## LÄHTEET

- /1/ Kainkainen, J. & Junnonen, J-M. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminot. Tammer-Paino Oy. Tampere. Rakennustieto Oy.
- /2/ Mäki, T. & Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2009. Rakennustöiden laatu. 9. painos. Tampere. Talonrakennusteollisuus ry & Rakennustietosäätiö RTS.
- /3/ Sarkkila, J. & Mroueh, U-M. & Leino-Forsman, H. Pilaantuneen maan kunnostaminen ja laadunvarmistus. 2004. Viitattu 13.05.2015.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41742/Ymp%C3%A4rist%C3%B6pas\\_110.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41742/Ymp%C3%A4rist%C3%B6pas_110.pdf?sequence=1)
- /4/ Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2010. Osa 1 Väylät ja alueet. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /5/ Junnonen, J-M. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Viitattu 11.05.2015  
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>
- /6/ 2003. Katu 2002. Katusuunnittelun ja rakentamisen ohjeet. SKTY:n julkaisu nro 11. Helsinki. Suomen kuntatekniikan yhdistys.
- /7/ Onninen Oy. 2004. Viitattu 20.08.2014  
[http://onninen.procus.fi/documents/original/131177/1/GEO\\_LIITTOLEV\\_PRINT.pdf](http://onninen.procus.fi/documents/original/131177/1/GEO_LIITTOLEV_PRINT.pdf)
- /8/ Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2010. Viitattu 14.05.2015 Osa 1 Väylät ja alueet. Helsinki, Rakennustieto Oy. [http://www.rts.fi/infraryl/InfraRYL\\_2010\\_osa1\\_440.pdf](http://www.rts.fi/infraryl/InfraRYL_2010_osa1_440.pdf)
- /9/ Järvinen, J. 2009. Hulevesiviemäriin rakentamisen uudet laatuvaatimukset – Infra RYL 2006. Viitattu 21.8.2014. Helsinki. Helsingin kaupunki Rakennusvirasto. <http://www.ymparisto.fi/download/name/%7B0AE1A02E-179C-4A7F-B01F-8AB7D48A5D9C%7D/36514>
- /10/ Kaivannon periaatepiirustukset. 2011. Viitattu 01.04.2015. FMC GROUP Airix Ympäristö Oy.  
[http://www.vihti.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/vihti/embeds/20884\\_Pisteen\\_kiertoliittyma\\_E25810\\_T51\\_Kaivanto\\_norm\\_102011.pdf](http://www.vihti.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vihti/embeds/20884_Pisteen_kiertoliittyma_E25810_T51_Kaivanto_norm_102011.pdf)
- /11/ Rakennusosa- ja hankenimikkeistö Määrämittausohje. 2006. 2. Painos. Helsinki. Rakennustieto Oy.

/12/ MaaRYL 22341 Jakava kerros. 2009. Viitattu 23.3.2015. Rakennustieto Oy. [http://www.rakennustieto.fi/maaryl/Lausunnolle/Ajalla\\_01022010-26022010/22341\\_Jakava\\_kerros\\_RTS10\\_3.pdf](http://www.rakennustieto.fi/maaryl/Lausunnolle/Ajalla_01022010-26022010/22341_Jakava_kerros_RTS10_3.pdf)

## LAADUNVARMISTUSLOMAKE

Työmaan nimi:	Aloituspvm:	Vahvojat:	Urakoitsija:
---------------	-------------	-----------	--------------

KATURAKENTEET	Pvm	Tilaaaja	Urakoitsija	Kommentit
11414 Poistettavat pintamaat <ul style="list-style-type: none"> <li>Materiaalitoimitus</li> </ul>				
16000 Maaleikkaukset <ul style="list-style-type: none"> <li>Leikkauspohjan taso</li> <li>Leikkauspohjan tasalaatuisuus</li> </ul>				
20000 Päälly- ja pintarakenteet <ul style="list-style-type: none"> <li>Suodatinkerros</li> <li>Jalkakerros</li> <li>Kantakerros</li> <li>Plv</li> </ul>				

KAIVANTO	Pvm	Tilaaaja	Urakoitsija	Kommentit
16210 Putki- ja johtokäivannot <ul style="list-style-type: none"> <li>Käivannon mitat</li> <li>Tiivistys</li> <li>Täyttömateriaali</li> </ul>				
Kartoitustiedot Vesihuolto				
31200 Hulevesiviemärit				

LAITOSTEN TYÖT		Pvm	Tilaaaja	Urakoitsija	Kommentit
16212	Kaapelikaivannot <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaivannon mitat</li> <li>• Kartoitus</li> <li>• Valokuvat</li> <li>• Täyttömateriaali</li> </ul>				
18320	Alkutyöt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Täyttömateriaali</li> </ul> Kartoitustiedot				

KIVITYÖT		Pvm	Tilaaaja	Urakoitsija	Kommentit
20000	Päällis- ja pintarakenteet <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ulkonäkö</li> <li>• Poikkeamat</li> </ul>				

VIIMEISTELY		Pvm	Tilaaaja	Urakoitsija	Kommentit
23000	Kasvillisuusrakenteet				

MUUT		Pvm	Tilaaaja	Urakoitsija	Kommentit