



Rakennesuunnittelun lähtötiedot euro- koodijärjestelmässä

Lähtötietotaulukko

Olli Kukka

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2014
Rakennustekniikka
Talorakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka

OLLI KUKKA

Rakennesuunnittelun lähtötiedot eurokoodijärjestelmässä
Lähtötietotaulukko

Opinnäytetyö 83 sivua, joista liitteitä 14 sivua
Helmikuu 2014

Rakennesuunnittelussa lähtötietojen hakeminen vie paljon aikaa, koska tiedot ovat usein hajallaan ja niitä joudutaan etsimään useasta paikasta. Opinnäytetyössä tehtiin Excel-ohjelmalla lähtötietotaulukko, joka toimii työkaluna rakennusprojektin suunnittelun alussa helpottaen tiedonkeräystä ja ohjeistaen kuormien määrityksissä sekä kuormitusyhdistelyissä. Lisäksi taulukkoa on automatisoitu siten, että se informoi käyttäjää, tämän tekemien valintojen perusteella sekä määrittää tiettyjä kuormia. Taulukossa käydään läpi rakennesuunnittelun lähtötietojen pääasiat sekä ohjeistetaan oikeiden tietojen täyttöön. Taulukon tulosteesta saadaan helposti paljon tärkeää tietoa rakennesuunnittelun tekemiseen.

Tässä opinnäytetyössä esitellään lähtötietotaulukon toimintaa ja sen antamaa tietoa. Rakennusmateriaaleista työ on rajattu puu-, betoni- ja teräsrakenteisiin sekä niiden vaatimuksiin. Taulukko pohjautuu kirjan RIL 229-2-2013 ohjeeseen ”Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet” sekä tilaajan kanssa käytyihin keskusteluihin tarpeellisista lähtötiedoista. Opinnäytetyössä käytetyt ohjeet ja kuormat on kerätty eurokoodeista, Suomen kansallisista liitteistä sekä muista standardeista ja alan ohjeistuksista. Taulukon tulosteen täytyy olla informatiivinen ja sopivan pituinen, joten taulukkoon on poimittu aiheista vain tärkeimmät pääasiat. Jos suunnittelua tehdessä tarvitsee tutustua syvemmin taulukon käsittelemiin aiheisiin, taulukossa on annettu linkit aiheita käsitteleviin asiakirjoihin.

Lopputuloksena saatiin kattava tietopaketti, joka auttaa lähtötietojen määrityksessä. Työn avulla rakennesuunnittelija saa helposti kerättyä tarvittavat lähtötiedot ja pystyy rakennelaskelmia sekä – suunnitelmia tehdessään löytämään tarvittavat tiedot nopeasti ja luotettavasti.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme of Civil Engineering
Option of structural Engineering

OLLI KUKKA:

Initial data for structural engineering in Eurocode- system
Initial data table

Bachelor's thesis 83 pages, appendices 14 pages
February 2014

Searching for initial data during structural engineering takes a lot of time because usually the information is scattered and must be searched from different places. The purpose of this thesis was to create table which works as a tool for collecting information and instructs in load definition and load combinations definition. In addition, the table is automated so that it informs the user according to the choices made and defines certain loads. Table goes through the main points of structural design and instructs how to fill in the correct information. Target is that structural engineer receives a lot of important information from one form.

This thesis presents features of the initial data table and information it offers. Table focuses on wood, concrete and steel structures from construction materials and their requirements. Content of the table is based on instructions “The basics of structural design and execution” from book RIL 229-2-2013 and discussions with client about essential information. Data used in the table is collected from European standards, Finland’s national annexes and other standards and guidelines. Output of initial data table must be informative and its length must be appropriate so the table deals only with the most important main points. If more information is needed during the design, table provides links to relevant documents.

The end result of this thesis was comprehensive information package which helps in initial data definition. With the help of initial data table structural engineer can easily collect initial data and find needed information fast and reliably.

Key words: initial data, structural system, loads, material properties

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	PERUSTIEDOT JA RAKENTEELLINEN JÄRJESTELMÄ.....	9
	2.1 Energiatehokkuus.....	9
	2.2 Ilmanvuotoluku	9
	2.3 Rakenteiden vaativuusluokat	10
	2.4 Seuraamusluokka	10
	2.5 Käyttöikä.....	12
	2.6 Paloluokka	13
	2.7 Geotekninen luokka	17
	2.8 Stabiilitteetti	18
	2.9 Väestönsuoja	19
3	KUORMITUKSET	21
	3.1 Tasojen kuormat	21
	3.2 Trukkikuorma	24
	3.3 Tuulikuorma.....	25
	3.3.1 Maastoluokka	25
	3.3.2 Nopeuspaineen laskenta	26
	3.3.3 Rakennekerroin	29
	3.3.4 Voimakkeroin c_f	31
	3.4 Lumikuorma.....	33
	3.4.1 Tuulensuojaisuuskerroin	34
	3.4.2 Lämpökerroin	35
	3.4.3 Muotokerroin	35
	3.4.4 Korotuskerroin	35
	3.5 Erikoiskuormat.....	37
	3.6 Väestönsuojan katastrofikuormat.....	38
	3.7 Lisävaakavoimat	40
	3.7.1 RIL 144:ssä esitetty menettelytapa	40
	3.7.2 Eurokoodissa esitetty menettelytapa	41
	3.8 Törmäyskuormat	44
	3.8.1 Katuliikenteestä aiheutuvat törmäyskuormat.....	45
	3.8.2 Suistuneen junan aiheuttamat törmäyskuormat	48
4	MATERIAALIOMINAISUUDET.....	50
	4.1 Betonirakenteet	50
	4.1.1 Toteutusluokka.....	50
	4.1.2 Toleranssiluokka	51

4.1.3	Rasitusluokat.....	51
4.2	Teräsrakenteet.....	53
4.2.1	Käyttöluokka ja tuotantoluokka.....	53
4.2.2	Toteutusluokka.....	55
4.2.3	Toleranssiluokka.....	55
4.2.4	Rasitusluokat.....	56
4.2.5	Hitsiluokka.....	57
4.3	Puurakenteet.....	58
4.3.1	Toteutus- ja toleranssiluokka.....	58
4.3.2	Käyttöluokat.....	59
4.3.3	Liimatyypit.....	60
5	KUORMITUSYHDISTELMÄT.....	61
6	RAKENNUSFYSIKKA.....	63
7	LÄHTÖTIETOTAULUKON TOIMINTA.....	65
8	POHDINTA.....	66
	LÄHTEET.....	67
	LIITTEET.....	70
	Liite 1. Rasitusluokat.....	70
	Liite 2. Malli lähtötietotaulukon tulosteesta.....	72

LYHENTEET JA TERMIT

$Q_{k,dyn}$	hyötykuorman dynaaminen ominaisarvo
φ	dynaaminen suurennuskerroin
z_0	maastoluokasta riippuva kerroin
z_{min}	maastoluokasta riippuva kerroin
q_p	nopeuspaineen ominaisarvo
I_v	tuulenpuuskien intensiteetti
v_m	tuulennopeuden modifioitu perusarvo
q_b	nopeuspaineen perusarvo
C_e	altistuskerroin
ρ	ilman tiheys
c_r	rosoisuuskerroin
c_o	pinnanmuotokerroin
v_b	tuulennopeuden perusarvo
σ_v	turbulenssin keskihajonta
k_r	rosoisuusmitasta z_0 riippuva maastokerroin
k_l	pyörteisyyskerroin
c_{prob}	todennäköisyyskerroin
K	muotoparametri
p	tuulennopeuden vuotuinen ylittymistodennäköisyys
λ	tehollinen hoikkuus
F_w	kokonaistuulivoima
$c_s c_d$	rakennekerroin
c_f	voimakerroin
A_{ref}	tuulikuorman vaikutusala
k_1	aerodynaamisen muodon huomioonottava kerroin
k_2	painekuorman korotuskerroin
s_k	maanpinnan lumikuorman ominaisarvo 50 vuoden toistumisvälillä
s_n	maan pinnan lumikuorma toistumisvälillä n vuotta
P_n	lumikuorman vuotuinen ylittymistodennäköisyys
V	vuotuisen maksimilumikuorman variaatiokerroin
μ_i	lumikuorman muotokerroin

C_e	tuulensuojaiskerroin
C_t	lämpökerroin
g	rakenteen omapaino
q	rakenteiden kuormitusmääräysten mukainen, suojautumisen aikana vaikuttava pitkäaikainen vaimentamaton kuorma
q_l	tärähdyksenvaimentimilla varustettujen laitteiden aiheuttamat pitkäaikaiset kuormat
H_{dt}	lisävaakavoima rakennuksen lyhyemmässä suunnassa
H_{dl}	lisävaakavoima rakennuksen pidemmässä suunnassa
N_d	lisävaakavoiman aiheuttavan pystykuorman laskenta-arvo
ϕ	alkusivusiirtymä
ϕ_0	perusarvo 1/200
α_h	korkeuteen perustuva pienennystekijä
α_m	rakenneosien määrään perustuva pienennyskerroin
θ_i	vinous
e_i	epäkeskisyys
H_i	poikittaisvoima
r_F	törmäyskuorman pienennyskerroin
F_{dx}	kaistan tai raiteen suuntainen voima
F_{dy}	kaistaa tai raidetta vastaan kohtisuora voima
$G_{k,j}$	pysyvä kuorma
$Q_{k,l}$	määrävä muuttuva kuorma
$Q_{k,i}$	muu muuttuva kuorma
ψ	yhdistelykerroin
P	esijännitysvoima
A_d	onnettomuuskuorma
h_0	vapaa korkeus tien pinnan ja kannen alapinnan välillä
h_1	tienpinnan ja kannen pinnan välinen vapaa korkeus
b	korkeuksien h_1 ja h_0 välinen erotus

1 JOHDANTO

Isoista projekteista tehdään lähtötietoasiakirjat projektin alussa rakennesuunnittelun pohjatiedoiksi. Näihin asiakirjoihin haetaan tietoja ohjeista ja standardeista, joissa usein viitataan muihin suunnittelu- ja toteutusstandardeihin. Tämän vuoksi tiedon hakeminen ja selvittäminen vie huomattavan paljon aikaa. Aiemmin lähtötietodokumentit on tehty yksittäisiin projekteihin, eikä niiden tekemiseen ole ollut kunnollista pohjaa. Tästä syntyi tarve täytettävälle lähtötietotaulukolle, joka myös ohjeistaa ja täyttää tiettyjä kohtia annettujen tietojen perusteella. Taulukon tulosteesta selviää lukijalle suunnitteluperusteet.

Opinnäytetyö tehtiin FMC Groupille sen osana toimivan KPM- Engineering Oy:n toimeksiannosta. FMC Group on suunnittelukonserni, jonka ydintoimialat ovat rakenne- ja talotekniikka, teollisuus- ja energiatekniikka, ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka sekä asiantuntijapalvelut (FMC Group, 2013). Toimipisteitä FMC Groupilla on Suomen lisäksi muun muassa Venäjällä, Latviassa, Liettuassa ja Intiassa. Henkilöstöä on 1230 ja laskutus oli 99 miljoonaa euroa (vuoden 2012 tilastojen mukaan) (FMC Group konserniesitys 2013). FMC Group on kuulunut Sweco konserniin vuoden 2013 helmikuusta alkaen. Sweco on kansainvälinen tekniikan asiantuntijayhtiö. Swecolla on yhteensä noin 9000 työntekijää, joista Suomessa on 1800. Swecolla on vuosittain noin 37000 projektia 15000 asiakkaalle 80 maassa (Sweco Group, 2013).

Lähtötietotaulukon käyttö rajataan talorakenteisiin ja materiaaleista puu-, betoni- sekä teräsrakenteisiin. Työn tavoitteena on luoda RIL 229-2-2013:n ohjeeseen ”Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet” pohjautuva eurokoodien mukainen lähtötietotaulukko, joka ohjeistaa käyttäjää taulukon täyttöön, toimii tiedonhaun työkaluna sekä määrittää tiettyjä kuormituksia. Täytetystä taulukosta saadaan tuloste, joka sisältää pääasialliset tiedot rakennesuunnittelun tekemistä varten.

2 PERUSTIEDOT JA RAKENTEELLINEN JÄRJESTELMÄ

Lähtötietotaulukon alussa täytetään perustietoja kuten osoite, työnumero, sijainti, määrät sekä valitaan tiedot eri luokille, joita on käsitelty tarkemmin kohdissa 2.1 - 2.9.

2.1 Energiatehokkuus

Rakennuksen kokonaisenergian kulutusta kuvataan E- luvulla. E- luku saadaan, kun lasketaan yhteen laskennallisen vuotuisen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain lämmitettyä nettoalaa kohden (RakMK D3, 8). Valtioneuvoston asetuksessa (9/2013) on annettu käytettävät kertoimet eri energiamuodoille E- luvun laskentaa varten. Energiatehokkuusluokan määrittämiseksi on annettu taulukko, josta näkyy rakennustyypeittäin vaadittavan E-luvun arvo kuhunkin energialuokkaan (A-G) sekä linkki RakMK D3 osaan, jossa ohjeistetaan tarkemmin E- luvun laskentaa. Rakennushankkeen alussa taulukkoon määritellään tavoiteltava energialuokka.

2.2 Ilmanvuotoluku

Ilmanvuotoluvulla kuvataan nimensä mukaisesti vuotoilman määrää, rakennuksen vaiipan alan suhteen. Ilmanvuotolukua käytetään laskettaessa rakennuksen energian kulutusta, lämmitystehontarvetta sekä laadittaessa energiatodistusta. Vuoden 2012 rakentamismääräyksissä ilmanvuotoluku muuttui n50 luvusta q50 lukuun. n50 luku kertoi vuotoilman määrän suhteessa rakennuksen tilavuuteen. Nykyään ilmanvuotolukua kuvataan q50 arvolla, joka kertoo 50 Pa paine-erolla vuotoilman määrän suhteessa ulkovaipan pinta-alaan. Pientalojen osalta n50 luku ja q50 luku ovat lähellä toisiaan, mutta suuret rakennukset saivat n50 lukuna mitattuna geometrian takia pienempiä tuloksia kuin pienet rakennukset. (Vertia, 2013; Entec Oy, 2013)

Ilmanvuotoluku voi olla enintään 4, tätä suurempaa ilmanvuotolukua voidaan käyttää, mikäli käytön kannalta vaadittavat rakenteelliset ratkaisut huonontavat ilmanpitävyyttä merkittävästi. Ellei ilmanpitävyyttä osoiteta mittaamalla tai muulla menettelytavalla, käytetään ilmanvuotolukuna arvoa 4. Ilmanvuotoluvun rakennusmääräysten mukainen

vertailuarvo on 2. (RakMK D3, 10, 11.) Taulukossa ohjeistetaan ilmanvuotoluvun määrittämiseen edellä esitettyjen RakMK D3:n ohjeiden mukaisesti. Lähtötietotaulukkoon syötetään ilmanvuotoluvun tavoitearvo, mikäli ilmanvuotolukua ei ole tiedossa.

2.3 Rakenteiden vaativuusluokat

Suunnittelijan pätevyys koostuu koulutuksesta ja kokemuksesta. Suunnittelutehtävän vaativuuden määrittää rakennusvalvontaviranomainen rakennuslupakohtaisesti. Rakenteiden vaativuusluokka määräytyy rakentamismääräyskokoelman osan A2 mukaisesti. Lähtötietotaulukossa on vaativuusluokan kohdalla linkki tiedostoon, johon on kerätty rakentamismääräyskokoelmasta pätevyysvaatimukset ja rakennusten vaativuusluokat. Vaativuudet luokitellaan neljään luokkaan AA, A, B ja C, joista vaatimustasoltaan AA on vaativin (Erittäin vaativa) ja vähäisimmät vaatimukset ovat luokassa C (Vähäinen).

2.4 Seuraamusluokka

Rakennuksen luotettavuuden taso määritellään seuraamusluokilla. Luokka valitaan rakenneosan vaurioitumisesta aiheutuvien seuraamusten mukaisesti. Seuraamusluokkia on kolme CC1...CC3, joista CC1:ssä on vähäisimmät seuraamukset ja CC3:ssa suurimmat seuraamukset. Seuraamusluokan valintaa ohjeistetaan valintakohdassa näkyviin tulevalla taulukolla 1, jossa määritellään seuraamusluokat, luotettavuusluokat, kuormakertoimet sekä annetaan esimerkkejä eri luokkiin kuuluvista rakenteista.

TAULUKKO 1. Seuraamusluokat (RIL 201-1-2008, 24.)

Seuraamusluokan (CC) kuvaus	Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä	Luotettavuusluokka/ kuormakerroin K_{FI}
CC3 Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennuksen kantava runko ¹⁾ jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä, kuten - yli 8-kerroksiset ²⁾ asuin-, konttori- ja liikerakennukset - konserttisalit, teatterit, urheilu- ja näytelyhallit, katsomot - raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset. Erikoisrakenteet, kuten esim. suuret mastot ja tornit. Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet hienorakeisten maalajien alueilla siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä.	RC3 $K_{FI} = 1,1$
CC2 Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1.	RC2 $K_{FI} = 1,0$
CC1 Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienten tai merkityksellöimien 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 - matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja - ryömintätillaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne - 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 - standardin EN 1993-1-3:n rakenneluokkien (structural class) II ja III muotolevyrakenteet - standardin EN 1993-1-3:n rakenneluokan (structural class) I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pintaa vasten kohtisuorille kuormille ³⁾ .	RC1 $K_{FI} = 0,9$

Taulukkoon 2.0S liittyviä huomautuksia:

¹⁾ 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.

²⁾ kellarikerrokset mukaan luettuina.

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

Lähtötietotaulukko määrittää taulukon 1 mukaisesti automaattisesti luotettavuusluokan RC ja kuormakertoimen K_{FI} , jota käytetään kuormitusyhdistelyissä mitoituskuorman laskennassa. Riippuen rakennetyypistä ja suunnittelun aikana tehdyistä päätöksistä, tietyt rakenneosat voivat kuulua myös eri seuraamusluokkiin kuin koko rakenne (SFS-EN 1990, 138). Seuraamusluokka tulee määrittellä myös onnettomuusrajatilassa, jossa on oma jaottelu luokille. Rakenteen suunnittelu siten, että onnettomuustilanteessa voi syntyä paikallisia vaurioita on hyväksyttävää, mutta vaurio ei saa kuitenkaan aiheuttaa koko rakennuksen tai sen merkittävän osan sortumista (SFS-EN 1991-1-7 NA, 13). Lähtötie-

totaulukossa ohjeistetaan seuraamusluokan valintaa onnettomuusrajatilassa eurokoodin 1991-1-7 kansallisessa liitteessä esitetyn taulukon mukaisesti (Taulukko 2).

TAULUKKO 2. Seuraamusluokat onnettomuusrajatilassa (EN 1991-1-7 NA, 14.)

Seuraamusluokka	Rakennuksen tyyppin 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 ¹⁾ 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 ²⁾ asuin-, konttori- ja liikerakennukset ja muut 9-15 kerroksiset käyttötarkoitukseltaan ja rungoltaan samantyyppiset rakennukset
3b	Muut yli 8-kerroksiset ²⁾ rakennukset Konserttisalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot (yli 1000 henkeä) Raskaasti kuormitettut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset Erikoisrakenteet tapauskohtaisen harkinnan mukaan

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

²⁾ Kellarikerrokset mukaan luettuina.

Seuraamusluokat vaikuttavat suoraan myöhemmin taulukossa vastaantuleviin tietoihin, kuten esimerkiksi jatkuvan sortuman estämisen ohjeistukseen ja toteutusluokkiin.

2.5 Käyttöikä

Tavoitekäyttöiän määrittää rakennuksen tilaaja. Tavoitekäyttöikää määritettäessä otetaan huomioon rahatalous, luonnontalous, energiatalous, käytettävyyssominaisuudet, tekninen toimivuustaso sekä turvallisuus, viihtyisyys ja terveellisyys koko elinkaaren

ajalta. Rakennuksen suunnitellun käyttöiän ollessa 50 vuotta, RIL 216-2001 ohjeissa suositellaan primääristen kantavien rakenteiden suunnitellun käyttöiän luokaksi yhtä korkeampi luokka. Suunnitellun käyttöiän arviointi tehdään normaalisti 95 % varmuustasolla; eli 5 % rakennuksista voi vaurioitua ennen 50 ikävuotta, puolet kestää n. 150 vuotta ja pitkäikäisimmät kestävät n. 300 vuotta. (Elementtisuunnittelu, 2013)

Suunniteltu käyttöikä jaetaan eurokoodin mukaisesti viiteen eri luokkaan taulukon 3 mukaisesti. Rakennuksen eri rakenneosat voivat kuulua eri luokkiin.

TAULUKKO 3. Suunnitellun käyttöiän luokat (SFS-EN 1990, 52.)

Suunnitellun käyttöiän luokka	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä (vuosia)	Esimerkkejä
1	10	Tilapäisrakenteet ⁽¹⁾
2	10...25	Vaihdettavissa olevat rakenteen osat, esim. nosturiratapalkit, 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
⁽¹⁾ Sellaisia rakenteita tai niiden osia, jotka voidaan purkaa uudelleen käytettäväksi, ei pidetä tilapäisinä.		

Lähtötietotaulukossa käyttöikä vaikuttaa lumi- ja tuulikuormiin siten, että 100 vuoden käyttöiän rakennuksissa tuulikuormaa sekä lumikuormaa korotetaan 100 vuoden käyttöiän huomioonottavalla kertoimella. Lisäksi materiaalien säilyvyysvaatimukset täytyy huomioida käyttöiän mukaan.

2.6 Paloluokka

Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan paloluokan valintaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukaisesti. Lisäksi kyseisessä kohdassa on linkki rakentamismääräyskokoelman E1 osaan paloluokan tarkempaa määrittystä varten. Rakentamismääräyskokoelma määrittelee paloluokat kolmeen luokkaan seuraavasti:

- Paloluokan P1 rakennuksissa kokoa ja henkilömäärää ei ole rajoitettu. Rakennuksen oletetaan myös pääsääntöisesti kestävä tulipalossa sortumatta.
- Paloluokan P2 rakennuksissa kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla paloteknisesti matalampaa tasoa kuin P1:ssä. Pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille asetettujen vaatimusten avulla saavutetaan riittävä turvallisuustaso. Paloluokan P2 rakennuksen kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu käyttötavan mukaisesti.

- Paloluokan P3 rakennuksissa riittävä turvallisuustaso saavutetaan rajoittamalla kokoa ja henkilömäärää käyttötavan mukaisesti. Paloluokan P3 rakennuksille ei ole asetettu erityisvaatimuksia palonkestävyyden suhteen. (RakMk E1, 10)

Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää rajoitetaan RakMk:n E1 osan taulukoiden 3.2.1 ja 3.2.2 mukaisesti.

TAULUKKO 4. Kokoa koskevat rajoitukset (RakMk E1, 11.)

TAULUKKO 3.2.1 Rakennuksen ominaisuus	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROSLUKU			
- 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
KORKEUS			
- 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
KERROSALA			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m ²
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m ²
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m ²	<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>
<i>Selostus</i>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>		

TAULUKKO 5. Henkilömäärän rajoitukset (RakMk E1, 12.)

3.2.2

Enintään kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärää koskevat rajoitukset on esitetty taulukossa 3.2.2.

TAULUKKO 3.2.2		RAKENNUKSEN SUURIN SALLITTU HENKILÖMÄÄRÄ		
Käyttötapa	Kerroksia	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot		ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Majoitustilat	1	ei rajoitusta	paikkaluku 150	paikkaluku 50
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 50	paikkaluku 10
Hoitolaitokset	1	ei rajoitusta	paikkaluku 100	paikkaluku 10
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 25	<i>ei sallittu</i>
Kokoontumis- ja liiketilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	henkilöitä 500
	2	ei rajoitusta	henkilöitä 250	henkilöitä 50
Työpaikkatilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	ei rajoitusta	työntekijöitä 150
Tuotanto- ja varastotilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	työntekijöitä 50	<i>ei sallittu</i>

Ohje

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.

Lisäksi rajoituksia asetetaan palo-osaston enimmäisalalle. Rakennus jaetaan palo-osastoihin palon ja savun leviämisen sekä vahinkojen rajoittamiseksi. Palo-osastoinnilla saadaan myös turvattua poistuminen rakennuksesta ja helpotettua pelastus- ja sammutustoimia. Rakennuksen palo-osastointitapoja ovat kerrososastointi, pinta-alaosastointi ja käyttötapaosastointi. Kerrososastoinnissa kerrokset ja ullakko jaetaan eri palo-osastoiksi. Pinta-alaosastoinnissa osaston kokoa rajoitetaan siten, ettei osastossa syttyvä palo aiheuta kohtuuttoman suuria omaisuusvahinkoja. Käyttötapaosastoinnissa toisistaan käyttötavaltaan tai palokuormaltaan oleellisesti eroavat tilat erotetaan eri palo-osastoiksi, jos se on henkilöiden tai omaisuuden suojaamisen kannalta tarpeellista. (RakMK E1, 13.)

TAULUKKO 6. Palo-osaston enimmäisala (RakMK E1, 14.)

TAULUKKO 5.2.1 Käyttötapa	PALO-OSASTON ENIMMÄISALA		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROKSET			
Asuinrakennukset	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain
Majoitustilat ja hoitolaitokset			
- yöpymistilat	800 m ²	800 m ²	400 m ²
- muut tilat	1600 m ²	1600 m ²	400 m ²
Kokoontumis- ja liiketilat sekä työpaikatilat	2400 m ²	2400 m ²	400 m ²
Tuotanto- ja varastotilat sekä autosuojat	harkinnan mukaan ¹⁾	harkinnan mukaan ¹⁾	harkinnan mukaan ¹⁾
ULLAKOT JA YLÄPOHJAN ONTELOT	1600 m ²	1600 m ²	alapuolisten osastojen mukaan ²⁾
KELLARIT	800 m ²	800 m ²	400 m ²
Taulukon huomautukset	¹⁾ Tuotanto- ja varastotilojen ohjeet ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E2 sekä autosuojien ohjeet osassa E4. ²⁾ Asuinrakennuksessa voidaan erityisestä syystä korvata palo-osastoinnilla enintään 200 m ² osastoihin.		
Ohje	Pinta-ala lasketaan niin kuin huoneistoala.		

Näillä tiedoilla saadaan määrättyä paloluokka. Palokuorma määräytyy yleensä tilan käyttötavan mukaan, mutta voidaan määrittää myös laskemalla tai luotettavan arvion perusteella (RakMK E1, 9). Paloluokan ja palokuorman mukaan määräytyvät rakennuksen palonkestovaatimukset taulukon 7 mukaisesti.

TAULUKKO 7. Rakennuksen palonkestovaatimukset (RakMK E1, 16.)

TAULUKKO 6.2.1	KANTAVIEN RAKENTEIDEN LUOKKAVAATIMUKSET						
	Rakennuksen paloluokka						
	P1			P2			P3
	Palokuorma MJ/m ²			Palokuorma MJ/m ²			
	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	R 120 *	R 90 *	R 60 *	R 30	R 30	R 30	-
- 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

2.7 Geotekninen luokka

Geotekniset suunnitteluvaatimukset määräytyvät geoteknisen luokan mukaisesti. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan geoteknisen luokan valintaan seuraavasti: Geoteknisiä luokkia on kolme.

- Luokkaan GL1 kuuluvien rakenteiden perusvaatimusten täyttyminen voidaan varmistaa kokemusten ja kvalitatiivisten geoteknisten tutkimusten avulla eikä rakenteista aiheudu merkittävää riskiä. Rakennuspaikka sijaitsee yleensä kallio- tai moreenialueella tai karkearakeisten maalajien alueella.
- Luokan GL2 rakenteisiin vaaditaan yleisesti kvantitatiivisia geoteknisiä lähtötietoja ja analyysejä perusvaatimusten täyttymisen varmistamiseksi. Rakenteisiin ei liity tavanomaista suurempia riskejä tai epätavallisia tai erikoisen vaikeita pohja- tai kuormitusolosuhteita.
- Geotekniseen luokkaan 3 kuuluvat muut kuin luokkiin 1 ja 2 kuuluvat rakenteet. Luokkaan GL3 kuuluvat erittäin suuret tai epätavalliset rakenteet, normaalista poikkeavia riskejä sisältävät rakenteet, epätavallisen tai poikkeuksellisen vaikeat pohja- tai kuormitusolosuhteet omaavat rakenteet sekä erillisiä tutkimuksia tai

erityistoimenpiteitä edellyttävät rakenteet alueilla, missä on todennäköisesti riittämätön vakavuus tai maapohja liikkuu. (RIL 254-1-2011, 28.)

2.8 Stabiliateetti

Lähtötietotaulukon rakenteellisen järjestelmän osiossa täytetään rakenteita koskevia tietoja kuten rungon jäykistystapa, pääasialliset runkorakenteet, seinien rakenteet, tasojen rakenteet, liikuntasaumot ja väestönsuoja. Lähtötietotaulukossa otetaan valmiiksi kantaa stabiliateettiin vain onnettomuustilanteessa syntyvän paikallisen vaurion osalta, muuten lähtötietotaulukon täyttäjällä voi ottaa kantaa stabiliateettiin kyseisen projektin rakennusjärjestelmän mukaisesti.

Taulukko ohjeistaa aiemmin valitun onnettomuusrajatilan seuraamusluokan perusteella, miten suunnittelussa täytyy ottaa huomioon paikallinen vaurioituminen ja jatkuvan sortuman estäminen. Ohjeet ovat onnettomuustilanteen kuormia käsittelevän eurokoodin 1991-1-7 Suomen kansallisen liitteen mukaiset. Kaikissa onnettomuusrajatilan seuraamusluokissa rakennuksen tulee olla suunniteltu ja rakennettu standardien SFS-EN 1990...SFS-EN 1999 mukaisesti siten, että se täyttää normaalin mitoitusolosuhteiden vaatimukset (SFS-EN 1991-1-7 YM, 14).

Seuraamusluokassa 1 ei vaadita muuta erityistarkastelua onnettomuuskuormien varalta. Seuraamusluokassa 2a käytetään lisäksi vaakasiteitä ja vaakarakenteet ankkuroidaan seiniin. Seuraamusluokissa 2b ja 3a käytetään vaakasiteitä sekä kaikissa kantavissa pila-reissa ja seinissä käytetään pystysiteitä. Pystyrakenteet sidotaan vaakarakenteeseen tai tarkastetaan, ettei rakennus menetä stabiliateettiaan eikä paikallinen vaurioituminen ylitä hyväksyttävää rajaa vaikka rakennuksesta poistettaisiin mikä tahansa tukipilari, pilaria tukeva palkki tai kantavan seinän lohko. (SFS-EN 1991-1-7 YM, 15.)

Seuraamusluokassa 3b tehdään riskiarviointi, jossa huomioidaan ennakoitavat ja ennakoinnattomat vaaratilanteet. Riskiarvioinnin tuloksesta riippumatta tarkastetaan, ettei rakennus menetä stabiliateettiaan eikä paikallinen vaurioituminen ylitä hyväksyttävää rajaa vaikka rakennuksesta poistettaisiin mikä tahansa tukipilari, pilaria tukeva palkki tai kantavan seinän lohko. Jos hyväksyttävän vaurion raja ylittyy, rakenne täytyy suunnitella avainasemassa olevana rakenneosana. (SFS-EN 1991-1-7 YM, 15.)

Lisäksi vaaka ja pystysiteiden käytöstä ohjeistetaan seuraavasti:

- Jatkuvan sortuman estämiseksi jokainen välipohja ja yläpohja sidotaan sen ympäri kiertävillä rengassiteillä ja toisiaan vastaan kohtisuorilla sisäpuolisilla siteillä. Siteet tehdään jatkuvina mahdollisimman lähelle välipohjien reunoja sekä pilari- ja seinälinjoja. Siteet voivat olla puuta tai teräs- tai alumiiniprofiileja, betonirakenteiden betoniteräksiä tai liittolaattojen verkkoraudoitteita ja teräsohutellevyistä tehtyjä liittolevyraudoituksia, mikäli leikkausliittimet yhdistävät ne suoraan teräspalkkeihin. Siteinä voidaan käyttää myös näiden yhdistelmiä. (SFS-EN 1991-1-7 NA, 16.)
- Pilarit ja seinät varustetaan jatkuvalla sidonnalla perustuksista yläpohjan tasalle. Pilareiden ja kantavien seinien on kestettävä yhdestä kerroksesta kertyvä onnettomuustilanteen vetovoima, jonka mitoitusarvo on pystysuuntaisten kuormien mitoitusarvojen reaktioista suurin. Vetovoiman ankkurointi tehdään yläpuoliseen kerrokseen. (SFS-EN 1991-1-7 NA, 21.)

2.9 Väestönsuoja

Pelastuslain (379/2011) mukaisesti uudisrakentamisen yhteydessä on tehtävä rakennukseen tai sen läheisyyteen arvioltaan riittävän suuri väestönsuoja rakennuksessa pysyvästi asuvia, pysyvästi työskenteleviä tai muutoin oleskelevia henkilöitä varten. Rakentamisvelvollisuus ei koske tilapäisiä, enintään 5 vuotta käytössä olevia rakennuksia. Väestönsuoja on rakennettava, mikäli samalla tontilla tai rakennuspaikalla on rakennus tai rakennusryhmä, sen kerrosala on vähintään 1200 m² ja siinä asutaan, työskennellään tai muuten oleskellaan pysyvästi. Edellisestä poiketen teollisuus-, tuotanto-, varasto- ja kokoontumisrakennusta varten on rakennettava väestönsuoja, jos rakennuksen tai rakennusryhmän kerrosala on vähintään 1500 m². (Väestönsuojaelementit, 2013.)

Väestönsuojat jaetaan kolmeen suojaluokkaan. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan väestön suojan koon määrittämiseen ja oikean suojaluokan valintaan seuraavasti:

- S1 luokan väestönsuojien varsinainen suojatila on enintään 135 m² ja teräsbetonisten ympäröityjen seinien sekä katon on oltava vähintään 300 mm paksut. Lattiat, kantavat teräsbetoniväliseinät, pilarit ja kaksikerroksisen väestönsuojan välipohjat tehdään 150 mm paksusta teräsbetonista.

- S2 luokan väestönsuojien varsinainen suojatila on enintään 900 m² ja teräsbetonisten ympärysseiniä sekä katon on oltava vähintään 400 mm paksut sekä lattian muilta kuin kalliota vasten olevilta osin vähintään 200mm. Väestönsuojan sisällä olevista teräsbetoniseistä, -pilareista ja -välipohjista tehdään vähintään 200mm paksut.
- Kalliosuojan varsinainen suojatila on enintään 4500 m². Kalliokattopaksuus ja seinämäpaksuudet ovat suojatilan osuudella suojan leveyden tai risteyksen lävistäjän puolikas, kuitenkin vähintään 8 m. Kalliolattian paksuus on vähintään sama kuin katon ja luolien välisten pilarien tulee olla vähintään 5m paksuja kaikissa suojuokissa. (Väestönsuojaelementit, 2013.)

Väestönsuojan varsinaisen suojatilan pinta-alan tulee olla vähintään 2 % rakennuksen yhteenlasketusta kerrosalasta. Myymälä-, teollisuus-, tuotanto- ja kokoontumisrakennusten sekä varastotilojen osalta varsinaisen suojatilan pinta-alan tulee olla vähintään 1 % kerrosalasta. Suojatilan tulee olla kuitenkin vähintään 20 m². Varsinaisella suojatilalla tarkoitetaan ihmisten oleskelua varten tarkoitettua tilaa sisältäen käymälät sekä ensiapu- ja sairashuoneet. Sulkuhuone, sulkutelta ja tekniset tilat eivät kuulu varsinaiseen suojatilaan. (Väestönsuojaelementit, 2013.)

Väestönsuojan koko voidaan määrittää rakennuksessa oleskelevien henkilöiden keskimäärän mukaan siten, että tilaa on 0,75 m² henkilöä kohden, jos teollisuus-, tuotanto-, ja varstorakennuksen rakennettava väestönsuoja olisi tarpeettoman suuri tai opetus-/hoitoalan rakennukseen rakennettava väestönsuoja olisi liian pieni oppilas-/hoitopaikkoihin nähden. (Väestönsuojaelementit, 2013; 506/2011.)

3 KUORMITUKSET

3.1 Tasojen kuormat

Lähtötietotaulukossa on pysyville kuormille paikka, mutta näiden kuormien määritykseen ei ole puututtu, vaan taulukon täyttäjää määrittää kuormat käytettävän materiaalin sekä rakenneratkaisun mukaisesti. Tasojen hyötykuormat jaetaan luokkiin A...K. Luokat A...D kuvaavat asuin- ja majoitus-, toimisto-, kokoontumis- sekä myymälätilojen kuormia, luokka E kuvaa varasto- ja tuotantotilojen kuormia, luokat F ja G kuvaavat liikennöntialueiden kuormia sekä luokat H, I ja K kuvaavat vesikaton kuormia. Muutuvat tasojen hyötykuormat määrittyvät kuormaluokan mukaan. Kuormaluokan valintaan ohjeistetaan lähtötietotaulukossa taulukoilla 8-13.

TAULUKKO 8. Käyttöluokat (SFS-EN 1991-1-1, 30.)

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) ¹⁾	<p>C1: Tilat, joissa on pöytiä yms. esim. koulut, kahvilat, ravintolat, ruokasalit, lukusalit, vastaanottotilat.</p> <p>C2: Tilat, joissa on kiinteät istuimet, esim. kirkot, teatterit, elokuvateatterit, konferenssisalit, luentosalit, kokoussalit, odotussalit, asemien odotustilat.</p> <p>C3: Tilat, joissa ei ole liikkumista rajoittavia esteitä, esim. museo- ja näyttelytilat, julkisten rakennusten ja toimistorakennusten, hotellien ja sairaaloiden eteistilat, asemahallit.</p> <p>C4: Liikuntatilat, esim. tanssisalit, voimistelusalit ja näyttämöt.</p> <p>C5: Tilat, joihin voi syntyä tungosta esim. yleisötapahtumien rakennuksissa; tällaisia ovat konserttisalit, urheiluhallit mukaan luettuina katsomot, terassit ja eteistilat sekä rautatielaiturit.</p>
D	Myymälätilat	<p>D1: Tavallisten vähittäiskauppojen tilat.</p> <p>D2: Tavaratilojen tilat.</p>
<p>¹⁾ On syytä kiinnittää huomiota kohtaan 6.3.1.1(2), erityisesti luokkien C4 ja C5 osalta. Standardissa EN 1990 esitetään, milloin dynaamiset vaikutukset on tarpeen ottaa huomioon. Luokkaa E koskevat tiedot ovat taulukossa 6.3.</p> <p>HUOM. 1 Aiotusta käyttötarkoituksesta riippuen tilat, jotka todennäköisesti sijoitettaisiin luokkaan C2, C3 tai C4, voidaan tilaajan päätöksellä tai kansallisen liitteen perusteella sijoittaa luokkaan C5.</p> <p>HUOM. 2 Kansallisessa liitteessä luokat A, B, C1...C5, D1 ja D2 voidaan jakaa alaluokkiin.</p> <p>HUOM. 3 Varasto- ja teollisuustiloja tarkastellaan kohdassa 6.3.2.</p>		

Lähtötietotaulukossa ensimmäiseen sarakkeeseen kirjoitetaan tilan kuvaus. Toisessa sarakkeessa on vetolaatikko, josta valitaan haluttu kuormaluokka A...D, jolloin taulukko ilmoittaa käytettävät kuormat ja pistekuorman kuormitusalan. Samalla tavalla määritetään hyötykuormat liikennöidylle pihalle. Lähtötietotaulukko hakee kuormat annettujen tietojen perusteella taulukoista 9,10,12 ja 14.

TAULUKKO 9. Hyötykuormat (SFS-EN 1991-1-1 NA, 2.)

Kuormitettujen tilojen luokat	q_k [kN/m ²]			Q_k [kN]
	Välipohjat	Portaat	Parvekkeet	
Luokka A	2,0	2,0	2,5	2,0
Luokka B	2,5	3,0	2,5	2,0
Luokka C				
- 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
Luokka D				
- D1	4,0	3,0	4,0	4,0
- D2	5,0	6,0	5,0	7,0

Varaston hyötykuormat jaetaan kahteen luokkaan E1 tavarän säilytys- ja vastaanottotilat sekä E2 teollisuustilat. Luokassa E2 kuormat määritetään kohdekohtaisesti.

TAULUKKO 10. Varastoinnista aiheutuvat hyötykuormat (SFS-EN 1991-1-1 NA, 3.)

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

Huom: Tavarakuorman suuruus osoitetaan sopivaan paikkaan asetetulla, selkeästi näkyvällä ja pysyvällä kuormakilvellä. Kuormakilvessä esitetään hyötykuorma kg/m².

Liikennöintialueet jaetaan kahteen luokkaan taulukon 11 mukaisesti.

TAULUKKO 11. Liikennöinti ja paikoitusalueet (SFS-EN 1991-1-1, 40.)

Liikennöintialueiden luokat	Erityiskäyttö	Esimerkki
F	Kevyiden ajoneuvojen liikennöinti- ja paikoitusalue (kokonaispaino ≤ 30 kN ja enintään 8 paikkaa kuljettajan lisäksi)	autotallit; paikoitusalueet, paikoitushallit
G	Keskiraskaiden ajoneuvojen liikennöinti- ja paikoitusalueet (> 30 kN, kokonaispaino ≤ 160 kN, 2 akselilla)	esim. sisäänkäyntiväylät; jakeluvyöhykkeet; vyöhykkeet, joihin palokalusto (kokonaispaino ≤ 160 kN) pääsee

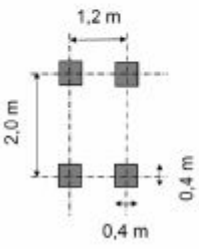
HUOM. 1 Luokkaan F suunnitelluille alueille pääsyä rajoitetaan rakenteeseen sijoitettujen esteiden avulla.
HUOM. 2 Luokkiin F ja G suunnitelluille alueille kiinnitetään asianmukaiset varoitusmerkit.

TAULUKKO 12. Liikennöintialueiden kuormat (SFS-EN 1991-1-1 NA, 4)

Liikennöintialueen luokka	q_k [kN/m ²]		Q_k [kN]
	Välipohjat	Portaat	
Luokka F Ajoneuvon kokonaispaino: ≤ 30 kN	2,5	3,0	20
Luokka G 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.

Kattojen kuormaluokkia on kolme H, I ja K. Kuormaluokat on määritelty seuraavan taulukon mukaisesti.

Taulukko 13. Vesikattojen luokat (EN 1991-1-1, 42.)

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	Eryistymintoja varten olevat vesikatot, kuten helikoptereiden laskeutumisalueet.

Lähtötietotaulukossa ei ole toistaiseksi huomioitu helikopterien aiheuttamia kuormia, mikäli kuorman lisäämiselle ilmenee tarve myöhemmin, voidaan se lisätä. Taulukossa 14 on esitetty H luokan katon hyötykuormat.

TAULUKKO 14. Katon hyötykuormat (SFS-EN 1991-1-1 NA, 4.)

Katto	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Luokka H	0,4	1,0

Huom: q_k lasketaan pinta-alalle, jonka suuruus on enintään 10 m².

3.2 Trukkikuorma

Tässä kohdassa käsitellään haarukkatrukkien aiheuttamia kuormia. Kuorman määrittäminen alkaa trukin luokan valinnalla. Taulukossa 15 on määritelty haarukkatrukkien luokat ja luokkien mukaiset arvot.

TAULUKKO 15. Trukkien luokat (SFS-EN 1991-1-1, 36.)

Haarukkatrukin luokka	Nettopaino [kN]	Taakan paino [kN]	Raideleveys a [m]	Kokonaisleveys b [m]	Kokonaispituus l [m]
FL 1	21	10	0,85	1,00	2,60
FL 2	31	15	0,95	1,10	3,00
FL 3	44	25	1,00	1,20	3,30
FL 4	60	40	1,20	1,40	4,00
FL 5	90	60	1,50	1,90	4,60
FL 6	110	80	1,80	2,30	5,10

Lähtötietotaulukko määrittää trukkiluokan mukaisen trukin akselikuorman Q_k taulukosta 16.

TAULUKKO 16. Akselikuormat (SFS-EN 1991-1-1, 36.)

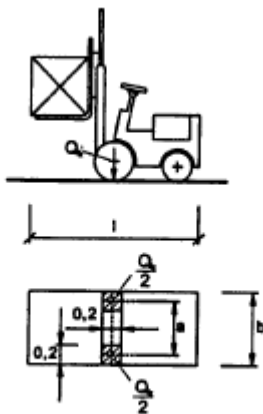
Trukkiluokka	Akselikuorma Q_k [kN]
FL 1	26
FL 2	40
FL 3	63
FL 4	90
FL 5	140
FL 6	170

Trukkikuorman laskentaa varten valitaan myös renkaiden tyyppi. Taakan kiihtyvyydestä ja hidastuvuudesta aiheutuvat hitausvoimat, otetaan huomioon dynaamisella suurennuskertoimella φ . Renkaiden tyyppi vaikuttaa dynaamiseen suurennuskertoimeen siten, että ilmarenkailla $\varphi = 1,4$ ja umpirenkailla $\varphi = 2$. (SFS-EN 1991-1-1, 36.) Näillä arvoilla saadaan laskettua kuorman dynaaminen ominaisarvo käyttäen kaavaa (1) (SFS-EN 1991-1-1, 36).

$$Q_{k,dyn} = \varphi \cdot Q_k \quad (1)$$

Trukin kiihtyvyydestä ja hidastuvuudesta aiheutuu myös vaakakuormia, joiden arvoksi voidaan valita 30 % pystykuormasta Q_k . Vaakakuormia ei tarvitse kertoa dynaamisella suurennuskertoimella (EN 1991-1, 38). Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan trukkiluokan

ja rengastyypin valintaan edellä esitetyillä tiedoilla. Lisäksi taulukko laskee trukin aiheuttamat pysty- ja vaakakuormat ja ohjeistaa, mille alalle trukin kuormat jakautuvat, kuvion 1 mukaisesti.



Kuva 6.1 Haarukkatrukin kuormakaavio

KUVIO 1. Kuormakaavio (SFS-EN 1991-1-1, 38.)

3.3 Tuulikuorma

Lähtötietotaulukossa lasketaan kokonaistuulivoima rakennuksen eri seinille voimakerroimen C_f avulla. Taulukko ei laske rakenteiden kiinnitysten mitoituksessa tai rakennesien ja verhousten taivutustarkastelussa käytettävää osapinnoille kohdistuvaa paikallista tuulenpainetta. Tuulikuorman laskentaa varten tarvitaan sivumitat, maastoluokka, rakennekerroin ja tuulen nopeuspaine.

3.3.1 Maastoluokka

Maasto-olosuhteet luokitellaan viiteen luokkaan eurokoodissa, joista 0:ssa on suurin tuulen nopeus ja 4:ssä pienin tuulen nopeus. Maastoluokkia kuvaillaan taulukossa 17. Rakennuksen sijaitessa lähellä maaston rosoisuuden muutoskohtaa, täytyy käyttää sielämmän maastoluokan tuuliparametreja (RIL 201-1-2008, 126).

TAULUKKO 17. Maastoluokat (EN1991-1-4, 36.)

Maastoluokka	Z_0 m	Z_{min} m
0 Avomeri tai merelle avoin rannikko	0,003	1
I Järvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä	0,01	1
II Alue, jolla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus	0,05	2
III Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)	0,3	5
IV Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15 % on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m	1,0	10
HUOM. Liitekohdassa A.1 on kuvia maastoluokista.		

3.3.2 Nopeuspaineen laskenta

Tuulikuorma lasketaan käyttämällä nopeuspaineen ominaisarvoa korkeudella z . Nopeuspaineen ominaisarvo $q_p(z)$ saadaan kaavalla (2) (SFS-EN 1991-1-4, 40).

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad (2)$$

,jossa

$I_v(z)$ = Tuulenpuuskien intensiteetti korkeudella z

$v_m(z)$ = Tuulennopeuden modifioitu perusarvo korkeudella z

q_b = nopeuspaineen perusarvo

$C_e(z)$ = altistuskerroin

ρ = ilman tiheys.

Tuulen modifioitu perusarvo lasketaan kaavalla (3) (SFS-EN 1991-1-4, 34).

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad (3)$$

, jossa

$c_r(z)$ = rosoisuuskerroin

$c_o(z)$ = pinnanmuotokerroin

v_b = tuulennopeuden perusarvo (Suomessa pätee koko maassa meri- ja tunturialueet mukaan lukien arvo $v_b = 21$ m/s) (SFS-EN 1991-1-4 NA, 2).

Tuulenpuuskien intensiteetti lasketaan kaavalla (4) (SFS-EN 1991-1-4, 38).

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_r \cdot v_b \cdot k_l}{c_o(z) \cdot c_r(z) \cdot v_b} \quad (4)$$

, jossa

σ_v = turbulenssin keskihajonta

k_r = rosoisuusmitasta z_0 riippuva maastokerroin

k_l = pyörteisyyskerroin.

Nopeuspaineen perusarvo q_b lasketaan kaavalla (5) (SFS-EN 1991-1-4, 40)

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (5)$$

Tuulennopeuden perusarvo ja ilman tiheys sijoitetaan kaavaan (5). Ilman tiheydelle käytetään eurokoodinmukaista suositusarvoa $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ (SFS-EN 1991-1-4, 40).

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,25 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(21 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 276 \text{ N/m}^2$$

Lähtötietotaulukko käyttää kaavaa (6) altistuskertoimen $c_e(z)$ laskentaan (SFS-EN 1991-1-4, 40).

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{[1+7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c_o^2(z) \cdot c_r^2(z) \cdot v_b^2}{1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2} \quad (6)$$

Sijoittamalla tuulenpuuskien intensiteetin kaava (4) altistuskertoimen laskentakaavaan (6), saadaan kaava (7).

$$c_e(z) = \left[1 + 7 \cdot \frac{k_r \cdot v_b \cdot k_l}{c_o(z) \cdot c_r(z) \cdot v_b}\right] \cdot c_o^2(z) \cdot c_r^2(z) \quad (7)$$

Oletetaan maasto tasaiseksi \rightarrow pinnanmuotokerroin $c_o=1$
pyörteisyyskerroin $k_l = 1$. (SFS-EN 1991-1-4, 38)

Altistuskertoimen kaava pelkistyy kaavassa (8) esitettyyn muotoon.

$$c_e(z) = c_r^2(z) \cdot \left[1 + \frac{7 \cdot k_r}{c_r(z)} \right] \quad (8)$$

Altistuskertoimen laskentaan tarvittava rosoisuuskerroin $c_r(z)$ saadaan laskettua kaavoilla (9) ja (10) (SFS-EN 1991-1-4, 34).

$$c_r(z) = k_r \cdot \left(\frac{z}{z_0} \right), \text{ kun } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (9)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}), \text{ kun } z \leq z_{\min} \quad (10)$$

, joissa

k_r = maastokerroin

z = rakennuksen korkeus

$z_{\max} = 200$ m (määritelty standardissa SFS-EN 1991-1-4).

z_0 ja z_{\min} ovat maastoluokasta riippuvia muuttujia, jotka saadaan taulukosta (17).

Maastokerroin k_r määritetään kaavalla (11) (SFS-EN 1991-1-4, 34).

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \quad (11)$$

, jossa

$z_{0,II} = z_0$ arvo maastoluokka 2:ssa = 0,05.

Kaavalla (5) laskettu nopeuspaineen perusarvo sijoitetaan kaavaan (2). Näin saadaan kaava (12), jota käytetään lähtötietotaulukossa tuulen nopeuspaineen ominisarvon laskentaan. Lähtötietotaulukko laskee automaattisesti tuulenpaineen ominisarvon $q_p(z)$ ja kaikki laskentaan tarvittavat tekijät, kun taulukkoon syötetään mitat, maastoluokka ja rakennekerroin. Korkeutena z , taulukko käyttää rakennuksen perustiedoissa syötettyä korkeutta.

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot 0,276 \text{ kN/m}^2 \quad (12)$$

Mikäli lähtötietotaulukon alussa, käyttöiän määrittämisessä, on johonkin kohtaan laitettu käyttöiäksi 100 vuotta, taulukko kertoo tuulennopeuden perusarvon 100 vuoden käyttöiän huomioonottavalla todennäköisyyskerroimella c_{prob} . Todennäköisyyskerroin c_{prob} lasketaan kaavalla (13) (SFS-EN 1994-1-1, 32).

$$c_{prob} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1-p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^n \quad (13)$$

, jossa

K = muotoparametri (suositusarvo 0,2)

n = eksponentti (suositusarvo 0,5)

p = tuulennopeuden vuotuinen ylittymistodennäköisyys (100 vuoden käyttöiällä $p=0,01$)

Kaavalla (13) saadaan laskettua todennäköisyyskerroin 100 vuoden käyttöiällä.

$$c_{prob} = \left(\frac{1 - 0,2 \cdot \ln(-\ln(1 - 0,01))}{1 - 0,2 \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^{0,5} = 1,0385$$

Tuulenpaineen perusarvo lasketaan kaavalla (5), mutta nopeus kerrotaan todennäköisyyskerroimella c_{prob} .

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,25 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(1,0385 \cdot 21 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 297 \text{ N/m}^2$$

Näin saadaan kaava (14), jota lähtötietotaulukko käyttää laskettaessa tuulikuormaa rakennukselle, jonka käyttöikä on 100 vuotta.

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot 0,297 \text{ kN/m}^2 \quad (14)$$

3.3.3 Rakennekerroin

Rakennekerroin c_{s,c_d} koostuu kahdesta tekijästä, jotka vaikuttavat kokonaisvoimaan:

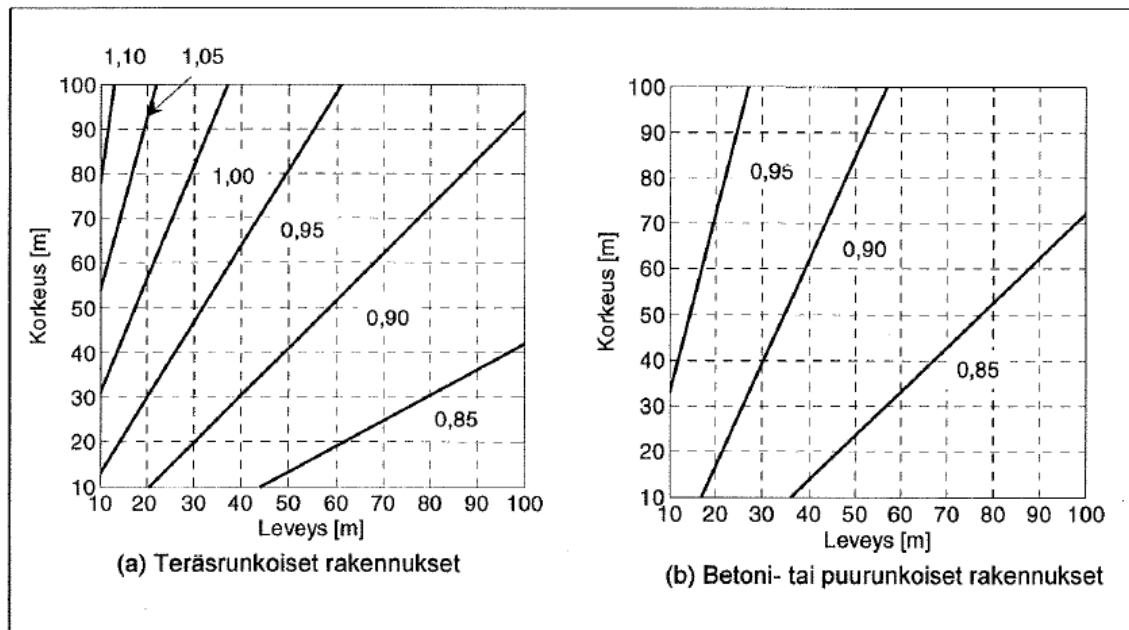
- Kerroin c_s ottaa huomioon koon ja mittasuhteiden vaikutuksen eli huomioidaan, että tuulenpaineen huippuarvot eivät vaikuta samaan aikaan ison rakennuksen eri kohdissa.

- Kerroin c_d huomioi tuulen puuskien dynaamiset vaikutukset. (RIL 201-1-2008, 141.)

RIL 201-1-2008 ohjeiden mukaan rakennekertoimelle voidaan käyttää arvoa 1, kun

- rakennuksen korkeus on alle 15m
- rakennuksen ulkoseinien ja vesikaton rakenteiden ominaistaajuus on yli 5 Hz
- rakennuksen rungossa on kantavat seinät ja rakennuksen korkeus on alle 100 m ja samalla pienempi kuin 4 kertaa rakennuksen tuulensuuntainen mitta. (RIL 201-1-2008, 141.)

Rakennekertoimen c_{sd} voidaan määrittää myös kuvion 2 kuvaajien avulla tai yksityiskohtaisella menettelytavalla eurokoodin 1991-1-4 kohdan 6.3 mukaan. Lähtötietotaulukossa rakennekertoimen oletusarvoisesti 1, mutta valintaa on ohjeistettu kuvaajilla. Lisäksi valinnan kohdalla on linkki eurokoodin yksityiskohtaiseen menettelytapaan.



KUVIO 2. Teräs-, puu- ja betonirunkoisten rakennusten rakennekertoimet rakennuksille, joiden pohja on suorakaide, ulkoseinät pystysuorat sekä jäykkyys ja massa säännöllisesti jakautuneet (RIL 201-1-2011, 138.)

3.3.4 Voimakerroin c_f

Kokonaisvoimakertoimessa c_f on otettu huomioon rakenteeseen vaikuttavan tuulen yhteisvaikutus kaikilta tuulen suunnilta. Lähtötietotaulukossa määritetään voimakerroin suorakaidepoikkileikkauksen omaavalle matalalle rakennukselle. Voimakertoimen arvot interpoloidaan RIL 201-1-2008 taulukosta 5.2s. Interpolointia varten tarvitaan rakenteen tehollinen hoikkuus λ sekä sivusuhte d/b . Kaava tehollisen hoikkuuden laskemiseen suorakulmaiselle rakennukselle saadaan RIL 201-1-2008 taulukosta 5.1s. Tehollinen hoikkuus lasketaan kaavoilla (15) ja (16) (RIL 201-1-2008, 136).

$$\lambda = 2 \cdot \frac{h}{b}, \text{ kun } h < 15 \text{ m} \quad (15)$$

$$\lambda = 1,4 \cdot \frac{h}{b}, \text{ kun } h \geq 50 \text{ m} \quad (16)$$

, joissa

h = rakennuksen korkeus

b = rakennuksen tuulta vastaan kohtisuora sivu

Välillä $15 < h < 50$ arvot interpoloidaan. Laskutapa ei kuitenkaan koske hyvin hoikkia rakennuksia, joiden $\lambda > 10$ (RIL 201-1-2008). Lähtötietotaulukko laskee sivusuhteen ja interpoloi taulukosta 18 sivusuhdetta ja tehollista hoikkuutta vastaavan voimakertoimen arvon.

TAULUKKO 18. Voimakertoimet (RIL 201-1-2008, 137)

λ	Sivusuhte d/b								
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	2	5	10	50
≤ 1	1,2	1,2	1,37	1,44	1,28	0,99	0,60	0,54	0,54
3	1,29	1,29	1,48	1,55	1,38	1,07	0,65	0,58	0,58
10	1,4	1,4	1,6	1,68	1,49	1,15	0,70	0,63	0,63

Kokonaistuulivoima lasketaan kaavalla (17), kun kyseessä on matala rakennus eli $h \leq b$ (RIL 201-1-2008, 136).

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(h) \cdot A_{ref} \quad (17)$$

, jossa

$c_s c_d$ = rakennekerroin

c_f = voimakerroin

$q_p(h)$ = maaston pinnanmuodon mukaan modifioitu nopeuspaine rakennuksen harjan korkeudella

A_{ref} = tuulikuorman vaikutusala

Korkeissa rakennuksissa $q_p(h)$ (tuulenpaine rakennuksen harjan korkeudella) johtaa tarpeettoman suureen kokonaistuulivoiman arvoon. Tämän vuoksi korkeissa rakennuksissa voidaan laskea tuulivoiman jakautuma korkeusaseman mukaan. Mikäli poikkileikkaus muuttuu pystysuunnassa, voidaan kaavaa soveltaa tarkastelemalla voimakeroainta ja rakennuksen leveyttä muuttuvina suureina. Kun kyseessä on korkea rakennus eli $b < h$, korkeusasemasta riippuva tuulivoiman jakautuma lasketaan kaavalla (18). (RIL 201-1-2011, 138.)

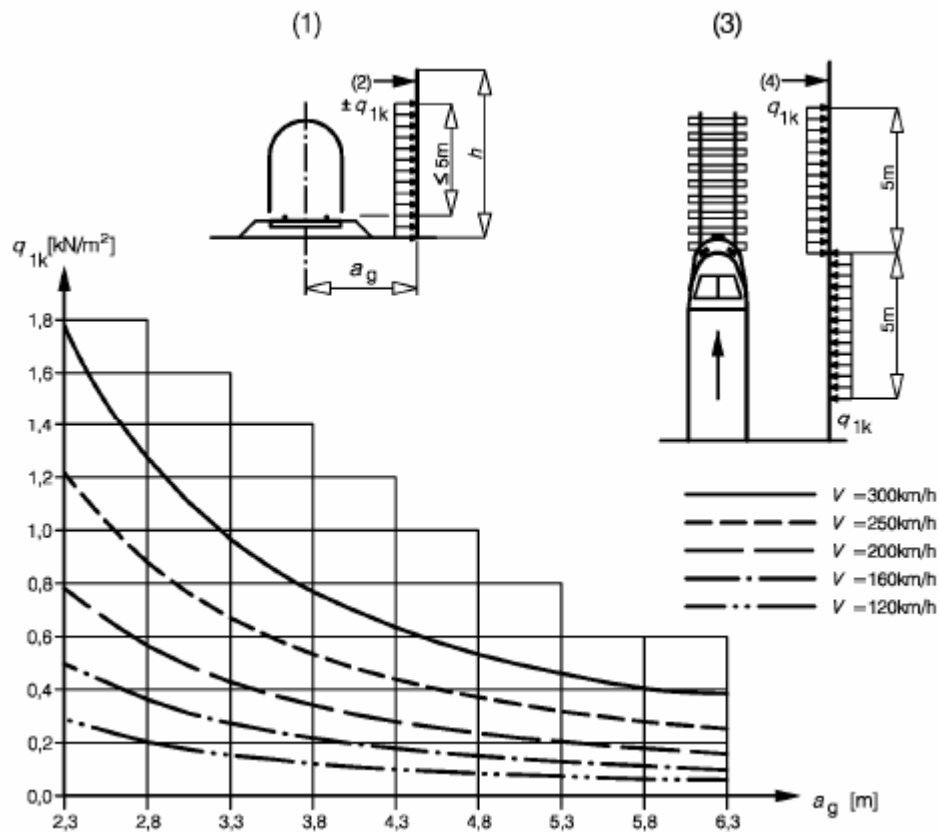
$$F_w(z) = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot b \quad (18)$$

, jossa

b = rakennuksen leveys

$q_p(z)$ = nopeuspaine korkeudella z

Lopputuloksena saadaan kokonaistuulikuormat rakennuksen molemmille sivuille. Lähtötietotaulukko laskee kokonaistuulivoiman rakennuksen harjan korkeudella vaikuttavalla tuulenpaineella. Mikäli kyseessä on korkea rakennus, käyttäjälle tulee ilmoitus, että kokonaistuulivoiman arvo voi olla tarpeettoman suuri ja ilmoituksessa ohjeistetaan katsomaan RIL 201-1-2011 kirjasta korkean rakennuksen tuulivoiman määrittystapa. Lisäksi taulukossa otetaan huomioon ohi ajavan junan painekuorma viereiseen raiteen suuntaiseen pystypintaan (esimerkiksi meluseinä). Paineekuorma otetaan huomioon, kun etäisyys raiteen keskilinjasta rakenteen pintaan $a_g \leq 6,3$ m ja se määritetään kuvion 3 kuvaajasta (SFS-EN 1991-2, 93).



KUVIO 3. Painekuorman ominaisarvot etäisyyden suhteen (SFS-EN 1991-2, 93.)

Muita tapauksia (painekuorma viereiseen tai yläpuoliseen vaakarakenteeseen tai vaaka- ja pystyosia sisältävään rakenteeseen) varten kohdassa on linkki eurokoodin SFS-EN 1991-2 ohjeeseen ”6.6 Ohittavien junien aiheuttamat aerodynaamiset kuormat”. Paine-kuormalle määritetään myös kertoimet k_1 ja k_2 . Kerroin k_1 ottaa huomioon junan aerodynaamisen muodon vaikutuksen painekuormaan seuraavasti:

$k_1 = 0,85$ kun kyseessä on sivuiltaan sileä junakalusto.

$k_1 = 0,60$ kun kyseessä on virtaviivainen junakalusto. (SFS-EN 1991-2, 93.)

Kerroin k_2 ottaa huomioon tilanteen, jossa tarkastellaan pientä seinän osaa, jonka korkeus on 1 m ja pituus 2,5 m. Tässä tapauksessa painekuorman ominaisarvot kerrotaan kertoimella $k_2 = 1,3$. (SFS-EN 1991-2, 93.)

3.4 Lumikuorma

Lumikuorman ominaisarvot maassa esitetään eurokoodin 1991-3 kansallisessa liitteessä olevassa kartassa. Lumikuorman ominaisarvojen vuosittaisen ylittymisen keskimääräinen todennäköisyys on 0,02 eli 50 vuoden toistumisväli. Kirjassa RIL 205-1-2009 on

esitetty lumikuormat kuntakohtaisesti. Asiakasyrityksellä on myös Excel- ohjelmaan tehty lista lumikuormista kunnittain.

Lähtötietotaulukko hakee perustiedoissa annetun kaupungin mukaan listasta kyseisen kaupungin lumikuorman ominaisarvon. Lisäksi lumikuorman määrittämiseksi tarvitaan tuulensuojaiskerroin, lämpökerroin, katon kaltevuus, ja muotokerroin. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan myös lumikuorman korotuskertoimen laskentaan rakenteille, joiden käyttöikä on 100 vuotta. Korotuskerroin otetaan huomioon lumikuorman laskennassa kertomalla sillä lumikuorman ominaisarvo.

3.4.1 Tuulensuojaiskerroin

Lähtötietotaulukossa tuulensuojaiskerroin saadaan valitsemalla vetolaatikosta maaston tyyppi seuraavan taulukon mukaisesti.

TAULUKKO 19. Tuulensuojaisuskertoimet (1991-1-3 NA, taulukko 5.1.)

Maastotyyppi	C_e
Tuulinen ^a	0,8 ^{*b}
Normaali ^b	1,0
Suojainen ^c	1,0

^a *Tuulinen maasto*: laakea, esteetön, joka puolelle avoin alue, jolloin maasto, korkeat rakennuskohteet tai puut eivät suojaa tai suojaavat vain vähän.

^b *Normaali maasto*: alue, jolla rakennuskohteeseen vaikuttava tuuli ei maaston, muiden rakennuskohteiden tai puiden takia huomattavasti poista lunta.

^c *Suojainen maasto*: alue, jolla tarkasteltava rakennuskohde on huomattavasti alempana kuin ympäröivä maasto tai se on korkeiden puiden tai itseään korkeampien rakennuskohteiden ympäröimä.

^{*b} Katoilla, joiden lyhempi sivumitta on yli 50 metriä, kerroin C_e on kuitenkin 1,0

Tuulensuojaisuskertoimen valintakohdassa tulee näkyviin ohjeistuksena taulukko 19.

3.4.2 Lämpökerroin

Lämpökerroin ottaa huomioon yläpohjan läpi vuotavan lämpimän ilman, joka sulattaa lunta katolta. Oletuksena lämpökertoimelle käytetään arvoa 1, mutta mikäli pystytään osoittamaan, että yläpohjan lämmönläpäisevyys on yli $1 \text{ W/m}^2\text{K}$, voidaan lämpökertoimelle käyttää pienempää arvoa kuin 1. Katon lumikuorman s tulee kuitenkin olla vähintään $0,5 \text{ kN/m}^2$. Lämpökerroin $C_t = 1$ katoilla, joiden lyhyempi sivumitta on 50 m. (RIL 201-1-2008, 94.) Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan lämpökertoimen määritykseen edellä esitetyllä tavalla.

3.4.3 Muotokerroin

Muotokertoimella otetaan huomioon kattomuodon vaikutus katolle kertyvään lumeen. μ_1 on kinostumattoman lumen kerroin ja μ_2 kinostuvan lumen kerroin. Lähtötietotaulukko laskee kertoimet taulukon 20 mukaisesti. Taulukossa 20 on määritetty muotokertoimet pulpetti- harja- ja sahakatoille. Muita tapauksia varten lähtötietotaulukossa on linkit lumikuormituksia käsittelevään eurokoodiin 1991-1-3.

TAULUKKO 20. Muotokertoimet (RIL 201-1-2011, taulukko 5.1.)

Katon kaltevuuskulma α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	1,6

3.4.4 Korotuskerroin

Maanpinnan lumikuorma voidaan määrittää toistumisvälin mukaan kaavalla (19), joka esitetään eurokoodin 1991-1-3 liitteessä D.

$$s_n = s_k \left\{ \frac{1 - V \cdot \frac{\sqrt{6}}{\pi} [\ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722]}{(1 + 2,5923 \cdot V)} \right\} \quad (19)$$

, jossa

s_k = maanpinnan lumikuorman ominaisarvo 50 vuoden toistumisvälillä

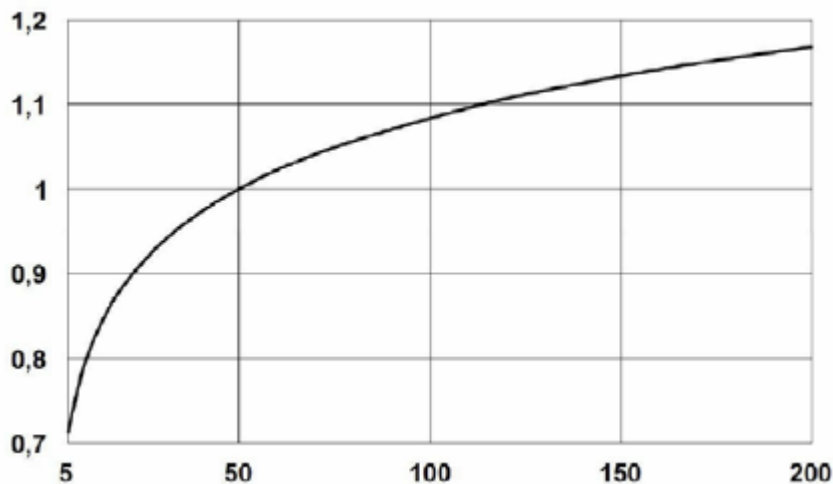
s_n = maan pinnan lumikuorma toistumisvälillä n vuotta

P_n = vuotuinen ylittymistodennäköisyys ($1/n$)

V = vuotuisen maksimilumikuorman variaatiokerroin. (SFS-EN 1991-1-3, 76.)

Variaatiokertoimelle V ei ole määritetty arvoa eurokoodissa, Suomen kansallisessa liitteessä eikä rakentamismääräyskokoelman ohjeissa. Ruotsin eurokoodin sovellusohje käyttää variaatiokertoimelle arvoa $V=0,35$, kun maanpinnan lumikuorma $s_k \geq 3,0$ kN/m² ja arvoa $V=0,6$, kun $s_k \leq 1,0$ kN/m². Näiden väliarvot voidaan interpoloida (Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder, 34).

Eurokoodi help deskistä kysyttiin, voidaanko Ruotsin mallia soveltaa myös Suomessa vai minkä mukaan variaatiokerroin Suomessa määräytyy? Vastaukseksi saatiin, että rakentamismääräyskokoelma on pitänyt päivittää jo vuonna 2010, mutta juridiset ongelmat ovat viivästyttäneet sitä useammalla vuodella. Vuoden 2010 versioon on laadittu korotuskerroin luonnonkuormille suunnitellun käyttöiän perusteella. (Tikanoja, 2013.)



KUVIO 4. Luonnonkuormien ominaiskuorman likimääräinen riippuvuus suunnitellusta käyttöiästä (Tikanoja, 2013.)

Käyrä on kuitenkin korvautunut myöhemmissä versioissa tekstillä ”Ellei tarkempia selvityksiä esitetä, voidaan ilmastosta johtuvien kuormien ominaisarvon katsoa riippuvan suunnitellusta käyttöiästä siten, että suunnitellun käyttöiän ollessa yli 50 vuotta kuormien ominaisarvoja korotetaan 10 prosentilla ja suunnitellun käyttöiän ollessa yli 100

vuotta kuormien ominaisarvoja korotetaan 20 prosentilla”. Tällä hetkellä ei ole tietoa, tullaanko korotuskerrointa esittämään tulevissa Ympäristöministeriön ohjeissa. (Tikanoja, 2013.) Lähtötietotaulukko ohjeistaa tämän ohjeen perusteella valitsemaan korotuskertoimeksi lumikuormalle käyttöiän mukaan joko 1; 1,1 tai 1,2.

Lähtötietotaulukko laskee täytettyjen tietojen avulla katon lumikuorman arvon s käyttäen kaavaa (20) (RIL 201-1-2008, 94).

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (20)$$

, jossa

μ_i = lumikuorman muotokerroin

s_k = lumikuorman ominaisarvo maassa [kN/m²]

C_e = tuulensuojaiskerroin

C_t = lämpökerroin

3.5 Erikoiskuormat

Erikoiskuormia ovat esimerkiksi lumen kasauksesta, nostokoreista, nostureista ja pelastusajoneuvoista aiheutuvat kuormat. Lähtötietotaulukko ei määrittele tarkemmin näitä kuormia pelastusajoneuvojen kuormaa lukuunottamatta vaan ne tulee määrittää hankekohtaisesti. Pelastuslaitoksen ajoneuvojen tukijalkakuorma on aluekohtainen, Tampereella tukijalkakuorma on 170 kN, Jyväskylässä 130 kN ja Helsingissä 275 kN. (Helsingin kaupungin rakennusviraston suunnitteluohjeet, 6; Huusko, 2014.)

Lähtötietotaulukossa ilmoitetaan kommentissa, että kuormat ovat aluekohtaisia sekä annetaan kolme edellä mainittua kuormaa pelastustien alla olevien rakenteiden suunnittelua varten. Lisäksi kohdassa on linkit Helsingin kaupungin rakennusviraston suunnitteluohjeisiin sekä eurokoodiin 1991-1-6, joka käsittelee toteuttamisen aikaisia kuormia.

3.6 Väestönsuojan katastrofikuormat

Lähtötietotaulukon alussa määritetyn väestönsuojaluokan perusteella katastrofikuormien kohtaan tulee mitoituksessa käytettävät painekuormat sekä tärähdyskuormat. S1- luokan väestönsuoja mitoitetaan tavanomaisten kuormien lisäksi seuraaville kuormille:

- Katto, ympärysseinät ja painekuormitukselle altistuva lattia mitoitetaan painekuormalle, jonka suuruus on 100 kN/m^2 .
- Hätäpoistumiskäytävän rakenteet, väestönsuojan oven aukeamista suojaavat rakenteet ja hätäpoistumisreitien katto mitoitetaan sortumakuormalle, jonka suuruus on 25 kN/m^2 . (506/2011.)

Maanalainen tai siihen verrattava S2- luokan väestönsuoja mitoitetaan tavanomaisten kuormien lisäksi seuraaville kuormille:

- katto, ympärysseinät ja painekuormitukselle altistuva lattia mitoitetaan siten, että ne kestävät painekuorman, jonka suuruus on 200 kN/m^2 .
- Sulkuhuone, erillinen vaimennustila, suojattu sisääntuloreitti, sirpalesuojat ja hätäpoistumiskäytävä sekä paineseinän ulkopuoliset raitis- ja poistoilmakanavien rakenteet mitoitetaan siten, että ne kestävät kuorman, jonka suuruus on 100 kN/m^2 . (506/2011.)

Maanpäällinen tai siihen verrattava S2- luokan väestönsuoja mitoitetaan tavanomaisten kuormien lisäksi seuraaville kuormille:

- katto, ympärysseinät ja painekuormitukselle altistuva lattia mitoitetaan siten, että ne kestävät painekuorman jonka suuruus on 400 kN/m^2 .
- Sulkuhuone, erillinen vaimennustila, suojattu sisääntuloreitti, sirpalesuojat ja hätäpoistumiskäytävä sekä paineseinän ulkopuoliset raitis- ja poistoilmakanavien rakenteet mitoitetaan siten, että ne kestävät 100 kN/m^2 kuorman. (506/2011.)

Kallioväestönsuoja mitoitetaan tavanomaisten kuormien lisäksi seuraaville kuormille:

- Ympärysseinät sekä raitis ja poistoilmakuilujen paineseinät mitoitetaan siten, että ne kestävät painekuorman, jonka suuruus on 300 kN/m^2 .
- Kalliokatto mitoitetaan kuormalle, jonka suuruus on 600 kN/m^2 .

- Sulkuhuone, erillinen vaimennustila, suojattu sisääntuloreitti, sirpalesuojat ja hätäpoistumiskäytävä sekä paineseinän ulkopuoliset raitis- ja poistoilmakanavien rakenteet mitoitetaan siten, että ne kestävät kuorman, jonka suuruus on 100 kN/m^2 . (506/2011.)

Lisäksi kaikki painekuormalle altistuvat rakenteet mitoitetaan myös takaisinheilahduskuormalle, joka on 1/3 painekuormasta. Rakenteet mitoitetaan myös tärähdyskuormille siten, että S1- luokan väestösuojat mitoitetaan mielivaltaisesta suunnasta tulevalle tärähdyskuormalle, jonka suuruus on vähintään väestösuojan massa kaksinkertaisena ja S2-luokan väestösuojille tärähdyskuormat lasketaan pystysuunnassa kaavalla (21) ja vaakasuunnassa kaavalla (22). (506/2011.)

$$q_v = (1 \pm n_v) \cdot (g + q) + ql \quad (21)$$

$$q_h = \pm n_h \cdot g \quad (22)$$

, joissa

g = rakenteen omapaino

q = rakenteiden kuormitusmääräysten mukaiset, suojautumisen aikana vaikuttavat pitkäaikaiset vaimentamattomat kuormat

ql = tärähdyksenvaimentimilla varustettujen laitteiden aiheuttamat pitkäaikaiset kuormat. (506/2011.)

Kuormien osavarmuuskerroin on 1 (506/2011). Kertoimen n arvot saadaan taulukosta 21.

TAULUKKO 21. Kertoimen n arvot (506/2011.)

	S2- teräsbetonisuoja	Kalliosuojat
Suoja kalliossa n_v	3	4
Suoja maassa n_v	2	-
Suoja kalliossa n_h	2	3
Suoja maassa n_h	1	-

Välipohjan oleskelukuormasta huomioidaan laskennassa yksi kolmasosa. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan tärähdyskuormien määrittämiseen edellä esitetyllä tavalla väestönsuojaluokan mukaan.

3.7 Lisävaakavoimat

Lisävaakavoimilla otetaan huomioon rakenteiden alkuvuonoudesta syntyvät voimat. Lisävaakavoimat voidaan määrittää, joko materiaalien eurokoodeissa esitetyllä menettelytavalla tai RIL 144:ssä esitetyllä vaihtoehtoisella menetelmällä. Jos materiaalin eurokoodissa ei ole käsitelty asiaa voidaan soveltaa esim. betonirakenteiden eurokoodissa esitettyä menetelmää. Puurakenteissa rungon pystyrakenteiden mahdollinen asennusvuonous voidaan tarvittaessa huomioida rakennuksen kokonaisjäykistyksen suunnittelussa käyttäen RIL 144:ssä esitettyä menettelytapaa. (RIL 201-1-2008, 72, 73; RIL 205-1-2009, 61.)

3.7.1 RIL 144:ssä esitetty menettelytapa

Ellei tarkempaa tarkastelua tehdä tai käytetä normaaleja tiukempia toleransseja, oletetaan pystyrakenteiden saavan lisävaakavoimat H_{dt} ja H_{dl} . Lisävaakavoima rakennuksen lyhyemmässä suunnassa lasketaan kaavalla (23) ja pidemmässä suunnassa kaavalla (24). (RIL 201-1-2008, 73.)

$$H_{dt} = Nd/150 \quad (23)$$

$$H_{dl} = \frac{b}{l} \cdot \frac{Nd}{150} \geq \frac{Nd}{250} \quad (24)$$

, joissa

N_d = Lisävaakavoiman aiheuttava pystykuorman laskenta-arvo

b = rakennuksen leveys

l = rakennuksen pituus

Oletetaan, että kuormat H_{dt} ja H_{dl} eivät vaikuta samanaikaisesti. Oletetaan lisävaakavoimien vaikuttavan samassa pisteessä kuin niiden määrittelyperusteena olevan pystykuorman siten, että kaikki väli- ja yläpohjien vaakavoimat voidaan sijoittaa kantavan vaakarakenteen painopisteen tasoon. Lisävaakavoimien vaikutussuunta valitaan siten, että stabiliteetin kannalta muodostuu määräävä vaikutus. Lisäksi oletetaan, että lisävaakavoimien aiheuttama lisärasitus jakautuu pystyrakenteille niiden jäykkyyksien suhteessa. (RIL201-1-2008, 72,73.)

3.7.2 Eurokoodissa esitetty menettelytapa

Teräs- ja betonirakenteiden eurokoodeissa epätarkkuudesta aiheutuva vinous lasketaan samalla periaatteella, mutta tekijät l , m ja h on määritelty eri tavalla teräs- ja betonirakenteiden eurokoodeissa. Teräsrakenteiden alkusivusiirtymä lasketaan kaavalla (25) (SFS-EN 1993-1-1, 33).

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m \quad (25)$$

, jossa

$\phi_0 = 1/200$, perusarvo

$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}}$, mutta $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$ (korkeuteen perustuva pienennystekijä)

$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$, rakenneosien määrään perustuva pienennyskerroin

Teräsrakenteiden eurokoodissa α_h :n laskentakaavassa l :n tilalla on h , joka kuvaa rakenteen korkeutta metreinä ja m on niiden rivissä olevien pilarien lukumäärä, joiden pystysuuntainen kuorma N_{Ed} on vähintään puolet pystysuuntaisessa tasossa olevan pilarin keskimääräisestä kuormasta. Alkusivusiirtymät korvataan ekvivalenteilla vaakavoimilla H_i , jonka suuruus lasketaan kaavalla (26) (SFS-EN 1993-1-1, 33).

$$H_i = \phi \cdot N_{Ed} \quad (26)$$

Betonirakenteissa epätarkkuudet esitetään vinouden avulla käyttäen kaavaa (27) (SFS-EN 1992-1-1, 54).

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m \quad (27)$$

, jossa

$\phi_0 = 1/200$, perusarvo

$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}}$, mutta $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$ (korkeuteen perustuva pienennystekijä)

$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$, rakenneosien määrään perustuva pienennyskerroin

Betonirakenteiden eurokoodissa suuret l ja m määritellään kolmella eri tavalla tapauksen mukaan:

- 1) Vaikutuksen kohdistuessa erilliseen rakenneosaan: l = rakenneosan todellinen pituus, $m=1$.
- 2) Vaikutuksen kohdistuessa jäykistysjärjestelmään: l = rakennuksen korkeus, m = jäykistysjärjestelmän vaakavoimaan vaikuttavien pystyrakenneosien määrä.
- 3) Vaikutuksen kohdistuessa vaakakuormia jakaviin levykenttiin välipohjassa, yläpohjassa tai vesikatossa: l = kerroskorkeus, m = kokonaisvaakavoimaan vaikuttavien pystyrakenneosien määrä kerroksessa. (SFS-EN1992-1-1, 55)

Erillisille rakenneosille epätarkkuudet voidaan ottaa huomioon joko poikittaisvoiman H_i avulla tai epäkeskisyyden e_i avulla. Poikittaisvoimat lasketaan kaavoilla (28) ja (29). (SFS-EN 1992-1-1, 55.)

$$H_i = \theta_i \cdot N, \text{ jäykistämättömissä rakenneosissa} \quad (28)$$

$$H_i = 2 \cdot \theta_i \cdot N, \text{ jäykistetyissä rakenneosissa} \quad (29)$$

, joissa

N = normaalivoima

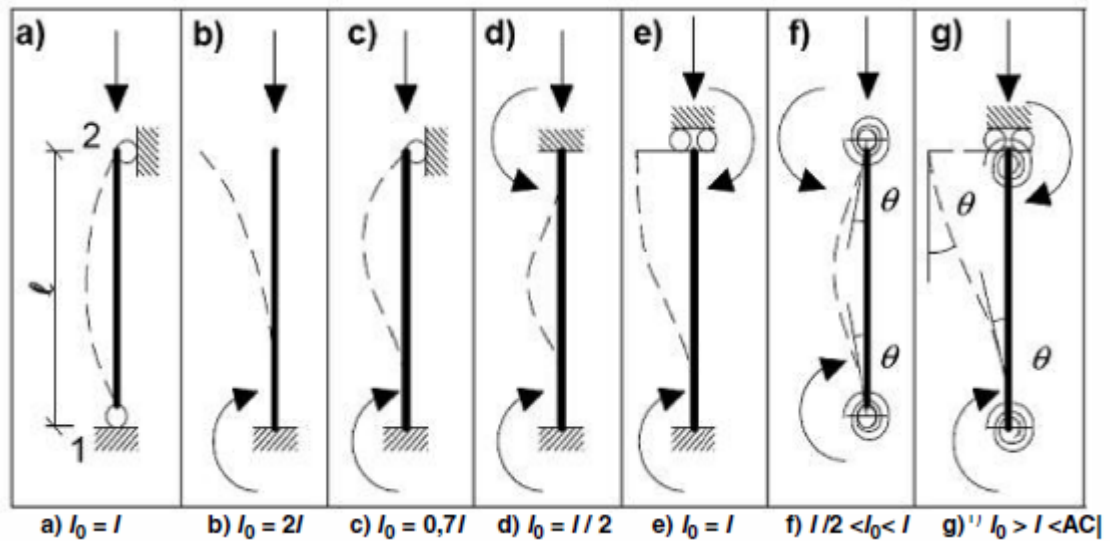
θ_i = vinous

Epäkeskisyys saadaan laskettua kaavalla (30).

$$e_i = \theta_i \cdot \frac{l_0}{2} \quad (30)$$

, jossa

l_0 = nurjahduspituus, nurjahduspituudet tapauksittain saadaan kuvioista 5.



KUVIO 5. Esimerkkejä nurjahdusmuodoista ja vastaavista nurjahduspituuksista (SFS-EN1992-1-1, 65.)

Rakenteissa vinous voidaan ottaa huomioon poikittaisvoimien avulla. Kuviossa 5 on esitetty esimerkkejä mittaepätarkkuuksien vaikutuksista. Vaikutus jäykistysjärjestelmään lasketaan kaavalla (31) (SFS-EN 1992-1-1, 56).

$$H_i = \theta_i \cdot (N_b - N_a) \quad (31)$$

Vaikutus välipohjan levykenttään lasketaan kaavalla (32) (SFS-EN 1992-1-1, 56).

$$H_i = \theta_i \cdot (N_b + N_a)/2 \quad (32)$$

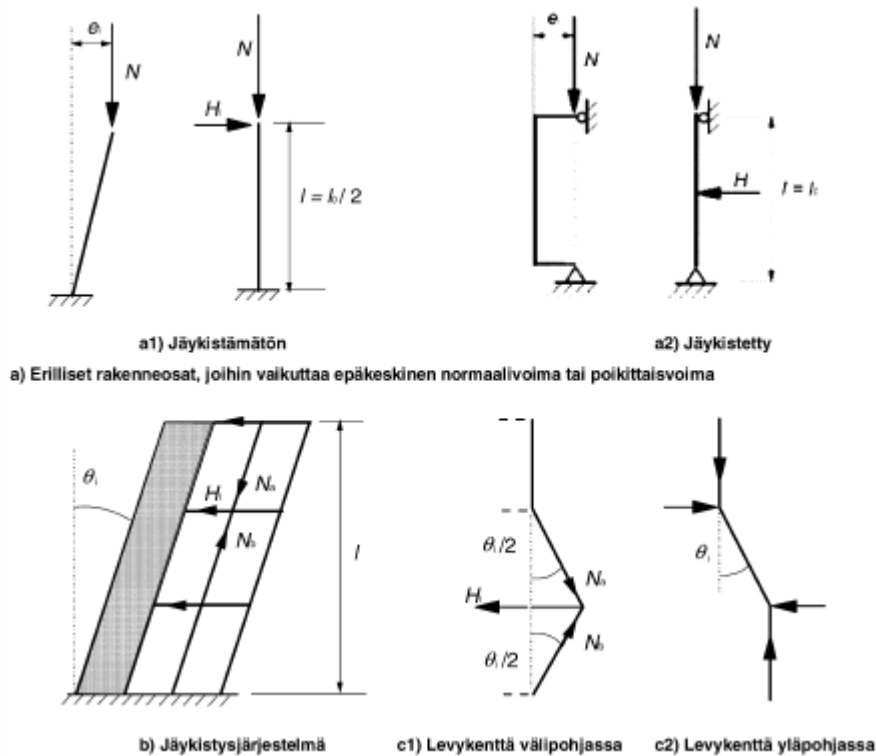
Vaikutus yläpohjan levykenttään saadaan laskettua kaavalla (33) (SFS-EN 1992-1-1, 56).

$$H_i = \theta_i \cdot N_a \quad (33)$$

, joissa

H_i on poikittaisvoima

N_a ja N_b ovat pituussuuntaisia voimia.



KUVIO 6. Mittaepätarkkuuksien vaikutuksia (SFS-EN1992-1-1, 56.)

Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan käyttämään materiaalien eurokoodeissa esitettyä menettelytapaa tai RIL 144:ssä esitettyä tapaa. Lähtötietotaulukossa on esitetty RIL 144:n menettelytapa sekä teräsrakenteiden alkusivusiirtymän ja betonirakenteiden vinouden kaavat. Lisävaakavoimia käsittelevässä kohdassa on lisäksi annettu linkki tiedostoihin, joissa ohjeistetaan tarkemmin vinouden ja alkusivusiirtymän laskentatapaa.

3.8 Törmäyskuormat

Rakennuksissa törmäyskuormat tulee ottaa huomioon

- pysäköintitaloissa
- rakennuksissa, joissa ajoneuvot ja haarukkatrukit kulkevat
- tie- ja rautatieliikenteen välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla rakennuksilla.

Katuliikenteentörmäyskuormissa otetaan huomioon törmäys viereiseen ja yläpuoliseen rakenteeseen. Törmäyskuormat esitetään ekvivalentteina staattisina kuormina. Tällä yksinkertaistetulla mallilla saadaan osoitettua staattinen tasapaino ja riittävä kestävyys

sekä törmäyksen kohteena olevan rakenteen deformatuminen. (SFS-EN 1991-1-7, 30, 32.) Kohdissa 3.8.1 ja 3.8.2 esitetään tiedot, joita lähtötietotaulukossa käytetään laskentaan ja ohjeistukseen. Lähtötietotaulukossa ei käsitellä helikopterin aiheuttamia törmäyskuormia.

3.8.1 Katuliikenteestä aiheutuvat törmäyskuormat

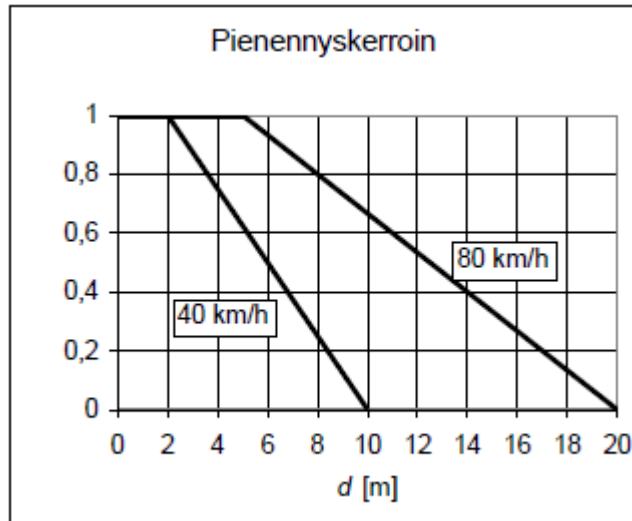
Lähtötietotaulukossa oletetaan, että törmäävä kohde absorboi kaiken energian eli kyseessä on kova törmäys. Tämä johtaa yleensä varmallalla puolella oleviin tuloksiin. Ekvi-valentit staattiset mitoituskuormat voidaan tässä tapauksessa määrittää Eurokoodin 1991-1-7 taulukon 4.1 mukaisesti. (SFS-EN 1991-1-7, 30; 32.) Kuormien määrittämisessä ei ole huomioitu kaiteita tai muita esteitä, jotka vaikuttavat törmäyskuormiin. Seuraamusluokan CC1 rakennuksia ei tarvitse tarkastella törmäyksen kannalta. Lähtötietotaulukossa otetaan huomioon perustiedoissa täytetty seuraamusluokka ja mikäli seuraamusluokka on CC1, käyttäjälle tulee ilmoitus, ettei törmäyskuormaa tarvitse huomioida.

TAULUKKO 22. Mitoituskuormat ajoväylän viereisiin tai yläpuolisiin tukirakenteisiin (SFS-EN1991-1-7 NA, 9.)

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 ^b	25	25
– kuorma-autot ^c pääsevät kulkemaan ^b	75	75

^a x = normaali liikenteen suunta, y = normaalin liikenteen suuntaa vastaan kohtisuoraan.
^b Jos piha-alueen ajoneuvoliikenteelle tarkoitetun osan reunan ja rakenteen vaakasuora välimatka on vähintään 2,0 m, ei rakennetta tarvitse mitoittaa ajoneuvon törmäyskuormalle.
^c Termi "kuorma-auto" tarkoittaa ajoneuvoja, joiden suurin bruttopaino on yli 3,5 tonnia.

Mikäli liikenteen luokkana on "Taajamien tiet ja kadut", voidaan kuormia pienentää pienennyskertoimella, jonka suuruuteen vaikuttaa etäisyys d lähimmän ajokaistan keskilinjalta rakenteeseen sekä suurin sallittu ajonopeus v_0 . (SFS-EN1991-1-7 NA, 9.)



KUVIO 7. Pienennyskerroin liikenteen luokan ”Taajamien tiet ja kadut” törmäyskuormille (SFS-EN1991-1-7 NA, 10.)

Pienennyskerrointa voidaan käyttää, kun ajokaistan keskilinjan ja törmäyskohdan välinen kohtisuora kaltevuus on enintään 1:5 alaspäin. Tätä kaltevammat luiskat, nousevat luiskat, kaiteet ja muut törmäysohjeet tarkastellaan erikseen. Pienennyskerrointa käytettäessä kuormien F_{dx} ja F_{dy} tulee kuitenkin olla vähintään 75 kN. Lähtötietotaulukossa annetaan törmäyskuormat taulukon 22 mukaisesti. Mikäli liikenteen luokkana on ”Taajamien tiet ja kadut”, taulukko laskee myös pienennyskerroimen sekä pienennetyt törmäyskuormat. Kuorma F_{dx} kuvaa ajokaistan suuntaista törmäyskuormaa ja F_{dy} ajokaistan suuntaan nähden kohtisuoraa törmäyskuormaa. Kuormat F_{dx} ja F_{dy} eivät vaikuta samanaikaisesti. (SFS-EN1991-1-7 NA, 9, 10.)

Törmäyskuormille on annettu myös vaikutusalue ja sijainti, jotka määräytyvät autotyypin perusteella. Kuorma-auton törmäyskuorma vaikuttaa korkeudella $h = 0,5 \text{ m} \dots 1,5 \text{ m}$ ja törmäyksen vaikutusalue $a=0,5 \text{ m}$ (korkeus) x $1,5 \text{ m}$ (leveys) tai rakenneosan leveys sen mukaan, kumpi on pienempi. Henkilö- tai pakettiauton törmäyskuorma vaikuttaa korkeudella $h=0,5 \text{ m}$ ja törmäyksen vaikutusalue $a=0,25 \text{ m}$ (korkeus) x $1,5 \text{ m}$ (leveys) tai rakenneosan leveys sen mukaan, kumpi on pienempi. (SFS-EN 1991-1-7, 32.)

3.8.1.2 Törmäyskuormat ylärakenteeseen

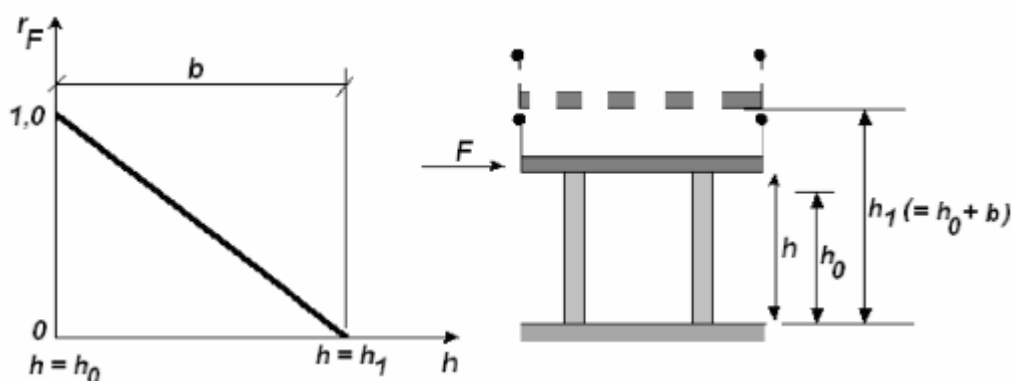
Riittävä vapaa väli törmäyksen välttämiseksi on 6 m talorakenteissa. Mikäli vapaaväli on tätä pienempi, määritetään törmäyskuormat taulukon 23 mukaisesti. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan talorakenteiden törmäyskuormien määrittämiseen tämän kohdan ohjeiden mukaisesti.

TAULUKKO 23. Ekvivalentit staattiset törmäyskuormat päällysrakenteelle talorakenteissa (SFS-EN1991-1-7 NA, 11.)

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

^a x = normaali liikenteen suunta.

Törmäyskuormia voidaan pienentää kertoimella r_F , mikäli korkeuksien h_1 ja h_0 välinen erotus b on välillä 0 m ja 1 m eli kun h on välillä h_0 ja h (SFS-EN 1991-1-7, 36).



KUVIO 8. Pienennyskerroin r_F vapaan korkeuden h funktiona (SFS-EN1991-1-7, 36.)

h = vapaa korkeus tienpinnan ja kannen alapinnan välillä törmäyskohdassa

h_0 = vapaa korkeus tien pinnan ja kannen alapinnan välillä, minkä alapuolella törmäyskuormat otetaan täysimääräisenä huomioon. Suomessa korkeudelle h_0 käytetään eurokoodin suositusarvoa 5,0 m

h_1 = tienpinnan ja kannen pinnan välinen vapaa korkeus. Korkeuden h ollessa h_1 tai enemmän, törmäyskuormaa ei tarvitse huomioida. Suomessa korkeudelle h_1 käytetään eurokoodin suositusarvoa 6,0 m

$b = h_1 - h_0$. Mitalle b käytetään suositusarvoa 1,0 m. Törmäyskuorman pienennyskerroin otetaan huomioon, kun h on välillä h_0 ja h_1 . (SFS-EN1991-1-7, 36.)

Korkeuden h määrittämisessä tulee ottaa huomioon sillan alapuolisen tieväylän uudelleen päällystäminen. Tarvittaessa voidaan huomioida liikenteen suuntaa vastaan kohtisuora voima $F_{dy} = F_{dx}/2$. Kuormat F_{dx} ja F_{dy} eivät vaikuta samanaikaisesti. Törmäyskuorma vaikuttaa neliön muotoisella alueella, jonka sivun pituus on 0,25 m. (SFS-EN 1991-1-7, 36.) Törmäyskuormat sillan päällysrakenteisiin on määritelty eurokoodin sovellusohjeessa ”Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCII ”. Sillan päällysrakenteen alapintaan kohdistuvassa törmäyksessä otetaan huomioon myös mitoituskorma F_{dx} käännettynä 10° ylöspäin. (Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCII, 46.)

3.8.2 Suistuneen junan aiheuttamat törmäyskuormat

Suistuvan junan törmäyksen kohteena olevat rakenteet jaetaan kahteen luokkaan seuraavasti:

- Luokkaan A kuuluvat rautatielinjaa ylittävät tai sen vieressä oleva rakenteet, joiden tiloissa oleskelee pysyvästi ihmisiä tai jotka toimivat tilapäisenä ihmisten kokoontumispaikkana sekä vähintään kaksikerroksiset rakenteet. Luokan A rakenteissa törmäyskuormia ei tarvitse ottaa huomioon, mikäli etäisyys raiteen keskilinjasta rakenteeseen on yli 20 m.
- Luokkaan B kuuluvat massiiviset rautatielinjaa ylittävät tai sen vieressä olevat rakenteet, kuten ajoneuvoliikennettä välittävät sillat tai yksikerroksiset rakennukset, joissa ei ole ihmisiä pysyvästi tai jotka eivät toimi ihmisten tilapäisenä kokoontumispaikkana. Luokan B rakenteissa törmäyskuormia ei tarvitse ottaa huomioon, mikäli etäisyys raiteen keskilinjasta rakenteeseen on yli 5 m. (SFS-EN 1991-1-7, 38.)

Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan valitsemaan rakenteen luokka, kohtisuora etäisyys raiteen keskilinjalta rakenteeseen, junan nopeus sekä onko kyseessä vaihdealue vai vaihteeton alue. Näiden tietojen perusteella lähtötietotaulukko valitsee ja interpoloi oikeat arvot sekä raiteen suuntaiselle kuormalle F_{dx} että raidetta vastaan kohtisuoralle kuormalle F_{dy} .

TAULUKKO 24. Rataliikenteen törmäyskuormat alusrakenteisiin (RIL 201-2-2011, 154.)

Vaakasuoja etäisyys rakenteen pinnasta lähimmän raiteen keskilinjaan [m]		Raiteen suuntainen voima [kN]		Raidetta vastaan kohtisuora voima [kN]	
vaihteeton alue	vaihdealue	≤ 120 km/h	200 km/h	≤ 120 km/h	200 km/h
$d < 3,1$ m	$d < 5$ m	8 000	10 000	3 000	3 750
$d = 3,1...5$ m	$d = 5...7$ m	4 000	6 000	1 500	2 250
$d = 5...7$ m	$d = 7...20$ m	2 000	4 000	750	1 500
$d = 7...10$ m		0	1 000	9	375

Taulukon 24 törmäyskuormia käytetään, ellei projektikohtaisesti toisin määrätä. Törmäyskuormia voidaan vähentää seuraavien sääntöjen mukaan:

- Kuormia voidaan vähentää 50 % kaluston nopeuden ollessa alle 50 km/h.
- Jos tukirakenteet on suojattu vähintään 0,55 m korkeilla massiivisilla laiturirakenteilla, tai jos yksittäiset tukirakenteet on yhdistetty korkeilla massiivisilla jalustoilla, kuormia voidaan vähentää 50 %.
- Jos rakenneosaa ei sijaitse rakenneosarivin ulommaisena rakenneosana, yksittäiseen rakenneosaan kohdistuvia kuormia voidaan vähentää 50 %.
- Kuormia voidaan vähentää 25 % tukirakenteiden ollessa suojattuina suojakiskoin. Suojakiskojen tulee olla pituudeltaan $\geq V^2/80$ [m], mutta vähintään 30 m. (V = junan nopeus [km/h].) Suojakiskojen käyttöön vaaditaan Liikenneviraston lupa ja niiden tarve esitetään projektikohtaisissa suunnitteluperusteissa. (Eurokoodin sovellusohje, siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1, 47.)

Edellä esitettyjä vähennyksiä voidaan yhdistellä. Törmäyskuormat vaikuttavat 1,8 m:n korkeudella raiteen korkeustasosta. Törmäyspinnan leveydeksi oletetaan enintään 2 m ja korkeudeksi enintään 1 m (Eurokoodin sovellusohje, siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1, 48). Lähtötietotaulukko laskee myös suojakiskojen vaadittavan pituuden.

4 MATERIAALIOMINAISUUDET

Lähtötietotaulukossa materiaaliominaisuuksien osiossa ohjeistetaan määrittämään rasitus-, toteutus- ja toleranssiluokat eri materiaaleille. Lisäksi teräsrakenteiden osalta käsitellään käyttöluokka, hitsiluokka ja tuotantoluokka. Puurakenteista käsitellään lisäksi käyttöluokka ja liimatyypit. Materiaaliominaisuuksien osiossa on myös kohta jänneteräksille ja ankkureille, johon voidaan täyttää käytettävien materiaalien tietoja.

4.1 Betonirakenteet

4.1.1 Toteutusluokka

Toteutuseritelmässä on määriteltävä käytettävä toteutusluokka. Toteutuseritelmiä sisältää rakennushanketta koskevia tietoja ja vaatimuksia sekä piirustukset ja muut toteutuksessa tarvittavat tekniset asiakirjat. Toteutuseritelmässä on myös viittaukset rakenneosaa vastaaviin standardeihin ja sääntöihin. Toteutusluokalla määritellään laadunhallinnan taso, joka perustuu rakenneosan tai rakenteen tärkeyteen ja toteutuksen kriittisyyteen rakenneosan tai rakenteen tehtävän täyttämisen kannalta. Rakennuskohteen valvonnalla ja tarkastuksella todennetaan rakenteen olevan toteutuseritelmän mukainen. Tarkastuksella tarkoitetaan käytettävien tuotteiden ja materiaalien ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden todentamista sekä toteutuksen tarkastusta. (SFS-EN 13670, 13.)

Tarkastuksen laajuus, joka täyttää yleensä standardin SFS-EN 13670 vaatimukset, riippuu toteutusluokasta seuraavasti:

- Toteutusluokassa 1 tarkastuksen voi tehdä työn suorittaja.
- Toteutusluokassa 2 omavalvonnan lisäksi vaaditaan sisäinen järjestelmällinen ja säännöllinen tarkastus.
- Toteutusluokassa 3 omavalvonnan ja sisäisen järjestelmällisen sekä säännöllisen tarkastuksen lisäksi saatetaan vaatia toteuttajan tekemää tarkastusta, joka on kansallisten sääntöjen ja/tai toteutussuunnitelman mukainen. Tämän laajennetun tarkastuksen voi tehdä myös toinen yritys, jolloin kyseessä on riippumaton tarkastus. (SFS-EN 13670, 39.)

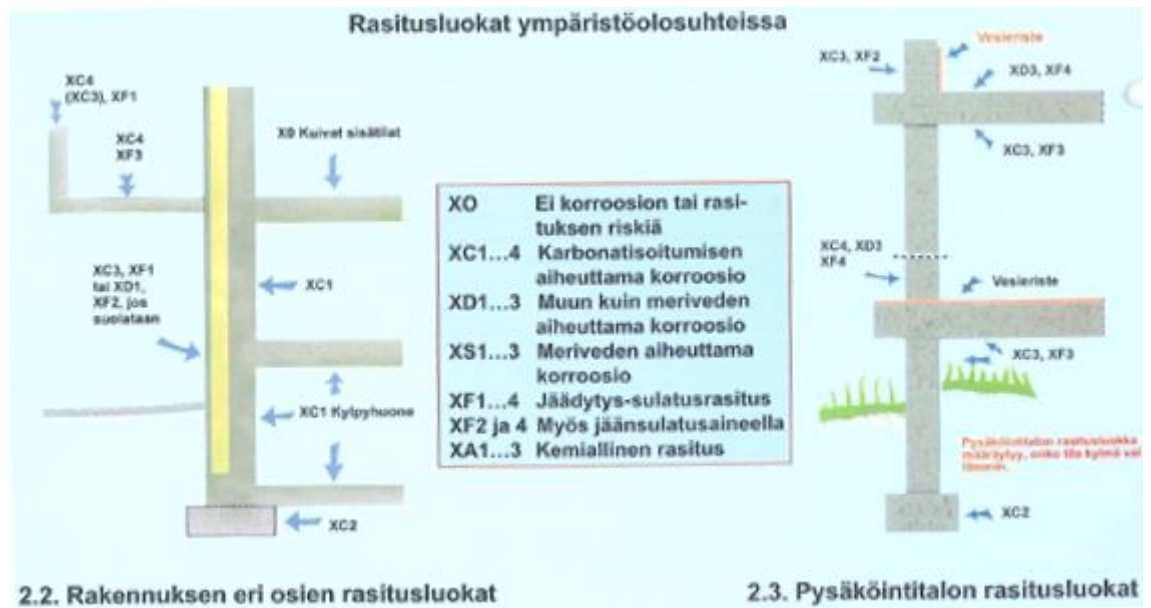
4.1.2 Toleranssiluokka

Betonirakenteiden toleranssit jaetaan kahteen luokkaan 1 ja 2. Toleranssiluokan 1 katsotaan vastaavan normaalitoleransseja eli mittapoikkeamien perusrajoja, jotka varmistavat, että rakenne täyttää suunnitteluoletukset ja muut rakennuskohteen toiminnalliset vaatimukset. Toleranssiluokkaa 2 käytetään eurokoodissa 1992-1-1 liitteessä A esitettyjen pienennettyjen materiaaliosavarmuuslukujen kanssa. Mikäli toteutuseritelmässä ei ole toisin määritelty, käytetään toleranssiluokkaa 1. (SFS-EN 13670, 30.)

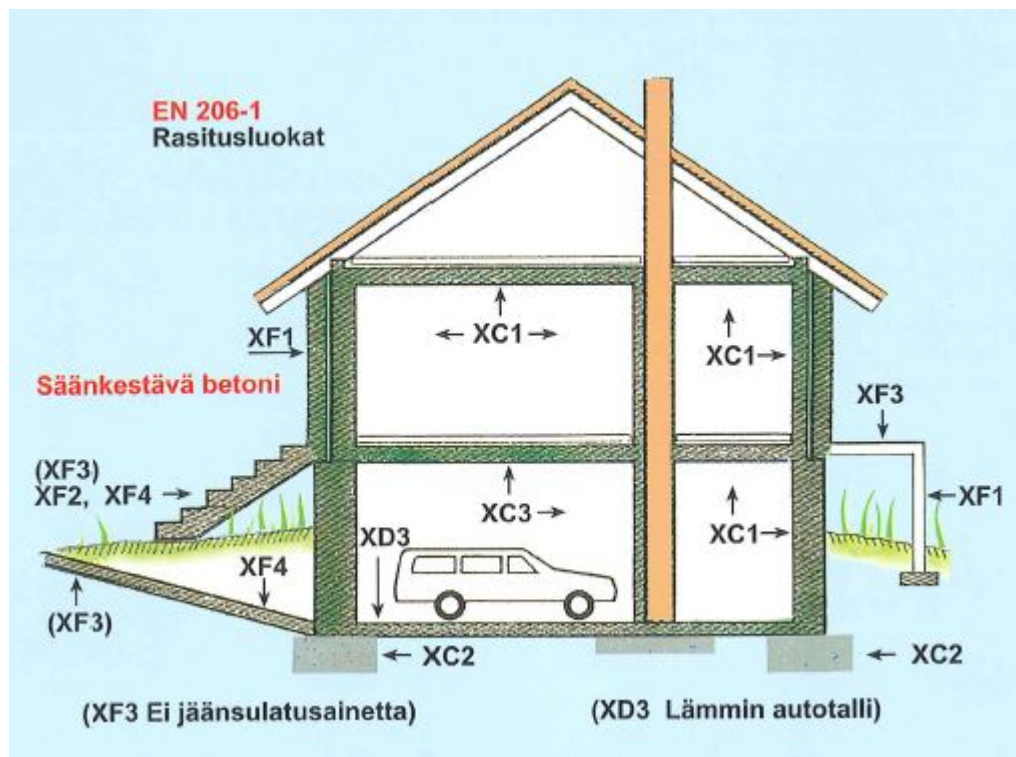
Lähtötietotaulukossa on myös linkit Betonikeskus ry:n julkaisemaan ”Betonielementtien toleranssit 2011” asiakirjaan sekä betonirakenteiden eurokoodiin 1992-1-1 pienennettyjen materiaaliosavarmuuslukujen ja toleranssien selvittämistä varten.

4.1.3 Rasitusluokat

Mekaanisten kuormien lisäksi rakenteeseen aiheutuu kemiallisia tai fysikaalisia rasituksia ympäristöolosuhteista riippuen. Rasitusluokat on määritelty ympäristöolosuhteiden mukaan betonirakenteiden eurokoodissa. Lähtötietotaulukossa tulee rasitusluokkien määrittämissä näkyviin liitteessä 1 esitetyt taulukot, joissa määritellään rasitusluokat sekä täsmennetään kemiallisen rasituksen luokkia. Rasitusluokkien rakennekohtaisen määrittämisen avuksi on annettu kaksi kuvaa, joissa on havainnollistettu rasitusluokkia eri rakenteissa.



KUVIO 9. Rasitusluokat ympäristöolosuhteissa (Laatuopas ja laadunvarmistus, 2.)



KUVIO 10. Rasitusluokat ympäristöolosuhteissa (Laatuopas ja laadunvarmistus, 1.)

Lisäksi lähtötietotaulukossa esitetään taulukko, jossa on ympäristöolosuhteista johtuvat betonipeitteiden vähimmäisvaatimukset ja lujuusluokat.

TAULUKKO 25. Betonipeitteen vähimmäisarvovaatimukset (SFS-EN1992-1-1 NA, Taulukko 4.3N)

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 ¹⁾	+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
RakMK B4 1-rakenneluokka	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

Lähtötietotaulukossa rasitusluokkien kohtaan on alustavasti täytetty perustukset, ulkoseinät, kuivat sisätilat, märkätilat ja parvekkeet. Käyttäjä voi valita edellä mainituille rakenteille rasitusluokat vetolaatikoista sekä muokata ja lisätä rakenteiden kuvauksia.

4.2 Teräsrakenteet

Materiaaliominaisuuksien teräsrakenteet osiossa täytetään käyttöluokka, tuotantoluokka, toteutusluokka, toleranssiluokka, rasitusluokat ja hitsiluokka. Lisäksi kohtaan on jätetty tilaa teräslaatuja ja pintakäsittelyn määrittelykselle.

4.2.1 Käyttöluokka ja tuotantoluokka

Käyttöluokka kuvaa kokoonpanon käyttöolosuhteita ja tuotantoluokka kuvaa kokoonpanon toteutuksessa käytettäviä menetelmiä. Käyttöluokan ja tuotantoluokan valintaan vaikuttavat riskitekijät, jotka voivat aiheutua työn toteutuksen monimutkaisuudesta ja kuormavaikutuksiin liittyvistä epävarmuuksista, joiden seurauksena rakenteessa voi paljastua valmistusvirheitä käytön aikana. (SFS-EN 1090-2, 17, 102.)

Käyttöluokkaan vaikuttavat riskit liittyvät käyttötekijöihin, jotka aiheutuvat rakenteeseen tai rakenneosaan kohdistuvista asennuksen ja käytön aikaisista kuormista sekä kokoonpanojen jännitustasojen suhteesta niiden kestävyysasteeseen. Toteutusluokkaan vaikuttavat riskit liittyvät tuotantotekijöihin, jotka aiheutuvat monimutkaisista rakenteista ja

kokoonpanoista. Teräs ja alumiinirakenteiden toteutusstandardissa on esitetty taulukot käyttö- ja toteutusluokille ehdotettavista kriteereistä. (SFS-EN 1090-2, 102.)

TAULUKKO 26. Käyttöluokille ehdotettavat kriteerit (SFS-EN 1090-2, 103.)

Luokat	Kriteerit
SC1	<ul style="list-style-type: none"> – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille (Esimerkki: Rakennukset) – Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille matalan seismisen aktiiviteetin perusteella ja luokassa DCL* – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan nostureista aiheutuville väsytytkuormille (luokka S₀)**
SC2	<ul style="list-style-type: none"> – Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytytkuormille. (Esimerkkejä: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat S₁...S₉)**), rakenteet, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille – Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiiviteetin perusteella ja luokissa DCM* ja DCH*
*	DCL, DCM, DCH: standardin EN 1998-1 mukaisia sitkeysluokkia.
**	Ks. nostureista aiheutuvien väsytytkuormitusten luokittelu standardeista EN 1991-3 ja EN 13001-1.

Rakenne tai rakenteen osa voi sisältää eri käyttö- tai tuotantoluokkiin kuuluvia kokoonpanoja tai rakenteellisia yksityiskohtia. (SFS-EN 1090-2, 103.)

TAULUKKO 27. Tuotantoluokille ehdotettavat kriteerit (SFS-EN 1090-2, 103.)

Luokat	Kriteerit
PC1	<ul style="list-style-type: none"> – Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä – Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on alempi kuin S355
PC2	<ul style="list-style-type: none"> – Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän – Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla – Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumamuovaamalla tai joita lämpökäsitellään valmistuksen aikana – Pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokokoonpanot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon.

Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan käyttö- ja tuotantoluokan valintaan taulukoilla 26 ja 27.

4.2.2 Toteutusluokka

Toteutusluokka on kokoelma toteutukselle eriteltyjä vaatimuksia, jotka voivat koskea yksittäistä kokoonpanoa, kokoonpanon yksityiskohtaa tai koko rakennustyötä. Toteutusluokka määritellään toteutuseritelmässä. Teräsrakenteille on neljä toteutusluokkaa EXC1...EXC4 siten, että vaatimukset kasvavat siirryttäessä toteutusluokasta EXC1 toteutusluokkaan EXC4. Jos toteutusluokkaa ei ole esitetty, noudatetaan toteutusluokkaa EXC2. Toteutusluokan määrittämiseen on esitetty suositusmatriisi teräs- ja alumiinirakenteiden toteutusstandardissa. (SFS-EN 1090-2, 17, 19, 102.)

Toteutusluokka määräytyy seuraamus-, käyttö- ja tuotantoluokan mukaan. Toteutusluokan valinnan tekevät suunnittelija ja rakennuskohteen omistaja. Päätöstä tehdessä otetaan huomioon kansalliset säännöt ja neuvotellaan tarvittaessa projektipäällikön tai toteuttajan kanssa. (SFS-EN 1090-2, 103, 104.)

Seuraamusluokat		CC1		CC2		CC3	
Käyttöluokat		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Tuotantoluokat	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC3 ^a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC4
^a Toteutusluokkaa EXC4 käytetään kansallisten sääntöjen edellyttämällä tavalla erityisrakenteille tai rakenteille, joiden vaurio voi aiheuttaa äärimmäisiä seuraamuksia.							

TAULUKKO 28. Suositusmatriisi toteutusluokan valintaan (SFS-EN 1090-2, 104)

Lähtötietotaulukossa toteutusluokka määrittyy automaattisesti aiemmin täytettyjen tietojen perusteella. Lisäksi taulukossa on linkki standardin SFS-EN 1090-2 liitteeseen A, jossa on esitetty toteutusluokkiin liittyvät vaatimukset.

4.2.3 Toleranssiluokka

Toleranssiluokka määritellään toteutuseritelmässä. Toiminnallisille toleransseille esitetään kaksi luokkaa. Toleranssiluokan vaatimukset tiukkenevat siirryttäessä luokasta 1 luokkaan 2. Ellei toleranssiluokkaa ilmoiteta toteutuseritelmässä ja käytetään teräsrakenteiden toteutusstandardin (SFS-EN 1090-2) liitettä D.2, oletetaan käytettäväksi toleranssiluokkaa 1, jossa on väljemmät vaatimukset. Toiminnallisia toleransseja on esitetty standardin SFS-EN 1090-2 liitteessä D.2. Lähtötietotaulukossa annetaan edellä mainitut

tiedot käyttäjälle sekä linkki teräsrakenteiden toteutusstandardiin, jossa toleranssit on taulukoitu. (SFS-EN 1090-2, 19, 78.)

4.2.4 Rasitusluokat

Rasitusluokka tai korroosiorasitus tietyssä ympäristössä on oleellinen muuttuja, joka on määräävässä asemassa valittaessa suojamaaliyhdistelmää. Ilmastolliset rasitusluokat määritellään perustuen vakiokappaleiden paino- tai paksuushäviöön. Ilmasto-ympäristöt on luokiteltu kuuteen ilmastorasitusluokkaan. Rasitusluokkien määrittämiseksi suositellaan koestettavaksi standardikoekappaleita. Mikäli koekappaleita ei ole mahdollista altistaa todellisille olosuhteille, voidaan rasitusluokka arvioida yksinkertaisesti perustuen taulukossa 29 esitettyihin ympäristöesimerkkeihin. (SFS-EN ISO 12944-2, 6, 14.)

TAULUKKO 29. Ilmastorasitusluokat ja esimerkkejä ympäristöistä (SFS-EN ISO 12944-2, 12)

Rasitusluokka	Painohäviö pinta-alayksikköä kohden/paksuushäviö (ensimmäinen koestusvuosi)				Esimerkkejä tyypillisistä ympäristöistä lauhkeassa ilmastossa (vain opastava)	
	Niukkahiilinen teräs		Sinkki		Ulkona	Sisällä
	Painohäviö g/m ²	Paksuushäviö µm	Painohäviö g/m ²	Paksuushäviö µm		
C1 hyvin lievä	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	–	Lämmitetyt rakennukset, joissa puhtaat ilmatilat, esim. toimistot, kaupat, koulut, hotellit.
C2 lievä	> 10...200	> 1,3...25	> 0,7...5	> 0,1...0,7	Ilmatilat, joissa epäpuhtauksien määrä on alhainen. Enimmäkseen maaseutualueita.	Lämmittämättömät rakennukset, joissa voi esiintyä kondensoitumista, esim. varastot, urheiluhallit.
C3 kohtalainen	> 200...400	> 25...50	> 5...15	> 0,7...2,1	Kaupunki- ja teollisuusilmatilat, joissa kohtalainen rikkidioksidikuormitus. Rannikkoalueet, joilla alhainen suolapitoisuus.	Tuotantotilat, joissa korkea kosteuspitoisuus ja jossain määrin epäpuhtauksia ilmassa, esim. elintarviketehtaat, pesulat, panimot, meijerit.
C4 ankara	> 400...650	> 50...80	> 15...30	> 2,1...4,2	Teollisuusalueet ja rannikkoalueet, joilla suolapitoisuus on kohtalainen.	Kemianteollisuuden tuotantolaitokset, uima-altaat, rannikolla sijaitsevat telakat ja veneveistämöt.
C5-I hyvin ankara (teollisuus)	> 650...1500	> 80...200	> 30...60	> 4,2...8,4	Teollisuusalueet, joilla kosteus on korkea ja ilmatila on syövyttävä.	Rakennukset tai alueet, joilla kondensoituminen on miltei jatkuvaa ja saasteiden määrä korkea.
C5-M hyvin ankara (meri)	> 650...1500	> 80...200	> 30...60	> 4,2...8,4	Rannikkoalueet ja rannikon ulkopuoliset alueet, joilla suolapitoisuus on korkea.	Rakennukset tai alueet, joilla kondensoituminen on miltei jatkuvaa ja saasteiden määrä korkea.
HUOMAUTUKSIA						
1 Rasitusluokissa käytetyt häviöarvot ovat yhtäpitävät standardin ISO 9223 arvojen kanssa.						
2 Kuumien ja kosteiden vyöhykkeiden rannikkoalueilla paino- ja paksuushäviöt voivat ylittää luokan C5-M rajat. Suojamaaliyhdistelmän valintaan on kiinnitettävä erityisesti huomiota.						

Lähtötietotaulukossa esitetään taulukko (29) ilmastorasitusluokista, joiden mukaan voidaan valita vetolaatikosta oikeat rasitusluokat rakenteille.

4.2.5 Hitsiluokka

Lähtötietotaulukossa käsitellään sulahitsausliitoksissa esiintyvien hitsausvirheiden hitsiluokkia teräkselle, nikkelille, titaanille ja niiden seoksille standardin SFS-EN ISO 5817 mukaisesti. Standardi soveltuu yli 0,5 mm ainepaksuuksille ja kattaa läpihitsatut päitäishitsit sekä kaikki pienahitsit. Hitsausvirheet ryhmitellään mitoituksellisten arvojen perusteella hitsiluokkiin. Hitsausliitoksen virheille on yleensä tarkoitus määrittää yksi hitsiluokka. Joissakin tapauksissa saattaa olla tarpeen määrittää hitsausliitoksen eri hitsausvirheille eri hitsiluokat. (SFS-EN ISO 5817, 10.)

Toteutusluokka vaikuttaa hitsiluokkaan siten, että toteutusluokassa EXC1 käytetään hitsiluokkaa D, toteutusluokassa EXC2 käytetään yleensä hitsiluokkaa C, toteutusluokassa EXC3 käytetään hitsiluokkaa B ja toteutusluokassa EXC4 käytetään hitsiluokkaa B+. Hitsiluokka B+ tarkoittaa hitsiluokkaa B taulukon 30 mukaisin lisävaatimuksin. Poikkeuksena toteutusluokassa EXC2 käytetään hitsiluokkaa D seuraaville virhetyypeille. ”Reunahaava”, ”Pintapalon valuma”, ”Sytytysjälki” ja ”Avoin imuontelo”. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan hitsiluokan valintaan toteutusluokan mukaan. (SHY r.y. ja Hitsaustekniikka-lehti 60 vuotta, 49.)

TAULUKKO 30. Hitsiluokan B+ lisävaatimukset (SHY r.y. ja Hitsaustekniikka-lehti 60 vuotta, 48.)

Virhetyyppi		Virheen rajat
Reunahaava (5011, 5012)		Ei sallita
Sisäiset huokokset (2011 - 2014)	Päittäishitsit	$d \leq 0,1 s$, kuitenkin enintään 2 mm
	Pienahitsit	$d \leq 0,1 a$, kuitenkin enintään 2 mm
sulkeumat (300)	Päittäishitsit	$h \leq 0,1 s$, kuitenkin enintään 1 mm $l \leq s$, kuitenkin enintään 10 mm
	Pienahitsit	$h \leq 0,1 a$, kuitenkin enintään 1 mm $l \leq a$, kuitenkin enintään 10 mm
Sovitusvirhe (507)		$h < 0,05 t$, kuitenkin enintään 2 mm
Vajaa juuri (515)		Ei sallita
Lisävaatimukset siltojen kansille		
Huokoisuus ja kaasuhuokokset (2011, 2012 and 2014)		Vain yksittäiset pienet huokokset hyväksytään
Huokosryhmät (2013)		Yhteenlaskettu määrä enintään 2 %
Pitkänomainen huokonen, madonreikähuokonen (2015 ja 2016)		Ei pilkiä huokosia
Pienahitsien sovituserhe (617)		Poikittaiset hitsit tarkastetaan kokonaan. Vain pieni juuren paikallinen rako hyväksytään $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, kuitenkin enintään 1 mm
Reunahaava (5011)		a) päittäishitsit: hyväksytään vain paikallisesti $h \leq 0,5 \text{ mm}$ b) pienahitsit: ei sallita kohdissa, joissa suunta on poikittain jännitykseen nähden. Reunahaavat poistetaan hiomalla
Useat samassa poikkileikkauksessa esiintyvät hitsausvirheet ($n \cdot 4.1$)		Ei sallita
Sulkeumat (300)		Ei sallita

4.3 Puurakenteet

4.3.1 Toteutus- ja toleranssiluokka

Puurakenteiden toteutusluokkia käsittelevää toteutusstandardia SFS 5978 ei ole vielä julkaistu, joten puurakenteiden toteutus- ja toleranssiluokista on saatavilla hyvin vähän tietoa. Lähtötietotaulukkoon on kuitenkin tehty kohdat puurakenteiden toteutus- ja toleranssiluokille. Toteutusluokka määritellään seuraamusluokan perusteella seuraavasti:

- CC1 → TL1 tai TL2.
- CC2 → TL2 tai TL3.
- CC4 → TL3. (Kevarinmäki 2011.)

Seuraamusluokkaa vaativampaa toteutusluokkaa käytetään, kun rakenteen käyttöön tai toteutukseen liittyy normaalia suurempia vaaratekijöitä tai erityisiä riskitekijöitä. Yli 3 kerroksisille tai yli 14 m korkeille CC2 luokan puurakenteille käytetään toteutusluokkaa TL3. Toleranssiluokkia on kolme kuten RunkoRYL:ssa. Uudessa toteutusstandardissa on pääosin samat toleranssit kuin RunkoRYL 2010:ssä ja RunkoRYL:n taulukoissa mainitaan, että puurakenteiden toteutusstandardin valmistuessa, noudatetaan uusia asennustarkkuuksia. (Kevarinmäki 2011.) RunkoRYL 2010:ssä määritellään toleranssiluokat seuraavasti:

- Luokkaan 1 kuuluvat rakenneosat, joilta vaaditaan erityistä mittatarkkuutta ja joilla on erityisen korkeat ulkonäkövaatimukset.
- Luokka 2 on yleisin toleranssiluokka. Luokkaan 2 kuuluvat asuin- liike- ja toimistorakennusten sekä niitä vastaavien rakennusten rakenneosat.
- Luokkaan 3 kuuluvat hallirakennusten ja niitä vastaavien rakennusten rakenneosat, joille sallitaan luokkaa 2 alhaisemmat mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset. (RunkoRYL2010, 71)

Eurokoodissa luokitusnumerointi on päinvastainen, jolloin luokka 1 edustaa heikointa laadun tasoa (RunkoRYL2010, 71). Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan toteutusluokan ja toleranssiluokan valintaan edellä esitetyillä tiedoilla. Lisäksi kohdassa on myös linkki RunkoRYL 2010:n toleranssitaulukoihin.

4.3.2 Käyttöluokat

Rakenteet jaotellaan kolmeen käyttöluokkaan. Käyttöluokka järjestelmä on tarkoitettu lujuusarvojen jaotteluun ja määritellyissä ympäristöolosuhteissa syntyvän muodonmuutoksen laskemista varten. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan käyttöluokan valintaan seuraavasti:

- Käyttöluokkaan 1 kuuluu lämpimissä sisätiloissa tai vastaavissa kosteusolosuhteissa oleva puurakenne. Sisältää myös lämpöeristekerroksessa olevat rakenteet ja palkit joiden vetopuoli on lämmöneristeen sisällä.
- Käyttöluokkaan 2 kuuluvat kuivana ulkoilmassa olevat puurakenteet. Rakenteen tulee olla katetussa ja tuuletetussa tilassa ja hyvin kastumiselta suojattu sekä alta että sivuilta.
- Käyttöluokkaan 3 kuuluvat puurakenteet, jotka ovat ulkona säälle alttiina, kosteassa tilassa tai veden välittömän vaikutuksen alaisena. (RIL 205-1-2009, 30, 31.)

4.3.3 Liimatyypit

Liimapuun valmistuksessa käytetään liimoja joista on pitkä käytännön kokemus ja joilla on hyvät lujuus- ja säilyvyysominaisuudet. Pohjoismainen liimapuutoimikunta julkaisee hyväksytyjen liimojen luettelo. Liimatyypit on jaettu kahteen luokkaan. Lähtötietotaulukossa ohjeistetaan liimatyypin valintaan liimapuukäsikirjan ohjeiden mukaisesti eli liimatyyppeä I saa käyttää kaikissa kosteusluokissa ja liimatyyppeä II vain kosteusluokissa I ja II. (Liimapuukäsikirja, 15.)

5 KUORMITUSYHDISTELMÄT

Lähtötietotaulukossa esitetään kuormitusyhdistelmät rakenteiden ja rakenneosien kestävyydelle murto- ja käyttörajatilassa, geotekniselle kantavuudelle ja onnettomuustilanteen kuormituksille. Lisäksi kohtaan on lisätty kommentti, josta nähdään yhdistelykerroimen ψ arvot.

Laskentakuorma murtorajatilassa saadaan kaavalla (34), kun mitoitetaan rakenteiden ja rakenneosien kestävyyttä (RIL 201-1-2008, 38).

$$\left. \begin{matrix} 1,15 \cdot K_{Fi} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + 1,5 \cdot K_{Fi} \cdot Q_{k,1} + 1,5 \cdot K_{Fi} \cdot \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (34)$$

Kuorman tulee olla kuitenkin vähintään kaavalla (35) saatava arvo (RIL201-1-2008, 38).

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

Laskentakuorma rakenteiden ja rakenneosien kestävyyttä mitoitettaessa käyttörajatilassa saadaan kaavalla (36) (RIL201-1-2008, 40).

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (36)$$

Geoteknisen kantavuuden mitoituksessa käytettävä kuorma lasketaan kaavalla (37) RIL 201-1-2008, 39).

$$\left. \begin{matrix} 1,0 \cdot K_{Fi} \\ 1,0 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + 1,3 \cdot K_{Fi} \cdot Q_{k,1} + 1,3 \cdot K_{Fi} \cdot \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (37)$$

Onnettomuustilanteen mitoituskkuorma pääasiallisen kuorman ollessa lumi-, jää-, tai tuulikuorma lasketaan kaavalla (38) (RIL 201-1-2008, 39).

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (38)$$

Onnettomuustilanteen mitoituskuorma lasketaan kaavalla (39), kun pääasiallinen kuorma on muu kuin lumi-, jää-, tai tuulikuorma (RIL 201-1-2008, 39).

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (39)$$

, joissa

$G_{k,j}$ on pysyvä kuorma

$Q_{k,1}$ on määräävä muuttuva kuorma

$Q_{k,i}$ on muu muuttuva kuorma

ψ on yhdistelykerroin

P on esijännitysvoima

A_d on onnettomuuskuorma

Kohtaan on lisätty myös linkki tiedostoon, johon on kerätty nosturikuormien kuormitusyhdistelmä ja yhdistelykertoimet nostureiden kuormia käsittelevästä eurokoodista ja sen kansallisesta liitteestä.

6 RAKENNUSFYSIKKA

Lähtötietotaulukon viimeisenä täytettävänä osana on rakennusfysikaaliset tiedot kuten rakennusolosuhteet, vedeneristykset, kosteudenhallinta, vedenpoiston hallinta, lämmöneristävyys, äänitekniset vaatimukset, dynaamiset vaatimukset ja muut vaatimukset. Nämä kohdat täytetään projektikohtaisesti, mutta täyttämisen avuksi on annettu esimerkkejä ja lyhyttä ohjeistusta. Kuvassa 1 esitetään taulukkoon esitetyt esimerkkejä ja ohjeistusta. Lämmöneristävyden kohdalle on valmiiksi täytetty lämpimän tilan lämmöneristysvaatimukset yläpohjalle, alapohjalle, ulkoseinälle, oville ja ikkunoille. Lisäksi on annettu linkit lämmöneristysmääräyksiin ja -ohjeisiin sekä ääneneristysmääräyksiin ja -ohjeisiin.

Muiden vaatimusten kohdassa lähtötietotaulukossa ohjeistetaan CE-merkinnän vaikutuksista suunnitteluasiakirjoihin seuraavasti:

- Käytettyjen tuotteiden harmonisointeihin tuotestandardeihin tulee viitata suunnitteluasiakirjoissa. Lisäksi vaaditaan viittaukset toteutusstandardeihin ja kansallisiin soveltamisstandardeihin. CE-merkintä ei takaa tuotteen soveltuvuutta rakennuskohteeseen. Merkintä takaa vain, että tuote täyttää Eurooppalaisten standardien vaatimukset. Suunnittelijan vastuulla on varmistaa, että tuote on sopiva myös kohdemaassa.
- Rakennustuotteen käyttäjän on selvitettävä CE-merkintätietojen perusteella, täyttääkö rakennustuote kansallisten viranomaisten käyttökohteelle asettamat vähimmäisvaatimustasot. Suomessa kansallisen vaatimustason suositukset on kirjattu CE-merkintätietojen kanssa yhteensopivasti kansallisiin soveltamisstandardeihin, joita julkaistaan SFS-7000 sarjassa. (Nikolas Lalla, 2013; RIL 107-2012, 21.)

8. Rakennusfysiikka

8.1 Olosuhteet

Rakennuspaikka:

Maaperä, kaivuutaso, pohjaveden taso, mahdollinen massanvaihto.

Rakennuksen sisällä:

Onko rakennus kokonaan lämmin? Lämpötila, ilman suhteellinen kosteus.

8.2 Vedeneristykset

Märkätiloissa sertifioidut vedeneristykset

Katon vedeneriste, kellarin seinien vedeneristys

8.3 Kosteudenhallinta

Kosteudenhallintasuunnitelma

Seinien vedenpaineen kesto, höyrinsulkumuovien yhdistäminen, kapillaarisen veden nousun estäminen.

8.4 Vedenpoiston hallinta

Katon vedenpoiston toteutus

8.5 Lämmöneristävyys

Yläpohja	0,09 W/m ² K
Alapohja	0,17/0,16 W/m ² K
Ulkoseinät	0,17 W/m ² K
Ovet	1,00 W/m ² K
Ikkunat	1,00 W/m ² K

8.6 Äänitekniset vaatimukset

Esim. Tie- tai raiteliikenteen melu

8.7 Dynaamiset vaatimukset

Esim. Tärinän estäminen

KUVA 1. Rakennusfysikaaliset vaatimukset

7 LÄHTÖTIETOTAULUKON TOIMINTA

Lähtötietotaulukko on tehty Microsoft Excel 2010 ohjelmalla. Taulukon toimintoihin on käytetty makroja, joten taulukkoa käytettäessä makrot tulee olla käytössä. Lähtötietotaulukossa on käyttäjälle näkyvissä kolme välilehteä ”Kansilehti”, ”Lähtötieto” ja ”Info”. Lähtötieto – välilehdellä täytetään taulukko ja täyttämistä on ohjeistettu siten, että vaaleansinisellä pohjalla olevat solut sisältävät kaavaa, vaaleanlilalla pohjalla olevat solut ovat vetolaatikoita ja valkoiset solut ovat vain tekstiä tai tekstille vapaata aluetta. Lähtötieto- välilehdellä rivien lisäys ja poistaminen on sallittu eikä se vaikuta kaavojen toimintaan. Tämä mahdollistaa taulukon muokkaamisen tarvittaessa lisätilaa tekstille tai lisäämässä kokonaan uutta kohtaa taulukkoon.

Taulukon täyttöön liittyvä ohjeistus on lisätty kommentteina aihetta käsittelevän alueen soluihin ja lisätietoa tarjoavat linkit on aseteltu tulostusalueen ulkopuolelle. Lähtötietotaulukkoon on tehty makroja, joilla voi tietyissä kohdissa lisätä napista kaavoja sisältäviä rivejä. Esimerkiksi hyötykuormaluokkien määrittämisessä saadaan napista uusi rivi, jolloin uudelle riville tulee uusi vetolaatikko kuormaluokan valintaan ja kaavat, joilla taulukko hakee kuormaluokkaa vastaavat kuormitustiedot.

Lisäksi taulukossa on napit, joista voi valita onko kyseisessä projektissa ollenkaan esimerkiksi trukkikuormaa, ohi ajavan junan painekuormaa, väestönsuojan katastrofi-kuormaa, katuliikenteen törmäyskuormaa, junan aiheuttamaa onnettomuuskuormaa, teräsrakenteita, puurakenteita tai onko pohjatutkimusta tehty. Näin saadaan helposti piilotettua taulukosta ylimääräiset kohdat. Lähtötietotaulukon kaavoja sisältävät solut on lukittu, jotta käyttäjä ei vahingossa muuta tai poista kaavoja. Lähtötieto- välilehden alussa on annettu ohjeet lukituksen purkamiseen muokkausta varten. Liitteessä 2 on esitetty esimerkki, josta nähdään miltä lähtötietotaulukon tuloste näyttää.

8 POHDINTA

Haastavaa opinnäytetyössä oli kerätä ja rajata aiheista riittävä määrä tietoa taulukon käyttäjälle siten, ettei kohtia käsitellä turhan laajalti, mutta taulukosta saadaan kuitenkin tarpeeksi tietoa ja ohjeistusta sen täyttämiseen sekä suunnittelun tueksi. Lähtötietotaulukon käyttö rajattiin talorakenteisiin ja materiaaleista puuhun, teräkseen sekä betoniin. Muitakin materiaaleja voidaan käyttää, mutta lähtötietotaulukosta ei löydy vielä materiaaliominaisuuksista kohtaa muille materiaaleille. Rajaus onnistui kuitenkin hyvin ja taulukosta saatiin ohjeistava, kuormia määrittävä tietopaketti, jonka tuloste on siisti ja informatiivinen.

Opinnäytetyössä haastavaa oli myös 100 vuoden luonnonkuormitusten selvittäminen. Pitkän selvitystyön jälkeen saatiin selville, että lumikuorman osalta asia on esitetty kahdella tapaa rakentamismääräyskokoelman uusissa versioissa. Yhdessä asiakasyrityksen kanssa kuitenkin päätettiin toimia viimeisimmän version ohjeen mukaisesti. Tässä tapauksessa 100 vuoden lumikuorman korotuskertoimen arvoina käytettäisiin arvoa 1,1, joka saadaan kaavasta (19) variaatiokertoimen arvolla 0,35. Ruotsissa kuitenkin variaatiokertoimen arvo on välillä 0,35 - 0,6, joten Suomessa käytettävä arvo kuulostaa tähän verrattuna pieneltä. Tätä menetelmää kuitenkin käytetään kunnes toisin ohjeistetaan.

Lähtötietotaulukkoa testattiin erilaisissa rakennuskohteissa ja taulukkoa muokattiin testeissä havaittujen puutteiden ja muutostarpeiden mukaisesti. Taulukkoon tulee kuitenkin varmasti tarvetta muutoksille ja lisäyksille jatkossa, kun vastaan tulee entistä monipuolisemmin erilaisia rakenteita. Jatkossa lähtötietotaulukkoa voidaan muokata soveltu- maan muille materiaaleille ja rakenteille. Lisäksi taulukosta voidaan kehittää versio, joka sopii ulkomaan kohteisiin.

LÄHTEET

Boverket. Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder. Määräykset ja ohjeet eurokoodien soveltamisesta. 2011.

Elementtisuunnittelu. Säilyvyys. Verkkosivut. Luettu 18.11.2013.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/rakenteellinen-toiminta/sailyvyys>

Elementtisuunnittelu. Väestönsuojaelementit. Verkkosivut. Luettu 26.11.2013
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/perustukset-ja-vaestonsuojat/vaestonsuojaelementit>

Entec Oy. Tiiveysmittaus. Verkkosivut. Luettu 15.11.2013.
<http://www.entec.fi/tiiviysmittaus.html>

Eurokoodin sovellusohje. Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1. 2010. Verkkojulkaisu. Helsinki: Liikennevirasto.

FMC group. Tietoa konsernista. Verkkosivut. Luettu 8.1.2014.
www.fmcgroup.fi

FMC group konserniesitys 2013. Luettu. 8.1.2014.

Huusko, E. 2014. KPM- Engineering Oy. Rakennesuunnittelija. Keskustelu pelastusajoneuvojen kuormista 3.2.2014.

Hyvönen, J. 2013. Yleisten alueiden alle tehtävien rakenteiden suunnitteluohjeet. Helsinki: Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto.

Kalamies, U. 2009. SHY r.y. ja Hitsaustekniikka-lehti 60 vuotta. Hitsauksen esivalmistus ja suoritus. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y.

Kevarinmäki A. VTT Expert Services Oy. 2011. Eurokoodi 2011 seminaari Powerpoint- esitys.

Lalla, N. 2013. Rakennustuotteiden CE- merkinnät suunnitteluasiakirjoissa. Ohjeistus rakennesuunnittelijalle. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Laurilan betoni. 2004. Laatuopas ja laadunvarmistus- lehti. Luettu 3.2.2014.

Pelastuslaki 29.4.2011/379.

Puuinfo. 2010. Liimapuukäsikirja. Luettu 2.1.2014.
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/liimapuukasikirja/liimapuukasikirja.pdf>

Rakennustietosäätiö RTS. 2010. RunkoRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy

SFS-EN 1990. Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet, vahvistettu 26.6.2006. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1991-1-1. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat, tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat. Vahvistettu 21.10.2002. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1991-1-3. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-3: Yleiset kuormat. Lumikuormat. Vahvistettu 26.1.2004. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1991-1-4. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-4: Yleiset kuormat. Tuulikuormat. Vahvistettu 24.1.2011. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1991-1-7. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-7: Yleiset kuormat. Onnettomuuskuormat. Vahvistettu 22.1.2007. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1991-2. Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat. Osa 2: Siltojen liikennekuormat. Vahvistettu 29.3.2004. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1992-1-1. Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Vahvistettu 30.5.2005. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1993-1-1. Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Vahvistettu 15.8.2005. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 12944-2. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luokittelu. Vahvistettu 30.11.1998. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 13670. Betonirakenteiden toteutus. Vahvistettu 24.5.2010. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1090-2. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Vahvistettu 5.3.2012. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 206-1. Betoni. OSA 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus. Vahvistettu 15.8.2005. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN ISO 5817. Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat. Vahvistettu 6.11.2006. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Sisäministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta 10.5.2011/506.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2008. RIL 201-1-2008. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009. RIL 205-1-2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 201-2-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Suomen Geoteknillinen Yhdistys SGY ry. 2011. RIL 254-1-2011. Paalutusohje 2011. OSA 1: Suunnittelun perusteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2012. RIL 107-2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Sweco Group. Sweco Suomessa. Verkkosivut. Luettu 8.1.2014.
<http://www.sweco.fi/fi/Finland/Sweco-Suomessa/>

Tikanoja, T. Rakennusteollisuus RT. 2014. Vastaus kysymykseen 100 vuoden toistumisvälin kuormituksista. Sähköpostiviesti. eurokoodi@rakennusteollisuus.fi. Luettu 9.1.2014.

Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista. 10.1.2013/9.

Vertia Oy. Ilmanvuotoluku. Verkkosivut. Luettu 15.11.2013.
<http://www.vertia.fi/tiiveysmittaus/ilmanvuotoluku>

Ympäristöministeriö. 2007. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-3. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-3: Yleiset kuormat. Lumikuormat.

Ympäristöministeriö. 2009. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-7. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-7: Yleiset kuormat - Onnettomuuskuormat.

Ympäristöministeriö. 2009. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1992-1-1. Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.

Ympäristöministeriö. 2010. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-1. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat.

Ympäristöministeriö. 2010. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-4. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-4: Yleiset kuormat. Tuulikuormat.

Ympäristöministeriö. 2011. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D3. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012.

Ympäristöministeriö. 2011. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011.

LIITTEET

Liite 1. Rasitusluokat

Taulukko rasitusluokista ja kemiallisen rasituksen raja-arvot eri rasitusluokissa (SFS-EN 206-1, 17-19.)

1 (2)

Luokan merkintä	Ympäristön kuvaus	Opastavia esimerkkejä paikoista, joissa rasitusluokkia voi esiintyä
1 Ei korroosion tai rasituksen riskiä		
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
2 Karbonatisoitumisen vaikutuksista aiheutuva korrosio		
XC1	Kuiva tai pysyvästi märkä	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on alhainen Pysyvästi vedenalainen betoni
XC2	Märkä, 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	Märkä ja kuiva vaihtelevat	Betonipinnat, jotka ovat kosketuksissa veden kanssa, mutta eivät kuulu rasitusluokkaan XC2
3 Muun kuin meriveden kloridien aiheuttama korrosio		
XD1	Kohtalaisen kostea	Betonipinnat, jotka ovat alttiina ilman sisältämille klorideille
XD2	Märkä, harvoin kuiva	Uima-altaat Betoni on alttiina kloridipitoisille teollisuusvesille
XD3	Märkä ja kuiva vaihtelevat	Sillan osat, jotka ovat alttiina kloridipitoisille roiskeille Jalkakäytävät Paikoitustalojen laatat
4 Meriveden kloridien aiheuttama korrosio		
XS1	Kosketuksissa ilman kuljettaman suolan kanssa, mutta ei suorassa kosketuksissa meriveteen	Lähellä rannikkoa tai rannikolla olevat rakenteet
XS2	Pysyvästi veden alla	Merirakenteiden osat
XS3	Vuoroveden ja roiskeen vyöhykkeellä	Merirakenteiden osat
5 Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä		
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 teiden ja siltojen kannet Suoralle jäänsulatusaineroiskeelle ja jäätymiselle alttiit betonipinnat Roiskevyöhykkeellä olevat jäätymiselle alttiit merirakenteet
6 Kemiallinen rasitus		
XA1	Standardin EN 206-1 taulukon 2 mukainen vähän aggressiivinen kemiallinen ympäristö	Luonnon maaperä ja pohjavesi
XA2	Standardin EN 206-1 taulukon 2 mukainen kohtalaisen aggressiivinen kemiallinen ympäristö	Luonnon maaperä ja pohjavesi
XA3	Standardin EN 206-1 taulukon 2 mukainen hyvin aggressiivinen kemiallinen ympäristö	Luonnon maaperä ja pohjavesi

(jatkuu)

Alla esitetty aggressiivisten kemiallisten ympäristöjen luokittelu perustuu luonnon maaperään ja pohjaveteen, joiden lämpötila on 5 °C...25 °C ja veden virtausnopeus niin hidas, että se on lähes staattinen.

Yksittäisen kemiallisen ominaisuuden suurimman rasituksen arvo määrittää luokan.

Jos kaksi tai useampi aggressiivista ominaisuutta johtaa samaan luokkaan, ympäristö luokitellaan seuraavaan korkeampaan luokkaan, ellei erityisesti tätä varten suoritetulla selvityksellä osoiteta, ettei se ole tarpeen.

Kemiallinen ominaisuus	Testausmenetelmä	XA1	XA2	XA3
Pohjavesi				
SO ₄ ²⁻ mg/l	EN 196-2	≥ 200 ja ≤ 600	> 600 ja ≤ 3000	> 3000 ja ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 ja ≥ 5,5	< 5,5 ja ≥ 4,5	< 4,5 ja ≥ 4,0
CO ₂ mg/l aggressiivinen	prEN 13577:1999	≥ 15 ja ≤ 40	> 40 ja ≤ 100	> 100 kyllästymiseen asti
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1 tai ISO 7150-2	≥ 15 ja ≤ 30	> 30 ja ≤ 60	> 60 ja ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	ISO 7980	≥ 300 ja ≤ 1000	> 1000 ja ≤ 3000	> 3000 kyllästymiseen asti
Maaperä				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^a kokonaismäärä	EN 196-2 ^b	≥ 2000 ja ≤ 3000 ³⁾	> 3000 ^c ja ≤ 12000	> 12000 ja ≤ 24000
Happamuus ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	Ei esiinny käytännössä	
<p>^a Savimaat joiden läpäisevyys on pienempi kuin 10⁻⁵ m/s voidaan luokitella alempaan luokkaan.</p> <p>^b Testausmenetelmä periaate on uuttaa SO₄²⁻ suolahapolla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vesiuttoa, jos betonin käyttöpaikalla on siitä kokemusta.</p> <p>^c Raja-arvo 3 000 mg/kg lasketaan arvoon 2 000 mg/kg, jos betonin toistuva kuivuminen ja kastuminen tai kapillaarinen kastuminen saattavat aiheuttaa betonin sulfaatti-ionien kasaantumisriskin.</p>				

Liite 2. Malli lähtötietotaulukon tulosteesta (Kuvitteellinen kohde, jossa näkyvissä kaikki kohdat, vaikka ne olisi mahdollista piilottaa). 1 (12)



Hatanpään valtatie 11, FI-33100 Tampere, FINLAND
tel.+358 207 392 200, fax +358 207 392 333
<http://www.fmcgroup.fi>

LAATUJÄRJESTELMÄ
PROJEKTIN SUUNNITTELU JA OHJAUS

RAKENNESUUNNITTELUN TAVOITTEET JA LÄHTÖTIEDOT

KUVA TÄHÄN

Rautatienkatu 10
KOY Rautatienkatu 10
KU130.22



(jatkuu)



Lähtötietolomake
Tekijä: Olli Kukka
Työ nro: KU 130.22

Päiväys 18.2.2014
Sivu 2/12

LÄHTÖTIEDOT

Sisällysluettelo

1. Perustiedot
 2. Rakenteellinen järjestelmä
 3. Suunnittelu- ja toteutusjärjestelmä
 4. Laskentamenetelmät
 - 4.1 Stabiiliteetti
 - 4.2 Rakenneosien mitoitus
 - 4.3 Rakennefysiikkaaliset laskelmat
 5. Kuormitukset
 - 5.1 Tasokuormat
 - 5.2 Trukkikuorma
 - 5.3 Tuulikuormat
 - 5.4 Lumikuormat
 - 5.5 Erikoiskuormat
 - 5.6 Väestönsuojan katastrofikuormat
 - 5.7 Lisävaakavoimat
 - 5.8 Katuliikenteestä aiheutuvat törmäyskuormat
 - 5.9 Junan aiheuttamat onnettomuuskuormat
 6. Materiaaliominaisuudet
 - 6.1 Betonirakenteet
 - 6.2 Jänneteräksiset ja ankkurit
 - 6.3 Teräsrakenteet
 - 6.4 Puurakenteet
 7. Kuormitusyhdistelyt
 8. Rakennusfysiikka
 - 8.1 Olosuhteet
 - 8.2 Vedeneristyksen vaatimukset
 - 8.3 Kosteydenhallinta
 - 8.4 Vedenpoiston hallinta
 - 8.5 Lämmöneristävyys
 - 8.6 Äänitekniset vaatimukset
 - 8.7 Dynaamiset vaatimukset
 - 8.8 Muut vaatimukset
 9. Rakennelaskelmat
- Lähteet



1. Perustiedot

Työ nro	KU130.22	
Kohteen nimi	KOY Rautatienkatu 10	
Katuosoite	Rautatienkatu 10	
Paikkakunta	Tampere	
Kortteli	7000	
Pääasiallinen käyttötarkoitus	Toimistorakennus, jossa varastotiloja	
Kerrosluku	4	
Kokonaiskorkeus (m)	17	
Määrät	Bruttopinta-ala (m ²)	4367,5
	Kerrosala (m ²)	4152,5
	Asuinpinta-ala (m ²)	
	Tilavuus (m ³)	19525
Energiatallisuusluokka	B	Tavoite
Ilmavuotoluku	0,79	
Rakenteiden vaativuusluokka	AA (Erittäin vaativa)	Kantavat betonirakenteet
	A (Vaativa)	Muut rakenteet
Suunnitelmien laadunvarmistus	Kantavat rakenteet	Projektin ulkopuolinen henkilö (Vaativuusluokka AA)
	Muut suunnitelmat	Projekti insinööri tarkastaa (vaativuusluokka A)
Seuraamusluokka	CC2	Kantava runko
Seuraamusluokka onnettomuusrajatilassa	2b	
Luotettavuusluokka	RC2	K(FI) = 1,0
Suunnitelun käyttöluokka	4, 50 vuotta	Julkisivut
	5, 100 vuotta	Perustukset ja kantava runko
Paloluokat	P1	Palonkestovaatimus rakenteille R60

2. Rakenteellinen järjestelmä

Pohjatutkimus tehty	<input checked="" type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei
Perustamismaaperä	savi/siltti ja moreeni
Maapohjan kantavuus	400 kN/m ²
Geotekninen luokka	GL2
Perustamistapa	Paaluperustus Paalutyyppi: Lyöntipaalut betoni
	Myös teräksiset porapaalut
Paalutustyöluokka	PTL2...(PTL3)
Rakennusrungon jäykistys	
	Porrashuone ja hissikuilu toimivat jäykistävinä rakenteina
Pääasialliset runkorakenteet	
Pilarit	Paikallavaletut teräsbetonipilarit, teräspilarit
Palkit	Paikallavaletut teräsbetonipalkit
Kantavat seinät	Paikallavaletut teräsbetoniseinät ja elementit
Ulkoseinät	
Maanpäälliset kerrokset	Betoni sandwich- elementit
Kellari	Betoni sandwich- elementit
IV-konehuone	Teräsrunko, Paroc elementit
Väliseinät	
Maanpäälliset kerrokset	Kipsilevyseinä
Kellari	Teräsbetonielementteinä
Välpohjat	
Kulvat tilat	Paikallavalettu betonilaatta 260mm
Märkätilat	Kallistettu paikallavalettu betonilaatta 260/230 mm
Portaat	Elementteinä
Porrastaso	Massivilaattaelementtinä
Parvekkeet	teräsbetonielementteinä
Yläpohjat	
Yleensä	Paikallavalettu betonilaatta 300mm
Kattoraketeet	YP1- villa 170mm, kallistus kevytsora, villa 170mm, pintavilla 50mm, huopa
IV-konehuone	Rannila T130M+YP1
Alapohjat	
	Ontelolaatta P37
Liikuntasaumot	Ei liikuntasaumoja
Väestönsuoja	Maanalainen tai siihen verrattava S2-luokan teräsbetonisuoja



Lähtötietolomake
Tekijä: Olli Kukka
Työ nro: KU 130.22

Päiväys 18.2.2014
Sivu 5/12

3. Suunnittelu- ja toteutusjärjestelmä

Betonirakenteet suunnitellaan eurokoodin SFS-EN 1992 sekä kansallisten liitteiden mukaisesti. Teräsrakenteet eurokoodin SFS-EN 1993 sekä kansallisten liitteiden mukaisesti. Puurakenteet eurokoodin SFS-EN 1995 sekä kansallisten liitteiden mukaisesti.

Jatkuvan sortuman estäminen toteutetaan luokan 2b mukaisesti:
Rakennuksen tulee olla suunniteltu ja rakennettu SFS-EN 1990...SFS-EN 1999 sääntöjen mukaisesti siten, että se täyttää normaalin mitoitustilanteen vaatimukset.

Lisäksi käytetään jompaakumpaa seuraavista menettelytavoista: -
vaakarakenteeseen käytetään vaakasiteitä sekä kaikissa kantavissa pilareissa ja seinissä käytetään pystysiteitä sekä pystyrakenteet sidotaan vaakarakenteeseen - tarkastetaan, että jos rakennuksesta poistettaisiin mikä tahansa tukipilari, pilaria tukeva palkki tai kantavan seinän lohko, rakennus ei menetä stabiiliteettiaan eikä paikallinen vaurioituminen ylitä hyväksyttävää rajaa. Jos hyväksyttävä raja ylittyy, rakenne täytyy suunnitella avainasemassa olevana rakenneosana.

Vaakasiteet:
Jatkuvan sortuman estämiseksi jokainen välipohja ja yläpohja varustetaan sen ympäri kiertävillä rengassiteillä ja toisiaan vastaan kohtisuorilla sisäpuolisilla siteillä. Siteet tehdään jatkuviksi ja ne sijoitetaan mahdollisimman lähelle välipohjien reunoja, pilari- ja seinälinjoja. Vähintään 30% siteistä sijoitetaan pilarien ja seinien ruudukkolinjojen välittömään etäisyyteen.

Vaakasiteet voivat olla puuta tai teräs- tai alumiiniprofiileja, betonirakenteissa olevia betoniteräksiä tai liittolaatoissa olevia verkkoradotteita ja teräsohutelevystä tehtyjä liittolevyraudoituksia (jos leikkausliittimet yhdistävät ne suoraan teräspalkkeihin). Siteinä voidaan käyttää myös edellä mainittujen tyyppien yhdistelmää.

Pystysiteet:
Jokainen pilari ja seinä varustetaan jatkuvalla sidonnalla perustuksista yläpohjan tasalle.
Pilareiden ja kantavien seinien tulee kestää onnettomuusmitoitustilanteen vetovoima, jonka mitoitusarvo on suurin pystysuuntaisen pysyvän ja muuttuvien kuormien mitoitusarvon reaktio, joka kertyy pilarille tai seinälle yhdestä kerroksesta. Vetovoima ankkuroidaan yläpuoliseen kerrokseen.

Täsmennykset

4. Laskentamenetelmät

4.1 Stabiiliteetti

Laskettu FEM-design ohjelmalla

4.2 Rakenneosien mitoitus

Rakenneosien mitoituksessa käytetty FEM-designia, laskentataulukoita ja pupax- ohjelmaa

4.3 Rakennefysikaaliset laskelmat

Rakennefysikaalisia laskelmia tehty DOF-lämpö ohjelmalla ja laskentataulukoilla



(jatkuu)

5. Kuormitukset

5.1 Tasokuormat

Tasojen pysyvät kuormat:

YP1	$g_s =$	4,85 kN/m ²
YP2	$g_s =$	4,55 kN/m ²
VP1	$g_s =$	6,3 kN/m ²
VP2	$g_s =$	6,8 kN/m ²

Tasojen hyötykuormat:

		Välipohjat	Portaat	Parvekkeet	Pistekuorma
Toimistotilat	Kuormaluokka B	qEk= 2,5 kN/m ²	3,0 kN/m ²	2,5 kN/m ²	2,0 kN
Kaikissa tiloissa	Kevyet väliseinät	qEk= 0,5 kN/m ²	0,00	0,00	0,00
Varastointitilat	Kuormaluokka E1	qEk= 7,5 kN/m ²	3,0 kN/m ²		7,0 kN

Pistekuorman kuormitusala on 50 x 50 mm², kun $Q_k \leq 2,0$ kN, muutoin 100 x 100 mm²

Liikennöintialueiden hyötykuormat:

Lastausalue	Kuormaluokka G	qEk= 5,0 kN/m ²	3,0 kN/m ²	90,0 kN
-------------	----------------	----------------------------	-----------------------	---------

Pistekuorman kuormitusala luokassa F= 100 x 100 mm² ja luokassa G= 200 x 200 mm²

5.2 Trukkikuorma

Haarukkatrukin luokka	FL1
Rengastyyppi	Ilmarenkaat
Dynaaminen suurennuskerroin	$\psi =$ 1,40
Kuorman dynaaminen ominaisarvo (kN)	$Q_{k,dyn} =$ 36,40
Vaakavoima (kN)	$Q_{k,vaaka} =$ 7,80
Kuormitusala 0,2m x 0,2m /eturengas	

5.3 Tuulikuormat

Sivun pituus (m)	d = 17,5
Sivun pituus (m)	b = 24
Maastoluokka	III
Rakennekerroin	$C_s \cdot C_d =$ 1
Tuulenpaine (kN/m ²)	$q_p(h) =$ 0,62
Sivun b pinta - ala (m ²)	$A_{refb} =$ 408
Sivun d pinta - ala (m ²)	$A_{refd} =$ 298
100 vuoden käyttöiän huomioon ottava kerroin	$C_{prob} =$ 1,04
Voimakerroin seinälle b	$C_{f1} =$ 1,44
Kokonaistuulivoima tuulen puhaltaessa seinälle b (kN)	$F_{w,k,1} =$ 365,5
Voimakerroin seinälle d	$C_{f1} =$ 1,21

Kokonaistuulivoima tuulen puhaltaessa seinälle d (kN) $F_{w,k,2} = 223,9$

Ohi ajavan junan painekuorma viereseen raitteen suuntaiseen pystypintaan:

EI TARVITSE HUOMIOIDA TÄSSÄ KOHTEESSA $q_{ik} =$

Junan aerodynaamisen muodon huomioiva kerroin $k_1 =$

Jos tarkastellaan pientä seinän osaa, jonka korkeus on 1m ja pituus 2,5m painekuormia suurennetaan kertoimella $k_2 = 1,3$

5.4 Lumikuormat

Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo (kN/m²) $S_{sk} = 2,5$

Tuulensuojakerroin: Normaali maasto $C_e = 1,0$

Lämpökerroin $C_t = 1,0$

Katon kaltevuus $\alpha = 0$

100 vuoden käyttöiän huomioonottava kerroin $C_{prob} = 1,1$

Muotokerroin $\mu_1 = 0,80$

Katon lumikuorma (kN/m²) $s = 2,20$

5.5 Erikoiskuormat

Lumen kasauksesta, nostokoreista ja nostureista aiheutuvat kuormat.

Pelastusteiden kuormat $q_{min} = 10$ kN/m², pelastustelineä käytetään katu- ja puistoalueita sekä aukioita.

Tukijalan halkaisija $d = 550$ mm

Pelastuslaitoksen ajoneuvojen tukijalkakuorma $p = 170$ kN

5.6 Väestönsuojan katastrofikuormat

Katto, ympärysseinät ja painekuormitukselle altistuva lattia 200 kN/m².

Sulkuhuone, erillinen vaimennustila, suojattu sisääntuloreitti, sirpalesuojat ja hätäpoistumiskäytävä sekä paineseinän ulkopuoliset raitis- ja poistoilmanavien rakenteet 100 kN/m². Painekuormalle altistuvat rakenteet täytyy mitoittaa takaisinheilahduskuormalle, joka on 1/3 painekuormasta.

S2-luokan väestönsuoja miiotetaan tärähdyskuormalle, jonka suuruus on pystysuunnassa $q_v = (1+nv) \cdot (g+q) + q_l$ ja vaakasuunnassa $q_h = nh \cdot g$, joissa

g = rakenteen omapaino

q = rakenteiden kuormitusmääräysten mukaiset, suojautumisen aikana vaikuttavat pitkäaikaiset valmentamattomat kuormat

q_l = tärähdyksenvarustettujen laitteiden aiheuttamat pitkäaikaiset kuormat

5.7 Lisävaakavoimat

Lisävaakavoima rakennuksen lyhemässä suunnassa

$$H_{de} = N_d/150$$

Lisävaakavoima rakennuksen pidemmässä suunnassa

$$H_{di} = b/l \cdot N_d/150 \geq N_d/250$$

Alkuvivusiirtymät teräsrakenteiden Eurokoodin mukaan.

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

Vinous betonirakenteiden Eurokoodin mukaan

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

5.8 Katuliikenteestä aiheutuvat törmäyskuormat

Törmäyskuormat ajoväylän yläpuolella tai vieressä oleviin rakenteita tukeviin rakenneosiin

Liikenteenluokka:	Piha tai autotalli, johon kuorma-auto pääsee kulkemaan	F _{dx} =	75 kN
		F _{dy} =	75 kN

Kuorma-auton törmäyskuorma vaikuttaa korkeudella h= 0,5m ...1,5m ajoradan pinnasta ja törmäyksen vaikutusalue a = 0,5m (korkeus) x 1,5m (leveys) tai rakenneosan leveys sen mukaan, kumpi on pienempi.

Henkilö- tai pakettiauton törmäyskuorma vaikuttaa korkeudella h= 0,5 ja törmäyksen vaikutusalue a = 0,25m (korkeus) x 1,5m (leveys) tai rakenneosan leveys sen mukaan, kumpi on pienempi.

Törmäyskuormat päällysrakenteeseen

Liikenteen luokka:	Piha tai autotalli	F _{dx} =	75 kN
Vapaa väli > 6m törmäyskuormaa ei tarvitse huomioida		r _f =	
Törmäyskuorman vaikutusalue on neliö, jonka sivumitta on 0,25 m			

5.9 Junan aiheuttamat onnettomuuskuormat

Suistuvan junan törmäyksen kohteena olevan rakenteen luokka:

A

Etäisyys lähimmän raiteen keskiliinjasta rakenteen pintaan

d = 18 m

Vaihdealue

V = 40 km/h

F_{dx} = 2000 kN

F_{dy} = 750 kN

Onnettomuuskuormat vaikuttavat 1,8m korkeudella raiteen tasosta. Törmäyspinnan leveydeksi oletetaan enintään 2m ja korkeudeksi enintään 1m.

Jos nopeus on alle 50 km/h kuormia voidaan vähentää 50%

Kuormia voi vähentää 50%, jos rakenteet on suojattu vähintään 0,55m korkeilla massiivisilla laiturirakenteilla tai jos yksittäiset tukirakenteet on yhdistetty korkeilla massiivisilla jalustoilla.

Yksittäiseen rakenneosaan kohdistuvia kuormia voidaan vähentää 50%, jos se ei sijaitse rakenneosarivin ulommaisena rakenneosana

Kuormia voidaan vähentää 25%, jos tukirakenteet on suojattu suojakiskoin.

Suojakiskojen pituuden tulee olla

≥ 30 m

6. Materiaaliominaisuudet

6.1 Betonirakenteet

Toteutusluokka	2
Toleranssiluokka	1

Betonirakenteiden rasitusluokat:

Perustukset	XC2
Ulkoseinät	XC3 , XF1
Kuivat sisätilat	XC1
Märkätilat	XC1
Parvekkeet	XC4 , XF3

Raudoitus:

Betonielementin ulkokuori, verkko B600K+ pieliteräkset R5T
Elementin sisäkuori: Verkko B500K, Pieliteräkset A500H
Ruostumattomat ansaat
Harjateräkset A500HW

6.2 Jänneteräkset ja ankkurit

ETA hyväksytyt, CE- merkityt ankkurit

6.3 Teräsrakenteet

Rakenteen käyttöluokka	SC1
Tuotantoluokka	PC2
Toteutusluokka	EXC2
Toleranssiluokka	1

Teräsrakenteiden rasitusluokat

- Sisätilat	C1
- Ulkotilat	C3

Teräslaadut:

Putkiprofiili	S355J2H
Kuumavalssatut profiilit	S355J2G4

Hitsiluokka	C
-------------	---

Pintakäsittely
kuumasinkitys tai maalaus

6.4 Puurakenteet

Ei puurakenteita	
Toteutusluokka	
Toleranssiluokka	
Käyttöluokka	
Liimat	

7. Kuormitusyhdistelyt

Rakenteiden ja rakenneosien kestävyys murtorajatilassa

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

kuitenkin vähintään

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

Rakenteiden ja rakenneosien kestävyys käyttörajatilassa

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Geotekninen kantavuus

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

Onnettomuustilanne:

Kun pääasiallinen kuorma on lumi-, jää-, tai tuulikuorma

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

Jos pääasiallinen kuorma on muu kuin lumi-, jää- tai tuulikuorma

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

8. Rakennusfysiikka

8.1 Olosuhteet

Rakennuspaikalla:
Pohjaveden pinta tasossa -1.000...-1.500

Rakennuksen sisällä:
Kaikki tilat lämmitettyjä. Sisätiloissa keskimääräinen lämpötila +23 °C ja ilmankosteus 60%
Varastotiloissa keskimääräinen lämpötila talvella +18oC ja ilmankosteus 25%

8.2 Vedeneristykset

Märkätiloissa sertifioidut vedeneristees.
Katossa vedeneristeenä kumibitumihuopa

8.3 Kosteudenhallinta

Seinäelementtien höyrynsulkumovvit yhdistetään tiiviiksi kalvoksi.

8.4 Vedenpoiston hallinta

Katolta sisäpuolinen vedenpoisto LVI suunnitelmien mukaan
Parvekkeelta vedenpoisto omaa rännikaivoa pitkin

8.5 Lämmöneristävyys

Yläpohja	0,09 W/m ² K
Alapohja	0,17/0,16 W/m ² K
Ulkoseinät	0,17 W/m ² K
Ovet	1,00 W/m ² K
Ikkunat	1,00 W/m ² K

8.6 Äänitekniset vaatimukset

Ääneneristävyys tilojen välillä 44dB
Radan puoleisella sivulla huomioitava raideliikenteen melu

8.7 Dynaamiset vaatimukset

Rataliikenteen värinän siirtyminen rakenteisiin maan kautta estettävä

8.8 Muut vaatimukset

Käytettyjen tuotteiden harmonisointeihin tuotestandardeihin tulee viitata suunnitteluasiakirjoissa. Lisäksi vaaditaan viittaukset toteutusstandardeihin ja kansallisiin soveltamisstandardeihin.
CE- merkintä ei takaa tuotteen soveltuvuutta rakennuskohteeseen. Merkintä vain takaa, että tuote täyttää Eurooppalaiset standardit.
Suunnittelijan vastuulla on varmistaa, että tuote on sopiva myös kohdemaassa.

Lähteet

SFS-EN 1990 Rakenteiden suunnitteluperusteet
SFS-EN 1991-1-1 Rakenteiden kuormat, yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja hyötykuormat
SFS-EN 1991-1-3 Rakenteiden kuormat, Lumikuormat
SFS-EN 1991-1-4 Rakenteiden kuormat, yleiset kuormat. Tuulikuormat
SFS-EN 1991-1-7 Rakenteiden kuormat, yleiset kuormat. Onnettomuuskuormat
SFS-EN 1991-2 Rakenteiden kuormat, siltojen liikennekuormat
SFS-EN 1991-3 Rakenteiden kuormat,
SFS-EN 1992-1-1 Betonirakenteiden suunnittelu
SFS-EN 1993-1-1 Teräsrakenteiden suunnittelu
SFS-EN 1090-1 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus osa 1
SFS-EN 1090-2 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus osa 2
SFS-EN 206-1 Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus
SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteuttaminen
SFS-EN ISO 5817 Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitus. Hitsiluokat
SFS-EN ISO 12944-2 Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 2
Sekä kyseisten standardien kansalliset liitteet

RakMk A2 Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat (2002)
RakMk C1 Rakennuksen ääneneristys
RakMk C3 Rakennusten lämmöneristys (määräykset)
RakMk C4 Rakennusten lämmöneristys (ohjeet)
RakMk D3 Rakennusten energiatehokkuus (2012)
RakMk E1 Rakennusten paloturvallisuus (2011)

Eurokoodin sovellusohje. Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet - NCCI (Liikennevirasto)

RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet
RIL 201-1-2011 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat
RIL 201-2-2011 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat
RIL 205-1-2009 Puurakenteiden suunnitteluohje
RIL 229-2-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje
RIL 241-2007 Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen
RIL 254-2011 Paalutusohje 2011

RunkoRYL 2010
Puurakenteiden toteutusstandardien käyttöönotto - VTT - 2011 seminaari
Helsingin kaupungin rakennusvirasto (Yleisten alueiden alle tehtävien rakenteiden suunnitteluohjeet)
http://www.shy-hitsaus.net/portals/shy/iBooklet/2009/ht_1_09/index.html#/51/zoomed