



TEKNIikka JA LIIKENNE

Rakennustekniikka

Rakennustuotantotekniikka

INSINÖÖRITYÖ

RAKENTAMISEN DOKUMENTOINTI TUOTANNON OSALTA

**Työn tekijä: Simo Rautala
Työn ohjaajat: Eila Hägg**

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2011

**Simo Hoikkala
Koulutuspäällikkö**



ALKULAUSE

Haluan kiittää työn ohjaaja Eila Häggiä tämän mielekkään aiheen keksimisestä ja ammattitaitoisesta työohjauksesta työn edetessä. Lisäksi haluaisin kiittää Metropolian koulutuspäällikkö Simo Hoikkalaa asiantuntevasta työohjauksesta ja saumattomasta yhteistyöstä.

Helsingissä 26.1.2011

Simo Rautala

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Simo Rautala	
Työn nimi: Rakentamisen dokumentointi tuotannon osalta	
Päivämäärä: 26.1.2011	Sivumäärä: 38 s. + 3 liitettä
Koulutusohjelma: Rakennustekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Rakennustuotantotekniikka
Työn ohjaaja: Simo Hoikkala, koulutuspäällikkö, Metropolia	
Työn ohjaaja: Eila Hägg, tuotantopäällikkö, Stara	
<p>Helsingin kaupungin rakentamispalvelu STARAlla oli tarvetta kehittää katurakentamisen laatudokumentointia. Tarkoituksena oli luoda toimintajärjestelmään tuotannon osuuteen työkaluja, joiden avulla voitiin dokumentoida rakentamisen eri vaiheita. Laatudokumentit kuuluivat osaksi luovutuskansiota, joka tulee antaa tilaajalle.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä infrarakentamisen yleisiin laatuvaatimuksiin, sekä Helsingin kaupungin omiin laadullisiin vaatimuksiin. Näiden tietojen pohjalta aloitettiin luomaan tarkastuslomakkeita, jotka toimisivat työkaluina laadunhallinnassa. Samalla kartoitettiin niitä työvaiheita, joiden laadullinen dokumentointi olisi erityisen tärkeää. Samalla käytiin läpi koko rakentamisen prosessin tuotannon osuus ja siihen kuuluvat työvaiheet.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin laatudokumentteja, joihin on kerätty merkittävimmistä työvaiheista laadulliset kriteerit. Samalla kaavakkeet on pyritty saattamaan sellaiseen muotoon, että niiden täyttäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista.</p>	
Avainsanat: Toimintajärjestelmä, laadunvarmistus, luovutuskansio, katurakentaminen	

ABSTRACT

Name: Simo Rautala	
Title: Construction Documentation for Production	
Date: 26 January 2011	Number of pages: 38 + 3 appendices
Degree Programme: Civil Engineering	Specialisation: Construction and Site Management
Instructor: Simo Hoikkala, Head of Department, Metropolia	
Supervisor: Eila Hägg, Production Manager, Stara	
<p>This study was carried out for The Public Works Department of the City of Helsinki (STARA) who is currently in the process of improving their quality documentation regarding the construction of streets. The aim of this study was to create tools for facilitating the documentation of the different stages of the construction work regarding the production part in the project management system. This quality documentation forms one part of the assignment folder which will be handed over to the client.</p> <p>This work was started by examining the standard quality requirements of infrastructure construction and the quality requirements of the City of Helsinki. Based on this information inspection forms were created and they were used as tools in the quality control. At the same time the most important stages of the work which needed to be documented were mapped out. During this the production part of the construction process and the stages included in the process were examined.</p> <p>This study was successful in creating quality forms including the quality criteria for the most important stages. These forms have been made as user friendly as possible.</p>	
Keywords: management system, quality assurance, assignment folder, construction of streets	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	TOIMINTAJÄRJESTELMÄ	2
2.1	Projekti	6
2.2	Prosessi	7
2.3	Toteuttaminen osana toimintajärjestelmää	7
3	TYÖMAAN ALOITUKSEN EDELLYTYKSET	7
3.1	Suunnitelmat ja kartoitukset	7
3.1.1	<i>Riskikartoitus</i>	7
3.1.2	<i>Turvallisuussuunnitelma</i>	8
3.1.3	<i>Liikennesuunnitelma</i>	8
3.1.4	<i>Aluesuunnitelma</i>	8
3.2	Aikataulutus	8
3.2.1	<i>Työmaa-aikataulu</i>	9
3.2.2	<i>Tilausaikataulu</i>	9
3.2.3	<i>Resurssien aikataulutus</i>	9
3.3	Kokoukset	9
3.3.1	<i>Hankekokous</i>	10
3.3.2	<i>Työmaakokoukset</i>	10
3.3.3	<i>Työmaapalaveri</i>	10
3.4	Luvat ja tarvittavat asiakirjat	10
3.4.1	<i>Kaivulupa</i>	11
3.4.2	<i>Liikennejärjestelylupa</i>	11
3.4.3	<i>Ympäristölupa</i>	11
4	TYÖMAAN ALOITUS	12
4.1	Perehdytys	12
5	LAATUVAATIMUKSET MERKITTÄVIMPIEN TÖIDEN OSALTA	12
5.1	Rakennekerroksien tekeminen	13
5.1.1	<i>Jakava kerros</i>	14
5.1.2	<i>Kantava kerros</i>	16
5.2	Asfaltointityö	17

5.3	Kivityö	20
5.3.1	<i>Nupu- ja noppakivet</i>	20
5.3.2	<i>Upotettavat luonnonkivireunatuet</i>	21
5.4	Jäte- ja hulevesiviemärit	25
5.4.1	<i>Jätevesiviemäri</i>	25
5.4.2	<i>Hulevesiviemäri</i>	29
6	DOKUMENTOINTI LUOVUTUSKANSIOTA VARTEN	32
6.1	Yleistä kaavakkeiden täytöstä	33
6.1.1	<i>Luonnonkivireunatuki</i>	33
6.1.2	<i>Nupu- ja noppakiveys</i>	34
6.1.3	<i>Kantava kerros</i>	35
6.1.4	<i>Jakava kerros</i>	35
6.1.5	<i>Hulevesikaivot</i>	36
6.1.6	<i>Hulevesiviemäri</i>	36
6.1.7	<i>Jätevesikaivot</i>	36
6.1.8	<i>Jätevesiviemäri</i>	37
7	YHTEENVETO	38
	VIITELUETTELO	39

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö tehdään Helsingin kaupungin rakentamispalvelu STARA:n, Läntiselle rakentamiselle. STARA on rakennusvirastosta eriytetty tuotannollisia ja kunnossapidollisia palveluja tuottava osasto, joka on jaettu kolmeen hallinnolliseen osaan; itään, länteen ja pohjoiseen. Rakennusvirastossa tapahtuneiden organisaatiomuutosten myötä tilaajan ja tuottajan välinen ero on selkiytynyt, mikä on johtanut laadullisen dokumentoinnin lisääntyneeseen tarpeeseen.

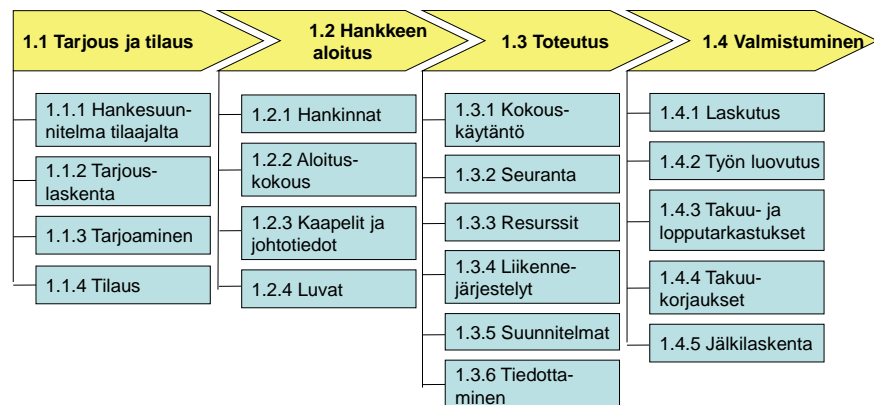
STARA:lla on käynnissä kehityshanke, jonka tarkoituksena on parantaa olemassa olevaa laatujärjestelmää vastaamaan tämän hetkistä tarvetta. Tällä hetkellä käytössä oleva laatujärjestelmä ei ole riittävän kattava tuotannon näkökulmasta, jotta kustakin työvaiheesta saataisiin aikaiseksi kattava dokumentointi. Tämä työ on rajattu koskemaan laatujärjestelmää vain tuotannollisesta näkökulmasta ja tavoitteena on luoda työkaluja laadun dokumentoinnille.

Tämän työn on tarkoitus kartoittaa sellaisia työvaiheita, jotka ovat kriittisimpiä katurakentamisessa. Näiden työvaiheiden osalta on tarkoitus luoda dokumenttipohjat, jotka sisältävät riittävän kattavasti mutta mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa ne mitatut tai muutoin havaitut faktat, joiden avulla voidaan osoittaa, että työ on suoritettu suunnitelmien mukaisesti. Dokumenttien tarkoitus on osoittaa kirjallisesti, että työn tekemiselle on ollut riittävät edellytyksen ja lisäksi, että työ on suoritettu vaadittujen ohjearvojen mukaisesti. Lisäksi niistä tulee ilmetä suunnitelmien ja toteutuksen väliset poikkeamat, joiden vaikutukset rakentamisen lopputulokseen käsitellään laatujärjestelmän muiden prosessien avulla.

2 TOIMINTAJÄRJESTELMÄ

Toimintajärjestelmä on yrityksen sisäinen tapa hallinnoida omaa toimintaansa. Toimintajärjestelmä koostuu useista eri osa-alueista, jotka on jaoteltu projektin eri vaiheiden mukaan. Toimintajärjestelmän avulla hallinnoidaan projektia, joka koostuu eri osa-alueiden prosesseista. Prosessit luovat kokonaisuutena projektin. Prosesseja parantamalla voidaan parantaa projektin lopputulosta. Toimintajärjestelmän avulla hallinnoidaan koko rakennusprojektia aina tarpeen määrittelemisestä takuuajan loppuun asti. Toimintajärjestelmän avulla hallitaan yrityksen omaa liiketoimintaa sekä asiakkuussuhdetta. /3,s. 25–26/.

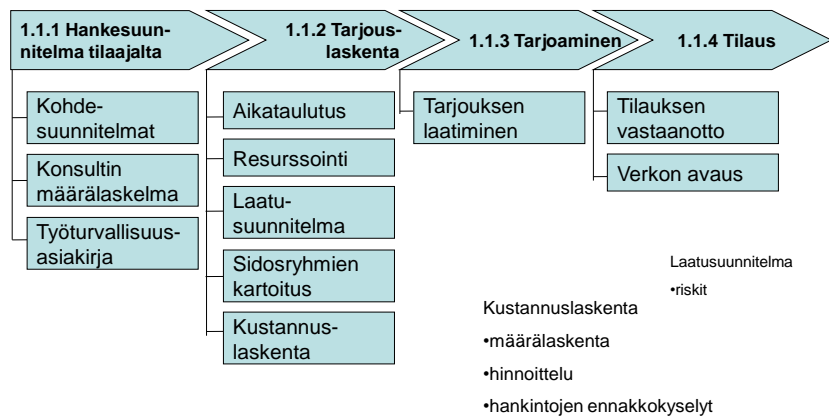
1. Rakentamishanke



Kuva 1. Helsingin kaupungin toimintajärjestelmä.

Rakentamishanke on jaettu neljään päävaiheeseen, jotka ovat tarjous ja tilaus, hankkeen aloitus, toteutus, sekä valmistuminen. Kukin päävaihe sisältää kullekin vaiheelle ominaisia työvaiheita ja ne etenevät kronologisessa järjestyksessä. /4/.

1.1 Tarjous ja tilaus

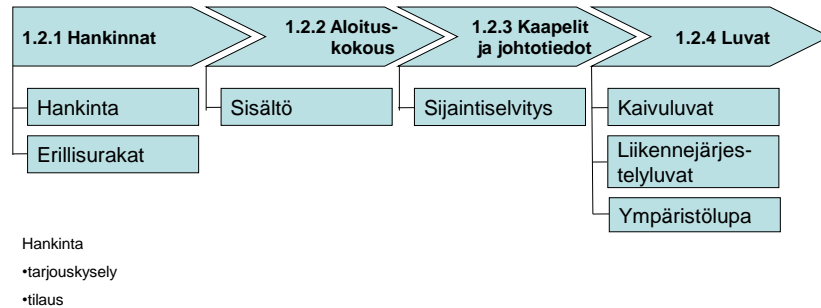


va 2. Helsingin kaupungin toimintajärjestelmä.

Ku-

Tarjous- ja tilaus-vaihe käynnistyy tilaajan toimittamalla hankesuunnitelmalta, jonka pohjalta tuottaja aloittaa tarjouslaskennan. Tarjouslaskennassa olevat vaiheet käydään läpi ja niiden pohjalta tuottaja luo tarjouksen tilaajalle. Mikäli tilaaja hyväksyy tarjouksen, se tekee työstä tilauksen tuottajalle. Tuottaja vastaan ottaa tilauksen ja avaa kyseistä hanketta varten verkon, jonka avulla syntyneet kustannukset kohdistetaan oikealle hankkeelle. /4/.

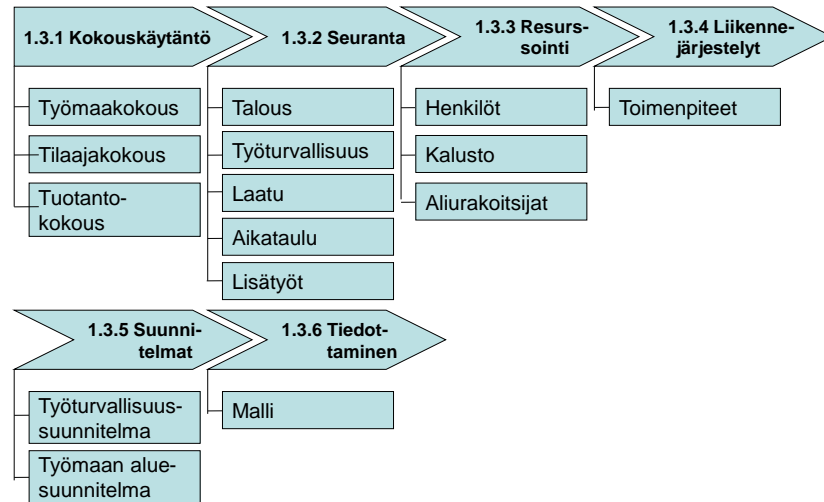
1.2 Hankkeen aloitus



Kuva 3. Helsingin kaupungin toimintajärjestelmä.

Hankkeen aloituksessa luodaan mahdollisuudet aloittaa itse toteutus. Samalla selvitetään mahdolliset erillisurakat ja suuremmat hankinnat, joiden kyselyt voivat viedä paljon aikaa. Tässä vaiheessa hankitaan myös tarvittavat luvat, joita edellytetään ennen työn aloittamista. Kaivuluvan saanti vaatii sijaintiselvityksen, joka sisältää rakennettavan alueen maanalaiset rakenteet. Ympäristöluvan hakeminen on tapauskohtaista ja sen tarve selviää urakka-asiakirjoista. /4/.

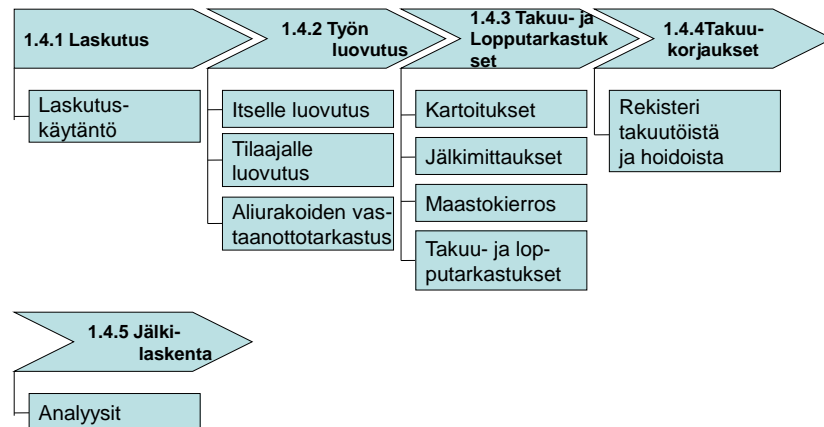
1.3 Hankkeen toteutus



Kuva 4. Helsingin kaupungin toimintajärjestelmä.

Hankkeen toteutus -vaihe aloitetaan luomalla projektille tarvittava kokouskäytäntö, joka on riittävä projektin kokoon nähden. Samoin päätetään myös ne tavat, jolla tuotannon etenemistä tullaan seuraamaan ja kuinka seuranta dokumentoidaan. Resurssien tarvetta tarkennetaan tässä vaiheessa ja samalla mietitään resurssien tarvetta projektin eri vaiheissa. Työturvallisuus- ja työmaa-aluesuunnitelmien pohjalta ruvetaan valmistelemaan työmaata toteutuksen aloittamista varten. Samalla myös tarvittavat liikennejärjestelyt pannaan täytäntöön. /4/.

1.4 Hankkeen valmistuminen



Kuva 5. Helsingin kaupungin toimintajärjestelmä.

Ennen hankkeen luovuttamista tilaajalle tuottaja tekee itselleluovutuksen, jossa tarkastetaan rakennuskohde omien, sekä aliurakoitsijoiden töiden osalta. Kartoituksen ja jälkimittaukset suoritetaan ennen kuin hanke luovutetaan tilaajalle. Työtä luovutettaessa luovutetaan tilaajalle myös luovutuskan-sio, joka sisältää kohteesta muun muassa viimeisimmät suunnitelmat, käytettyjen rakennusmateriaalien tuoteselosteet, dokumentit laadunvarmistuksesta, mahdolliset poikkeamaraportit ja tarkastuspöytäkirjat. Tilaajan kanssa tehdään kohteesta luovutus-pöytäkirja, jolla todennetaan, että tilaaja on hyväksytysti vastaanottanut rakennushankkeen. /4/.

2.1 Projekti

Projekti on aina ainutkertainen tapahtuma, joka ei toistu sellaisenaan toistamiseen. Projektin aloitus perustuu aina tarpeeseen. Projekti on ajallisesti rajallinen ja sille on määritetty alku sekä loppu. /5/.

2.2 Prosessi

Prosessi on sarja tapahtumia, jotka tähtäävät ennalta määrättyyn lopputulokseen. Prosessi voi luonteestaan riippuen vaatia aikaa, resursseja, tilaa, asiantuntemusta, tai kaikkia näitä edelle mainittuja. /14/.

Prosessissa tapahtumat toistuvat ketjuna, joka tuottaa ennalta määritellyn lopputuloksen. Prosessia kehittämällä voidaan prosessin vaikutusalueen laajentaa ja tuottavuutta parantaa. /14/.

2.3 Toteuttaminen osana toimintajärjestelmää

Rakentamisessa toteuttaminen on vain osa toimintajärjestelmän kokonaisuutta. Toteuttamista edeltävät toiminnot toimintajärjestelmässä tähtäävät toteuttamisen mahdollistamiseen.

3 TYÖMAAN ALOITUKSEN EDELLYTYKSET

3.1 Suunnitelmat ja kartoitukset

Suunnitelmien ja kartoitusten avulla pyritään huomioimaan työhön liittyvät ongelmakohdat ja riskit, sekä ennaltaehkäisemään ne. Riskien kartoitukseen voidaan käyttää tietoa edellisissä projekteissa toteutuneista riskeistä ja niiden vaikutuksesta. Toisinaan tietyt työvaiheet saattavat vaatia erityistä tarkastelua ja erillistä työsuunnittelua. Näissä tapauksissa suunnitelmat voidaan tehdä erikseen erityisesti koskemaan kyseisiä työvaiheita. /1,s. 199–200/.

Suunnitelmia ja kartoituksia tulee päivittää, mikäli työn luonne muuttuu tai työn toteutustapaa muutetaan niin, ettei työ enää vastaa suunnitelmia. Päivitetty suunnitelma tulee toimittaa tilaajalle aina. /1,s. 199–200; 10,s. 6-14/.

3.1.1 Riskikartoitus

Riskikartoituksella luokitellaan erilaisten riskien todennäköisyyttä ja haitallisuutta. Mikäli jokin riski todetaan erityisen todennäköiseksi ja haitalliseksi, se tulee ottaa erityiseen tarkkailuun ja samalla tulee pohtia mahdollisia ratkaisumalleja riskin pienentämiseksi tai poistamiseksi. Mikäli riskiä ei voida kokonaan poistaa, sen vaikutusta voidaan yrittää hallita. Olennaisinta on löytää ne riskit, jotka saattavat aiheuttaa oleellista haittaa projektin etenemiselle tai

työntekijöille. Tyypillisiä riskejä ovat aikataulu-, resurssi-, työtap- tai taloudellinen riski. /1,s. 77–79/.

Riskejä kootessa voidaan käyttää olemassa olevaa listaa, johon merkitty yleisemmin esiintyvät riskit. Tätä listaa muokataan työn luonteen tai erityispiirteiden mukaan. Kun mahdolliset riskit on selvitetty, niiden poistamiseksi tai vaikutuksen vähentämiseksi, pyritään keksimään ratkaisukeinoja. /1,s. 77–79/.

3.1.2 Turvallisuussuunnitelma

Turvallisuussuunnitelmassa tulee ilmetä mahdolliset riskit, jotka esiintyvät työskentelyssä tai aiheuttavat vaaraa työntekijöille. Tämän lisäksi siinä tulee ilmetä ne keinot, joilla kyseiset riskit pyritään välttämään tai kuinka riskien toteutumiseen on varauduttu. /10,s. 7; 11, s.6/.

3.1.3 Liikennesuunnitelma

Liikennesuunnitelma tulee osaksi aluesuunnitelmaa. Siitä tulee selvittää ne seikat, jotka vaikuttavat yleisillä teillä tapahtuvaan liikennöintiin. Liikennesuunnitelmaan merkitään tarvittavat liikennemerkit sekä niiden sijainnit. Lisäksi siihen laitetaan työmaaliikenteen kulkureitit sekä työmaa-alueeksi rajattu alue. /10,s. 6-7; 11,s. 7/.

3.1.4 Aluesuunnitelma

Aluesuunnitelmasta ilmenee työmaan toteutuksen kannalta oleellimmat toiminnot, kuten sosiaalitulojen, varastojen, varastoalueiden, kulkureittien, sähkökeskuksen ja ensiapuvälineiden sijainti. Suunnitelma tulee löytyä työmaan sosiaalituloista, jossa se on kaikkien nähtävillä. Mikäli työmaan alueenkäyttö muuttuu, tulee aluesuunnitelma päivittää vastaamaan vallitsevaa tilannetta. Aluesuunnitelmaa voidaan käyttää osana työntekijöiden perehdytystä, sillä jokaisen työmaalla työskentelevän tulee tietää merkittävimpien toimintojen sijainti. Tilaajalle tulee toimittaa aluesuunnitelma sekä työn edetessä tapahtuvat päivitykset. /10,s. 7/.

3.2 Aikataulut

Tärkeimpänä aikataulutettavana asiana voidaan pitää työn etenemistä mutta myös muita kokonaisuuksia voidaan aikatauluttaa. Muiden asioiden aikatau-

lutus on sidoksissa työn aikataulutukseen. Muita oleellisia aikataulutusta vaativia asioita ovat hankinnat ja resurssit. /1,s. 77–79/.

Työmaa-aikataulu ja resurssi-aikataulu ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Työmaa-aikataulu voidaan luoda suunniteltujen resurssien pohjalta tai resurssit voidaan suunnitella työmaa-aikataulun pohjalta. /1,s. 77–79/.

3.2.1 *Työmaa-aikataulu*

Työmaan aikataulutuksessa päätyövaiheet aikataulutetaan. Aikataulutuksessa nähdään mahdolliset häiriöille alttiin rakentamisvaiheet, jotka voidaan aikatauluttaa erikseen tarkemmin. Aikataulutuksessa rakennusvaiheet ovat kytköksissä toisiinsa ja mahdolliset häiriöt toiminnassa heijastuvat koko aikataulussa. /10,s. 8/.

3.2.2 *Tilausaikataulu*

Tilausaikataulu on sidoksissa työmaa-aikatauluun. Sen avulla pyritään hallinnoimaan tilauksia niin, että niiden toimitus ei aiheuttaisi aikatauluviiveitä. Tilausaikatauluun merkitään sellaisten tuotteiden tai materiaalien tilaukset, joiden saanti on vaikeaa tai aikaa vievää. Pienempien hankintojen aikataulutus ei ole tarpeellista mutta niidenkin hankintaa tulee valvoa. /3,s. 232/.

3.2.3 *Resurssien aikataulutus*

Resurssien aikataulutus perustuu eri rakennusvaiheiden resurssitarpeisiin. Resursseja aikatauluttamalla huomataan ne vaiheet, jolloin resurssien tarve olennaisesti muuttuu ja näihin tilanteisiin voidaan varautua ennakoon. Resurssien aikataulutuksessa huomioidaan avainresurssien tarve ja saanti mahdollisuus. Aikataulutuksella saadaan resurssien kuormitusta tasattua ja avainresurssien käytön optimointia parannettua. /11,s. 4/.

3.3 **Kokoukset**

Rakennusprojektissa on erityyppisiä kokouksia, joissa rakentamisprojektia käsitellään eri tasoilla. Esimerkkejä kokoustyypeistä on tilaajakokous, tuotantokokous, työmaan aloituskokous ja työmaapalaveri. Yhteistä näille kokouksille on, että niissä seurataan projektien etenemistä. /10,s. 12/.

Edellä mainituista kokouksista pidettävä pöytäkirja on päätöspöytäkirja. Pöytäkirja toimii samalla kirjallisena sopimuksena eri osapuolten välillä. Mikäli

edelliseen pöytäkirjaan merkittyjä asioita ei ole hoidettu sovituksessa aikataulussa, tulee kyseinen asia merkitä seuraavan kokouksen pöytäkirjaan. Pöytäkirja toimii samalla asioiden käsittelylistana, joka helpottaa kokouksen vetämistä. /10,s. 12/.

3.3.1 Hankekokous

Hankekokoukset ovat alueellisesti pidettäviä kokouksia, joissa puheenjohtajana toimii tilaajan edustaja ja sihteerinä tuottajan edustaja. Hankekokouksissa käsitellään kyseisen alueen katu- ja puistohankkeita tuottajan tekemien hankeraporttien pohjalta. Hankeraporttien tulee sisältää hankkeiden tilaussummat ja ostotilausnumerot, toteutuneet kustannukset, ehdotus hyväksyttäväksi laskutukseksi, ennuste vuosikustannuksista ja aikataulut. /10,s. 12/.

Lisäksi kokouksessa käsitellään hankekohtaisesti mahdollisia laajuus- tai laatupoikkeamia alkuperäiseen tilaukseen verrattuna, kaivu-ilmoitusten ja ajankäyttösuunnitelmien toteutuma, sekä valmistuneiden hankkeiden vastaanotot ja takuuajat. Kokouksesta laadittavaan pöytäkirjaan liitetään liitteeksi urakoitsijan antamat hankeraportit ja muut kirjalliset raportoinnit. /10,s. 12/.

3.3.2 Työmaakokoukset

Työmaakokoukset pidetään yksittäisistä työmaista tarvittaessa. Kokouksen kutsuu koolle tuottajan tai tilaajan edustaja. Kuitenkin sellaisista työmaista, jotka luokitellaan yhteiseksi kunnallisteknisiksi työmaiksi, pidetään säännölliset työmaakokoukset. Työmaakokouksen pöytäkirjassa oleva huomautus tulkitaan kirjalliseksi ilmoitukseksi, vaikka se muutoin vaatisi erillisen kirjallisen ilmoituksen. /10,s. 12–13/.

3.3.3 Työmaapalaveri

Työmaapalaverin tarkoituksena on seurata kyseisen työmaan menneitä, käynnissä olevia ja tulevia työvaiheita omien työntekijöiden ja aliurakoitsijoiden osalta. Huomiota kiinnitetään aikataulun paikkansa pitävyyteen ja kirjataan mahdolliset poikkeamat siinä ja sen vaikutukset.

3.4 Luvat ja tarvittavat asiakirjat

Ennen kuin rakennushanke on mahdollista aloittaa, tulee sitä varten hankkia tietyt luvat. Haettavien lupien määrä vaihtelee hankekohtaisesti, riippuen siitä minkälaisia työvaiheita kukin hanke sisältää.

3.4.1 Kaivulupa

Kaivulupa tarvitaan aina kun kaivutyö tapahtuu yleisellä alueella. Lupa on anottava 7 päivää ennen työn aloittamista. Luvan myöntää Helsingin kaupungin rakennusviraston katu- ja puisto-osasto. Kaivulupaa haettaessa tulee hakijan myös tilata lupatarkastaja tekemään alueelle alkukatselmus. Alkukatselmuksessa todetaan työmaa-alueeksi rajattavan alueen yleinen kunto ja katukalusteiden kunto. /12,s. 1/.

Kaivulupaa varten tulee hakijan hankkia johtokartta, josta käy ilmi työmaa-alueella olemassa olevat kaapelit ja niihin liittyvät laitteet. Johtokartta on saatavissa Helsingin kaupungin kaupunkimittausosastolta.

3.4.2 Liikennejärjestelylupa

Liikennejärjestelylupa tulee hakea, kun työskentely tapahtuu katualueella ja haittaa liikennettä. Liikennejärjestelysuunnitelmasta, joka voi olla myös sanallinen kuvaus, tulee ilmetä käytettävät liikennemerkkit ja liikenneohjauslaitteet. Lisäksi siitä tulee käydä selväksi eri liikennemuotojen kulkureitit työmaan kohdalla. Erityistä huomiota tulee kiinnittää jalankulkijoiden esteettömään kulkuun. Mikäli kulkureitti joudutaan katkaisemaan, tulee suunnitelmasta käydä ilmi uusi reitti. /10,s. 7/.

3.4.3 Ympäristölupa

Ympäristöluvan noudattamista Helsingissä valvoo ympäristöviranomainen, joina Helsingissä toimivat ympäristölautakunta ja aluehallintovirastot. Ympäristölautakunta myöntää luvan niissä tapauksissa, joiden myöntämistä ei ole erityisesti säädetty kuuluvaksi valtiollisen ympäristöviranomaisen toimivaltaan. Sellaisia töitä, jotka vaativat ympäristöluvan ei saa aloittaa ennen luvan myöntämistä. Epävarmoissa tilanteissa luvan hankkimisen suhteen tulee ottaa yhteyttä aluehallintovirastoon tai kunnan ympäristösuojeluviranomaiseen. Lupakaavakkeita saa ympäristöhallinnon Internet-sivuilta ja lupahakemus tulee toimittaa ympäristölupaviranomaiselle. /13/.

Pilaantuneen maa-aineksen käsittely vaatii ympäristöluvan, mutta kuitenkin tietyin edellytyksin voidaan pilaantuneen maa-aineksen käsittely tai kuljetus aloittaa tekemällä ilmoitus alueellisille elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Edellytyksenä tällaiselle menettelylle on, että pilaantuneen alueen laajuus ja maa-aineksen pilaantumisaste on riittävän hyvin selvitetty, puhdis-

tamisessa noudatetaan yleisesti käytössä olevaa puhdistusmenetelmää ja toiminnasta ei aiheudu haittaa ympäristölle. /13/.

4 TYÖMAAN ALOITUS

4.1 Perehdytys

Jokainen työmaalla työskentelevä henkilö on perehdytettävä työmaahan ennen työn aloittamista. Perehdytyksen tarkoituksena on luoda työntekijälle selkeä kuva työmaasta ja sen erikoispiirteistä. Samalla kerrotaan työmaata koskevat säännöt ja ohjeistukset. /11,s. 6; 6,s. 128–129/.

Perehdytys aloitetaan kohteen yleisesittelyllä, johon voidaan käyttää aluesuunnitelmaa. Aluesuunnitelman avulla esitellään eri toimintojen sijainti alueella, kuten esimerkiksi sosiaalityöjen sijainti, kulkureitit ja tärkeimmät varastopaikat. Lisäksi esitellään muut alueella toimivat urakoitsijat. /6,s. 128–129/.

Työmaaorganisaatiota esiteltäessä käydään läpi lähin työnjohto ja muu yrityksen organisaatio. Samalla esitellään muiden alueella toimivien tahojen yhteyshenkilöt. /6,s. 128–129/.

Mikäli alueella sijaitsee useita työmaita, tulee erityisesti tarkentaa kyseessä olevan työmaan sijaintia alueella ja kertoa työmaan nimi, numero ja osoite. Samalla esitellään ne alueet ja tilat, jotka on varattu kyseisen työmaan käyttöön. Työmaata esiteltäessä kerrotaan myös työmaalla tapahtuvien työvaiheiden erikoispiirteiden ja erityiset riskitekijät. /6,s. 128–129/.

Työturvallisuusasioiden osalta esitellään työmaan työturvallisuusorganisaatioon kuuluvat henkilöt ja heidän toimenkuvansa. Samalla kerrotaan vaadittavat henkilökohtaiset suojavarusteet ja esitellään alueella olevien ensiapu- ja ensisammutusvälineiden sijainti. Työturvallisuutta tarkennetaan erityisesti sellaisten töiden osalta, jotka ovat työturvallisuuden osalta erityisen riskialttiita töitä. /6,s. 128–129/.

5 LAATUVAATIMUKSET MERKITTÄVIMPIEN TÖIDEN OSALTA

Tähän kappaleeseen otetut työvaiheet on erikseen määrätty Katu- ja puisto-osaston kanssa tehdyssä sopimuksessa vuoden 2010 osalta. Tähän työhön

valitut työvaiheet on valittu erityisesti katurakentamisen näkökulmasta ja pois on jätetty sellaiset työvaiheet, jotka liittyvät kasvillisuuteen, kasvualustoihin tai muihin erityisesti puistorakentamisessa usein esiintyviin työvaiheisiin. Kivityöt on rajattu koskemaan reunatukia, noppa- ja nupukiviä. Valitut työvaiheet ovat seuraavat /10,s. 16/:

- Luonnonkivi reunatuki
- Nupu- ja noppakiveykset
- Jakavat kerrokset
- Kantavat kerrokset
- Hulevesikaivot
- Hulevesiviemärit
- Jätevesikaivot
- Jätevesiviemärit.

5.1 Rakennekerroksien tekeminen

Jakavan ja kantavan kerroksen tekemiseen käytetään ensisijaisesti liitteen 1 mukaisia CE-merkittyjä maa-ainestuotteita. Kerrosten tiivistämiseen käytettävän kaluston valintaan vaikuttaa kerrospaksuus ja valinta tulee tehdä taulukon 1. antaman ohjeistuksen mukaisesti. Kerrosten tiivistystyön laatu osoitetaan InfraRyl:n antamilla liitteen 2 mukaisilla ohjeilla tai yhteisesti sovitulla menetelmällä. /2,s. 390–394/.

Taulukko 1. Tärylaitteet

Jyrytyyppi	Paino, t	Ylityskertojen ohjearvo													
		Suodatin-/eristyskerros		Jakava kerros / välikerros		Kantava kerros		Alusrakenne H ¹⁾ ≤ 30			Alusrakenne H ¹⁾ > 30			Louhe	
Kerrosspaksuus enintään, m		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3	0,25	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8	0,8	1,0
Täryjyryt ²⁾															
vedettävät	> 5	4	7	5	8	5	9	3	6	11	3	7	13	6 ¹²⁾	7 ¹²⁾
2 täryvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6	2	4	8	2	4	8		
1 täryvalssi	> 5	4	7	5	8	6	9	3	6	11	3	6	11	5 ¹³⁾	7 ¹³⁾
Kumipyöräjyryt ³⁾	< 20 ⁴⁾	6	–	8	–	10	–	6	–	–	6	–	–	–	–
	> 20 ⁵⁾	4	8	6	12	8	12	4	8	14	3	6	11	–	–
Staatitset valssijyryt ⁶⁾	> 10	–	–	–	–	10	–	7	–	–	7	–	–	–	–
Pyöräkuormaimet ⁷⁾	> 40	–	–	–	–	–	–	4	8	14	3	7	13	–	–
Puskutraktorit ⁸⁾	> 10	–	–	–	–	–	–	4	–	–	6	–	–	–	–
Sorkkajyryt ⁹⁾	7...10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10)	10)	–	–	
Tärylevyt ¹¹⁾	> 0,05	6	–	7	–	6	–	5	–	–	6	–	–	–	–
	> 0,1	5	–	6	–	6	–	4	–	–	5	–	–	–	–
	> 0,2	4	–	5	–	5	–	3	–	–	4	–	–	–	–
	> 0,4	3	–	4	–	4	–	3	–	–	3	–	–	–	–

¹⁾ H = hienoainespitoisuus (0,083 mm:n seulan läpäisy-%).

²⁾ Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen. Amplitudi aluksi noin 1,5 mm ja viimeiset ylityskerrat < 1 mm, penkereen ja suodattimen jyräysnopeus 1...3 km/h, jakavan ja kantavan 3...6 km/h. Viivakuorma > 1,5 t/m.

³⁾ Eivät sovellu runsaasti koheesioainesta sisältävien maalajien tiivistämiseen, rengaspaine soraisilla maalajeilla 500 kPa ja hiekkaisilla maalajeilla 300 kPa, jyräysnopeus yli 5 km/h.

⁴⁾ Pyöräpaino > 2 t.

⁵⁾ Pyöräpaino > 3 t.

⁶⁾ Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen. Viivakuorma > 5 t/m.

⁷⁾ Eivät sovellu märkien silttien maalajien tiivistämiseen.

⁸⁾ Soveltuvat ohuiden kerrosten ja märkien silttien tiivistämiseen.

⁹⁾ Soveltuvat silttien ja savien tiivistämiseen.

¹⁰⁾ Urakoitsijan on esitettävä käyttämänsä sorkkajyryän tekniset tiedot (myös sorkan pituus, sorkan pään pinta-ala) ja työntekijöille annettavat jyräysohjeet.

¹¹⁾ Käytetään yleensä ahtaiden alueiden ja kaivantojen täytössä kitkamaalajien tiivistämiseen. Teho riittää yleensä vain ohuen kerroksen (100...250 mm) tiivistämiseen. Parempaan tiivistystehoon päästään tärylevyillä, joiden pohja on muotoiltu siten, että alkutivistyksen jälkeen levy tiivistää pienemmällä pinta-alalla ja siten suuremmalla pintapaineella.

¹²⁾ Paino vähintään 8 t.

¹³⁾ Paino vähintään 13 t.

5.1.1 Jakava kerros

Ennen jakavan kerroksen tekemisen aloittamista on alle jäävän kerroksen taso, pintojen muoto ja leveys varmistettava mittauksin. Talviolosuhteissa työskennellessä on varmistuttava siitä, että alle jäävä rakennekerros on sulaa/2, s. 394–394/.

Jakava kerros voidaan rakentaa yhtenä tai useampana kerroksena riippuen tiivistyskalustosta ja rakenteen kerrosspaksuuksista. Mikäli jakava kerros on ohut, niin se voidaan tehdä kantavaa kerrosta tehdessä samasta kiviaineksestä. Jakavan kerroksen tiivistykseen käytetään tiivistyskalustoa, joka so-

veltuu parhaiten kuhunkin tarkoitukseen. Tiivistyskaluston valintaa tehdessä voidaan käyttää apuna taulukkoa 1, josta käy ilmi eri tiivistyskaluston tiivistyskapasiteetit. Tiivistyskaluston soveltuvuutta kuhunkin työvaiheeseen tulee tarkkailla mittauksin työn alussa ja työn edetessä. Maa-ainesta käsiteltäessä tulee varmistua siitä, ettei se pääse lujittumaan ja hienoaineksen osuus ei kasvamaan. /2,s. 394–394/.

Talvella tapahtuvan rakentamisen aikana rakennekerroksen tiivistämisen tulee tapahtua välittömästi sen jälkeen, kun se on levitetty. Samalla on huomioitava, että mahdollisimman pieni alue on kerrallaan alttiina pakkasen vaikutukselle. Käytettävän materiaalin seassa ei saa olla lunta, jäätä tai jäätynyttä maa-ainesta ja sen on oltava mahdollisimman kuivaa. Talvella tehdyn rakennekerroksen tiiveys on tarkistettava sulamisen jälkeen. /2,s. 394–394/.

Taulukko 2. Jakavan kerroksen vaatimukset.

Ominaisuus	Sallittu poikkeama
Rakenteen yläpinnan tasosijainti	
• poikkeama vaakasuunnassa	- 0 / + 150 mm
• em. poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	100 mm
Rakenteen yläpinnan korkeustaso	
• yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan ¹⁾	± 30 mm
• yksittäisen poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	30 mm
keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	± 15 mm
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama	± 1,0 %-yksikköä
Tasaisuus 3 m:n oikolaudalla mitattuna	20 mm
¹⁾ Tähtäysmerkkien ja mittakepin avulla mitataan poikkeama kohtisuoraan pintaa vasten, mutta takymetrimittauksessa poikkeama pystysuuntaan.	

Valmiin jakavan kerroksen tulee täyttää asiakirjoissa määritellyt mitat taulukon 2 antamilla toleransseilla. Valmiin jakavan kerroksen mitat tulee ottaa 20 metrin välein. Kantavuuden tulee täyttää asiakirjoissa määrätyt vähimmäismäärät. Kantavuus mitataan jakavankerroksen päältä tai mikäli se ei ole mahdollista sulan maan aikaan, mittaus suoritetaan kantavan kerroksen yläpinnasta sulan maan aikaan. Kantavuus mitataan kultakin ajoradalta noin 100 metrin välein. Tiivistyön laadun osoittamiseen voidaan käyttää joko erikseen sovittua tapaa kussakin työkohteessa tai InfraRyl:n antamia vaihtoehtoisia tapoja osoittaa riittävä tiiveysaste. /2,s. 395–396/.

5.1.2 Kantava kerros

Tässä luvussa käsitellään kantavista kerroksista vain sitomattomia kantavia kerroksia katurakentamisen osalta.

Kantavan kerroksen alustana toimii jakava kerros, jonka on täytettävä sille asetetut vaatimukset. Näiden vaatimusten täytyminen on osoitettava mittauksin. Talviolosuhteissa työskennellessä on lumi, jää ja jäänyt maa-aines poistetta työstettävältä pinnalta. Mikäli jäänyt maa aines sulaa tai sulatetaan, se tulee aina tiivistettävä uudelleen huolellisesti. /2,s. 405/.

Kantava kerros on aina tehtävä yhtenä kerroksena ja mikäli kiviainesta on lisättävä korkotason muuttamisen takia, tulee lisättävä kerros sekoittaa tiivistettyyn kerrokseen. Lisättävän kerroksen ja tiivistetyn kerroksen tulee olla vähintään kaksi kertaa käytettävän maa-aineksen maksimi raekoko. Tiivistykseen käytettävä kalusto valitaan samaa taulukkoa käyttäen kuin jakavaa kerrosta tehtäessäkin. Liiallista tiivistämistä tulee välttää, koska se löyhdyttää kerroksia tai lisää hienoaineksen määrää. Tarvittaessa käytettävään maa-ainekseen lisätään vettä optimikosteuden saavuttamiseksi. Veden lisäyksen tulee tapahtua niin, että vesi jakautuu tasaisesti työstettävään kerrokseen. /2,s. 405–406/.

Valmiin kantavan kerroksen tulee täyttää asiakirjoissa asetetut vaatimukset taulukon 3 mukaisin toleranssein. Vaatimusten täytyminen tulee osoittaa mittauksin. /2,s. 406–407/.

3. Kantavan kerroksen vaatimukset.

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

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

Tiiveyden osoittamisen voidaan käyttää asiakirjoissa esitettyä tapaa tai InfraRyl:n antamilla vaihtoehtoisilla tavoilla (liite 2). Valmiin kantavan kerroksen leveys ja tasot osoitetaan mittauksin, jotka suoritetaan 20 metrin välein. Kantavuus mittaukset suoritetaan 100 metrin välein kultakin ajokaistalta. /2,s. 407/.

5.2 Asfaltointityö

Tässä luvussa tarkastellaan asfalttitoiden osalta vain sitomattomalle pojalle tehtäviä päällystystöitä kaduilla.

Ennen asfalttitoiden aloitusta tulee alustan, joka on kantavan kerroksen yläpinta, soveltuvuus tarkastaa. Pinnassa ei saa olla irrallisia kiviä ja alustan tulee täyttää asiakirjojen asettamat kantavuusvaatimukset. Alustan suurin sallittu poikkeama korkeuden osalta on ± 20 mm ja leveyden suurin sallittu poikkeama on + 50 mm. Suurin sallittu epätasaisuus on 12 mm 3 metrin matkalla. Alusta tulee olla tehtynä päällysteeltä vaadittuun kallistukseen. Lisäksi ennen töiden aloittamista tulee varmistua siitä, että reunatukien korko ja sijainti ovat oikeita suhteessa päällysteen lopulliseen korkoasemaan. /2,s. 428/.

Massa kuljetuksessa työmaalle tulee huomioida, että massan lämpötila ei saa laskea yli 10 °C massan sekoituslämpötilasta. Mikäli massan lämpötila ei täytä tätä vaatimusta, tulee kyseinen massakuorma hylätä tai se voidaan käyttää jossakin erikseen sovittavassa kohteessa. /7,s. 78/.

Massa tulee levittää mahdollisimman tasapaksuna kerroksena ja pituus suuntaiset saumat pyritään tekemään ajokaistojen rajaan, ajoratamaalauten kohdalle. Alusta, jolle massa levitetään, ei saa olla jäässä tai niin märkä että se vaikuttaa massan laatuun. Mikäli levitys joudutaan keskeyttämään pidemmäksi aikaa, levitin tulee ajaa tyhjäksi ja poikkisauma tehdään suoraksi. /2,s. 430/.

Valmiin asfalttipinnan laadun osoittaminen tapahtuu asfalttinormien määrittämällä tavalla. Asfalttinormeissa on määritelty laatuvaatimukset koostumuksen, tyhjätilan, massamäärän, tasalaatuisuuden, kitkan, tasaisuuden ja korkoaseman suhteen. Lisäksi urakka-asiakirjoissa voidaan asettaa massalle erityisvaatimuksia kuten vedenläpäisevyyden ja rengasmelun osalta. Mikäli massalle on asetettu laatuvaatimuksia deformaatio-, tiivistettävyyden-,

pakkasenkestävyys-, vedenläpäisevyys- tai kulumisvaatimuksia tulee ne ottaa huomioon jo suhteituksessa. Laatuvaatimusten täytyminen deformaation, vedenläpäisevyyden, pakkasenkestävyyden ja tiivistettävyyden osalta jo suhteitusvaiheessa. Kulutuskestävyys ja deformaatiokestävyys tutkitaan valmiista asfalttipinnasta otetuilla näytekappaleilla. /2,s. 432–433; 7,s. 80–87/.

Massamäärän riittävyys todetaan ensisijaisesti massapunnitusten avulla mutta myös poranäytteistä saatuja tuloksia voidaan käyttää hyväksi. Mikäli massamäärä määritellään poranäytteistä, tulee näytteitä olla vähintään 12 kappaletta. Näytteistä saatu massamäärä ei saa alittaa tilattua määrää yli 3 %. Sitomattomilla alustoilla yksittäisen poranäytteen suurin sallittu massamäärän alitus on 20 kg/m². Mikäli sivukaltevuuden korjaamiseen käytetään tasausautomaatiikkaa, massamäärä ei saa alittaa 10 kg/m². /2,s. 432/.

Tasalaatuisuutta tarkistettaessa huomioidaan sideaineen pintaannousut, rakeisuuslajittumat ja halkeamat. Erityisen kriittisiä ovat rakeisuuslajittumat ja sideaineen pintaannousut, jotka ovat erityisen haitallisia liikenneturvallisuuden kannalta. Mikäli sideaine on noussut pintaan laajoilta alueilta, on syytä varmistua kitkavaatimusten täyttymisestä. Kitkalle asetutetut vaatimukset esitetään taulukossa 4. /2,s. 432–433/.

Taulukko 4. Kitkan maksimiarvot.

Nopeusrajoitus (km/h)	Sivukitkakerroin (keskiarvo 1 m matkalta)
≤ 80	≥ 0,4
> 80	≥ 0,5

Tyhjätilan määrittäminen tapahtuu, joko poranäytteellä tai ainetta rikkomattomalla tavalla. Ainetta rikkomattomat tavat ovat radiometrinen menetelmä, päällystetutkamenetelmä tai pistekohtainen mittaus. Näiden menetelmien suoritustapa on määritelty julkaisuissa PANK 4113, 4122 ja 4123. Poranäytteistä saatujen tyhjätilan arvojen raja-arvot on esitetty taulukossa 5. Käytettäessä pistekohtaista tiiviysmittausta, tulee sen suorittamisesta laatia yksityiskohtainen mittaus- ja laadunvarmistussuunnitelma. Taulukon 5 antamia vaatimuksia voidaan käyttää tulosten arvioinnissa. /2,s.433/.

Taulukko 5. Tyhjätilan enimmäismäärät.

Päällyste	Tyhjätila V (til-%)					
	Yksittäinen näyte			Keskiarvo		
	A, B	C	D	A, B	C	D
AB 5 - 8		≤ 7,0	≤ 8,0		≤ 6,0	≤ 7,0
AB 11		≤ 6,0	≤ 7,0		≤ 5,0	≤ 6,0
AB 16 - 20	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 6,0	1,0 - 4,0	≤ 4,0	≤ 5,0
SMA 5 - 20	≤ 6,0	≤ 6,0		2,0 - 5,0	≤ 5,0	
ABS 16 - 20	≤ 5,0			1,0 - 4,0		
ABK 20 - 32	≤ 8,0	≤ 8,0	≤ 8,0	≤ 7,0	≤ 7,0	≤ 7,0
AA 11 - 16	17 - 25			17 - 25		

Saumojen tiiveys tutkitaan aina porausmenetelmällä, vaikka muuten käytettäisiinkin ainetta rikkomattomia menetelmiä. Saumanäyte tulee ottaa niin, että se kattaa koko sauman. Sauman näytteen tulee täyttää taulukon 5 arvot niin, että arvojen ylärajaa nostetaan 2 % - yksiköllä. /2,s. 82/.

Kitka mitataan PANK 5201 mukaisella menetelmällä sulan kelin aikaan. Uuden asfalttipinnan tulosten tulee täyttää kaikilta osin julkaisussa PANK 5201 määritetyt raja-arvot. Mittaus suoritetaan 3-6 viikon kuluessa päällysteen valmistumisesta. /2,s. 82–83/.

Kansistojen sallitut poikkeamat mitataan oikolautaa käyttäen. Riippuen kansiston sijainnista ja kansiston mallista, vaihtelevat suurimmat sallitut poikkeamat ovat 5 ja 30 mm välillä. /7,s.85; 2,s. 433/.

Taulukko 6. Kansistojen suurimmat sallitut poikkeamat oikolaudalla mitattuna.

Kansistotyyppi	Sallittu poikkeama oikolaudan tasosta alaspäin, mm		
	Ajokaistalla tai muulla kulkuväylällä	Välittömästi reunatuen vieressä ajoradalla	Pysäköintialueilla tai piholla
Kelluva umpikansisto	5...10	5...15	5...20
Kelluva hulevesikaivon kansisto	5...10	5...20	5...30
Portaittain säädettävä umpikansisto, paloposti tai sulku	5...15	5...20	5...30
Portaittain säädettävä hulevesikaivon kansisto	5...15	5...20	5...30

5.3 Kivityö

5.3.1 Nupu- ja noppakivet

Nupu- ja noppakivitoissa käytetään ensisijaisesti CE- merkittyjä tuotteita. Lisäksi kivissä ei tule olla silmin havaittavia lohkeamia, rapautumista tai halkeamia. Kivien tulee täyttää standardien niille asettamat vaatimukset/2,s. 452–454/.

Taulukko 7. Noppa- ja nupukiven tasomitan sallittu poikkeama nimellismitoista.

	Sallittu poikkeama, mm
Kahden lohkotun pinnan välillä	± 15
Pintakäsittelyn ja lohkotun pinnan välillä	± 10
Kahden pintakäsittelyn pinnan välillä	± 5

Taulukko 8. Noppa- ja nupukiven nimellispaksuuden sallittu mittapoikkeama.

SFS-EN 1342 -luokka	Merkintä	Nimike	Sallittu poikkeama, mm
2	T2	Kahden lohkotun pinnan välillä	± 15
2	T2	Pintakäsittelyn ja lohkotun pinnan välillä	± 10
2	T2	Kahden pintakäsittelyn pinnan välillä	± 5

Kun noppakiviä asennetaan kaaren muotoon, sovittelevien mitat ja osuus toimitetusta erästä ovat suunnitelma-asiakirjojen mukaisia.

Taulukko 9. Noppa- ja nupukiven pinnan epätasaisuuden mittapoikkeama.

Lohkottu, mm	Pintakäsitelty, mm
± 5	± 3

Nupu- ja noppakiveyksien alustan tulee täyttää kantavalle kerrokselle asetetut vaatimukset. Kantava kerros tehdään sellaiseen korkoon, että kiven korkeuden lisäksi jätetään 50 mm asennusvara. Asennushiekkaa käytetään asennusalustana sidottujen ja sitomattomien kerrosten päällä. Asennushiekkaa tulee levittää kerrallaan enintään yhden päivän asennustyötä varten. Sivumitaltaan pienemmät kuin 90 mm olevat kivet asennetaan maakostean betoniin. Maakostean betonin kerrospaksuus tulee olla 100 mm ja lujuusluokaltaan sen tulee olla K10. /2,s. 453–455/.

Nupu- ja noppakiveykset tehdään siten, että niissä käytettävät kivet jakautuvat tasaisesti ominaisuuksiensa puolesta ilman, että ne muodostavat raitoja

tai laikkuja. Alle 3 metriä leveillä korokkeilla kivipinta tehdään kuperaksi niin, että kallistusta on 30 mm metrin matkalla ja tätä isommilla korokkeilla kallistusta tulee olla 15 mm metrin matkalla. /2,s. 453–455/.

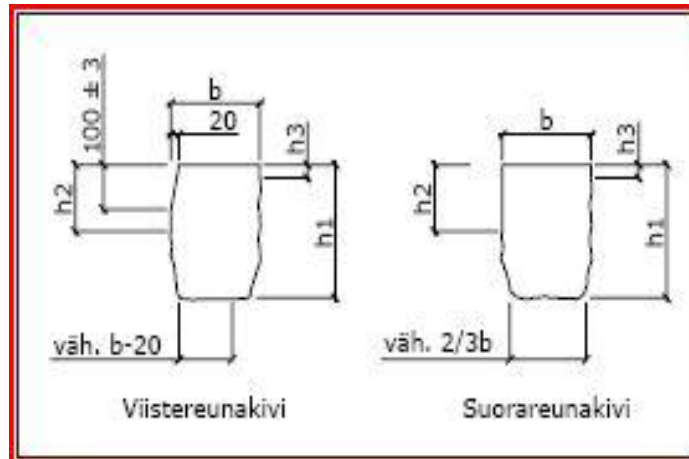
Asennetun kiveyksen saumat harjataan täyteen saumaushiekkaa, jonka jälkeen kiveys tiivistetään koneellisesti. Kiveyksen tiivistykseen käytetään 60–150 kg tärylevyä tai jos kivetty alue on suuri, niin voidaan käyttää mahdollisesti täryjyrää. Tiivistys tehdään edeten reunoilta kohti keskustaa ja tiivistystä jatketaan kunnes silminnähtävä painuminen lakkaa. Maakostea betonია käytettäessä ei kiveystä saa kuormittaa ennen kuin betoni on saavuttanut riittävän kovuuden. /2,s. 453–455/.

Valmiin nupu- tai noppakiveys tulee olla suunnitelmien mukaisesti tehty, eikä siinä saa olla silminnähtäviä poikkeamia. Kiveyksen pinnan tulee olla puhdas, eikä siinä saa olla rikkinäisiä kiviä. Katkaistujen kivien katkaisujäljen tulee olla suora ja kiven tulee olla ehjä näkyvältä pinnalta. Työstöjäljen tulee vastata kiven alkuperäistä työstötapaa. Kiveyksen saumojen tulee olla suunnitelmien mukaiset ja lisäksi reunatuen ja kiveyksen välisen sauman saa olla maksimissaan 10 mm. /2,s. 454–457/.

Kiveykselle sallitaan tietyt mittapoikkeamat, mikäli ne eivät vaikuta kiveyksen ulkonäköön tai toimivuuteen. Korkeusaseman ja rakenteen osien sijainnin suhteen sallitaan ± 20 mm poikkeama. Pituus- ja poikkisuunnassa sallitaan 3 metrin oikolaudalla mitattuna 4 mm korkeusero. Suunnitelmissa määrätystä muodosta voidaan poiketa 3 metrin matkalla 4 mm. Kiveyksen, joka liittyy reunatukeen, tulee olla 5 mm korkeammalla kuin reunatuki ja kivien sivusärmien suurin sallittu hammastus on 3 mm. /2,s. 454–457/.

5.3.2 *Upotettavat luonnonkivireunatuet*

Reunatukien materiaalin kelpoisuus osoitetaan ensisijaisesti CE-merkinnällä. Lisäksi niissä ei saa olla lohkeamia, jotka saattaisivat haitata valmiin rakenteen ulkonäköä. Reunatukien kelpoisuus todetaan toimitettujen asiakirjojen perusteella toimituserittäin ja tämän lisäksi kelpoisuus todetaan asennustyön yhteydessä. /2,s. 479–480/.



Kuva 6. Viistereunakivi ja suorareunakivi.

Käytettävistä luonnonkivireunatuista on annettu suositeltavia varastokokoja viistereunakivien ja suorareunakivien osalta. Käytettävässä kivessä ei saa olla halkeamia, jotka heikentävät kiven lujuutta merkittävästi, eikä rapautumisia tai lohkeamia. Kaarevia reunatukia käytetään, mikäli kaarresäde on alle 12 metriä. /2,s. 479–480/.

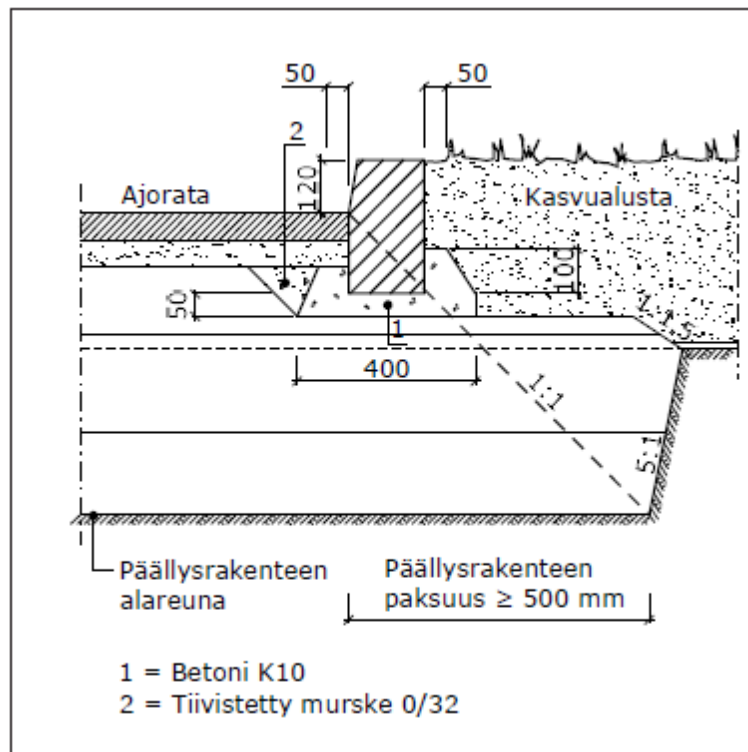
Taulukko 10. Viistereunakiven suositeltavat varastokoot.

Merkintä	Leveys, mm	Korkeus, mm	Pituus, mm		
	b	h1	h2	h3	
V170	170	270	150	30	900...2500
V220	220	270	150	30	900...2500

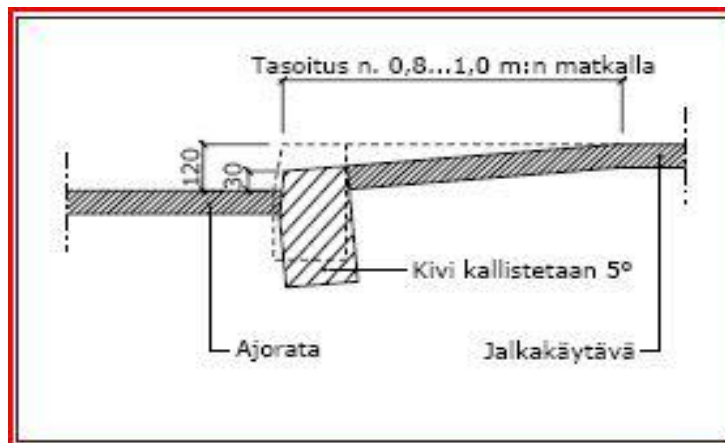
Taulukko 11. Suorareunakiven suositeltavat varastokoot.

Merkintä	Leveys, mm	Korkeus, mm	Pituus, mm		
	b	h1	h2	h3	
S80	80	250	150	30	900...1500
S170	170	270	150	30	900...2500

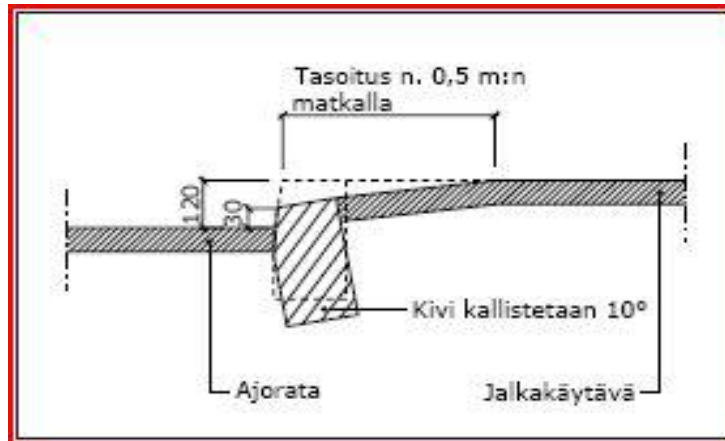
Upotettavat reunatuet alustan tulee täyttää sitomattomalle kantavalle kerrokselle asetetut vaatimukset. Asennettava reunatuki asennetaan siten, että se tukeutuu kauttaaltaan huolellisesti sullottuun maakostean betoniin, joka on lujuusluokaltaan K10. /2,s. 480/.



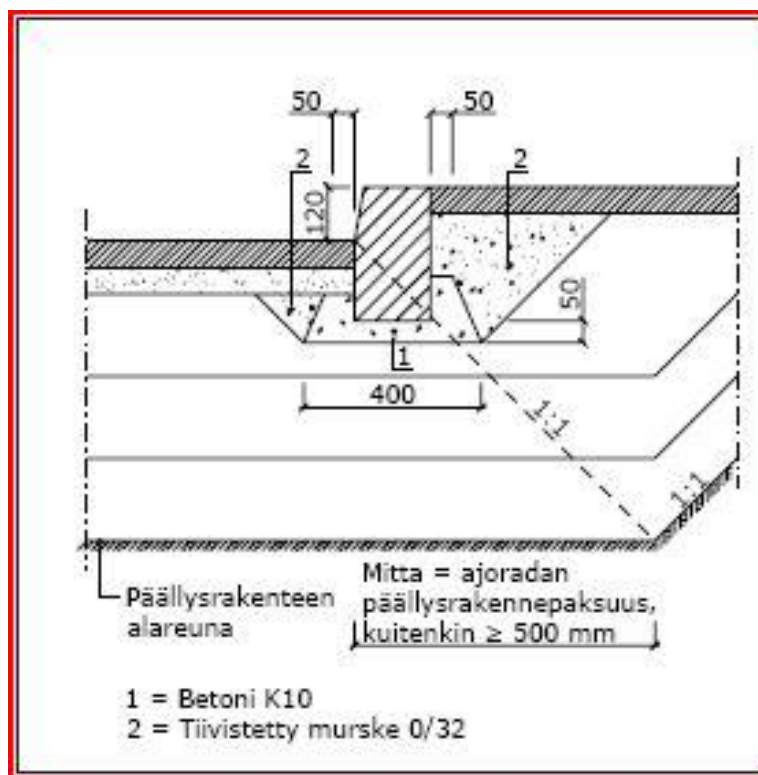
Kuva 7. Reunatuen asennus ajoradan ja istutusalueen väliin.



Kuva 8. Upotettava reunatuki suojatien kohdalla.



Kuva 9. Upotettava reunatuki tonttiliittymän kohdalla.



Kuva 10. Reunatuon asennus ajoradan ja jalkakäytävän väliin.

Madallettujen reunatukien korkeuserot tasoitetaan vähintään 0,5 metrin matkalla ja reunatuen sovitepalojen tulee olla samansuuruisia madalluksen molemmissa päissä. Ajoradan ja jalkakäytävän välinen ero suojateiden kohdalla tasoitetaan noin metrin matkalla. Keskikorokkeilla, joiden läpi ei mene pyörätietä, tuen korkeus on 30 mm ja reunatuki asennetaan pystysuoraan. Pyöräteiden kohdalle ei asenneta reunatukea. /2,s. 478/.

Valmiille reunatuelle sallitaan vaakasuunnassa 50 mm:n ja pystysuunnassa 20 mm:n poikkeama suunnitelmissa esitetystä asemasta, kuitenkin niin ettei

poikkeama ole silmin havaittavissa. Reunatuen sijainti tulee mitata suorilta osilta 20 metrin välein ja kaarteita 4 metrin välein, tämän lisäksi madallusten molemmista päistä otetaan tarkistusmittaus 0,5 metriä taitekohdasta. /2,s. 478/.

Taulukko 12. Reunatuen etureunan asennuskorkeus ja sallitut poikkeamat.

	Asennuskorkeus, mm	Sallittu poikkeama, mm
Tielinjalla, kun uusintapäällystyksen varaudutaan	160	± 20
Päällysteen reunassa	120	± 20
Ajoluiskissa ja tonttiliittymissä ¹⁾	enintään 30	± 10
Suojateilla ²⁾		
* etureuna jalankulkutie	enintään 30	- 10
* etureuna pyörätie	enintään 10	- 10
* etureuna yhdistetty jalankulku- ja pyörätie	enintään 10	- 10

5.4 Jäte- ja hulevesiviemärit

Jäte- ja hulevesiviemäreiden rakentamiseen käytetään ensisijaisesti kansallisen sertifiointilaitoksen hyväksymiä tuotteita. Käytettävien tuotteiden tulee olla yhteensopivia toistensa kanssa ja käyttötarkoituksen mukaisia. Putkissa ja kaivoissa olevien tiivisteiden tulee täyttää Suomen kansalliset standardit. Materiaaleille asetettujen vaatimusten täyttyminen todetaan materiaaleissa olevista standardimerkinnöistä. Materiaalin toimittajan tulee esittää todistus materiaalien standardien mukaisuudesta. /9,s. 19, s. 33/.

Jäte- ja hulevesiviemäriin käytävien tarvikkeiden kuljettaminen, varastointi ja käsittely tulee tapahtua valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Työmaalle saapuneet tarvikkeet tarkistetaan silmämääräisesti ja vioittuneet tarvikkeet poistetaan välittömästi. Tarvikkeita käsiteltäessä ja varastoidessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, etteivät materiaalit pääse vioittumaan tai vaurioitumaan. /9,s. 21, s. 36/.

5.4.1 Jätevesiviemäri

Jätevesiviemäriputkien materiaaleina voidaan käyttää muovia, betonia tai terästä. Käytettävien osien tulee täyttää kullekin materiaalille asetetut käyttötarkoituksen mukaiset vaatimukset paineellisten tai paineettomien jätevesiviemäreiden osalta. /9,s. 20/.

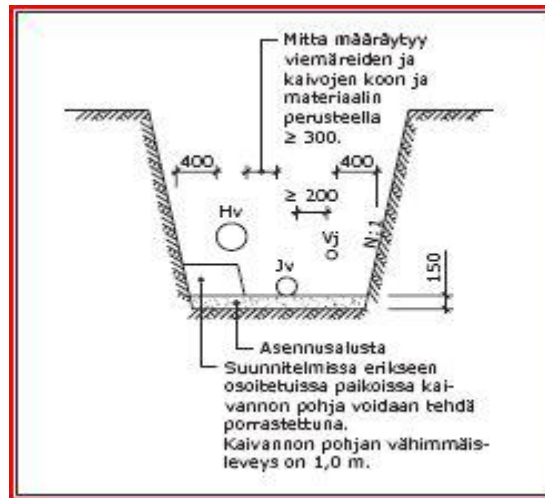
Käytettävien kaivojen tulee täyttää samat käyttötarkoitukselle asetetut vaatimukset, kuin käytettävien putkienkin, lisäksi niiden tulee niille erikseen ase-

tetut kestävyysvaatimukset. Mikäli huoltohenkilökunnan on voitava laskeutua kaivon huoltotöiden yhteydessä, tulee kaivon halkaisijan olla vähintään 800 millimetriä. Kansistojen tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukaisia. Liikennöidyillä alueella kuormituskestävyyden tulee olla 400 kN ja muilla alueilla vähintään 250 kN. Mikäli huoltotyöt edellyttävät kaivon pääsyä, tulee vapaa-aukon olla vähintään 500 millimetriä. /9,s. 20–21/.

Ennen jätevesiviemäriin asennustyötä tulee tarkastuksin ja mittauksin varmistua edeltävien töiden laadun täyttymisestä. Asennettavan jätevesiviemäriin tulee olla asennettuna taulukon 13 ja kuvan 11 mukaisien etäisyyksien päähän muista rakenteista. Etäisyyksissä ei huomioida muhvin kohtaa. /9,s. 22/.

Taulukko 13. Asennettavan jätevesiviemäriin minimi etäisyydet muista rakenteista.

Rakenne	Vähimmäisetäisyys, m
kaukolämpöputki (ilman lämmöneristettä)	0,5
maakaasuputki	2,5
maakaasuputki nisteämässä	0,5
sähkökaapelit (suojaputkeen)	0,2
telekaapelit (suojaputkeen)	0,2
puut	1,5



Kuva 11. Kaivannon vähimmäismitat.

Jätevesiviemäriputkia asennettaessa tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeista putken asentamisen suhteen. Putkia ei saa asentaa jäätyneelle asennusalustalle. Asennettavan putkilinjan tulee olla suora ja asennettujen putkien tulee tukeutua asennusalustaan muutoin, kuin muhvin kohdalta. Muhvia varten asennusalustaa tulee kaivaa riittävän suuri ura, jottei putki tukeudu muhviin. Mikäli työssä käytetään momenttiraudoitettuja putkia, tulee asennukseen käyttää erityistä asennustyökalua. Työn aikana veden pinta pidetään kaivannossa riittävän alhaalla, ettei veden aiheuttama noste vahingoita putkia. /9,s. 23/.

Kaivoja asennettaessa tulee kaivojen haitallinen jäätyminen estää, samoin kuin pakkasen tunkeutuminen putkistoon ja tätä kautta alkutäyttöön. Pohjarenkaissa, korokerenkaissa ja kartioissa käytetään esiasennettuja tiivisteitä. Viemäriin jaan tulevat liittymät pyritään tekemään aina kaivoon, mikäli se on vain mahdollista. Liitoksia tehdessä pyritään ensisijaisesti käyttämään tehtaalla asennettuja liitoskohtia mutta mikäli se ei ole mahdollista voidaan kaivon seinään tehdä reikä. Reiän tekeminen ei saa heikentää kaivon kestävyyttä ja liittymän liitos saa olla tiiveydeltään heikompi kuin putkien väliset liitokset. Kaivossa käytettävän kansiston sijaitessa liikennöidyllä asfaltoidulla alueella, tulee sen olla ns. kelluva kansisto. Kelluvan kansiston kehyksen reuna tukeutuu päällysteeseen ja se tulee asentaa samaan kallistukseen muun pinnan kanssa. /9,s. 23–27/.

Valmiissa jätevesiviemärissä sallitaan tietyt poikkeamat suunnitelmissa annetuista arvoista, mikäli ne eivät haittaa viemärin toimintaa. Viettoviemäreiden osalta sallitaan vaakasuuntaista poikkeamaa ± 100 mm ja sivupoikkeama saa olla suoraan linjaan nähden kolmasadasosa mittaussmatkasta. Viemärin pituuskaltevuus saa poiketa suunnitelmissa annetuista arvoista perättäisten kaivojen välillä taulukon mukaisesti, edellyttäen kuitenkin, että putkeen ei ole jäänyt painanteita, eikä putken vesijuoksu ole kaivon vesijuoksua alempana. Pituuskaltevuuden tulee olla kuitenkin >0 promillea. /9,s. 30/.

Taulukko 14. Suunnitelmien mukaisen kaltevuuden ja korkeuden sallitut poikkeamat.

Suunnitelman mukainen kaltevuus, ‰	Kaltevuuspoikkeama kaivovälillä enintään, ‰	Korkeuspoikkeama enintään, mm
> 5	1,5	50
3...5	1,0	30
< 3	1,0	20

Viettoviemäreille ilmanpaineella tehtävissä tiiviyskokeissa tulos on hyväksyttävä, mikäli aloituspaine 10 kPa ei putoa alle 7 kPa:iin putken nimellismittaa vastaavassa ajassa. Esimerkiksi 300 mm putkella aika on 300 sekuntia. /9,s. 31/.

Valmiin kaivon tulee olla asennettuna pystysuoraan, sallittu poikkeama on 10 millimetriä metrillä. Vaakatasossa sallitaan ± 100 millimetrin poikkeama ja linjansuuntaisesti sallitaan ± 300 millimetrin poikkeama, mikäli kaivon ei ole tiedossa liittymiä. Kansistot tulee asentaa betoni- ja luonnonkivipinnoilla 0-5 millimetriä pinnan alapuolelle ja asfalttipäällystetyillä alueilla taulukon mukaisesti. /9,s. 30–31/.

Taulukko 15. Jätevesikaivojen kansistojen sallitut korkeuspoikkeamat.

Kansistotyyppi	Sallittu poikkeama oikolaudan tasosta alaspäin, mm		
	Ajokaistalla tai muulla kulkuväylällä	Välittömästi reunatuen vieressä ajoradalla	Pysäköintialueilla tai piholla
Kelluva umpikansisto	5...10	5...15	5...20
Kelluva hulevesikaivon kansisto	5...10	5...20	5...30
Portaittain säädettävä umpikansisto, paloposti tai sulku	5...15	5...20	5...30
Portaittain säädettävä hulevesikaivon kansisto	5...15	5...20	5...30

Valmiin jätevesiviemärin suunnitelmien mukaisuus todetaan mittauksin ja kokein. Viemärin sijainti ja korkoasema todetaan mittauksin. Tiiveyskoe tehdään kaivoväleittäin tai sovittaessa lyhyempinä osina. Ilmanpaine nostetaan 11 kPa:iin ja annetaan laskea 10 kPa:iin, josta aloitetaan koe. Kun paine on laskenut 7 kPa:iin koe lopetetaan, paineen alenemiseen kulunut aika laskeaan sekunteina. Kuluneen ajan tulee olla vähintään sama kuin putken nimellismitta. Koe voidaan uusida kerran, mikäli silloinkaan ei saada hyväksyttävää tulosta, tulee vuotokohta paikantaa ja korjata. /9,s. 31/.

5.4.2 Hulevesiviemäri

Hulevesiviemäreissä käytettävien materiaalien kelpoisuus osoitetaan ensisijaisesti sertifiointilaitoksen laatumerkillä. Yksittäisistä tuotteista tulee löytyä kyseinen merkintä. Käytettävien rakennusosien tulee olla yhteensopivia toisensa kanssa, käyttötarkoituksen mukaisia ja niiden tulee täyttää niille asetetut laatustandardit kunkin materiaalin osalta/9,s. 33/.

Hulevesiviemäriputkien asennus tulee tapahtua jäätymättömälle asennusalustalle. Asennusalustan, arinan ja alkutäytön tulee InfraRyl:ssa niille asetetut laatuvaatimukset. Kaivojen ja putkien välisten liitosten tulee olla tiiveydeltään sama kuin putkien välisten liitosten. Asennettavien putkien etäisyys muista rakenteista tulee olla taulukon 16 mukaisia. /9,s. 36–38/.

Taulukko 16. Rakenteiden vähimmäisetäisyydet toisistaan.

Rakenne	Vähimmäisetäisyys, m
kaukolämpöputki (ilman lämmöneristettä)	0,5
maakaasuputki	2,5
maakaasuputki risteämissä	0,5
sähkökaapelit (suojaputkeen)	0,2
telekaapelit (suojaputkeen)	0,2
puut	1,5

Käytettävien putkien jäyhyys- ja lujuusluokkien tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukaisia. Mikäli suunnitelma-asiakirjoissa ei ole mainintaa putkien lujuus- tai jäyhyysluokasta, käytetään InfraRyl:ssä annettuja vähimmäisvaatimuksia. /9,s. 34–35/.

Hulevesikaivojen hiekkapesän tulee olla vähintään 300 litraa ja kaivojen halkaisijan tulee olla vähintään 800 millimetriä, mikäli huoltohenkilökunnan on päästä laskeutumaan kaivoon. Kaivojen kansistoina käytetään suunnitelma-asiakirjojen mukaisia kansistoja. Liikennöidyillä alueilla käytetään kuormituskestävyydeltään 400 kN:n kansistoja ja muualla voidaan käyttää kuormituskestävyydeltään 250 kN:n kansistoja. Kansien paksuuden tulee olla sellainen, että ne pysyvät tukevasti paikoillaan. /9,s. 35/.

Valmiille hulevesiputkelle sallitaan tietyt poikkeamat suunnitelma-asiakirjoista, mikäli ne eivät haittaa rakenteen toimivuutta. Vietto- ja paineviemäreiden suurin sallittu poikkeama vaakatasossa on ± 100 millimetriä. Paineviemäreiden korkeusasema voi poiketa suunnitellusta ± 100 millimetriä/9/. Poikkeamat suunnitelma-asiakirjojen mukaisista arvoista edellyttää, että viemäriin ei jää vesipainanteita, tulevan putken vesijuoksu ei ole lähtevän putken vesijuoksun alapuolella ja pituuskallistus ei ole alle 0 promillea. /9,s. 44/.

Taulukko 17. Suunnitelmien mukaisen kaltevuuden ja korkeuden sallitut poikkeamat.

Suunnitelma-asiakirjojen mukainen kaltevuus, ‰	Kaltevuus-poikkeama kaivovälillä enintään, ‰	Korkeus-poikkeama enintään, mm
> 5	1,5	50
3...5	1,0	30
< 3	1,0	20

Valmiiden kaivojen tulee olla pystysuorassa ja poikkeama saa olla enintään 10 millimetriä metrin matkalla. Mikäli hulevesikaivo asennetaan reunatuen viereen, sallitaan sille ± 100 millimetrin poikkeama vaakatasossa, muualla sallitaan ± 200 millimetrin poikkeama. Pituussuuntainen poikkeama saa olla maksimissaan 300 millimetriä, mikäli kaivoon ei ole tiedossa liittymiä. Reunatuen viereen rakennettavan kaivon kannen kehyksen tulee olla reunatuessa kiinni. Kansistojen sallitut poikkeamat valmiista pinnasta ovat taulukon 17 mukaiset. /9,s. 44–45/.

Taulukko 18. Hulevesikaivojen kansistojen sallitut korkeuspoikkeamat

Kansistotyyppi	Sallittu poikkeama oikolaudan tasosta alaspäin, mm		
	Ajokaistalla tai muulla kulkuväylällä	Välittömästi reunatuen vieressä ajoradalla	Pysäköintialueilla tai piholla
Kelluva umpikansisto	5...10	5...15	5...20
Kelluva hulevesikaivon kansisto	5...10	5...20	5...30
Portaittain säädettävä umpikansisto, paloposti tai salku	5...15	5...20	5...30
Portaittain säädettävä hulevesikaivon kansisto	5...15	5...20	5...30

Hulevesiviemärien sijainti todetaan työnaikaisella tarkemittauksella. Rakenteita ei saa peittää ennen kuin tarkemittaukset ja johtokarttojen laatimisen vaatimat mittaukset on tehty. Viemäreiden tiiveys todennetaan painekokeella, joka suoritetaan InfraRyl:n ohjeiden mukaisesti. /9,s. 45–46/.

6 DOKUMENTOINTI LUOVUTUSKANSIOTA VARTEN

Luovutuskansioilla tarkoitetaan asiakirjakokonaisuutta, johon on koottu dokumentit rakentamisen aikaisesta laadunvarmistuksesta ja mahdollisista poikkeamista suunnitelmien osalta. Asiakirja luovutetaan tilaajalle, kun rakennusprojekti on saatettu hyväksytysti päätökseen molempien osapuolien osalta.

Helsingin kaupungilla katu- ja puistohankkeissa kyseinen luovutuskansio tehdään erikseen nimettävistä suuremmista katu- ja puistohankkeista. Näihin hankkeisiin on määritelty luovutuskansion sisältö, joka on määritelty katu- ja puisto-osaston vuoden 2010 urakkaohjelmassa.

Luovutuskansion tulee sisältää laatudokumentit niistä aiheista, jotka mainitaan sisällysluettelossa ja jotka esiintyvät kyseisessä projektissa. Lisäksi tilaaja voi vaatia laadunvarmistusta ja sen dokumentointia sellaisistakin asioista, joita ei ole mainittu sisällysluettelossa, mikäli se katsoo asian tarpeelliseksi.

Luovutuskansion sisältö koostuu kuudesta pääotsikosta, jotka ovat luovutus, suunnitelmat, raportit, laatudokumentit, tarkastukset ja pilaantuneet maat. Näiden otsikoiden alle kerätään hankkeesta kertyneet dokumentit, joiden avulla kyetään osoittamaan, että hanke on toteutettu suunnitelmien mukaisesti ja mahdolliset poikkeamat suunnitelmista on dokumentoitu.

Ensimmäisenä kohtana on luovutus, joka pitää sisällään itselleluovutusmuistion, tilaajan vastaanottopöytäkirjan, sekä palvelutoimiston ilmoituksen hankkeen valmistumisesta. Itselleluovutuksessa tuottaja käy läpi hankkeen viimeisten työvaiheiden jälkeen ja tarkastaa, että työvaiheet on suoritettu suunnitelmien mukaisesti ja ne voidaan luovuttaa tilaajalle. Tilaajalle tehtävästä luovutuksesta tehdään virallinen pöytäkirja, joka liitetään tilaajalle annettavaan luovutuskansioon.

Luovutuskansioon liitetään viimeisimmät suunnitelmat ja mahdolliset määräluettelot, joita hankkeessa on käytetty. Suunnitelmien lisäksi luovutuskansioon liitetään tarkemittausten pohjalta tehty piirustus, josta käy ilmi, kuinka rakenteet on lopulta rakennettu ja mitä materiaaleja on käytetty. Mikäli suunnitelmista on poikettu, tulee niistä tehdä poikkeamaraportit. Lisäksi mukaan

tulee laittaa mittaustiedot poikkeamista, joista ilmenee kuinka paljon suunnitelmista on poikettu.

Kohtaan laatudokumentit kootaan kaikki dokumentit, joiden avulla kyetään osoittamaan, että hanke on toteutettu suunnitelmien mukaisilla materiaaleilla ja rakenteet saavuttavat niiltä vaaditut raja-arvot. Tällaisia dokumentteja ovat esimerkiksi erilaiset kantavuusmittaukset, materiaalien koostumusten tutkimukset ja kuvaus- ja jälkimittaustiedot. Hankkeeseen liittyvien laitteiden tarkastuspöytäkirjat ja huolto-ohjeet liitetään osaksi luovutuskansiota. Samoin myös muiden mahdollisten tarkastusten pöytäkirjat liitetään mukaan. Mikäli hankkeeseen liittyy pilaantuneiden maiden käsittelyä, tulee siihen liittyvät tarkastuspöytäkirjat, poikkeamaraportit ja jälkihoitosuunnitelma liittää osaksi luovutuskansiota.

6.1 Yleistä kaavakkeiden täytöstä

Liitteinä olevat kaavakkeet on tehty koskemaan tähän työhön valittuja työvaiheita. Esitietojen lisäksi kaavakkeissa on kuhunkin työvaiheeseen liittyviä tarkastettavia kohtia. Työvaiheen osalta merkataan ne asiat, jotka kulloisellakin tarkastuskerralla on tarkastettu. Mikäli tarkastettava kohta on sallittujen toleranssien sisällä, se merkataan hyväksytyksi. Joissakin työvaiheissa tarkastuslomake voidaan täyttää loppuun vasta työn edettyä pidemmälle, tällöin merkataan vain ne asiat tarkastetuksi, jotka on ollut mahdollista silloin tarkistaa.

Hulevesiviemärin, jätevesiviemärin, kantavan kerroksen, jakavan kerroksen, nupu- ja noppakiveyksen ja reunatuen osalta voidaan valita mielekäs kokonaisuus, joka tarkastetaan kerralla. Kaivojen tarkastus tulee tehdä jokaiselle hule- sekä jätevesikaivolle.

6.1.1 Luonnonkivireunatuki

Tarkastuslomakkeen esitietoihin täytetään päivämäärä, jona tarkastus on suoritettu, millä työmaalla tarkastus on tehty, mitä osaa työmaasta tarkastus koskee ja ketkä tarkastukseen ovat osallistuneet. Näillä tiedoilla voidaan tarkastus myöhemmin kohdentaa työmaan tiettyyn vaiheeseen.

Luonnonkivi reunatukien osalta tarkastelu aloitetaan sillä, että tehty kivityö tarkistetaan silmämääräisesti. Reunatuessa ei saa olla silmin havaittavia poikkeamia. Asennustyön osalta sallitut poikkeamat ovat hyväksyttäviä, mi-

käli niillä ei ole vaikutusta rakenteen toimivuuteen. Sijaintia määritettäessä mittaus suoritetaan suorilla osuuksilla 20 metrin välein ja kaarteissa mittaus suoritetaan 4 metrin välein.

Keskikorokkeiden madallusten osalta kivennäkymässä ei sallita kuin niin, että näkymä on pienempi kuin suunnitelmissa on määritetty. Madallutuksissa käytettävät sovitepalat tulee olla samankokoiset ja tarkistusmittaus otetaan 0,5 metrin päästä taitekohdista.

6.1.2 Nupu- ja noppakiveys

Ennen tarkastuksen aloittamista täytetään liitteenä 2 olevan kaavakkeen esitiedot, joiden avulla määritetään tarkastettava alue. Kohtaan **työmaa** laitetaan sen työmaan nimi, jonka alueella tarkastus tapahtuu. Kohtaan **alue** voidaan laittaa esimerkiksi alueen nimi, paaluväli tai jotakin muita tietoja, joiden avulla voidaan tarkentaa tarkastettavan alueen sijainti. **Tarkastaja** kohtaan laitetaan niiden henkilöiden nimet, jotka ovat osallistuneet tarkistukseen.

Nupu- ja noppakiveysten tarkastus aloitetaan silmämääräisellä tarkastelulla, jossa todetaan, ettei kiveyksessä ole silminnähtäviä poikkeamia suunnitelmista. Tämän jälkeen aloitetaan tarkastusmittaukset, joissa sallitaan tietyt poikkeamat, mikäli ne eivät vaikuta rakenteen toimivuuteen, eikä ulkonäköön.

Kiveyksen korkeusasema määritetään mittamiesten tarkastusmittausten avulla. Korkeusaseman suhteen kiveykselle sallitaan mittapoikkeamaa ± 20 millimetriä. Kiveyksen tasaisuus todennetaan käyttämällä 3 metrin oikolautaan, jolloin suurin sallittu korkoero saa olla maksimissaan 4 millimetriä. Kiveysalueen rajoituessa reunatukeen tarkastetaan rakenteiden rajapinta. Kiveyksen tulee olla 5 millimetriä reunatuen reunan yläpuolella ja kiveyksen kivien sivusärmät saavat hammastaa maksimissaan 3 millimetriä.

Korokkeille, joiden leveys on alle 3 metriä, tulee kallistuksen olla 30 millimetriä metrillä ja tätä suuremmilla korokkeilla kallistuksen tulee olla 15 millimetriä metrille. Suunnitelmissa määrätystä muodosta voidaan poiketa 4 millimetriä 3 metrin matkalla.

6.1.3 *Kantava kerros*

Kantavan kerroksen tarkastuslomakkeen esitietoihin täytetään **päivämäärän** lisäksi **työmaan nimi**, jolla tarkastus suoritetaan ja **paaluväli**, jota tarkastus koskee. **Tarkastaja** kohtaan laitetaan niiden henkilöiden nimet, jotka osallistuvat tarkastukseen. Tämä lomake on tarkoitettu vain koskemaan sitomattomia kantavia kerroksia.

Kantavan kerroksen osalta mitataan rakenteen sijainti ja korkeusasema. Nämä mittaukset tehdään 20 metrin välein. Tasosijainnin osalta rakenne saa olla suunnitelmiin nähden maksimissaan 150 millimetriä leveämpi, muttei yhteen kapeampi. Tasosijainnin poikkeama saa muuttua 20 metrin matkalla maksimissaan 100 millimetriä.

Rakennekerroksen tasaisuus määritetään 3 metrin oikolaudan avulla, jolloin korokoero saa olla maksimissaan 12 millimetriä. Kaltevuuden osalta sallitaan 0,5 prosenttiyksikön poikkeama suunnitelmien mukaisesta kallistuksesta. Tarkastuslomakkeen liitteeksi laitetaan kantavuusmittausten mittaustulokset.

6.1.4 *Jakava kerros*

Kantavan kerroksen tarkastuslomakkeen esitietoihin täytetään päivämäärän lisäksi työmaan nimi, jolla tarkastus suoritetaan ja paaluväli, jota tarkastus koskee. Tarkastaja kohtaan laitetaan niiden henkilöiden nimet, jotka osallistuvat tarkastukseen.

Kantavan kerroksen osalta mitataan rakenteen sijainti ja korkeusasema. Nämä mittaukset tehdään 20 metrin välein. Tasosijainnin osalta rakenne saa olla suunnitelmiin nähden maksimissaan 150 millimetriä leveämpi, muttei yhteen kapeampi. Tasosijainnin poikkeama saa muuttua 20 metrin matkalla maksimissaan 100 millimetriä.

Rakennekerroksen tasaisuus määritetään 3 metrin oikolaudan avulla, jolloin korokoero saa olla maksimissaan 20 millimetriä. Kaltevuuden osalta sallitaan 1,0 prosenttiyksikön poikkeama suunnitelmien mukaisesta kallistuksesta. Tarkastuslomakkeen liitteeksi laitetaan kantavuusmittausten mittaustulokset.

6.1.5 Hulevesikaivot

Hulevesikaivon tarkastuslomakkeen esitietoihin laitetaan **päivämäärän, työmaan nimen** ja tarkastukseen osallistuvien **henkilöiden nimien** lisäksi tarkastettavan kaivon suunnitelmien mukainen **numero**.

Kaivon osalta tarkastetaan sen sijainti vaakatasossa sekä sen pystysuoruus. Vaakatasossa sivuttaispoikkeama saa olla maksimissaan 200 millimetriä mutta mikäli kansisto tulee olemaa reunatuen vieressä, sallitaan sivuttaispoikkeamaa maksimissaan 100 millimetriä. Linjan suuntaista poikkeamaa sallitaan 300 millimetriä, mikäli kaivoon ei ole tiedossa liittymiä.

Mikäli hulevesikaivo on reunatuen vieressä, tulee kaivon kansiston kehyksen olla reunatuessa kiinni. Asfaltoiduilla alueilla käytetään kelluvaa kansistoa, jonka korkeusasema saa maksimissaan jäädä valmiista pinnasta alaspäin maksimissaan 30 millimetriä riippuen alueesta, jolla kaivo sijaitsee. Kaivon kansisto asennetaan 5-30 millimetriä alle valmiinpinnan riippuen kaivon asennuspaikasta ja kansiston mallista.

6.1.6 Hulevesiviemäri

Hulevesiviemäriin tarkistuskorttiin merkitään **päivämäärän, työmaan nimen** ja tarkastukseen osallistuvien **henkilöiden nimien** lisäksi **paaluväli**, jolla tarkastus suoritetaan.

Viettoviemäreissä pituuskaltevuudelle sallitaan tietyt poikkeamat mutta silti viemäriin kaltevuuden on oltava kaikilta osin suurempi kuin nolla. Vaakatasossa viemäriputken sijainnille sallitaan 100 millimetrin poikkeama suunnitelmien mukaisesta sijainnista. Hulevesiviemäriin korkeusasemalle sallitut poikkeamat riippuvat suunnitelmien mukaisesta kaltevuudesta.

6.1.7 Jätevesikaivot

Hulevesikaivon tarkastuslomakkeen esitietoihin laitetaan **päivämäärän, työmaan nimen** ja tarkastukseen osallistuvien **henkilöiden nimien** lisäksi tarkastettavan kaivon suunnitelmien mukainen **numero**.

Kaivon osalta tarkastetaan sen sijainti vaakatasossa, sekä sen pystysuoruus. Vaakatasossa sivuttaispoikkeama saa olla maksimissaan 200 millimetriä mutta mikäli kansisto tulee olemaa reunatuen vieressä, sallitaan sivuttaispoikkeamaa maksimissaan 100 millimetriä. Linjan suuntaista poik-

keamaa sallitaan 300 millimetriä, mikäli kaivoon ei ole tiedossa liittymiä. Hu-
levesikaivojen kansistot asennetaan 5-30 millimetriä alle valmiinpinnan, riip-
puen asennettavan kansiston paikasta ja mallista.

6.1.8 Jätevesiviemäri

Jätevesiviemäriin tarkistuskorttiin merkitään **päivämäärän, työmaan nimen**
ja tarkastukseen osallistuvien **henkilöiden nimien** lisäksi **paaluväli**, jolla
tarkastus suoritetaan.

Viettoviemäreissä pituuskaltevuudelle sallitaan tietyt poikkeamat, mutta silti
viemäriin kaltevuuden on oltava kaikilta osin suurempi kuin nolla. Vaaka-
tasossa viemäriputken sijainnille sallitaan 100 millimetrin poikkeama suunni-
telmien mukaisesta sijainnista ja sivupoikkeama suhteessa suoraan linjaa
saa olla maksimissaan yksi kolmasosasosa mitatusta matkasta.

7 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli käydä pääpiirteittäin rakentamisprojektin tuotannon aloittamisen edellytykset ja samalla luoda valittuihin työvaiheisiin työkaluja, joiden avulla voitaisiin hallinnoida laadunvarmistusta.

Työn aloittamisen edellytykset tulevat laeista, asetuksista ja sopimusosapuolten välisistä sopimuksista. Ne määrittelevät tietyt vaatimukset, jotka urakoitsijan tulee täyttää enne kuin se voi aloittaa työn. Näiden vaatimusten avulla pyritään siihen, että urakoitsijalla on riittävät edellytykset työn aloittamiselle.


Aloitettun työn laadunvarmistuksen dokumentointi tulee jatkuvasti olemaan yhä tärkeämmässä osassa, kun Helsingin kaupungin organisaatio muuttuu kohti tilaaja-tuottaja-mallia. Tämän kehityssuunnan johdosta tässä työssä on luotu tarkistuslomakkeita, joiden avulla kyetään osoittamaan, että työsuoritusta on valvottu ja se on suunnitelmien mukaisesti toteutettu. Tarkastuslomakkeet on tehty sellaisia työvaiheita varten, jotka useimmin esiintyvät kadunrakentamishankkeissa. Lomakkeisiin on kerätty kunkin työvaiheen InfraRyl:n mukaiset laatuvaatimukset niin, että eri tilanteiden suurimmat sallitut poikkeamat on eroteltu toisistaan eri vaihtoehdoiksi.

Tämän työn sisältämien kaavakkeiden on tarkoitus olla osa STARAn kehittyvää toimintajärjestelmää. Tulevaisuudessa on tarkoitus luoda lisää tarkastuslomakkeita sellaisista työvaiheista, joista tarkastuslomakkeita ei vielä ole olemassa.

VIITELUETTELO

- [1] Junnonen Juha-Matti, Kankainen Jouko, Rakennuttaminen, 2001, Tampere: Rakennustieto Oy
- [2] Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2006 Osa 1 Väylät ja alueet, 2006, Hämeenlinna: Rakennustietosäätiö
- [3] Pelin Risto, 2004, Projektinhallinnan käsikirja, Jyväskylä: Projektinjohtaminen Oy Risto Pelin
- [4] Laadun varmennuksen dokumentointi ja tilaajalle luovutus, Power Point –esitys, 22.9.2009, Eila Hägg
- [5] Projekti, verkkodokumentti, Wikipedia, <http://fi.wikipedia.org/wiki/Projekti>, luettu 8.12.2010
- [6] Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu, Jussi Markkanen, Vakuutusosakeyhtiö Pohjola
- [7] Asfalttinormit 2008, 2007, Päällystealan neuvottelukunta PANK ry, Edita Oy
- [8] Betoniputkinormit 2001, 2001, Suomen rakennusmedia Oy
- [9] Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2006 Osa 2 Järjestelmät ja rakennustekniset rakennusosat, 2007, Hämeenlinna: Rakennustietosäätiö
- [10] Katujen ja puistojen rakentaminen 2010 urakkaohjelma, Helsingin kaupungin rakennusviraston katu- ja puisto-osaston ja Helsingin kaupungin rakentamispalvelun Staran välisen urakan urakkaohjelma vuodelle 2010
- [11] Rakennusviraston katu- ja puisto-osaston ja rakentamispalvelun kaupunkitekniikan välinen rakentamisen palvelusopimus vuodeksi 2010
- [12] Kaivutöiden ja tilapäisten liikennejärjestelyt pääkaupunkiseudulla, Helsingin kaupungin rakennusvirasto, 7.3.2008
- [13] Ilmoitus pilaantuneen maaperän puhdistamisesta, verkkodokumentti, Valtion ympäristöhallinto, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1440&lan=fi>, luettu 8.12.2010
- [14] Prosessi, verkkodokumentti, Wikipedia, <http://fi.wikipedia.org/wiki/Prosessi>, Luettu 8.12.2010

Liite 9. Esimerkki CE-merkinnästä, sitomattomat kiviainekset tierakenteessa

		<u>Mitä merkintä tarkoittaa?</u>
Kiviaines Oy, Louhostie 5, 44444 KIVI 05		<i>Kiviaineksen valmistaja Vuosi, jolloin CE-merkintä kiinnitetty</i>
EN 13242, Tie- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset Kauppanimi: SoraM 0/45, Hervanta Murskattu sora		<i>Noudatettava standardi</i>
Rakoko	0/45	<i>Raekoon ylä- ja alaraja</i>
Rakeisuus	G _A 80	<i>Rakeisuusluokka, ylärajan läpäisypro-</i> <i>sentin raja-arvo</i>
	90 mm	100
	63 mm	100
	45 mm	89
	32 mm	65
	12 mm	42
	6 mm	32
	2 mm	16
	0,063 mm	4
		<i>Tyyppirakeisuus</i>
Raemuoto	FI ₃₅	<i>Litteysluvun luokka, maksimiarvo 35</i>
Kiintotiheys	2,65...2,70 Mg/m ³	<i>Kiintotiheyden vaihteluväli</i>
Vedenimeytyminen	WA ₂₄ < 0,5 % WA _{cm} < 0,6 %	<i>Vedenimeytymisen ilmoitettu arvo WA_{cm} on tehty laitteesta 32/45</i>
Puhtaus		
Hienoaineksen määrä	f ₇	<i>Hienoaineksen enimmäismäärä 7 %</i>
Hienoaineksen laatu	NPD	<i>Hienoaineksen laatua ei ole määritetty</i>
Murtopintaisten rakeiden osuus	C _{50/30}	<i>Kokonaan pyöristyneiden rakeiden osuus < 30 % ja Murtopintaisten ra- keiden osuus 10...50 %</i>
Iskunkestävyys	LA ₃₀	<i>Los Angeles testin luokka, tuloksen maksimiarvo 30</i>
Karkean kiviaineksen kulutuskes- tävyys	NPD	<i>Ominaisuutta ei ole määritetty eikä vaadittu</i>
Koostumus		
Happoliukoiset sulfaatit	NPD	<i>Ominaisuutta ei ole määritetty</i>
Kokonaisriikki	NPD	<i>Ominaisuutta ei ole määritetty</i>
Humuspitoisuus	Hyväksytty	<i>Ei haitallista humusta</i>
Jäädytys-sulatuskestävyys	Hyväksytty, WA ₂₄ < 1%	<i>Koska vedenimeytyminen < 1 %, tuote on jäädytys-sulatuskestävää</i>

21200
21210.4**Ohje**

Tarvittaessa massat kuljetetaan levitelyn päälysrakenteen päältä ja kiviaines kaadetaan jo levitetylle osalle, mistä se siirretään alusrakenteen päälle.

Jakava kerros tiivistetään käyttäen tarkoitukseen soveltuva tiivistyskalustoa, *taulukko 18110:T2 (luku 18110)*.

Ohje

Liikaa jyrästä vältetään, jotteivät kerrokset löyhy.

Viitteet

- *18110 Maapenkereet, InfraRYL*.

Työn aikana seurataan, että käytettävät materiaalit eivät pääse lajittumaan niiden varastoinnin, kuljettamisen, levittämisen tai muun käsittelyn yhteydessä. Työmenetelmät valitaan siten, että materiaalin hienoainepitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisäännä.

Jos päälysrakennekerroksia rakennetaan lämpötilan ollessa nollan alapuolella, päälysrakennemateriaali tiivistetään välittömästi levittämisen yhteydessä ennen materiaalin jäätymistä.

Ohje

Talviaikaan rakennettaessa on huolehdittava, että mahdollisimman pieni alue rakenteilla olevasta maarakenteesta on kerrallaan alltiina pakkasen vaikutukselle ja että tiivistettävät materiaalit ovat mahdollisimman kuivia.

Tiivistettäviin materiaaleihin ei ole sekoittuneena lunta, jäätä tai jäätynyttä maata.

Ohje

Tiiviyv tutkitaan alusrakenteen ja päälysrakenteen sulamisen jälkeen.

21210.4 Valmis jakava kerros**Vaatimukset**

Jakava kerros on suunnitelma-asiakirjoissa osoitetujen mittojen ja *taulukon 21210:T5* tarkkuusvaatimuksien mukainen. Valmiin jakavan kerroksen tasot ja leveys varmistetaan 20 m:n välein.

Taulukko 21210:T5. Jakavan kerroksen sallitut poikkeamat.

Ominaisuus	Sallittu poikkeama
Rakenteen yläpinnan tasosijainti	
<ul style="list-style-type: none"> • poikkeama vaakasuunnassa • em. poikkeaman muutos 20 m:n matkalla 	- 0 / + 150 mm 100 mm
Rakenteen yläpinnan korkeustaso	
<ul style="list-style-type: none"> • yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan¹⁾ • yksittäisen poikkeaman muutos 20 m:n matkalla keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan 	± 30 mm 30 mm ± 15 mm
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama	± 1,0 %-yksikköä
Tasaisuus 3 m:n oikolaudalla mitattuna	20 mm

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

Kantavuus on suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Kantavuus varmistetaan jakavan kerroksen päältä tai, jos mittausta jakavan kerroksen päältä ei voida tehdä sulan maan aikana, kantavan kerroksen päältä. Kantavuus mitataan satunnaisesti keskimäärin 100 m:n välein kullakin ajoradalla levykuormituslaitteella tai pudotuspainolaitteella.

Ohje

Yksittäisen jakavan kerroksen kantavuustuloksen suositusarvo on 100 MN/m². Jos mitattu kantavuus on suositusta pienempi, tarkistetaan johtuuko huono kantavuus esimerkiksi huonosta tiiviytyksestä, virheellisestä materiaalista, liian ohuista rakennekerroksista, virheellisestä mitoituksista tai mitoituksen lähtötiedoista. Selvityksen perusteella päätetään korjaustoimenpiteistä.

Rakentamisen aikainen kantavuus on suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Rakentamisen aikana raskas liikenne kuormittaa jakavaa kerrosta.

Kantavuusvaatimusten mukaan mitoitettujen normaali-päälysrakenteiden katuluokittain esitetään *taulukoissa Liite:T3...Liite:T14, liitteissä 01...07*.

Viitteet

- *Liitteet 01...07, InfraRYL*.

Jakavan kerroksen tiivistystyön laatu varmistetaan työkohtaisesti sovitavalla tavalla tai jollakin seuraavan ohjeen tavoista. Tiivistystyön laatu täyttää valitun menetelmän vaatimukset.

Ohje

Menetelmä 1: Kerroksen kuivatiheys mitataan kalibroidulla säteilymittauslaitteella ja lasketaan mittaustuloksen ja kuivatiheyden enimmäisarvon suhde eli tiiviyssaste. Tiiviyssasteen tulee olla keskimäärin vähintään 95 % ja yksittäisen arvon vähintään 90 %. Kuivatiheyden enimmäisarvo määritetään koeliivisytyksellä tai laboratoriossa käyttäen parannettua Proctor- tai tärypöytämenetelmää.

Menetelmä 2: Jos jakavan murskeen enimmäisraekoko on ≤ 125 mm tai materiaali on luonnonsoraa, voidaan tiivistystyön laatu varmistaa mittaamalla pudotuspaino- tai levykuormituslaitteella tiiviyssuhde E_2/E_1 , joka on toisesta kuormituksesta lasketun kantavuusarvon suhde ensimmäisestä kuormituksesta laskettuun kantavuusarvoon. Levykuormituslaitteella mitatun tiiviyssuhteen vaatimukset esitetään *taulukossa 21210:T6* ja pudotuspainolaitteella mitatun *taulukossa 21210:T7*.

Menetelmä 3: Jos jakavan murskeen tai luonnonsoran enimmäisraekoko on ≤ 80 mm ja kerrospaksuus alle 300 mm, voidaan tiiviyv-

21200

21210.5

suhde mitata myös kevyellä pudotuspainolaitteella. Tulos saa olla korkeintaan 1,1-kertainen verrattuna koetiivistyksessä määritettyyn tiiviyssuhteen tavoitearvoon.

Menetelmä 4: Käytetään *taulukon 18110:T3 (luku 18110)* vaatimukset täyttävää jyrää ja jatkuvasti mittaavaa ja dokumentoivaa jyrämittaria. Osoitetaan, että tiivistystä on jatkettu niin kauan, että jyrämittarin arvot eivät ole enää parantuneet ja että kahdesta huonommat jyrämittarin arvot antaneesta kohdasta mitatut tiiviyssuhteet täyttävät vaatimukset.

Menetelmä 5: Jos jakavan murskeen enimmäisraekoko on suurempi kuin 125 mm, voidaan tiiviyks varmistaa mittaamalla tiivistettävän kerroksen pinnan korkeustason alenemista esimerkiksi vaaitsemalla tai takymetrillä. Tällöin valitaan vähintään 2 poikkileikkausta, joihin merkitään esimerkiksi maalimerkki vähintään 10:een kohtaan. Pisteiden korkeustasot mitataan 0, 2, 4, 6, 8 jne. jyrän ylityskerran jälkeen. Kun kahden viimeisen ylityskerran painumat ovat alle 10 mm, tiivistystaso on riittävä.

Menetelmä 6: Osoitetaan muulla tavalla, että jyräys on tehty *taulukon 18110:T3 (luku 18110)* jyräysohjeen mukaisella laitteistolla ja tiivistystyömäärällä. Jyräysohjeen mukaista tiivistystyömäärää voidaan tarkistaa koejyräyksen tai työnaikaisten mittaustulosten perusteella.

Viitteet

- 18110 Maapenkereet, InfraRYL.

Taulukko 21210:T6. Levykuormituslaitteella jakavan kerroksen pinnalta mitatun tiiviyssuhteen vaatimukset.

Kantavuus, MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 125	≤ 2,2
125...134	≤ 2,3
135...144	≤ 2,4
145...154	≤ 2,5
155...164	≤ 2,6
165...174	≤ 2,7
175...184	≤ 2,8
≥ 185	≤ 2,9

¹⁾ Parannetun Proctor-kokeen ja kevyen pudotuspainolaitteen kokeen ohjeellinen vastaavuus esitetään *taulukossa 18110:T5 (luku 18110)*.

Taulukko 21210:T7. Pudotuspainolaitteella jakavan kerroksen pinnalta mitatun tiiviyssuhteen vaatimukset. ¹⁾

Kantavuus, MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 125	≤ 1,9
125...134	≤ 2,0
135...144	≤ 2,1
145...154	≤ 2,2
155...164	≤ 2,3
165...174	≤ 2,4
175...184	≤ 2,5
≥ 185	≤ 2,6

Jos mittavälillä on johtokaivantoja, joka toinen mittaus tehdään johtokaivannon päältä.

Ohje

Työtapatarkkailun yhteydessäkin on käytettävien työmenetelmien soveltuvuudesta paikallisiin olosuhteisiin aina varmistuttava mittauksin sekä työtä aloitettaessa että silloin, kun rakentamisessa käytettävän materiaalin laatu tai kosteusilma taikka rakentamisolosuhteet muuttuvat.

21210.5 Jakavan kerroksen kelpoisuuden osoittaminen

Vaatimukset

Valmiin kerroksen tasot ja leveys tarkistetaan 20 m:n välein.

Kantavuusmittaukset tehdään keskimäärin 100 m:n välein kullakin ajoradalla.

Jos tiivistystyön laatu varmistetaan menetelmällä 1 (tiiviyssuhde), mittaukset tehdään 150 m:n välein. Käytettäessä menetelmää 2 (tiiviyssuhde) mittaukset tehdään 100 m:n välein. Mittaukset tehdään kullakin ajokaistalta ja yli 1,5 m:n pientareelta.

Katselmuspöytäkirjat, laadunvalvontaraportit ja suorituspöytäkirjat kootaan työmaalla aina ajan tasalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan.

Ohje

Jos työsuorituksesta ei vaadita suorituspöytäkirjoja, työn hyväksyminen on joka tapauksessa kirjattava tarkastusasiakirjaan.

21210.6 Jakavan kerroksen tekemisen ympäristövaikutukset

Vaatimukset

Täryjyrien tai muiden maan värähtelyjä aiheuttavien koneiden vaikutus otetaan huomioon työ- ja laaduntarkkailusuunnitelmissa.

STARA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST

Luonnonkivi reunatuki Tarkastuskortti

Päivämäärä	
-------------------	--

Työmaa	
---------------	--

Paaluväli	
------------------	--

Tarkastaja	
-------------------	--

Luonnonkivi reunatuki

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------|
| <input type="checkbox"/> | Poikkeama vaakasuunnassa | <input type="checkbox"/> | ± 50 mm |
| <input type="checkbox"/> | Poikkeama pystysuunnassa | <input type="checkbox"/> | ± 20 mm |
| <input type="checkbox"/> | Kiven näkymä ajoradan vieressä | <input type="checkbox"/> | 120 mm |

Madallutukset

- | | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> | Sovitepalat | <input type="checkbox"/> | Samankokoiset |
| <input type="checkbox"/> | Kiven näkymä ajoluiskissa | <input type="checkbox"/> | 30 mm |

Kiven näkymä suojateiden kohdalla

- | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Jalankulkutien etureuna | <input type="checkbox"/> | 0 /-10 mm |
| <input type="checkbox"/> | Pyörätien etureuna | <input type="checkbox"/> | 0 /-10 mm |
| <input type="checkbox"/> | Yhdistetty jalankulku- ja pyörätie | <input type="checkbox"/> | 0 /-10 mm |

Allekirjoitus	
----------------------	--

STARA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST

Nupu- ja noppakiveys Tarkastuskortti

Päivämäärä		Työmaa	
Alue / Paaluväli		Tarkastaja	

Nupu- ja noppakiveys

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | Kiveyksen pinta | <input type="checkbox"/> | Puhdas |
| <input type="checkbox"/> | Kiveyksen pinta | <input type="checkbox"/> | Kivet ehjiä |
| <input type="checkbox"/> | Korkeusasema | <input type="checkbox"/> | ± 20 mm |
| <input type="checkbox"/> | Tasaisuus (3 m:n oikolauta) | <input type="checkbox"/> | 4 mm |

Reunatuenn vieressä

- | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | Kiveyksen taso reunatuen suhteen | <input type="checkbox"/> | + 5 mm |
| <input type="checkbox"/> | Sivusärmien hammastus | <input type="checkbox"/> | Enintään 3 mm |
| <input type="checkbox"/> | Reunatuen ja kiveyksen sauma | <input type="checkbox"/> | Enintään 10 mm |

Kallistukset korokkeella

- | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | Korokkeen leveys < 3 m | <input type="checkbox"/> | 30 mm / 1 m |
| <input type="checkbox"/> | Korokkeen leveys > 3 m | <input type="checkbox"/> | 15 mm / 1 m |

Allekirjoitus

STARA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST

Kantava kerros
Tarkastuskortti

Päivämäärä		Työmaa	
Paaluväli		Tarkastaja	

Kantava kerros

Rakenteen yläpinnan tasosijainti

- | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | Poikkema vaakasuunnassa | <input type="checkbox"/> | -0 /+ 150 mm |
| <input type="checkbox"/> | Poikkeaman muutos 20 m matkalla | <input type="checkbox"/> | 100 mm |

Rakenteen yläpinnan korkeustaso

- | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | yksittäinen poikkema | <input type="checkbox"/> | ± 20 mm |
| <input type="checkbox"/> | Poikkeaman muutos 20 m matkalla | <input type="checkbox"/> | 20 mm |
| <input type="checkbox"/> | Keskiarvon poikkeama | <input type="checkbox"/> | ± 10 mm |
| <input type="checkbox"/> | Kaltevuuden poikkeama | <input type="checkbox"/> | ± 0,5 %-yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Tasaisuus oikolaudalla mitattuna | <input type="checkbox"/> | 12 mm |

- Kantavuusmittauksen tulokset liitteenä

Allekirjoitus

STARA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST

Jakava kerros
Tarkastuskortti

Päivämäärä		Työmaa	
Paaluväli		Tarkastaja	

Jakava kerros

Rakenteen yläpinnan tasosijainti

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | Poikkema vaakasuunnassa | <input type="checkbox"/> | -0 /+ 150 mm |
| <input type="checkbox"/> | Poikkeman muutos 20 m matkalla | <input type="checkbox"/> | 100 mm |

Rakenteen yläpinnan korkeustaso

- | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Yksittäinen poikkema | <input type="checkbox"/> | ± 30 mm |
| <input type="checkbox"/> | Poikkeman muutos 20 m matkalla | <input type="checkbox"/> | 30 mm |
| <input type="checkbox"/> | Keskiarvo poikkeama | <input type="checkbox"/> | ± 15 mm |
| <input type="checkbox"/> | Kaltevuuden poikkeama | <input type="checkbox"/> | ± 1,0 %-yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Tasaisuus oikolaudalla mitattuna | <input type="checkbox"/> | 20 mm |

- Kantavuusmittauksen tulokset liitteenä

Allekirjoitus

STARA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST

Hulevesikaivot Tarkastuskortti

Päivämäärä	
------------	--

Työmaa	
--------	--

Kaivon numero	
---------------	--

Tarkastaja	
------------	--

Hulevesikaivo

- | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Pystysuoruus | <input type="checkbox"/> | Enintään 10 mm / 1 m |
| <input type="checkbox"/> | Vaakapoikkeama | <input type="checkbox"/> | Enintään 200 mm |
| <input type="checkbox"/> | Pituuspoikkeama | <input type="checkbox"/> | Enintään 300 mm |
| <input type="checkbox"/> | Kansiston kehys | <input type="checkbox"/> | Reunatuessa kiinni |

Kansisto

- | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Kelluvan kansiston korko | <input type="checkbox"/> | Ajokaistalla 5-10 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Reunatuen vieressä 5-15 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Pysäköintialueella 5-20 mm |
| <input type="checkbox"/> | Portaittain säädettävä kansisto | <input type="checkbox"/> | Ajokaistalla 5-15 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Reunatuen vieressä 5-20 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Pysäköintialueella 5-30 mm |

Allekirjoitus	
---------------	--

STARA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST

Hulevesiviemäri
Tarkastuskortti

Päivämäärä

Työmaa

Paaluväli

Tarkastaja

Hulevesiviemäri

Pituuskaltevuus

- | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus > 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | 1,5 ‰ -yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus 3 - 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | 1 ‰ -yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus < 3 ‰ | <input type="checkbox"/> | 1 ‰ -yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Pituuskaltevuus | <input type="checkbox"/> | > 0 ‰ |

Sijainti

- | | | | |
|--------------------------|----------------|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | Vaakapoikkeama | <input type="checkbox"/> | ± 100 mm |
|--------------------------|----------------|--------------------------|----------|

Korkeus

- | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus > 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | Enintään 50 mm |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus 3 - 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | Enintään 30 mm |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus < 3 ‰ | <input type="checkbox"/> | Enintään 20 mm |

Allekirjoitus

STARA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST

Jätevesikaivo Tarkastuskortti

Päivämäärä		Työmaa	
Kaivon numero		Tarkastaja	

Jätevesikaivo

- | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Pystysuoruus | <input type="checkbox"/> | Enintään 10 mm / 1 m |
| <input type="checkbox"/> | Vaakapoikkeama | <input type="checkbox"/> | Enintään 100 mm |
| <input type="checkbox"/> | Pituuspoikkeama | <input type="checkbox"/> | Enintään 300 mm |

Kansiston korko valmiista pinnasta alaspäin

- | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Kelluvan kansiston korko | <input type="checkbox"/> | Ajokaistalla 5-10 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Reunatuen vieressä 5-15 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Pysäköintialueella 5-20 mm |
| <input type="checkbox"/> | Portaittain säädettävä kansisto | <input type="checkbox"/> | Ajokaistalla 5-15 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Reunatuen vieressä 5-20 mm |
| | | <input type="checkbox"/> | Pysäköintialueella 5-30 mm |

Allekirjoitus

STARAHELSINGIN KAUPUNGIN RAKENTAMISPALVELU
HELSINGFORS STADS BYGGTJÄNST**Jätevesiviemäri
Tarkastuskortti**

Päivämäärä

Työmaa

Paaluväli

Tarkastaja

Jätevesiviemäri**Pituuskaltevuus**

- | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus > 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | ± 1,5 ‰ -yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus 3 - 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | ± 1 ‰ -yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus < 3 ‰ | <input type="checkbox"/> | ± 1 ‰ -yksikköä |
| <input type="checkbox"/> | Pituuskaltevuus | <input type="checkbox"/> | > 0 ‰ |

Sijainti

- | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Vaaka poikkeama | <input type="checkbox"/> | ± 100 mm |
| <input type="checkbox"/> | Sivupoikkeama | <input type="checkbox"/> | 1/300 mittausmatkasta |

Korkeus

- | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus > 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | Enintään 50 mm |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus 3 - 5 ‰ | <input type="checkbox"/> | Enintään 30 mm |
| <input type="checkbox"/> | Suunniteltu kaltevuus < 3 ‰ | <input type="checkbox"/> | Enintään 20 mm |

Allekirjoitus