

Mikko Heittokangas

**MAANVASTAISEN BETONILATTIAN LAATUSELOSTEEN LAATI-  
MINEN**

# **MAANVASTAISEN BETONILATTIAN LAATUSELOSTEEN LAATI- MINEN**

Mikko Heittokangas  
Opinnäytetyö  
Syksy 2019  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, tuotantotekniikan moduuli

---

Tekijä: Mikko Heittokangas  
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Maanvastaisen betonilattian laatuselosteen laatiminen  
Opinnäytetyön nimi englanniksi:  
Työn ohjaaja: Lehtori Martti Hekkanen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2019  
Sivumäärä: 26 + 20 liitettä

---

Palveluprosessissa laadun tuottaminen koetaan haasteelliseksi, ja asiakkaat kertovatkin usein kokevansa tuotteen laadun huonoksi. Rakennusala ei ole poikkeus vaan pikemmin yksi yleisimmistä negatiivisen kokemuksen aiheuttajista. Aihe on noussut esiin etenkin viime aikoina, kun useissa rakennuksissa on havaittu sisäilmaongelmia. Usein syynä on ollut maanvastainen betonilaatta. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia laatuseloste, jonka avulla pystytään toteuttamaan laadukas maanvastainen betonilattia.

Opinnäytetyössä käsiteltiin ensin käsitettä laatu sekä laatujohtamista. Lisäksi perehdyttiin siihen, miten laatu koetaan ja mistä se koostuu. Työssä pohdittiin myös, millainen on virheellinen laatu ja miten laatua voisi parantaa. Laatukäsitteen jälkeen tarkasteltiin laadukasta maanvastaisen betonilattian toteutusta laatimalla laatuseloste, jonka avulla rakennushankkeen osapuolet voivat tavoitella yhteistyössä laadukasta lopputulosta.

Opinnäytetyössä todettiin, että maanvastaisen betonilattian valmistaminen on yksinkertaista mutta sen toteuttaminen laadukkaasti on haasteellista. Tämänkään lattiatyyppin toteuttaminen laadukkaasti ei kuitenkaan ole mahdotonta, kun vain pidetään huoli siitä, että käytetyt materiaalit ja laadunvarmistustoimet ovat oikeat sekä riittävät.

Opinnäytetyössä laadittu laatuseloste on kohdennettu rakennusprojektin kaikille osallisille. Siinä on käsitelty laadukkaaseen lopputulokseen tarvittavat materiaalit raja-arvoineen sekä välttämättömät laadunvarmistustoimet. Otan laatuselosteen käyttöön seuraavassa mahdollisessa projektissa.

---

Asiasanat: laatu, laadunhallinta, laatuvirhe, kokonaisvastuurakentaminen

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, Production Engineering

---

Author: Mikko Heittokangas  
Title of thesis: Quality Specification of Ground Concrete Floors  
Supervisor: Senior Lecturer Martti Hekkanen  
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2019  
Pages: 26 + 20 appendices

---

In the service process the production of quality is regarded as challenging and the customers indeed often tell that they regard the quality of the product as bad. The building trade is not an exception but sooner one of the most general ones causing negative experiences. The subject has arisen especially lately when indoor air problems have been perceived in several buildings. Often the reason has been a ground floor concrete slab. The objective of this thesis was to draw up quality specifications with the help of which it is possible to carry out a high-quality ground concrete floor.

First the concepts quality and quality management were dealt with in the thesis work. Furthermore, how quality is experienced and what it is composed of were studied. Also, what faulty quality is like and how quality could be improved were considered in the work. After studying the concept of quality, a high-quality realisation of a ground concrete floor was examined by drawing up the quality specifications with the help of which the parties of the building project can reach for a high-quality result in their cooperation.

In this thesis, it was noted that the making of the ground concrete floor is simple, but it is challenging to carry it out well. However, producing this floor type well is not impossible when keeping in mind that the used materials and quality assurance are correct and sufficient.

The quality specifications that has been drawn up in this thesis is focused on a ground concrete floor. In it, the materials required for a high-quality result with their limit values and the necessary quality assurance have been handled. The quality specification is brought into use in the following possible project.

---

Keywords: quality, quality management, quality mistake

## ALKULAUSE

Haluan kiittää perhettäni tuesta sekä avusta. He ovat mahdollistaneet tämän työn. Eteenkin vaimolleni Tiinalle kuuluu suurin kiitos ja syvin mahdollinen kunnioitus. Hän on hoitanut kaikki arkielämän työt ja askareet minun aherttaessa tämän työn parissa. Lisäksi kiitos kuuluu lapsilleni. He ovat jaksaneet hienosti odottaa työn valmistumista. Olen heistä ylpeä.

Kiitos kuuluu myös ohjaavalle opettajalle Martti Hekkaselle. Martti on ohjannut ajattelemaan laatua siten, että olen saanut siihen aivan uuden näkökulman. Martin avulla olen saanut tutustua maanvastaisen lattian haasteisiin ja tulevaisuudessa saan onnekseni olla jakamassa tätä oppia toisillekin.

Kiitän kaikkia tähän työhön osallistuneita. Tämäkin projekti vaati onnistuakseen paljon eri osapuolten välistä yhteistyötä.

Haapajärvellä 12.9.2019

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke at the end.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 RAKENNUSURAKAN VAIHEET	8
2.1 Urakkasopimuksen syntyminen	9
2.2 Sopimusasiakirjat	12
2.3 KVR-urakka	13
3 NÄKEMYS RAKENTAMISEN LAADUSTA	15
4 LAATUJOHTAMINEN RAKENTAMISESSA	18
4.1 Laadun näkökulmat	18
4.2 Laatuvirheen määritelmä	19
4.3 Laatuvirheiden syyt rakennustyömaalla	19
4.4 Laatuvirheiden estäminen	20
5 LAATUSELOSTEEN RAKENNE JA SOVELTAMINEN	22
5.1 Laatuselosteen rakenne	22
5.2 Laatuselosteen soveltaminen	23
5.3 Laadunvarmistus kustannukset	23
6 POHDINTA	24
LÄHTEET	26
Liite 1 Laatuseloste	

# 1 JOHDANTO

Teollisesti tuotettujen tuotteiden laatu on nykyään erittäin hyvä. Kun tuote valmistetaan optimi olosuhteissa, ilman ylimääräisiä muuttuvien tekijöiden vaikutusta, saadaan aikaiseksi kokonaismalliltaan laadukas tuote.

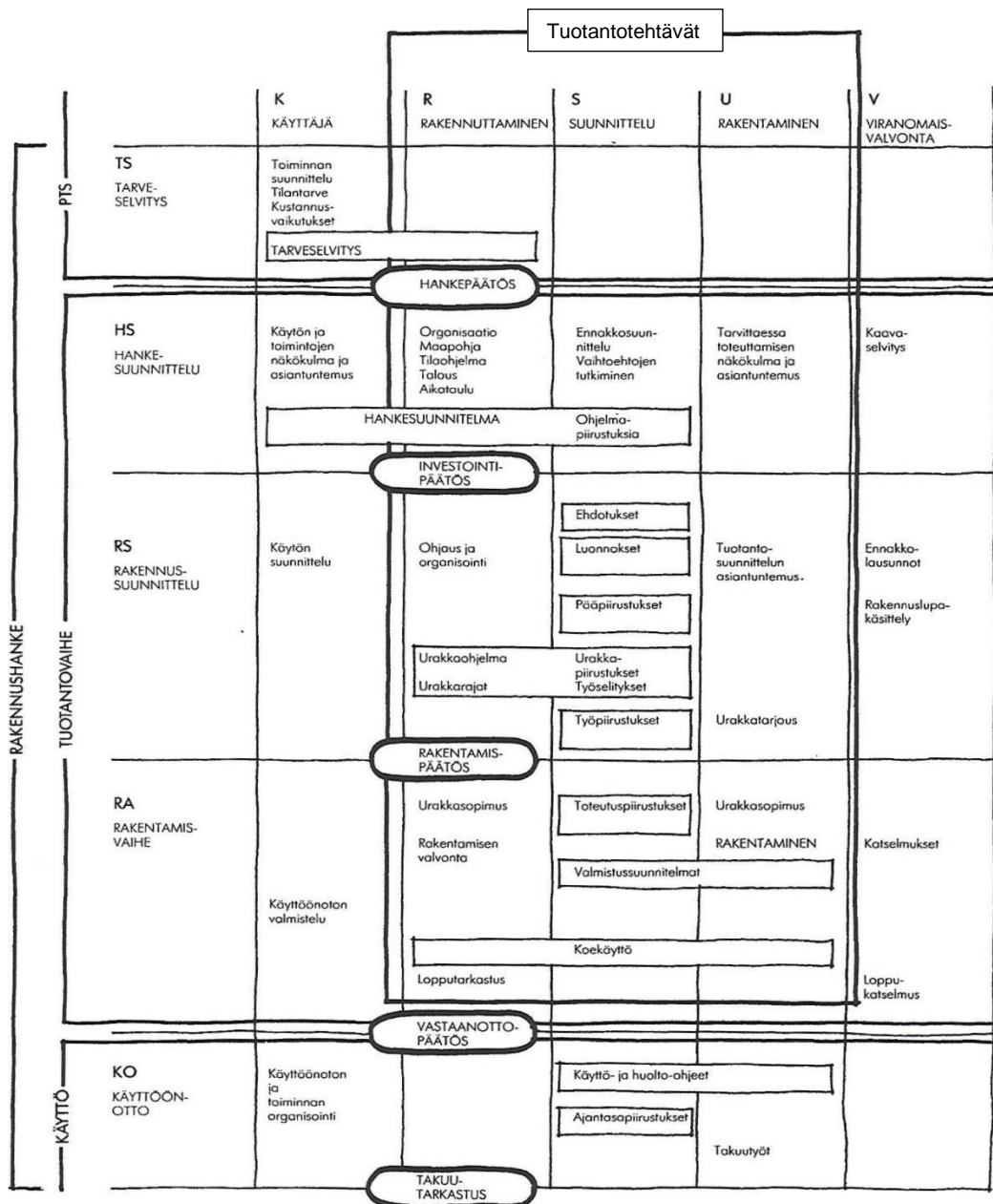
Ongelmia tulee silloin, kun tuotteen valmistuksessa on mukana useampia osapuolia. Käytännössä rakennusalalla tarvikkeista ja työstä vastaa useampi taho ja niiden yhdistäminen koetaan haasteelliseksi. Lupauksia ei pidetä, aikataulut venyvät ja tuotteet eivät ole sellaisia kuin on sovittu. Mahdollisia ongelmakohtia palvelutuotannossa on lukuisia. Tällä opinnäytetyöllä halutaan kehittää erään osakokonaisuuden laadullista johtamista ja toteuttamista.

Opinnäytetyön toisena tavoitteena on kehittää ja testata maanvastaisen betonilattian laatuselostetta. Laatuseloste käsittelee laadun johtamista ja varmistamista suunnitteluvaiheesta aina valmiin tuotteen luovutukseen asti.

Opinnäytetyössä tarkastelun kohteena on KVR-urakkana toteutetun teollisuushallin lattia. Pää tarkoituksena on selvittää, miten toteutetaan laadukas maanvastainen betonilattia.

## 2 RAKENNUSURAKAN VAIHEET

Rakennusurakka on hankkeena monimutkainen prosessi, joka koostuu usean eri toimijan välisestä yhteistoiminnasta. Rakennushanke voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin: tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentamisvaihe sekä käyttöönotto vaihe. (1, s. 34.) Kuvassa 1 esitetään rakennushankkeen vaiheet sekä tehtäviä roolin ja rakennusvaiheen mukaisesti.



KUVA 1. Rakennushankkeen vaiheet (2, s. 35)

## 2.1 Urakkasopimuksen syntyminen

Tilaaaja on vastuussa tarjouspyyntöön liitetystä asiakirjoista. On toivottavaa, että tarjouspyyntöasiakirjat on laadittu sillä tarkkuudella, että urakkatarjouksen laatijan on niiden mukaan mahdollisuus laatia urakalle kiinteä hinta. Jos tilaajan tarjouspyyntöasiakirjoissa havaitaan puutteita, urakan edetessä aiheutuu siitä hankkeelle lisäkustannuksia. Tilaajan ollessa kykenemätön varmistamaan jotain tarjouspyynnön osa-aluetta, voi hän jättää tarjouspyyntöön varauksen, jolloin asian selvitysvastuu siirtyy urakoitsijalle. (2, s.77.)

Jos tarjouspyynnössä olevissa kuvissa on puutteita, laskee urakoitsija tarjouspyyntöä laatiessaan hinnan arvioimalla kyseisiltä osin. Se ei ole tilaajan kustannuksien kannalta katsoen viisas ratkaisu. Urakoitsija voi myös antaa yksikköhinnan, jolla hän on valmis tekemään tarjouspyyntöasiakirjoissa ilmenevät puutteet. Tällöin urakoitsijan tulee mainita hinnan määräytymiseen liittyvät seikat jättämässään tarjouksessa. (2, s.77.)

Urakoitsijalla on ennen tarjouksen jättämistä käytävä tutustumassa paikan päällä kohteeseen. Tämä käynti liittyy urakoitsijan erityiseen selonottovelvollisuuteen, jossa hänen tulee tutustua ja selvittää rakennuspaikan antamat edellytykset työnsuorittamiseen. (2, s.79.)

Urakkasopimuksen edellytyksenä on pyydetty tarjous, johon on saatu hyväksyttävä vasta tarjous. Tarjouksen tulee vastata tarjouspyynnön sisältöä. Tilaaja voi tehdä urakoitsijalle niin sanotun vastatarjouksen muuttamalla hyväksymisen ehtoja, jolloin sopimuksen syntymiseksi on saatava urakoitsijalta hyväksyntä tilaajan antamaan vastatarjoukseen. Tilaajan tulee antaa valitulle urakoitsijoille mahdollisimman pian tietoa tehdyn valintapäätöksen jälkeen. Valintapäätöksen jälkeen tulee antaa valintailmoitus muillekin tarjouspyynnön jättäneille yrityksille. (2, s. 77.)

Rakennusalalla on käytäntönä käydä mahdollisesti urakkaneuvotteluja. Näillä urakkaneuvotteluilla on tarkoitus selvittää osapuolten yhteysymmärrys tarjouspyynnön sisällöstä, kuten kaupallisista ja teknisistä asiakirjoista. Rakennusalalla

ei ole sopivaa neuvotella pelkästä urakkahinnasta vaan neuvotteluissa tulee tarkentaa urakoitsijan antaman tarjouksen teknisistä ratkaisuista ja lausekkeiden tulkinnasta. Näitä lausekkeitä ja teknisiä ominaisuuksia muuttamalla on mahdollista, että urakkahintakin muuttuu. Kuvassa 2 esitetään sopimuksen syntymiseen johtavat vaiheet. (3, s. 77.)



KUVA 2. Sopimuksen vaiheet (4, s. 77)

Urakkasopimuksen katsotaan syntyneen heti, kun tilaaja ilmoittaa urakoitsijalle valinnastaan, olipa tämä ilmoitus kirjallinen tai suullinen. Poikkeuksena on ainoastaan tilanne, jossa tilaaja on kirjannut tarjouspyyntöön ehdon, että sopimus katsotaan syntyneen vasta kirjallisen sopimuksen tultua allekirjoitetuksi. Sopijaosapuolet ovat sidottuja sopimuksen allekirjoittamiseen tarjouksen jättämisen ja siitä annetun hyväksyvän valinnan jälkeen. Vaikka jompikumpi osapuoli jättäisi allekirjoittamatta sopimuksen, ei se vapauta häntä sopimusasiakirjoissa olevista velvoitteistaan vaan tilaajan antaman hyväksymisilmoituksen jälkeen voidaan sopimuksen katsoa syntyneen. (4, s. 78.)

Jos urakoitsija ei suostu toteuttamaan urakkasopimuksen mukaisesti rakennushanketta, on tilaajalla oikeus purkaa laadittu sopimus ja aloittaa hanke seuraavaksi valintatilaisuudessa tulleella urakoitsijalla. Alkuperäiselle urakoitsijalle tulee maksettavaksi hänen ja uuden urakoitsijan välinen kustannuseroavaisuus. Urakoitsijan vaihtuessa ei siitä saa aiheutua tilaajalle hankekohtaisia lisäkustannuksia. (4, s. 78.)

Urakkasopimus ja sopimusasiakirjoissa mainitut liiteasiakirjat muodostavat yhdessä rakennusurakkasopimuksen kokonaisuuden. Urakkasopimukseen tulee kirjata eri osapuolten vastuut ja velvoitteet, osapuolten sopimuksen velvoittamat oikeudet sekä sovitun rakennusurakan tulos ja urakkahinta. Asiakirjat voidaan jakaa sopimusasiakirjoihin ja tarjouspyyntöasiakirjoihin. Sisällön perusteella asiakirjat jaetaan kaupallisiin ja teknisiin asiakirjoihin. Sopimuksessa, joka noudattaa hyvää sopimuskäytäntöä on selkeä rakenteeltaan ja sopimuksessa vältetään ristiriitainen asiakirjojen esittäminen. (4, s. 78 - 79.)

Tilaajan tulee antaa urakoitsijan tietoisuuteen kaikki hänen tiedossaan olevat urakan suorittamiseen vaikuttavat seikat. Urakkasopimusta laatiessa sopijapuolet voivat keskenään sopia yhteisistä sopimusehdoista, tämä vapaus liittyy sopimusvapauden periaatteeseen. On kuitenkin tiettyjä rajoitteita, joita ei sopimusvapaus koske, kuten korkolaki ja vahingonkorvauslaki. Näitä osa-alueita on määritetty kohtuullisten ehtojen varmistamiseksi. (4, s. 78 - 79.)

Ennen urakkasopimuksen laatimista tulee ottaa huomioon, että kohteeseen laaditut suunnitelmat ovat riittäviä. Urakoitsijan valinnassa kiinnitetään huomiota urakoitsijan taloudelliseen tilanteeseen, urakoitsijan kokemukseen samankaltaisista töistä ja urakkahintaan. Lisäksi laaditaan kirjallinen sopimus, kun se on mahdollista. Urakkarajat selvitetään niin tarkasti, ettei kummallekaan sopijaosapuolelle jää mitään epäselvää sopimuksen sisällöstä. (2, s. 85.)

Tulkinnan varaiset ja epäselvät asiat selvitetään kyselyoikeutta apuna käyttäen. Kaikki sopimusehdot tarkistetaan, etenkin mahdolliset YSE 1998:sta poikkeavat sopimusehdot. Laaditaan urakkaneuvottelusta kirjallinen pöytäkirja ja tarkistetaan urakka-asiakirjojen oikeanlainen pätevyysjärjestys. (2, s. 85.)

Sopimusvapaus antaa sopijakumppaneille vapauden määrittää halutun sopimusmuodon. Sopimus voi olla suullinen tai kirjallinen yhteisen valinnan mukaisesti. On kuitenkin erittäin suositeltavaa laatia kaikki sopimukset kirjallisesti niin, että sopimuksissa esitetään kaikkien osapuolten oikeudet ja velvollisuudet. Näin helpotetaan eteen tulevan riitatilanteen selvittämistä. Rakennusalalla käytetään yleisesti sopimusehtoina rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998). On myös suositeltavaa käyttää ennalta laadittuja sopimusasiakirjoja, koska ne tähtäävät osapuolten tasapuoliseen kohtelemiseen. (4, s. 79.)

## **2.2 Sopimusasiakirjat**

Rakennusurakkasopimukseen sisältyy lukuisia toistaan täydentäviä sekä toisiinkin liittyviä asiakirjoja. Urakkasopimus muodostuu asiakirja kokonaisuudesta, joka sisältää ainakin seuraavat asiakirjat: yleiset sopimusehdot, tarjouspyyntö, urakkasopimus, tarjous, laatumääräykset, neuvottelumuistiot, työselitykset, sopimuspiirustukset, urakkaohjelma sekä muut mahdolliset asiakirjat, jotka määrittävät sopijaosapuolten väliset velvoitteet. Yleisesti ottaen kaikki rakennusurakan sopimusasiakirjat täydentävät toinen toistaan, eli riittää, että asia mainitaan edes yhdessä asiakirjassa. Yleisesti ottaen, jos urakkasopimuksessa ei ole muuta mainittu, on asiakirjojen pätevyysjärjestys seuraava (4, s. 113):

### **A) Kaupalliset asiakirjat, joihin kuuluvat**

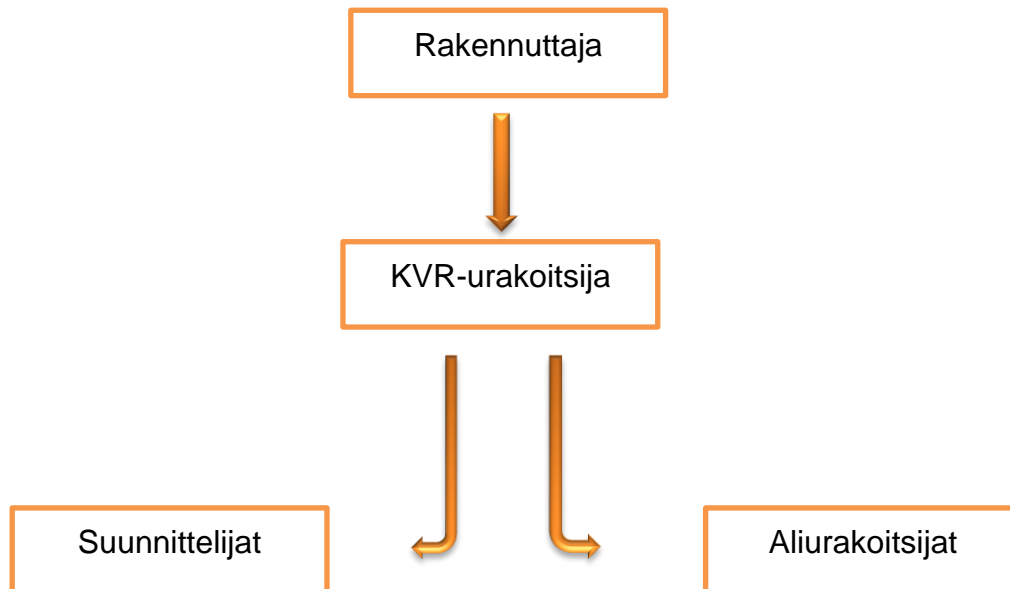
- urakkasopimus
- urakkaneuvottelupöytäkirja
- rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998)
- tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset selvitykset
- urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot
- urakkarajaliite
- tarjous
- määrä- ja mittaluettelo
- yksikköhintaluettelot (4, s. 114).

## B) Tekniset asiakirjat, joihin sisältyvät

- työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset
- sopimuspiirustukset
- yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset (4, s. 114).

### 2.3 KVR-urakka

KVR-urakka tarkoittaa kokonaisvastuurakentamista. Tässä urakkamuodossa urakoitsija vastaa kohteen toteuttamisesta, tarvittavista koordinoineista, kohteen suunnittelusta, viranomaiskontakteista, rakennusluvasta sekä muista hankkeen suunnitellun mukaisen toteutuksen kannalta välttämättömistä toimista. KVR-urakkaa kutsutaan myös avaimet käteen -urakaksi. Sopimusteknisesti KVR-hanke on selkeä, rakennuttaja on vain yhdessä sopimussuhteessa suoraan pääurakoitsijaan. Suurin eroavaisuus muihin urakkamuotoihin KVR-urakassa tulee siinä, että urakoitsija vastaa myös kohteen suunnittelusta ja suunnitteluvastuusta. Tämän takia KVR-urakoitsija vastaa kohteen rakentamisesta ja suunnittelusta. (4, s. 260 – 261.) Kuvassa 3 esitetään KVR-urakan sopimussuhteet.



KUVA 3. Sopimussuhteet (4, s. 40)

KVR-urakka mahdollistaa rakennusliikkeen suunnitteluohjauksen niin, että se voi muokata tuotantomenetelmiä itselleen parhaiten sopiviksi. Tämä voi tuottaa kustannussäästöjä sekä parantaa laaduntoteutusta. KVR-urakointia on moitittu lähinnä sen vuoksi, että usein koetaan talouden menevän kohteen arkkitehtuurisuuden edelle. Lisäksi rakennuttajilla on pelko, ettei tuote vastaakaan heidän toiveitansa ja odotuksia. Näihin ongelmiin tulee tilaajan valmistautua osallistumalla aktiivisesti suunnittelukokouksiin sekä esittämällä selkeästi omat toiveet ja tavoitteet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. (4, s. 261.)

### 3 NÄKEMYS RAKENTAMISEN LAADUSTA

Rakentamisessa laadukkaasta lopputuloksesta on tullut enemmän haaveenomainen toive kuin lopputuotteen vakiokäsite. Lähes joka viikko mediassa kerrotaan, että rakenteissa on havaittu ongelmia: rakenteet eivät kestä, niissä on kosteusvaurioita tai rakentamisen aikainen kosteudenhallinta on pettänyt, mistä on seurannut jonkinasteisia vaurioita rakenteille. Vaikuttaa ihmeelliseltä ajatukselta, että tiedetään, miten asiat tulisi tehdä tai ainakin tulisi tietää, mutta toteutus ei vastaa vallitsevaa tietotasoa. Piittaamattomuus ja ammattiympöyden puute aiheuttavat tuotantoprosessissa ongelmia. Näiden parantamisessa on kehitettävää.

Tri W. Edwards Deming on luonut laadunhallintaan ja kehittämiseen neljätoista pistettä tai huomiota, joiden avulla tuotannontehokkuutta ja laadukkuutta saataisiin parannettua. Yksi merkittävin seikka, johon voidaan yhtyä, on koko tuotantoketjussa olevan yksittäisen vaiheen merkityksellisyys koko lopputuotteen laatuun. (5, linkit HOME -> Resources -> Thinkers -> W. Edwards Deming.)

Demingin tutkimuksessa rakentamisen laatua lähestytään ajatuksesta, jossa projekti jaetaan osiin. Osia voi olla lukuisia, koska osien määrän vaikuttaa hankkeen toteutusmuoto. Osia pitää aina tarkastella yksittäisinä alueina, koska yksittäisen alueen laadullinen onnistuminen määrittää koko hankkeen laadullisen lopputuloksen. Olipa huonoin laatu piilossa rakenteen sisällä tai näkyvässä pintarakenteessa, määrittää se lopputuotteen laadullisen arvon. Näin ollen yksittäisen työntekijän merkitys lopulliseen laatuun on suuri. Työnantajien tulee varmistua työntekijöidensä osaamisesta ja sen kehittämisestä. Menetelmät ja vaatimukset muuttuvat, mutta jokaisen tekijän tulee varmistua, että kaikki pysyy näiden muutoksien tahdissa. Jokaisen työntekijän tulee olla tietoinen laatutavoitteista ja menetelmistä, joilla tavoitteisiin päästään. On suuri mahdollisuus laadulliselle epäonnistumiselle, jos työntekijät eivät tiedä, minkälaisista laatuvaaditista vaaditaan. (5, linkit HOME -> Resources -> Thinkers -> W. Edwards Deming.)

Toinen huomattava ajatusmallillinen yhtäläisyys on hankintojen onnistumisessa ja hallinnassa. Tri W. Edwards Deming kertoo hankintaosaston vastuusta hankintojen onnistumisessa. Hän suosittelee kaikkia hankkijoita miettimään, kannattaako ostaa halvinta tuotetta, jonka oletetaan olevan myös heikkolaatuisinta. Hän kysyykin, onko halpa hinta sittenkään riittävä vastike huonosta laadusta. (5, linkit HOME -> Resources -> Thinkers -> W. Edwards Deming.)

W. Edwards Demingin mielestä alihankinnat kannattaa keskittää tiiviisiin sidosryhmiin. Olisi kannattavaa vaalia pitkäkestoista yhteistyötä, vaikka se ei aina olisikaan tarjousissa halvin vaihtoehto. Kun tunnetaan toimintatavat ja laadulliset tavoitteet sekä saavutetaan molemminpuolinen avoin ja luottavainen kumppanuus, saadaan yhteistyönä aikaan laadukas lopputulos. (5, linkit HOME -> Resources -> Thinkers -> W. Edwards Deming.)

Laadun tulee tähdätä lopputuotteeseen, joka täyttää rakennustekniset kriteerit, yrityksen taloudelliset tavoitteet ja ennen kaikkea asiakkaan määrittämät tavoitteet ja toiveet. Laatu koostuu kokonaisuudesta, ei yksittäisestä vaiheesta tai osasta. Laadukas tuote palvelee asiakasta pitkään ja tuote on rakennettu asiakasta kuunnellen ja niin sanotusti asiakkaan ympärille, jotta asiakkaalla on mahdollisuus pitää huoli tuotteesta ja näin varmistaa tuotteen pitkäkestoisuus sekä toimivuus. Asiakas määrää tuotteen laadun, lait ja standardit antavat raamit, joita pitkin näihin tavoitteisiin lähdetään etenemään. Samoja asioita on aikanaan tuonut esille myös Joseph M. Juran. (5, linkit HOME -> Resources -> Thinkers -> Joseph M. Juran.)

Kaoru Ishikawan mielestä laadun parantaminen ja kehittäminen lähtee virheen alkuperän selvittämisellä. Kun tiedetään virheen aiheuttaja, voidaan siihen kohdistaa kehitystoimia ja siten parantaa koko tuotteen laadukkuutta. Helpottaakseen juurisyyn löytämistä hän loi niin kutsutun kalanruotomenetelmän. (5, linkit HOME -> Resources -> Thinkers -> Kaoru Ishikawa.)

Kaoru Ishikawa ajattelee, että virheitä ei saa pelätä. Virheet tulee ottaa kehittämisen kanavana. Virheistä oppii, kun ne analysoidaan oikein. On tärkeää, että selvitetään, miksi asiat menivät niin, että virhe pääsi tapahtumaan. Tätä selvitystä

jatketaan niin kauan, että päästään virheen syntymisen alkujuurille. Tämän juuri-syyyn poistuessa, poistuu kokonaisuudessaan syntyneen virheen uusiutumisen mahdollisuus. Tätä kautta saadaan tehostettua toimintaa kohti laadukkaampaa lopputulosta. Virhe on haitta silloin, kun siitä ei opita. Muussa tapauksessa se saadaan käännettyä voimavaraksi, opiksi, joka auttaa kehittymään paremman lopputuotteen rakentajaksi. (5, linkit HOME -> Resources -> Thinkers -> Kaoru Ishikawa.)

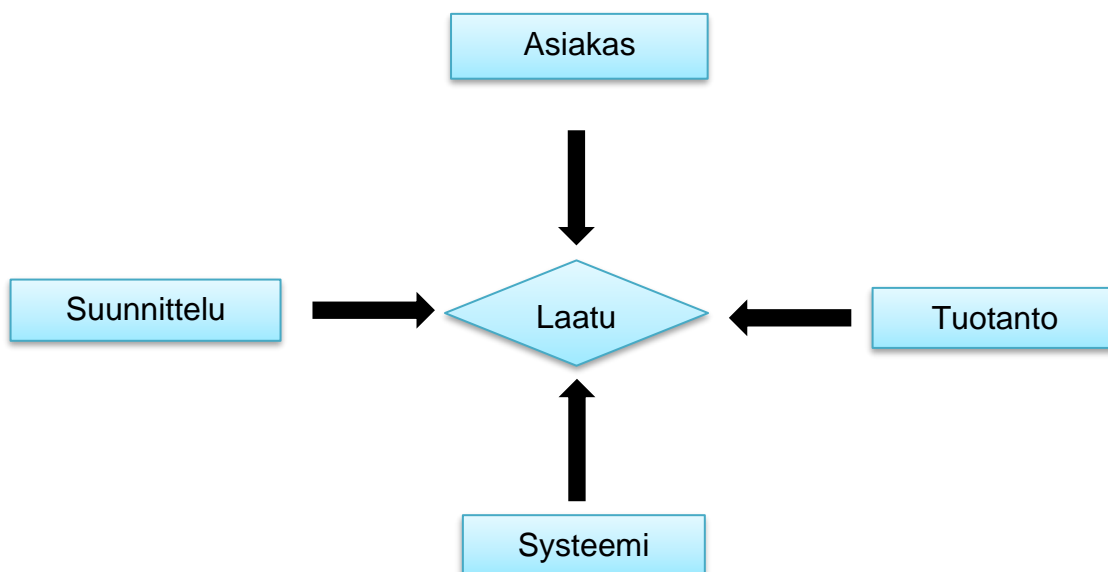
Rakennustyömaalla on olemassa sanonta *"rakennukset koostuvat tuhansista pienistä virheistä, jotka korjataan seuraavalla työmaalla"*. Ajatus kuulostaa ensin aika julmalta, mutta tarkemmin ajateltuna tuon toteutuessa ollaan kovalla vauhdilla menossa kohti laadukkaampaa rakentamista.

## 4 LAATUJOHTAMINEN RAKENTAMISESSA

Rakennushankkeen laadulliset ongelmat johtuvat yleensä hankkeeseen vaikuttavien intressiryhmien laaduttomasta yhteistyöstä, teknisistä tekijöistä sekä teknisten asiantuntijoiden välisen tiedonvälityksen puutteellisesta johtamisesta. Rakennushankkeessa näitä intressiryhmiä ovat rakennuttaja, urakoitsija, suunnittelijat, tavarantoimittajat, käyttäjä sekä muut ali- ja sivu-urakoitsijat. Laatujohtamisella pyritään saavuttamaan kaikki sidosryhmien ja yrityksen hankkeelle määrätyt laatuvaatimukset. Laatujohtaminen on ennaltaehkäisevää toimintaa, ja jotta se saadaan toimimaan, laatujohtamista on toteutettava selvänä ja loogisena järjestelmänä. (6, s. 5.)

### 4.1 Laadun näkökulmat

Laatua voidaan tarkastella neljästä näkökulmasta, jotka ovat asiakas, tuotanto, systeemi ja suunnittelu. Jokainen osa-alue on omanlainen ilmiö. Edettäessä kohti laadukasta näkökulman osaa tulee eteen joukko tavoitteita. Tavoitteeseen kuljettaessa kohdataan haasteita tai ongelmia. Näiden takia laatua kehittäessä kehitetään aina yhtä näkökulmaa kerrallaan mittaamalla tuloksia ja parantamalla toimintamenetelmiä. Kuvassa 4 tarkennetaan laadun näkökulmia.



KUVA 4. Laadun näkökulmat (7, s. 28)

## **4.2 Laatuvirheen määritelmä**

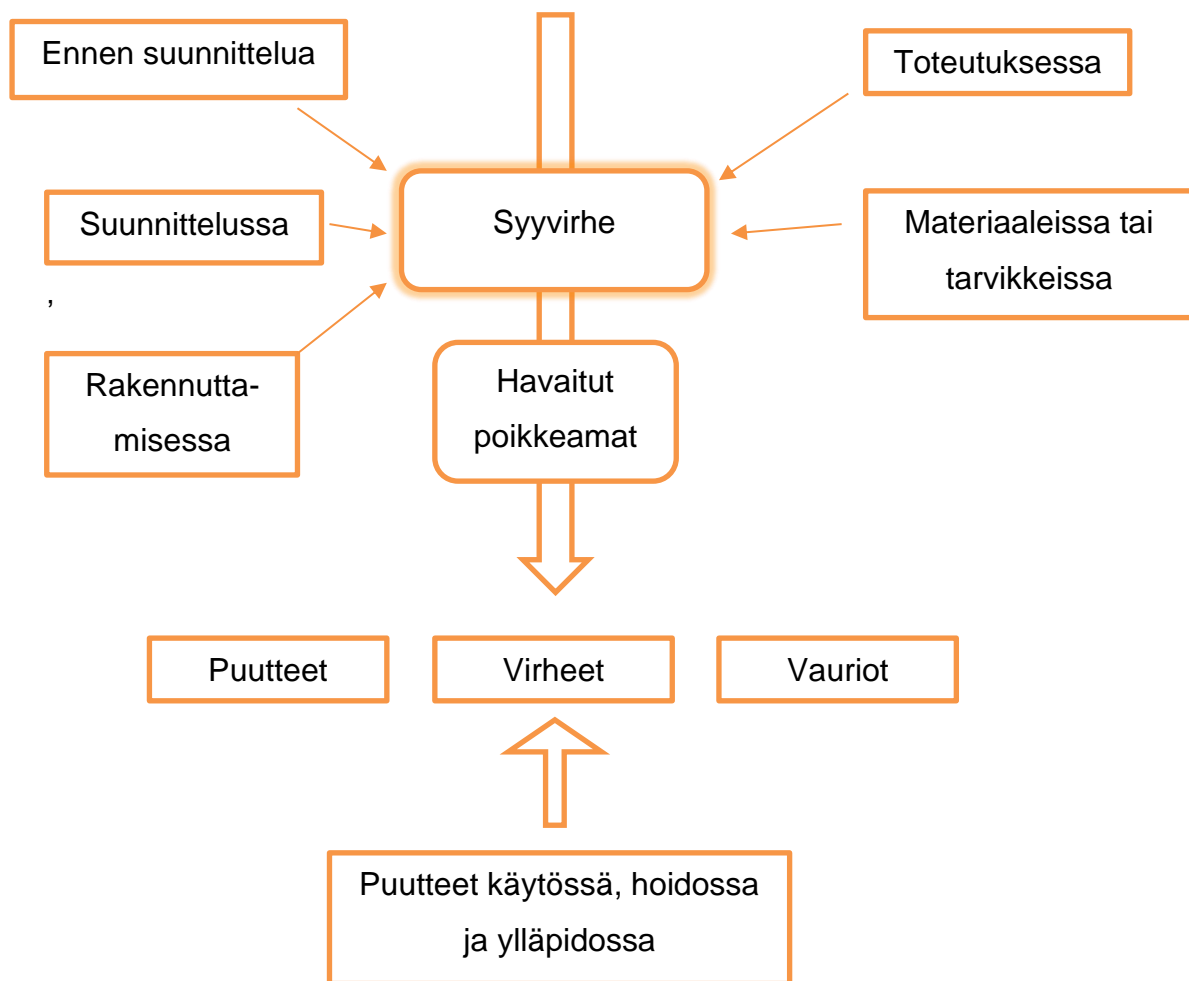
Laatuvirhe määritellään sitoumukseen perustuvan suoritteiden havaittavien ominaisuuksien puutteellisuutena. Virheellinen laatu johtuu sopimusrikkomuksesta ja suoritusvirheestä. Virheellinen laatu ilmenee siten, että suoritus ei ole laadullisesti sitä, mihin työn suorittaja on sitoutunut ja mihin suorituksen tilannut on oikeutettu. (8, linkit -> Oikeustiede -> Näytä aakkostettu lista käsitesivuista -> Laatuvirhe.)

Jos tuote tai palvelu annetaan lahjana, ei sen saajalla ole oikeutta vedota lahjan antajan laatuvirheeseen. Jotta palvelun tilaajalla on oikeus vedota laadullisiin virheisiin, tulee palveluun olla laadittuna pätevä sitoumus, josta ilmenee laadullinen määritelmä. (8, linkit -> Oikeustiede -> Näytä aakkostettu lista käsitesivuista -> Laatuvirhe.)

## **4.3 Laatuvirheiden syyt rakennustyömaalla**

Rakennustyömaan virheet aiheutuvat rakennuttamisesta, tuotannosta tai suunnittelusta. Puutteellinen prosessinjohtaminen, valvonta ja koordinointi ovat rakennuttamisen yleisimpiä rakennuttamisen puutteita. Näiden takia lopputulos ei vastaa tilaajan vaatimuksia eikä rakentamisprosessi etene ongelmitta. (1, s. 31 – 32.)

Rakennuttamisen virheet aiheuttavat yleensä lisätyökustannuksia sekä suunnitelmamuutoksia. Tuotantovirheet voivat johtua työnjohtajista, työntekijöistä, alirakoitsijoista, materiaaleista tai koneista ja laitteista. Muita mahdollisia tekijöitä ovat ilkivalta, tapaturma, onnettomuus, varkaus ja sää. Suunnitteluvirheet esiintyvät virheellisinä suunnitteluratkaisuin. Näitä ratkaisuja ovat tuotannollisesti toteutuskelvottomat ja tekniseltä osaltaan toimimattomat suunnitelmat. (1, s. 31 – 32.) Kuvassa 5 on esitetty rakennustyömaan laatuvirheiden ilmestymisiä.



KUVA 5. Rakennustyömaan laatuvirheiden ilmeneminen (1, s. 31)

#### 4.4 Laatuvirheiden estäminen

Rakennustyömaalla laatuvirheitä pyritään estämään erilaisilla laadunvarmistustoimilla. Laadunvarmistuksessa käsitellään kaikki tarvittavat toimenpiteet, joiden avulla voidaan varmistua, että lopputuote täyttää sille asetetut laatukriteerit. Laadunvarmistuksen tärkeänä osana on myös laadun mittaaminen ja vertaaminen vaadittuihin laatukriteereihin. (1, s. 36.)

Laadunvarmistus-suunnittelu aloittaa varsinaisen laadunvarmistuksen, ja laadunvarmistus loppuu, kun rakennus otetaan käyttöön. Laadunvarmistuksen päätehtävät ovat

- laadunvarmistustoimenpiteiden määrittäminen

- laadunvarmistustoimenpiteiden ymmärtämisen varmistaminen
- varsinaisten laatutarkastusten suorittaminen
- havaittujen laatuvirheiden kirjaaminen ja selvittäminen
- tehtyjen dokumenttien kerääminen, käyttö ja analysointi. (1, s. 36.)

## **5 LAATUSELOSTEEN RAKENNE JA SOVELTAMINEN**

Laatuseloste on tarkoitettu tilaajalle urakkasopimuksen liitteeksi sekä urakoitsijalle ohjeeksi laadukkaan maanvastaisen betonilattian toteuttamiseksi. Luvussa 5.1 käydään läpi laaditun laatuselosteen rakenne ja luvussa 5.2 kerrotaan laatuselosteen soveltamisen mahdollisuuksista. Luvussa 5.3 käsitellään esimerkki-kohteen avulla laatuselosteen aiheuttamia kustannuksia.

### **5.1 Laatuselosteen rakenne**

Liitteenä 1 oleva laatuseloste on laadittu siten, että sitä noudattamalla pystytään toteuttamaan laadukas maanvastainen betonilattia. Selosteessa on esitetty mitausohjeita, toleransseja sekä laadunvarmistustoimia. Laadukas lopputulos vaatii kokonaisuuden hallintaa, johon laatuseloste tarjoaa ohjeita.

Laatuselosteen alussa käsitellään betonilattialle yleisiä laatuvaatimuksia. Alusrakenteelta vaadittavat ominaisuudet tulee varmistaa ja todentaa ennen eristeiden asentamista. Lattiabetonin läpivientien ja liitosten tiivistämisen periaate on tärkeä osa laadukasta betonilattiaa.

Tiiviyyteen päästään noudattamalla radontiivistyksen periaatteita. Ennen lattiatasoitteen tai pinnoitteen asentamista tulee rakenteen suhteellinen kosteus tarkistaa. Koska pintamateriaali saattaa reagoida lattian korkeaan pH-arvoon, tulee lattiatasoitteena käyttää matala-alkyylistä tasoitetta.

Betonin oikeanlainen jälkihoito on edellytys lopputuloksen onnistumiselle. Valutyön aikana tulee suorittaa laadunvarmistuksia niin testeinä kuin koekappalein. Opinnäytetyönä laadittu laatuseloste sisältää ohjeistuksen niiden tekemiseen. Raudoitteen toiminta ja oikeanlainen sijoitus ovat laadukkaan betonilattian kannalta ehdoton vaatimus, joten selosteeseen on sisällytetty ohjeet niiden tarkastamiseen.

Selosteen viimeiseen osaan on listattu muita huomioitavia asioita. Tärkeimpiä niistä ovat betonimassan lisäaineiden pitkäaikaisvaikutusten selvittäminen sekä tämän laatuselosteen sopimusteknisesti poikkeuksellinen pätevyys.

## 5.2 Laatuselosteen soveltaminen

Laatuselosteesta on pyritty tekemään mahdollisimman monikäyttöinen, joten sitä voi käyttää periaatteena jokaisessa maanvastaisen betonilattian toteutuksessa. Suunnittelijat tarkentavat tarvittaessa laatuselosteen periaatteita soveltuvaksi jokaiseen kohteeseen.

## 5.3 Laadunvarmistus kustannukset

Tässä laatuselosteessa on lattian rakentamisen yhteydessä tehtäväksi määritetty neljänlaisia mittauksia tai testauksia. Taulukossa 1 on arvio niistä kustannuksista, joita tämän laatuselosteen testaukset maksavat.

TAULUKKO 1. Laadunvarmistuksellinen kustannusarvio

Testaus / Koe	Yksikköhinta	Arvio kpl	Yhteensä
Maantiiveyskoe	450	1	650
Betoninkosteus	390	2	780
Merkkiainetestit	2 480	1	2 480
Betonin koekappale	220	2	440
YHTEENSÄ			4 350 €

Kustannukset perustuvat noin 1 000 m<sup>2</sup>:n uudisrakennettavaan teollisuushalliin. Tällaisen teollisuushallin rakentamiskustannukset ovat noin 1,2 miljoona euroa. Laatuselosteessa ohjeistetut laadunvarmistuskustannukset ovat noin 0,3 % kokonaiskustannuksista.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää laatuseloste, joka on suunnattu maanvastaisen betonilattioiden toteutukseen. Laatuselosteessa tuotiin esille kaikki laadukkaan maanvastaisen betonilattian valmistuksessa vaadittavat laatutarkastukset sekä laadukkuuteen vaikuttavat tarkastusperiaatteet ja mittasuureet.

Työn suurimmiksi haasteiksi koitui aineiston kerääminen, koska tällaista selostetta ei ole ilmeisesti aikaisemmin laadittu. Jouduin työn aikana miettimään eri asioiden keskinäisiä vaikutteita sekä kokonaisuuden toimivuutta siten, että lopputuloksesta tulisi mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen. Näin se palvelisi jatkokäytössä mahdollisimman hyvin.

Tulevaisuudessa toivon kokoamani laatuselosteen helpottavan laadukkaitten lattioiden toteuttamista ja siten vähentävän maanvastaisen betonilattioiden aiheuttamia ongelmia.

Mitä enemmän asiaan perehdyin, sitä enemmän tuli tunne, että aiheena oleva maanvastainen betonilattia pitää kaikkia pilkkanaan. Jokainen rakennusalan ”ammattilainen” osaa varmasti tehdä betonilattian, mutta epäilen suuresti heidän osaamistaan, jos eteen liitetään tarkenne ”laadukas”. Se mitä tuo sana kätkee verhoihinsa, ei osata kuvitellakaan. Laatuteot eivät ole suuria, mutta niiden vaikutukset ovat korvaamattomia. Pienten asioiden huomioon ottaminen auttaa suurin askelin etenemisessä kohti määritettä ”laadukas”.

Simo Silmukin sen jo lauloi: ”Sitä saa mitä tilaa.” On siis oltava tarkkana siinä, mitä haluaa, ja mietittävä, mikä oikeastaan on riittävästi. Ei ole järkevää ostaa parempaa kuin tarvitsee, joten laatutason määrittämiseen kannattaa panostaa. Hyvällä alkusuunnittelulla on mahdollista säästää suuret lisä- ja muutostyökustannukset ja, mikä tärkeintä, silloin myös kokonaisuuden laadullinen lopputulos on yleensä parempi.

Usein kuulee ihmetystä siitä, että koulut, päiväkodit ja monet julkishallinnon rakennukset ovat sisäilmaongelmaisia kohteita. Jos hankkeeseen käytetään niitä

niin kutsuttuja ”veromarkkoja”, tulisi niissä mielestäni teettää aina kaikki mahdolliset laadunvarmistustoimet.

Opinnäytetyössä käyttämässäni esimerkkikohteessa laadunvarmistukset maksoivat noin 0,3 % hankkeen kokonaishinnasta, mikä on pieni osa kokonaisuudesta. Tiedetään, että maanvastainen betonilattia on eräs suurimmista edellä mainitsemieni julkishallinnon rakennusten sisäilmaongelmien aiheuttajista. Siitä ongelmasta, jos selvittäisiin 0,3 %:n lisäkustannuksilla, luulen, että monikaan kansalainen tuskin vastustaisi kustannuslisää.

Kustannusten lisäksi toinen tärkeä aihe on suunnitteluvaihe, jossa tehdään usein suuria virheitä. Siksi suunnittelun hallintaan ja laatuun ei voi koskaan panostaa liikaa. Usein kuulee sanottavan, että taas urakkaan tuli muutostöiden vuoksi 10 %:n lisäkustannukset. Tämä saattaa tarkoittaa satojentuhansien kustannuslisäystä. Tulevaisuudessa toivonkin, että joku ottaisi tuosta aiheesta opinnäytetyön itselleen. Aiheena voisi olla se, kuinka paljon hankesuunnitteluun käytetty raha säästää loppukustannuksia.

Jatkossa meidän tulee panostaa yhteistyöhön ja varmistaa, että jokaisella hankkeen osapuolella on tarvittava tietotaito, ymmärrys ja kykenevyys suoriutuakseen annetuista työtehtävistä. Kukaan ei rakenna tätä maailmaa yksin, vaan siihen tarvitaan muitakin osapuolia. Siksi yhteistyön merkitystä ei pidä aliarvioida.

Rakentamisen laatua parantaessamme emme voi tehdä niin kuin olemme aina aikaisemminkin tehneet, vaan meidän tulee antaa mahdollisuus kehittymiselle ja muutokselle. Muutos tulee suunnitella ja siihen pitää pystyä varautumaan. Rakentamishankkeisiin on saatavissa tekijöitä, jotka osaavat työtehtävänsä. Meillä ovat työnjohtajat, jotka osaavat ohjata alaisiaan. Meillä ovat myös työnantajat, jotka kykenevät tarjoamaan työntekijöilleen mahdollisuudet onnistumiselle. Koen, että saatavissa ovat kaikki tarvittavat palapelin palat. Nyt täytyy vain keksiä keinot, miten tämä peli saadaan koottua yhdeksi kokonaisuudeksi.

## LÄHTEET

1. Junnonen, Juha-Matti – Kankainen, Jouko 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy.
2. Liuksiala, Aaro – Stoor, Pia 2014. Rakennussopimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.
3. RT 16-11121. 2013. Talonrakennustyön työmaavalvojan tehtäväluettelo. Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortit/RT%2016-11121> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 13.1.2019.
4. Junnonen, Juha-Matti – Kankainen, Jouko 2018. Rakennuttaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
5. Home. 2018. SkyMark. Saatavissa: [www.skymark.com](http://www.skymark.com). Hakupäivä 11.3.2019.
6. Korhonen, Timo – Heikkilä, Rauno – Riihelä, Sakari 1995. Laadun johtaminen suunnittelussa ja rakentamisessa. Oulu: Oulun yliopisto.
7. Lillrank, Paul 1999. Laatuajattelu. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.
8. Laatuvirhe. 2015. Tieteen termipankki. Saatavissa: <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Oikeustiede:laatuvirhe>. Hakupäivä 23.8.2019.

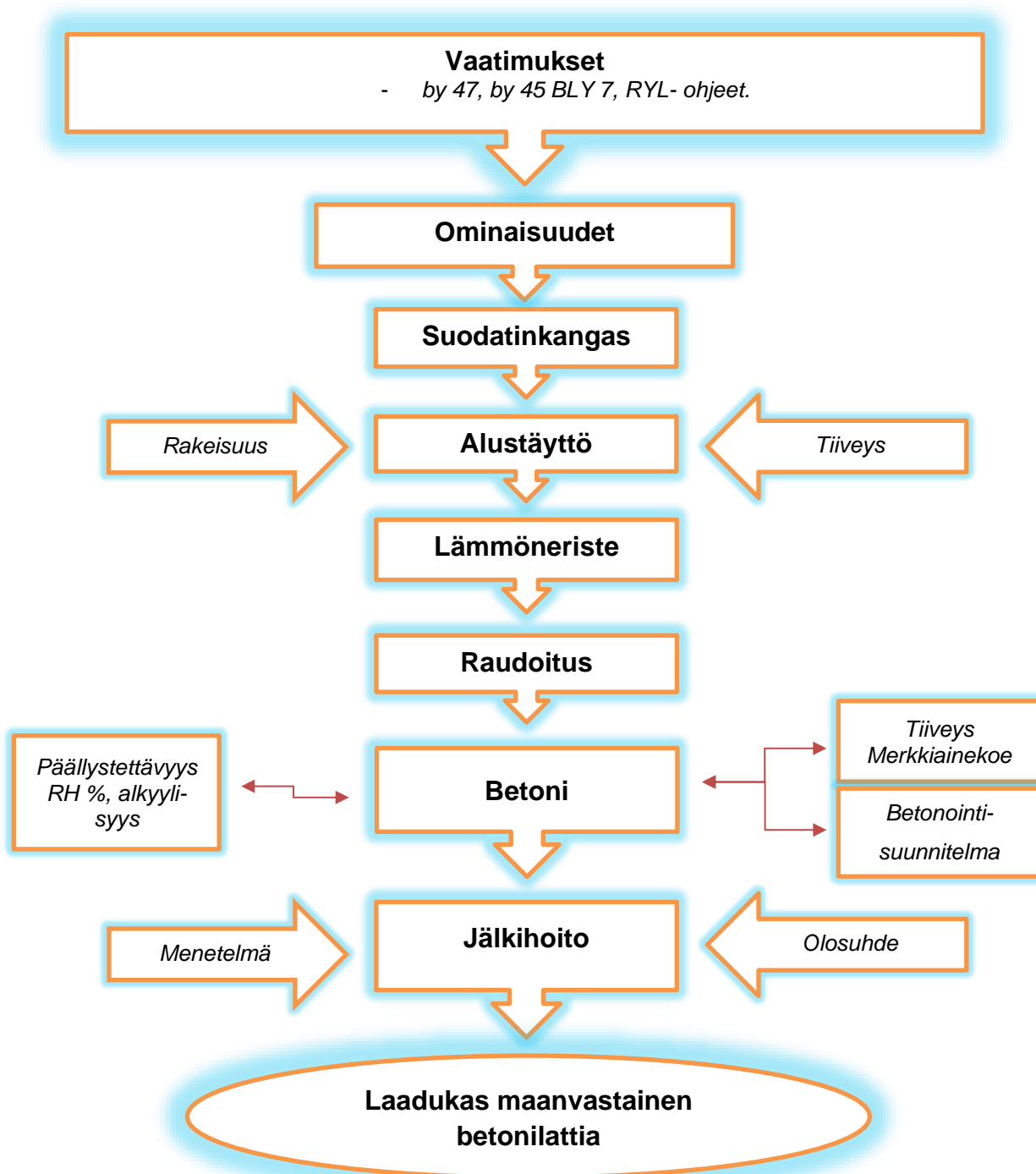
## **Maanvastaisen betonilattian laatuseloste**

**SISÄLLYS**

1 MAANVASTAISEN BETONILATTIAN RAKENTAMISEN VAIHEET	3
2 LAATUVAATIMUKSET	5
a. Tasaisuus	5
b. Suoruus	5
c. Kuormituksen kesto	6
d. Tiiveys	7
e. Päälystettävyys	8
f. Alusrakenne	9
i. Kapillaarikerrokset kerrospaksuus ja maa-aineenlaatu	9
ii. Kapillaarikatkon tiiveys	10
3 POTENTIAALISET ONGELMAT	11
4 LATTIABETONIN JÄLKIHOITO	13
g. Kesällä	13
h. Talvella	14
i. Valvonta	14
5 LAADUNVARMISTUSTOIMET	15
j. Notkeus	15
k. Ilmamäärä	16
l. Koekappale	16
m. Raudoitus	17
6 MUUTA HUOMIOITAVAA	18
LÄHTEET	19

# 1 MAANVASTAISEN BETONILATTIAN RAKENTAMISEN VAIHEET

Kuvassa 1 esitetään laatuselosteessa läpi käytävät, maanvastaisen betonilattian rakentamisen liittyvät osa-alueet ja vaiheet prosessikaaviona.



KUVA 1. Kokonaisuuden eri vaiheet

Vaatimuksia betonilattialle tulee maankäyttö- ja rakennuslaista, asetuksista, yleisistä laatuohjeista sekä tilaajan vaatimuksista. Ominaisuuksiin vaikuttavat valitut toimintamenetelmät ja materiaalit. Suodatinkangas pitää perusmaan ja kapillaarikerroksen maa-aineet sekoittumattomina ja siten mahdollistaa kapillaarikerroksen toiminnan. Alustäytön maamateriaalin tulee olla rakeisuudeltaan oikeaa.

Kapillaarikerroksen paksuuden tulee olla vähintään 300 millimetriä ja kerroksen tiivysaste tulee varmistaa esimerkiksi Loadman-kokeella. Lämmöneristeen laatu, määrä ja sijainti määräytyvät ajankohtaisista suosituksista ja määräyksistä. Raudoituksessa huomioidaan suojaetäisyydet, liikuntasaumot, teräslaatu sekä läpivientien juurivahvistukset.

Betonoinnista laaditaan betonointisuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään käytettävän betonimassan laatu, käytettävän jälkihoitomenetelmän ohjeet ja kriteerit sekä tarvittavat valutyön aikaiset laadunvarmistukset. Seinärakenne ja läpiviennit tiivistetään lattiarakenteeseen radonin tiivistysperiaatteita noudattaen. Lattiarakenteen kosteus mitataan ennen tasoittamista ja pinnoittamista. Tasoitteen tulee olla matala-alkyylistä. Jälkihoito mahdollistaa betonin oikeanlaisen kuivumisen ja ehkäisee kuivumisen aiheuttamien ongelmien syntymistä.



suorittaa mittausluokissa 200 mm ja 700 mm. Taulukossa 1 esitetty suurimpia sallittuja poikkeamia.

*TAULUKKO 1. Suurimmat sallitut tasaisuus- ja suoruus poikkeamat*

Suoruuspoikkeama		Mittausluokka	A <sub>0</sub>	A	B	C
		L [mm]	0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskalte- vuudesta	Tasaisuus	enintään 200	1	2	3	4
		enintään 700	2	4	6	8
	Suoruus	enintään 2000	4	7	10	14
		enintään 7000	7	10	14	20
		7000...50000 <sup>1)</sup>	10	14	20	28

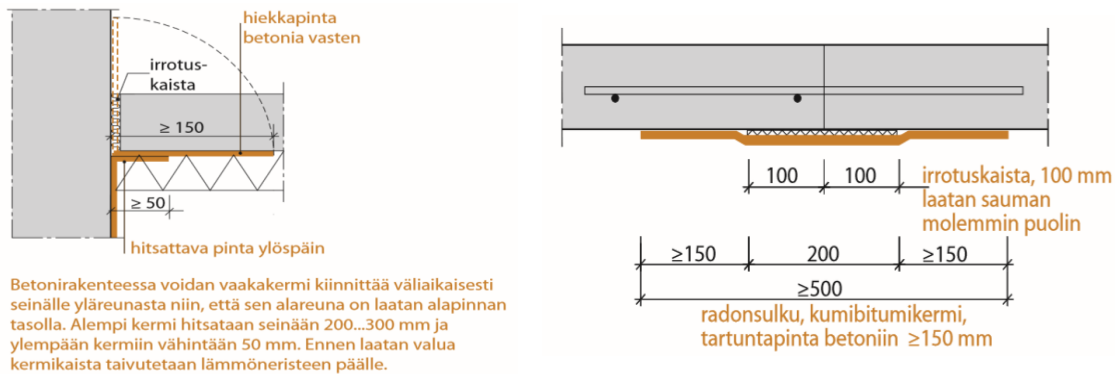
- Laatuluokka A<sub>0</sub> koskee teollisuushallinlattioita, joissa tasaisuus on tärkeä laatutekijä.
- Laatuluokka A koskee asuintilojen lattioita, kuten päällystettävät sisätilat, arkkitehtoniset lattiat sekä kosteidentilojen kaatolattiat.
- Laatuluokka B koskee teollisuuslattioita, joissa kulutuksen kestävyys on tärkeä laatutekijä, sekä pysäköintilaitoksien lattioita, joissa kulutuksenkestävyys ja karheus ovat tärkeitä laatutekijöitä
- Laatuluokka C koskee asuintilojen kylmiä tiloja, käytäviä sekä yleisesti teollisuustilojen lattioita. (1, s. 17 – 21.)

### c. Kuormituksen kesto

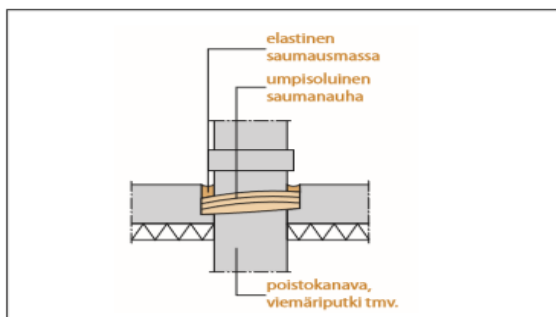
Rakenteen suunnittelussa tulee noudattaa maankäyttö- ja rakennuslain 117 a §:n vaatimuksia sekä SFS-EN 1990 ja SFS-EN 1991-1-1 standardeja. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on valvottava ja varmistettava, että rakennus tulee tehtyä niin, että se kestävä vähintään rakennukselle määritetyn teknisen käyttöiän. Tämän lisäksi rakennusten on oltava vakaita ja lujia ja niiden tulee soveltua ympäröivän rakennuspaikan olosuhteisiin.

**d. Tiiveys**

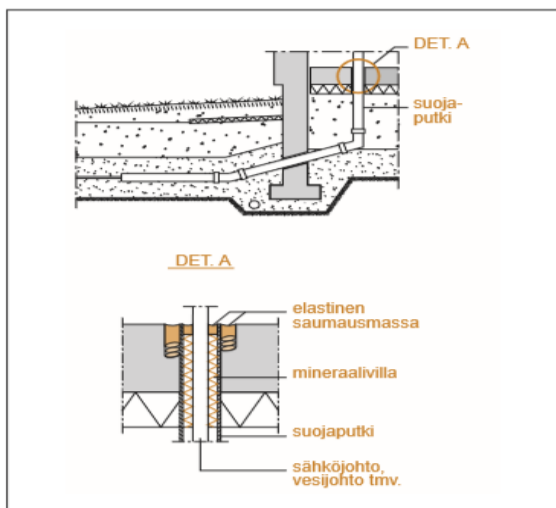
Lattian läpiviennit sekä rakennerajat tiivistetään RT 81-11099 *Radonin torjunta-*ohjekortin mukaisesti. Kuvassa 3 on esimerkki tiivistyksien toteutuksesta.



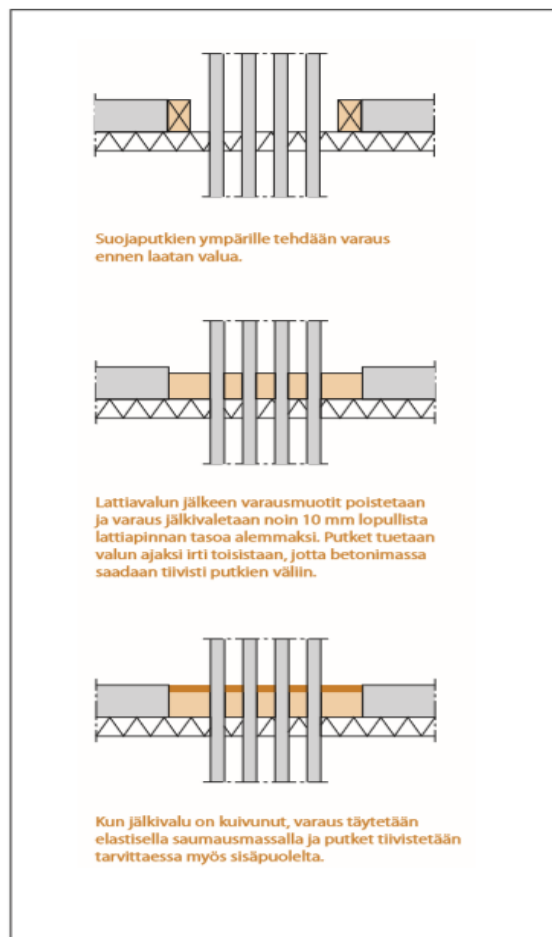
Betonirakenteessa voidaan vaakakermi kiinnittää väliaikaisesti seinälle yläreunasta niin, että sen alareuna on laatan alapinnan tasolla. Alempi kermi hitsataan seinään 200...300 mm ja ylämpään kermiin vähintään 50 mm. Ennen laatan valua kermikaista taivutetaan lämmöneristeen päälle.



**Kuva 16.** Esimerkki tiiviin putken ja maanvaraisen laatan tiivistämisestä. Putken ympärille kiedotaan umpisoluisia pohjanauhaa. Betonilaatan valun jälkeen ylin kerros pohjanauhaa poistetaan ja saatu varaus täytetään elastisella saumaussamalla.



**Kuva 17.** Alapohjan läpi tuotavan suojaputken sisäpuoli tiivistetään, jotta radonpitoista ilmaa ei kulkeudu suojaputken sisällä asuintiloihin. Ulkopuolelta suojaputki tiivistetään kuvan 16 mukaisesti.



**Kuva 18.** Esimerkki usean suojaputken, kuten sähköputkien, tiivistämisestä. Yksittäinen suojaputki tiivistetään sisäpuolelta kuvan 17 mukaisesti.

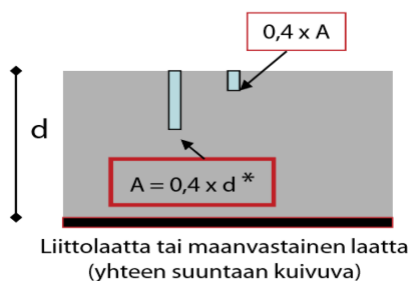
**KUVA 3. Lattia- ja läpivientien tiivistäminen (3, s. 4 - 8)**

Tiivistyksen onnistuminen tulee tarkistusmittauttaa merkkiainekokein. Tämä koe tulee laatia RT 14-11197 *Rakenteiden ilmatiiviyden tarkistaminen merkkiainekokein* -ohjekortin mukaisesti.

### e. Päälystettävyyys

Päälystettävyyden varmistamiseksi tulee huomioida seuraavat asiat:

- Betonin kosteutta seurataan kosteudenhallinta suunnitelman mukaisesti. Betonin suhteellinen kosteus varmistetaan ennen tasoitteen asentamista. Sallittu kosteuspitoisuus määräytyy päälle tulevan tasoitteen teknisistä tiedoista.
- Betonilattia tulee tasoittaa ennen pinnoitusta matala-alkalisilla lattiatasoitteella. Matala-alkaliseksi luetaan tasoitteet, joiden pH on alle 11,5.
- Tasoitetta tulee olla yli 5 mm:n kerrospaksuus.
- Kerrospaksuus varmistetaan tasoitetyön alkaessa ennakoivalla menekin laskemisella sekä tasoitteeksi valitaan itsestään tasoittuva tasoite ja levitys tehdään vähintään 12 mm hammaslastaa käyttäen.
- Tarvittaessa kuivuneesta tasoitteesta otetaan koekappale kerrospaksuuden mittaamiseksi.
- Ennen pinnoitteen asentamista mitataan alustan suhteellinen kosteuspitoisuus uudelleen. Sallittu kosteus kerrotaan päälystemateriaalin teknisissä tiedoissa. Suhteellisen kosteuden mittaaminen suoritetaan RT 14-10984 mukaisesti. Kuvassa 4 maanvastaisen lattian mittaukseen liittyvistä poraus syvyyksistä, sekä kuvassa 5 yleisistä pinnoitteen asentamisen suhteellisen kosteuden raja-arvoista.



KUVA 4. Porauksen syvyys (4, s. 14)

**Betonialustan suhteellisen kosteuden (RH %) enimmäisarvot (SisäRYL 2013, taulukko 1041:T4)**

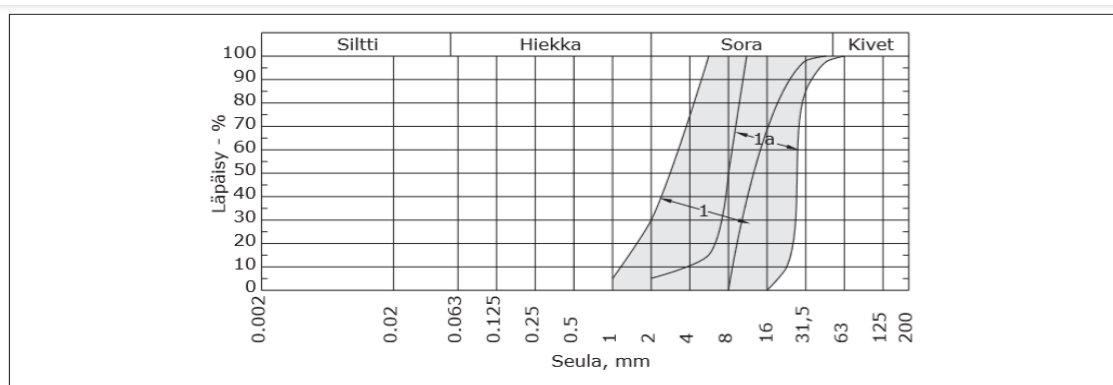
Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä (A)	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1...3 cm:n syvyydellä (0,4 × A)
Muovimatot	85	
Linoleumi	85	
Kumimatot	85	
Korkkilaatat	85	75
Tekstiilimatot, jossa tiivis alusta (vinyyli, kumi, kumilateksisively)	85	
Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot	85	
Fokatut matot ja laatat	85	
Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta	90	75
Muovi-, kumi- ja linoleumilaatat	90	

KUVA 5. Suhteellisia kosteuksia (5, s. 298)

**f. Alusrakenne**

**i. Kapillaarikerrokset kerrospaksuus ja maa-ainelaatu**

Kapillaarikerroksen paksuus tulee olla vähintään 300 mm. Kapillaarikerrokseen soveltuvan maa-aineksen raja-arvot seulontakäyrälle on esitetty kuvassa 6.



**Kuva 2232:K1.** Salaojaputkien ympärystätöihin käytettävän sepelin tai someron (lajikkeen pienin raekoko  $d \geq 1$  mm) laatuvaatimukset. Rakeisuusvaatimukset täyttävä kiviaines kelpaa myös pintavesiä keräävään salaojaan. Salaojan ympärystätöiden ympärillä käytetään suodatinkangasta. Alueen 1 kiviainesta käytetään salaojissa ja alueen 1a kapillaarikatkokerroksessa.

**Taulukko 2232:T1.** Salaojan ympärystätöiden rakeisuusohjealueet. Yksittäisten rakeisuustulosten sallittu vaihteluväli, %-yksikköä.

Seula	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63
Alue1 vähintään...enintään	0...5	0...30	0...78	0...100	0...100	26...100	52...100	76...100	98...100	100	-
Alue 1a vähintään...enintään	-	0...5	0...12	0...15	0...50	0...100	0...100	10...100	85...100	98...100	100

KUVA 6. Kapillaarikerroksen seulontakäyrä (6, s. 78)

## ii. Kapillaarikatkon tiiveys

Kapillaarikerroksen tiiviyden tulee varmistaa ennen lämmöneristeiden asentamista. Tiiviyden tulee täyttää taulukon 2 mukaiset raja-arvot.

### TAULUKKO 2. Kapillaarikerroksen tiiviyksvaatimus (6, s. 81)

**Taulukko 2232:T4. Kapillaarikatkokerroksen tiiviyks- ja kantavuusvaatimukset.**

		Laatuluokka		
		1 (teollisuusrak., kerrostalo)	2 <sup>1)</sup> (pientalo)	3 (kevytvarasto)
Pienin sallittu yksittäinen tiiviyksaste	%	≥ 92	≥ 90	≥ 87
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo (pudotuspaino- tai levykuormituslaite)	MN/m <sup>2</sup>	E <sup>1</sup> ≥ 50	E <sup>1</sup> ≥ 40	–
Tiiviykssuhte kevyt pudotuspainolaite (kun pohjalevyn halkaisija on 132 mm ja kerrospaksuus 200...300 mm <sup>2)3)</sup>	E <sub>max</sub> /E <sub>1</sub>	2,8	2,9	3,0

<sup>1)</sup> normaali luokka

<sup>2)</sup> Taulukon arvot koskevat Loadman-laitetta. Lähde: AL-Engineering Oy 2009.

<sup>3)</sup> Vaikutussyvyys noin 1,5 x D, mutta kuormitus pienempi kuin esimerkiksi LKK:ssa.

### 3 POTENTIAALISET ONGELMAT

TEHTÄVÄ		MAANVASTAINEN BETONILATTIA
ONGELMA	SEURAUUS	RATKAISU
<b>1. Suunnitteluvaihe</b>	- Asiakkaan tarpeet ei täyty.	Pidetään enemmän suunnittelukokouksia. Tarkastetaan suunnitelmat.
	- Kosteudenhallinta ei toteudu.	Tavoitteiden selkeämpi määrittäminen. Suuremmat resurssit ja lisää ammattitaitoa. Enemmän kokouksia ja yhteisten tavoitteiden läpikäyntiä.
	- Huonolaatuiset suunnitelmat.	Laadukkaampia suunnittelukokouksia. Parannetaan suunnittelunohjaamista.
	- Yhteyden pito ei toimi	Selvitetään paremmin yhteydenpito kanavat, tyylit sekä yhteystiedot.
<b>2. Täyttötöyt</b>	- Vesi nousee kapillaarisesti.	Tarkistetaan seulontakäyrät. Tarkistetaan kaivuusyvyys.
	- Lattia painuu.	Mitataan täyttöjen tiiveys.
	- Maa-aineet sekoittuu keskenään.	Varmistetaan suodatinkankaan laatu.
<b>3. Raudoitustyöt</b>	- Betonin pinta lohkeilee	Tarkistetaan suojaetäisyydet.
	- Halkeamia läpivientien ympärillä.	Tarkistetaan läpivientien juurelle tarkoitetut raudoitteet.
	- Lattiassa halkeamia.	Tarkistetaan liikuntasuomien sijainti ja tyyppi. Tarkistetaan raudoitteiden limitykset.
	- Raudoitteet nousee pintaan	Tarkistetaan mahdolliset ankkurointi tarpeet.
<b>4. Valutyö</b>	- Väärä valumassa.	- Tarkistetaan suunnitelmista määritetty massa riittävän aikaisen ennen betonitoimituksen tilaamista
	- Lujuuskato, pinnan vioittuminen.	- Varmistetaan oikea jälkihoito menetelmä.
	- Kierot pinnat.	- Merkitään valukorkeudet selvästi nähtäville.
	- Laaduton pinta.	- Varmistetaan oikea viimeistely menetelmä.
	- Vesisade, kovatuuli.	- Seurataan ennakolta valupäivän sääennusteita. Valmistaudutaan kosteudenhallintasuunnitelman ja betonointisuunnitelman mukaisin keinoin.

**5. Pinnoitus**

- Pintamateriaali vaurioituu.

Varmistetaan alustan pinnoituskelpoisuus.

- Yhteen sopimattomat aineet.

Tuoteperhe. Pinnoitteen ja alustan yhteensopi-  
vuus tarkistetaan.

---

## 4 LATTIABETONIN JÄLKIHOITO

### g. Kesällä

Betonin jälkihoidolla on tarkoitus pitää betonin pinta kosteana ja suojattuna mahdollisimman pitkään valutyön jälkeen. Liian nopea kuivuminen lisää lattiaan tulevaa halkeiluriskiä.

Valuolosuhteissa tulee kesäaikaan huomioida, että betonipinta ei saa altistua suoralle auringonpaisteelle tai kovalle ilmavirtauksille. Hyvän lopputuloksen varmistamiseksi tuleekin ilmavirtoja rajoittaa siten, että niitä ei pääse syntymään valetulle pinnalle. Kovat ilmavirtaukset kuivattavat betonipintaa liian nopeasti ja tällöin pintaan aiheutuu kovia plastisia kutistumia ja pinta tulee halkeilemaan.

Betonin kutistuminen on väistämätöntä. Varsinaisesti jälkihoidon pituudella ei ole merkitystä kutistumiseen, mutta mitä pidempään jälkihoitoa jatketaan, sitä paremmat edellytykset betonilla on kestää siihen kohdistuvat kutistumisjäännitykset. Betonin vetolujuutta saadaan kehitettyä hyvällä jälkihoidolla.

Aloitetaan betonin jälkihoito välittömästi valutyön päätyttyä. Jälkihoitoaika on vähintään kolme vuorokautta, mutta rasituksille alttiilla rakenteilla seitsemän vuorokautta. Heti, kun betonilattia kestää kävellä, levitetään sen pinnalle jälkihoitoaine sekä peitetään pinta kauttaaltaan muovilla. Muovin saumat teipataan. Näin vältetään pintaan kohdistuva liiallinen ilmavirtaus. Plastisten kutistumienhalkeaminen syntymisen vähenee sen mukaan, mitä aikaisemmin valupinta saadaan suojattua. Vältetään kastelemasta betonipintaa, koska liiallinen vesi vaurioittaa betonin pinnan lujuudenkehittymistä sekä hidastaa betonin kuivumista pinnoitekuivuuteen.

#### ***Seuraavassa on tiivistetty jälkihoidon vaiheet:***

- 1. Rajoita ilmavirtaa ja takaa betonipinnalle tuuleton kuivumismahdollisuus.***
- 2. Levitä betonipinnalle ensimmäinen jälkihoitoaine välittömästi, kun betonipinta on tasattu.***

- 3. Levitä toinen jälkihoitoaine välittömästi valutyön jälkeen.**
- 4. Jälkihoitoaineen levityksen jälkeen levitä pinnanpäälle muovi. Tiivistä saumat teipaten.**
- 5. Anna muovin olla 3 – 7 vuorokautta, ulkoisten rasitusten mukaan.**

#### **h. Talvella**

Talvella betonilattia valetaan vasta silloin, kun seinät- ja kattorakenteet ovat jo paikallaan. Tällöin betonivalun jälkihoito tapahtuu samoin kuin kesälläkin valettaessa.

#### **i. Valvonta**

Valvojan tulee seurata ja varmistaa, että jälkihoito on otettu riittävällä tarkkuudella huomioon betonointisuunnitelmassa. Valvoja varmistaa, että valumassaa vastaanottava henkilö säilyttää kaikki kuormakirjat ohjeittensa mukaisesti. Valuolosuhteita pitää seurata ja ennakoida sääennusteiden mukaan varsinkin silloin, jos valetaan ilman suojaavia seinä- ja kattorakenteita. Valvojan tulee seurata, että lattiarakennetta ei kuormiteta liian aikaisessa vaiheessa. Taulukossa 3 esitetään normaalisti kovettuvan betonin suositellut jälkihoitoajat.

#### **TAULUKKO 3. Jälkihoitoajat (7, s. 67)**

**Taulukko 7.** Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille (By50 4.2.4.5).

Betonin lämpötila (°C)	Aika [d], jolloin saavutetaan 60 % nimellislujudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 70 % nimellislujudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 80 % nimellislujudesta		
	C25/30	C30/37	C40/50	C25/30	C30/37	C40/50	C25/30	C30/37	C40/50
10	11	10	7	17	16	13	26	26	22
20	6	5	4	9	8	6,5	14	13	12
30	3,5	3	2,5	5,5	5	4	8	8	7
40	2,5	2	1,5	3,5	3	3	5,5	5,5	5

## 5 LAADUNVARMISTUSTOIMET

### j. Notkeus

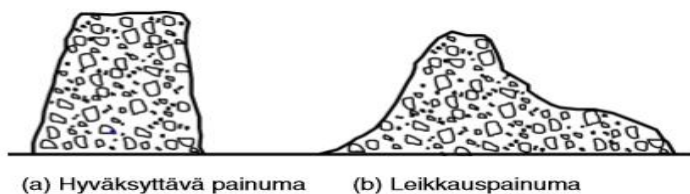
Betonimassa notkeus kannattaa varmistaa työmaalla. Näin varmistutaan oikeista työmenetelmistä sekä toimitetun betonimassan suunnitelluista ominaisuuksista. Työmaalla betonimassan notkeus varmistetaan painumakokeella. Notkeuden varmistamisessa noudatetaan SFS-EN 12350-2 ohjeita. Taulukossa 4 esitetään notkeusluokkien painuma-arvoja sekä kuvassa 7 esitetään painumien muotoja.

TAULUKKO 4. Notkeuden määrittämisen periaate (8, s. 71)

Notkeusluokka	Standardin SFS-EN 12350-2 mukainen painumamäärä [mm]
S1	10...40
S2	50...90
S3	100...150
S4	160...210
S5 *	>220



Kuva 1 Painuman mittaaminen.



(a) Hyväksyttävä painuma (b) Leikkauspainuma

Kuva 2 Painuman muotoja.

KUVA 7. Painuman muotoja (9, s. 6)

**k. Ilmamäärä**

Tavanomaisessa pakkaselta suojassa olevan rakennebetonin ilmamäärä on yleensä 1 - 2 % betonimassan tilavuudesta. Betonimassaa voidaan lisähuokoistaa erimuotoisia lisäainekemikaaleja apuna käyttäen. Lisähuokoistuksella tavoitellaan betonin sisältämän ilmamäärän nostamista 4 - 8 % massan tilavuudesta. Lisähuokoistuksella saadaan betonimassaan parempaa pakkasenkestävyyttä, joka tarkoittaa kovettuneen betonin kykyä kestää toistuvaa jäätymistä ja sulamista.

Kovettumattoman betonimassan ilmamäärä voidaan mitata AVA-ilmanlaatumittarilla, jatkuvatoimisella betonisekoittimeen asennettavalla mittauslaitteistolla tai standardin SFS-EN- 12350-7 mukaisella manuaalisella paineilmamenetelmällä. Kovettuneen betonin ilmamäärä voidaan tarkistaa testaamalla koepala huokosjakotestillä, tunnetummin ohuthiekokeella.

**l. Koekappale**

Puristuslujuus on kovettuneen betonin tärkein ominaisuus. Kovettuneen betonin puristuslujuutta arvioidaan yleensä 28 vuorokauden kuluttua. Betonin yleiset muut ominaisuudet pyritään määrittämään valitun betonin testatun puristuslujuuden arvoista. Esimerkiksi vetolujuus, kimmokerroin, taivutus- vetolujuus ja jopa säilyvyys on suoraan verrannollisia betonin puristuslujuuteen. Nämä kaikki ominaisuudet määritellään etukäteen valitsemalla oikeanlaiset ainesosat eli betonin suhteutuksen yhteydessä.

Koekappaleen valmistuksessa ja säilytyksessä lujuustestejä varten noudatetaan SFS-EN 12390-2 standardin mukaisia ohjeita.

### m. Raudoitus

Raudoite tulee tarkistaa ennen lattiavaluun ryhtymistä. Tarkastuksessa katsotaan, että seuraavat asiat ovat kunnossa

- ✓ on tyypiltään oikeaa
- ✓ on kooltaan ja määrältään suunnitelmien mukainen
- ✓ on lattiarakenteessa sijoitukseltaan oikeassa kohtaa
- ✓ tarkistetaan raudoitteen jako ja huomioidaan mahdolliset eroavaisuudet
- ✓ mahdolliset eriävät taivutuskulmat
- ✓ mahdolliset hitsatut voimaliitokset
- ✓ betonipeitteen toteutuminen
- ✓ liikuntasauvojen sijainti ja laatu

Taulukossa 5 betonipeitteen vähimmäisarvoja ( $C_{min,dur}$ ).

TAULUKKO 5. Betonipeitteen arvoja (10, s. 17)

Betonipeitteen vähimmäisarvovaatimus $c_{min,dur}$ (mm) eri ympäristöolosuhteissa							
Kriteeri	Rasitusluokka standardin SFS-EN 1992-1-1 taulukon 4.1 mukaan						
	X0	XC1	XC2	XC3, XC4	XD1, XS1	XD2, XS2	XD3, XS3
Betoniteräs	10	10	20	25	30	35	40
Jänneteräs	10	20	30	35	40	45	50
100 vuoden suunniteltu käyttöikä	+0	+0	+5	+5	+5	+5	+5

**Huomautus 1.** Tartuntajänteille, joiden pitkäaikainen jännitys käyttörajatilassa on korkeintaan  $400 \text{ N/mm}^2$ , sovelletaan betoniteräkselle asetettuja vaatimuksia.

**Huomautus 2.** Betonipeitteen vähimmäisarvoa voidaan pienentää 5 mm, mikäli betonin lieriölujuus on vähintään 10 MPa suurempi kuin säilyvyyden kannalta vaadittava vähimmäislieriölujuus.

**Huomautus 3.** Betonipeitteen vähimmäisarvovaatimukset koskevat myös jänneterästen ankureita ja valuun asennettavia metalliosia ellei niitä ole korroosiosuojattu rasitusluokkaa vastaavasti.

Huomautus 4. Betonin säilyvyyden tulee myös muilta osin täyttää 100 vuoden käyttöikävaatimus, mikäli rakenteen suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta

## 6 MUUTA HUOMIOITAVAA

Maanvastaisen betonilattian laatutason varmistamiseksi on huomioitava myös seuraavat asiat:

- Rakennesuunnittelija määrittää rakenteiden tyypin ja kestävyuden ja samalla hän vastaa niiden oikeellisuudesta.
- Lämmöneristeet määräytyvät voimassa olevien standardien ja lakien mukaan.
- Työn suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan muutoin voimassa olevia määräyksiä ja direktiivejä.
- Betonimassaan valittujen lisäaineiden (hidastin, kiihdytin, notkistin, huokostin tai jokin muu lisäaine) pitkäaikaisvaikutukset tulee varmistaa ainekohtaisesta tuoteselosteesta. Lisäksi käyttäessä useampaa lisäainetta tulee niiden yhteensopivuus varmistaa ennakolta.
- RT 80278 (KVR-urakkasopimus) lomakkeessa kohdassa 7 LAADUNVARMISTUS viitataan suoraan tämän laatuselosteen tarkoittamaan laadunvarmistukseen.
- Tilaaja esittää tämän laatuselosteen urakoitsijalle liitteenä tarjouspyyntöasiakirjoissa ja viitteenä urakkasopimuksessa. Lisäksi he käsittelevät laatuselostetta vielä mahdollisissa urakkaneuvotteluissa.

Kuitataan käsitellyksi, luetuksi ja ymmärretyksi

Paikka ja aika

Tilaajan edustaja

Urakoitsijan edustaja

## LÄHTEET

1. Betonilattiat 2018 by45. 2018. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki: BY-koulutus Oy.
2. Ratu 1215-S. 2006. Työmaan laadunvarmistukset, tarkastukset ja mittaukset. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1215> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.8.2019.
3. RT 81-11099. 2012. Radonin torjunta. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortit/RT%2081-11099> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.8.2019.
4. RT 14-10984. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2014-10984>. (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.8.2019.
5. Ratu KI-6029. 2017. Rakennustöiden laatu 2017. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6029>. (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.8.2019.
6. RT 14-11005. 2010. MaaRYL 2010. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2014-11005>. (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.8.2019.
7. Betonilattiat kortisto. Rakennustuoteteollisuus RTT ry, Betoniteollisuus ry, Betonilattiyhdistys ry. Saatavissa: [www.bly.fi/File/BLY-14.pdf?rnd=1356602833](http://www.bly.fi/File/BLY-14.pdf?rnd=1356602833). Hakupäivä 27.8.2019.
8. Betoniteknikan oppikirja By201. 2018. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki: BY-Koulutus Oy.
9. SFS-EN 12350-2. 2009. Tuoreen betonin testaus. Osa 2: painuma. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

10. Rakenteiden lujuus ja vakaus. 2016. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B3F5DE241-F74B-4EA0-9F0E-18B81A7C0EC3%7D/125119>. Hakupäivä 27.8.2019.