

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakentamisen koulutusohjelma  
Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Kimmo Suomalainen

## **Laadunhallinta ja – varmistus rakennesuunniteluprojektissa**

Opinnäytetyö 2016

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	5
ABSTRACT.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 KÄYTETTÄVÄ TERMISTÖ JA KÄSITTEISTÖ.....	9
3 TYÖN TAVOITTEET.....	10
4 TYÖN RAJAUS.....	11
5 RAKENTAMINEN SUOMESSA.....	12
5.1 Rakentamisen ohjaus.....	13
5.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.....	15
5.1.2 Ministeriöiden asetukset ja ohjeet.....	16
5.1.4 Rakennus- ja kiinteistöalan organisaatioiden ohjeistukset.....	18
5.1.5 Oppilaitokset, tutkielmat, julkaisut, tuotevalmistajien ohjeet yms. ....	19
5.2 Rakentamisen nykytilanne.....	20
6 LAATU.....	23
6.1 Laadun määrittely.....	24
6.2 Laadunhallinta ja laadunhallintajärjestelmä.....	24
7 LAADUNVARMISTUKSEN TARVE RAKENNESUUNNITTELUSSA.....	26
7.1 Laadunvarmistus laissa, asetuksissa tai niihin rinnastettavissa asiakirjoissa.....	27
7.2 Kyselylomakkeet.....	28
7.3 Kyselylomakkeiden tulokset.....	28
7.4 Suunnittelun haasteet.....	29
7.5 Laatu ja rakennesuunnittelu.....	31
8 RAKENNUSHANKE JA SUUNNITTELU.....	31
8.1 Suunnitteluprojektin vaiheet.....	33
8.2 Suunnittelijoiden pätevyys ja suunnittelijaryhmä.....	35
8.3 Suunnitelmat ja selvitykset.....	36
8.3 Kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnittelua koskevat säädökset.....	37
8.3.1 Rakenteiden lujuus ja vakaus.....	37
8.3.2 Kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnittelu ja toteutus.....	38
8.3.3 Seuraamusten vakavuus.....	38
8.3.4 Rakennesuunnitelmat.....	39
8.3.5 Rakenteiden toteutusasiakirjat.....	40
8.3.6 Rakennesuunnitelmien tarkastussuunnitelma.....	41
8.3.7 Suunniteltu käyttöikä.....	41
8.4 Rakennesuunnittelutehtävät ja laadunhallinta suunnittelun eri vaiheissa.....	42
9 SUUNNITTELUUN LÄHTÖTIEDOT.....	48
9.1 Hankekohtaiset lähtötiedot.....	49
9.1.1 Hankkeen riskitaso-, vaativuus- ja seuraamusluokka.....	49
9.1.2 Suunnittelutehtävien vaativuusluokat.....	52
9.1.3 Seuraamus- ja luotettavuusluokat.....	54
9.1.4 Onnettomuustilanteen seuraamusluokat.....	56
9.1.5 Suunniteltu käyttöikä ja rakenteen säilyvyys.....	57
9.1.6 Palonkestovaatimukset ja palo-osastot.....	59
9.1.7 Rakennusfysikaaliset lähtötiedot.....	64
9.1.7.1 Kosteusriskiluokka.....	67
9.1.7.2 Rakennusfysikaalisen suunnittelun luokka.....	68

9.1.7.3 Rakenteiden lämmöneristävydet.....	68
9.1.7.4 Rakenteiden ääneneristävyys ja akustinen luokka .....	69
9.1.9 Geotekninen luokka .....	71
9.1.10 Väestönsuoja .....	72
9.1.11 Muut lähtötiedot .....	73
9.2 Materiaaliriippuvaiset lähtötiedot .....	73
9.2.1 Betonirakenteiden rasitusluokat.....	74
9.2.2 Betonirakenteiden betonipeitteet .....	77
9.2.2.1 Betonipeitteen vähimmäisarvo $C_{min}$ .....	77
9.2.2.2 Suunnittelussa huomioon otettava mittapoikkeama $\Delta c_{dev}$ .....	79
9.2.2.3 Palonkestävyyden vaikutus betonipeitteeseen .....	79
9.2.3 Betonirakenteiden toteutus- ja toleranssiluokat .....	80
9.2.3.1 Betonirakenteiden toteutusluokat.....	80
9.2.3.2 Betonirakenteiden toleranssiluokat .....	82
9.3 Varmuuskertoimet .....	83
9.4 Kuormitukset .....	84
9.4.1 Pysyvät kuormat .....	85
9.4.2 Muuttuvat kuormat .....	86
9.4.3 Muuttuvien kuormien pienennyskertoimet.....	90
9.4.4 Lumikuormat .....	91
9.4.5 Tuulikuormat .....	93
9.4.6 Dynaamiset kuormat.....	93
9.4.7 Toteuttamisen aikaiset kuormat .....	94
9.4.8 Lisävaakavoimat .....	95
9.4.9 Toisen kertaluvun vaikutukset.....	98
9.4.10 Törmäyskuormat ja muut erikoiskuormat .....	98
9.4.11 Väestönsuojan katastrofikuormat.....	100
9.5 Kuormitusyhdistelmät .....	102
9.5.1 Murtorajatila .....	103
9.5.2 Käyttörajatila .....	104
9.6 Stabiilitetti.....	105
9.6.1 Alustava jäykistysuunnittelu .....	106
9.6.2 Vaakakuormien siirto jäykistäville pystyrakenteille.....	107
9.6.3 Rakennuksen toteutuksen aikainen ja lopputilanteen vakavuus .....	110
9.7 Onnettomuustilanne ja jatkuvan sortuman hallinta .....	110
9.8 Palomitoitus.....	112
10 FCG:N LAADUNVARMISTUS .....	113
10.1 Laatu järjestelmän rakenne .....	114
10.2 Laatu vastuut.....	116
10.3 Yleinen ohje projektien laadunhallintaan .....	117
10.4 Toimialakohtaisen laatu järjestelmän ohje.....	117
11 TOIMIALAKOHTAINEN LAADUNVARMISTUSPROSESSI.....	118
11.1 Sisäinen tarkastus ja itselle luovutuksen toimintamalli .....	118
11.2 Rakennesuunnitelmien tarkastus .....	123
11.2.1 Rakennelaskelmien tarkastus .....	124
11.2.2 Rakennepiirustusten tarkastus.....	124
11.2.3 Valmisosasuunnittelun tarkastus .....	125
11.3 Projektilomake .....	126
11.4 Suunnittelun lähtötietolomake .....	126
11.5 Lähtötietolomakkeen alistetut lomakkeet ja laskentasivut .....	128

11.6 Rakennesuunnitteluselostus.....	130
12 TULOKSET .....	131
13 PÄÄTELMÄT JA KEHITYSEHDOTUKSET .....	134
LÄHTEET .....	135

## LIITTEET

- Liite 1 Suunnittelun lähtötietolomake
- Liite 2 Rakennesuunnitteluselostus
- Liite 3 Sää- ja olosuhdesuojauksen riskiarvio
- Liite 4 Rakenteellisen turvallisuuden alustava riskiarvio
- Liite 5 Kyselylomake

## TIIVISTELMÄ

Kimmo Suomalainen

Laadunhallinta ja – varmistus rakennesuunnitteluprojektissa, 141 sivua, 5 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Rakennustekniikka

Rakentamisen ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Opinnäytetyö 2016

Ohjaajat: lehtori Petri Himmi, Saimaan ammattikorkeakoulu

toimialajohtaja Kari Lomperi, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Tämä työ käsittelee laadunhallintaa ja laadunvarmistusta rakennesuunnitteluprojektissa. Työ tuotettiin FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:lle tukemaan laatu- ja järjestelmän päivitys- ja kehitystyötä.

Työn tavoitteena on olla lähtötietona ja apuvälineenä työn toimeksiantajayrityksen rakennustekniikka –toimialan laatu- ja järjestelmän päivityksessä ja kehityksessä, sekä pyrkiä tuottamaan vakioitu toimintamalli suunnittelun ja suunnitelmien laadunvarmistukseen sisäisessä tarkastuksessa, ennen kuin aineistoa luovutetaan eteenpäin.

Pyrkimyksenä on esittää toimiva ja vakioitava toimintamalli rakennesuunnittelu- prosessin tueksi. Tuotetun aineiston tarkoitus on toimia rakennesuunnittelijoiden, projektipäälliköiden ja suunnitelmien tarkastajien apuvälineenä suunnittelu- projektissa.

Liitteeksi tuotettavien lomakkeiden on tarkoitus olla käytännönläheinen työkalu laadunvarmistuksessa ja sisäisessä tarkastuksessa läpi koko rakennesuunnittelu- prosessin.

Työn alussa perehdytään rakentamiseen ja suunnitteluun Suomessa, mitkä tahot ja miten rakentamista, sekä suunnittelua ohjataan ja mikä on velvoittavien säädösten tilanne tällä hetkellä. Lisäksi perehdytään laatuun määritelmänä, sekä rakennesuunnittelu- prosessiin, jotta lukija pystyy havaitsemaan yhteyden laadunvarmistustoimenpiteiden, suunnitteluvaiheiden ja laatumäärittelyjen välillä.

Asiasanat: rakennesuunnittelu, laatu- ja järjestelmä, laadunvarmistus, lähtötieto, tarkastuslomake

## ABSTRACT

Kimmo Suomalainen

Quality management and assurance on structural design project, 141 pages, 5 appendixes

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Civil and Construction Engineering

Degree Programme in Engineering

Master's Thesis 2016

Instructors: Mr Petri Himmi, Lecturer at Saimaa University of Applied Sciences  
Mr Kari Lomperi, Industry Manager at FCG Design and Engineering Ltd

This thesis discusses quality management and assurance on structural design projects. This thesis was produced to FCG Design and Engineering Ltd to support the update and development work of the company's quality management system.

The objective of this thesis is to be source data and aid to update and develop a client company's structural engineering industry, and strive to produce standardized approach for designing and quality management of designs in internal inspection before the designs or data are set for releasing.

The aim is to present a workable and standard approach to support the structural design process. The purpose of the produced material is to serve and be a tool for structural engineers, project managers and inspectors in design projects.

The appendices of this thesis are meant to be a practical tool for quality assurance and internal audit throughout the entire structural design process.

The beginning of the work focuses on the construction and designing in Finland. The literature clarifies how building and design are controlled in Finland and what is the situation of the reformation of binding acts at the moment in Finland. In addition, the thesis focuses on the definition of quality and to the structure of the design process, so that the reader is able to detect the connection between the quality assurance measures and the definition of quality and design phases.

Keywords: structural design, quality management system, quality assurance, source data, inspection form

# 1 JOHDANTO

Rakennesuunnittelu, kuten koko rakennusala on ja on ollut jo jonkin aikaa murrosvaiheessa tietomallinnuksen, eurokoodien, alati kiristyvien energiamääräyksien ja tietenkin nykyisen taloustilanteen takia. Myös alalla työskentelevän vanhemman sukupolven suurten ikäluokkien eläköityminen tuo oman mausteensa rakennusalan nykytilanteeseen. Tietomallinnuksen tulo osaksi rakentamista vaatii rakentamisprosessien toimintamallien ja asenteiden muutoksia. Eurokoodit, eli uudet euroalueen yhteiset suunnittelunormit aiheuttavat muutoksia rakenteiden suunnitteluun. Uudet suunnittelunormit vaativat vanhemman suunnittelijasukupolven kouluttautumista. Energiamääräyksien muutokset vaativat myös lisäkoulutusta ja uusien rakennevaihtoehtojen määrä kasvaa entisestään. Taloustilanne on aina asettanut rakennusosalalle omat haasteensa ja nykyhetki ei ole poikkeus. Kilpailu suunnitteluprojekteista ja työpaikoista on kovaa ja se korostaa omalta osaltaan murrosvaiheen ongelmia.

Rakennusalan nykytilanteessa, säännöksiä, ohjeiden, normien ja ikärakenteen muuttuessa on tarvetta suunnittelun uusille toimintamalleille, laatujärjestelmien päivityksille, suunnitteluprosessien laadunhallinnalle ja uusille käytännön työkaluille, joilla muutostulvaa voidaan hallita.

Uudet suunnittelun vaativuusluokat kasvattavat vaativien suunnittelukohteiden määrää ja tämän seurauksena suunnittelijoilta vaaditaan selkeästi enemmän kokemusta saadakseen suunnitella itsenäisesti vaativia suunnittelukohteita.

Suomen ikärakenne ajaa väistämättä tilanteeseen, jossa kokeneet suunnittelijat vähenevät, tietotaito häviää, yritysten vanhemmat suunnittelijat eivät ole enää ohjeistamassa nuorempia suunnittelijoita. Suunnittelijoiden ikärakenteen muuttuessa ja vanhemman suunnittelijasukupolven jäädessä eläkkeelle samanaikaisesti, kun rakennusalan koulutuksesta ei valmistu riittävästi nuoria opiskelijoita, syntyy rakennusalan työmarkkinoille työvoimapula.

Työvoimapulan takia suunnitteluprojekteissa on käytettävä enenevässä määrin nuorempaa työvoimaa. Kokemattoman työvoiman käyttö kasvattaa sisäisen laadunhallinnan ja –varmistuksen tarvetta.

Eurokoodeihin siirtyminen, uudet suunnittelun vaativuusluokat ja tietomallinnuksen mukaan tulo ovat muuttaneet rakennesuunnittelua ja suunnitteluprosessia. Laskentapohjissa ja ohjelmistoissa muutoksiin ollaan jo reagoitu, mutta myös laadunhallinta ja –varmistus tarvitsee päivittämistä ja uusia toimintamalleja.

Työn toimeksiantajayrityksessä on menossa laatujärjestelmän päivitys- ja kehitystyö ja työn tarkoituksena on olla osa tätä prosessia. Laatujärjestelmien avulla tuotetaan teoriassa laadukas lopputulos, mutta monesti laatujärjestelmät ovat teoreettisia ja niistä puuttuu käytännönläheisyys. ”Toivottavasti tämä työ auttaa toteuttamaan laatujärjestelmän ohjeita ja määritelmiä myös käytännössä”

Miksi, miten ja kuinka? Näihin kysymyksiin voisi kiteyttää työn sisällön. Työssä ohjenuoraksi on otettu nuo kysymykset ja niihin on pyritty myös vastaamaan. Miksi suunnitellaan ja miksi tarvitaan laadunvarmistusta? Miten ja minkä periaatteiden mukaan suunnittelu ja laadunvarmistus tehdään eli mitä asioita laadukkaan suunnittelun toteutuksen onnistumisen varmistamiseksi tulee ottaa huomioon? Kuinka tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet toteutetaan?

Tämän työn jokaisesta pääotsikosta olisi voinut tehdä oman opinnäytetyön, koska tämän työn aihepiiri on niin laaja. Työn sisällössä on pyritty pidättäytymään ns. päälinjoissa ja kertomaan mitä pitää ottaa huomioon ja mistä tieto löytyy tai pohjustamaan muun sisällön tarvetta ja tärkeyttä.



## 2 KÄYTETTÄVÄ TERMISTÖ JA KÄSITTEISTÖ

Tässä dokumentissa tullaan käyttämään seuraavia termejä ja käsitteitä:

<u>FCG:</u>	Finnish Consulting Group Oy
<u>STE:</u>	FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
<u>RakMk:</u>	Suomen rakentamismääräyskokoelma
<u>SKOL:</u>	Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL Ry
<u>VNn:</u>	Valtioneuvoston asetus
<u>RT-kortisto:</u>	Rakennusteollisuuden julkaisema ohjekortisto.
<u>SFS:</u>	Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
<u>RIL:</u>	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL.
<u>BNK:</u>	Betonirakenneyhdistyksen julkaisema betoninormikortti.
<u>RALA:</u>	Rakentamisen Laatu RALA ry
<u>FISE:</u>	Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpattevyudet FISE Oy
<u>MRL:</u>	Maankäyttö- ja rakennuslaki
<u>MRA:</u>	Maankäyttö- ja rakennusasetus
<u>EN:</u>	Eurooppalainen standardi
<u>ISO:</u>	Kansainvälinen standardisoimisjärjestö
<u>Standardi:</u>	Toistuvaan tapaukseen tarkoitettu yhdenmukainen ratkaisu
<u>FISE:</u>	Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpattevyudet FISE Oy

### 3 TYÖN TAVOITTEET

Työn tavoitteena on olla lähtötietona ja apuvälineenä työn toimeksiantajayrityksen rakennustekniikka –toimialan laatujärjestelmän päivityksessä ja kehityksessä. Tavoitteena on myös tuottaa toimintamalli suunnittelun ja suunnitelmien laadunvarmistukseen sisäisessä tarkastuksessa, ennen aineiston luovuttamista eteenpäin.

Laadunvarmistuksen apuvälineeksi tuotetaan lähtötietolomake sisäistä tarkastusta varten. Lähtötietolomaketta voidaan käyttää suunnittelun alkuvaiheen laadunvarmistuksessa ja suunnitteludokumenttien laadinnassa, kuten rakennelaskelmaselostuksessa tai sen liitteenä.

Pyrkimyksenä on esittää toimiva ja vakioitava toimintamalli rakennesuunnittelu-prosessin tueksi. Tuotetun aineiston tarkoitus on toimia rakennesuunnittelijoiden, projektipäälliköiden ja suunnitelmien tarkastajien apuvälineenä suunnitteluprojektissa.

Tavoitteena on, että uransa alkuvaiheessa olevat suunnittelijat, sekä kokeneemmat suunnittelijat ja projektipäälliköt voivat käyttää työssä syntyviä lomakkeita suunnitteluprosessin eri vaiheiden ja teknisen onnistumisen tukemiseen, suunnittelun laadun ylläpitämiseen ja projektitoimintaan yleensä. Työssä on myös pyritty esittämään rakentamista ja suunnittelua ohjaavien määräyksien ja ohjeiden velvoittavuus, sekä niiden viimeaikaisimmat muutokset, jotta kukin voi opiskella tai palauttaa mieleensä, kuinka rakentamisen ohjausta toteutetaan Suomessa.

Työn alussa perehdytään rakentamiseen ja suunnitteluun Suomessa, kuinka ja miten rakentamista ja suunnittelua ohjataan ja mikä on velvoittavien säädöksen tilanne tällä hetkellä. Lisäksi perehdytään laatuun määritelmänä ja rakennesuunnitteluprosessiin.

## 4 TYÖN RAJAUS

Työn liitteeksi tuotettava sisäisen laadunvarmistuksen lomakkeet tehdään ajatellen uusia suunnittelun vaativuusluokkien mukaista jakoa. Lomakkeen pääpaino on vaativissa suunnittelukohteissa, joita uusien määräyksien mukaan on valtaosa suunnittelukohteista. Tarkastuslomake toimii myös helpoissa ja normaaleissa suunnittelukohteissa, mutta poikkeuksellisen vaativien suunnittelukohteiden yhteydessä käyttö on rajoitettu. Poikkeuksellisen vaativissa kohteissa lomakkeen käyttö rajoittuu lähtötietojen määrittämiseen, sillä automaattiset laadunvarmistus- ja tarkastustoimenpiteitä ei sisällytetä lomakkeeseen.

Työ rajataan kantaviin ja jäykistäviin rakenteisiin, sekä betonirakenteisiin materiaaliiriippuvaisella tasolla. Rajaus tehdään myös uudisrakennuskohteisiin, joten korjausrakentamista ei työssä käsitellä. Asiasisällön pääpaino on talonrakennuskohteissa ja niiden kantavilla rakenteilla. Työhön sisällytetään kuitenkin rakennusfysiikan ja pohjarakentamisen suunnittelun vaativuusluokkien ja oleellimpien asioiden määrittely. Rakennusfysiikan ja pohjarakentamisen suunnittelun lähtötietojen määrittely on tehtävä osana suunnittelun laadunvarmistusta, jotta työtä voidaan käyttää kokonaisvaltaisesti apuna betonirakenteisena toteuttavassa rakennesuunnitteluprojektissa.

Rakennusfysiikan ja pohjarakennuksen osuus painottuu lähtötietojen oikeellisuuden varmistamiseen suunnittelun lähtötietolomakkeen avulla. Näiden tietojen sisällyttäminen lomakkeeseen tukee omalta osaltaan laadunvarmistusta, vaikka erityisiä tarkastus- tai laadunvarmistustoimenpiteitä ei näiden osalta tehdä.

Jännebetonirakenteita, puu-, teräs-, tiili-, harkko- ja liittorakenteita tai muita mainitsemattomia runkorakennevaihtoehtoja ei käsitellä.

## 5 RAKENTAMINEN SUOMESSA

Rakentamista koskevat asetukset uudistetaan vuoteen 2018 mennessä vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen mukaisesti. Lais- sa on viiden vuoden siirtymäaika asetusten uusimiselle. Aiempia Suomen ra- kentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita voidaan siirtymäajan puit- teissa soveltaa kunnes uudet säännökset on annettu. [1.]

Uudistuksen keskeisenä tavoitteena on rakentamista koskevan sääntelyn sel- keys sekä sen soveltamisen yhtenäisyys ja ennakoitavuus. Uudistuksen yhtey- dessä sääntelyä myös vähennetään. [1.]

Asetukset kootaan Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, jonne myös yhte- näisen soveltamisen tueksi annetut ministeriön ohjeet sekä suositusluonteiset ohjeet kootaan. [1.]

Paloturvallisuutta, kosteusturvallisuutta, taloteknisiä järjestelmiä, rakennuksen ääniolosuhteita ja meluntorjuntaa sekä esteettömyyttä koskevien säännösten valmistelu on käynnissä. Lisäksi on käynnissä rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntökokonaisuus. Myös eräitä keskeisiä rakennustuotteita koskevia asetuksia valmistellaan. [1.]

Leskelän mukaan suunnittelua säätelevät erilaiset säännökset voidaan jakaa hierarkkisesti seitsemään eri luokkaan: [2 p. 20-21]

1. Määräykset, joita on ehdottomasti noudatettava.
2. Viranomaisohjeet, joiden mukaan suunniteltuna rakenne on viranomai- sen hyväksyttävä.
3. Standardit (tuote-, testaus-, suunnittelu- ja työnsuoritusstandardit), jotka ovat sitovia siltä osin kuin rakentamismääräykset tai suunnitteluasiakirjat edellyttävät.
4. Yhdistysten suositukset: näihin lukeutuvat mm. by50, by61, RIL-normit, jne., jotka voivat sisältää rakentamismääräyskokoelmaan tai eurokoodei- hin kuuluvien ohjeiden lisäksi Suomessa yleisesti noudatettuja käytäntöjä

ja mitoitustietoa, ts. yleensä paljon tärkeitä asioita, joita kaikkia ei voida sisällyttää rakentamismääräyskokoelmaan.

5. Oppikirjat.
6. Tutkimusjulkaisut.
7. Tuotevalmistajien omat esitteet, käyttöselosteet jne.

## 5.1 Rakentamisen ohjaus

Viranomaiset valvovat ja ohjaavat rakentamista Suomessa. Rakentamisen yleinen ohjaus perustuu lain ja asetuksen tasoisiin säännöksiin. [3.]

Rakentamisen ohjauksen ja sääntelyn tavoitteena on varmistaa, että rakentaminen täyttää olennaiset tekniset vaatimukset ja että: [3.]

- rakentamisen laatu on korkeatasoista
- rakentaminen on turvallista, terveellistä ja esteettisesti korkeatasoista
- rakennus soveltuu käyttäjien tarpeisiin koko sen elinkaaren ajan
- rakennus sopii rakennettuun ympäristöön ja maisemaan
- suunnittelussa ja rakentamisessa korostuvat vastuu ja hyvä ammattitaito
- rakennuksen korjaus- ja muutostyössä rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet otetaan huomioon
- rakentaminen edistää kestävästä kehitystä.

Olennaiset tekniset vaatimukset koskevat: [3.]

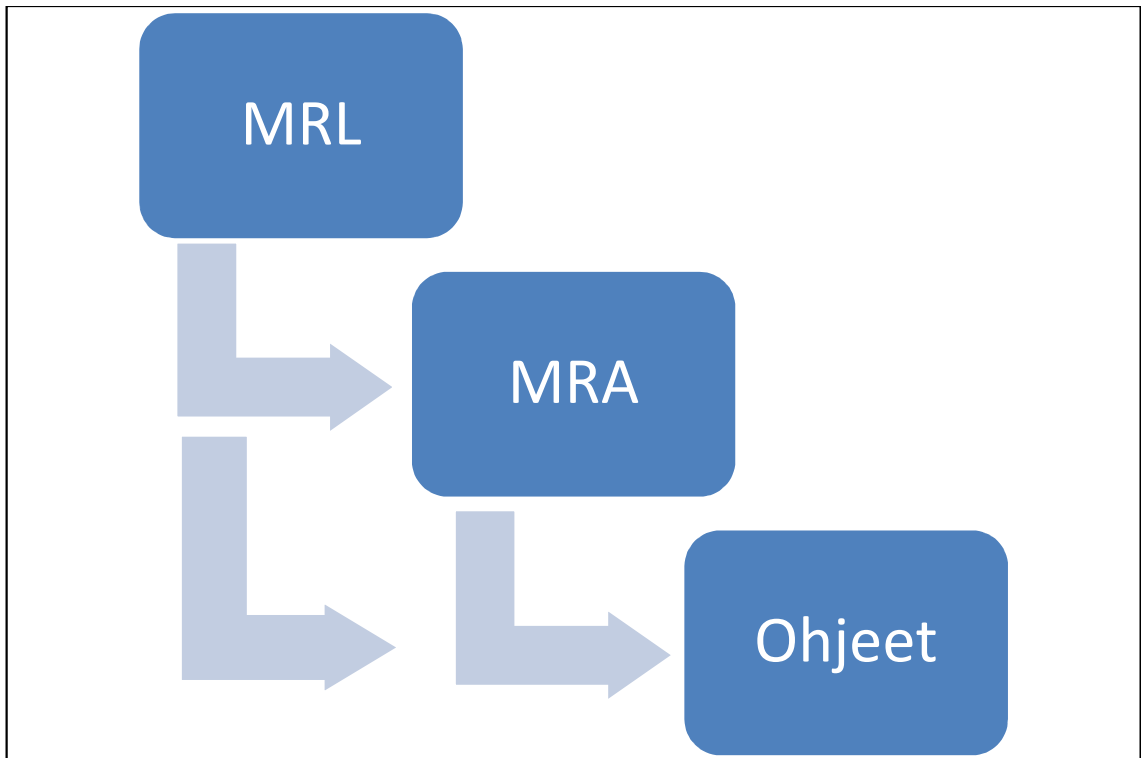
- rakenteiden lujuutta ja vakautta
- paloturvallisuutta
- terveellisyyttä
- käyttöturvallisuutta
- esteettömyyttä
- meluntorjuntaa ja ääniolosuhteita sekä
- energiatehokkuutta.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että se täyttää olennaiset tekniset vaatimukset. Hyvä suunnittelu on avainasemassa onnistuneessa rakennushankkeessa. Rakennuksen suunnittelu on usean suunnittelijan yhteistyötä. Tärkeimmät näistä ovat rakennus-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelija. Rakennuksen suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaa pääsuunnittelija, joka myös koordinoi suunnittelijoiden toimintaa. Suunnittelijoilta edellytetään suunnittelutehtävän vaativuutta vastaavaa kelpoisuutta. [3.]

Ympäristöministeriö vastaa rakentamisen yleisestä ohjauksesta ja valvonnasta Suomessa. Se valmistelee ja kehittää rakentamista koskevaa lainsäädäntöä ja muita säädöksiä sekä pitää yllä rakentamismääräyskokoelmaa. [3.]

Kunta vastaa rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta alueellaan. Rakennusvalvonnan viranomaistehtävistä huolehtii kunnan määräämä lautakunta tai muu toimielin (ei kuitenkaan kunnanhallitus). Rakentamisen neuvontaa ja valvontaa varten kunnassa pitää olla rakennustarkastaja. Rakennustarkastajalta vaadittavasta kelpoisuudesta säädetään asetuksella. [3.]

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tehtävänä on huolehtia siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sitä koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennustyön viranomaisvalvonta alkaa luvanvaraisen rakennustyön aloittamisesta ja päättyy loppukatselmukseen. Lupaa tai muuta viranomaishyväksyntää edellyttävässä rakennustyössä on oltava kunnan rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä vastaava työnjohtaja. [3.]



Kuva 1. Rakentamisen ohjauksen kaavio Suomessa.

Kuvassa 1 on esitetty pelkistetty kaavio suunnittelua ja rakentamista ohjaavien säännöksiä ja ohjeiden sidonnaisuudesta. Maankäyttö- ja rakennuslaki on velvoittava ja sen nojalla voidaan säätää asetuksia, jotka ovat myös velvoittavia. Ohjeita on monen tasoisia, mutta viranomaistason ohjeet ovat yleensä rinnastettavissa velvoittaviin asiakirjoihin tai MRL:ssä tai MRA:ssa voidaan viitata suoraan ohjeeseen.

### 5.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Maankäyttö – ja rakennuslaki on ylimmällä tasolla rakentamista ohjaavista säännöksistä.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. [4.]

Maankäyttö- ja rakennuslaki koskee alueiden käyttöä ja rakentamista. Tavoitteena on luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö, joka on sosiaalisesti toimiva ja jossa eri väestöryhmien tarpeet on otettu huomioon. Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on: [4.]

- järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että ne luovat edellytykset hyvälle elinympäristölle
- edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävästä kehityksestä
- turvata kansalaisille osallistumismahdollisuus asioiden valmistelussa
- turvata suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantuntemuksen monipuolisuus ja avoin tiedottaminen.

Yleisiä tavoitteita täydentävät alueiden käytön suunnittelun tavoitteet (5 §) ja rakentamisen ohjauksen tavoitteet (12 §). Maankäyttö- ja rakennuslaki ja -asetus sisältävät säännöksiä muun muassa: [4.]

- kaavoituksesta
- kuntien rakennusjärjestyksestä
- ranta-alueiden suunnittelusta ja rakentamisesta
- tonttijaosta
- yhdyskuntarakentamiseen liittyvästä lunastamisesta
- rakentamiselle asetettavista yleisistä vaatimuksista
- rakentamisen luvista ja muusta rakentamisen valvonnasta.

Maankäyttö- ja rakennuslain toimivuutta seurataan ja arvioidaan, jotta se vastaisi muuttuvan toimintaympäristön tarpeita [4].

### **5.1.2 Ministeriöiden asetukset ja ohjeet**

Asetukset tai niihin rinnastettavat, asetuksia täydentävät ministeriöiden ohjeet ovat velvoittavia ja ohjaavat näin suoraan rakentamista. Ministeriöiden asetuk-



silla ja ohjeilla tarkennetaan Maankäyttö- ja rakennuslain säädöksiä ja ne on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan.

Asetuksia tai niihin rinnastettavia asiakirjoja ovat:

- Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999
- Valtioneuvoston asetukset
- Ympäristöministeriön asetukset
- Suomen rakentamismääräyskokoelma
- Eurokoodit
- SFS-standardien kansalliset liitteet, jotka on annettu ympäristöministeriön asetuksina

### **Suomen rakentamismääräyskokoelma**

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. [5.]

Asetuksena annetut ja Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kootut rakentamista koskevat säännökset ovat velvoittavia. Ministeriön antamat ohjeet sen sijaan eivät ole velvoittavia. [5.]

Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat perinteisesti koskeneet uuden rakennuksen rakentamista. Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä määräyksiä on sovellettu vain siltä osin kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käyttötapa ovat edellyttäneet (ellei määräyksissä ole nimenomaisesti määrätty toisin). Rakentamista koskevien määräysten soveltaminen on tarkoitettu joustavaksi siten kuin se rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet huomioon ottaen on mahdollista. Olemassa olevia rakentamiskokoelman määräyksiä sovelletaan viiden vuoden siirtymäaikana kuten tähänkin asti. Sitä mukaa, kun rakentamismääräyskokoelman osia uudistetaan, kustakin uudesta asetuksesta käy suoraan ilmi, koskeeko se uuden rakennuksen rakentamista vai rakennuksen korjaus tai muutostyötä. [5.]

Rakennustuotteen kelpoisuus rakentamisessa käytettäväksi osoitetaan CE -merkinnällä, mikäli rakennustuote kuuluu harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai sillä on eurooppalainen tekninen arviointi (ETA). Jos rakennustuotteen kelpoisuutta ei voida osoittaa EU:n rakennustuoteasetuksen mukaisesti CE-merkinnällä, valmistaja voi halutessaan osoittaa kelpoisuuden vapaaehtoisella tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella tai valmistuksen laadunvalvonnalla. [5.]

## **Eurokoodit**

Eurokoodit ovat kantavien rakenteiden suunnittelustandardeja, jotka on tehty harmonisoimaan ja yhtenäistämään suunnittelua Euroopan maissa ja avaamaan suunnittelun maakohtaisia rajoja.

Eurokoodit ovat asetuksiin rinnastettavia asiakirjoja ja ovat näin ollen velvoittavia. Ympäristöministeriön asetus (477/2014) kantavista rakenteista, 3 § viittaa suoraan eurokoodeihin. Rakennuksen kantavia ja jäykistäviä rakenteita koskevat olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät, kun rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan eurokoodien sekä niitä koskevien ympäristöministeriön asetuksina annettujen kansallisten valintojen mukaan [6].

Eurokoodiyhteensopivat säädökset tulivat voimaan 1.9.2014. Tämän jälkeen suunnittelussa käytetään eurokoodeja yhdessä ympäristöministeriön vahvistamien kansallisten liitteiden kanssa. [10.]

### **5.1.4 Rakennus- ja kiinteistöalan organisaatioiden ohjeistukset**

Rakennus- ja kiinteistöalan organisaatiot julkaisevat omia ohjeitaan ja suosituksiaan, jotka sisältävät paljon sellaista tietoa, mitä ei velvoittavissa säännöksissä esitetä. Julkaisut perustuvat pääasiassa velvoittaviin asiakirjoihin, kuten eurokoodeihin ja rakentamismääräyskokoelmaan, mutta niissä on paljon tietoa mm. Suomessa yleisesti noudatettuja käytäntöjä, yksinkertaistettuja suunnittelumalleja, mitoitus tietoa ja –taulukkoita, joita ei voida velvoittaviin säännöksiin sisällyt-

tää. Rakennus- ja kiinteistöalan organisaatioiden julkaisemat ohjeistuksen ovatkin suunnittelijan pääasiallinen apuväline suunnittelussa, sillä niissä esitetty suunnittelun ohjeistus on usein selkeämmin hahmotettavissa ja nopeammin löydettävissä, kuin esim. eurokoodeista.

Rakennus- ja kiinteistöalan organisaatioita ovat esimerkiksi:

- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL
- Rakennustieto
- Suomen Betoniyhdistys ry
- Teräsrakenneyhdistys
- Suunnittelu ja konsulttiyritykset SKOL ry
- Betoniteollisuus Ry
- Rakennusteollisuus RT ry
- Rakentamisen Laatu RALA ry
- RAKLI ry

Yhdistysten suositukset tai yhdistystason ohjeet ovat myös viranomaisohjeita täydentäviä, mutta niillä ei ole viranomaisohjeiden mukaista statusta. [2.]

#### **5.1.5 Oppilaitokset, tutkielmat, julkaisut, tuotevalmistajien ohjeet yms.**

Oppikirjat ja käsikirjat sisältävät mm. teoretietoa ja selityksiä viranomaisohjeille. Lisäksi niissä voidaan esittää soveltuvia otteita eri maiden suunnitteluohjeista, esimerkiksi sellaisia tapauksia varten, joita ei sisälly rakentamismääräyskoelmaan. [2.]

Osa oppikirjoista, tutkielmat ja muuta alan julkaisut voivat olla hyviä tiedonlähteitä ja suunnittelun apuvälineitä, mutta niitä käytettäessä on oltava terveellä tavalla kriittinen. Tällaisia aineistoja käytettäessä on oltava tarkka sen sisällöstä, sillä aineistossa voi olla vanhentunutta tietoa, se voi perustua kirjoittajan omaan näkemykseen tai toisen maan suunnitteluperusteisiin. Eurokoodin ja CE-merkinnän tuleminen velvoittavaksi on parantanut tilannetta, oppikirjoja uusitaan,

tuotteiden soveltavuuden toteaminen on helpompaa ja suunnitteluohjeet ovat yhtenäisempiä ja suunnittelunormien sekakäyttöä ei enää ole.

## 5.2 Rakentamisen nykytilanne

Maankäyttö- ja rakentamislakiin ja -asetukseen on tehty luonnollisesti vuosien saatossa useita muutoksia ja muutokset jatkuvat edelleen.

Maankäyttö- ja rakennuslakiin ja -asetukseen tehdyt tärkeimmät muutokset: [4.]

- kaavojen toteuttamiskustannusten vastuunjako koskeva uudistus (222/2003), joka tuli voimaan 1.7.2003
- lain toimivuuden ensimmäisen arvioinnin pohjalta tehdyt tarkistukset (476/2004), jotka tulivat voimaan 1.9.2004
- tonttitarjonnan edellytysten parantamista koskevat muutokset (1441/2006), jotka tulivat voimaan 1.3.2007.

Rakentamista koskevien asetusten uudistaminen on käynnissä ja uudistuksen on tarkoitus olla viranomaisten mukaan valmis vuoteen 2018 mennessä.

Uudistuksen keskeisenä tavoitteena on rakentamista koskevan sääntelyn selkeys sekä sen soveltamisen yhtenäisyys ja ennakoitavuus. Uudistuksen yhteydessä sääntelyä myös vähennetään. [9.]

Asetukset kootaan Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, jonne myös yhtenäisen soveltamisen tueksi annetut ministeriön ohjeet sekä suositusluonteiset ohjeet kootaan. [9.]

Paloturvallisuutta, kosteusturvallisuutta, taloteknisiä järjestelmiä, rakennuksen ääniolosuhteita ja meluntorjuntaa sekä esteettömyyttä koskevien säännösten valmistelu on käynnissä. Lisäksi on käynnissä rakennusten energiatehokkuutta

koskeva lainsäädäntökokonaisuus. Myös eräitä keskeisiä rakennustuotteita koskevia asetuksia valmistellaan. [9.]

Rakenteiden ja rakennusten suunnittelua, suunnittelijoiden kelpoisuutta, sekä rakentamista koskevia suunnitelmia ja selvityksiä koskevia asetuksia ja ohjeita on myös uusittu.

Suunnittelua koskevat viimeaikaiset ja oleelliset uudistukset:

- Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014) 14.6.2014
- Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014) 17.6.2014
- Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä (214/215) 12.3.2015
- Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (216/2015) 12.3.2015
- Valtioneuvoston asetus maankäyttö- ja rakennusasetuksen muuttamisesta (215/2015) 12.3.2015
- Ympäristöministeriön ohje rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta (YM2/601/2015) 12.3.2015.
- Ympäristöministeriön asetus Eurocode -standardien soveltamisesta talonrakentamisessa 15.10.2007 ja sen jälkeen asetukseen annetuista muutoksista.

Suomen rakentamismääräyskokoelman yleinen A-osa ja rakenteiden lujuutta koskeva B-osa on kumottu lähes kokonaisuudessaan. A- ja B-osat kumottiin samanaikaisesti kuin edellisessä listassa esitetyt asetukset tulivat voimaan.

Rakentamismääräyskokoelman uudistaminen on vielä kesken, mutta ympäristöministeriö on toimittanut asetusluonnokset eurokoodien kansallisista valinnoista, sekä Suomen rakentamismääräyskokoelman rakenteiden lujuutta ja vakautta koskevista osista komissiolle. Asetusluonnoksia on kaikkiaan yksitoista käsitellen rakenteiden suunnitteluperusteet, rakenteiden kuormat, sekä geoteknisen

suunnittelun [10]. Lisäksi rakentamismääräyskokoelman C- ja D-osaa ollaan uudistamassa.

### **Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014)**

Asetusta sovelletaan rakennusten kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen, rakenteiden korjaus- ja muutostyöhön sekä rakenteiden rakenteellisten vahvistusten suunnitteluun ja toteutukseen. Tätä asetusta sovelletaan myös rakennelmien ja käyttöturvallisuuden kannalta merkittävien rakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen sekä niiden korjaus- ja muutos-työhön, kun niiden mahdollisesta vauriosta voi aiheutua vaaraa henkilöturvallisuudelle. [11.]

### **Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä**

Asetus korvaisi nykyisin rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista annetun ympäristöministeriön asetuksen (Suomen rakentamismääräyskokoelman osa A2, 2002) viidennessä luvussa olevat lupa-asiakirjoja ja muita suunnitelmia ja selvityksiä koskevat säännökset. Lisäksi asetus korvaisi rakentamisen valvonnasta ja teknisestä tarkastuksesta annetun ympäristöministeriön asetuksen (Suomen rakentamismääräyskokoelman osa A1, 2006) perustamis- ja pohjaolosuhdeselvitystä ja rakennuttajavalvontaa koskevia säännöksiä. Uusi asetus perustuisi sisällöllisesti suurelta osin edellä mainittuihin asetuksiin. Lisäksi asetuksessa olisi neljä uutta pykälää. Asetuksessa käytettyä käsitteistöä tarkistettaisiin vastaamaan Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) terminologiaa. [12.]

Tarkoituksena on selkeyttää rakentamista koskevien suunnitelmien ja selvitysten sisällölle asetettuja vaatimuksia ja luoda tätä kautta edellytykset viranomais-toiminnan yhtenäistymiselle ja toiminnan ennakoitavuudelle. Lisäksi asetuksella täsmennetään korjaus- ja muutostöitä sekä kosteusvaurioiden korjausta koskevien suunnitelmien sisällölle asetettuja vaatimuksia. [12.]

## **Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä (214/215)**

Sääntelyn keskeisenä tavoitteena on selkeyttää ja yhtenäistää suunnittelutehtävien vaativuuden määräytymistä osana rakentamisen laatu järjestelmää. Vaativuusluokkien välisiä eroja on täsmennetty, jotta sääntelyn soveltaminen olisi nykyistä ennakoitavampaa ja yhtenäisempää ja jotta entistä paremmin voitaisiin myös määritellä, minkälaista asiantuntemusta kussakin suunnittelutehtävässä vaaditaan. [13]

Lakien, asetusten ja ohjeiden päivittäminen on tullut tarpeeseen, sillä monet nyt lain tasolle siirretyistä säädöksistä olivat ennen ohjeen tasolla. Lisäksi viimeisimpien vuosien suunnittelua ohjaavien asiakirjojen yhteis- ja pahimmillaan sekakäytön takia uudet asetukset selkeyttävät rakentamista ja suunnittelua.

## **6 LAATU**

Laatuun sitoutuminen lähtee yrityksen johdosta, mutta jokaisen yksilön on sitouduttava laadun tavoitteluun, jotta tuote olisi myös laadukas. Yrityksillä on omat laatu järjestelmänsä, jotka laatusertifikaatin myöntäjät arvioivat ja audittoivat.

Toimiakseen vaikuttavasti on organisaation tunnistettava ja hallittava useita toisiinsa liittyviä toimintoja. Toimenpide, jossa käytetään resursseja ja jota hallitaan panosten muuttamiseksi tuotoksiksi, voidaan käsittää prosessiksi. Usein yhden prosessin tuotos muodostaa välittömästi panoksen seuraavalle prosessille.

Prosessijärjestelmän soveltamista organisaatiossa, prosessien ja niiden vuorovaikutusten tunnistamista sekä prosessien johtamista voidaan kutsua ”prosessimaiseksi toimintamalliksi”.

Prosessimaisen toimintamallin etuja on, että se mahdollistaa prosessijärjestelmän toisiinsa liittyvien yksittäisten prosessien, niiden yhdistelmien ja vuorovaikutusten jatkuvan ohjauksen.

Organisaatio voi joustavasti valita erilaisia tapoja laadunhallintajärjestelmänsä dokumentoimiseksi. Jokaisen organisaation tulisi laatia riittävät asiakirjat osoittamaan laadunhallintajärjestelmän ja siihen kuuluvien prosessien vaikuttava suunnittelu, toiminta, ohjaus ja jatkuva parantaminen.

Laadunhallintajärjestelmän dokumentointi voi liittyä joko organisaation kaikkiin toimintoihin tai vain valittuun osaan, esimerkiksi niihin vaatimuksiin, jotka johtuvat tuotteista, prosesseista, sopimuksista, viranomais määräyksistä tai organisaatiosta itsestään.

On tärkeää, että laadunhallintajärjestelmän dokumentointi kattaa ne laatustandardit, joiden sisältö ja vaatimukset on tarkoitus täyttää. [14, p. 6.]

### **6.1 Laadun määrittely**

Laatu on käsitteenä monimuotoinen, sillä sen sisältö riippuu pitkälti siitä millaista laatua tavoitellaan. Laadun määrittely voi olla haasteellista ja laadun mittaamista varten on ensin tiedettävä tarkasti kriteerit siitä, mitä halutaan mitata ja saavuttaa.

Erilaisia laatua mittaavia tekijöitä ovat esimerkiksi:

- Taloudelliseen tulokseen perustuva laatu
- Toiminnan kehittämiseen perustuva laatu
- Asiakastyytyväisyyteen perustuva laatu
- Tekniseen onnistumiseen perustuva laatu
- Ajankäyttöön ja aikatauluihin perustuva laatu

Rakennesuunnitteluun liittyvän laadun voisi yhtenäistää kolmeen eri kokonaisuuteen, jotka ovat tuotteen laatu, prosessin laatu tai palvelun laatu.

### **6.2 Laadunhallinta ja laadunhallintajärjestelmä**

Laadunhallintajärjestelmä kattaa toiminnot, joilla organisaatio määrittelee tavoitteensa ja määrittää prosessit ja resurssit, joita tarvitaan haluttujen tulosten saavuttamiseen.

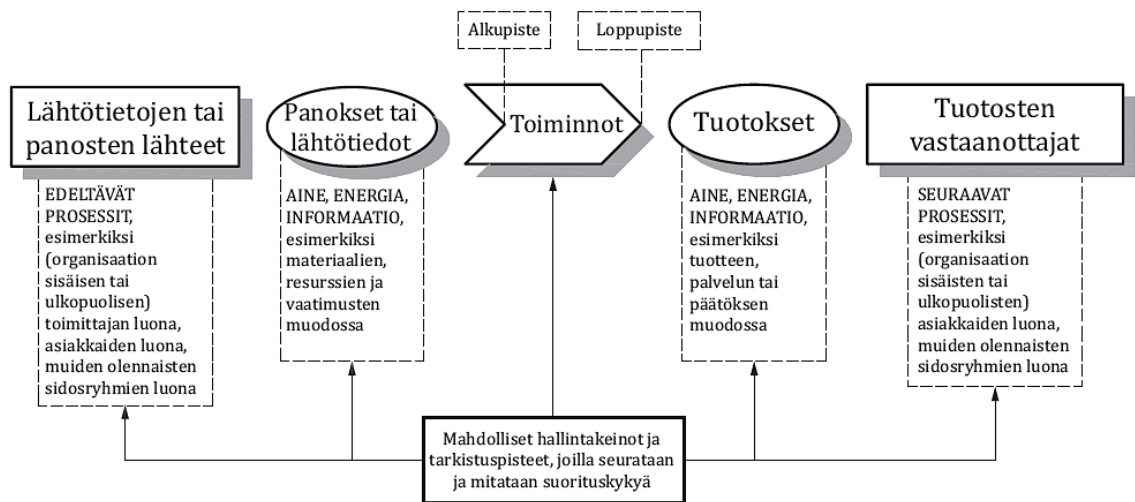


Laadunhallintajärjestelmällä hallitaan vuorovaikutteisia prosesseja ja resursseja, joita tarvitaan arvon ja tulosten tuottamiseen olennaisille sidosryhmille.

Laadunhallintajärjestelmän avulla ylin johto voi optimoida resurssien käytön ottaen huomioon päätöksensä seuraukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä.

Laadunhallintajärjestelmän avulla voidaan päättää, kuinka käsitellään tuotteiden ja palvelujen tuottamisen tarkoitettuja ja tahattomia seurauksia. [15.]

Projektin prosesseja on tarpeen hallita laadunhallintajärjestelmän yhteydessä, jotta saavutetaan projektin tavoitteet. Projektin laadunhallintajärjestelmä tulisi niin pitkälle kuin mahdollista yhdenmukaistaa käynnistävän organisaation laadunhallintajärjestelmän kanssa. [16.]



Kuva 2 Kaavio yksittäisen prosessin osista [17, p.7]

Kuvassa 2 on esitetty kaavio, joka kuvaa mitä tahansa prosessia ja sen osien välistä vuorovaikutusta. Seurannan ja mittauksen tarkistuspisteet, joka ovat välttämättömiä ohjauksen kannalta, ovat prosessikohtaisia ja vaihtelevat prosessiin liittyvien riskien mukaan.

Käyttämällä prosessimaista toimintamallia laadunhallintajärjestelmässä voidaan:  
[17.]

- ymmärtää vaatimukset ja täyttää ne johdonmukaisesti
- arvioida prosesseja sen perusteella, mitä lisäarvoa ne tuovat
- saavuttaa vaikuttava prosessien suorituskyky
- parantaa prosesseja datan ja informaation analysoinnin perusteella

Suunnittelun ja kehittämisen vaiheita ja ohjausta määriteltessään organisaation on otettava huomioon: [17.]

- suunnittelu- ja kehittämistoimintojen luonne, kesto ja monimutkaisuus
- tarvittavat prosessin vaiheet, kuten soveltuvat suunnittelun ja kehittämisen katselmukset
- tarvittavat suunnittelun ja kehittämisen todentamis- ja kelpuutustoiminnot
- suunnittelu- ja kehittämisprosessiin liittyvät vastuut ja valtuudet
- sisäiset ja ulkoiset resurssitarpeet tuotteiden ja palveluiden suunnittelua ja kehittämistä varten
- tarve hallita suunnittelu- ja kehittämisprosessiin osallistuvien henkilöiden välisiä rajapintoja
- tarve ottaa asiakkaat ja käyttäjät mukaan suunnittelu- ja kehittämisprosessiin
- tuotteiden ja palveluiden tuottamista koskevat vaatimukset
- asiakkaiden ja muiden olennaisten sidosryhmien odotukset suunnittelu- ja kehittämisprosessin ohjauksen tasosta
- dokumentoitu tieto, jota tarvitaan osoittamaan, että suunnittelua ja kehittämistä koskevat vaatimukset on täytetty

## **7 LAADUNVARMISTUKSEN TARVE RAKENNESUUNNITTELUS- SA**

Laadunvarmistus on osa laadunhallintaa, johon kuuluvat myös laadun suunnittelu, laadunohjaus ja laadun parantaminen.

Suunnitteluprosessi on usein pitkä, joskus jopa useamman vuoden kestävä kokonaisuus. Laadun tarkkailu on tärkeää suunnittelun joka vaiheessa, mutta laadun varmistaminen tulee ensisijaisen tärkeäksi ennen suunnitelmien luovutusta eteenpäin. Huonolaatuisten tai jopa virheellisten suunnitelmien jakelu voi aiheuttaa suunnitelmat toteuttaneelle yritykselle monenlaista haittaa. Päälimmäisenä haittana ovat mahdolliset taloudelliset vaikutukset, mutta myös hyvän yhteistyökumppanin maine ja virheellisten suunnitelmien vaikutus aikatauluihin ovat merkittävässä osassa suunnittelun laatua.

Laatu ei aina toteudu, vaikka suunniteltaisiin ohjeiden mukaan. Rakennuslehden julkaisussa nro 10, 11.3.2016 on artikkeli ”Näin Suomi homehtui – hyvä rakentamistapa sai aikaan pahaa jälkeä”, jossa STE:n Rakennusterveys ja sisäilmasto –toimialan toimialajohtajaa Juhani Piristä lainataan kuvaavasti. ”Useimmat nyt kosteusteknisesti epäkelvoiksi havaitut rakenneratkaisut löytyvät erilaisista rakennusala ohjaavista ohjeista.”

Eurokoodit monine muuttujineen ja kuormitusyhdistelyineen, sekä lyhyet suunnitteluajat lisäävät käytännön työkalujen tarvetta, joilla voidaan määritellä ja varmistaa, että käytetyt laskentaperiaatteet ja lähtötiedot ovat oikeat.

## **7.1 Laadunvarmistus laissa, asetuksissa tai niihin rinnastettavissa asiakirjoissa**

Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista velvoittaa, että rakennesuunnittelijan on huolehdittava rakennesuunnitelmien laadunvarmistuksesta siten, että rakennesuunnitelmat tarkastetaan ennen niiden toimittamista rakennusvalvontaviranomaiselle. Suunnitelmien laadunvarmistus kohdistuu rakennesuunnittelijan laatimiin laskelmiin, piirustuksiin ja tekstiasiakirjoihin sekä suunnittelijan tuottamiin muihin suunnitelmatietoihin. [6.] Ympäristöministeriön asetusta on käsitelty tarkemmin kohdassa 8.3.6.

Standardin SFS-EN 1990 kohdassa 2.5 kirjataan laadunvarmistuksesta; [18]  
Jotta saataisiin aikaan rakenne, joka vastaa vaatimuksia ja suunniteltaessa tehtyjä otaksumia, tarvitaan asianmukaisia laadunhallintatoimenpiteitä. Näitä toimenpiteitä ovat:

- luotettavuusvaatimusten määrittely
- organisaatiota koskevat toimenpiteet ja
- valvontatoimet suunnittelu-, toteutus-, käyttö- ja ylläpitovaiheissa.

## **7.2 Kyselylomakkeet**

Laadunvarmistustoimenpiteiden ja tarkastuslomakkeiden sisällön tueksi työn alussa lähetettiin FCG:n rakennuttaminen ja ylläpitopalvelut, sekä rakennetekniikka –toimialojen työntekijöille kyselylomake, joka on esitetty liitteessä 5.

Kyselylomakkeella pyrittiin selvittämään rakennetekniikka –toimialan suunnittelijoiden näkemys miten he käsittävät laadunvarmistuksen suunnittelussa, mitkä ovat suunnittelun ongelmakohdat, millainen suunnittelun tarkastusasiakirjan tulisi olla ja mitä asioita siihen tulisi sisällyttää. Kyselylomakkeiden vastauksien perustella kartoitettiin myös jatkossa kehitettävien tarkastuslomakkeiden sisältöä ja rakennetta. Tarkastuslomakkeet tulevat olemaan osa laatujärjestelmän toimialakohtaista tarkastusprosessia.

Kyselylomake lähetettiin, myös rakennuttaminen ja ylläpitopalvelut –toimialan työntekijöille, jotta kyselyn tuloksista saataisiin suurempi otos ja näkemys myös osapuolelta, joka käyttää hankkeeseen tuotettuja suunnitelmia.

## **7.3 Kyselylomakkeiden tulokset**

Laadunvarmistus suunnittelussa koetaan terminä monella eri tavalla suunnittelukokemuksesta ja työtehtävistä riippuen. Käsitteet vaihtelevat pienten yksityiskohtien oikeellisuudesta suuriin kokonaisuuksiin, kuten rakennusrungon turvallisuuteen ja vakiintuneisiin menettelytapoihin kaikissa suunnittelun vaiheissa.

Niin pienet, kuin suuret asiat ovat kaikki tärkeitä laadunvarmistuksen kannalta, mutta laadun kokeminen ja tulkitseminen on juuri niin monimuotoista kuin voi olettaakin. Saatujen vastauksien perusteella voidaan todeta, että laadun ja laatuavoitteiden määrittely ja sopiminen yhteistyön alkuvaiheessa, niin konsernitavalla, hanketta suunnittelevan projektiryhmän kuin tilaajaosapuolen taholta on ensisijaisen tärkeää laadukkaan lopputuotteen kannalta.

Kyselylomakkeiden vastauksissa on suunnittelun haasteina ja ongelmina havaittavissa kaksi yhtenäistä tekijää; suunnitteluajataulu tai suunnitteluun varattu aika lähtötietojen riittävyys ja oikea-aikaisuus.

Suunnitelmien laadunvarmistuksen ja sisäisen tarkastuksen tarve nähdään erittäin suurena, mutta niiden toteutuksesta on eriäviä mielipiteitä, joskin yhteneväistä vastauksissa oli, että tarkastusta olisi tehtävä läpi koko projektin.

Oleellisimpina tarkastettavina asioina pidettiin lähtötietojen oikeellisuutta, kuten kuormitusten ja rakennemallin määrittelyä, sekä suunnitelmien yhdenmukaisuutta ja ristiriidattomuutta.

#### **7.4 Suunnittelun haasteet**

Suunnittelun monimuotoisuuden takia siinä on myös lukuisia haasteita, joiden hallinta on haastavaa. Suunnittelutyö ei ole enää vain kantavien rakenteiden suunnittelua, vaan siihen sisältyy mm. useiden suunnitteluohjelmien hallinta, sisäilmaston ja rakennusfysiikan syvällisempi huomiointi, energiataloudelliset lähtökohdat ja kantavien rakenteiden CE-merkinnän pakollisuuden seurauksena myös rakennustuotteiden valmistusteknisten asioiden tarkempi tuntemus. Kokemus auttaa kokonaisuuden ja suunnitteluprosessin hallinnassa, mutta pienetkin puutteet laadunvarmistuksessa voivat muuttaa muuten onnistuneen projektin epäonnistuneeksi. Esimerkiksi oikeiden kuormituslähtötietojen saaminen ja varmistaminen on ensisijaisen tärkeää, jotta rakenteiden kantavuus ja vakaavuus voidaan suunnitella oikein. Rakenteiden ollessa hoikkia niin yllättävän pienikin kuormalisa voi tehdä rakenteesta epäkelvon kyseiseen kohtaan ja sellai-

sessä tilanteessa korjaustoimenpiteet voivat olla todella vaikeita tai jopa mahdottomia.

Suurimpina haasteina suunnittelussa ovat mm.:

- Suunnittelulle varatun ajan riittämättömyys.
  - Suunnittelukustannukset verrattuna palkkioon.
- Suunnittelu-aikataulut.
- Lähtötietojen oikea-aikaisuus ja riittävyys.
- Projektin johtaminen sisäisesti (projektipäällikkö).
- Suunnittelun ohjauksen puute (tilaaja).
- Pääsuunnittelijantehtäviä ei tehdä tehtäväluettelon vaatimalla laajuudella.
- Arkkitehtisuunnittelun tehtäviä ei tehdä tehtäväluettelon vaatimalla laajuudella.
- Oikeiden kuormitusten ja kuormitusyhdistelmien hallinta.
- Muutosten hallinta.
- Oikeiden henkilöiden löytäminen oikeisiin tehtäviin.
- Projektiryhmään kuuluvien rakennesuunnittelijoiden kokemuksen ja ammattitaidon puute ja opetus-/ohjausajan riittämättömyys.
- Suunnitelmien tarkastaminen ja sille tarvittavaa aikaa ei ole riittävästi.
- Suunnitelmien oikeellisuus ja teknisen toteutettavuuden varmistaminen.
- Tietomallinnuksen vaatimukset suhteessa osaamistasoon.
- Tilaajan tai rakennuttajan ammattitaidon puute.

Lähes poikkeuksetta, rakennushankkeen osapuolesta riippumatta, kaikki näkevät rakennushankkeen suurimpana ongelmana aikataulun. Nykypäivän tiukat aikataulut lähtevät monesti tilaajan ammattitaidon puutteesta hoitaa rakennushanke, mutta liian lyhyisiin aikatauluihin on monia muitakin osatekijöitä. ”Raha ratkaisee” on sanonta, joka heijastuu koko rakennushankkeeseen ja täten myös aikatauluihin. Rakennushanke on hyvin usein moneen osaan ja toteuttajaan jaettu kokonaisuus. Kaikilla osapuolilla on rakentamisaikatauluihin, sekä rakennustoimintaan varattuun kustannukseen omat intressinsä, joten kaikkien osatekijöiden yhteensovittaminen on suurimpia haasteita rakennushankkeessa ja täten myös rakennesuunnitteluprojektissa.

On vaikeaa määritellä merkitsevintä ongelmaa tai haastetta suunnitteluprosessin kannalta, mutta etenkin rakennesuunnittelussa useimmat ongelmat johtuvat tai ovat suoraan sidoksissa rakentamis- ja suunnitteluaiakatauluun. Ongelmia ja virheitä tulee lähes aina, etenkin kiireessä ja tiukoissa aikatauluissa toteutettuihin hankkeisiin. Inhimilliset tekijät määrittävät projektin onnistumisen, joten suunnitteluprosessin hyvä hallinta ja vakiintuneet toimintamallit, sekä laadunvarmistuksen apuvälineet edesauttavat haasteiden hallintaa ja voivat ehkäistä hankkeen aikana ilmeneviä ongelmia.

### **7.5 Laatu ja rakennesuunnittelu**

Laadusta, laadunhallinnasta ja –varmistuksesta on paljon teoreettista aineistoa ja ohjeita, mutta rakennesuunnittelun kannalta oleellisimpia laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat:

- suunnittelijan ammattitaito ja pätevyys suhteessa suunniteltavaan kohteeseen
- suunnitelmien tarkastaminen
- yrityksen laatujärjestelmän toimialakohtainen ohjeistus
- projektiryhmä
- riittävä suunnittelu-aika
- tarvittava aika suunnitelmien tarkastamiselle
- suunnitelmamallit ja informaatio aiemmista hankkeista eli oppimis- ja kehittämisprosessi
- vakioidut, toimiviksi osoittautuneet toimintamallit
- lähtötietojen riittävyys

## **8 RAKENNUSHANKE JA SUUNNITTELU**

Suunnittelun ja etenkin rakennesuunnittelun arvostus on nykypäivän rakentamisessa liian vähäistä, vaikkakin suunnittelun arvostus on vähitellen kasvanut.

Tilajaat arvostavat päivä päivältä enemmän hyvin toteutettua suunnittelua ja ennen kaikkea toimivaa, aikataulussa pysyvää suunnittelua.

Yksi merkittävä tulevaisuuden suuntaus rakennesuunnittelussa on kolmannen osapuolen tarkastukset. Tämä johtuu varmasti osittain uusien suunnittelunormien tulosta ja julkisuudessa lähivuosina olleista rakennuksien rakenteellisista ongelmista ja onnettomuuksista. Oleellisessa osassa ulkopuolisen tarkastuksen yleistymiseen on rakentamista koskevien määräysten ja asetusten uudistuksessa, jossa erittäin vaativien suunnittelukohteiden tai rakennuksen osan laadunvarmistus on toteutettava ulkopuolisella tarkastuksella. Asetukset siis säätävät ulkopuolisen tarkastuksen käytöstä suunnitteluhankkeessa, mutta viime kädessä tarkastuksen määrääminen on rakennusvalvontaviranomaisen vastuulla, joka voi halutessaan, mutta myös perusteltuna, vaatia ulkopuolista tarkastusta vähemmän vaativissa kohteissa.

Tämä suuntaus ja toimintamalli on positiivinen, mutta omalla tavallaan ongelmallinen. Kolmannen osapuolen tarkastus on yksi asia, joka lisää rakentamiskohteiden aikataulullista ongelmaa. Eli tämäkin suuntaus on riippuvainen rakentamisen kokonaisprosessin muutoksesta ja suunnittelun muuttumisesta etupainoisemmaksi. Nykyään vaaditaan kyseistä tarkastusta, mutta sille ei useinkaan ole varattu aikaa rakennus- ja suunnitteluprosessissa. Nykypäivänä rakentaminen on monesti ns. kädestä suuhun toimintaa eli suunnitelmat menevät suoraan suunnittelijalta työmaalle ja rakentaminen alkaa tai jatkuu heti. Tämän työn tuotoksena tehtävä lähtötieto- ja laadunvarmistuslomake tukee omalta osaltaan suunnittelun tarkastustoimintaa.

Tässä luvussa keskitytään rakennushankkeen suunnittelun kulkuun, tehtäviin, velvoittaviin säädöksiin, suunnitelmiin, projektitoimintaan ja laadunvarmistukseen. Perustaksi rakennesuunnitteluprosessin kululle ja tehtäville on rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12 [19].



## 8.1 Suunnitteluprojektin vaiheet

Suunnitteluprosessi on laaja kokonaisuus, jonka läpi vieminen hoidetaan projektiryhmän tai yksittäisen suunnittelijan toimesta. Oli kyseessä sitten pieni hanke ja yksittäinen suunnittelija tai iso hanke ja suurempi projektiryhmä niin onnistuneen prosessin edellytyksenä on suoritua onnistuneesti kaikista suunnittelu-projektin vaiheista.

Suunnitteluprojektin vaiheet noudattavat samaa kaavaa kuin rakennushankkeen vaiheet.

Rakennushankkeen vaiheita ovat:

1. Tarveselvitys
2. Hankesuunnittelu
3. Suunnittelun valmistelu
4. Ehdotussuunnittelu
5. Yleissuunnittelu
6. Rakennuslupatehtävät
7. Toteutussuunnittelu
8. Rakentamisen valmistelu
9. Rakentaminen
10. Käyttöönotto
11. Takuu aika

### **TARVESELVITYS**

Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus.

Rakennesuunnittelijan tehtävät ovat tyypiltään avustavia tehtäviä, jotka liittyvät erilaisiin rakennejärjestelmien alustaviin selvityksiin. Lisäksi tehtäviin voi sisältyä myös avustaminen kustannusennusteen laadinnassa ja kannanotto rakentamisaikatauluun rakennetekniikan kannalta. Tarveselvityksiin liittyvät tehtävät ovat aina rakennesuunnittelun erillistehtäviä. [19.]

## **HANKESUUNNITTELU**

Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset, laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen.

Hankesuunnittelussa laaditaan projektiohjelma, jossa esitetään hankkeen läpiviennille asetetut tavoitteet, sekä hankeohjelma, jossa esitetään hankkeen suunnittelulle asetetut tavoitteet. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen. Hankesuunnittelutehtävät ovat aina rakennesuunnittelun erillistehtäviä. [19.]

## **SUUNNITTELUN VALMISTELU**

Suunnittelun valmistelussa organisoidaan suunnittelu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset.

Suunnittelun valmisteluvaiheessa selvitetään yhteistyössä tilaajan kanssa lähtötiedot, suunnittelutehtävän laajuus ja vaatavuus sekä sovitaan suunnittelutiedon hallinnasta. [19.]

## **EHDOTUSSUUNNITTELU**

Ehdotussuunnittelussa laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi. Ehdotussuunnittelu voi olla vaiheesta riippumatonta. [19.]

## **YLEISSUUNNITTELU**

Yleissuunnittelussa ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitelma kohdistuu sekä rakennuksen kiinteään perusosaan että muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun. Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi. [19.]

## **RAKENNUSLUPATEHTÄVÄT**

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten hyväksyttävyyttä sekä laaditaan lupahakemus tarvittavine asiakirjoineen. [19.]

## **TOTEUTUSSUUNNITTELU**

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelma kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnitteluun sisältyy tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu. [19.]

## **RAKENTAMISEN VALMISTELU**

Rakentamisen valmistelussa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset. [19.]

## **RAKENTAMINEN**

Rakentamisessa varmistetaan sopimuksenmukainen toteutus, tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanotossa. [19.]

## **KÄYTTÖÖNOTTO**

Käyttöönötossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus. [19.]

## **TAKUUAIKA**

Takuuajana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet. [19.]

### **8.2 Suunnittelijoiden pätevyys ja suunnittelijaryhmä**

Suunnittelijan pätevyys määräytyy kokemuksen ja koulutuksen perusteella ja suunnittelijan kelpoisuus suunnittelutehtävän suorittamiseen riippuu suunnittelijan riittävästä pätevyydestä suhteessa suunnittelutehtävän vaativuuteen. Ra-

kennusvalvontaviranomainen päättää onko (vastaavalla) suunnittelijalla riittävä kelpoisuus suunnittelutehtävän hoitamiseen ja tämän määrittelyn avuksi ja yhtenäistämiseksi säännöksiä on uudistettu. Vaikka rakennusvalvontaviranomainen päättää viime kädessä suunnittelijan pätevydestä kyseisen hankkeen hoitamiseen, suunnittelijan pätevyys voidaan todeta myös FISE:n ylläpitämällä henkilöiden pätevyysrekisterillä. FISE:n tarkoitus on todeta rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpätevyudet ja koota ne yhteen pätevyysrekisteriin. FISE toteaa lakiin ja täydentäviin rakentamismääräyksiin perustuvia suunnittelijoiden ja työnjohdon pätevyksiä.

Sääntelyn keskeisenä tavoitteena on selkeyttää ja yhtenäistää suunnittelutehtävien vaativuuden määräytymistä osana rakentamisen laatujärjestelmää. Vaativuusluokkien välisiä eroja on täsmennetty, jotta sääntelyn soveltaminen olisi nykyistä ennakoitavampaa ja yhtenäisempää ja jotta entistä paremmin voitaisiin myös määritellä, minkälaista asiantuntemusta kussakin suunnittelutehtävässä vaaditaan. [20, p.1.]

Oikeanlaiset ihmiset oikeisiin tehtäviin on avainlause projekti- tai suunnittelu-ryhmää kootessa. Suunnittelijoilla on luonnollisesti oltava riittävä pätevyys ja kokemus omien tehtäviensä hoitamiseen, mutta hyvin kootulla ryhmällä projektin onnistumismahdollisuudet kasvavat kaikilla osa-alueilla yksittäisen aloittelevan suunnittelijan oppimisprosessista teknisesti ja taloudellisesti laadukkaaseen lopputulokseen.

### **8.3 Suunnitelmat ja selvitykset**

Ympäristöministeriön asetuksessa määritellään maankäyttö- ja rakennuslain nojalla rakennepiirustusten ja rakennelaskelmien sisältöä yleisellä tasolla.

Ympäristöministeriön asetuksessa rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 11 §:ssa säädetään rakennepiirustusten ja rakennelaskelmien sisällöstä:

- Rakennepiirustuksiin ja rakennelaskelmiin on rakennushankkeen laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävässä laajuudessa sisällyttävä tieto suunnittelussa käytetyistä kuormituksista, kantavien rakenteiden lujuudesta ja vakaudesta sekä rakenteiden mitoista. [12.]
- Rakennepiirustuksiin on rakennushankkeen laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävässä laajuudessa sisällyttävä tieto rakenteiden lämmön, kosteuden, veden ja vedenpaineen, äänen sekä värinän eristyksen ratkaisuista. [12.]
- Korjaus- tai muutostyössä rakennepiirustuksiin on lisäksi sisällytettävä tieto käyttöön jäävistä rakenteista ja niiden toiminnasta sekä mahdollisista purettavista rakenteista. [12.]

### **8.3 Kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnittelua koskevat säädökset**

Rakennuksen tai rakennuskohteen kantavat ja jäykistävät rakenteet ovat oleellisin osa rakennus- ja suunnitteluhanketta, koska ne ovat suoraan yhteydessä henkilöturvallisuuteen.

Kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnitteluun vaikuttaa useita tekijöitä, joita käsitellään säädöksen tasolla tässä luvussa. Varsinaista suunnittelua käsitellään luvusta 9 alkaen tarvittavien lähtötietojen ja laadunvarmistuksen osalta.

#### **8.3.1 Rakenteiden lujuus ja vakaus**

Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 2 § :ssa säädetään rakenteiden lujuudesta ja vakaudesta:

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että niillä säilyy riittävä lujuus ja vakaus koko suunnitellun käyttöajan ajan. Käytön aikana rakenteella on oltava riittävä luotettavuus sen

käyttötarkoitukseen ja sijaintiin nähden haitallisten muodonmuutosten, halkeamien, värähtelyjen, painumien ja muiden haitallisten vaikutusten syntymistä vastaan. [11.]

### **8.3.2 Kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnittelu ja toteutus**

Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 3 § :ssa säädetään kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnittelusta ja toteutuksesta:

Rakennuksen kantavia ja jäykistäviä rakenteita koskevat olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät, kun rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan eurokoodien sekä niitä koskevien ympäristöministeriön asetuksina annettujen kansallisten valintojen mukaan. Suunnittelijan on lisäksi otettava huomioon rakennuspaikasta johtuvat olosuhteet. [11.]

Sovellettaessa muuta kuin 1 momentissa esitettyä suunnittelu- ja toteutusjärjestelmää, tulee rakennushankkeeseen ryhtyvän osoittaa rakennusvalvontaviranomaiselle rakennusvalvontaviranomaisen niin edellyttäessä, että suunnittelu ja toteutus johtaa rakenteiden lujuuden ja vakauden, käyttökelpoisuuden ja käyttöiän kannalta olennaisten teknisten vaatimusten täyttymiseen. [11.]

Rakenteellisesti yhtenä kokonaisuutena toimivissa uusissa rakenteissa saa käyttää vain yhtenäistä suunnittelu- ja toteutusjärjestelmää. [11.]

### **8.3.3 Seuraamusten vakavuus**

Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 4 § :ssa säädetään seuraamusten vakavuudesta:

Rakenteen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon rakennuksen tai rakenteen riskialttius sekä mahdollisen vaurion tai vian otaksutut seuraamukset. [11.]

Seuraamukset ovat vakavia, kun rakenteen mahdollisesta viasta tai vauriosta voi aiheutua suuria henkilövahinkoja tai hyvin suuria yhteiskunnallisia vaikutuksia. Vakavien seuraamusten ryhmään kuuluvat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 150 d §:n mukaiset erittäin vaativat rakenteet ja 120 d §:n mukaiset poikkeuksellisen vaativat rakenteet. Erittäin vaativiksi ja poikkeuksellisen vaativiksi rakenteiksi voidaan katsoa rakenteet, joissa vaatimus teoreettisten perusteiden ja suunnittelumenetelmien poikkeuksellisen syvällisestä hallinnasta korostuu ja uudet innovatiiviset rakenteet, joiden suunnittelusta ei ole aikaisempaa kokemusta. Seuraamukset ovat keskisuuria, kun ne eivät ole vakavia eivätkä vähäisiä. Näitä ovat vaativat rakenteet, joiden rakenteiden suunnittelu ja mitoitus edellyttää teoreettisten perusteiden hyvää hallintaa. Seuraamukset ovat vähäisiä, kun tavanomaisen rakenteen mahdollisesta viasta tai vauriosta aiheutuvat seuraamukset henkilövahinkojen osalta ovat vähäisiä tai yhteiskunnallisten vaikutusten osalta pieniä tai merkityksettömiä. [11.]

Rakennuksen tai rakenteiden koostuessa rakenteellisesti toistaan riippumattomista osista voidaan kunkin osan seuraamusten vakavuus määrittää erikseen. [11.]

### **8.3.4 Rakennesuunnitelmat**

Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 5 § :ssa säädetään rakennesuunnitelmista:

Rakennesuunnitelmissa esitetään suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa seuraavat asiat: [11.]

1. rakennejärjestelmän rakenteellista toimintaa ja jäykistämistä kuvaavat rakenne-mallit;
2. seuraamusten vakavuus, toteutusta koskevat vaatimukset tai toteutusluokka, ympäristöolosuhteiden rasiudesta kuvaava luokka sekä tarvittaessa toleranssiluokka;
3. kuormat ja kuormien yhdistelyt;

4. voimasuureet;
5. rakennustuotteiden ominaisuuksille asetetut vaatimukset;
6. murtorajatila- ja käyttörajatilatarkastelut sekä kyseeseen tulevat onnettomuusmitoitus-tarkastelut sekä mitoitus palotilanteessa;
7. rakenteiden ja rakenteiden toiminnallisten osien ja kiinnitysten sekä liitosten mitat sekä nostettavien elementtien paino ja paino-pisteen paikka;
8. säilyvyys- ja käyttöikä-tarkastelut;
9. toteutuksen aikaisen ja valmiin rakenteen jäykistys- ja vakavuustarkastelu;
10. korjaus- ja muutostyössä säilytettävät ja purettavat rakenteet;
11. uusien ja säilytettävien rakenteiden käyttöön ja huoltoon vaikuttavat tiedot.

### **8.3.5 Rakenteiden toteutusasiakirjat**

Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 6 § :ssa säädetään rakenteiden toteutusasiakirjoista:

Rakennesuunnittelijan on laadittava rakenteiden toteuttamiseksi tarvittavat tekniset tiedot ja vaatimukset sisältävät toteutusasiakirjat ennen kunkin rakennusosan toteutusta. Toteutusasiakirjoihin kuuluvat laskelmat, piirustukset, työselostus, laadittu rakenteiden kuntotutkimus sekä mahdolliset muut tarvittavat selvitykset. Jos suunnittelussa ja toteutuksessa käytetään eurokoodia, toteutusertelmä katsotaan toteutusasiakirjaksi. [11.]

Silloin, kun rakenteen suunnitelmien mukaisen toiminnan varmistaminen edellyttää rakenteen käytön aikaisia määräväleihin tehtäviä tarkastuksia, tulee suunnitelmissa sekä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeessa osoittaa tarkastettavat kohdat ja tarkastusten määräväli. [11.]



### **8.3.6 Rakennesuunnitelmien tarkastussuunnitelma**

Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 7 §:ssa säädetään rakennesuunnitelmien tarkastussuunnitelmasta:

Rakennesuunnittelijan on huolehdittava rakennesuunnitelmien laadunvarmistuksesta siten, että rakennesuunnitelmat tarkastetaan ennen niiden toimittamista rakennusvalvontaviranomaiselle. Suunnitelmien laadunvarmistus kohdistuu rakennesuunnittelijan laatimiin laskelmiin, piirustuksiin ja tekstiasiakirjoihin sekä suunnittelijan tuottamiin muihin suunnitelmätietoihin. [11.]

Rakennesuunnitelmien tarkastussuunnitelman laajuus määräytyy rakennuksen tai yksittäisen rakenneosan seuraamusten sekä suunnittelutehtävän vaativuuden perusteella. Suunnitelmien laadun varmistamisesta tulee laatia rakennesuunnitelmien tarkastussuunnitelma, jossa kuvataan suunnitelmien tarkastusmenettely, tarkastuksen vastuuhenkilöt ja vastuuhenkilöiden suhde rakennesuunnittelun projektiorganisaatioon, rakennuksen tai yksittäisen rakenneosan mahdollisten seuraamusten ollessa vakavia tai keskisuuria. [11.]

Seuraamusten ollessa vakavia tai suunnittelutehtävän vaativuusluokan ollessa poikkeuksellisen vaativa tai erittäin vaativa laadunvarmistuksen suorittaa suunnitteluorganisaation menettelytavan mukaisesti hankkeen ulkopuolinen tai hankkeelle vain laadunvarmistustyöhön erikseen nimetty henkilö, jolla on suunnittelutehtävän vaativuusluokan mukainen kelpoisuus. Seuraamusten ollessa keskisuuria tai suunnittelutehtävän vaativuusluokan ollessa vaativa laadunvarmistuksen suorittaa henkilö, jolla on suunnittelutehtävän vaativuusluokan mukainen kelpoisuus. [11.]

### **8.3.7 Suunniteltu käyttöikä**

Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 8 §:ssa säädetään suunnitellusta käyttöiästä: [11.]

Suunnittelijan on määritettävä rakenteen suunniteltu käyttöikä, joka on suunnittelussa oletettu ajanjakso, jolloin rakennetta tai sen osaa käytetään suunniteltuun tarkoitukseensa ennakoituihin kunnossapitotoimenpitein, ja ympäristöolosuhteita kuvaavat rasitusluokat. [11.]

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenne suunnitellaan ja toteutetaan siten, että rakenne ja sen valmistamiseen käytetyt rakennusaineet säilyttävät suunnitelmissa edellytetyt ominaisuutensa koko suunnitellun käyttöikänsä ajan. [11.]

#### **8.4 Rakennesuunnittelutehtävät ja laadunhallinta suunnittelun eri vaiheissa**

Rakennesuunnittelutehtävät on esitetty yksityiskohtaisesti Rakennesuunnittelun tehtäväluettelossa RAK12 [19]. Tässä kohdassa listataan laadunvarmistuksen kannalta tärkeimmät asiat rakennushankkeen eri vaiheissa ja otetaan huomioon työn toimeksiantajayrityksen laatujärjestelmä, sekä tuotettava laadunvarmistusaineisto.

##### **Tarveselvitys ja hankesuunnittelu**

Rakennesuunnittelija ei yleensä ole mukana hankkeessa vielä tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa, eikä kyseisissä vaiheissa ole rakennesuunnittelulle määriteltyjä tehtäviä. Rakennesuunnittelijan tarve riippuu hankkeen alkuvaiheessa pitkälti hankkeen luonteesta ja kokoluokasta. Jos rakennesuunnittelija on mukana hankkeessa, niin kaikki rakennesuunnittelutehtävät ovat erikseen tilattavia tehtäviä ja niiden laadunvarmistus toteutetaan tehtävän luonteen mukaan.

##### Laadunvarmistustehtävät:

- Laadunvarmistustehtävät erikseen tilattavien rakennesuunnittelutehtävien luonteen ja vaativuuden mukaan.

## **Suunnittelu valmistelu**

Suunnittelun valmisteluvaiheessa selvitetään yhteistyössä tilaajan kanssa hankeriippuvaiset lähtötiedot, suunnittelutehtävän laajuus ja vaativuus sekä sovi-  
taan suunnittelutiedon hallinnasta. [19.]

Suunnittelun valmisteluvaiheessa on syytä laatia kirjallinen selvitys lähtötiedoista ja hyväksyttää se tilaajalla tai rakennushankkeeseen ryhtyvällä ja pääsuunnittelijalla.

Työssä tuotettavasta lähtötietolomakkeesta tai siitä eriyttävästä suunnittelun valmistelu –osasta tehdään alustavien lähtötietojen selvityslomake, joka kierrätetään hakkeen osapuolilla ja hyväksytään kierron jälkeen. Hyväksytty suunnittelun valmisteluvaiheen lähtötietolomake on osa hankkeen suunnittelun laadunvarmistusta.

### Laadunvarmistustehtävät:

- Varmistetaan lähtötietojen riittävyys suunnittelun aloittamista varten.
- Selvitetään suunnittelutehtävän vaativuus.
- Varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus sisäisesti ja tarvittaessa valvontaviranomaiselta.
- Varmistetaan suunnittelutehtävän vaatimat resurssit.
- Laaditaan alustava suunnittelu-aikataulu ja määritetään suunnittelutehtävät
- Selvitetään suunnittelun laatutavoitteet, kuten rakennusfysikaalisen suunnittelun luokka, akustinen luokitus, tavoiteltu energialuokka yms.
- Varmistetaan tietomallinnuskohteen mallinnustaso ja laajuus mallin hyödyntämistä varten
- Hyväksytetään lähtötietolomake ja siihen kirjatut määrittelyt, lähtötiedot ja suunnittelun laatutavoitteet tilaajalla ja pääsuunnittelijalla.
- Projektipäällikkö hyväksyy sisäisesti lähtötiedot ja suunnittelutavoitteet.

## **Ehdotussuunnittelu**

Ehdotussuunnittelussa rakennesuunnittelija laatii vaihtoehtoisia ehdotussuunnitelmia suunnittelutehtävän ratkaisemiseksi. Lisäksi rakennesuunnittelija varmistaa osaltaan, että valittava ehdotus täyttää hankkeelle asetetut tavoitteet. [19.]

### Laadunvarmistustehtävät:

- Tarkistetaan ja tarkennetaan suunnittelun lähtötiedot ja tarvittaessa laaditaan erillinen tarvittavien lähtötietojen luettelo.
- Tarkistetaan hankkeelle asetetut rakennetekniset tavoitteet. (tilaajan ja käyttäjän tarpeet, rakenteiden laadulliset ja toiminnalliset tavoitteet, kuormitustiedot, rakenteiden laajennus- ja muunneltavuus, elinkaari- ja käyttöikätaavoitteet)
- Varmistetaan tietomallinnuskohteen mallinnustaso ja laajuus mallin hyödyntämistä varten
- Tarkastetaan tuotettujen suunnitelmien yhteensopivuus muiden suunnittelualojen suunnitelmien kanssa.
- Varmistetaan rakenteellinen turvallisuus tekemällä alustava jäykistys-suunnittelu ja kirjaamalla onnettomuustilanteen hallinnan toimenpiteet rakennelaskelmaselostukseen.
- Hyväksytetään lähtötietolomake ja siihen kirjatut määrittelyt, lähtötiedot ja suunnittelun laatutavoitteet tilaajalla ja pääsuunnittelijalla, jos kirjattuihin asioihin on tullut muutoksia.
- Projektipäällikkö hyväksyy sisäisesti lähtötiedot ja suunnittelutavoitteet.

### **Yleissuunnittelu**

Rakennesuunnittelija tarkastaa yleissuunnitelman tavoitteidenmukaisuuden ja toteuttamiskelpoisuuden. Tehtäväkokonaisuuden suunnittelu tehdään siinä laajuudessa ja sillä tarkkuudella, että kohteen ja rakennusosien laajuus, määrät, työtavat ja laatutaso voidaan määrittää toteutuskustannusten edellyttämällä tarkkuudella. [19.]

### Laadunvarmistustehtävät:

- Tarkistetaan ja tarkennetaan suunnittelun lähtötiedot ja tarvittaessa laaditaan erillinen tarvittavien lähtötietojen luettelo.
- Tarkastetaan hankkeelle asetetut rakennetekniset tavoitteet.

- Varmistetaan rakenteellinen turvallisuus tekemällä rakenteellisen turvallisuuden alustava riskiarvio. Riskiarvion liitetään rakennesuunnitteluselostukseen tai riskiarvion tulos kirjataan selostukseen/lähtötietolomakkeeseen.
- Laaditaan erillinen rakennejärjestelmäselostus tai kirjataan käytetty rakennejärjestelmä rakennesuunnitteluselostukseen/ lähtötietolomakkeeseen. Kuvauksen tulee sisältää tiedot kuormituksista, kokonaisvakavuudesta, jäykistyksestä ja siihen vaikuttavista liikuntasauomoista, onnettomuustilanteen hallinnasta, palotilanteen hallinnasta, riskienhallinnasta ja laadunvarmistuksesta.
- Varmistetaan taloteknisten järjestelmien yhteensopivuus rakennejärjestelmän kanssa. Suoritetaan alustava varauskierto tai sovitaan varauskierron aikataulu.
- Laaditaan hankkeen työselostukset ja tarkastetaan sisältö.
- Tarkastetaan hankkeen vaativuus ja suunnittelulle varatut resurssit.
- Hyväksytetään lähtötietolomake ja siihen kirjatut määrittelyt, lähtötiedot ja suunnittelun laatutavoitteet tilaajalla ja pääsuunnittelijalla, jos kirjattuihin asioihin on tullut muutoksia.
- Projektipäällikkö hyväksyy sisäisesti rakennesuunnitteluselostuksen/ lähtötietotaulukon ja työselostukset.

### **Rakennuslupatehtävät**

Rakennuslupatehtävissä täydennetään rakennusluvan edellyttämät tiedot ja tarkistetaan yleissuunnitelman hyväksyttävyyttä sekä laaditaan tarvittavat luvan edellyttämät rakennesuunnitelmat ja muut rakennesuunnittelijan tehtäväkokoaisuuteen kuuluvat asiakirjat. [19.]

#### Laadunvarmistustehtävät:

- Tarkastetaan rakennusluvan edellyttämät rakennesuunnitelmat ennen suunnitelmien toimittamista. Täytetään suunnitelmien tarkastuslomake.
- Täydennetään rakennesuunnitteluselostus ja lähtötietotaulukko.
- Projektipäällikkö hyväksyy sisäisesti rakennesuunnitteluselostuksen/ lähtötietotaulukon, työselostukset ja suunnitelmien tarkastuslomakkeet.

- Tarkastetaan rakennusluvan velvoitteiden toteutuminen.
- Hankitaan rakennuslupa-asiakirjoille kirjallinen hyväksyntä pääsuunnittelijalta.

### **Toteutussuunnittelu**

Toteutussuunnittelu jakautuu kahteen vaiheeseen, joiden tuloksina ovat hankintoja palvelevat suunnitelmat ja toteutusta palvelevat suunnitelmat. Hankintoja palveleva suunnittelukokonaisuus tehdään siinä laajuudessa ja sillä tarkkuudella, että kohteen ja rakennusosien laajuus, määrät, työtavat ja laatutaso voidaan määrittää toteutuskustannusten edellyttämällä tarkkuudella.

Toteutussuunnitteluvaiheessa hankintoja palvelevat suunnitelmat (tai yleissuunnitelmat) kehitetään ja täydennetään rakentamisen ja toteutuksen edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnittelussa laaditaan lisäksi rakentamisen ja toteutuksen edellyttämät täydentävät detailisuunnitelmat. Toteutussuunnitteluun sisältyy myös tuote- ja järjestelmäosa-suunnittelu. [19.]

#### *Laadunvarmistustehtävät:*

- Tarkistetaan ja tarkennetaan suunnittelun lähtötiedot ja tarvittaessa laaditaan erillinen tarvittavien lähtötietojen luettelo.
- Tarkastetaan hankkeelle asetetut rakennetekniset tavoitteet.
- Tehdään rakennesuunnittelun asiakirjaluetelo ja tarkastetaan sen ristiriidattomuus suunnitelmiin.
- Varmistetaan taloteknisten järjestelmien yhteensopivuus rakennejärjestelmän kanssa. Suoritetaan varauskierto, joka hyväksytään suunnittelija-kierron jälkeen kirjallisesti.
- Tarkastetaan rakennesuunnitelmat ennen suunnitelmien toimittamista. Täytetään suunnitelmien tarkastuslomake.
- Täydennetään rakennesuunnitteluselostus tarvittaessa.
- Hyväksytetään lähtötietolomake ja siihen kirjatut määrittelyt, lähtötiedot ja suunnittelun laatutavoitteet tilaajalla ja pääsuunnittelijalla, jos kirjattuihin asioihin on tullut muutoksia.

- Tehdään toteutussuunnitelmien yhteensovittaminen pääsuunnittelijan johdolla.
- Projektipäällikkö hyväksyy sisäisesti rakennesuunnitteluselostuksen/ lähötietotaulukon, työselostukset ja suunnitelmien tarkastuslomakkeet.

### **Rakentamisen valmistelu**

Tarkistetaan, että suunnitelmien määrä ja laatu ovat kohteen erityispiirteet huomioiden tarkoituksenmukaiset

#### Laadunvarmistustehtävät:

- Tarkistetaan rakennesuunnittelun työturvallisuusveloitteet.
- Tarkastetaan, että tarjoussuunnitelmat ovat tavoitteiden mukaiset.
- Tarkastetaan, että asiantuntijoiden ohjeet on huomioitu suunnitelmissa
- Tarkastetaan rakennesuunnitelmat ja niihin liittyvä aineisto ennen tarjouspyyntöaineistopakettien tai rakentamista varten olevien suunnitelmien toimittamista eteenpäin.
- Projektipäällikkö hyväksyy aineiston ennen sen toimittamista.

### **Rakentaminen**

Rakentamisvaiheessa suunnittelija suorittaa viranomaisten määräämät sekä tilaajan kanssa erillistehtävinä sovitut valvonta- ja selvitystehtävät. Suunnittelija suunnittelee rakentamisen aikaiset muutokset ja toimittaa muutosdokumentit viranomaisille. [19.]

#### Laadunvarmistustehtävät:

- Tarkastetaan rakennesuunnitelmat ja niihin tehdyt tarkennukset ja työaikaisten muutoksien päivitykset. Oleelliset muutokset on hyväksyttävä tilaajalla.
- Osallistutaan rakenteiden kannalta oleellisiin suunnitelmakatselmuksiin työmaalla.
- Tarkastetaan ja hyväksytään asennussuunnitelmat
- Työmaakokousten yhteydessä suoritettavat raudoitustarkastukset työmaalla ja tarkastusten dokumentointi.

- Osallistutaan työmaakokouksiin perustus- ja runkovaiheessa
- Osallistutaan rakennusvalvonnan aloitus- ja seurantakokouksiin työmaalla.

## **Käyttöönotto**

### Laadunvarmistustehtävät:

- Tarkistetaan, että urakoitsijat ja tuoteosatoimittajat ovat toimittaneet vastaanotossa tarvittavat ja suunnitelmissa esitetyt kelpoisuus-, takuu- yms. todistukset.
- Tarkastetaan, että suunnitelmiin on päivitetty rakentamisen aikaiset muutokset.
- Toimitetaan tilaajalle lopulliset suunnitelmat.
- Projektipäällikkö hyväksyy lopulliset suunnitelmat.

## **Takuuaika**

Takuuaikana rakennesuunnittelijalla ei ole suoranaisia tehtäviä takuutarkastukseen osallistumisen lisäksi, mutta erikseen sovittaessa suunnittelijalle voidaan määritellä suoritettavia tehtäviä.

### Laadunvarmistustehtävät:

- Laadunvarmistustehtävät erikseen tilattavien rakennesuunnittelutehtävien luonteen ja vaativuuden mukaan.

## **9 SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT**

Suunnittelun lähtötiedot ovat yksi olennaisimmista osista rakennesuunnitteluprojektissa ja tämän takia suunnittelun lähtötietojen määrittämisellä ja kertauksella on suuri osuus tässä työssä. Kohteen lähtötiedot määrittelevät vahvasti millaisiin rakenneratkaisuihin suunnittelija päätyy ja lähtötietojen oikeellisuus, sekä oikea-aikaisuus suhteessa suunnittelun etenemiseen on oleellinen osa laadunvarmistusta ja laadukasta lopputulosta.



## **9.1 Hankekohtaiset lähtötiedot**

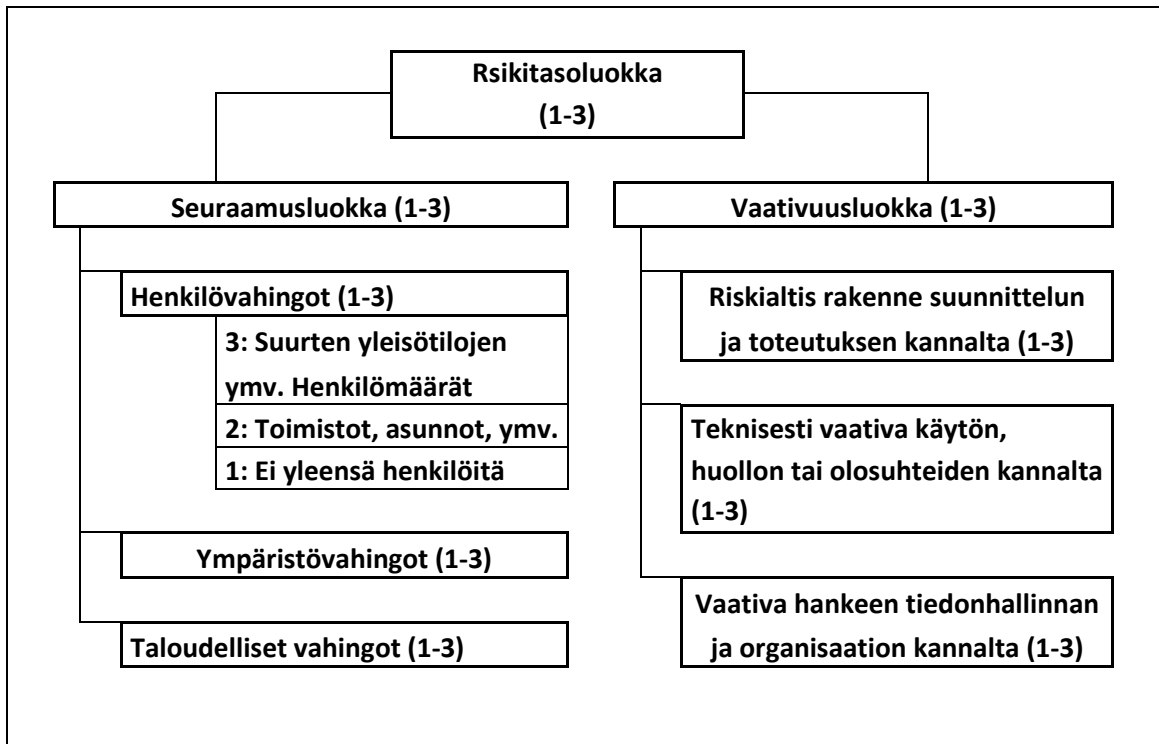
Hankekohtaisien lähtötietojen määrittelyllä saadaan aikaan suunnittelun perusta. Kohderiippuvaisten lähtötietojen määrittelyn yhteydessä selvitetään mm. hankkeen ja suunnittelun vaativuus, suunnittelijoilta vaadittu pätevyys, ympäristöarvioinnit, tuuli- ja lumikuormat, laitekuormat, sekä palonkestävyydet ja onnettomuustilanteen seuraamusluokat. Tehtyjen määrittelyjen perusteella voidaan päättää hankkeessa käytettävä rakennusmateriaali, suunnitteluryhmä, tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet ja muut suunnittelua ohjaavat parametrit.

### **9.1.1 Hankkeen riskitaso-, vaativuus- ja seuraamusluokka**

Riskitasoluokan määrittämisellä voidaan arvioida suunnittelun ja koko hankkeen erityismenettelyn tarvetta. Riskitasoluokat jaetaan kolmeen kuokkaan:

- Riskitasoluokka R3 = Hanke kuuluu erityismenettelyn piiriin
- Riskitasoluokka R2 = Hanke kuuluu erityismenettelyn piiriin erityistapauksissa
- Riskitasoluokka R1 = Erityismenettelyä ei tarvita

Riskitasoluokan selvittämiseksi on määriteltävä hankkeen vaativuusluokka ja hankkeen seuraamusluokka.



Kaavio 1. Riskitasoluokan määrittämisen kaavio [21, p. 18]

Vaativuusluokat noudattavat pitkälti seuraamus- ja luotettavuusluokkien määrittelyä. Hankkeen vaativuusluokat on jaettu neljään eri kokonaisuuteen, joissa kaikissa on asteikkoluokitus 1-3:

- V1, Hankkeessa on suunnittelun ja/tai toteutuksen kannalta vaativia rakenteita.
- V2, Hankkeessa on suunnittelun kannalta normaalista poikkeavia staattisia tai kuormitustilanteita.
- V3, Hanke on teknisesti vaativa käytön, huollon tai olosuhteiden kannalta.
- V4, Hanke on vaativa tiedonhallinnan ja organisaation kannalta.

Hankkeen seuraamusluokka S määritetään henkilö-, ympäristö- ja talousvahinkojen seuraamusten perusteella käyttäen seuraamusten osaluokkia S1-S3. Luokitus on sama kuin edellä (1-3). Luokittelun lähtökohtana on EN 1990-standardin seuraamusluokkajaottelu. [10.2, p.18]

Seuraamusluokan määrittely on jaettu kolmeen eri kokonaisuuteen, joissa kaikissa on asteikkoluokitus 1-3:

- S1, Hankkeessa on suunnittelun ja/tai toteutuksen kannalta vaativia rakenteita.
- S2, Hankkeessa on suunnittelun kannalta normaalista poikkeavia staattisia tai kuormitustilanteita.
- S3, Hanke on teknisesti vaativa käytön, huollon tai olosuhteiden kannalta.

Hankkeeseen vaatavuus (V) (vaativuusluokka)	Vahingon seuraamus (S, seuraamusluokka)		
	Suuri (3)	Keskisuuri (2)	Vähäinen (1)
Suuri (3)	3	3	2
Keskisuuri (2)	3	2	1
Vähäinen (1)	2	1	1

Riskitasoluokka R = 3: Hanke kuuluu erityismenettelyn piiriin

Riskianalyysin ja muiden selvitysten perusteella valitaan ne erityismenettelyn toimenpiteet, joiden avulla voidaan estää todetut riskit tehokkaasti toteutumasta. Toimenpiteet tulee kohdistaa niihin rakenteisiin ja seikkoihin, joissa todetaan olevan erityistä kriittisyyttä, vaativuutta ja/tai poikkeavuutta.

Riskitasoluokka R = 2: Hanke kuuluu erityismenettelyn piiriin erityistapauksissa

Hankkeessa voi olla riskejä ja vaativuutta, jotka vaativat rakenteellisen turvallisuuden erityistoimenpiteitä. Valitut erityistoimenpiteet, jotka ovat rajatut ja tarkkaan kohdistetut, voidaan joko suorittaa viranomaispäätöksellä erityismenettelynä (erikoistapaus) tai hankeorganisaation omilla laadunvarmistustoimenpiteillä.

Riskitasoluokka R = 1: Erityismenettelyä ei tarvita

Kaikissa em. Luokissa tulee aina noudattaa normaaleja rakenteellisen turvallisuuden laadunvarmistustoimenpiteitä.

Taulukko 1. Riskitasoluokan määrittäminen hankkeen vaatavuus- ja seuraamusluokan luokkien perusteella [21, p. 18]

Vaativuusluokan määrittelyyn voidaan käyttää RIL241-2007 ohjetta rakenteellisen turvallisuuden varmistamisesta ja ohjeen, sekä tämän työn liitteenä olevaa Rakenteellisen turvallisuuden alustavaa riskiarviota. Riskiarviossa määritellään kohteen vaativuusluokka, jota tarkennetaan suunnittelun edetessä.

Riskiarvion yhteydessä määritellään myös mahdollisten vahinkojen seuraamusluokka ja hankkeen riskitasoluokka, joiden määrittäminen esitetään ohjeessa RIL241-2007.

Hankkeen riskitasoluokan määrittely ja rakenteellisen alusta riskiarvio on syytä tehdä aina suunnittelua aloitettaessa, jos kohde ei ole täysin tavanomainen suunnittelukohde, vaikka tilaaja tai muut tahot eivät sitä vaatisikaan. Riskiarvion teko tukee suunnittelun laadunvarmistusta, ajankäytön arviointia ja hankkeen muiden lähtötietojen määrittelyä.

### **9.1.2 Suunnittelutehtävien vaativuusluokat**

Suunnittelutehtävien vaativuusluokkien muutos tehtiin 12.3.2015, jolloin astui voimaan Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä (214/215). Uusi asetus perustuu MRL:n uudistukseen, joka tuli voimaan 1.9.2014 ja jossa määritellään yleisellä tasolla suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset.

Uuden asetuksen mukaan suunnittelutehtävät jaetaan neljään eri vaativuusluokkaan, kuten samanaikaisesti uuden asetuksen voimaan tullessa kumotussa RakMk:ssakin, mutta jakojen sisältöä on muutettu.

Uudet suunnittelutehtävien vaativuusluokat ovat:

- Poikkeuksellisen vaati suunnittelutehtävä (RakMk AA)
- Vaativa suunnittelutehtävä (RakMk A)
- Tavanomainen suunnittelutehtävä (RakMk B)
- Vähäinen suunnittelutehtävä (RakMk C)

Ympäristöministeriön julkaisemassa ohjeessa (YM1/601/2015) on käyty tarkemmin läpi suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymistä. Taulukossa 2 on esitetty vaativien kantavien rakenteiden suunnittelutehtävän määräytymistaulukko.

Vaativa kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä	
Asetus	Ohje
<p><b>8.1 §</b> Kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä on vaativa, jos:</p> <p>1) suunniteltavassa rakennuksessa on enemmän kuin kaksi kerrosta tai rakennus on muuten kooltaan suuri; taikka</p> <p>2) kantavien rakenteiden on täytettävä korkeat tekniset tai toiminnalliset vaatimukset suunniteltavan rakennuksen koon, kuormien tai muun ominaisuuden vuoksi.</p>	<p>Kantavat ja jäykistävät rakenteet suunnitellaan rakennukseen, jossa on enemmän kuin kaksi kerrosta, esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– betoni- tai teräs- tai liittorakenteinen rakennus, jossa on 3–12 kerrostasoa kellarikerrokset mukaan lukien</li> <li>– rakennus, jonka puurakenteisten kerrosten lukumäärä on 3–8 ja jossa lisäksi voi olla yksi tai useampi kellari</li> </ul> <p>tai</p> <p>Suunnitellaan kantavat ja jäykistävät rakenteet 1-2 -kerroksiseen rakennukseen, joka on kooltaan suuri, esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kerrosalaltaan vähintään 300 neliömetrin suuruinen</li> <li>– kantavien rakenteiden jänneväli on vähintään 6 metriä</li> <li>– hallimainen rakennus, jonka jänneväli on yleensä enintään 25 metriä tai joka on huomattavan korkea</li> </ul> <p>tai</p> <p>Kantavien rakenteiden on täytettävä korkeat tekniset tai toiminnalliset vaatimukset suunniteltavan rakennuksen koon, kuormien tai muun ominaisuuden vuoksi, esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rakenne on raskaasti kuormitettu ja pistekuormat tai dynaamiset kuormat ovat suuria</li> <li>– rakenne on tavanomainen jännitetty rakenne kuten sarjavalmistainen betonielementti</li> <li>– rakenteilta edellytetään erityisominaisuuksia kuten keveyttä, poikkeavaa muotoilua tai epätavallisen materiaalin käyttöä</li> <li>– rakenteilta edellytetään erityisominaisuuksia arkkitehtonisten tai taloteknisten ratkaisujen tai muiden vaatimusten kuten energiatehokkuuden, äänitekniikan tai paloturvallisuuden vuoksi</li> </ul>
<p><b>8.2 §</b> Kantavien rakenteiden korjaus- ja muutostyön suunnittelutehtävä on vaativa, jos korjaus- ja muutostyön tekniset tai toiminnalliset vaatimukset ovat korkeat tai rakennuksen ominaisuuksista aiheutuu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.</p>	<p>Korjaus- ja muutostyön tekniset tai toiminnalliset vaatimukset ovat korkeat tai rakennuksen ominaisuuksista aiheutuu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia</p> <p>Esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kantavien rakenteiden peruskorjaus yli kaksikerroksisessa tai muutoin suuressa rakennuksessa</li> <li>– korjaus- ja muutostyön tai käyttötarkoituksen muutoksen johdosta kantavien rakenteiden kuormitus kasvaa</li> <li>– kantaviin rakenteisiin suunnitellaan rei'ityksiä tai loveuksia, jolloin kantavien rakenteiden toiminta voi räsähtäen kasvaessa muuttua, vaikka kuormitus ei kasvaisikaan</li> <li>– korjaus- tai muutostyö edellyttää merkittäviä työnaikaisia tuntuja</li> <li>– kantavien rakenteiden korjaus- ja muutostyö kohdistuu suojeltuun rakennukseen mutta ei vaikuta suojeltuihin ominaispiirteisiin</li> </ul>

Taulukko 2 Suunnittelutehtävän vaativuuden määrittely (YM1/601/2015) [22, p.8]

Suunnittelutehtävän vaativuusluokka määritellään yhtenä lähtötietona ja laadunvarmistustoimenpiteenä työssä tuetettavaan lähtötieto- ja laadunvarmistuslomakkeeseen, jotta voidaan jo projektin alkuvaiheessa määrittää mm. ajankäyttöä ja tarvittavaa projektiryhmää.

### 9.1.3 Seuraamus- ja luotettavuusluokat

Hankkeen suunnittelussa käytetään seuraamusluokkia ja luotettavuusluokkia, jotka ovat sidoksissa toisiinsa. Luotettavuusluokka voidaan määrittellä usealla eri tavalla, mutta selkein tapa on määrittää ensin rakennuksen tai sen osan seuraamusluokka, jonka mukaan luotettavuusluokka voidaan määrittää. Seuraamusluokilla otetaan huomioon rakenteiden mahdollisten vaurioiden tai vikojen aiheuttamat seuraamukset. Seuraamuksia arvioidaan henkilöturvallisuuden, taloudellisen, sosiaalisten ja ympäristövaikutuksien perusteella, mutta tarvittaessa voidaan ottaa huomioon myös muita arviointiperusteita.

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä maa- ja vesirakennuskohteita koskevia esimerkkejä
CC3	<b>Suuret</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Pääkatsomot; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat suuret (esim. konserttitalo)
CC2	<b>Keskisuuret</b> seuraamukset hengenmenetysten tai <b>merkittävien</b> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Asuin- ja liikerakennukset; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat keskisuuret (esim. toimistorakennus)
CC1	<b>Vähäiset</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Maa- ja metsätalousrakennukset, joissa ei yleensä oleskele ihmisiä (esim. varastorakennukset), kasvihuoneet

Taulukko 3 Seuraamusluokkien määrittely [18, p.136]

Kansallisessa liitteessä on seuraamusluokan valinnan avuksi laajennettu valintataulukko ja se on esitetty taulukossa 4.

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä
CC3	Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennuksen kantava runko <sup>1)</sup> jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>– yli 8-kerroksiset<sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset</li> <li>– konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot</li> <li>– raskaasti kuormitetut tai suuria jänneväljä sisältävät rakennukset</li> </ul> Erikoisrakenteet kuten esim. suuret mastot ja tornit Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet hienorakeisten maalajien alueilla siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä.
CC2	Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1
CC1	Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienten tai merkitysettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>– matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja</li> <li>– ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne</li> <li>– sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana</li> <li>– standardin SFS-EN 1993-1-3:n rakenne luokkien (structural class) II ja III muotolevyrakenteet.</li> <li>– standardin SFS-EN 1993-1-3:n rakenneluokan (structural class) I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pintaa vasten kohtisuorille kuormille<sup>3)</sup>.</li> </ul>

<sup>1)</sup> ylä- ja välipohjat kuuluvat kuitenkin luokkaan CC2 elleivät ne toimi koko rakennusta jäykistävänä rakenteena. Rakennuksen koostuessa erilaisista toisistaan riippumattomista rakennusosista määritetään kunkin osan seuraamusluokka erikseen.

<sup>2)</sup> kellarikerrokset mukaan luettuina.

<sup>3)</sup> ei koske kuormituksia, jotka syntyvät, kun muotolevyrakenteita käytetään siirtämään levytason suuntaisia leikkausvoimia (levyvaikutuksen hyväksikäyttö) tai normaalivoimia.

Taulukko 4 Seuraamusluokkien määrittely [23, p.6-7]

Luotettavuuden tasoluokitus ja siihen liittyvät seuraamusluokat otetaan huomioon mitoituksen kuormitusyhdistelmissä kuormakertoimella  $K_{FI}$ . Rakennuksen koostuessa erilaisista toisistaan riippumattomista rakennusosista määritetään kunkin osan seuraamusluokka erikseen. [15, p. 25]

Kuormakerroin $K_{FI}$	Luotettavuusluokka		
	RC1	RC2	RC3
$K_{FI}$	0,9	1,0	1,1

Taulukko 5 Kertoimen  $K_{FI}$  määrittely [18, p. 138]

Kuormakertoimen  $K_{FI}$ , luotettavuusluokan RC ja seuraamusluokan CC määrittelystä ja huomautuksista on esitetty laajempi ohjetaulukko RIL 201-1-2011 kirjassa.

#### 9.1.4 Onnettomuustilanteen seuraamusluokat

Rakennukset on suunniteltava siten, että rakennukset kestävät määrittelemättömästä syystä aiheutuvaa, paikalliseksi rajoittuvaa vauriota tai rikkoutumista ilman, että mahdollinen rakenteen sortuminen pääsee etenemään suhteettomasti.

Rakennuksella tulee olla riittävä vaurionsietokyky määrittelemättömässä onnettomuustilanteessa. Onnettomuusmitoitustilanteiden varalle laadittavat toimintaperiaatteet voivat perustua seuraaviin standardissa EN 1990 esitettyihin seuraamusluokkiin [24]. Onnettomuustilanteen seuraamusluokan valinnalla saadaan rakenteiden mitoituksessa käytetyt arvot onnettomuustilanteessa.

Betonirakenteiden onnettomuustilanteen mitoitusta käsitellään tarkemmin betoninormikortissa 23EC, joka perustuu standardiin EN 1991-1-7. Normikortti käsittelee liitosten suunnittelua ennalta arvaamattomien onnettomuustilanteiden varalta.



Seuraamusluokka	Rakennuksen tyyppi ja käyttötarkoituksen mukainen luokitus
1	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot
2a Melko pienen riskin ryhmä	Rakennukset, joissa on korkeintaan neljä maanpäällistä kerrosta <sup>1)</sup> tai joiden korkeus maanpinnasta on enintään 16 m
2b Melko suuren riskin ryhmä	Kaikki muut rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu seuraamusluokkiin 1, 2a tai 3
3a	9-15 kerroksiset <sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset ja muut 9-15 kerroksiset käyttötarkoitukseltaan ja rungoltaan samantyyppiset rakennukset
3b	Muut yli 8-kerroksiset <sup>2)</sup> rakennukset  Konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot (yli 1000 henkeä)  Raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset  Erikoisrakenteet tapauskohtaisen harkinnan mukaan

<sup>1)</sup> Asuinrakennukset, joissa on korkeintaan kaksi maanpäällistä kerrosta, voidaan suunnitella kuitenkin onnettomuusrajatilassa seuraamusluokan 1 mukaisesti.

<sup>2)</sup> Kellarikerrokset mukaan luettuina.

Taulukko 6. Seuraamusluokkien jaottelu rakennusten tyyppien ja käyttötarkoitusten mukaan onnettomuustilanteessa. [25, p.14]

### 9.1.5 Suunniteltu käyttöikä ja rakenteen säilyvyys

Suunnitellun käyttöiän oikealla valinnalla varmistetaan, että rakenne suunnitellaan kestävänsä sen elinkaaren ajan. Suunnitellusta käyttöiän säädöksistä on kerrottu tarkemmin kohdassa 8.3.7.

Suunnittelun käyttöiän luokka	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä (vuosia)	Esimerkkejä
1	10	Tilapäisrakenteet <sup>(1)</sup>
2	10...25	Vaihdeavissa olevat rakenteen osat, esim. nosturirataalkit, laakerit
3	15...30	Maatalous- ja vastaavat rakennukset
4	50	Talonrakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet
5	100	Monumentaaliset rakennukset, sillat ja muut maa- ja vesirakennuskohteet

<sup>(1)</sup> Sellaisia rakenteita tai niiden osia, jotka voidaan purkaa uudelleen käytettäväksi, ei pidetä tilapäisinä.

Taulukko 7 Viitteellinen suunniteltu käyttöikä [18, p. 48]

Taulukossa 7 on esitetty viitteellinen suunniteltu käyttöikä erityyppisten rakennuksien ja rakenteiden käyttöiän valintaan. Rakennushakkeeseen ryhtyvän on huolehdittava oikean käyttöiän valinnasta ja voi halutessaan kasvattaa viitteellistä suunniteltua käyttöikää ja asettaa tavoitekäyttöiän rakenteelle.

Rakennesuunnittelija määrittelee rakennushankkeeseen ryhtyvän tai tilaajan tavoitekäyttöiän perusteella rakennukselle ja rakenneosille käyttöiän. Rakennuksen ja yksittäisten rakenteiden käyttöiät voivat poiketa toisistaan.

Määritetyn käyttöiän ja muiden säilyvyysvaatimusten saavuttamiseen tarvittavia toimenpiteitä ovat mm.:

- Rakenteen säilyvyysvaatimukset
  - Materiaalin valinta (tässä työssä betoni)
  - Betonin lujuusluokka
  - Betonipeitepaksuus
  - Betoniraudotteiden tartuntavaatimusten täytyminen
- Laadunvalvonta
- Rakenteen perusratkaisut
- Käyttöiän huomioivat kertoimet suunnittelussa
- Rakenteen yksityiskohtien suunnittelu
- Laadunvalvonta
- Tarkastaminen

### 9.1.6 Palonkestovaatimukset ja palo-osastot

Rakenteelliseen paloturvallisuuteen vaikuttavat sekä viranomaisten, suunnittelijoiden, rakentajien että rakennusten käyttäjien toimenpiteet. Rakennusten paloturvallisuuteen liittyvästä viranomaisohjauksesta vastaa ympäristöministeriö.

Tulipalojen ja muiden onnettomuuksien ehkäisy sekä operatiivinen pelastustoiminta kuuluvat pelastustoimen tehtäviin. Pelastustoiminta johtaa sisäasiainministeriön pelastusosasto.

Paloturvallisuus on eräs rakennukselle asetettu olennainen vaatimus. Vaatimus tarkoittaa että: [26.]

- rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan;
- palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua;
- palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa;
- rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin;
- pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (3/11), RakMk:n osa E1, Rakennusten paloturvallisuus, Määräykset ja ohjeet 2011 määrittelee rakennuksien rakennusosien ja rakennusmateriaalien palonkestovaatimukset. Ympäristöministeriön asetus tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuudesta, RakMk: osa E2, ohjeet 2005 täydentää osaa E1 kyseisten rakennusten osalta.

Suomessa rakennukset jaetaan kolmeen paloluokkaan: P1, P2 ja P3. Luokituksesta P1 on vaativin ja P3 kevyin määrittely. Rakennuksen paloluokka määritellään rakennuksen ominaisuuksien perusteella, joita ovat kerrosluku, korkeus, kerrosala ja käyttötarkoitus, sekä henkilömäärä.

Paloluokan selvittämisen jälkeen määritellään rakennustarvikkeiden palonkestovaatimukset paloluokan perusteella, sekä kantavien rakenteiden luokkavaatimukset paloluokan ja palokuorman perusteella.

Rakennuksen ominaisuus	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
<b>KERROSLUKU</b>			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
<b>KORKEUS</b>			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
<b>KERROSALA</b>			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m <sup>2</sup>
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m <sup>2</sup>
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m <sup>2</sup>	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
<b>Selostus</b>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>		

Taulukko 8 Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset paloluokan valinnassa [27, p. 11]

Käyttötapa	Kerroksia	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
<b>Asunnot</b>		ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Majoitustilat	1	ei rajoitusta	paikkaluku 150	paikkaluku 50
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 50	paikkaluku 10
<b>Hoitolaitokset</b>	1	ei rajoitusta	paikkaluku 100	paikkaluku 10
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 25	<i>ei sallittu</i>
<b>Kokoonntumis- ja liiketilat</b>	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	henkilöitä 500
	2	ei rajoitusta	henkilöitä 250	henkilöitä 50
<b>Työpaikkatilat</b>	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	ei rajoitusta	työntekijöitä 150
<b>Tuotanto- ja varastotilat</b>	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	työntekijöitä 50	<i>ei sallittu</i>
<b>Ohje</b>	Milloin yli kaksikerroksisia rakennuksia saa taulukon 3.2.1 mukaan rakentaa, niissä ei ole henkilömäärärajoituksia.			
	Kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärärajoitukset koskevat tapauksia, joissa mainitun käyttötavan mukaiset tilat on sijoitettu kokonaan tai osaksi rakennuksen toiseen kerrokseen. Jos näitä tiloja on vain ensimmäisessä kerroksessa, voidaan soveltaa yksikerroksista rakennusta koskevia rajoituksia.			
	Mikäli rakennuksessa on eri käyttötaparyhmiin kuuluvia tiloja, rakennuksen turvallisuustaso arvioidaan tarkastelemalla rakennusta kokonaisuutena.			

Taulukko 9. Rakennuksen henkilömäärää koskevat rajoitukset enintään kaksi kerroksisessa rakennuksessa [27, p.12]

Käyttötapa	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
<b>KERROKSET</b>			
Asuinrakennukset	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain
Majoitustilat ja hoitolaitokset			
- yöpymistilat	800 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
- muut tilat	1600 m <sup>2</sup>	1600 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Kokoonntumis- ja liiketilat sekä työpaikatilat	2400 m <sup>2</sup>	2400 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Tuotanto- ja varastotilat sekä autosuojat	harkinnan mukaan <sup>1)</sup>	harkinnan mukaan <sup>1)</sup>	harkinnan mukaan <sup>1)</sup>
<b>ULLAKOT JA YLÄPOHJAN ONTELOT</b>	1600 m <sup>2</sup>	1600 m <sup>2</sup>	alapuolisten osastojen mukaan <sup>2)</sup>
<b>KELLARIT</b>	800 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Taulukon huomautukset	<sup>1)</sup>	Tuotanto- ja varastotilojen ohjeet ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E2 sekä autosuojien ohjeet osassa E4.	
	<sup>2)</sup>	Asuinrakennuksessa voidaan erityisestä syystä korvata palo-osastoinnilla enintään 200 m <sup>2</sup> osastoihin.	
Ohje	Pinta-ala lasketaan niin kuin huoneistoala.		

Taulukko 10 Palo-osaston enimmäisala [27, p. 14]

Rakennuksen paloluokka							
P1			P2			P3	
Palokuorma MJ/m <sup>2</sup>			Palokuorma MJ/m <sup>2</sup>				
yli 1200	600- 1200	alle 600	yli 1200	600- 1200	alle 600		
Sarake	1	2	3	4	5	6	7
Enintään 2-kerroksinen rakennus yleensä - jos rakennuksen eristeet eivät ole vähintään luokkaa A2-s1, d0	R 120 *	R 90 *	R 60 *	R 30	R 30	R 30	-
- hoitolaitokset, majoitustilat, kellarit	R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
3–8-kerroksinen rakennus yleensä	R 180	R 120	R 60	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
3–8-kerroksinen asuin- tai työpaikkarakennus							
- kerrokset	R 180	R 120	R 60	R 180 *	R 120 *	R 60 *	ei mahd.
- kellarikerrokset	R 180	R 120	R 60	R 180	R 120	R 60	ei mahd.
Yli 8-kerroksinen rakennus	R 240	R 180	R 120	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
Ylimmän maanalaisen kellarikerroksen alapuolella sijaitsevat kellarikerrokset	R 240	R 180	R 120	R 240	R 180	R 120	R 60

Yläpohjan rakenteiden vaatimukset enintään 2-kerroksisessa rakennuksessa, jossa ei ullakkoa, mikäli yläpohjan eristeet ovat vähintään A2-s1, d0-luokkaa, tai mikäli yläpohjan eristeet on suojattu syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta:

- P1-luokan rakennuksissa K<sub>2</sub> 60-luokan suojaverhous tai EI 60-luokan rakenne ja
- P2-luokan rakennuksissa K<sub>2</sub> 30-luokan suojaverhous tai EI 30-luokan rakenne.

Läpiviennit ja muut asennukset tulee toteuttaa siten, että eristeiden suojaus ei niiden johdosta heikkene.

- rakenteet, jotka ovat rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa <sup>1)</sup>	R 60	R 60	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- rakenteet, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa <sup>1)</sup>	R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	-
Ullakon tai ontelon vesikattorakenteet, jotka eivät ole rakennuksen rungon olennaisia kantavia tai palossa runkoa jäykistäviä rakenteita	-	-	-	-	-	-	-

**Taulukon huomautukset:**

Parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta.

Tuotanto- ja varastorakennuksessa sallitaan lievennyksiä Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden E2 mukaisesti.

<sup>1)</sup> Ohje: Taulukossa 6.2.1 tarkoitettuja kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundäärikannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiiliiteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.

**Taulukon merkinnät:**

- \* = rakennuksen eristeiden ja muiden täytteiden tulee olla vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.
- = kantavat rakenteet on tehtävä vähintään luokan A2-s1, d0 tarvikkeista
- = ei luokkavaatimusta (katso kohta 6.1.2)
- ei mahd. = ei mahdollinen

Taulukko 11 Kantavien rakenteiden luokkavaatimukset [27, p. 16]

<b>Rakennuksen paloluokka ja kerrosluku</b>					
	<b>P1 ja P2 3–8 kerrosta</b>			<b>P2 1–2 kerrosta</b>	<b>P3</b>
	<b>Palokuorma MJ/m<sup>2</sup></b>				
	<b>yli 1200</b>	<b>600–1200</b>	<b>alle 600</b>		
<b>Sarake</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Osastoivat rakennusosat kerroksissa	EI 120	EI 90	EI 60	EI 30	EI 30
Osastoivat rakennusosat kellareissa	EI 120	EI 90	EI 60	EI 60	EI 30
<b>Taulukon huomautus:</b>	Tuotanto- ja varastorakennuksen pinta-alaosastointia toteuttavien rakennusosien luokkavaatimukset Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden E2 mukaan, autosuojan ohjeiden E4 mukaan ja kattilahuoneen sekä polttoainevaraston osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset ohjeiden E9 mukaan.				

Taulukko 12 Osastoivien rakenteiden luokkavaatimukset [27, p. 18]

<b>Sarake</b>	<b>P1</b>			<b>P2</b>		<b>P3</b>
	1 kerros	2-3 kerrosta	yli 3 kerrosta	1 kerros	2 kerrosta	1 kerros
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Palovaarallisuusluokka 1</b>						
– suojaustaso 1	6000 m <sup>2</sup>	4000 m <sup>2</sup>	3000 m <sup>2</sup>	4000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
– suojaustaso 2	12000 m <sup>2</sup>	6000 m <sup>2</sup>	4500 m <sup>2</sup>	6000 m <sup>2</sup>	4000 m <sup>2</sup>	4000 m <sup>2</sup>
– suojaustaso 3	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	12000 m <sup>2</sup>	12000 m <sup>2</sup>
<b>Palovaarallisuusluokka 2</b>						
– suojaustaso 1	2000 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	750 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	<i>ei sallittu</i>	<i>ei sallittu</i>
– suojaustaso 2	4000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	<i>ei sallittu</i>	<i>ei sallittu</i>
– suojaustaso 3	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	harkinnan mukaan	<i>ei sallittu</i>	2000 m <sup>2</sup>
<b>Taulukon huomautus:</b>	Pinta-alat lasketaan kuten huoneistoala. Kellarien osastointi harkinnan mukaan.					

Taulukko 13 Osastojen suurin sallittu koko pinta-alaosastoinnissa [28, p.6]

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Palovaarallisuusluokka 1</b>			
– suojaustaso 1 ja 2	EI-M 90	EI-M 90	EI-M 90
– suojaustaso 3	EI-M 60	EI-M 60	EI-M 60
<b>Palovaarallisuusluokka 2</b>			
– suojaustaso 1 ja 2	EI-M 120	EI-M 120	<i>ei sallittu</i>
– suojaustaso 3	EI-M 60	EI-M 60	EI-M 60
<b>Taulukon merkintä:</b>		= Edellytetään A1-luokan tarvikeita.	

Taulukko 14 Osastojen rakennusosien luokka pinta-alaosastoinnissa [28, p.6]

Pääsuunnittelija tai arkkitehti määrittelee rakennuksen palo-osastot ja ne esitetään rakennuslupapaperustuksissa. Valvontaviranomainen ottaa pelastuslaitoksen kanssa kantaa palo-osastoihin rakennusluvan myöntämisen yhteydessä. Rakennesuunnittelija ei suoranaisesti määrittele palo-osastoja, mutta laadunvarmistustoimenpiteenä suunnittelijan tulee varmistaa rakennuksen ja sen eri tilojen palonkestovaatimukset ja osastoivat rakenteet suunnittelua varten.

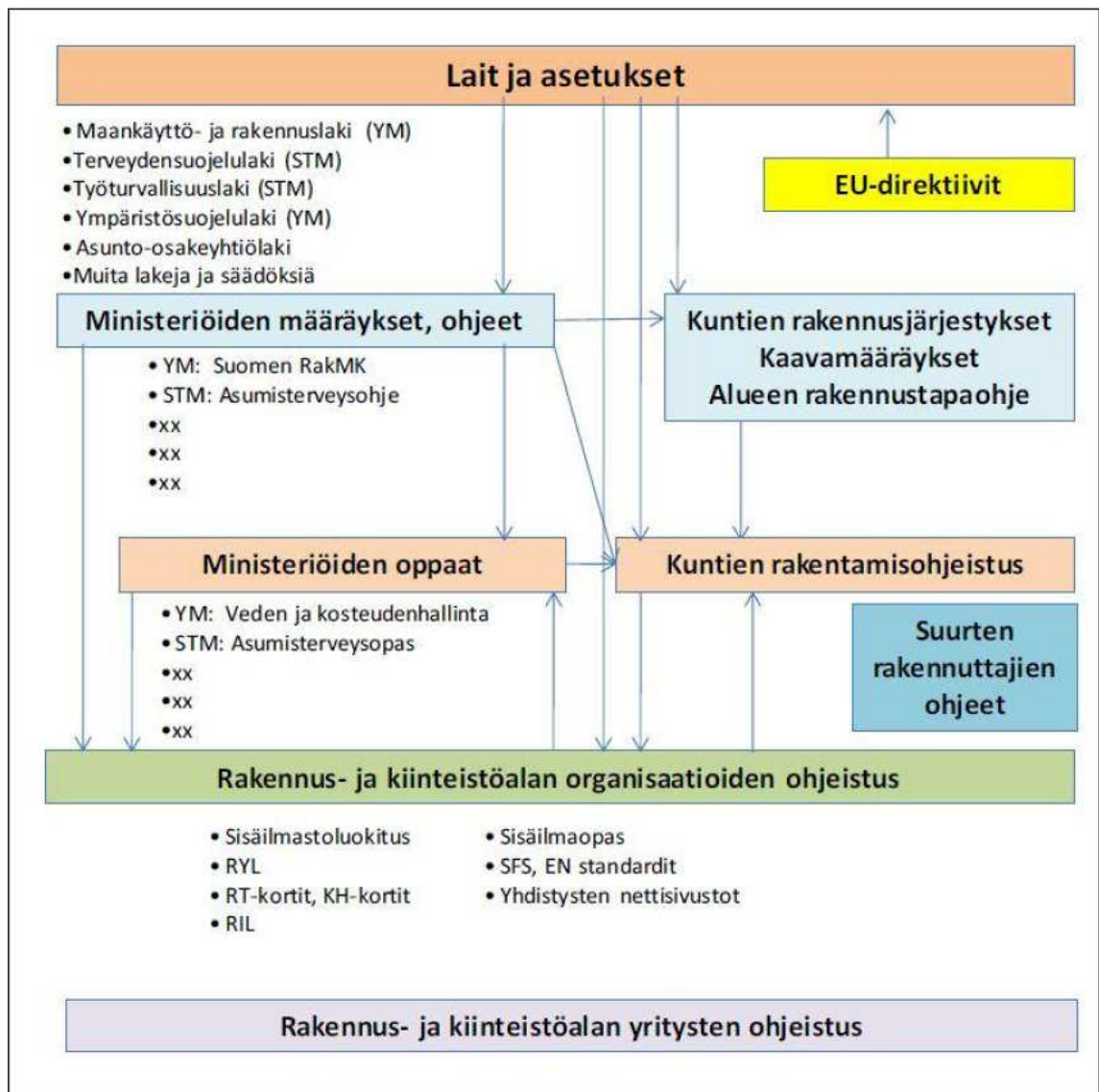
### 9.1.7 Rakennusfysikaaliset lähtötiedot

Rakennushankkeen rakennusfysikaalinen suunnittelu on laaja kokonaisuus, jonka tulee alkaa jo suunnittelun alkuvaiheessa mm. rakennuttajan tai tilaajan määrittelemillä kosteudenhallinnan laatutavoitteilla. Hankkeen alkuvaiheessa määritellyt laatutavoitteet ohjaavat suunnittelua ja niiden pohjalta suunnittelija määrittelee rakennuksen ja rakenteiden rakennusfysikaaliset vaatimukset. Laatutavoitteiden ja rakenteiden tulee kuitenkin aina täyttää määräyksien vaatima minimitaso. Kaaviossa 2 on esitetty kosteudenhallintaan liittyvien lakien, määräyksien ja ohjeiden riippuvuussuhteet.

Rakennusfysikaalisista lähtötietojen osalta laadunvarmistustoimenpiteet keskittyvät rakennusfysikaalisen luokan, kosteusriskiluokan, rakenteiden lämmöneristävyyden ja kosteusriskiluokan määrittelyyn osana lähtötietolomaketta. Rakennusfysikaalisten lähtötietojen määrittely tulee tehdä rakennushankkeen alkuvaiheessa, jotta ne voidaan ottaa huomioon rakenneratkaisuissa ja jotta suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset pystytään määrittelemään ja voidaan varautua tarvittaviin laadunvarmistustoimenpiteisiin rakennus-/suunnitteluhankkeen edetessä.

Vaikka rakennusfysikaaliset lähtötiedot eivät olekaan työn painopiste niin niiden vaikutuksien tiedostaminen on olennainen osa rakennushanketta ja rakennesuunnittelua. Rakennusfysikaaliset ominaisuudet tulevat huomioitua betonirakenteissa pääasiassa ympäristörasituksien kautta. Rakenteelta vaadittavat rakennusfysikaaliset ominaisuudet ja rakennusfysikaalisen luokan vaativuus ohjaavat rakennekokonaisuuden ja kantavien rakenteiden rakennepaksuuksien valintaa, detaljisuunnittelun tarvetta, rakennustyön valvonnan ja tarkastuksen tasoa.





Kaavio 2 Kaavio rakennusten kosteudenhallintaan liittyvien lakien, määräysten sekä alan ohjeistuksen kokonaisuudesta [29]

Kosteudenhallintaan tulee aina kiinnittää huomiota ja oleellista onkin, että kosteusteknisesti haastavat paikat tiedostetaan, jolloin suunnittelulla ja työn suunnittelulla voidaan vaikuttaa rakenteen toimivuuteen. Kosteudenhallinta on huomioitava rakennuksen elinkaaren kaikissa vaiheissa, rakennuksen suunnitteluvaiheen kosteusteknisten lähtötietojen määrittelystä rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon. Kaaviossa 3 on esitetty kosteudenhallintaprosessin päävaiheet ja tärkeimmät tehtävät hankkeen eri vaiheissa.

Tässä työssä tuotettu lähtötietotaulukko toimii apuvälineenä ja laadunvarmistustoimenpiteenä rakennusfysikaalisen suunnittelun ja rakenteiden rakennusfysikaalisten vaatimuksien määrittelystä.



Kaavio 3 Kosteudenhallintaan liittyvät päävaiheet ja tehtävät rakennushankkeessa [29]

Hallitun kosteudenhallintaprosessin läpiviemisen apuna voidaan käyttää erilaisia tarkastuslistoja ja lomakkeita. Esimerkiksi rakennushankkeen vaativuuden ja riskien kartoittamiseen voidaan käyttää erilaisia riskiarviolomakkeita. Liitteessä 3 on esitetty sää- ja olosuhdesuojauksen riskiarvion lomake, jonka avulla voidaan arvioida rakennuskohteen kosteudenhallintaan liittyviä riskejä ja vaurioiden syntymisen todennäköisyyttä.

### 9.1.7.1 Kosteusriskiluokka

Hankkeen kosteudenhallinnan riskitasoluokan eli kosteusriskiluokan määrittelyn tarkoitus on saada hankkeen osapuolet kohdistamaan riittävä huomio hankkeen riskien selvittämiseen ja hallintaan [51]. Hankkeen kosteusriskiluokka valitaan hankkeen vaativuusluokan V mukaisesti.

Vaativuus Hankkeen suunnittelussa/ toteutuksessa/ ylläpidossa on	Hankkeen vaativuusluokka ( V )	Kosteusriskiluokka ( R )
Useita ja tärkeitä kohtia, joissa vaativuus on suuri	3 (suuri)	3 (erittäin vaativa)
Vaativuus enimmäkseen keskisuuri Muutama kohta, joissa vaativuus suuri	2 (keskisuuri)	2 (normaalia vaativampi)
Vaativuus on pääosin vähäinen	1 (normaalin)	1 (normaali vaativuus)

Taulukko 15 Hankkeen vaativuusluokka ja kosteusriskiluokka [29, p183]

Kosteusriskiluokka R muodostaa perustan kosteudenhallinnan menettelytason valinnalle. Toinen näkökulma on rakennuttajan laatutavoitteet, joilla voi olla laadunvarmistuksen tasoa korottava vaikutus. Valinta on joko normaali tai tehostettu kosteudenhallinnan menettelytaso. [29.]

Kosteusriskiluokat jaetaan kolmeen luokkaan ja se valitaan yleensä hankkeen vaativuusluokan mukaan:

- R 3: Valitaan tehostettu kosteudenhallinnan menettelytaso.
- R 2: Valitaan normaali kosteudenhallinnan menettelytaso, mutta erityisen kriittisiin kohtiin valitaan tehostettuja menettelytapoja.
- R 1: Valitaan yleensä normaali kosteudenhallinnan menettelytaso tai rakennustyyppin tai rakennuksen käyttötarpeen mukaan kevennetty normaalimenettely.

Rakennuksen vaativuusluokan ja kosteusriskiluokan valintaa on käsitelty RIL 250–2011 ohjeissa.

### **9.1.7.2 Rakennusfysikaalisen suunnittelun luokka**

Rakennusfysikaalisen luokan arviointi ja valinta on syytä tehdä aina, jotta suunnittelun lähtötiedot ovat kunnossa ja jotta pystytään arviomaan suunnittelijalta vaadittua pätevyyttä kohteen hoitamiseen. Suunnittelijoiden tai suunnitelmien tarkastajien ja hyväksyjien pätevyyksien arviointi on olennainen osa suunnitelmien laadunvarmistusta.

Rakennusfysikaalisen suunnittelu luokat jaetaan kolmeen ja se valitaan yleensä hankkeen vaativuusluokan mukaan:

- RF 3: Analyysipohjainen suunnittelu
- RF 2: Tarkennettu perustaso
- RF 1: Suunnittelun perustaso

Rakennuksen rakennusfysikaalisen suunnittelun luokan valintaa on käsitelty RIL 250–2011 ohjeissa.

### **9.1.7.3 Rakenteiden lämmöneristävyydet**

RakMk:n osa C3, Rakennusten lämmöneritys, Määräykset 2010 on kumottu ja rakenteiden lämmöneristävyyksien suunnittelussa käytetään RakMk:n osaa D3. Osa D3 määrittelee rakenteiden lämmöneristävyyden minimiarvot, mutta rakenteiden suunnittelussa on syytä käyttää vertailulämpöhäviön laskennassa käytettäviä rakennusosakohtaisia lämmönläpäisykertoimia. RakMk:n D3 mukaan rakenteet voidaan suunnitella poikkeavilla lämmönläpäisykertoimilla, vähimmäisarvot huomioiden, mutta jos näin tehdään, niin se on otettava huomioon koko rakennuksen energialaskelmassa ja lämpöhäviön määräysten mukaisuus on osoitettava tasauslaskelmalla.

Rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään seuraavia rakennusosakohtaisia lämmönläpäisykertoimia ja ikkunapinta-alan vertailuarvoa.

Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja laskettaessa rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvoa: [30.]

- seinä 0,17 W/(m<sup>2</sup> K)
- hirsiseinä 0,40 W/(m<sup>2</sup> K)  
(hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm)
- yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja 0,09 W/(m<sup>2</sup> K)
- ryömintätilaan rajoittuva alapohja 0,17 W/(m<sup>2</sup> K)  
(tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)
- maata vasten oleva rakennusosa 0,16 W/(m<sup>2</sup> K)
- ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu,  
savunpoisto- ja uloskäyntiluukku 1,0 W/(m<sup>2</sup> K)

Puolilämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja laskettaessa rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvoa: [25.]

- seinä 0,26 W/(m<sup>2</sup> K)
- hirsiseinä 0,60 W/(m<sup>2</sup> K)  
(hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm)
- yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja 0,14 W/(m<sup>2</sup> K)
- ryömintätilaan rajoittuva alapohja 0,26 W/(m<sup>2</sup> K)  
(tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)
- maata vasten oleva rakennusosa 0,24 W/(m<sup>2</sup> K)
- ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu,  
savunpoisto- ja uloskäyntiluukku 1,4 W/(m<sup>2</sup> K)

#### 9.1.7.4 Rakenteiden ääneneristävyys ja akustinen luokka

Rakennusten akustista luokitusta käsitellään standardissa SFS 5907 [23].

Rakennuskohteen akustinen luokka perustuu suurelta osin rakennushankkeen ryhtyvän tahtotilaan. Rakennusmääräyskokoelman osassa C1-1998, Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa [31] määritellään vähimmäisvaati-

mustaso rakenteille, mutta rakennushankkeeseen ryhtyvää voi halutessaan määrittämään hankkeelle korkeamman akustisen luokan ja kasvattaa näin ääneneristysvaatimuksia.

Tiukennettu hankkeen akustinen luokitus voi aiheuttaa rakennepaksuuksien tai käytettävien materiaalien muutoksia verrattuna viranomaistason akustiseen luokitukseen. Akustisen luokituksen määrittelyn tulisi olla ensimmäisiä määriteltäviä lähtötietoja, jotta äänitekniikka voidaan ottaa huomioon rakenteiden valinnassa.

Rakennukset on jaettu akustisiin luokkiin A, B, C ja D, joista luokka A on vaativin ja luokka D lievin. Akustinen luokka C vastaa uusien rakennusten vähimmäisvaatimuksia niiltä osin kuin vaatimuksia on määritelty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1-1998, Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksissa. [32.]

Tila	Luokat A ja B	Luokka C
Luokkahuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen sekä luokkahuoneen ja käytävän välillä, kun välissä ei ole ovea	48	44
Luokkahuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen sekä luokkahuoneen ja käytävän välillä, kun välissä on ovi <sup>1)</sup>	39	34
Erytysluokkahuoneiden välillä tai eritysluokkahuoneen ja luokkahuoneen välillä <sup>2)</sup>	65	57
Luokkahuoneiden välillä, kun välissä on ovi <sup>3)</sup>	44	39
Koulukuraattorin, -psykologin ja -terveydenhoitajan sekä opinto-ohjaajan huoneen ja ympäröivien tilojen välillä	52	48
Koulukuraattorin, -psykologin ja -terveydenhoitajan sekä opinto-ohjaajanhuoneen ja odotushuoneen tai käytävän välillä <sup>4)</sup>	44	39
<sup>1)</sup> Luokkahuoneen ovena käytetään vähintään $R_w$ 30 dB ovea (C) tai $R_w$ 37 dB ovea (A / B). <sup>2)</sup> Erytysluokkahuoneita ovat mm. musiikkiluokkahuone, teknisten käsitöiden tila ja liikuntatila. Erytysluokkahuoneen ovena käytetään $R_w$ 48 dB ovea. <sup>3)</sup> Luokkahuoneiden välisenä ovena käytetään vähintään $R_w$ 42 dB ovea tai oviyhdistelmää. <sup>4)</sup> Tiloissa käytävien luottamuksellisten keskustelujen vuoksi edellytetään erittäin hyvin ääntä eristävää ovea tai oviyhdistelmää.		

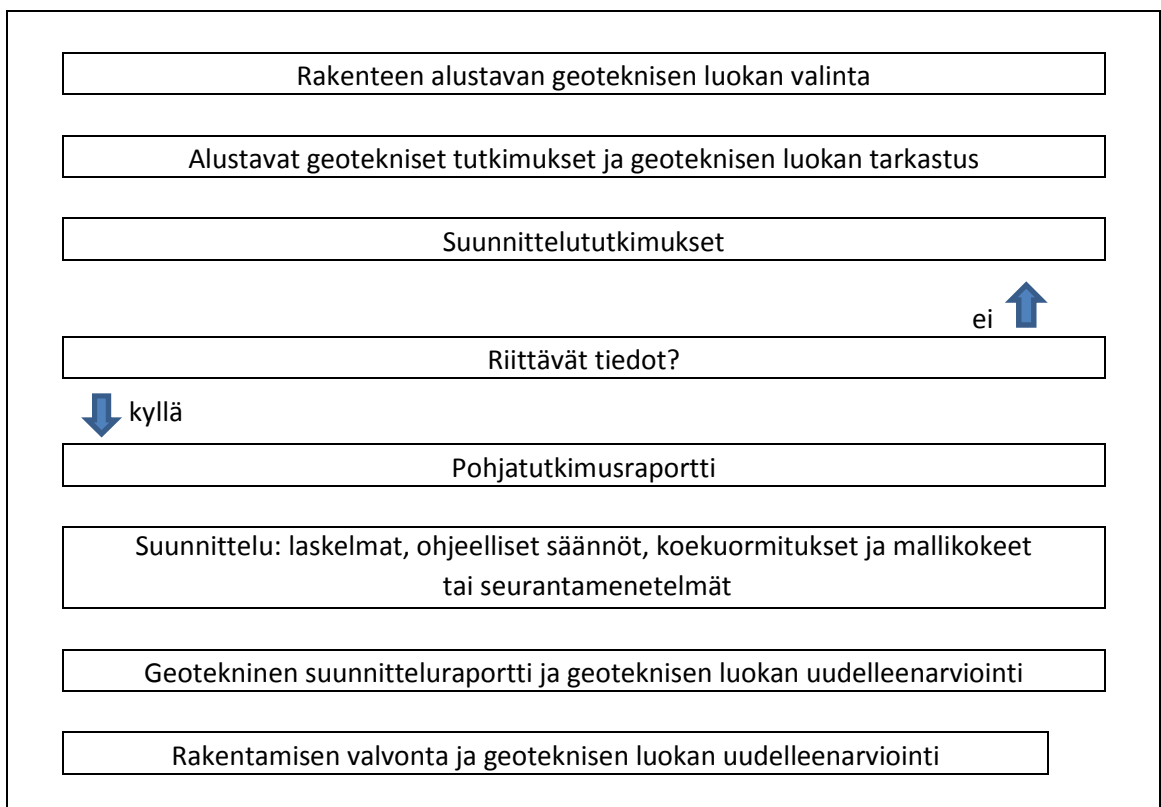
Taulukko 16 Pienimmät sallitut ilmaääneneristävyyksluvut  $R'_w$  (dB) arvot kouluissa. [32, p.15]

Taulukossa 16 on esitetty esimerkkinä koulun akustisen luokituksen taulukko ilmaääneneristävyydestä. Esimerkkinä, tiukennetulla akustisella luokituksella A ja B luokkahuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen sekä luokkahuoneen ja käytävän välillä, kun välissä ei ole ovea, ilmaääneneristävyyden pienin sallittu

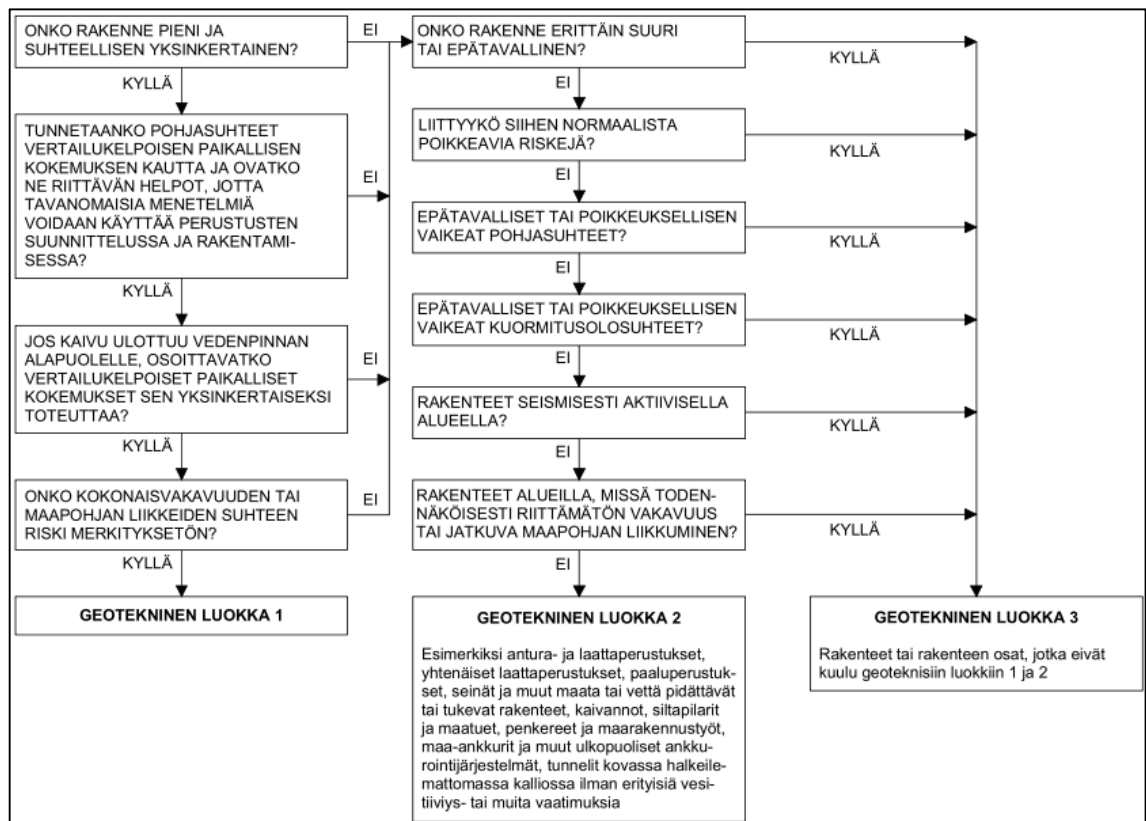
arvo on 48 dB, kun vastaava viranomaistason (akustinen luokka C) vaatimus on 44 dB.

### 9.1.9 Geotekninen luokka

Geoteknisen luokan määrittely kuuluu geosuunnittelijan tehtäväluetteloon, mutta tämän työn liitteeksi tuotetussa lähtötietolomakkeeseen määritellään geotekninen luokka suunnittelun lähtötietojen oikeellisuuden varmistamiseksi. Joissakin tapauksissa geotekninen luokka voi olla vaativampi kuin kantavien rakenteiden suunnittelun vaatimusluokka ja näin ollen se voi vaikuttaa mm. suunnittelun ajankäyttöön vaativampien pohjarakenteiden ja suunnittelukohteen perustusten suunnitelmien yhteensovittamisen takia.



Kaavio 4 Geoteknisen suunnitteluprosessin kulku, [33]



Kaavio 5 Geoteknisen luokan valintakaavio, [33]

Geoteknisen luokan valinta voidaan tehdä kolmen luokan välillä Kaavion 6 mukaisesti. Geoteknisten luokkien (GL) suunnittelu- ja tutkimusvaatimuksia määritellään RIL 254–2011 [43] ja RIL207-2009 [33] ohjeessa. Lisäksi paalutettavissa kohteissa on määriteltävä paalutusluokka, joka on sidoksissa geotekniseen luokkaan. Paalutusluokkia on käsitelty ohjeessa RIL2254-2011, Paalutusohje 2011 [34].

### 9.1.10 Väestönsuoja

Valtioneuvoston asetus väestönsuojista [35] säätelee väestönsuojan kuormituksesta, rakenteiden paksuudesta, perustusten mitoituksista, teräsbetonirakenteiden mitoituksista, sekä tärähdyskuormituksesta ja muista kuormituksista, joten kyseisessä asetuksessa säädetty asiat ovat velvoittavia.

Väestönsuojien rakenteet tulee mitoittaa paineallostaa aiheutuvalle kuormitukselle siten, että S1-luokan teräsbetonisuoja tulee kestää 100 kPa:n (1 baarin)



kuormitus, S2- luokan teräsbetonisuojaan 200 kPa:n (2 baarin) kuormitus ja kalliosuojaan 300 kPa:n (3 baarin) kuormitus [20]. Rakennustieto Oy:n julkaisemassa ohjekortissa RT 92–11173 S1-luokan teräsbetoniväestönsuoja on selventäviä ohjeita rakenteiden kuormituksista, jotka perustuvat valtioneuvoston asetukseen.

Rakennesuunnittelun kannalta oleellimmat asiat liittyvät rakenteiden kuormitukseen ja mitoituksiin. ja niitä on käsitelty kohdassa 9.4.11.

### **9.1.11 Muut lähtötiedot**

Rakennushankkeeseen ryhtyvä tai tilaaja voi esittää omia lähtötietojaan hankkeen suunnittelua varten. Normaaleista lähtötiedoista poikkeavia tietoja voivat olla rakennuksen tai yksittäisen tilan käyttötarkoitukseen liittyvät erikoisvaatimukset. Muita erikoisvaatimuksia voivat olla esimerkiksi korotetut luonnonkuormat, siltanosturikuormat, rakennuksen katolle sijoitettavien mainosten kuormat yms. Muita lähtötietoja on rajaton määrä, mutta oleellista on selvittää jo suunnittelun alkuvaiheessa etenkin rakenteiden kantavuuteen ja henkilöturvallisuuteen liittyvät lähtötiedot, jotta ne pystytään huomioimaan jo suunnittelun alkuvaiheessa.

## **9.2 Materiaaliriippuvaiset lähtötiedot**

Pääasialliset rakennusmateriaalit Suomessa ovat teräs, puu ja betoni. Kaikilla eri materiaaleilla on omat suunnittelun kannalta oleelliset lähtötiedot ja ne on selvitettävä kohdekohtaisesti. Tässä työssä käsitellään kuitenkin vain betonirakenteita ja täten vain betonirakenteisiin liittyviä lähtötietoja.

### 9.2.1 Betonirakenteiden rasitusluokat

Betonirakenteiden rasitusluokkien määrittely on olennainen osa betonin säilyvyyden varmistamiseksi. Betonin säilyvyys riippuu ympäristöolosuhteista, koska useimmat betonia vaurioittavista mekanismeista perustuvat betonin vedenläpäisevyyteen sekä veteen tai ilmaan liuenneisiin ioneihin. Ympäristön aggressiivisuutta luokitellaan ympäristöolosuhteita kuvaavilla rasitusluokilla. [2. p. 49]

Betonirakenteiden rasitusluokat ovat riippuvaisia ympäristöolosuhteista, joita tarkasteltavaan rakenneosaan vaikuttaa. Rakennesuunnittelija määrittelee tapaus- ja rakenneosakohtaisesti betonirakenteen rasitusluokan. SFS-EN 206 standardissa [36] ja By 64 [37] ohjeessa on annettu ohjeellisia määritteitä, joiden mukaan rasitusluokka voidaan valita, mutta monesti vaihtoehtoja voi olla useita, joten rasitusluokan valinnassa vaaditaan suunnittelijan asiantuntemusta ja tulkintaa siitä mitä ympäristörasituksia betonirakenteeseen voi sen käyttökänsä aikana kohdistua.

Luokan merkintä	Ympäristön kuvaus	Opastavia esimerkkejä paikoista, joissa rasisitusluokkia voi esiintyä
<b>1 Ei korroosion tai syöpymisrasituksen riskiä</b>		
X0	Raudoittamaton tai metalliosia sisältämätön betoni: Kaikkiin ympäristöihin lukuun ottamatta niitä, joissa esiintyy jäädytys-sulatus- tai kulutusrasitusta tai kemiallista rasitusta. Raudoitettu tai metallia sisältävä betoni: Hyvin kuiva	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on hyvin alhainen
<b>2 Karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio</b>		
Jos raudoitusta tai muita metalliosia sisältävä betoni on alttiina ilmalle ja kosteudelle, rasisitusluokitellaan seuraavasti:		
XC1	Kuiva tai jatkuvasti märkä	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on alhainen Pysyvästi vedenalainen betoni
XC2	Kostea, harvoin kuiva	Betonipinnat, jotka ovat pitkään kosketuksissa veden kanssa Usein perustukset
XC3	Kohtalaisen kostea	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on kohtalainen tai suuri Ulkona oleva sateelta suojattu betoni
XC4	Jaksollinen kastuminen ja kuivuminen	Betonipinnat, jotka ovat kosketuksissa veden kanssa mutta eivät kuulu rasisitusluokkaan XC2
<b>3 Kloridien aiheuttama korrosio, kloridit muualta kuin merivedestä</b>		
Jos raudoitusta tai muita metalliosia sisältävä betoni on kosketuksissa veden kanssa, joka sisältää muista lähteistä kuin merivedestä peräisin olevia klorideja (kloridilähde voi olla myös jäänpöistoaine), rasisitusluokitellaan seuraavasti:		
XD1	Kohtalaisen kostea	Betonipinnat, jotka ovat alttiina ilman sisältämille klorideille
XD2	Kostea, harvoin kuiva	Uima-altaat. Betoni on alttiina kloridipitoisille teollisuusvesille
XD3	Jaksollinen kastuminen ja kuivuminen	Sillan osat, jotka ovat alttiina kloridipitoisille roiskeille Jalkakäytävät. Paikoitustalojen laatat
<b>4 Kloridien aiheuttama korrosio, kloridit merivedestä</b>		
Jos raudoitusta tai muita metalliosia sisältävä betoni on alttiina klorideille, jotka ovat peräisin merivedestä tai ilman kuljettamasta merivedestä peräisin olevasta suolasta, rasisitusluokitellaan seuraavasti:		
XS1	Kosketuksessa ilman kuljettaman suolan kanssa mutta ei suorassa kosketuksessa meriveteen	Lähellä rannikkoa tai rannikolla olevat rakenteet
XS2	Pysyvästi meriveden alla	Merirakenteiden osat
XS3	Meriveden vesirajassa ja roiske-vyöhykkeellä	Merirakenteiden osat

<b>5 Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä</b>		
Jos betoni on märkä ja siihen kohdistuu kosteuden lisäksi merkittäviä jäädytys-sulatusrasituksia, rasitus luokitellaan seuraavasti:		
XF1	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita	Sateelle ja jäätymiselle alttiit pystysuorat betonipinnat
XF2	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet	Tierakenteiden pystysuorat betonipinnat, jotka ovat alttiina jäätymiselle ja ilman kuljettamille jäänsulatusaineille
XF3	Suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita	Sateelle ja jäätymiselle alttiit vaakasuorat betonipinnat
XF4	Suuri vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet tai merivesi	Jäänsulatusaineille alttiit tiet ja siltojen kannet Suoralle jäänsulatusaineroiskeelle ja jäätymiselle alttiit betonipinnat Roiskevyöhykkeellä olevat jäätymiselle alttiit merirakenteet
<b>6 Kemiallinen rasitus</b>		
Jos betoniin kohdistuu luonnon maaperästä ja pohjavedestä aiheutuva kemiallinen rasitus, rasitus luokitellaan seuraavasti:		
XA1	Kemiallisesti heikosti aggressiivinen ympäristö	Betoniin kohdistuu luonnon maaperästä ja pohjavedestä aiheutuva kemiallinen rasitus taulukon 2 mukaisesti
XA2	Kemiallisesti kohtalaisesti aggressiivinen ympäristö	Betoniin kohdistuu luonnon maaperästä ja pohjavedestä aiheutuva kemiallinen rasitus taulukon 2 mukaisesti
XA3	Kemiallisesti voimakkaasti aggressiivinen ympäristö	Betoniin kohdistuu luonnon maaperästä ja pohjavedestä aiheutuva kemiallinen rasitus taulukon 2 mukaisesti

Taulukko 17. Ympäristöolosuhteisiin liittyvät rasitusluokat.. [36, p.24,25]

Vaikka rasitusluokkien määrittämiseen on rakennusalan julkaisuissa monia esimerkkejä ja ohjeita niin läheskään aina rakenteelle ei ole yksiselitteistä, oikeaa rasitusluokkaa vaan suunnittelija omalla ammattitaidolla ja kokemuksellaan valitsee rakenteelle rasitusluokan tai luokat.

	Rasitusluokat																	
	Ei korroosio- tai syöpymiss-riskiä	Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio				Kloridien aiheuttama korroosio						Jäädytys-sulatusrasitus				Aggressiivinen kemiallinen ympäristö		
						Merivesi			Muun kuin meriveden kloridit									
X0	XC 1	XC 2	XC 3	XC 4	XS 1	XS 2	XS 3	XD 1	XD 2	XD 3	XF 1	XF 2	XF 3	XF 4	XA 1	XA 2	XA 3	
Suurin sallittu $w/c^a)$	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Vähimmäis-lujuusluokka	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Vähimmäis-sementti-määrä <sup>c)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Vähimmäis-ilmamäärä (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	-	-	-
Muut vaatimukset	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Standardin EN 12620 mukainen kivilaines, jolla on riittävä jäädytys-sulatuskestävyys				-	Sulfaatinkestävä sementti <sup>b)</sup>	

<sup>a)</sup> Jos lisähuokostusta ei käytetä, betonin toiminnalliset ominaisuudet olisi testattava sopivalla testausmenetelmällä vertaamalla sitä betoniin, jonka jäädytys-sulatuskestävyys ko. rasitusluokassa on osoitettu.

<sup>b)</sup> Jos ympäristön sulfaattipitoisuus johtaa rasitusluokkiin XA2 ja XA3, on ehdottomasti käytettävä standardin EN 197-1 tai täydentävien kansallisten standardien mukaista sulfaatinkestävää sementtiä.

<sup>c)</sup> Jos käytetään k-arvomenettelyä, suurinta sallittua vesi-sementtisuhdetta ja vähimmäissementtimäärää muunnetaan kohdan 5.2.5.2 mukaisesti.

Taulukko 18. Betonin koostumuksen ja ominaisuuksien suositeltavat raja-arvot. [36, p.82]

Rasitusluokkien valinnassa on huomioitava, että teollisuushankkeissa ympäristön rasitukset voivat olla hyvinkin vaativia. Esimerkiksi jätevedenkäsittelylaitosten suunnitteluprojekteissa ympäristön kemialliset rasitukset arvioidaan prosessisuunnittelijan antamien lähtötietojen pohjalta.

## 9.2.2 Betonirakenteiden betonipeitteet

Betonipeitteiden määrittämisen avulla saadaan varmistettua teräksien suojaaminen korroosiolta, rakenteen riittävä palonkestävyys yhdessä rakennepaksuuden kanssa ja taattua terästen tartuntavoimien siirtyminen. Betonipeitteen nimellisarvo  $c_{nom}$  koostuu betonipeitteen vähimmäisarvosta  $c_{min}$  ja suunnittelussa huomioon otettavasta mittapoikkeamasta  $\Delta c_{dev}$ .

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (9.2.1)$$

### 9.2.2.1 Betonipeitteen vähimmäisarvo $c_{min}$

Betonipeitteen vähimmäisarvolle  $c_{min}$  tulee käyttää suurempaa arvoista, jotka täyttävät sekä tartuntaa että ympäristöolosuhteita koskevat vaatimukset. [36, p.49]

$$c_{\min} = \max \{c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\} \quad (9.2.2)$$

missä

$c_{\min,b}$  = tartuntavaatimuksesta johtuva betonipeitteen vähimmäisarvo, ks. taulukko XX

$c_{\min,dur}$  = ympäristöolosuhteista johtuva betonipeitteen vähimmäisarvo, ks. taulukko XX

Arvot  $\Delta c_{dur,y}$ ,  $\Delta c_{dur,st}$  ja  $\Delta c_{dur,add}$  ovat lisävarmuustermejä tai pienennyksen arvoja, joiden suositusarvon ovat 0 mm ja niitä ei käytetä Suomessa.

Tartuntavaatimus	
Tankojen niputus	Betonipeitteen vähimmäisarvo $c_{\min,b}$ <sup>1)</sup>
Erilliset tangot	Tangon halkaisija
Niput	Ekvivalentti halkaisija ( $\varnothing_n$ ) (ks. kohtaa 8.9.1)
<sup>1)</sup> Jos kivimateriaalin suurin nimelliskoko on yli 32 mm, betonipeitteen vähimmäisarvoa $c_{\min,b}$ suurennetaan 5 mm.	

Taulukko 19. Betonipeitteen vähimmäisarvon  $c_{\min,b}$  vaatimukset tartunnan osalta. [38, p.50]

Betonipeitteen vähimmäisarvo  $c_{\min,dur}$  on esitetty taulukossa 20 (kun suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta).

Ympäristöolosuhteista johtuva betonipeitteen vähimmäisarvovaatimus $c_{\min,dur}$ (mm)								
Kriteeri	Rasitusluokka taulukon 4.1 mukaan							
	X0	XC1	XC2 XC3	XC4	XD1	XS1	XD2	XD3 XS2,3
Betoniteräs	10	10	20	25	30	30	35	40
Jänneteräs	10	20	30	35	40	40	45	50
100 vuoden suunniteltu käyttöikä <sup>1)</sup>	+0	+0	+5	+5	+5	+5	+5	+5
Lujuusluokka $\geq$	C20/25 -5	C30/37 -5	C35/45 -5	C35/45 -5	C35/45 -5	C40/50 -5	C35/45 -5	C45/55 -5

Taulukko 20. Betonipeitteen vähimmäisarvovaatimukset [23, Liite 7, p.5]

<sup>1)</sup> Jos rakenteen suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta, myös muut säilyvyysvaatimukset on tarkistettava SFS-EN 206 mukaisesti.

### 9.2.2.2 Suunnittelussa huomioon otettava mittapoikkeama $\Delta c_{dev}$

Betonipeitteen nimellisarvon  $c_{nom}$  laskemista varten lisätään betonipeitteen vähimmäisarvoon suunnittelussa huomioon otettava mittapoikkeama ( $\Delta c_{dev}$ ). Vaadittavaan betonipeitteen vähimmäisarvoon tulee lisätä hyväksyttävän negatiivisen poikkeaman itseisarvo.

Betonipeitteen sallittu mittapoikkeama  $\Delta c_{dev}$  on yleensä 10 mm. Elementtien valmistaja voi elementtityypeittäin käyttää pienempää sallittua mittapoikkeamaa kuin 10 mm, jos se varmennetun tehtaan sisäisen laadunhallintajärjestelmän mukaan on perusteltua. Pienempää mittapoikkeamaa kuin 5 mm ei kuitenkaan saa käyttää.

Kun betonia valetaan epätasaisia pintoja vasten, betonipeitteen nimellisarvoa lisätään yleensä sallimalla suurempia poikkeamia mitoituksessa. Lisäys on tavallisesti epätasaisuuden aiheuttaman erotuksen suuruinen, mutta betonipeitteen nimellisarvolle käytetään vähintään arvoa  $k_1 = c_{min} + 10$  mm, kun betonia valetaan tasoitettua (tasauskerroksella varustettua) pohjamaata vasten ja  $k_2 = c_{min} + (20...40)$  mm, suunnittelijan harkinnan perusteella mm. käytettäessä betonia, joka valetaan suoraan maapohjaa vasten. Raudoituksen betonipeitettä suurennetaan myös ottamalla pinnan epätasaisuus huomioon; epätasaisuutta aiheuttaa mahdollinen pintaprofilointi kuten pinnan harjaus tai vesikäsittely pe-subetoniksi. [23, Liite 7, p.5]

### 9.2.2.3 Palonkestävyyden vaikutus betonipeitteeseen

Käytettäessä RIL 202–2011/by 61 Liitteen 4 mukaista yksinkertaistettua betonirakenteiden palomitoitusta käytetään liitteen mukaisia arvoja. Taulukon arvot ovat raudoituksen keskiötäisyyksiä betonirakenteen pinnasta ja työssä tuotettavan lähtötietotaulukon laadunvarmistustoimenpiteenä tarkastetaan onko palomitoituksen betonipeite määräävämpi kuin betonirakenteen normaali betonipeite.

	Laatan paksuus (mm)	Keskiöetäisyys a (mm)
REI 30	60	10
REI 60	80	20
REI 90	100	30
REI 120	120	40
REI 180	150	55
REI 240	175	65

Taulukko 21 Laattojen vähimmäismitat palomitoituksessa. [37, p. 117]

Taulukossa 21 on esitetty raudoitettujen betonilaattojen vähimmäismitat ja pääraudoituksen keskiöetäisyydet eri palonkestovaatimuksille. Muille rakenneosille on vastaavanlaiset taulukot, jotka on esitetty ohjeessa RIL 202 ja ne on sisällytetty työssä tuettuun laadunvarmistuslomakkeistoon.

Kohdissa 9.1.6 ja 9.8 on käsitelty tarkemmin rakenteiden palonkestovaatimuksia ja palomitoitusta.

### 9.2.3 Betonirakenteiden toteutus- ja toleranssiluokat

Betonirakenteiden toteutus- ja toleranssiluokkia käsitellään mm. seuraavissa standardeissa:

- Betonirakenteiden toteutusluokat – SFS 5975
- Betonirakenteiden toteutus. Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa.
- Betonirakenteiden toteutusluokat – SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteutus
- Betonirakenteiden toleranssiluokat SFS-EN 1992-1-1 Liite A ja Kansallinen liite)

#### 9.2.3.1 Betonirakenteiden toteutusluokat

Betonirakenteiden toteutusluokan määrittelyllä vaikutetaan betonirakenteiden toteutuksen laadunvarmistukseen. Laadunhallinnan vaatimukset määritellään käyttäen yhtä toteutusluokkaa arvolla 1, 2 tai 3, vaatimukset kasvavat, kun siirytään toteutusluokasta 1 toteutusluokkaan 3.



Toteutusluokka on määriteltävä suunnitelmissa tai toteutuseritelmässä ja se voi koskea kokonaista rakennetta, rakenteen osaa tai toteutukseen käytettyjä materiaaleja. Toteutusluokan määrittelyllä ja laadunvarmistuksella varmistetaan, että:

- Rakennuskohteen valvonnalla ja tarkastuksella on todennettava, että rakenne on toteutuseritelmän mukainen.
- Tarkastus tarkoittaa käytettävien tuotteiden ja materiaalien ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden todentamista sekä työkohteen toteutuksen tarkastusta.

	Toteutusluokka 1	Toteutusluokka 2	Toteutusluokka 3
Tarkastuksen tyyppi	Silmämääräinen tarkastus ja satunnaisia mittauksia	Silmämääräinen tarkastus ja tärkeimpien rakenneosien systemaattinen tai säännöllinen mittaus	Silmämääräinen tarkastus  Kaikkien kantavuuden ja säilyvyyden kannalta merkittävien rakenneosien yksityiskohtainen tarkastus
Tarkastuksen tekevä osapuoli	Omavalvonta	Omavalvonta Rakenteen toteuttajan menettelytapojen mukainen tarkastus Mahdollisesti toteutuseritelmässä lisävaatimuksia Kohteen toteutusorganisaation ulkopuolisen henkilön toteuttama tarkastus toteutuseritelmän määrittelemässä laajuudessa	Omavalvonta Rakenteen toteuttajan menettelytapojen mukainen tarkastus Toteutuseritelmässä lisävaatimuksia Kohteen toteutusorganisaation ulkopuolisen henkilön ja/tai ulkopuolisten, rakennuttajan määrittelemien henkilöiden toteuttama tarkastus toteutuseritelmän määrittelemässä laajuudessa
Laajuus	Kaikki työvaiheet	Omavalvonnan lisäksi kaikkien työvaiheiden järjestelmällinen ja säännöllinen tarkastus	Omavalvonnan lisäksi kaikkien työvaiheiden järjestelmällinen ja säännöllinen tarkastus
Tarkastusraportti	Vaaditaan. Toteutusluokassa 1 riittää rakennustyön tarkastusasiakirja.		
Toteutuneet mitat	Ei vaadita	Toteutuseritelmän mukaan	

Taulukko 22, Toteutusluokan vaikutus betonirakenteiden toteutuksen tarkastuksen tyyppiin ja dokumentointiin. [39, p.3]

Taulukossa 22 esitetään toteutusluokan vaikutus betonirakenteiden toteutuksen tarkastuksen tyyppiin ja dokumentointiin. Standardissa SFS-EN 13670 [40] on esitetty erilliset taulukot materiaalien ja tuotteiden tarkastukseen ja toteutuksen tarkastukseen.

### 9.2.3.2 Betonirakenteiden toleranssiluokat

Betonirakenteiden toleranssiluokkia ja niihin liittyviä ohjeita on käsitelty seuraavissa asiakirjoissa:

- SFS-EN 1992-1-1 Liite A ja Kansallinen liite
- SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteuttaminen
- SFS 5975. Betonirakenteiden toteutus. Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa.
- Betonivalmisteiden standardit

Rakenteellisten toleranssien luokkia on kaksi, toleranssiluokat 1 ja 2. Toleranssiluokka 1 vastaa normaalitoleransseja, jotka käsittävät mittapoikkeamien perusraajat, jotka varmistavat että rakenne täyttää suunnitteluoletukset ja muut rakennuskohteen toiminnalliset vaatimukset. [40.]

Valmiin rakenteen on oltava suurimpien sallittujen toleranssien sisällä, jotta vältetään haittavaikutukset kohdistuen: [40.]

- a) mekaaniseen kestävyys- ja vakavuuteen rakentamisen ja käytön aikana
- b) rakennuskohteen käytön aikaiseen toimivuuteen
- c) rakenteen ja sen ei-kantavien rakenneosien asennusyhteensopivuuteen.

Poikkeamat määritellystä toleranssialueesta on käsiteltävä kohdan standardin SFS-EN 13670 kohdan 4.4 mukaisesti. Vähäiset poikkeamat, joilla ei ole merkittäviä vaikutuksia valmiin rakenteen toimivuuteen, voidaan jättää huomioon ottamatta. [40.]

Toleranssiluokan 1 katsotaan vastaavan normaalitoleransseja ja ne toteuttavat standardin EN 1992 suunnitteluoletukset ja vaaditun varmuustason sekä liittyvät standardin EN 1992-1-1:2015 kohdassa 2.4.2.4 esitettyihin materiaaliosavarmuuslukuihin. Näiden katsotaan olevan olennaisia rakenteiden mekaanisen kestävyys- ja vakavuuden kannalta, jotta täytetään aiemmin esitetyn kohdan a) vaatimukset. Toleranssiluokka 2 on ensisijaisesti tarkoitettu käytettäväksi stan-

dardin SFS-EN 1992-1-1:2015 liitteessä A esitettyjen pienennettyjen materiaa-  
liosavarmuuslukujen kanssa. [40.]

Laadunvarmistuksen kannalta projektieritelmässä voidaan määritellä tarvittaes-  
sa tiukempia toleransseja ja tarvittaessa on syytä esittää lukuarvot rakenteellisil-  
le toleransseille, jotka vaikuttavat rakenteen varmuuteen. Jos toteutuseritelmäs-  
sä ei ole toisin määritelty, käytetään toleranssiluokkaa 1. [40.]

### 9.3 Varmuuskertoimet

Murtorajatilat ovat käyttörajan jälkeen kuorman lisääntymisen myötä kehitty-  
viä tiloja, joissa rakenne tai sen osa menettää käyttökelpoisuutensa. Mitoitus  
murtorajatilassa liittyy aina osavarmuusmenettelyihin ja murtorajatilamitoituksen  
tarkoituksena on osoittaa, että rakenteella on riittävä varmuus murtumista vas-  
taan. Murtorajatilaa liittyvien erilaisten vaatimuksien toteuttaminen asetetaan  
suunnitteluhierarkiassa ensimmäiselle sijalle, koska näiden vaatimuksien mu-  
kaiset rakenteet toteuttavat oikein suunniteltuna usein myös käyttökelpoisuu-  
teen liittyvät vähimmäisehdot. [2. p.195.]

Mitoitustilanne	Betonin $\gamma_c$	Betoniteräksen $\gamma_s$	Jänneteräksen $\gamma_s$
Normaalisti vallitseva ja tilapäinen	1,5	1,15	1,15
Onnettomuus	1,2	1,0	1,0

Taulukko 23 Murtorajatilojen materiaa-  
liosavarmuusluvut [23, Liite 7 p. 3]

Osavarmuusmenetelmissä mitoitusarkistuksen eri tekijöille annetaan niiden luo-  
tettavuudesta tai tunnettavuudesta riippuen esisuuret osavarmuusluvut [2].

Taulukossa 23 on esitetty betonirakenteiden murtorajatilojen osavarmuusluvut.  
Murtorajatilatarkastelua tehtäessä suunniteltavaa rakennetta kuormittavat omi-  
naiskuormat tulee myös kasvattaa mitoitusarvoiksi kuormien osavarmuusluvuilla.  
Kuormituksen osavarmuusluvut ja niiden käyttöä on esitetty kohdassa 9.5,  
kuormitusyhdistelmät.

Käytettäessä betonirakenteiden toleranssiluokkaa 2 voidaan materiaaliosavarmuuslukuja pienentää standardin SFS- EN 1992-1-1:2015 liitteessä A esitettyjen ohjeiden mukaan. Normaalisissa suunnittelussa materiaaliosavarmuuslukujen pienentäminen on kuitenkin harvoin tarpeellista.

Erikoisrakenteiden, kuten teräsbetonirakenteisten väestönsuojien, suunnittelua koskevissa asetuksissa ja ohjeissa voi olla rakenneosakohtaisia ohjeita materiaaliosavarmuuslukujen käyttämisestä. Esimerkiksi VNa 408/2011 [35] momentissa 11 § säädetään teräsbetonirakenteiden mitoituksista, että väestönsuojissa rakenteiden paine- tai sortumakuormien, niitä vastaavien takaisinheilahduskuormien, tärähdyskuormien tai niihin lisättyjä hyötykuormia sisältävien kuormitusyhdistelmien mitoituksessa osavarmuuskerroin on vähintään 1 siten, että kuormitusta käsitellään staattisena kuormana.

Betoni- ja teräsbetonirakenteita koskevissa määräyksissä ja ohjeissa olevia ominaislujuuksia saadaan raudoituksen lujuuden sekä betonin puristuslujuuden osalta korottaa enintään 20 prosenttia. Materiaalien osavarmuuskerroin on vähintään 1 ja sallittuina jännityksinä käytetään ominaislujuuksia edellä mainittuine korotuksineen.

#### **9.4 Kuormitukset**

Kuormitusten ja kuormitusyhdistelmien oikea määrittäminen on yksi oleellisimmista suunnitteluhankkeen laadunvarmistustoimenpiteistä.

Suunnittelussa käytettävistä kuormista, kuormitusyhdistelmistä, lisäkuormituksista ja kuormavähennyksistä, sekä niiden käytön ohjeistusta on esitetty tarkemmin standardissa SFS-EN 1990, SFS-EN 1991-1 – sarjassa, sekä RIL 201-1 ja RIL 201-2 ohjeissa.

Standardin SFS-EN 1990 mukaan kuormat tulee luokitella niiden aikariippuvuuden perusteella seuraavasti:

- pysyvät kuormat (G), esim. rakenteiden, kiinteiden laitteiden ja tiepäällysteen oma paino ja kutistumisen ja epätasaisten painumien aiheuttamat välilliset kuormat
- muuttuvat kuormat (Q), esim. rakennusten välipohjiin, palkkeihin ja vesikattoon kohdistuvat hyötykuormat, tuulikuormat ja lumikuormat
- onnettomuuskuormat (A), esim. räjähdykset tai ajoneuvojen törmäykset.

Pakkosiirtymä- tai pakkomuodonmuutostilojen aiheuttamat välilliset kuormat voivat olla joko pysyviä tai muuttuvia.

Tiettyjä kuormia, kuten lumikuormia pidetään Suomessa muuttuvina kuormina. Veden aiheuttamia kuormia voidaan pitää pysyvinä tai muuttuvina kuormina riippuen niiden suuruuden vaihtelusta ajan mukana.

Kuormat tulee luokitella myös:

- alkuperän perusteella välittömiksi tai välillisiksi
- vaikutuskohdan vaihtelun perusteella kiinteiksi tai liikkuviksi ja
- luonteen tai rakenteen vasteen perusteella staattisiksi tai dynaamisiksi.

[14.]

#### **9.4.1 Pysyvät kuormat**

Rakennuskohteen oma paino luokitellaan pysyväksi kiinteäksi kuormaksi ja kuorman suuruus riippuu rakenteiden tai rakenteiden päälle sijoitettavien kiinteiden laitteiden painosta. Pysyväksi kuormaksi luokitellaan myös epätasaisesta painumasta ja betonirakenteiden kutistumasta aiheutuvat kuormat.

Pysyvien kuormien määrittämisessä tulee ottaa huomioon: [41.]

- Jos oma paino voi vaihdella ajan suhteen, vaihtelu otetaan huomioon käyttämällä ominaisarvon ylä- ja alarajaa
- Oma paino on kuitenkin joissakin tapauksissa on liikkuvaa (esim. siirrettävien väliseinien osalta, sitä käsitellään lisähyötykuormana).

- Täytemaasta ja siltojen täyte- tai sepelikerroksesta aiheutuvia kuormia tulee pitää pysyvinä kuormina, ja täytteen mahdollinen siirtyminen tulee ottaa huomioon mitoitettaessa
- Vesikatolla tai terassilla olevan maakerroksen aiheuttamia kuormia tulee pitää pysyvinä kuormina.
- Täytemaiden ja rakenteiden päälle kasattavien maakerrosten tapauksissa otetaan huomioon kosteuspitoisuuden ja kerrospaksuuden vaihtelu, joka saattaa aiheutua maan hallitsemattomasta kasautumisesta rakenteen suunnitellun käyttöiän aikana.
- Maanpaine luetaan pysyväksi kuormaksi ja sitä tarkastellaan yksityiskohteisesti standardissa EN 1997.

#### **9.4.2 Muuttuvat kuormat**

Muuttuvat kuormat luokitellaan liikkuviksi kuormiksi ja niitä kutsutaan myös hyötykuormiksi. Tässä kohdassa on esitetty yleisimmät rakennushankkeessa esiintyvät hyötykuormat ja niiden luokituksen määrittelytaulukot. Dynaamiset kuormat, liikenne- tai trukkikuormat, sekä muut erikoiskuormat voidaan määrittellä RIL 201-1 ohjeiden tai eurokoodien mukaan, sillä tässä työssä niitä ei käsitellä tarkemmin. Dynaamiset kuormat voidaan joissakin tapauksissa käsitellä staattisena hyötykuormana. Dynaamisten kuormien huomioimista on käsitelty kohdassa 9.4.6.

Kaikkien kiinteiden seinien omat painot otetaan huomioon pysyviä kuormia laskettaessa, mutta seinän ollessa ns. kevyt väliseinä, jonka sijainti voi rakennuksen käyttöiän aikana muuttua, sen kuorma voidaan ottaa huomioon tasaisena ja liikkuvana hyötykuormana, joka on esitetty taulukossa 24.

Siirrettävien välipohjien muuttuva kuorma qk	
Seinän omapaino	qk
Seinä ≤ 1,0 kN/m	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Seinä ≤ 2,0 kN/m	0,8 kN/m <sup>2</sup>
Seinä ≤ 3,0 kN/m	1,2 kN/m <sup>2</sup>

Taulukko 24 Ei-kantavien seinien kuormien huomioiminen tasaisena ja liikkuvana hyötykuormana.

Hyötykuormat jaetaan tilojen mukaan luokkiin A-K, joiden määrittely on esitetty taulukoissa 25, 26 ja 27 ja määritellyn luokan mukaan valitaan kuormituksen arvot taulukon 28–32 mukaisesti.

Tilaaaja tai rakennuskohteen käyttäjä voi halutessaan määrittellä rakenteille ominen suunnitteluohjeidensa tai todellisiin kuormituksiin perustuvat hyötykuormien arvot tai niitä korottavat kertoimet. Lähtötietotaulukkoon on varattu erikseen määritetyille kuormille oma kohtansa, johon ohjeista poikkeavat arvot merkitään.

Luokka	Käyttötarkoitus	Esimerkki
A	Asuin- ja majoitustilat	Asuinrakennusten huoneet, sairaaloiden potilas- ja toimenpidehuoneet, hotellien ja retkeilymajojen makuuhuoneet, keittiöt ja WC:t.
B	Toimistotilat	
C	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua (poikkeuksena luokkiin A, B, ja D kuuluvat tilat <sup>1)</sup> )	<b>C1:</b> Tilat, joissa on pöytä yms. esim. koulut, kahvilat, ravintolat, ruokasalit, lukusalit, vastaanottotilat. <b>C2:</b> Tilat, joissa on kiinteät istuimet, esim. kirkot, teatterit, elokuvateatterit, konferenssisalit, luentosalit, kokoussalit, odotussalit, asemien odotustilat. <b>C3:</b> Tilat, joissa ei ole liikkumista rajoittavia esteitä, esim. museo- ja näyttelytilat, julkisten rakennusten ja toimistorakennusten, hotellien ja sairaaloiden eteistilat, asemahallit. <b>C4:</b> Liikuntatilat, esim. tanssisalit, voimistelusalit ja näyttämöt. <b>C5:</b> Tilat, joihin voi syntyä tungosta esim. yleisötahtumien rakennuksissa; tällaisia ovat konserttisalit, urheiluhallit mukaan luettuina katsomot, terassit ja eteistilat sekä rautatielaiturit.
D	Myyvälätilat	<b>D1:</b> Tavallisten vähittäiskauppojen tilat. <b>D2:</b> Tavaratalojen tilat.
<sup>1)</sup> On syytä kiinnittää huomiota kohtaan 6.3.1.1(2), erityisesti luokkien C4 ja C5 osalta. Standardissa EN 1990 esitetään, millon dynaamiset vaikutukset on tarpeen ottaa huomioon. Luokkaa E koskevat tiedot ovat taulukossa 6.3.		
HUOM. 1 Alotusta käyttötarkoituksesta riippuen tilat, jotka todennäköisesti sijoitettaisiin luokkaan C2, C3 tai C4, voidaan tilaajan päätöksellä tai kansallisen liitteen perusteella sijoittaa luokkaan C5.		
HUOM. 2 Kansallisessa liitteessä luokat A, B, C1...C5, D1 ja D2 voidaan jakaa alaluokkiin.		
HUOM. 3 Varasto- ja teollisuustiloja tarkastellaan kohdassa 6.3.2.		

Taulukko 25. Hyötykuormien käyttöluokkien määrittely. [41, p.30]

Luokka	Käyttötarkoitus	Esimerkki
E1	Tilat, joissa tavaraa säilytetään, mukaan luettuna tavaran vastaanottoilat	Varastointitilat mukaan luettuina kirjojen ja muiden asiakirjojen varastot
E2	Teollisuuskäyttö	

Taulukko 26. Hyötykuormien käyttöluokkien määrittely. [41, p.34]

Kuormitusalueen luokka	Käyttötarkoitus
H	Vesikatot, joille on pääsy vain normaalia kunnossapitoa ja korjaamista varten.
I	[AC> Vesikatot, joille on pääsy luokkien A...G mukaisesti. <AC]
K	Erityistoimintoja varten olevat vesikatot, kuten helikoptereiden laskeutumisalueet.

Taulukko 27. Vesikattojen luokitus. [41, p.42]

Kuormitettujen tilojen luokat	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]			$Q_k$ [kN]
	Välipohjat	Portaat	Parvekkeet	
<b>Luokka A</b>	2,0	2,0	2,5	2,0
<b>Luokka B</b>	2,5	3,0	2,5	2,0
<b>Luokka C</b>				
– C1	2,5	3,0	2,5	3,0
– C2	3,0	3,0	3,0	3,0
– C3	4,0	3,0	4,0	4,0
– C4	5,0	3,0	5,0	4,0
– C5	6,0	6,0	6,0	4,0
<b>Luokka D</b>				
– D1	4,0	3,0	4,0	4,0
– D2	5,0	6,0	5,0	7,0

Taulukko 28. Rakennusten välipohjien, parvekkeiden ja portaiden hyötykuormat. [42, p.2]

Kuormitettujen tilojen luokat	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$Q_k$ [kN]
	Välipohjat	Portaat	
<b>Luokka E1</b>	7,5	3,0	7,0

Huom: Tavarakuorman suuruus osoitetaan sopivaan paikkaan asetetulla, selkeästi näkyvällä ja pysyvällä kuormakilvellä. Kuormakilvessä esitetään hyötykuorma kg/m<sup>2</sup>.

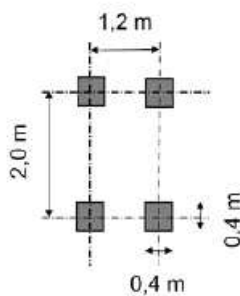
Taulukko 29. Varastoinnista aiheutuvat välipohjien hyötykuormat. [42, p.3]



Liikennöintialueen luokka	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$Q_k$ [kN]
	Välipohjat	Portaat	
<b>Luokka F</b> Ajoneuvon kokonaispaino: ≤ 30 kN	2,5	3,0	20
<b>Luokka G</b> 30 kN < ajoneuvon kokonaispaino ≤ 160 kN	5,0	3,0	90

\*) Kohdan 6.3.3.1(1)P mukaisten luokkien F ja G liikennöintialueet on varustettava kuormakilvellä.

Mikäli kuormakilpeä ei laiteta, tulee alueet mitoittaa akselikuorman lisäksi alla olevan kaavion mukaiselle telikuormalle  $Q_k$ , jonka suuruus on 190 kN. Kuorma  $Q_k$  jakautuu tasan kaikille kuormitusalueille.



Rakennusten vieressä olevat paikoitus- ja kattotasot suunnitellaan tarpeen mukaan myös sammutus- ja pelastusajoneuvojen kuormille sekä nostolava- ja konetikasajoneuvojen tukijalan pistekuormalle.

Taulukko 30. Autotallien ja ajoneuvojen liikennöintialueiden hyötykuormat. [42 Liite 7, p.4]

Katto	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Luokka H</b>	0,4	1,0
Huom: $q_k$ lasketaan pinta-alalle, jonka suuruus on enintään 10 m <sup>2</sup> .		

Taulukko 31. Kattojen hyötykuormat. [42, p.4]

Kuormitettu tila	$q_k$ tai $Q_k$
Luokka A	0,5 kN/m
Luokka B	0,5 kN/m
Luokat C1 ... C4 ja D	1,0 kN/m
Luokka C5	3,0 kN/m
Luokka E	1,0 kN/m
Luokka F	katso liite B *)
Luokka G	katso liite B *)

Huom: Luokan E tiloissa vaakakuormat riippuvat käyttöasteesta. Tämän vuoksi kuorman  $q_k$  arvo määritellään vähimmäisarvona ja tarkistetaan kyseisen käyttöasteen mukaan.

\*) Liitettä B sovelletaan niille kaiteille ja suojaseinille, jotka ovat ajokäytävien ja ramppien välittömässä läheisyydessä ja joihin ajoneuvo voi törmätä ajokäytävällä käytettävällä ajonopeudella. Muille kaiteille ja suojaseinille, joihin on mahdollista törmätä pysäköitäessä, voidaan käyttää ekvivalenttia staattista kuormaa, jonka suuruudeksi oletetaan luokassa F vähintään 5 kN ja luokassa G vähintään 25 kN.

Taulukko 32. Väliseinien ja kaiteiden vaakakuormat. [42, p.5]

### 9.4.3 Muuttuvien kuormien pienennyskertoimet

Välipohjien, palkkien, yläpohjien, pilarien ja seinien mitoituksessa voidaan hyötykuormia pienentää pienennyskerroimilla. Pienennyskerroimilla otetaan huomioon tosiseikka, että on todennäköistä, ettei tasorakenteiden laajoilla kuormitusalueilla ole täyttä mitoituskuormaa kaikkialla ja ettei pystyrakenteita mitoitettaessa ole jokaisessa kerroksessa täyttä mitoituskuormaa jokaisessa kerroksessa samanaikaisesti

Välipohjien, palkkien ja yläpohjien hyötykuormavähennys voihaan huomioida pienennyskerroimella  $\alpha_A$  ja pilareiden, sekä seinien pienennyskerroimella  $\alpha_n$ . Pienennyskerroimien määrittäminen on sisällytetty työssä tuotettavaan lähtötietolomakkeeseen ja niiden määrittämistä käsitellään tarkemmin SFS-EN 1991-1 kansallisessa liitteessä RIL 201-1-2011 ohjeissa.

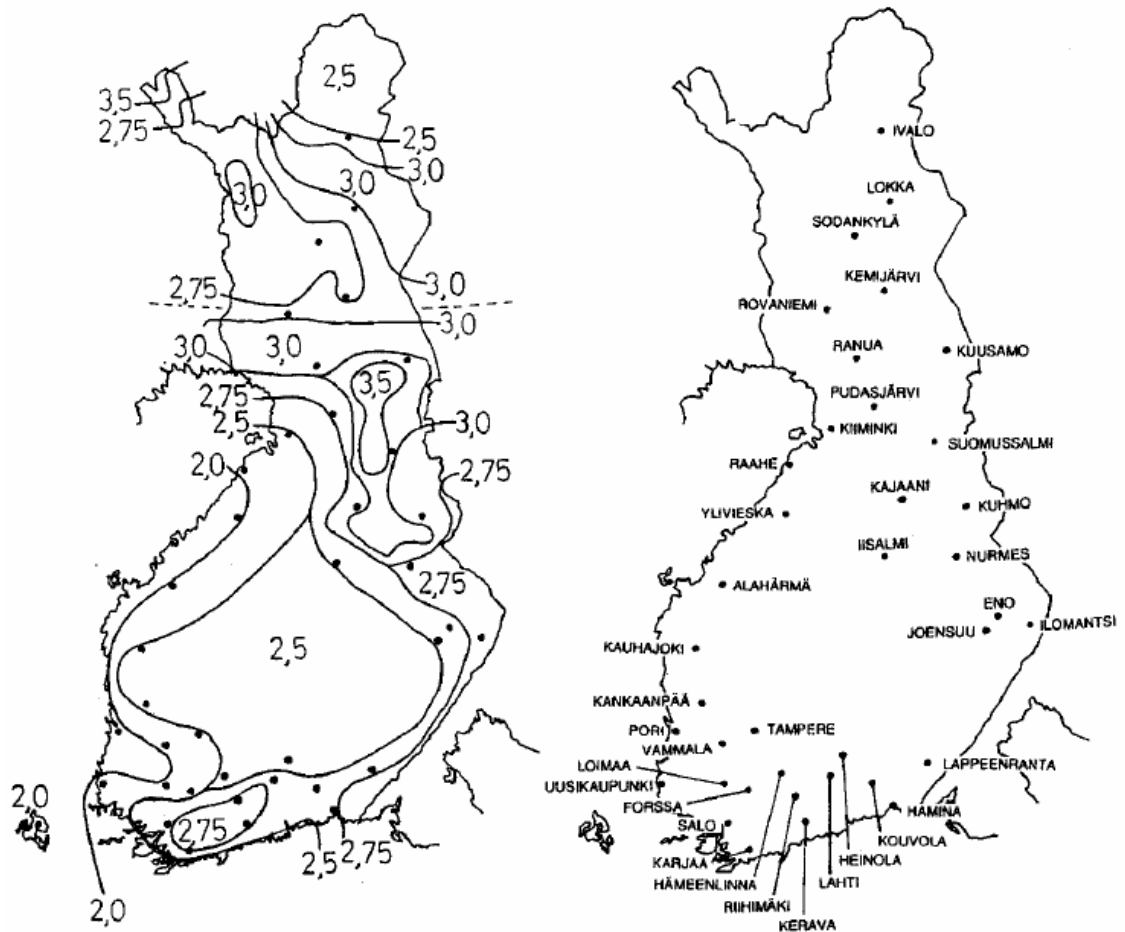
Pienennyskerroimien käytössä on kuitenkin huomioitava:

- Pinta-alavähennyksen pienennyskerrointa  $\alpha_A$  voi soveltaa vain palkki- ja laattarakenteille.

- Kuormaluokissa A...D  $\alpha_A \geq 0,8$
- Muissa kuormaluokissa  $\alpha_A = 1,0$
- Pienennystekijää ei saa kuitenkaan soveltaa rakenteille, jotka mitoitetaan yhteen suuntaan kantavina laattoina tai vaakarakenteille, jotka liittyvät pystyrakenteisiin jäykästi tai osittain jäykästi kiinnitettynä.
- Pysty- ja vaakarakenteen liitos mitoitetaan aina ilman pienennystekijää.
- Pienennystekijää  $\alpha_A$  ei sovelleta onnettomuustilanteessa palotilanne mukaan luettuna.
- Käyttörajatilatarkasteluissa pienennystekijää  $\alpha_A$  voidaan käyttää vain ominaisyhdistelmällä.
- Kerrosvähennyksen pienennyskerrointa  $\alpha_n$  voi käyttää vain pilari- ja seinärakenteille
- Kerrosvähennystä  $\alpha_n$  ei sovelleta yhdessä yhdistelykertoimen  $\psi$  tai pienennystekijän  $\alpha_A$  kanssa.
- Pienennystekijän  $\alpha_A$  käyttö merkitään suunnitteluasiakirjoihin ja saataan rakennushankkeeseen ryhtyvän tietoon.

#### 9.4.4 Lumikuormat

Lumikuorman määrittäminen on oma suurempi kokonaisuutensa. Peruslumikuorma, kinostumisen lumen suuruus ja alueet, sekä muut erikoistapaukset määritetään standardin SFS-EN 1991-1-3 ja sen kansallisten liitteiden mukaan aina tapauskohtaisesti rakennushankkeen fyysisten dimensioiden ja maantieteellisen sijainnin perusteella.



Kuva 3. Lumen ominaisarvot maan pinnalla Suomessa. Rakennuspaikan sijaitessa alueella, jossa arvo ei ole vakio, väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti suhteessa etäisyyksiin lähimmistä käyristä. [23, Liite 3, p.3]

Lumikuorman ominaisarvon  $s_k$  suuruus maan pinnalla määritellään kuvan 3 mukaan ja arvon  $s_k$  suuruuden perusteella valitaan taulukon 33 mukaiset yhdistelykertoimet kuormitusyhdistelyä varten.

Lumikuorma	$\psi_0$ *)	$\psi_1$	$\psi_2$
$s_k < 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,5	0,2

\*) Ulkotasoilla ja parvekkeilla  $\psi_0 = 0$  kuormaluokkien A, B, F ja G yhteydessä.

Taulukko 33. Kertoimien  $\psi$  arvot rakennuksille. [23, Liite 3, p.4]

Laadunvarmistuksen kannalta lumikuorman määrittämisen yhteydessä on huomioitava, että suunnitelmissa ja/tai selostuksissa on syytä esittää:

- Paikkakuntatiedot.
- Lumikuorman ominaisarvo maassa, sekä katolla.
- Kinostuneen lumen vaikutusalueet ja suuruus.
- Mahdolliset työn tilaajan tai rakennushankkeeseen ryhtyvän lumikuormalisäykset tai korotuskertoimet.

#### **9.4.5 Tuulikuormat**

Tuulikuorman määrittäminen on lumikuorman tapaan oma suurempi kokonaisuutensa. Tuulikuorma määritetään standardin SFS-EN 1991-1-4 ja sen kansallisten liitteiden mukaan. Työn toimeksiantajayrityksellä on edellä mainittuihin määräyksiin ja ohjeisiin perustuva tuulikuorman laskentataulukko, joka voidaan tulevaisuudessa liittää toiminnallisesti työssä tuotettuun lähtötietotaulukoon yhdessä kehitettävä kuormituslaskennan kanssa.

#### **9.4.6 Dynaamiset kuormat**

Dynaamisen kuormat tulee aina huomioida erikseen niihin soveltuvilla laskentamenetelmillä. Joissakin tapauksissa ne voidaan kuitenkin huomioida hyötykuormana, jonka suuruus vastaa dynaamisen kuorman vaikutusta rakenteeseen, sillä edellytyksellä, että dynaaminen kuorma ei vaikuta rakenteeseen värähtelyä eli resonanssivaikutuksia ei saa ilmetä rakenteessa.

Suunnitelmien laadunvarmistuksen kannalta oleellisinta on tiedostaa vaikuttaako kohteeseen tai rakenteeseen dynaamisia kuormia ja tämä varmistus sisällytetään myös laadunvarmistusasiakirjoihin.

#### 9.4.7 Toteuttamisen aikaiset kuormat

Rakentamisen toteuttamisen aikaiset kuormat tulee ottaa huomioon standardin SFS-EN 1991-1-6 [43] ja sen kansallisen liitteen mukaan [25, Liite 36] käyttörajatilassa, sekä murtorajatilassa, johon sisältyy myös onnettomuustilanne.

Toteuttamisen aikaisten kuormien suuruus on monesti rakenteen suunnittelun ja mitoituksen kannalta merkittävä, joten niiden suuruudet ja vaikutusalueet tulee merkitä suunnitelmiin. Merkittäviä kuormia voi aiheutua esimerkiksi: [25, Liite 36, p.2]

- raskaista laitteista
- raskaista liikkuvista työkoneista
- tavarain tai purkujätteen varastoinnista
- täyttö- ja kaivutöistä
- yläpuolisten kerrosten muottien tuennasta ja valusta

Tarkasteltavat mitoitusolosuhteet on listattu tarkemmin standardissa SFS-EN 1991-1-6 ja sen kansallisessa liitteessä [25,43]. Betonirakenteiden ja laadunvarmistuksen kannalta on kuitenkin syytä korostaa:

- Toteutuksen aikaisessa suunnittelussa tarkasteltavia mitoitusolosuhteita ovat tilapäiset mitoitus- ja onnettomuusolosuhteet.
- Mitoitusolosuhteet valitaan tarkoituksenmukaisesti rakennekokonaisuuden, rakenneosien ja osittain valmiin rakenteen kannalta sekä myös apurakenteiden ja -laitteiden kannalta.
- Valittavien mitoitusolosuhteiden tulee vastata suunnitteluvaiheessa arvioitua toteutustapaa. Toteutustavan mahdolliset muutokset toteutusvaiheessa tulee ottaa huomioon mitoitusolosuhteissa.
- Rakenteen ja rakenneosien mittaepätarkkuudet määritellään valittavien toteuttamisen aikaisten mitoitusolosuhteiden kannalta.
- Veden aiheuttamat kuormat, joihin kuuluu esimerkiksi pohjaveden aiheuttama noste, määritetään tarkasteltavien mitoitusolosuhteiden mukaisia vedenpinnan korkeustasoja vastaavasti.

- Betonirakenteiden virumisesta ja kutistumisesta mahdollisesti aiheutuvat kuormat määritetään tarkasteltavissa mitoitustilanteissa suunnittelussa arvioitujen ajankohtien ja kestojen mukaisesti.

#### 9.4.8 Lisävaakavoimat

Lisävaakavoimat vaikuttavat niin rakennuksen jäykistysjärjestelmään, vaaka-kuormia jakaviin levykenttiin, kuin yksittäisiin rakenneosiin. Tässä kohdassa on esitetty perusteet Eurokoodin mukaiseen mittapoikkeamista johtuviin lisävaakavoimien määrittämiseen. Mittaepätarkkuuksien määrittämisen tapa ja huomiointi sisällytetään lähtötietotaulukkaan.

Mittaepätarkkuuksien määrittämisessä tulee ottaa huomioon ja tiedostaa, että:  
[38.]

- Rakenteen mahdollisten mittapoikkeamien ja kuormien sijainnin epäedulliset vaikutukset tulee ottaa huomioon rakenneosien ja rakenteiden analyysissä.
- Epätarkkuudet tulee ottaa huomioon murtorajatiloiissa normaalisti vallitsevissa ja onnettomuusmitoitustilanteissa.
- Epätarkkuuksia ei tarvitse ottaa huomioon käyttörajatiloiissa.
- Seuraavat säännöt koskevat puristavan normaalivoiman kuormittamia rakenneosia ja pystykuormitettuja rakenteita, pääasiassa rakennuksissa. Numeroarvot liittyvät normaaleihin toteuttamisessa syntyviin poikkeamiin (luokka 1 standardissa EN 13670). Muita poikkeamia (esim. luokkaa 2) käytettäessä arvot sovitetaan vastaavasti.

Epätarkkuudet voidaan esittää vinouden  $\theta_i$  avulla seuraavasti: [38]

$$\theta_i = \theta_0 * \alpha_h * \alpha_m \quad (9.4.1)$$

missä

$$\theta_0 = 1/200, \text{ perusarvo}$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{l}; 2/3 \leq \alpha_h \leq 1 \quad (9.4.2)$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5}(1 + 1/m) \quad (9.4.3)$$

$\alpha_h$  on pituuteen tai korkeuteen perustuva pienennyskerroin

$\alpha_m$  on rakenneosien määrään perustuva pienennyskerroin

Kaavaan (9.1.8.1) sisältyvien suureiden  $l$  ja  $m$  määritelmä riippuu tarkasteltavasta vaikutuksesta, joiden suhteen voidaan erottaa kolme päätapausta:

- Vaikutus erilliseen rakenneosaan:  $l$  = rakenneosan todellinen pituus,  $m = 1$ .
- Vaikutus jäykistysjärjestelmään:  $l$  = rakennuksen korkeus,  $m$  = jäykistysjärjestelmän vaakavoimaan vaikuttavien pystyrakennosien määrä.
- Vaikutus vaakakuormia jakaviin välipohjan, yläpohjan tai vesikaton levykenttiin:  $l$  = kerroskorkeus,  $m$  = kussakin kerroksessa olevien, kerroksen kokonaisvaakavoimaan vaikuttavien pystyrakennosien määrä.

Erillisten rakenneosien osalta epätarkkuuksien vaikutus voidaan ottaa huomioon kahdella vaihtoehdoisella tavalla a) tai b)

a) epäkeskisyyden ei avulla, joka saadaan kaavasta

$$e_i = \theta_i * l_0 / 2 \quad (9.4.4)$$

missä  $l_0$  on tehollinen pituus.

Seinille ja jäykistettyjen järjestelmien erillisille pilareille voidaan käyttää arvoa  $e_i = l_0/400$ , joka vastaa arvoa  $\alpha_h = 1$ . Arvoa voidaan aina käyttää yksinkertaistuksena.

b) poikittaisvoiman  $H_i$  avulla, joka sijoitetaan maksimimomentin tuottavaan kohtaan jäykistämättömissä rakenneosissa (ks. kuvaa 4 a1)

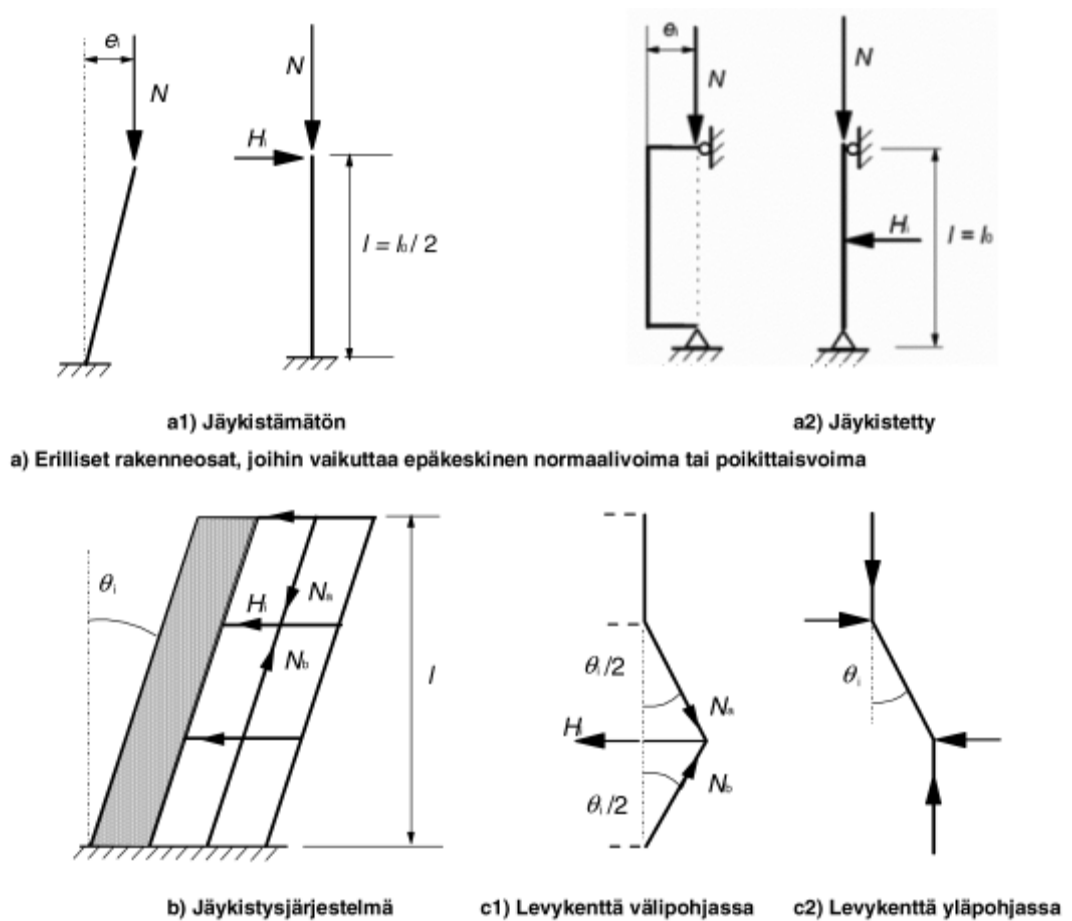


$$H_i = \theta_i * N \quad (9.4.5)$$

jäykistetyissä rakenneosissa (ks. kuvaa 4 a2)

$$H_i = 2\theta_i * N \quad (9.4.6)$$

missä N on normaalivoima.



Kuva 4. Esimerkkejä mittaepätarkkuuksien vaikutuksesta [38, p.56]

Vaihtoehtoisesti lisävaakavoiman määrittämisessä voidaan käyttää RIL 144 ohjeessa tai RIL 201–2011 kohdassa 6.5S esitettyä tapaa, mutta sitä ei tässä yhteydessä käsitellä tarkemmin.

#### **9.4.9 Toisen kertaluvun vaikutukset**

Toisen kertaluvun vaikutukset voivat vaikuttaa niin rakennekokonaisuuksiin, kuin yksittäisiin rakennuksiin. Toisen kertaluvun vaikutuksia huomiointi on käyty tarkemmin läpi standardeissa SFS-EN 1990 ja 1992-1-1.

Toisen kertaluvun vaikutukset (ks. standardin EN 1990 lukua 1) tulee ottaa huomioon silloin, kun ne todennäköisesti vaikuttavat merkittävästi rakennekokonaisuuden stabiiliuteen ja murtorajatilan saavuttamiseen.

Toisen kertaluvun vaikutukset otetaan huomioon standardin SFS-EN 1992-1-1 kohdan 5.8 mukaisesti.

Rakennusten osalta tiettyjä rajoja pienemmät toisen kertaluvun vaikutukset voidaan jättää huomiotta, jos ne ovat alle 10 % vastaavista ensimmäisen kertaluvun vaikutuksista. Erillisten rakennusten yksinkertaistettuja ehtoja esitetään standardin SFS-EN 1992-1-1 kohdassa 5.8.3.1 ja rakenteiden vastaavia ehtoja kohdassa 5.8.3.3. [38.]

#### **9.4.10 Törmäyskuormat ja muut erikoiskuormat**

Törmäyskuormia ovat pääasiassa autoliikenteestä, trukkien tai muiden ajoneuvojen ja rautatieliikenteen törmäyksestä aiheutuvat kuormitukset ja ne tulee ottaa huomioon aina tapauskohtaisesti ja ne on kirjattava suunnittelun lähtötietoihin. Erikoiskuormia voivat olla teollisuuden, erikoisrakennuksien tai yksinkertaisesti rakennushankkeen ryhtyvän määrittelemät erikois- tai lisäkuormat. Tässä kohdassa ei käsitellä trukku- tai muita erikoiskuormia vaan keskitytään ajoneuvoliikenteen törmäyskuormiin.

Onnettomuustilanteen hallinnassa, normaalissa mitoituksessa, törmäyskuormat on otettava huomioon ajoväylän yläpuolella ja vieressä olevia rakenteita tukeviin rakennuksiin, sekä päällysrakenteisiin, joko estämällä ajoneuvojen pääsy alueelle tai mitoittamalla rakenteet taulukoiden xx1 ja xx2 mukaisille kuormille. Onnettomuustilanteen hallintavaihtoehtoja on esitetty kohdassa 9.7.

Liikenteen luokka	Kuorma $F_{dx}^a$ [kN]	Kuorma $F_{dy}^a$ [kN]
Moottoritiet sekä valta- ja kantatiet	1000	500
Maantiet	750	375
Taajamien tiet ja kadut	500	250
Pihat ja autotallit, joihin:		
– henkilö- ja pakettiautot pääsevät kulkemaan <sup>b</sup>	25	25
– kuorma-autot <sup>c</sup> pääsevät kulkemaan <sup>b</sup>	75	75
<sup>a</sup> x = normaali liikenteen suunta, y = normaalin liikenteen suuntaa vastaan kohtisuoraan. <sup>b</sup> Jos piha-alueen ajoneuvoliikenteelle tarkoitetun osan reunan ja rakenteen vaakasuora välimatka on vähintään 2,0 m, ei rakennetta tarvitse mitoittaa ajoneuvon törmäyskuormalle. <sup>c</sup> Termi "kuorma-auto" tarkoittaa ajoneuvoja, joiden suurin bruttopaino on yli 3,5 tonnia.		

Taulukko 34 Ajoväylän yläpuolella tai vieressä olevia rakenteita tukeviin rakennettiin ajoneuvon törmäyksestä aiheutuvat ohjeelliset ekvivalentit staattiset mitoituskuormat talorakenteille. [25, Liite 37, p.9]

Taulukon 34 mukaisia törmäyskuormia voidaan pienentää SFS-EN 1991-1-7 kansallisen liitteen mukaan pienennyskertoimella.

Talorakenteiden kyseessä ollessa riittävä vapaa väli törmäysten välttämiseksi on 6,0 m. Vapaan välin ollessa tätä pienempi törmäyskuormille käytetään taulukossa 35 annettuja ekvivalentin staattisen mitoituskuorman arvoja.

Liikenteen luokka	Ekvivalentti staattinen mitoituskuorma $F_{dx}^a$ [kN]
Moottoritiet sekä valta- ja kantatiet	500
Maantiet	375
Taajamien tiet ja kadut	250
Pihat ja autotallit	75

<sup>a</sup>  $x$  = normaali liikenteen suunta.

Taulukko 35 Rakennuksen maanpäälliseen osaan tai päällysrakenteeseen kohdistuvan törmäyksen aiheuttamat ohjeelliset ekvivalentit staattiset mitoituskuormat talorakenteille. [25, Liite 37, p.10]

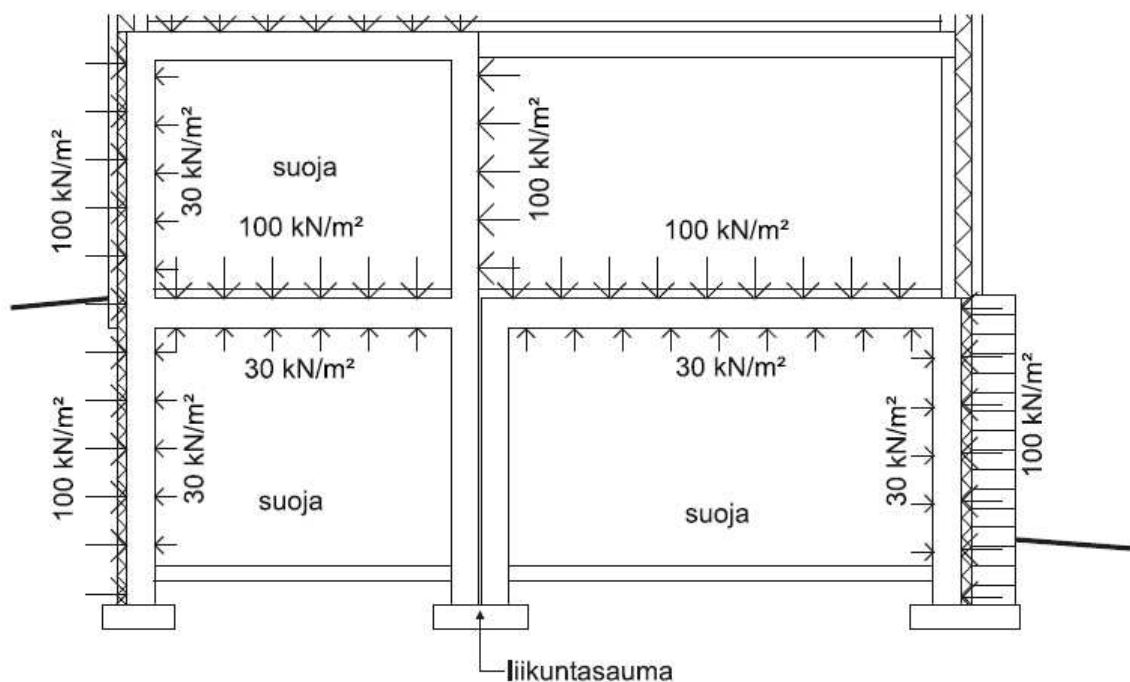
#### 9.4.11 Väestönsuojan katastrofikuormat

Sisäasianministeriön asetus (506/2011) [44] ja Valtioneuvoston asetus (408/2011) [35] väestönsuojista säättävät väestönsuojien tekniset vaatimukset. Tässä kohdassa käsitellään S1-luokan väestönsuojia. S2-luokan ja kallioväestönsuojista löytyy lisätietoa mainituista asetuksista.

S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan rakenteet tulee mitoittaa ja suunnitella alla säädetyt asiat huomioiden: [45, 20]

- S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan katto, ympäryseinät ja painekuormitukselle altistuva lattia on mitoittettava tavanomaisten kuormitusten lisäksi myös  $100 \text{ kN/m}^2$  paineaallostaa aiheutuvalla kuormalla. Hätäpoistumiskäytävän rakenteet ja väestönsuojan oven aukeamista suojaavat rakenteet ja hätäpoistumisreitien katto on mitoittettava tavanomaisten kuormitusten lisäksi  $25 \text{ kN/m}^2$  suuruiselle sortumakuormalle.
- Kaikki painekuormille altistuvat rakenteet tulee mitoittaa takaisinheilahduskuormalle, joka on yksi kolmasosa painekuormasta.

- Suojaovista, -luukuista, sulkulaitteista ja painekuormituksia vastaanottavista venttiileistä suojan ympärusrakenteille aiheutuvat painekuormat tulee ottaa huomioon 1,5-kertaisina.
- S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan rakenteet tulee mitoittaa mielivaltaisesta suunnasta vaikuttavalle tärähdySKUORMALLE, jonka suuruus on vähintään väestönsuojan rakenteen massa kaksinkertaisena.
- S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan perustuksen mitoituksessa otetaan huomioon yksi neljäsosa pystysuoraan vaikuttavista paine- ja sortumakuormista.



Kuva 4. Väestönsuojan kuormitukset yksinkertaistettuna [45, p.19]

Kuvassa 4 on esitetty maanalainen tai siihen verrattavalla tavalla suojattu sekä ulkoilmaa vastaan oleva S1-luokan väestönsuojan katto, ympäröivät seinät ja ilmaa vasten oleva lattia tulee tavanomaisen kuormituksen lisäksi mitoittaa kuvassa esitetyille asevaikutuksen paineaallon aiheuttamille kuormille. [45, p.19]

Väestönsuojan rakenteiden ja kuormitusten määräytymistä on käsitelty kohdassa 9.1.10.

## 9.5 Kuormitusyhdistelmät

Rakennesuunnittelu- tai rakennelaskelmaselostukseen tulee kirjata laskennassa käytetyt kuormitusyhdistelmät, joilla murtorajatila- ja käyttörajatilatarkastelut on tehty.

Kuorma	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (katso SFS-EN 1991-1-1)			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,3
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, ajoneuvon paino $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Luokka G: liikennöitävät tilat, $30\text{kN} < \text{ajoneuvon paino} \leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
Luokka H: vesikatot	0	0	0
Lumikuorma (katso SFS-EN 1991-1-3)*) kun $s_k < 2,75$ kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75$ kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,5	0,2
Jääkuorma **)	0,7	0,3	0
Rakennusten tuulikuormat (katso SFS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (katso SFS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
*) Ulkotasoilla ja parvekkeilla $\psi_0 = 0$ luokkien A, B, F ja G yhteydessä. Huom: Mikäli rakennuksessa on eri kuormaluokkia, joita ei voi erotella omiin selviin ryhmiinsä, käytetään $\psi$ -arvoja, jotka antavat epäedullisimman vaikutuksen. **) Lisätty Suomen kansalliseen liitteeseen.			

Taulukko 36 Kertoimen  $\psi$  arvot rakennuksille [23, Liite 1, p.2]

Taulukossa 36 on esitetty Suomessa käytettävät arvot standardin SFS-EN 1990 taulukon A1.1 symboleille. Mastojen osalta noudatetaan standardin SFS-EN 1993-3-1 kansallista liitettä. [23, p.2].

Kuormitusyhdistelmien tarkemmasta sisällöstä ja ohjeista löytyy tarkempaa tietoa standardista SFS-EN 1990 ja ohjeesta RIL 201–2011.

### 9.5.1 Murtorajatila

Seuraavat murtorajatilat tulee tarkistaa niiden tullessa kyseeseen: [18.]

- **EQU** [= equilibrium]: jäykkänä kappaleena tarkasteltavan rakenteen tai sen minkä tahansa osan staattisen tasapainon menetys, kun:
  - samasta syystä aiheutuvien pysyvien kuormien arvojen tai jakautumisalueen vähäiset vaihtelut aiheuttavat merkittävän vaikutuksen ja
  - rakennusmateriaalien tai maaperän lujuusarvot eivät yleensä ole määrääviä

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,1K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,5K_{FI} Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (9.5.1)$$

- **STR** [= strength]: rakenteen tai rakenneosien sisäinen vaurioituminen tai liian suuri siirtymätila, kun rakenteen rakennusmateriaalien lujuus on määräävä; tarkasteltavia rakenneosia ovat myös anturat, paalut, kellarin seinät jne.

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,15K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,5K_{FI} Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (9.5.2)$$

, kuitenkin vähintään

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,35K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \quad (9.5.3)$$

- **GEO** [= geotechnical]: maan pettäminen tai liian suuri siirtymätila, kun maakerroksen tai kallion lujuus on merkittävä kestävyden saavuttamisen kannalta

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,0K_{FI} \\ 1,0 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,3K_{FI} Q_{k,1} + 1,3K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (9.5.4)$$

- **Onnettomuustilanne**

$$q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (9.5.6)$$

, missä pääasiallinen kuorma  $Q_{k,1}$  on lumi-, jää-, tai tuulikuorma.

$$q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (9.5.7)$$

, missä pääasiallinen kuorma  $Q_{k,1}$  on muu kuin lumi-, jää-, tai tuulikuorma.

- **FAT** [= fatigue]: rakenteen tai rakenneosien väsymismurtuminen.
- **HYD**: hydraulisten gradienttien aiheuttama hydraulinen maapohjan nousu, sisäinen eroosio ja sisäinen putkieroosio (piping) maassa.

Kaavojen merkintöjen selitykset:

- $K_{FI}$  = kuormakerroin seuraamusluokan mukaan
- $G_{k,j}$  = pysyvä kuorma
- $Q_{k,1}$  = määräävä muuttuva kuorma
- $Q_{k,i}$  = muu muuttuva kuorma
- $\psi$  = yhdistelykerroin
- $P$  = esijännitysvoima
- $A_d$  = onnettomuuskuorma

### 9.5.2 Käyttörajatila

Käyttörajatilan kuormitusyhdistelyiden avulla varmistetaan rakenteiden säilyvyys tarkastelemalla rakenteen käyttökelpoisuusvaatimuksien palautumista suhteessa kuormituksen poistumiseen.



Käyttörajatilan kuormitusyhdistelyitä ovat: [46.]

- Ominaisyhdistelmä

$$q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (9.5.8)$$

- Tavallinen yhdistelmä

$$q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (9.5.9)$$

- Pitkäaikaisyhdistelmä

$$q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (9.5.10)$$

Kaavojen merkintöjen selitykset:

- $G_{k,j}$  = pysyvä kuorma
- $Q_{k,1}$  = määräävä muuttuva kuorma
- $Q_{k,i}$  = muu muuttuva kuorma
- $\psi$  = yhdistelykerroin
- $P$  = esijännitysvoima
- $A_d$  = onnettomuuskuorma

## 9.6 Stabiilitetti

Suunnitteluhankkeeseen laadittavaan rakennelaskelmaselostukseen tulee määrittellä rakennuksen toteutuksen aikaisen ja valmiin rakenteen jäykistys- ja vakaavuus; jäykistystapa, sekä vaaka- ja pystykuormien siirtyminen kantavilta ja jäykistäviltä rakenteilta hallitusti maapohjaan.

Tässä kohdassa käydään läpi suunnittelun lähtötietojen ja laadunvarmistuksen kannalta tärkeät asiat, jotka on syytä olla selvillä ja kirjattu ennen varsinaisten toteutussuunnitelmien tekemisen aloitusta.

### 9.6.1 Alustava jäykistysuunnittelu

Alustava jäykistysuunnittelu on syytä tehdä rakennesuunnitteluselostukseen kirjattavan jäykistysjärjestelmän toimivuuden varmistamiseksi.

Rakennuksen tai rakennejärjestelmän jäykkyyden riittävyttä voidaan arvioida kaava 5 käyttäen.

$$\sum EI \geq \frac{q * h^3}{8} + \frac{Ph^2}{3}$$

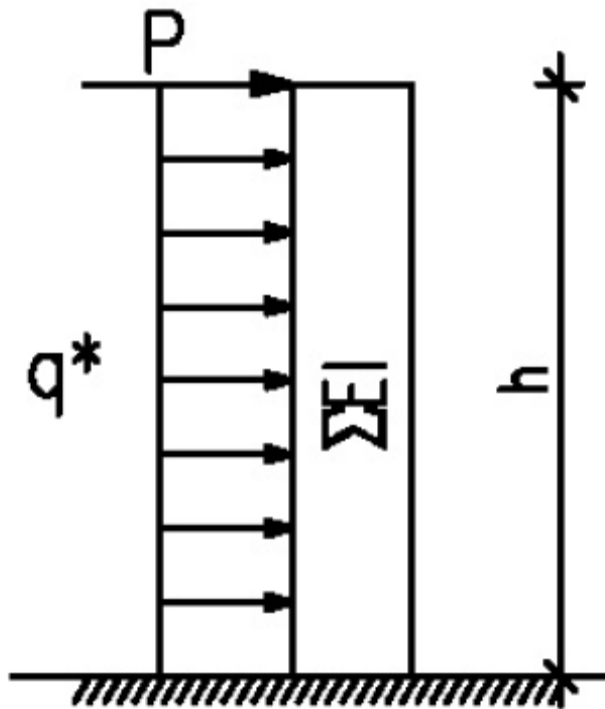
missä

$\sum EI$  = Tarkasteltavassa suunnassa toimivien jäykistävien rakenteiden taivutusjäykkyyksien summa (MN/m<sup>2</sup>).

q = Rakennukseen kohdistuva vaakakuorma käyttötilassa, sisältäen tuulen ja lisävaakavoiman (kN/m<sup>2</sup>).

h = Rakennuksen korkeus (m).

P = Pistekuorma rakennuksen yläreunassa käyttötilassa (kN).



Kuva 5 Alustavan jäykistyslaskennan merkinnät [48 p.6]

Lopullinen jäykistysjärjestelmä mitoitetaan käyttö- ja murtorajatilassa SFS-EN 1990 ja SFS-EN 1992 mukaisesti. Jäykistykseen suunnitteluun on esitetty ohjeita [www.elementtisuunnittelu.fi](http://www.elementtisuunnittelu.fi) – sivustolla.

### 9.6.2 Vaakakuormien siirto jäykistäville pystyrakenteille

Vaakakuormien siirtymisen periaate jäykistäville pystyrakenteille ja kuormien siirto hallitusti perustuksien kautta maapohjaan on syytä kirjata rakennesuunnitteluselostuksen rakennuksen vakavuutta koskevaan osuuteen, joten suunnittelijan on syytä tietää perusteet vaakakuormien siirrosta pystyrakenteille.

Normaalissa rakennushankkeessa oleellisimpia vaakakuormia ovat rakennukseen kohdistuvat ulkoiset kuormat, tuuli ja maanpaine, sekä pystyrakenteiden vinoudesta aiheutuva lisävaakavoima. Ulkoiset kuormat siirretään lähes aina tasorakenteille, väli- tai yläpohjaan, jotka puolestaan vievät kuormitukset jäykistäville pystyrakenteille. Joissain tapauksissa voi olla perusteltua viedä ulkoiset

kuormat suoraan rakennuksen ulkolinjoilla sijaitseville pystyrakenteille julkisivurakenteen avulla.

Rakennukseen vaikuttavat vaakakuormat ovat:

- tuulikuorma
- maanpaine
- rakenteiden vinouden aiheuttama vaakakuorma
- rakenteiden epäkeskisyyden aiheuttama vaakakuorma
- epätasaisista painumista aiheutuva vaakavoima

Lisäksi tapauskohtaisesti esiintyviä vaakakuormia ovat

- pitkäaikaismuodonmuutosten, kutistuman ja viruman aiheuttamat kuormitukset
- jännevoimien aiheuttamat kuormitukset
- lämpötilan aiheuttamat kuormitukset
- nosturikuormat
- lippurakenteiden aiheuttamat kuormat
- törmäys- ja jarrukuormat
- toisen kertaluvun aiheuttamat vaakakuormat

Vaakakuormat siirretään aina ensin pystyrakenteille levyosien avulla, kehäsauvojen jäykkyyden avulla ja/tai vinosauvojen ristikkovaikutuksen avulla. Vaakasuorina jäykisteinä toimivat väli- ja yläpohjat ja pystysuorina jäykisteinä leikkausseinät, jäykistystornit, jäykistysristikot ja matalissa rakennuksissa myös pilarit välittävät vaakakuormia perustuksille. [2.]

Vaakakuormien jakaantuminen eri jäykistysrakenteiden, esimerkiksi leikkausseinien kesken riippuu yksinkertaistettuna seuraavista tekijöistä: [2, p.180–181]

## 1. Jäykistysrakenteen siirtymäjäykkyys

Leikkausseinän yläpään vaakasiirtymä tasonsa suunnassa voidaan laskea ulokkeen taipumana, jos kyseessä ei ole ns. pitkä seinä, jossa  $d/h > 2$ , jolloin siirtymä johtuu seinän leikkausmuodonmuutoksesta. Ristikön siirtymää käsitellään ristikon nurkkapisteen taipumana.

## 2. Jäykistysrakenteiden sijainti

Jäykistysrakenteet pyritään sijoittamaan suhteellisten jäykkyyksiensä perusteella niin, että jokainen osa kuormittuu mahdollisimman tasaisesti. Vaakatasossa jäykistysrakenteilla on kiertoakeskiö, jonka kautta kulkeva vaakavoima ei aiheuta vääntöä. Usein ei ole mahdollista järjestää jäykistysosia niin, että vaakavoimien resultantti kulkisi aina kiertoakeskiön kautta. Epäkeskisyydestä aiheutuvat vääntörasitukset lasketaan jäykän kapaleen statiikan mukaisesti ja muutokset voimajakaantumassa ovat aina tasapainossa vaakakuorman suunnassa.

Jäykistysrakenteiden sijoittelussa voidaan erottaa kaksi erilaista sijoittelutapaa:

*Symmetrinen*; kuormitus ei aiheuta kiertymää eli jäykistävät rakenteet ovat vaikuttavan voiman suunnassa sijoitettu symmetrisesti niin, että voima ei aiheuta rakennukseen/tasoon kiertymää.

*Epäsymmetrinen*; kuormitus aiheuttaa kiertymää eli jäykistysrakenteiden sijoittelu ei ole symmetrinen suhteessa kuormitusresultanttiin ja rakennus/taso kiertyy vaakavoiman epäkeskisyydestä kiertoakeskiön suhteen.

## 3. Pilareiden sijainti tasossa

Tarvittaessa pilarit voidaan suunnitella ottamaan osa vaakakuormista, mutta tätä ei yleensä oteta huomioon, koska pilareiden ottama osuus kuormituksesta on pieni ja leikkausseinät tavallisesti ylimitoitetaan käy-

tännön syistä. Tämä johtuu siitä, että seinien jäykkyys on huomattavasti suurempi kuin pilareiden. Poikkeuksena matalat rakennukset, joissa jäykistys on hoidettu mastopilarijäykistyksellä.

#### 4. Seinien väliset liitokset tai seinän ja perustusten välinen liitos

Seinä on jäykistävä leikkausseinä vain siinä tapauksessa, että se on suunniteltu taivutuksen ja leikkauksen kestäväksi

#### 5. Väli- tai yläpohjan liikuntasaumot

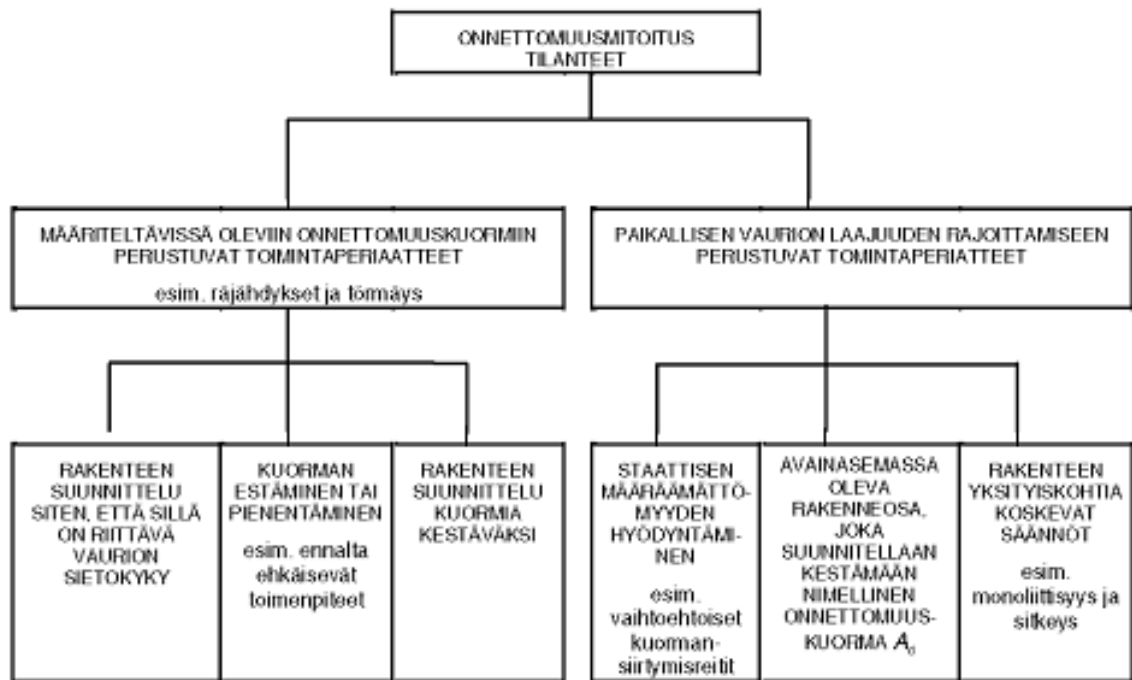
Liikuntasauvoja tarvitaan pakkovoimien haitallisten vaikutusten estämiseksi. Elementtirakenteisissa tasoissa vaakakuormat eivät yleensä voi siirtyä liikuntasauman yli ellei liitosta ole suunniteltu niin toimimaan. Yleensä näin ei tehdä vaan liikuntasauomalohkot varustetaan omilla jäykistävillä pystyrakenteilla.

### **9.6.3 Rakennuksen toteutuksen aikainen ja lopputilanteen vakavuus**

Rakennesuunnitteluselostukseen tulee kirjata, kuinka rakennuksen rakennusajankainen ja lopullinen vakavuus ja kuormien siirto tapahtuu. Kuormien siirtymistä, toteutuksen aikaisia kuormia ja jäykistystä on käsitelty aiemmissa luvuissa. Rakennuksen toteutuksen aikainen ja lopputilanteen vakavuus tulee suunnitella aina kohdekohtaisesti.

### **9.7 Onnettomuustilanne ja jatkuvan sortuman hallinta**

Rakennesuunnitteluselostukseen tulee kirjata, kuinka onnettomuustilanne ja jatkuvan sortuman hallinta on otettu huomioon ja siinä tulee määritellä onnettomuustilanteen seuraamusluokka, joita on käsitelty kohdassa 9.1.4.



Kaavio 6 Onnettomuustilanteiden käsittelyn toimintaperiaate [49, p.24]

SFS-EN 1991-1-7 vaatimus ennalta arvaamattomista, onnettomuustilanteesta aiheutuvien riskien pienentämiseksi voidaan toteuttaa kahdella tavalla: [50, p 3.]

## 1. Paikallisen vaurion estäminen

- a. sortumavaaran poistaminen tai vähentäminen rakenteellisin toimenpitein
- b. mitoitus avainasemassa olevana rakenneosana SFS-EN 1991-1-7 ja sen kansallisen liitteen mukaisille onnettomuuskuormille

## 2. Rajoitetaan paikallisen vaurion laajeneminen

- a. korvaavan rakennesysteemin käyttö
- b. liitosten mitoitus onnettomuustilanteen seuraamusluokan mukaisille voimille rakenneosakohtaisesti

Kaaviossa 6 on esitetty onnettomuustilanteen käsittelyn toimintaperiaate ja sen hallinnan vaihtoehdot.

Onnettomuustilanteen vaatimista suunnittelutoimenpiteistä löytyy ohjeistusta standardista SFS-EN 1991-1-7 ja sen kansallisesta liitteestä, sekä Betoniyhdistys ry:n julkaisemasta Betoninormikortista nro:23EC.

## 9.8 Palomitoitus

Rakennushankkeen suunnittelun alkuvaiheessa on syytä selvittää millaisella periaatteella betonirakenteiden palomitoitus tehdään, jotta myöhemmässä vaiheessa palotilanteen mitoituksissa ei tulisi ongelmia.

Kun rakennus suunnitellaan ja rakennetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 määräysten ja ohjeiden paloluokkia ja lukuarvoja noudattaen, käytetään SFS-EN 1991-1-2 kohdan 3.2.1(1) mukaista standardipalon lämpötila-aikakäyrää. Kun rakennus suunnitellaan ja rakennetaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet, voidaan käyttää luonnollisen palon malleja tai muita nimellisiä lämpötila-aikakäyriä. [23, Liite 3, p.2.]

Rakenteiden palomitoitusanalyysin tulee perustua mitoituspaloskenaarioihin (ks. standardia EN 1991-1-2) ja siinä tulee ottaa huomioon mallit, joilla kuvataan lämpötilan kehittymistä rakenteen sisällä sekä rakenteen mekaaninen toimintamalli korkeissa lämpötiloissa.

Palolle alttiina olevalta rakenteelta vaadittava toimintakyky osoitetaan joko kokonaistarkastelua, rakenteen osien tarkastelua tai rakenneosien tarkastelua, taulukkomitoitusta tai koetuloksia käyttämällä.

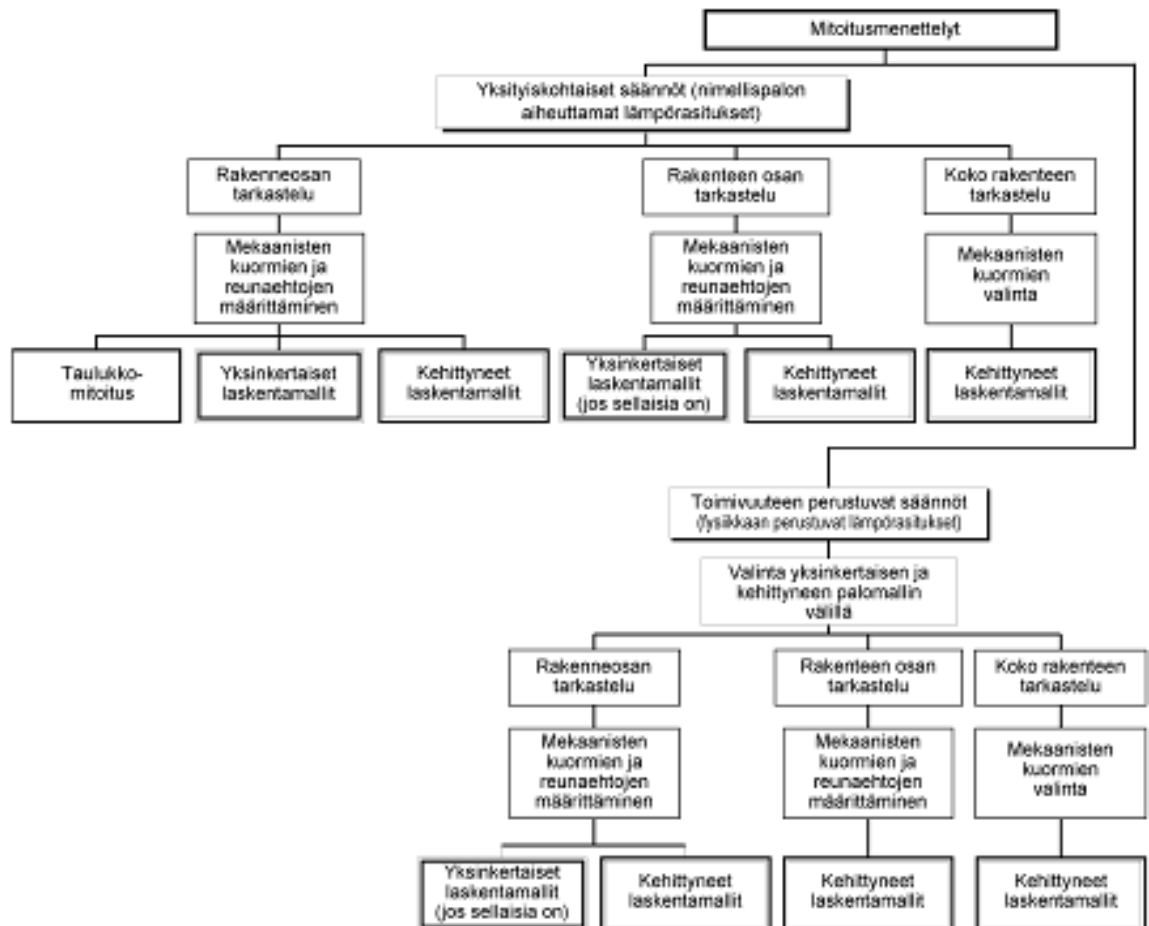
Palolle alttiina olevan rakenteen toiminta arvioidaan ottamalla huomioon joko:

— nimellinen paloaltistus tai

— mallinnettu paloaltistus

sekä muut samanaikaiset kuormat. [18, p.68]





Kaavio 7 SFS-EN 1991-1-2 mukaiset vaihtoehtoiset mitoituskäytännöt rakenteiden palomitoitukseen. [51 p.12]

Kaavion 7 mukaan rakenteiden palomitoituksen menettelytavalla on useita eri vaihtoehtoja. Käytännön työn kannalta on kuitenkin suositeltavaa käyttää RIL 202–2011/by 61 Liitteen 4 ohjeen mukaista yksinkertaistettua palomitoitusta, joka perustuu standardiin SFS-EN 1991-1-2. Yksinkertaistetun palomitoituksen käytössä on kuitenkin huomioitava sen käytön rajoitukset.

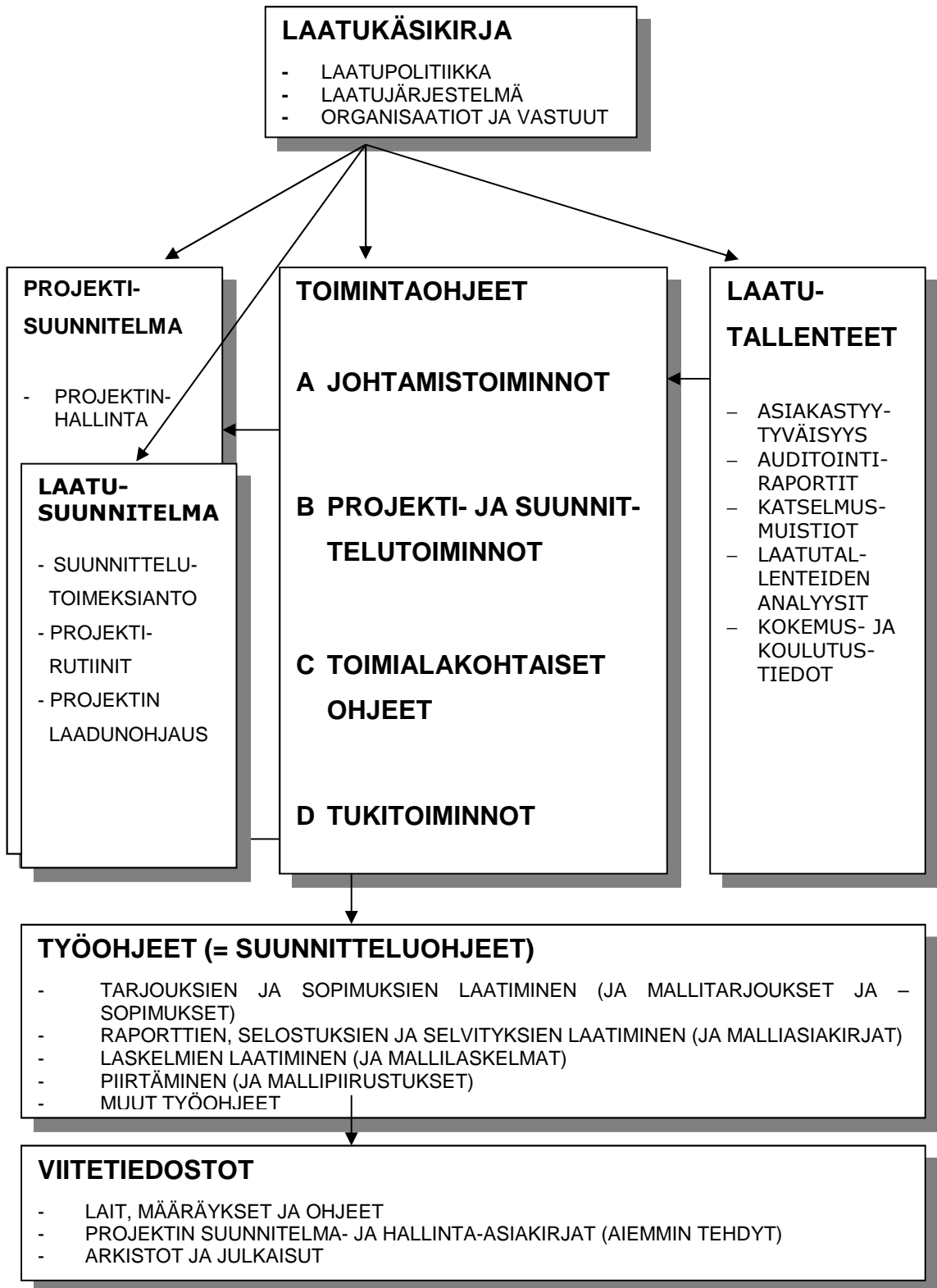
Työssä tuotettavan lähtötietolomakkeen laadunvarmistustoimenpiteet perustuvat RIL 202–2011 yksinkertaistetun palomitoituksen arvoihin.

## 10 FCG:N LAADUNVARMISTUS

FCG Finnish Consulting Group Oy:llä on käytössään sertifioitu laatujärjestelmä, jolla on voimassa RALA ry:n sertifikaatti.

## 10.1 Laatujärjestelmän rakenne

Projektien läpiviennissä noudatetaan Kaaviossa 8 esitettyä mallia suhteutettuna projektin kokoon.



Kaavio 8 FCG:n laatujärjestelmän rakenne.

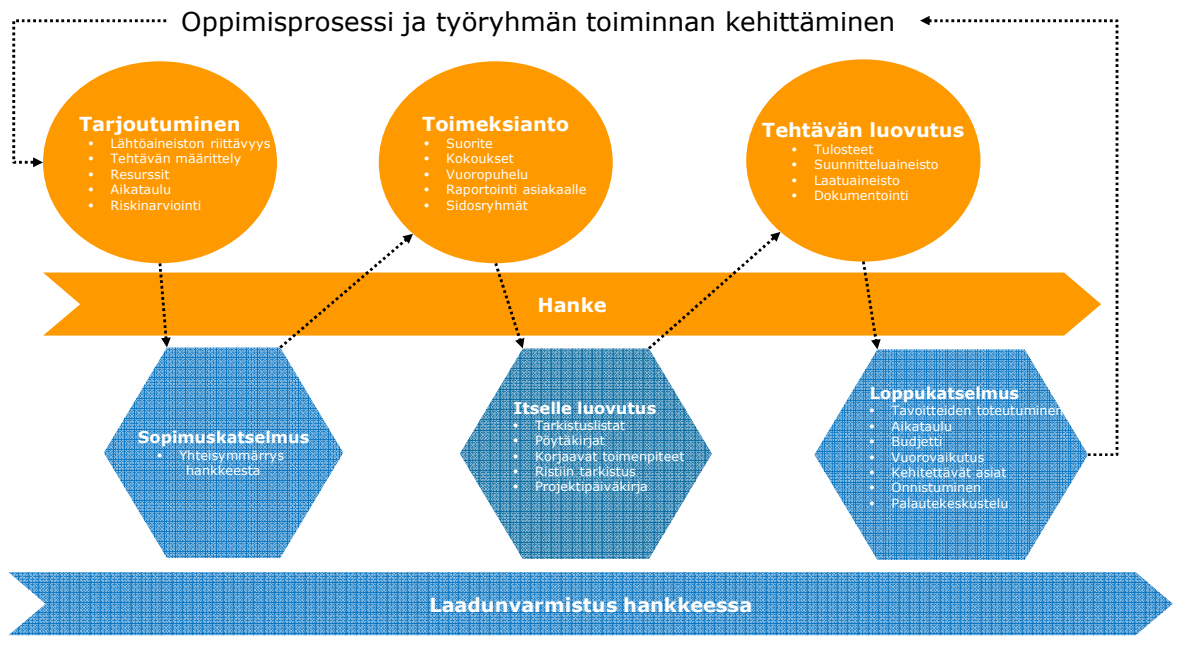
Johtamisjärjestelmä ohjaa toimintaa projektien eri vaiheissa ja ohjaa toimintamalleja projektinhallinnan eri tietoalueilla. Projektia johtaa aina yksi projektipäällikkö kokoonpanosta riippumatta.



Kuva 6 Projektitoiminnan malli

Riskien ja laadun hallinta toteutetaan hanke- ja toimialakohtaisella menettelyllä. Hankekohtaisesti määritetään toimintamalli, jonka avulla varmistetaan, palvelu on tuotettu ja toimitettavissa laadukkaasti.

## Sisäinen tarkistus, aineiston luovutus



FCG.

Kuva 7 Yleinen prosessikaavio laadunvarmistuksesta

### 10.2 Laatu vastuut

Työskentelyn laatu vastuut on jokaisella työntekijällä ja jokainen vastaa omalta osaltaan työstään ja sen tuloksena syntyvästä laadusta. Erityisen vaativissa toimeksiannoissa voidaan nimetä hankekohtainen laatu vastuutaava. [FCG B5.]

Projektipäällikkö valvoo työryhmän työskentelyä. Projektipäällikkö vastaa omista projekteistaan laatuohjeissa esitettyjen ohjeiden ja menettelytapojen noudattamisesta. Lisäksi projektipäällikkö raportoi havaituista laatu järjestelmän puutteista ja muista kehittämistarpeista sekä asiakkaiden antamista palautteista esimiehelle ja tarpeen mukaan laatu päällikölle. [FCG B5.]

### 10.3 Yleinen ohje projektien laadunhallintaan

Kaikissa projekteissa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- tuotetaan projektisuunnitelma
- suurissa projekteissa nimetään laatuvaastaavaksi toimialajohtaja tai suunnittelupäällikkö
- toimialakohtaisesti järjestetty tarkastusmenettely asiakkaalle lähtevistä suunnitelmista, raporteista ja piirustuksista
- hyväksymismenettely: ennen asiakkaalle toimittamista aineiston hyväksyy projektipäällikkö
- projektitoimintaa koskeva ohjeistus määrittelee mm. tarjousten ja projektisuunnitelmien sisällön, suunnitelmien, piirustusten ja raporttien tarkastus- ja hyväksymismenettelyt, asiakirjojen ulkonäön sekä projektiaineiston hallinnan ja arkistoinnin
- toimialakohtaiset ohjeet sisältävät yksityiskohtaisempia ohjeita projektien sisällöstä ja toimialakohtaisista erityispiirteistä
- suurissa tai vaativissa STE:n suunnitteluprojekteissa nimetään erillinen laatuvaastaava, joka ei kuulu projektin varsinaiseen suunnitteluorganisaatioon

### 10.4 Toimialakohtaisen laatujärjestelmän ohje

Laatujärjestelmän toimialakohtaisen ohjeen tarkoituksena on yhtenäistää suunnittelutyössä noudatettavia menettelytapoja sekä yhdenmukaistaa tuotettavien asiakirjojen ja piirustusten laatutasoa laatupolitiikan ja laatutavoitteiden mukaisesti.

Laatujärjestelmän yksi avainasia on työlaadun kriteerit. Rakennesuunnittelun toimintaohjeessa selvitetään tarkemmin toimintaprosessien työ- ja rakenneselostuksien, laskelmien ja piirustusten laatimisen laatutasoa.

Työlaadun kriteereinä käytetään yleisesti hyväksytyjä BY:n, RIL:n, TRY:n, ym. malliasiakirjoja ja mallipiirustuksia. Näiden yleisten asiakirjojen ja piirustusten lisäksi kriteereinä on liitteenä joukko malliasiakirjoja ja -piirustuksia.

Ohjeessa ei kerrota yksityiskohtaisesti kuinka suunnittelu eli suunnitteluasiakirjojen laatiminen tapahtuu vaan annetaan ohjeita tulosteiden laatutasosta eli mitä asioita asiakirjoissa tulee esittää. Itse suunnittelutyöskentely tapahtuu laatu-järjestelmän osan B Projekti ja suunnittelutoiminnot mukaisesti ja sen ohjeiden avulla.

Toimintaohje on ohjeellinen ja varsinkin pienissä kohteissa sitä käytetään soveltuvin osin. On huomattava, että toimintaohje ei ole tehtäväluettelo jokaisessa kohteessa, projektikohtaiset tehtävät määräytyvät kyseisen projektin toimeksiannon mukaisesti. [FCG C4.]

Kohdassa 11 on käsitelty toimialakohtaisen laatu-järjestelmän ohjeen laadunvarmistusprosessia, joka on tässä työssä tuotettu toimialakohtaisen ohjeen tueksi. Käyttökokemusten perusteella saatujen kommenttien pohjalta laadunvarmistusprossia muutetaan tai päivitetään kommenttien mukaiseksi ja liitetään osaksi toimialakohtaista ohjetta.

## **11 TOIMIALAKOHTAINEN LAADUNVARMISTUSPROSESSI**

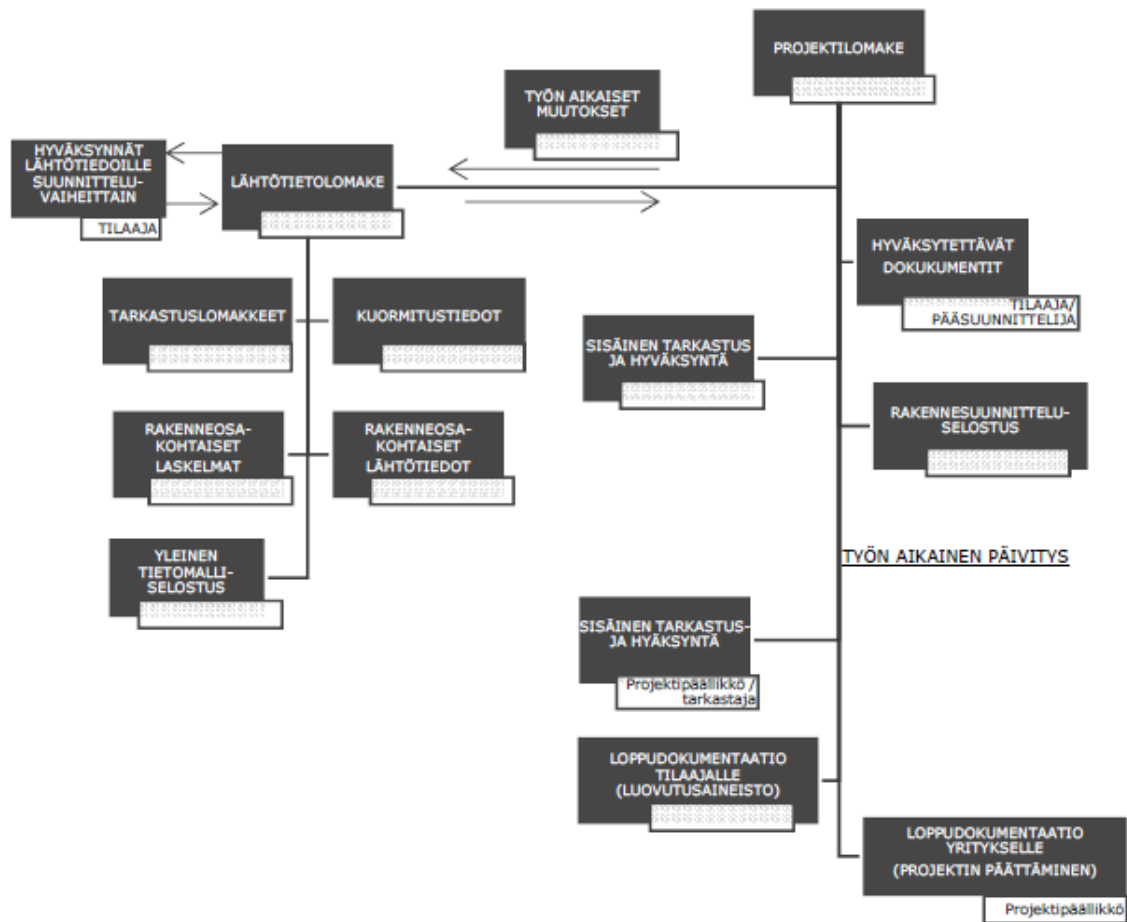
Toimialakohtaisen laadunvarmistuksen prosessien ja tehtävien selvittämisen avulla työssä on tuotettu toimialalle sisäisen laadunvarmistuksen toimintamalli ja sitä käsitellään tarkemmin kohdassa 11.1. Toimintamallin sisältyy tarkastus- ja lähtötietolomakkeita, laadunvarmistustoimintoja ja toimintamallin tuloksena on laadukas lopputuote, jota voidaan käyttää myös projektin luovutusaineistona ja käytännön työkaluna koko prosessin läpi.

### **11.1 Sisäinen tarkastus ja itselle luovutuksen toimintamalli**

Suunnitelmien sisäinen tarkastus on usein aikataulupaineiden takia haasteellinen tehtävä. Suunnitelmien toimittaminen asiakkaalle menee valitettavan usein liian myöhäiseen ajankohtaan ja näin suunnitelmien tarkastamiselle ei jää riittävästi aikaa. Tarkastustyötä joudutaan tekemään usein myös suunnitelmien toimittamisen jälkeen. Työssä tuotettu sisäisen laadunvarmistuksen toimintamallin

avulla suunnitelmien ja suunnitteluprosessin laadunvarmistustoimenpiteitä pyritään yhtenäistämään.

Rakennesuunnitteluprosessin laadunvarmistus on laaja kokonaisuus, jonka tueksi tuotettu toimintamalli on kuvattu kaaviossa 9. Toimintamallin eri vaiheet ovat sidoksissa toisiinsa ja eri laadunvarmistustehtävien tueksi tuotettiin laadunvarmistusta tukevia dokumentteja. Tässä työssä tuetettiin kaaviossa 9 esitetty vakioitu lähtötietolomake, sekä rakennesuunnitteluselostus. Lähtötietolomake hyväksytetään aina tilaajalla ja/tai pääsuunnittelijalle lähtötietojen oikeellisuuden varmistamiseksi. Lähtötietolomaketta on käsitelty tarkemmin kohdassa 11.4. Vakioitu rakennesuunnitteluselostus on sidoksissa lähtötietolomakkeeseen joten hyväksytyt lähtötiedot ovat automaattisesti osa suunnitteluasiakirjoja. Rakennesuunnitteluselostusta on käsitelty kohdassa 11.6. Lähtötietolomake ja rakennesuunnitteluselostus luovat perustan rakennesuunnitteluhankkeen laadunvarmistukselle ja niihin kaaviossa 9 sidoksissa olevia lisädokumentteja ja –lomakkeita tekemällä saadaan kattavampi, automatisoidumpi ja tarkempi laadunvarmistuskokonaisuus.



Kaavio 9 Rakennesuunnitteluprosessin laadunvarmistuksen toimintamalli

Kaaviossa 9 on esitetty rakennesuunnitteluprosessin laadunvarmistuksen toimintamalli rakennetekniikka – toimialalle. Alla on avattu toimintamallin sisältöä.

#### Tausta:

- Laatujärjestelmän kehittäminen
- Sisäisen laadunvarmistuksen tarve
- Toimialakohtainen ohje käytännössä
- Vakioidun toimintamallin kehittäminen suunnitteluprosessin läpi viemiseen laadunvarmistuksen kannalta
- Käytännön työkalu laadunvarmistukseen

#### Yleistä:

- Pääasiallinen sisältö yhteen Excel – tiedostoon
  - Käytön helpottaminen



- Linkitys välilehtiin
- Liitteitä yms. tarpeen mukaan
- Käytössä läpi koko suunnitteluprosessin
- Välivaiheet hyväksytään – tilaaja/projektipäällikkö/vastuhenkilö
- Lopussa hyväksyntä ja tulostettava loppudokumentti

### **Kaavion 9 toimintamallin vaiheet ja selitykset:**

#### 1. Projektilomake

- Kohteen perustiedot
- Projektiryhmä, vastuullinen suunnittelija ja vastuhenkilö
- Suunnittelijoiden tiedot
- Suunnitelmien ja aineiston tarkastaja
- Tarkastuspisteet
- Projektiakataulu
- Suunnittelulle varattu aika
- Laatuavoitteet
- Tunnistettavat riskit
- Yleiskuvaus mitä suunnitellaan ja miten (urakkamuoto)

#### 2. Lähtötietolomake

- Sisältö
  - Kohteen perustiedot projektilomakkeesta
  - Suunnittelun kannalta oleelliset lähtötiedot
- Toiminnot
  - Sisäisiä tarkastustoimenpiteitä
  - Pohjana rakennesuunnitteluselostukselle
  - Pohjana tilaajalle hyväksyttäväksi lähetettävälle lähtötietolomakkeelle
  - (Linkki rakenneosakohtaisiin välilehtiin – tulevaisuudessa)

### 3. Lähtötietolomakkeeseen alistetut lomakkeet

- Tarkastuslomakkeet yksittäisten prosessien tai rakenteiden tarkastamiseen
- Kuormitustiedot
  - Lähtötietolomakkeessa kuormien määrittely, kuormitustiedot välilehdellä yksityiskohtaisemmin/laskentaa -> kokonaiskuormat ja kuormitusyhdistelmien tulokset
- Rakenneosakohtaiset laskelmat ja lähtötiedot
  - Esim. määräävimpien rakenneosien laskenta, joka linkitetään tai liitetään rakennesuunnitteluselostukseen
- Yleinen tietomalliselostus
  - Tietomallintamisen laadunvarmistus
  - Mallinnusperiaatteet yms.

### 4. Hyväksyttävä dokumentti

- Tiivistelmä (erillinen tulostussivu/välilehti) lähtötietolomakkeesta, joka hyväksytetään tilaajalla ja pääsuunnittelijalla.
- Hyväksyntä suunnitteluvaiheiden mukaan tai viimeistään ennen toteutus-suunnitelmien/rakennusvalvonnan aineistoa kohteen tyypistä riippuen.
- Esim. suunnittelukokouksen liitteeksi

### 5. Sisäinen tarkastus ja hyväksyntä

- Tarkastetaan lähtötietojen oikeellisuus kohde huomioiden
- Tehdään tarvittavat täydennykset ja muutokset
- Hyväksyntä

### 6. Rakennesuunnitteluselostus

- Pohjana projekti- ja lähtötietolomake
- Täydennetään työn aikaisilla muutoksilla
- Vakioitu pohja jota voidaan tarvittaessa muokata kohteeseen soveltuvaksi
- Ei kaiken kattava, tarvittaessa liitteitä
- Pohjana loppudokumentaatiolle

## 7. Loppudokumentaatiot

- Loppudokumentaatio tilaajalle (luovutusaineisto)
  - Rakennesuunnitteluselostus työn aikaisilla muutoksilla ja hyväksynnällä
- Loppudokumentaatio yritykselle
  - Rakennesuunnitteluselostus ja koonti liitteistä yms. Aineisto
  - Loppukommentit (ongelmat, reklamaatiot, onnistumiset, erityispiirteet)
  - Kirjataan hyväksytyksi ja suljetaan projekti

### **11.2 Rakennesuunnitelmien tarkastus**

Rakennesuunnitelmien tarkastusta ja laadunvarmistusta koskevia määräyksiä ja ohjeita on käsitelty kohdissa 7.1 ja 8.3. Rakennesuunnitelmien tarkastamiseen voidaan käyttää suunnitelmakohtaisia tarkastuslomakkeita, jotka ovat laatu järjestelmän toimialakohtaisen osuuden liitteenä.

Rakennesuunnitteluasiakirjojen tarkastuksessa on varmistuttava, että suunnitelmissa on esitetty Ympäristöministeriön asetuksen 477/2014 säädetyt asiat, jotka on esitetty kohdassa 8.3.4.

Rakennesuunnitteluasiakirjojen tuottamisessa on aina tehtävä sisäisen tarkastuksen ja laadunvarmistuksen toimenpiteet kyseiseen tehtävään nimetyn henkilön toimesta. Suunnittelun alkuvaiheessa on kuitenkin varmistettava hankkeen seuraamuksien vakavuus ja hankkeen vaativuus, jotta pystytään määrittämään tarkastus- ja laadunvarmistuksen suorittajan edellytykset. Tarkastuksen suorittajan edellytyksiä on käsitelty kohdassa 8.3.6.

### 11.2.1 Rakennelaskelmien tarkastus

Rakennelaskelmat tarkastetaan rakennelaskelmien tarkastuslomaketta käyttäen, joka kehitetään laatu järjestelmän toimialakohtaisen osuuden liitteeksi.

Rakennelaskelmista tarkastetaan yleisellä tasolla:

- yhdenmukaisuus lähtötietoihin
- vastaavatko rakennelaskelmien tiedot lähtötietolomakkeen tietoja
- vastaavatko rakennelaskelmien tiedot rakennesuunnitteluselostuksen tietoja
- rakennelaskelmien sisällön riittävyys
- laskelman ja siinä käytetyn suunnitteluohjeen oikeellisuus
- onko laskelmassa esitetty riittävällä tarkkuudella, mihin rakenneosaan tai rakennekokonaisuuteen laskelma liittyy
- onko laskelma tehty määrävimmän kuormitusyhdistelmän mukaan ja onko tutkittu tarvittavat kuormitusyhdistelmät niin murto- kuin käyttörajatilassa

### 11.2.2 Rakennepiirustusten tarkastus

Rakennepiirustukset tarkastetaan rakennepiirustuksien tarkastuslomaketta käyttäen, joka kehitetään laatu järjestelmän toimialakohtaisen osuuden liitteeksi.

Rakennepiirustuksista tulee tarkastaa yleisellä tasolla:

- nimiön tiedot ovat täytetty oikein
- piirustuksen tekstiosan sisältö piirustuksen tyyppi huomioiden
- katsomissuunnat ja leikkauspinnat
- elementtitunnuksien lukusuunta suhteessa elementtien valmisosasuunnitelmien katsomissuuntaan
- mitat ja korot vastaavat lähtötietoja
- yhdenmukaisuus lähtötietoihin, kuten arkkitehdin suunnitelmiin

- yhdenmukaisuus muihin rakennesuunnitelmiin, kuten rakennetyyppien tai – detaljien tunnukset
- valmisosasuunnittelun vaatimien lähtötietojen riittävyys
- varauksien huomiointi
- vastaavatko rakennepiirustuksien tiedot lähtötietolomakkeen tietoja
- vastaavatko rakennepiirustuksien tiedot rakennesuunnitteluselostuksen tietoja

### **11.2.3 Valmisosasuunnittelun tarkastus**

Valmisosasuunnitelmilla tarkoitetaan tämän työn yhteydessä betonielementtirakenteita.

Valmisosasuunnitelmat tarkastetaan valmisosasuunnitelmien tarkastuslomaketta käyttäen, joka kehitetään laatujärjestelmän toimialakohtaisen osuuden liitteeksi.

Valmisosasuunnitelmista tarkastetaan rakenteellisen kestävyuden ja säilyvyyden vaatimien suunnitteluratkaisujen lisäksi mm.:

- nimiötietojen oikeellisuus
- painopiste ja dimensiot
- pintakäsittelyt
- nostoelimien kapasiteetti ja tarvittavat lisäraudoitukset
- liitososien kapasiteetti ja tarvittavat lisäraudoitukset
- katsomis- ja leikkaussuunnat ja muottipinnan määrittäminen
- vastaavatko suunnitteluratkaisut asennussuunnitelman ja työselostuksen tai toteutuseritelmän ratkaisuja ja määrittämiä
- vastaavatko valmisosasuunnitelmien tiedot lähtötietolomakkeen tietoja
- vastaavatko valmisosasuunnitelmien tiedot rakennesuunnitteluselostuksen tietoja

### 11.3 Projektilomake

Projektilomake on yrityksen sisäinen dokumentti, josta otetaan tarvittavat ja soveltuvat tiedot lähtötietolomakkeeseen ja rakennesuunnitteluselostukseen.

Projektilomakkeen määrittelyjen avulla projektipäällikkö ja projektiryhmän työntekijät voivat perehtyä projektikonaisuuteen ja sen tavoitteisiin ja rajoituksiin. Lomakkeen avulla myös projektin ulkopuolinen henkilö pystyy helposti näkemään, mistä kyseisestä projektissa on kyse ja henkilöt, jotka projektia hoitavat.

#### Projektilomakkeeseen määritellään:

- Kohteen perustiedot.
- Projektiryhmä, vastuullinen suunnittelija ja vastuhenkilö.
- Suunnittelijoiden tiedot ja koulutus.
- Suunnitelmien ja aineiston tarkastaja.
- Suunnitelmien tarkastuspisteet ja hyväksyntäajankohdat.
- Projekti aikataulu.
- Suunnittelulle varattu aika.
- Projektin laatutavoitteet.
- Tunnistettavat riskit.
- Yleiskuvaus mitä suunnitellaan ja miten (mm. urakkamuoto).

### 11.4 Suunnittelun lähtötietolomake

Riittävän monipuolisten, riittävän tarkkojen ja oikein määriteltyjen lähtötietojen tärkeyttä ei voi korostaa liikaa. Tämän takia työssä on tuotettu vakioitu malli lähtötietolomakkeesta, joka on pohjana rakennesuunnitteluhankkeen läpiviennille.

Lähtötietolomake on tehty lähtökohtaisesti teräsbetonirakenteisille talonrakennushankkeille, mutta sitä voidaan jatkotoimenpiteenä jalostaa myös muihin materiaaleihin tai vaikka yksittäisten rakenteiden suunnitteluun tarkoitettuksi lomakkeeksi.

Lomakkeen ei ole tarkoitus olla kaiken kattava ja sitä voidaan ja tullaan täydentämään. Tarkoituksena on, että lomake otetaan koekäyttöön ja koekäyttökäytön jälkeen kerättävien kommenttien jälkeen sitä täydennetään ja korjataan mahdollisilla havaituilla puutteilla.

Liitteessä 1 on esitetty lähtötietolomakkeen tulostussivu, joka hyväksytetään suunnitteluprosessin tietyissä vaiheissa toimialakohtaisen laadunvarmistuksen toimintamallin mukaisesti.

Suunnittelun lähtötietolomakkeeseen on sisällytetty toiminnallisuuksia laadunvarmistukseen ja lähtötietojen valintaan liittyen. Kaikki lähtötiedot pyritään saamaan valituksi muiden lähtötietojen ja alusvetovalikoista valittavien lähtötietovaihtojen avulla. Jo lähtötietojen valinta valmiista listasta on itsessään laadunvarmistustoimenpide, koska lomakkeen täyttäjällä ei pysty kirjoittamaan väärää tai epäolennaista lähtötietoa. Omia kommentteja tai erikoistapauksia varten lomakkeeseen on tehty kuitenkin kommentti- ja lisätietokenttä. Valmiit, alusvetovalikoista valittavissa olevat lähtötiedot ovat yhteydessä toisiinsa ja lähtötietolomakkeen laadunvarmistuksellinen toiminnallisuus estää tai ilmoittaa tapauskohtaisesti, jos valitut arvot ovat ristiriidassa toisiinsa.

Lähtötieto- ja tarkastuslomakkeen allekirjoittaa aina suunnittelija tai lomakkeen täyttäjällä. Lopullisen hyväksynnän asiakirjalle tekee aina kohteen projektipäällikkö tai muuten projektista vastuussa oleva henkilö ennen kuin asiakirja voidaan laittaa eteenpäin asiakkaalle tai rakennusvalvontaan suunnitelmien toimittamisen yhteydessä. Samaa menettelytapaa tulee käyttää, vaikka asiakirjaa ei tarvitsisikaan lähettää eteenpäin, vaan se jäisi yrityksen omaksi suunnitteludokumentiksi.

Lähtötietolomake on linkitetty vakioituun rakennesuunnitteluselostukseen, jota on käsitelty kohdassa 11.6

## **11.5 Lähtötietolomakkeen alistetut lomakkeet ja laskentasivut**

### **Suunnitelmien tarkastuslomakkeet**

Tarkastuslomakkeen pääasiallinen tarkoitus on nimensä mukaisesti olla suunnitelmien tai suunnitteluprosessien tarkastuksen ja laadunhallinnan apuväline.

Tarkoituksena on varmistaa, että suunnittelijan lähtötiedot ja oleellimmat rakenteen mitoituksessa huomioitavat asiat ovat oikein.

Rakennesuunnittelun ja toimialakohtaisen laadunvarmistusprosessin tueksi kehitetään erillisiä tarkastuslomakkeita rakennelaskelmien, rakennepiirustusten ja valmisosasuunnitelmien sisäiseen tarkastukseen ja laadunvarmistukseen.

Erillisten tarkastuslomakkeiden avulla suunnitelmien laadunvarmistus ja tarkastus voidaan suorittaa yksityiskohtaisesti huomioiden rakenneosa- tai suunnitelma-kohtaiset laadunvarmistusvaatimukset.

Tarkastuslomakkeet voidaan soveltuvilta osin liittää rakenneosakohtaisiin laskenta- ja lähtötietolomakkeisiin, jotka ovat myös kehittämiskohteena laadunvarmistuksen kehitystyössä.

### **Yleinen tietomalliselostus ja tietomallinnuksen laadunvarmistus**

Suunnittelua toteutetaan yhä useammin käyttämällä tietomallia ja tämä luo haasteita myös laadunvarmistukseen ja suunnitteluprosessin kulkuun.

Tietomallinnuskohteessa suunnittelua voidaan tehdä pitkään ennen kuin varsinaisia suunnitelmia tai tulosteita tuotetaan, joten tietomallinnuksen laadunvarmistusta on tehtävä osittain eri periaatteella, kuin ns. normaalissa rakennesuunnitteluprojektissa. Tietomallinnuskohteen laadunvarmistustehtävät ovat kuitenkin samat kuin normaalissakin rakennesuunnitteluprojektissa, mutta mallinnuksen periaatteet, tavoitteet ja käytännön toteutus on määriteltävä ja tarkastettava halutun lopputuloksen saamiseksi ja ongelmien välttämiseksi.



Tietomallinnuskohteessa projektin alkuvaiheen mallinnusperiaatteiden laadunvarmistustoimenpiteet ovat erittäin tärkeitä, sillä kohteen koosta riippuen, alkuvaiheen väärin lähtötietojen tai mallinnusperiaatteiden korjaaminen ja muuttaminen on hyvin työläs prosessi.

Rakennesuunnittelukohteessa tietomallinnuksen tarkastuslomake on syytä tehdä ensin vain Tekla Structures – ohjelmaan, joka on rakennesuunnittelussa yleisimmin käytetty ohjelmisto.

Lähtötietolomakkeeseen onkin syytä liittää kohteen yleinen tietomallinnussuunnitelma, jossa on määritelty kaikki tietomallinnukseen liittyvät mallinnusperiaatteet ja – tavoitteet.

### **Kuormitustietolomake**

Kehitettävään kuormitustietolomakkeeseen voidaan määritellä suunnitteluhankkeen kuormat ja rakenteet yksityiskohtaisesti, joiden avulla saadaan tarkemmat arvot esim. pystyrakenteiden vinoudesta aiheutuvista lisävaakavoimista ja voidaan määrittää määräävimmit kuormitusyhdistelmät kantavien rakenteiden rakenneosakohtaisten laskelmien ja lähtötietojen suunnittelun lähtötiedoiksi.

### **Rakenneosakohtaiset laskelmat ja lähtötiedot**

Rakenneosakohtaiset lähtötietolomakkeet ovat vartenotettava kehityskohde lähtötietolomakkeen tueksi, jolloin lähtötietolomakkeeseen ja rakennesuunnitteluselostukseen pystytään määrittämään tarkat rakenneosakohtaiset suunnitteluperusteet ja lähtötiedot.

Rakenneosakohtaiset laskelmat voivat olla yhteydessä lähtötietolomakkeeseen tai ne voidaan laittaa tarvittaessa liitteeksi rakennesuunnitteluselostukseen. Jos laskelmat ovat muiden asiakirjojen liitteinä, niin on aina varmistettava, että laskelmien lähtötiedot ja suunnitteluperusteet ovat yhteneväiset lähtötietolomakkeen ja rakennesuunnitteluselostuksen kanssa.

## 11.6 Rakennesuunnitteluselostus

Rakennesuunnitteluselostus on dokumentti, johon lähtötietolomake on linkitetty. Rakennesuunnitteluselostuksen on tarkoitus olla vakioitu malli, jota vastaisuudessa käytetään rakennesuunnitteluprojekteissa työn suorittamisen apuna ja yhtenä laadunvarmistustoimenpiteenä.

Rakennesuunnitteluselostuksen ja siihen liittyvän lähtötietolomakkeen sisältö on tehty siten, että se täyttää soveltuvin osin Ympäristöministeriön asetuksen 477/2014 [11] säädöksen rakennesuunnitelmissa esitettävistä asioista kirjallisessa muodossa. Lisäksi lomakkeessa on esitetty muut rakennushankkeeseen oleellisesti liittyvät lähtötiedot, kuten rakennusfysikaaliset lähtötiedot ja suunnittelun vaativuusluokat.

Työssä tuotettu rakennesuunnitteluselostus on esitetty liitteessä 2. Liitteessä on käytetty esimerkkinä todellisen kohteen tietoja ja sen toimivuutta on testattu käytännön työssä rakennesuunnitteluhankkeen alkuvaiheen suunnittelussa mm. lähtötietojen hankinnassa, pystyrakenteiden vinoudesta aiheutuvan lisävaaka-voiman määrittämisessä ja onnettomuustilanteen hallinnan toimenpiteiden kartoittamiseen.

Vaativissa tai poikkeuksellisen vaativissa kohteissa rakennesuunnitteluselostukseen voidaan liittää erillinen rakennelaskelmaselostus, jos halutaan esittää yksittäisiä laskelmia.

Rakennesuunnitteluselostuksen lopussa on laadunvarmistuksellinen toiminnallisuus, joka vaatii lähtötietolomakkeeseen kirjatun projektipäällikön ja nimetyn suunnitelmien tarkastajan hyväksynnän. Jos tätä hyväksyntää ei ole tehty, tulee lukittuihin solualueisiin ilmoitus ”asiakirja hyväksyttävä ennen eteenpäin lähetystä”. Ilmoitus jää näkymään rakennesuunnitteluselostuksen tulosteeseen, joten asiakirjaa ei voi laittaa eteenpäin ennen asiakirjan hyväksyntää, jolloin ilmoitusta ei tule. Sama laadunvarmistustoimenpide on sisällytetty rakennesuunnitteluselostukseen liittyvään lähtötietolomakkeeseen, joka vaatii tilaaja ja/tai pääsuunnittelijan hyväksynnän suunnittelun lähtötiedoille.

## 12 TULOKSET

Työn tuloksena on tehty vakioitu ja käytännönläheinen toimintamalli rakennesuunnitteluprosessin laadunvarmistukseen ja sisäiseen tarkastukseen. Toimintamallin kehitystyön osaksi tuotettiin lähtötietolomakkeen ja rakennesuunnitteluselostuksien vakioidut lomakkeet, joiden tietosisältö vastaa määräyksien vaatimuksia, tilaajayrityksen, sekä kyselylomakkeiden perusteella saatujen kommenttien tarpeita. Tuotettuja lomakkeita tulee koekäyttää ja kehittää käyttökokemuksien perusteella.

Työssä Excel – tiedostoon tuotettua laadunvarmistuslomakkeistoa on käytetty käytännön työssä rakennesuunnitteluselostuksen ja lähtötietolomakkeen muodossa. Liitteessä 2 on esitetty työssä tuotettu rakennesuunnitteluselostus, jossa on käytetty esimerkkinä todellisen kohteen tietoja ja sen toimivuutta on testattu käytännön työssä rakennesuunnitteluhankkeen alkuvaiheen suunnittelussa. Ensimmäiset käyttökokemukset ovat olleet positiivisia, koska kaikki peruslähtötiedot on sisällytetty tiedostoon, joten eri aineistojen käyttö ja tiedon etsintä on vähentynyt. Lomakkeiston käytössä on kuitenkin huomioitava, että ensimmäisessä versiossa voi olla virheitä, joten lähdeaineiston yhteiskäyttö lomakkeen rinnalla on alkuvaiheessa suotavaa. Alkuvaiheen haasteena on saada kaikki toimialan suunnittelijat ottamaan työssä tuotettu lomakkeisto käyttöön, jotta käytöstä saataisiin mahdollisimman paljon käyttökokemuksia. Käyttökokemusten myötä kehitystyön tueksi saataisiin käyttäjälähtoisempää palautetta, jonka mukaan lomakkeistoa voidaan kehittää oikeaan suuntaan.

Laadunvarmistusprosessi on hyvin laaja kokonaisuus. Asiakokonaisuuden laajuuden takia työssä tuotettiin vain lähtökohdat ja toimintamalli laadunvarmistusprosessille. Vakioitu toimintamalli, lähtötietolomake ja rakennesuunnitteluselostus luovat pohjan ja perusteet kokonaisvaltaiselle laadunhallinnalle ja onnistuneelle, sekä laadukkaalle rakennesuunnitteluprojektille.

Toisena oleellisena tuloksena on laatujärjestelmän kehitys- ja uudistustyön tukeminen. Työssä on selvitetty uusimpien määräyksien, kuten Suomen Rakentamismääräyskokoelman ja Eurokoodien vahvistamisen velvoittaviksi kansalliseksi standardeiksi, vaikutukset laadunhallintaan ja rakennesuunnitteluprosessiin. Tehtyjen selvityksien, kirjauksien ja tuloksien avulla laatujärjestelmän toimialakohtaisen osuuden päivittämisen pohjatyö on tehty.

Näen itse työn sisällön sellaisena, jota olisin itse kaivannut suunnittelu-urani alkuvaiheessa. Koulussa opetettiin rakennushankkeesta, laadusta, johtamisesta, materiaaleista, rakennesuunnittelun perusteista ja yms. opintosuunnitelmaan sisältyvistä asioista. Eräs opettajani sanoi joskus, että ”kaikkea ei tarvitse muistaa vaan pääasia on, että tietää mitä pitää ottaa huomioon ja mistä etsiä.” Tämä työ kiteytyy jollakin tavalla tuohon lauseeseen. Työssä kerrataan lyhyesti rakennesuunnitteluprosessin oleellisimpia asioita ja kerrotaan yleisesti rakennesuunnitteluprosessista. Lisäksi kerrataan oleellisimmat lähtötiedot ja avataan rakennesuunnitelmien laatuvaatimuksia ja tarkastustoimenpiteitä. Jo tarkastus- ja laadunvarmistustoimenpiteisiin perehtymällä ja niitä noudattamalla uskon, että suunnittelutyötä on helpompi hahmottaa kokonaisuutena ja myös yksittäisinä suunnittelukohtina ja tuloksena on laadukkaampi lopputulos.

Ja mikä tärkeintä, vakioitu toimintamalli suunnitelmien tarkastukseen, lähtötietotaulukko ja rakennesuunnitelmaselostuksen pohja olisi ollut tarpeellinen. Suunnitteluprojektit ovat aina erilaisia, mutta niissä on aina tietyt toimenpiteet, jotka pitäisi tehdä.

Monesti rakennesuunnitteluprojekteihin tehdään rakennesuunnittelu- tai rakennelaskelmaselostus, kohteesta riippuen. Vaikka aiemmin tehtyjä selostuksia on pystynyt käyttämään seuraavissa projekteissa pohjana, niin silti siinä on turhaa työtä. Olen aina ollut sitä mieltä, että jos jotain tekee, esim. laskelman, selostuksen yms. niin se kannattaisi tehdä niin, että siitä saadaan työkalu, jota voidaan käyttää jatkossa, ei pelkkä tuotos, jota käytetään tässä projektissa ja mahdollisesti otetaan mallia seuraavassa projektissa tai pahimmassa tapauksessa tehdään kokonaan uusi. Tarve on toistuvaa, joten jokainen kerta, kun tehdään uusi laskelma, selostus tai muu vastaava dokumentti niin se vähentää

tuottavuutta ajan menettämisen kautta ja virheiden mahdollisuus kasvaa, jos aloitetaan ns. tyhjästä tai vanhan pohjalta.

Työssä oli suurena haasteena työn rajaus ja lähtöaineiston paljous. Lähes jokaisesta työn kappaleesta voisi tehdä oman työnsä tai tutkielmansa, mutta työn ei ole tarkoitus olla kaiken kattava vaan tärkeintä oli löytää ja listata oleelliset laadunvarmistukseen liittyvät asiat. Tärkeimpänä säännöksiin sisältyvät asiat, mutta sen jälkeen rakenteelliseen turvallisuuteen ja suunnittelun perustana käytettävien lähtötietojen määrittely.

Lähtötietolomaketta voidaan pitää vain nimensä mukaisesti lomakkeena, johon täydennetään lähtötiedot. Usein lomake voikin olla vain sellainen. Työssä tuotettu lähtötietolomake on kuitenkin paljon muuta. Se on itsessään laadunvarmistuksen työkalu, koska sitä käytettäessä suunnittelun toteuttamisen kannalta oleelliset tiedot ovat aina samalla tavalla listattuja ja hyväksytyjä. Lomakkeeseen on myös sisällytetty sisään rakennettuja laadunvarmistustoimenpiteitä, joiden avulla samaan asiaan vaikuttavista lähtötietoarvoista valitaan määräävin.

Ajan puute on yksi suurimmista haasteista rakennusosalalla. Toiminnan ja toimintamallin kehittämisellä pyritään yhtenä tekijänä vapauttamaan aikaa itse suunnitteluun, kun ympärillä oleva prosessi on kunnossa. Laadukkaalla ja rauhassa tehdyllä suunnittelulla edistetään laadukkaan lopputuotteen syntymistä. Lähtötietolomakkeen koekäyttö käytännön kohteessa on jo osoittanut, että työssä tuotetun aineiston avulla suunnittelutyötä ja lähtötietojen hankintaa pystytään nopeuttamaan huomattavasti.

Iso osa laadusta syntyy myös tilaajaosapuolen taholta. Jos tilaaja varaa projektin toteuttamiseen riittävästi resursseja, niin rahallista, ajallista, kuin henkilöresursseja ja tietää mitä ja kuinka laadukasta haluaa, niin edellytykset laadukkaalle lopputuotteelle ovat olemassa. Työssä tuotetun aineiston onkin tarkoitus tukea omalta osaltaan laatutavoitteiden määrittämistä myös tilaajan puolelta tarvittavien lähtötietojen listauksen avulla. Aina välillä käy niin, että jos tilaajalta kysyy, että mihin laatuluokkaan hanke suunnitellaan niin vastauksena on ettei asiaa ole mietitty tai luokitus voi olla jopa tuntematon vastaajalle.

## 13 PÄÄTELMÄT JA KEHITYSEHDOTUKSET

Toimialakohtaisen tarkastus- ja laadunvarmistuksen kehittämisen tuoksi tässä työssä tuotetun toimialakohtaisen laadunvarmistusprosessin toimintamalliin sisältyviä kohtia ja lomakkeita on syytä päivittää käyttökokemuksien ja Suomen Rakentamismääräyskokoelman uusiutumisen myötä. Kehitystyötä kannattaa myös tehdä tuotetun lähtötietolomakkeen alistettujen asiakirjojen suhteen, sillä niiden kehittämisen ja lisäämisen avulla suunnitteluprosessin laadunvarmistuksesta saadaan yksityiskohtaisempi ja kattavampi.

Tässä rakentamisen murrosvaiheessa on otettava, en sano riskejä, mutta uskaltava asenne siirtyä uusiin suunnittelu- ja toimintamalleihin ja käyttää niin taloudellisia kuin ajallisia resursseja toiminnan kehittämiseen, ohjelmistojen päivityksiin ja itsensä koulutukseen. Johtamisen on oltava uusiin toimintamalleihin kannustavaa, mutta ikinä ei voi myöskään painottaa yksilön omaa vastuuta itsensä ja yrityksen toiminnan kehittämisessä.

Kehittämisen lähtökohdat ovat lähes loputtomat. Suunnittelun lähtötieto-/tarkastuslomakkeen voi linkittää rakennusosakohtaisiin mitoitustaulukoihin. Tässä vaiheessa työn teon kannalta rajaus oli pakko tehdä muutamiin pääasiallisiin rakenteisiin ja niiden lähtötietoihin. Seuraavana kehitysehdotuksena pitäisin tuuli- ja lumikuormien laskennan linkittäminen lomakkeeseen, sekä kokonaiskuormituksen laskentavälilehden tekoa.

Työn tilaajalta tai projektin toteuttavalta organisaatiolta on itse vaadittava ohjausta, kysyttävä toivottuja rakenneratkaisuja ja esitettävä aikataulu, josta käy ilmi rakennesuunnitteluprosessi. Tällaisella aktiivisella otteella pystytään osoittamaan työn tilaajalle mitä kaikkea ja kuinka paljon aikaa kohteen suunnittelu vaatii ja mikä tärkeintä, suunnitteluprosessi lähtee etenemään oikealla tavalla jo alkuvaiheessa. Yhtenä ratkaisuehdotuksena tähän on kohdassa 11.1 esitetty toimintamalli, jossa rakennushankkeen osapuolille toimitetaan lähtötietojen tarvelista ja sen täyttämisestä aikataulussa sovitaan tilaajan kanssa.

## LÄHTEET

- [1] [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen\\_rakentamismaarayskokoelma\(3624\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen_rakentamismaarayskokoelma(3624)).  
[Haettu 7 3 2016]
- [2] Leskelä, M, V. 2008. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008 by210. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- [3] [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus) [Haettu 12 3 2016]
- [4] [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Maankaytto\\_ja\\_rakennuslaki](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_ja_rakennuslaki) [Haettu 12 3 2016]
- [5] [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen\\_rakentamismaarayskokoelma\(3624\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen_rakentamismaarayskokoelma(3624))  
[Haettu 12 3 2016]
- [6] Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista. (477/2014)  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477> [Haettu 11 3 2016]
- [7] <http://www.sfs.fi/aihealueet/eurokoodit> [Haettu 11 3 2016]
- [8] [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Maankaytto\\_ja\\_rakennuslaki](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_ja_rakennuslaki) [Haettu 11 3 2016]
- [9] <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset> [Haettu 11 3 2016]

- [10] [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma/Valmisteilla\\_ olevat\\_rakentamismaarayuskokoelman\\_ osat](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma/Valmisteilla_ olevat_rakentamismaarayuskokoelman_ osat)  
[Haettu 11 3 2016]
- [11] Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014)  
[Ladattu 12 3 2016 [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma)]
- [12] Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (216/2015) [Ladattu 12 3 2016 [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma)]
- [13] Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä (214/2015) [Ladattu 12 3 2016 [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayuskokoelma)]
- [14] ISO/TR 10013:fi Laadunhallintajärjestelmän dokumentointiohjeita. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- [15] SFS-EN ISO 9000 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Vahvistettu 5.10.2015.
- [16] SFS-ISO 10006 Laadunhallintajärjestelmät. Suuntaviivat projektien laadunhallinnalle. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.



- [17] SFS-EN ISO 9001 Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Vahvistettu 5.10.2015.
- [18] SFS-EN-1990 +A1 +AC 2006. Eurokoodi. Rakenteiden suunnittelu- perusteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- [19] Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK 12. RT 10-11128. Ra- kennustieto Oy. [Ladattu 11 3 2016]
- [20] Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaati- vuusluokkien määräytymisestä, Perustelumuistio. [Ladattu 12 3 2016 [http://www.ym.fi/fi- Fi/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ohjeet/Rakentami\\_smaaraysskokoelma](http://www.ym.fi/fi-Fi/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentami_smaaraysskokoelma)]
- [21] RIL 241-2007 Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen. Erityis- menettelyn soveltamisohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Suomen Betoniyhdistys ry.
- [22] Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaati- vuusluokkien määräytymisestä. [Ladattu 12 3 2016 [http://www.ym.fi/fi- Fi/Maankaytto\\_ ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ohjeet/Rakentami\\_smaaraysskokoelma](http://www.ym.fi/fi-Fi/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentami_smaaraysskokoelma)]
- [23] Ympäristöministeriön asetus Eurocode-standardien soveltamisesta talonrakentamisessa. Annettu 15.10.2007 (LIITTEET 1-18) [Ladattu <http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/30279> 14 3 2016]
- [24] SFS-EN-1991-1-7 +A1 +AC 2006. Eurokoodi 1. Rakenteiden kuor- mat. Osa 1-7: Yleiset kuormat. Onnettomuuskuormat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.


- [25] Ympäristöministeriön asetus Eurocode-standardien soveltamisesta talonrakentamisessa annetun asetuksen muuttamisesta 30.3.2009 [Ladattu [http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/?\\_offset=20](http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/?_offset=20) 14 3 2016]
- [26] [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_turvallisuus/Rakenteellinen\\_paloturvallisuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_turvallisuus/Rakenteellinen_paloturvallisuus) [Haettu 28 2 2016]
- [27] Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa E1 Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. [Ladattu 17 3 2016 [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma) ]
- [28] Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa E2 Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus. Ohjeet 2005. [Ladattu 17 3 2016 [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma) ]
- [29] RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [30] Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D3 Rakennusten energiatehokkuus. [Ladattu 17 3 2016 [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma)]
- [31] Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. [Ladattu 17 3 2016 <http://www.ym.fi/fi-FI>

[FI/Maankaytto ja rakentaminen/Lainsaadanto ja ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma\]](#)

- [32] SFS 5907. Rakennusten akustinen luokitus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- [33] RIL 207-2009 Geotekninen suunnittelu. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [34] RIL 254-2011 Paalutusohje 2011. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [35] Valtioneuvoston asetus väestönsuojista (408/2011) 5.5.2011 [Ladattu [http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/?\\_offset=20](http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/?_offset=20) 14 3 2016]
- [36] EN-260. Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- [37] RIL 202-2011/by61 Betonirakenteiden suunnitteluohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Suomen Betoniyhdistys ry.
- [38] SFS-EN-1992-1-1 +A1 +AC. Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Vahvistettu 2015-01-19. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- [39] SFS 5975. Betonirakenteiden toteutus. Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- [40] SFS-EN 13670. Betonirakenteiden toteutus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

- [41] SFS-EN-1991-1-1 +AC 2002. Eurokoodi. Rakenteiden suunnittelu-  
perusteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- [42] Ympäristöministeriön asetus Eurocode-standardien soveltamisesta  
talonrakentamisessa annetun asetuksen muuttamisesta.. Annettu  
5.11.2010 [Ladattu  
<http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/36399> 26 3 2016]
- [43] SFS-EN-1991-1-6 +AC 2005. Eurokoodi. Rakenteiden kuormat.  
Osa 1-6: Yleiset kuormat. Toteuttamisen aikaiset kuormat. Helsinki:  
Suomen Standardisoimisliitto.
- [44] Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksis-  
ta ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta. Suomen säädös-  
koelma 506/2011. Rakennustieto Oy. [Ladattu 20 3 2016]
- [45] S1-luokan teräsbetoniväestönsuoja. RT 92-11173. Rakennustieto  
Oy. [Ladattu 11 3 2016]
- [46] RIL 201-1-2011 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Hel-  
sinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [48] Jäykistysjärjestelmät. Betoniteollisuus Ry.  
[www.elementtisuunnittelu.fi](http://www.elementtisuunnittelu.fi). [Ladattu  
[http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/rakennukse  
n-jaykistus/jaykistysjarjestelmat](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/rakennukse<br/>n-jaykistus/jaykistysjarjestelmat) 26 3 2016].
- [49] SFS-EN-1991-1-7 +A1 +AC 2014. Eurokoodi. Rakenteiden kuormat.  
Osa 1-7: Yleiset kuormat. Onnettomuuskuormat. Helsinki: Suomen  
Standardisoimisliitto.

- [50] Betoninormikortti 23EC. Suomen Betoniyhdistys r.y.  
[Ladattu <http://www.betoniyhdistys.fi/julkaisut/betoninormikortit.html>  
26 03 2016]
- [51] SFS-EN-1991-1-2 +AC 2003. Eurokoodi. Rakenteiden kuormat.  
Osa 1-2: Yleiset kuormat. Palolle altistettujen rakenteiden rasitukset.  
Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- [FCG B5] Finnish Consulting Group Oy:n sisäinen asiakirja. Ei julkinen.
- [FCG C4] Finnish Consulting Group Oy:n sisäinen asiakirja. Ei julkinen.

 FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy Osmontie 34, PL950, 00601 Helsinki email: etunimi.sukunimi@fcg.fi puh. 010 0490, fax 010 409 5001, www.fcg.fi	<b>Rakennetekniikan laaduvarmistuslomakeisto</b>	
	Tekijä: Ksu	
Päiväys: 12.4.2016		
Rakennuskohde: Esimerkki Päiväkoti	Työ no: P	Sisältö: Lähtötietolomake

**Rakennushankkeen lähtötietolomake****ESIMERKKI PÄIVÄKOTI**

---

**LÄHTÖTIETOLOMAKE**

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy  
Osmontie 34, PL950, 00601 Helsinki  
puh. 010 0490, fax 010 409 5001, www.fcg.fi

**Kohdetiedot**

Rakennuskohde = Esimerkki Päiväkoti  
 Osoite = Esimerkkitie 11  
 Tonttiedot = 00-000-0  
 Rakennustoimenpide = Uudisrakennus  
 Rakennusluvan Tunnus 000-2016-0000

**Suunnittelijatiedot**

Osapuoli	Nimi
Pääsuunnittelija =	Pääsuunnittelija
Vastaava rakennesuunnittelija =	Vastaava rakennesuunnittelija
Projektipäällikkö =	Kimmo Suomalainen
Rakennesuunnittelija =	Kimmo Suomalainen
Rakennesuunnittelija =	Rakennesuunnittelija
Elementtisuunnittelija =	
Suunnitelmien tarkasta =	
Suunnitelmien ulkopuolinen tarkastaja =	

**Rakennuskohteen yleistiedot:**

Kohteen tyyppi =	Päiväkotirakennus
Paikkakunta =	Kaupunki
Kerrosluvu =	2 krs
Bruttopinta-ala =	2245 m <sup>2</sup>
Kerrosala =	2116,5 m <sup>2</sup>
Tilavuus =	17000 m <sup>3</sup>
Suurin kantavan rakenteen jänneväli =	10,5 m

**Tarkennukset/kommentit**

Kantavien rakenteiden suunnittelutehtävän vaativuusluokka hanketietojen perusteella:

**Vaativa kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä**

**Hankeen riskitaso- vaativuus- ja seuraamusluokka:**

Arvojen valinnan apuna voidaan käyttää alustavaa riskiarviolomaketta ja RIL241-2007 ohjeita

Vaativuusluokka = V2	keskisuuri vaativuus
Seuraamusluokka = S2	keskisuuret seuraamukset
Riskitasoluokka = R2	erityismenettely erityistapauksissa

Eryitysmenettelyn tai osittaisen erityismenettelyn toimenpiteet ja mahdolliset rakennusluvan ja rakennusvalvonnan kirjaukset ja vaatimukset:

Ei erityismenettelyvaatimuksia. Normaalit rakenteellisen turvallisuuden varmistamisen toimenpiteet yrityksen sisäisillä laadunvarmistustoimenpiteillä.

**Kohderiippuvalaiset lähtötiedot:**

Rakennuksen paloluokka =	P1	kestää paloa sortumatta
Rakennuksen palonkestovaatimus =	REI 60	palonkestovaatimus yleensä
Luotettavuusluokka =	RC2	KFI = 1,0
Seuraamusluokka =	CC2	normaalit seuraamukset
Onnett.til. seuraamusluokka =	2a	melko pienen riskin ryhmä
Suunnittelukäyttöikä =	50	Vuotta
VSS Suojaluokka =	S1	koko alle 135 m <sup>2</sup>
Geotekninen luokka =	GL2	vaativat kohteet
Paalutusluokka =	.	Ei paaluja
<b>Rakennusfysikaaliset luokat</b>		
Vaativuusluokka =	V2	keskisuuri vaativuus
Seuraamusluokka =	S2	normaalit seuraamukset
Kosteusriskiluokka =	R1	normaali vaativuus
Rak.fys. suunnittelun luokka =	RF2	tarkennettu suunnittelu
Akustinen luokka =	C	Viranomaistaso
Lämmöneristävyyden taso =	N	Lämmin rakennus, viranomaistaso

**Rakennusfysikaaliset lähtötiedot:**

<u>Lämmöneristävyy</u>	N	Korotettu/poikkeava arvo tai kommentti
Alapohja, maanvarainen =	0,16 W/m <sup>2</sup> K	
Alapohja, ryömintätilallinen =	0,17 W/m <sup>2</sup> K	
Alapohja, ulkoilmaan rajoittuva =	0,09 W/m <sup>2</sup> K	
Yläpohja =	0,09 W/m <sup>2</sup> K	
Ulkoseinät =	0,17 W/m <sup>2</sup> K	
Ovet, ikkuna, yms. =	1 W/m <sup>2</sup> K	
<muu rakenne> =	W/m <sup>2</sup> K	
<muu rakenne> =	W/m <sup>2</sup> K	
<b><u>Ääneneristävyy</u></b>		
Välipohja, ilmaääni R' <sub>w</sub> =	44 dB	
Välipohja, askelääni L' <sub>n,w</sub> =	63 dB	
Ulkoseinät =	44 dB	
Väliseinät =	44 dB	
Ovet =	25 dB	

Yllä on listattu perusrakenteiden ääneneristävyydet.

**Perustamisolosuhteet ja rakennuksen perustaminen:**

Maaperän geotekninen kantavuus =	250	kN/m <sup>2</sup>
Paalutusluokka =	.	
Geotekninen luokka =	GL2	



**Kuormitukset:**

Eurokoodin kansallisen liitteen mukaiset kuormitukset, tarkemmat rakenneosai- tai sijaintikohtaiset kuormitukset kuormituslomakkeessa

Tasokuormat

Korotettu/poikkeava arvo tai kommentti

Pysyvät kuormat

YP1	$g_1 =$	5,00	kN/m <sup>2</sup>	
VP1	$g_1 =$	7,25	kN/m <sup>2</sup>	välipohja yleensä
VP2	$g_1 =$	6,00	kN/m <sup>2</sup>	iv-kh
AP1	$g_1 =$	7,50	kN/m <sup>2</sup>	
US1	$g_1 =$	7,10	kN/m <sup>2</sup>	
US2	$g_1 =$	5,90	kN/m <sup>2</sup>	
<muu rakenne>	$g_1 =$		kN/m <sup>2</sup>	

Muut huomioitavat omat painot

<muu rakenne>	$g_k =$		[kN/m <sup>3</sup> , kN/m <sup>2</sup> , kN/m, kN]
<muu rakenne>	$g_k =$		[kN/m <sup>3</sup> , kN/m <sup>2</sup> , kN/m, kN]
<muu rakenne>	$g_k =$		[kN/m <sup>3</sup> , kN/m <sup>2</sup> , kN/m, kN]

Hyötykuormat

VP1	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua, C1		
	Kuormaluokka =	C1	
	Kevyet väliseinät =	KYLLÄ, $g \leq 2,0$	Seinä $\leq 2,0$ kN/m
	Välipohja =	2,5	kN/m <sup>2</sup>
	Portaat =	3,0	kN/m <sup>2</sup>
	Parvekkeet =	2,5	kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	3,0	kN
	Kevyet väliseinät =	0,8	kN/m <sup>2</sup>
VP2	Erikoistila, kunten iv-kh		
	Kuormaluokka =	ERIKOISTILA	
	Kevyet väliseinät =	EI	Seinä $\leq 2,0$ kN/m
	Välipohja =	5,0	kN/m <sup>2</sup>
	Portaat =		kN/m <sup>2</sup>
	Parvekkeet =		kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	3,0	kN
	Kevyet väliseinät =	.	kN/m <sup>2</sup>
AP1	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua, C1		
	Kuormaluokka =	C1	
	Kevyet väliseinät =	KYLLÄ, $g \leq 2,0$	Seinä $\leq 2,0$ kN/m
	Välipohja =	2,5	kN/m <sup>2</sup>
	Portaat =	3,0	kN/m <sup>2</sup>
	Parvekkeet =	2,5	kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	3,0	kN
	Kevyet väliseinät =	0,8	kN/m <sup>2</sup>

YP1	Vesikatot, joille on pääsy vain normaalia kunnossapitoa ja korjaamista varten.		
	Kuormaluokka =	H	
	Lumikuorma maassa $S_k$ =	2,65	kN/m <sup>2</sup>
	Katon kaltevuus $\alpha$ =	10	°
	Tuulensuojakerroin $C_e$ =	1,0	normaali maasto
	Lämpökerroin $C_t$ =	1,0	
	Lumikuorman muotokerroin $\mu_i$ =	0,80	
	100 vuoden käyttöiän kerroin =	1,00	käyttöikä 50 vuotta
	Hyötykuorma =	0,4	kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	1,0	kN
	Lumikuorma katolla $s$ =	2,12	kN/m <sup>2</sup>
	Kinoslumikuorma (max) =		kN/m <sup>2</sup>
			Ei kinostuvaa lunta.

Piha	Kevyiden ajoneuvojen liikennöinti- ja paikoitusalue (kokonaispaino $\leq 30$ kN ja enintään 8 paikkaa kuljettajan lisäksi)		
	Kuormaluokka =	F	
	Tasainen kuorma (välipohja) =	2,5	kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	20,0	kN

#### Erikoiskuormat

<Erikoiskuorma 1> =  < kN tai kN/m<sup>2</sup>>

<Erikoiskuorma 2> =  < kN tai kN/m<sup>2</sup>>

#### Väestönsuojan kuormitukset

VSS Suojaluokka =	S1	
Painekuorma ympärirakenteille =	100	kN/m <sup>2</sup>
Painekuorma perustuksille =	25	kN/m <sup>2</sup>
Takaisinheilahduskuorma =	33	kN/m <sup>2</sup>
Ovien ja aukkojen ympärykset =	150	kN/m <sup>2</sup>
Hätäpoistumisreitit rakenteet =	25	kN/m <sup>2</sup>

#### Hyötykuormavähennykset:

Kirjataan mahdolliset käytettävät hyötykuormavähennykset, tarkemmat hyötykuormavähennyksen arvot rakenneosakohtaisissa laskelmissa.

Pinta-alavähennys

Pinta-alavähennyksen pienennyskerrointa voidaan käyttää palkki- ja laattarajenteille.

Käytetäänkö pinta-alavähennystä =

Kerrosvähennys

Kerrosvähennyksen pienennyskerrointa voi käyttää vain pilari- ja seinärakenteille.

Käytetäänkö kerrosvähennystä =

**Rakennemateriaalikohtaiset lähtötiedot:****Kantavat betonirakenteet**

Toteutusluokka =   
 Toleranssiluokka =  normaalitoleranssit

## Rasitusluokat

	Rasitusluokat	Paloluokka	C <sub>min</sub>	C <sub>min, palo</sub>		
Perustukset =	XC2		35/50		mm	
Sokkeli =	XC3,4	XF1	R60	35	10	mm
US, sisäkuori =	XC1		REI60	20	10	mm
US, ulkokuori =	XC3,4	XF1		30	10	mm
Väliseinä =	XC1		REI60	20	10	mm
Pilarit sisällä =	XC1		R60	20	40	mm
Palkki sisällä =	XC1		R60	20	30	mm
<muu rakenne> =						mm
<muu rakenne> =						mm

Muuta huomioitavaa:

**Muut kirjattavat lähtötiedot:**

Sisäkattojen kiinnitykset ovat henkilöturvallisuuden kannalta verrattavissa kantaviin rakenteisiin.

**Lähtötietojen hyväksynät:**

**Pääsuunnittelija**  
**allekirjoitus**

**Tilaaaja tai tilaajan edustaja**  
**allekirjoitus**

\_\_\_\_\_  
 Nimen selvennys  
*Pääsuunnittelija*

\_\_\_\_\_  
 Nimen selvennys  
*Tilaaaja*

Päiväys: 9.4.2016

Päiväys: 9.4.2016

Ovatko lähtötiedot hyväksytyt ja allekirjoitetut:


KYLLÄ suunnittelussa käytetään hyväksytyjä lähtötietoja

Ovatko lähtötiedot hyväksytyt ja allekirjoitetut:

KYLLÄ suunnittelussa käytetään hyväksytyjä lähtötietoja

Lisätiedot:

Lähtötietolomakkeen hyväksyntä tehdään allekirjoittamalla ja tämä dokumentti tai liittämällä se hankkeen virallisen kokouksen pöytäkirjan liitteeksi.

 FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy Osmontie 34, PL950, 00601 Helsinki email: etunimi.sukunimi@fcg.fi puh. 010 0490, fax 010 409 5001, www.fcg.fi	<b>Rakennetekniikan laaduvarmistuslomakeisto</b>	
	Tekijä: Ksu	
Päiväys: 14.4.2016		Sisältö:
Rakennuskohde: Esimerkki Päiväkoti	Työ no: P	Lähtötietolomake

## Rakennushankkeen rakennesuunnitteluselostus

### ESIMERKKI PÄIVÄKOTI

---



### RAKENNESUUNNITTELUSELOSTUS

---



FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy  
 Osmontie 34, PL950, 00601 Helsinki  
 puh. 010 0490, fax 010 409 5001, www.fcg.fi

**Kohdetiedot**

Rakennuskohde = Esimerkki Päiväkoti  
 Osoite = Esimerkkitie 11  
 Tonttitiedot = 00-000-0  
 Rakennustoimenpide = Uudisrakennus  
 Rakennusluvan Tunnus 000-2016-0000

**Suunnittelijatiedot**

Osapuoli Nimi  
 Pääsuunnittelija = *Pääsuunnittelija*  
 Vastaava rakennesuunnittelija = *Vastaava rakennesuunnittelija*  
 Projektipäällikkö = Kimmo Suomalainen  
 Rakennesuunnittelija = Kimmo Suomalainen  
 Rakennesuunnittelija = *Rakennesuunnittelija*  
 Elementtisuunnittelija =  
 Suunnitelmien tarkasta =  
 Suunnitelmien ulkopuolinen tarkastaja =

**Rakennuskohteen yleistiedot:**

Tarkennukset/kommentit

Kohteen tyyppi = Päiväkotirakennus  
 Paikkakunta = *Kaupunki*  
 Kerrosluku = 2 krs  
 Bruttopinta-ala = 2245 m<sup>2</sup>  
 Kerrosala = 2116,5 m<sup>2</sup>  
 Tilavuus = 17000 m<sup>3</sup>  
 Suurin kantavan rakenteen jänneväli = 10,5 m

Kantavien rakenteiden suunnittelutehtävän vaativuusluokka hanketietojen perusteella:

**Vaativa kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä**

**Hankeen riskitaso- vaativuus- ja seuraamusluokka:**

Arvojen valinnan apuna voidaan käyttää alustavaa riskiarviolomaketta ja RIL241-2007 ohjeita

Vaativuusluokka = V2 keskisuuri vaativuus  
 Seuraamusluokka = S2 keskisuuret seuraamukset  
 Riskitasoluokka = R2 erityismenettely erityistapauksissa

Erityismenettelyn tai osittaisen erityismenettelyn toimenpiteet ja mahdolliset rakennusluvan ja rakennusvalvonnan kirjaukset ja vaatimukset:

Ei erityismenettelyvaatimuksia. Normaalit rakenteellisen turvallisuuden varmistamisen toimenpiteet yrityksen sisäisillä laadunvarmistustoimenpiteillä.

**Kohderiippuvaiset lähtötiedot:**

Rakennuksen paloluokka =	P1	kestää paloa sortumatta
Rakennuksen palonkestovaatimus =	REI 60	palonkestovaatimus yleensä
Luotettavuusluokka =	RC2	KFI = 1,0
Seuraamusluokka =	CC2	normaalit seuraamukset
Onnett.til. seuraamusluokka =	2a	melko pienen riskin ryhmä
Suunnittelukäyttöikä =	50	Vuotta
VSS Suojaluokka =	S1	koko alle 135 m <sup>2</sup>
Geotekninen luokka =	GL2	vaativat kohteet
Paalutusluokka =	.	Ei paaluja
<b>Rakennusfysikaaliset luokat</b>		
Vaativuusluokka =	V2	keskisuuri vaativuus
Seuraamusluokka =	S2	normaalit seuraamukset
Kosteusriskiluokka =	R1	normaali vaativuus
Rak.fys. suunnittelun luokka =	RF2	tarkennettu suunnittelu
Akustinen luokka =	C	Viranomaistaso
Lämmöneristävyyden taso =	N	Lämmin rakennus, viranomaistaso

**Rakennusfysikaaliset lähtötiedot:**

<u>Lämmöneristävyys</u>	N	Korotettu/poikkeava arvo tai kommentti
Alapohja, maanvarainen =	0,16 W/m <sup>2</sup> K	
Alapohja, ryömintätalallinen =	0,17 W/m <sup>2</sup> K	
Alapohja, ulkoilmaan rajoittuva =	0,09 W/m <sup>2</sup> K	
Yläpohja =	0,09 W/m <sup>2</sup> K	
Ulkoseinät =	0,17 W/m <sup>2</sup> K	
Ovet, ikkuna, yms. =	1 W/m <sup>2</sup> K	
<muu rakenne> =	W/m <sup>2</sup> K	
<muu rakenne> =	W/m <sup>2</sup> K	
<b><u>Ääneneristävyys</u></b>		
Välipohja, ilmaääni R' <sub>w</sub> =	44 dB	
Välipohja, askelääni L' <sub>n,w</sub> =	63 dB	
Ulkoseinät =	44 dB	
Väliseinät =	44 dB	
Ovet =	25 dB	

Yllä on listattu perusrakenteiden ääneneristävyydet.

**Perustamisolosuhteet ja rakennuksen perustaminen:**

Maaperän geotekninen kantavuus =	250	kN/m <sup>2</sup>
Paalutusluokka =	.	
Geotekninen luokka =	GL2	

Kuvaus perustamisolosuhteista, rakennuksen perustamisesta ja muut huomioitavat pohjarakentamiseen vaikuttavat tekijät

Maaperä on arvioitu pohjatutkimuksen perusteella lähellä maanpintaa pääosin hiekaksi ja syvemmällä moreeniksi. Porakonekairauksien perusteella maakerroksien alla on kallio n. 0,5-3 metrin syvyydessä. Rakennus perustetaan maanvaraisten anturoiden välityksellä kallion päälle tiivistetyn murskekerroksen varaan. Tarkemmat tiedot perustamisolosuhteista on esitetty perustamistapalausunnossa.

**Kuvaus rakennejärjestelmästä:**

Rakennuksessa on tuuletettu alapohja, perusmuurit ovat sokkelielementtejä ja alapohjan kantavana rakenteena on eristetyt ontelolaatat. Rakennus on kaksikerroksinen, runko muodostuu ulkoseinien kantavista seinäelementeistä ja keskiosan liittopilareista ja deltapalkeista. Väli- ja yläpohjan laatastot ovat ontelolaattaelementtejä. Rakennuksessa on kaksikerroksinen paikalla valettu väestönsuoja. Vesikatton rakenteet tehdään yläpohjan ontelolaattojen päälle, vesikatteena on konesaumattu peltikate. Julkisivu on pääosin paikalla muurattu.

**Kuvaus rakennuksen jäykistysjärjestelmästä:**

Rakennukseen kohdistuvat ulkoiset vaakakuormat (tuuli) siirtyvät välipohjalle ulkoseinien tai lasijulkisivujen pystyrunkojen kautta. Pystyrakenteiden vinoudesta aiheutuvat lisävaakavoimat siirtyvät jäykistäville pystyrakenteille välipohjien ontelolaattatasojen välityksellä, jotka ovat raudoitettu levyvaikutuksen varmistamiseksi. Kuormat jakaantuvat jäykistäville rakenteille niiden jäykkyyksien suhteessa. Jäykistäviä pystyrakenteita ovat rakennuksen sivujen 200 mm paksut teräsbetoniset seinäelementit ja paikalla valettu väestönsuoja.

**Kuormitukset:**

Eurokoodin kansallisen liitteen mukaiset kuormitukset, tarkemmat rakenneosai- tai sijaintikohtaiset kuormitukset kuormituslomakkeessa

Tasokuormat ja pysyvät kuormat

Korotettu/poikkeava arvo tai kommentti

## Pysyvät kuormat

YP1	gk =	5,00	kN/m <sup>2</sup>	
VP1	gk =	7,25	kN/m <sup>2</sup>	välipohja yleensä
VP2	gk =	6,00	kN/m <sup>2</sup>	iv-kh
AP1	gk =	7,50	kN/m <sup>2</sup>	
US1	gk =	7,10	kN/m <sup>2</sup>	
US2	gk =	5,90	kN/m <sup>2</sup>	
<muu rakenne>	gk =		kN/m <sup>2</sup>	

## Muut huomioitavat omat painot

<muu rakenne>	gk =		[kN/m <sup>3</sup> , kN/m <sup>2</sup> , kN/m, kN]
<muu rakenne>	gk =		[kN/m <sup>3</sup> , kN/m <sup>2</sup> , kN/m, kN]
<muu rakenne>	gk =		[kN/m <sup>3</sup> , kN/m <sup>2</sup> , kN/m, kN]

## Hyötykuormat

VP1	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua, C1	
	Kuormaluokka =	C1
	Kevyet väliseinät =	KYLLÄ, $g \leq 2,0$ Seinä $\leq 2,0$ kN/m
	Välipohja =	2,5 kN/m <sup>2</sup>
	Portaat =	3,0 kN/m <sup>2</sup>
	Parvekkeet =	2,5 kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	3,0 kN
	Kevyet väliseinät =	0,8 kN/m <sup>2</sup>

VP2	Erikoistila, kunten iv-kh	
	Kuormaluokka =	ERIKOISTILA
	Kevyet väliseinät =	EI Seinä $\leq 2,0$ kN/m
	Välipohja =	5,0 kN/m <sup>2</sup>
	Portaat =	kN/m <sup>2</sup>
	Parvekkeet =	kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	3,0 kN
	Kevyet väliseinät =	. kN/m <sup>2</sup>

AP1	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua, C1	
	Kuormaluokka =	C1
	Kevyet väliseinät =	KYLLÄ, $g \leq 2,0$ Seinä $\leq 2,0$ kN/m
	Välipohja =	2,5 kN/m <sup>2</sup>
	Portaat =	3,0 kN/m <sup>2</sup>
	Parvekkeet =	2,5 kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	3,0 kN
	Kevyet väliseinät =	0,8 kN/m <sup>2</sup>

YP1	Vesikatot, joille on pääsy vain normaalia kunnossapittoa ja korjaamista varten.	
	Kuormaluokka =	H
	Lumikuorma maassa $S_k$ =	2,65 kN/m <sup>2</sup> Kaupunki
	Katon kaltevuus $\alpha$ =	10 °
	Tuulensuojakerroin $C_e$ =	1,0 normaali maasto
	Lämpökerroin $C_t$ =	1,0
	Lumikuorman muotokerroin $\mu_i$ =	0,80
	100 vuoden käyttöiän kerroin =	1,00 käyttöikä 50 vuotta
	Hyötykuorma =	0,4 kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	1,0 kN
	Lumikuorma katolla $s$ =	2,12 kN/m <sup>2</sup>
	Kinoslumikuorma (max) =	1,00 kN/m <sup>2</sup> Kinoslumikuormat esitetty suunnitelmissa

Piha	Kevyiden ajoneuvojen liikennöinti- ja paikoitusalue (kokonaispaino $\leq 30$ kN ja enintään 8 paikkaa kuljettajan lisäksi)	
	Kuormaluokka =	F
	Tasainen kuorma (välipohja) =	2,5 kN/m <sup>2</sup>
	Pistekuorma =	20,0 kN



Vaakakuormat

## Tuulikuorma

Tuulikuorman lasketa toteutetaan erillisen laskentavälilehden mukaisesti, joka laitetaan tarvittaessa tämän asiakirjan liitteeksi.

Rakennuksen korkeus =	12,5	m
Rakennuksen lyhyemmän sivun pituus =	34	m
Rakennuksen pidemmän sivun pituus =	49,7	m
Puuskanopeuspaine $q_p(z)$ =	0,52	kN/m <sup>2</sup>
Kokonaistuulikuorma, lyhyempi sivu =	221,0	kN
Kokonaistuulikuorma, pidempi sivu =	323,1	kN

Pystyrakenteiden vinoudesta aiheutuvat lisävaakavoimat

$$\theta_i = \theta_0 * \alpha_h * \alpha_m$$

Rakennuksen korkeus l =	13	m
Pystyrakenteiden määrä m =	45	kpl
oi =	0,0024	
Fd =	51779	kN
Vaikuttava vaakavoima Fd*oi =	123	kN

Erikoiskuormat

<Erikoiskuorma 1> =		< kN tai kN/m <sup>2</sup> >
<Erikoiskuorma 2> =		< kN tai kN/m <sup>2</sup> >

Väestönsuojan kuormitukset

VSS Suojaluokka =	S1	
Painekuorma ympärirakenteille =	100	kN/m <sup>2</sup>
Painekuorma perustuksille =	25	kN/m <sup>2</sup>
Takaisinheilahduskuorma =	33	kN/m <sup>2</sup>
Ovien ja aukkojen ympärökset =	150	kN/m <sup>2</sup>
Hätäpoistumisreitit rakenteet =	25	kN/m <sup>2</sup>

Muuta huomioitavaa:

Väestönsuoja on kaksi kerroksinen ja oviaukkojen ympärirakenteet mitoitetaan sortumakuormalle ovien aukeamisen varmistamiseksi.

Rakenteiden mitoituksessa kuormitusyhdistelmissä kuorman osavarmuuskertoimena voidaan käyttää arvoa 1. Teräsbetonirakenteiden mitoituksessa raudituksen lujuuden ja betonin puristuslujuuden ominaislujuuksia voidaan korottaa 20 % ja materiaaliosavarmuuslukuina voidaan käyttää arvoa 1.

**Kuormitusyhdistelmät:**

Kohteessa on käytetty SFS-EN 1990 mukaisia kuormitusyhdistelmiä, jotka on listattu alla.

**EQU**

Jäykkänä kappaleena tarkasteltavan rakenteen tai sen minkä tahansa osan staattisen tasapainon menetys.

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,1K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,5K_{FI} Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

**SRT**

Rakenteen tai rakenneosien sisäinen vaurioituminen tai liian suuri siirtymätila, kun rakenteen rakennusmateriaalien lujuus on määräävä; tarkasteltavia rakenneosia ovat myös anturat, paalut, kellarin seinät jne

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,15K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,5K_{FI} Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

tai kuitenkin vähintään

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,35K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j}$$

**GEO**

Maan peittäminen tai liian suuri siirtymätila, kun maakerroksen tai kallion lujuus on merkittävä kestävyuden saavuttamisen kannalta

$$q_d = \left. \begin{matrix} 1,0K_{FI} \\ 1,0 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,3K_{FI} Q_{k,1} + 1,3K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

**Onnettomuustilanne**

Onnettomuustilanteissa käytettävä kuormitusyhdistely

$$q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

**Hyötykuormavähennykset:**

Kirjataan mahdolliset käytettävät hyötykuormavähennykset, tarkemmat hyötykuormavähennyksen arvot rakenneosakohtaisissa laskelmissa.

Pinta-alavähennys

Pinta-alavähennyksen pienennyskerrointa voidaan käyttää palkki- ja laattarajenteille.

Käytetäänkö pinta-alavähennystä =

Kerrosvähennys

Kerrosvähennyksen pienennyskerrointa voi käyttää vain pilari- ja seinärakenteille.

Käytetäänkö kerrosvähennystä =

## Rakennemateriaalikohtaiset lähtötiedot:

### Kantavat betonirakenteet

Toteutusluokka = 

2
---

  
 Toleranssiluokka = 

1
---

 normaalitoleranssit

### Rasitusluokat

	Rasitusluokat	Paloluokka	C <sub>min</sub>	C <sub>min, palo</sub>		
Perustukset =	XC2		35/50		mm	
Sokkeli =	XC3,4	XF1	R60	35	10	mm
US, sisäkuori =	XC1		REI60	20	10	mm
US, ulkokuori =	XC3,4	XF1		30	10	mm
Väliseinä =	XC1		REI60	20	10	mm
Pilarit sisällä =	XC1		R60	20	40	mm
Palkki sisällä =	XC1		R60	20	30	mm
<muu rakenne> =						mm
<muu rakenne> =						mm

### Raudoitukset:

Betoniteräksenä käytetään B 500 B, A 500 HW tai muuta SFS- standardin vaatimukset täyttävää teräs- laatua. Betoniteräksellä tulee olla varmennustodistus. Raudoitukset tehdään piirustusten mukaisesti. Raudoituksen tuenta ja käytettävät välikkeet tulee suunnitella ja tehdä siten, että vaaditut betonipeitepaksuudet ja pinnan laatuvaatimukset saavutetaan (SFS-EN 1992-1-1 luku 4 ja kansallinen liite). Välikkeitä on käytettävä vähintään 4 kpl/m<sup>2</sup>. Raudoituksen käytettävien terästen tulee olla puhtaita ruosteesta yms. epäpuhtauksista. Kaikkien lämmöneristeiden läpi menevien teräsosien on oltava ruostumatonta terästä (AISI 304).

### Muuta huomioitavaa:

**Jatkuvan sortuman hallinta ja onnettomuustilanne**

Jatkuvan sortuman hallinnan toimenpide:

**Rajoitetaan paikallisen vaurion laajeneminen**

- a) korvaavan rakennesysteemin käyttö
  
- b) liitosten mitoitus betoninormikortin 23EC kohdassa 4 esitetyille voimille

Kuvaus toimenpiteiden toteuttamisesta:

SFS-EN 1991-1-7 luvun 3 mukaan on hyväksyttävää suunnitella rakenne siten, että onnettomuustilanteessa voi syntyä paikallisia vaurioita. Paikallinen vaurio ei saa kuitenkaan aiheuttaa koko rakennuksen tai sen merkittävän osan sortumista. Tällöin saavutetaan riittävä vaurionsietokyky, jotta rakennus ei sorru erityyppisten määrittelemättömien onnettomuuskuormien vaikutuksesta. Vähimmäiskesto, jonka rakennuksen tarvitsee olla toimintakykyinen, on se aika, joka tarvitaan ihmisten poistumiseen ja pelastamiseen rakennuksesta ja sen välittömästä läheisyydestä

Määrittelemättömästä syystä aiheutuvan paikallisen vaurioitumisen laajuus on yhdessä kerroksessa enintään 15% kyseisen kerroksen lattiapinta-alasta ja enintään 100 m<sup>2</sup>. Vaurio saa tapahtua monikerroksisessa rakennuksessa kahdessa päällekkäisessä kerroksessa. Rakennuksen kantaviin rakenteisiin ei kohdistu tässä tapauksessa törmäyskuormia

EN 1991-1-7 ( + kansallinen liite) ja EN 1992-1-1 mukaan rakennuksissa, joita ei ole monoliittisesti suunniteltu kestäämään onnettomuuskuormia, tulee

- a) olla jatkuvan sortumisen estämiseen soveltuva sidejärjestelmä, joka mahdollistaa
  - b) vaihtoehtoisesti tarkistaa, että kun rakennuksesta poistetaan mikä tahansa tukipilari, pilaria tukeva palkki tai seinän lohko, rakennus ei menetä stabiliteettiaan eikä paikallinen vaurioituminen ylitä hyväksyttävää rajaa.
- Valitaan hyväksyttävä tapa a ja liitokset mitoitetaan seuraamusluokka 2b:n muokaisten vaatimusten mukaisesti

**Muuta huomioitavaa:**

Sisäkattojen kiinnitykset ovat henkilöturvallisuuden kannalta verrattavissa kantaviin rakenteisiin ja niiden kiinnityksiin, sekä rakenteisiin tulee kiinnittää huomiota.

**Asiakirjan hyväksynät:**

**Suunnittelija/täyttää**

**allekirjoitus**



Nimen selvennys

Kimmo Suomalainen

Päiväys: 12.4.2016

Onko asiakirja hyväksytty ja allekirjoitettu:

KYLLÄ valmis toimitettavaksi

Lisätiedot:

**Tarkastaja/hyväksyjä**

**allekirjoitus**



Nimen selvennys

Kimmo Suomalainen

Päiväys: 12.4.2016

Onko asiakirja hyväksytty ja allekirjoitettu:

KYLLÄ valmis toimitettavaksi

<b>Sää- ja olosuhdesuojauksen riskiarvio</b>			
Rakennusluvan tunnus:		Pvm:	
<b>Yleistiedot</b>			
Kohteen nimi			
Rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja/rakennuttaja		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Omistaja/käyttäjä		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Pääsuunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Vastaava rakennesuunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Vastaava KVV-suunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Vastaava IV-suunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Valvoja, rakennustekniset työt		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Valvoja, TATE-työt (myös sähkö)		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Kosteudenhallintasuunnitelman laatija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Kosteudenhallinnan vastuuhenkilö		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Muu osapuoli		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Rakennuksen käyttötarkoitus			
Kohteen tilavuus ja pinta ala	br-m3		br-m2
Rakennuksen runkojärjestelmä (materiaalit, rakenteet - kosteusteknisesti merkittävät)			
<b>Mahdolliset vahingot ja niiden seuraamukset 1=ei mahdollinen ; 5=erittäin todennäköinen</b>			
<b>Mahdolliset vahingot ja niiden kuvaus:</b>			
Kastuminen		Mahdollinen (arvio 1-5):	
Veden kertyminen rakenteisiin		Mahdollinen (arvio 1-5):	
Materiaalien vaurioituminen kastumisen seurauksena		Mahdollinen (arvio 1-5):	
Rakenteiden vaurioituminen jäätyksen seurauksena		Mahdollinen (arvio 1-5):	
Muu		Mahdollinen (arvio 1-5):	
	<b>Vaurioiden ja seuraamaksien todennäköisyys (ka. 1-5):</b>		
<b>Suojauksen suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä</b>			
<b>Rakennus- ja rakennesuunnittelun ratkaisut sekä olosuhteet</b>			
	ON	EI	Tarkennus: (mikä/mitä)
Rakennuksen muoto			
Rungon muoto tavanomainen			
Kattomuoto tavanomainen			
Julkisivussa on ulokkeita ja/tai vinoja pintoja			
Rakenteet			
Koteloita ja onteloita joihin vesi/lumi voi kertyä			
Saumoja, joiden kautta vesi/lumi voi kulkeutua			
Kosteusrasitukselle herkkiä materiaaleja			
Materiaalien liitoskohdista johtuvia riskikohtia			
Olosuhteet			
Sijainnista johtuvia			
Vuodenajasta johtuvia			
Työvaiheiden yhteensovittamisesta johtuvia			
Muut suojaukseen vaikuttavat seikat:			
<b>Suojauksen suunnittelun toteutus</b>			
	ON	EI	Lisätiedot:
Riskiarvio tehty			
Riskikohdat kartoitettu			
Ratkaisut viety suunnitelmaan			
Huomioitu kuljetuksen aikaiset kosteusriskit			
Huomioitu varastoinnin aikaiset kosteusriskit			
Huomioitu asennuksen aikaiset kosteusriskit			
Huomioitu rakenteiden keskeneräisyydestä johtuvat kosteusriskit			
Huomioitu rakennuksen sisällä tapahtuvat vesivahingot			
Luetteloitu suojaukseen tarvittavat tarvikkeet			
Luetteloitu vesivahingon torjumiseen tarvittava kalusto			
Määriteltä tarvittavat henkilöresurssit			
Määriteltä suojausten dokumentointi			
Määriteltä vesivahinkojen dokumentointi			
Ohjeistettu vesivahinkojen torjuminen			
Ohjeistettu vesivahinkojen kuivattaminen ja seuranta			

Suojaussuunnitelman käyttöönotto		ON	EI	Lisätiedot:	
Vastuhenkilö nimetty					
Työntekijöiden perehdyttäminen on ohjeistettu					
Sovittu suunnitelmanmukaisuuden valvonnasta					
Sovittu poikkeamien raportoinnista					
Varmistettu suojaustarvikkeiden saatavuus					
Varmistettu kaluston saatavuus työmaalla					
Muut suunnitelman käyttöönottoon liittyvät seikat erillisellä liitteellä					
<b>Allekirjoitukset</b>				Pvm.	
Vastaava työnjohtaja					
Pääsuunnittelija					
Rakennushankkeeseen ryhtyvän adustaja					
Kosteudenhallinnan vastuhenkilö					
<b>Viranomaisen merkintöjä. Esim. töiden keskeyttäminen jpitakin osin laiminlyöntien johdosta</b>					
Erittely laiminlyönneistä ja seuraamuksista on kirjattu lomakkeen taakse tai liitteelle			ON	EI	Liite
Viranomaisen nimi ja päivämäärä					
Viranomaisen allekirjoitus					
<b>Lomakkeen täyttävä ja tehtävä:</b>					

Rakenteellisen turvallisuuden alustava riskiarvio			
			Pvm:
<b>Yleistiedot</b>			
Kohteen nimi	-----		
Rakennuttaja	-----		
Omistaja/käyttäjä	-----		
Pääsuunnittelija	-----		
Vastaava rakennesuunnittelija	-----		
Rakennuksen käyttötarkoitus	-----		
Kohteen tilavuus ja pinta ala	br-m3		br-m2
Rakennuksen runkojärjestelmä (materiaalit, rakenteet)	-----		
-----			
<b>Vahinkojen seuraamukset</b>			
<b>Mahdolliset vahingot ja niiden kuvaus:</b>			
- henkilövahingot	-----	Seuraamusluokka S1 (1-3):	
- ympäristövahingot	-----	Seuraamusluokka S2 (1-3):	
- taloudelliset vahingot	-----	Seuraamusluokka S3 (1-3):	
		<b>Seuraamusluokka S (1-3):</b>	
<b>Hankkeen vaativuus</b>			
<b>V1. Suunnittelun ja/tai toteutuksen kannalta vaativia rakenteita ovat:</b>			
	ON	EI	Tarkennus:
- rakenteet, joissa on suuri jänneväli, esim.			
- kupoli- tai kaarikatto, jänneväli yli 20 m			
- esivalmistettu rakenne, jänneväli yli 25 m (betoni, puu) tai 36 m (teräs)			
- muu paikalla valmistettu rakenne, jänneväli yli 15 m			
- korkea rakennus: yli 8 krs. (betoni- tai teräsrak.) tai 3-4 krs. (puurakennus)			
- tavanomaisesta poikkeava liittorakenne			
- vakavuussuunnittelun osalta erityisen vaativa			
- muu vaativa erikoisrakenne, esim.			
- uusi rakenne tai liitos, joista ei ole käyttökokemusta			
- vaativa liitos, esim. sisältää piiloon jääviä liitososia			
- muu riskialtis rakenne (myös ei-kantava)			
- vaativat pohjarakennusolosuhteet			
- <b>rakennushanke on erittäin vaativa Rak Mk A1 kohdan 3.2.1 ohjeen mukaan</b>			
			Vaativuus V1 (1-3):
<b>V2. Vaativia kuormitustilanteita</b>			
	ON	EI	Tarkennus:
- suuret epäsymmetriset kuormat raskaat kuormat			
- suuret pistekuormat			
- suuret dynaamiset kuormat			
- suuret kuormitusvaihtelut ja törmäyskuormat			
- vaativat lumi- ja tuulikuormat, esim. rakennuksen muodon takia			
			Vaativuus V2 (1-3):
<b>V3. Teknisesti vaativa käytön, huollon ja ulkoisten olosuhteiden kannalta</b>			
Kuvaus:			
-----			
			Vaativuus V3 (1-3):
<b>V4. Vaativa hankkeen tiedonhallinnan ja organisaation kannalta</b>			
Kuvaus:			
-----			
			Vaativuus V4 (1-3):
		<b>Vaativuusluokka V (1-3):</b>	
		<b>Riskitasoluokka R (1-3)</b>	
<b>Erityismenettelyn tarve (ks. ohje, taulukko 1) ja ehdotus toimenpiteiksi:</b>			
-----			
Lomakkeen täyttäjän ja tehtävän:			



25.2.2016

## **YAMK opinnäytetyö** **Työnimi: Laadunhallinta ja -varmistus** **rakennesuunnitteluprojektissa**

### **Opinnäytetyön tavoite:**

- Pyrkii löytämään ja tuottamaan toimintamalli suunnittelun ja suunnitelmien laadunvarmistukseen sisäisessä tarkastuksessa, ennen kuin aineisto luovutetaan eteenpäin.
- Tavoitteena luoda yrityksen laatujärjestelmän osaksi vakioitu tarkastusprosessi suunnitelmien laadunvarmistukseen.
- Tuottaa tarkastusprosessin tueksi tarkastuslomakkeita excel-pohjaisesti, joiden avulla voidaan yksinkertaisesti ja käyttäjälähtöisesti suorittaa suunnitelmien sisäistä tarkastusta. Tarkastuslomake toteutetaan siten, että sitä voidaan käyttää koko suunnitteluprosessin läpi suunnittelun tukena.
- Tarkastella rakennesuunnittelua ohjaavia määräyksiä ja ohjeita ja toteuttaa yksinkertaistettu toimintamalli, jonka avulla tärkeimmät asiat ja kaikki tarvittavat lähtötiedot tulevat huomioiduksi rakennuskohteen suunnittelussa ja suunnitelmien tarkastamisessa.
- Pyrkimyksenä löytää mahdollisesti myös uusia toimintamalleja, joiden avulla suunnitteluprosessia ja sen toimivuutta voisi parantaa.
- Työllä pyritään tukemaan ja toteuttamaan:
  - Suunnittelun teknistä onnistumista
  - Tukea asiakastyytyväisyyttä ja suunnitelmien laatua
  - Kehitettävä ja laajennettava laadunvarmistuksen malli itselle luovutukseen/sisäiseen tarkastukseen

### **Työn rajaus:**

- Työ rajataan teräsbetonirakenteisiin suunnittelukohteisiin, mutta sisällytetään rakennusfysiikka ja pohjarakentaminen, jotta saadaan täysi suunnittelukokonaisuus.
- Puu-, teräs-, ja liittorakenteet jätetään pois rakennusmateriaaliriippuvaisesta osuudesta (tulevaisuuden kehittämiskohde)
- Työssä ei käsitellä koneperustuksia tai dynaamisia kuormia

25.2.2016

---

**Kyselyn tarkoitus:**

- Pyrkiä selvittämään suunnittelijoiden näkemys miten he käsittävät laadunvarmistuksen suunnittelussa, mitkä ovat suunnittelun ongelmakohdat, millainen suunnittelun tarkastusasiakirjan tulisi olla ja mitä asioita siihen tulisi sisällyttää.
- Vaikka työ itsessään on rajattu teräsbetoniin suunnittelukohteisiin, niin vastauksissa ei tätä rajausta tarvitse tehdä.

**Vastaa vapaamuotoisesti alla oleviin kysymyksiin omien kokemuksiesi ja mielipiteidesi mukaan:**

1. Mitä termi laadunvarmistus mielestäsi tarkoittaa rakennesuunnittelussa?

-  
-

2. Mitkä ovat mielestäsi suurimmat ongelmat ja haasteet rakennesuunnitteluprojekteissa ja suunnitelmien tuottamisessa?

-  
-

3. Millaisena näet suunnitelmien laadunvarmistuksen/sisäisen tarkastuksen tarpeen? Miten mielestäsi suunnittelun laadunvarmistus tulisi toteuttaa?

-  
-

4. Mitkä asiat olisivat mielestäsi oleellisimpia, joita suunnitelmien tarkastuslomakkeessa tulisi tarkastaa?

-  
-

5. Millaisen toivoisit tarkastuslomakkeen olevan, jotta sitä olisi helppo käyttää suunnitteluprojektissa ja, että lomaketta tulisi myös käytettyä?

-  
-

6. Muuta? Kirjoita vapaasti kommentteja, jos kyselylomakkeen aiheesta tai kysymyksistä heräsi muita ajatuksia.

-  
-